Σχεδιασμός του Β' μέρους της Διδακτικής Ακολουθίας

Το Β' μέρος της Διδακτικής Ακολουθίας αφορά τη μελέτη της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης στον ουρανό. Ως βασικό της στόχο έχει την 'οικοδόμηση' από τη μεριά των μαθητών της επιστημονικής πληροφορίας ότι η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη με περίοδο ένα Συνοδικό μήνα. Ως αποτέλεσμα της μελέτης της πρώτης ενότητας της Διδακτικής Ακολουθίας (Φαινόμενη Κίνηση του Ήλιου) οι μαθητές που θα πλοηγηθούν στη δεύτερη ενότητα πρέπει να γνωρίζουν ήδη ότι η Γη ιδιοπεριστρέφεται με περίοδο περίπου 24 ώρες και φορά αντίθετη από τη φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού.

Σε πρώτη φάση επιλέχτηκε ο σχεδιασμός δραστηριοτήτων με στόχο την ανάδειξη της εναλλακτικής αντίληψης ότι η Σελήνη εμφανίζεται στον ουρανό, κάθε μέρα, με καθυστέρηση 24 ωρών. Σε αυτό το πλαίσιο σχεδιάστηκαν δύο (2) δραστηριότητες:

Α. Μία δραστηριότητα παρακολούθησης της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης μέσω μίας ακολουθίας φωτογραφιών (εικόνα 1) οι οποίες τραβήχτηκαν από το ίδιο σημείο, την ίδια ημέρα σε τακτά χρονικά διαστήματα (ανά 25 λεπτά). Η χρήση φωτογραφιών ως εργαλείου έμμεσης παρατήρησης, σύνολο της Διδακτικής Ακολουθίας, προτιμήθηκε έναντι της άμεσης παρατήρησης του ουρανού, διότι είναι πιο εφικτή στο πλαίσιο των χρονικών περιορισμών του σχολικού προγράμματος. Η παρατήρηση συνοδεύεται και από την ακόλουθη ερώτηση:

« *Για ποιο λόγο νομίζετε ότι η Σελήνη φαίνεται να αλλάζει θέση όσο περνάει η ώρα;*»

Εικόνα 1: Ακολουθία φωτογραφιών (την ίδια μέρα) η οποία δείχνει τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης (για την οικονομία του χώρου στην εικόνα εμφανίζονται μόνο 3 από τις φωτογραφίες που ελήφθησαν)

Β. Ακολουθεί μια δραστηριότητα πρόβλεψης της θέσης της Σελήνης (με οδηγό την πρώτη φωτογραφία της προαναφερθείσας ακολουθίας φωτογραφιών) την ίδια ώρα της επόμενης και της μεθεπόμενης μέρας (εικόνα 2). Η αιτιολόγηση της σχετικής πρόβλεψης σχεδιάστηκε να γίνει προσομοιώνοντας οι μαθητές σωματικά τις σχετικές κινήσεις Γης-Σελήνης, κινούμενοι ανά δύο. Η σωματική προσομοίωση προτιμήθηκε είτε ως εργαλείο ανάδειξης αντιλήψεων είτε και ως εργαλείο διερεύνησης (στη συνέχεια), έναντι της χρήσης σφαιρικών μοντέλων, επειδή επιτρέπει στο μαθητή να προσομοιώνει το φαινόμενο τόσο ως παρατηρητής πάνω στη Γη (όταν προσομοιώνει την Γη) όσο και ως παρατηρητής του Ηλιακού Συστήματος (όταν παρακολουθεί τους άλλους μαθητές να προσομοιώνουν το φαινόμενο). Έτσι διευκολύνεται η σύζευξη της διαισθητικής εμπειρίας παρατήρησης με την αφαιρετική γνώση της ερμηνείας του φαινομένου.

Με βάση τα αποτελέσματα των προαναφερθέντων πιλοτικών ερευνών, οι περισσότεροι από τους μαθητές που πρόκειται να πλοηγηθούν στην Διδακτική Ακολουθία αναμένεται να προβλέψουν ότι η Σελήνη και τις άλλες δύο (2) ημέρες θα βρίσκεται στο ίδιο σημείο. Λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη το γεγονός ότι θα γνωρίζουν ήδη από την προηγούμενη ενότητα της Διδακτικής Ακολουθίας πως η Γη ιδιοπεριστρέφεται με περίοδο περίπου 24

ώρες, αναμένεται να αποδώσουν τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης αποκλειστικά στην Ιδιοπεριστροφή της Γης (και να θεωρήσουν τη Σελήνη ακίνητη, με σημείο αναφοράς ακίνητο παρατηρητή του Ηλιακού Συστήματος)

Εικόνα 2: Δραστηριότητα πρόβλεψης των θέσεων της Σελήνης την ίδια ώρα της επόμενης και της μεθεπόμενης μέρας

Επόμενος στόχος του σχεδιασμού της Διδακτικής Ακολουθίας ήταν η πρόκληση «δυσαρέσκειας» αναφορικά με την προϋπάρχουσα αντίληψη της 24ωρης περιοδικότητας της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης καθώς και η οικοδόμηση της αντίληψης ότι η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη με φορά ίδια με τη φορά ιδιοπεριστροφής της Γης. Προς την κατεύθυνση αυτή σχεδιάστηκαν αντίστοιχα δύο (2) επιπλέον δραστηριότητες:

Γ. Μία δραστηριότητα παρατήρησης σε σχετική ακολουθία τριών (3) φωτογραφιών της θέσης της Σελήνης στον ουρανό, την ίδια ακριβώς ώρα (19:23) αλλά σε τρεις (3) διαφορετικές ημέρες (31/7, 1/8 και 2/8/2009). Στην ακολουθία αυτή η Σελήνη φαίνεται κάθε μέρα να εμφανίζεται όλο και πιο Ανατολικά (εικόνα 3).

Εικόνα 3: 3 Φωτογραφίες τραβηγμένες την ίδια ώρα, από το ίδιο σημείο, με διαφορά φάσης 24 ωρών

Δ. Μία δραστηριότητα διερεύνησης της ερμηνείας των νέων παρατηρησιακών δεδομένων, με τη βοήθεια της προαναφερθείσας σωματικής προσομοίωσης των σχετικών κινήσεων Γης-Σελήνης καθώς και με τη χρήση ενός επιδαπέδιου ρολογιού, 24ωρης περιοδικότητας (*με φορά αντίθετη από τη φορά των δεικτών του ρολογιού*), μέσα στο οποίο θα ιδιοπεριστρέφεται ο μαθητής/τρια που θα προσομοιώνει σωματικά την ιδιοπεριστροφή της Γης (εικόνα 4). Με δεδομένη τη γνώση της 24ωρης ιδιοπεριστροφής της Γης, οι μαθητές που θα συμμετάσχουν αναμένεται να διαπιστώσουν, μέσω της σωματικής προσομοίωσης, ότι μέσα σε 24 ώρες πρέπει να έχει μετακινηθεί και η Σελήνη 'λίγο' γύρω από τη Γη με φορά ίδια με τη φορά ιδιοπεριστροφής της Γης (εικόνα 5).

Εικόνα 4: Επιδαπέδιο ρολόι 24ωρης περιοδικότητας μέσα στο οποίο θα ιδιοπεριστρέφεται ο μαθητής/τρια που θα προσομοιώνει την ιδιοπεριστροφή της Γης

Εικόνα 5: Με δεδομένη τη γνώση της 24ωρης ιδιοπεριστροφής της Γης, οι μαθητές που θα συμμετάσχουν αναμένεται να διαπιστώσουν, μέσω της σωματικής προσομοίωσης, ότι μέσα σε 24 ώρες πρέπει να έχει μετακινηθεί και η Σελήνη 'λίγο' γύρω από τη Γη με φορά ίδια με τη φορά ιδιοπεριστροφής της Γης

Ο τελευταίος στόχος κατά το σχεδιασμό αυτού του τμήματος της Διδακτικής Ακολουθίας ήταν η διερεύνηση του χρόνου που απαιτείται για μία πλήρη περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη. Έτσι σχεδιάστηκαν οι δύο τελευταίες δραστηριότητες:

Ε. Μία δραστηριότητα παρακολούθησης και σύγκρισης της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης μέσω τριών (3) ακολουθιών φωτογραφιών οι οποίες τραβήχτηκαν από το ίδιο σημείο, στα ίδια τακτά χρονικά διαστήματα, αλλά σε τρία επάλληλα 24ωρα. Μέσα από τη

δραστηριότητα αυτή αναμένεται να προκύψει η διαπίστωση ότι η Σελήνη φαίνεται κάθε μέρα περίπου στο ίδιο σημείο με χρονική καθυστέρηση (ανά ημέρα) περίπου 50 λεπτών (εικόνα 6).

Εικόνα 6: 3 Φωτογραφίες τραβηγμένες, από το ίδιο σημείο, σε τρία επάλληλα 24ωρα, οι οποίες δείχνουν ότι η Σελήνη εμφανίζεται στο ίδιο σημείο στον ουρανό με περίοδο περίπου 24 ώρες και 50 λεπτά

Εικόνα 7: Επιδαπέδιο ρολόι 24ωρης περιοδικότητας (με αναγραφή λεπτών και όχι ωρών)

Μετά και από αυτή τη δραστηριότητα αναμένεται να προκύψει το συμπέρασμα ότι «Η φαινόμενη κίνηση της Σελήνη στον ουρανό, οφείλεται σε συνδυασμό της πλήρους ιδιοπεριστροφής της Γης μέσα σε περίπου 24 ώρες και της περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη σε 29 περίπου ημέρες».

Σχολιασμός

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή, η παρούσα εργασία αποτελεί τμήμα μιας ευρύτερης έρευνας πάνω στην "Διδακτική Επανοικοδόμηση" των σχετικών κινήσεων του συστήματος Ήλιος-Γη-Σελήνη. Μέσα σε αυτό το διδακτικό πλαίσιο, υπάρχει συνεχής αλληλεπίδραση ανάμεσα στις τρεις (3) του συνιστώσες: α) ανάλυση της δομής του επιστημονικού περιεχομένου β) εμπειρική έρευνα των αντιλήψεων και των διαδικασιών μάθησης των μαθητών και γ) το σχεδιασμό της διδασκαλίας (Duit et al. 1997).
Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός και το περιεχόμενο ενός τμήματος μίας Διδακτικής Ακολουθίας Διδασκαλίας και Μάθησης, το οποίο τμήμα αφορά τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης. Η Διδακτική αυτή Ακολουθία προέκυψε από το συνδυασμό των

αποτελεσμάτων της ανάλυσης του σχετικού επιστημονικού περιεχομένου και της πιλοτικής έρευνας των αντιλήψεων των μαθητών για το εν λόγω φαινόμενο.
Στο πλαίσιο της συνεχούς αλληλεπίδρασης των συνιστωσών της «Διδακτικής Επανοικοδόμησης», ο σχεδιασμός της Διδακτικής Ακολουθίας αποτελεί τη βάση για τη διεξαγωγή του επόμενου σταδίου της έρευνας το οποίο στοχεύει στη διερεύνηση των διαδικασιών μάθησης των μαθητών αναφορικά με τις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος-Γη-Σελήνη. Συγκεκριμένα, *σε ό,τι αφορά στο τμήμα της Διδακτικής Ακολουθίας που παρουσιάστηκε στην εργασία αυτή*, θα διερευνηθεί αν και κατά πόσο είναι δυνατόν μαθητές της 5^{ης} τάξης του Δημοτικού σχολείου να κατανοήσουν τη σχέση αιτίου και αιτιατού μεταξύ ενός φαινομένου της καθημερινής τους εμπειρίας (Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης) και των δύο κινήσεων που το προκαλούν (Ιδιοπεριστροφή της Γης σε περίπου 24 ώρες και Περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη σε ένα Συνοδικό μήνα), ποιες δυσκολίες παρουσιάζονται, καθώς επίσης και ποιες γενικότερες αντιλήψεις των μαθητών σε φαινόμενα αστρονομίας και φυσικής μπορεί να επηρεάζουν αυτή τη σχέση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Χαλκιά, Κ., (2006). Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Bekiroglou, F. O. (2007). Effects of Model-based Teaching on Pre-service Physics Teachers' Conceptions of the Moon, Moon Phases, and Other Lunar Phenomena. International Journal of Science Education, 29(5), 555–593.

Duit, R., Komorek, M. & Wilbers, J. (1997). Studies on Educational Reconstruction of Chaos Theory, Research in Science Education, 27(3), 339-357

Duit, R., Gropengieber, H. & Kattmann, U. (2005). Towards science education research that is relevant for improving practice: The model of educational reconstruction, Developing Standards in Research on Science Education, Fischer ed (London: Taylor and Francis), 1–9

Jones, B., Lynch, P. & Reesink, C. J. (1987). Children's conceptions of the Earth, Sun and Moon. International Journal of Science Education, 9(1), 43–53.

Lelliot, A. & Rollnick, M., (2010). Big Ideas: A Review of Astronomy Education Research 1974–2008. International Journal of Science Education, 32(13), 1771–1799.

Meheut, M. & Psillos, D., (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. International Journal of Science Education, 26(5), 515–535.

Osborne J., Black, P. J., Wadsworth, P. & Meadows, J. (1994) SPACE research report: The Earth in Space (Liverpool: Liverpool University Press).

Plummer, J. (2009). A Cross-age Study of Children's Knowledge of Apparent Celestial Motion International Journal of Science Education, 31 (12), 1571–1605

Sharp, J.G. (1996). Children's astronomical beliefs: a preliminary study of year 6 children in south-west England. International Journal of Science Education, 18 (6), 685–715.

Taylor, I., Barker, M., & Jones, A. (2003). Promoting mental model building in astronomy education. International Journal of Science Education, 25(10), 1205–1225.
Starakis, J. & Halkia,. K., (2010). Primary School Students' Ideas Concerning the Apparent Movement of the Moon. Astronomy Education Review, 9(1), 010109, 10.3847/AER2010007

Συνεδρία 6: Διδασκαλία και Μάθηση στη Βιολογία

Διερεύνηση του επιπέδου γνώσης και κατανόησης ομάδων φοιτητών του ΕΚΠΑ για την Εξέλιξη μέσω της Φυσικής Επιλογής

Γιώργος Λαζαρίδης[1], Ευαγγελία Μαυρικάκη[2] & Κυριάκος Αθανασίου[3]

[1]*Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Κορινθίας, glaza33@gmail.com,*
[2]*Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, emavrikaki@primedu.uoa.gr*
[3]*Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, kathanas@ecd.uoa.gr*

Περίληψη
Η παρούσα μελέτη διερευνά το επιπέδο γνώσης και κατανόησης διαφόρων ομάδων Ελλήνων φοιτητών για την Εξέλιξη μέσω Φυσικής Επιλογής. Διενεργήθηκε με χρήση ενός δοκιμασμένου ερωτηματολογίου (CINS) και απαντήθηκε από 312 φοιτητές των Τμημάτων Βιολογίας και ΤΕΑΠΗ του ΕΚΠΑ. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι οι Έλληνες φοιτητές του δείγματος υπερτερούσαν σαφώς των φοιτητών/ριών της αντίστοιχης έρευνας στις ΗΠΑ, συγκεκριμένα υπερτερούν συνολικά στη γνώση των 9 από τις 10 επιμέρους έννοιες του CINS και υστερούν έναντι των αμερικανών ομοίων τους στην κατανόηση της έννοιας «βιοτικό δυναμικό». Η εξοικείωση των υποομάδων των Ελλήνων φοιτητών με τις επιμέρους έννοιες της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής, ήταν υψηλότερη στους 4ετείς φοιτητές Βιολογίας και χαμηλότερη στις φοιτήτριες του ΤΕΑΠΗ, επιβεβαιώνοντας την άποψη ότι όσο αυξάνει ο βαθμός ικανοποίησης από την διδασκαλία ή/και ο βαθμός ενασχόλησης με το γνωστικό πεδίο, αυξάνει και η αντίστοιχη εξοικείωση και γνώση. Παρόλα αυτά ακόμα κι αυτοί οι φοιτητές είχαν βαθιά ριζωμένες παρανοήσεις.

Abstract
The purpose of the present study was to investigate the level of knowledge and understanding that different groups of Greek students have for Evolution via Natural Selection. It was carried out by the use of a valid and reliable questionnaire (CINS) that was completed by 312 students of the Biology and Preschool Education Departments at the University of Athens. Results revealed a higher performance of the Greek students compared to the USA students: higher in 9 out of 10 concepts of the CINS and lower in the concept "biotic potential". Between the sub-groups of Greek students, 4th year Biology students showed the highest scoring confirming the view that the higher the degree of satisfaction from teaching or the degree of involvement with a specific domain, the higher the familiarity and knowledge, as well. However, even those students still have deeply rooted misconceptions about the theory of Evolution.

Εισαγωγή

Η Θεωρία της Εξέλιξης αποτελεί έναν σημαντικό σταθμό στην ιστορία της Βιολογίας και από πολλούς ορίζεται ως η κεντρική ενοποιητική θεωρία για τη συγκεκριμένη επιστήμη, διότι μπορεί να εξηγεί ταυτόχρονα και την ποικιλότητα και την ενότητα της ζωής (National Research Council 1985, National Association of Biology Teachers 1995, Demastes et al. 1995). Άλλωστε, σύμφωνα με τον Dobzhansky (1973), *χωρίς το φώς της εξέλιξης η βιολογία γίνεται ένας σωρός από διάφορα γεγονότα, μερικά από τα οποία είναι ενδιαφέροντα ή αξιοπερίεργα, αλλά δεν συγκροτούν σαν σύνολο μια εικόνα με νόημα.*
Όμως, παρά τα 150 χρόνια που μεσολάβησαν από την θεμελίωση της θεωρίας αυτής από τον Κάρολο Δαρβίνο και την ταυτόχρονη ανάπτυξη της εξελικτικής βιολογίας σε ένα από τα

πλέον δυναμικά πεδία έρευνας, η θεωρία αυτή εξακολουθεί να μην είναι κατανοητή από το ευρύ κοινό. Αυτό οφείλεται τόσο σε θεωρητικά ζητήματα που έχουν να κάνουν με την ίδια τη θεωρία όσο και σε παιδαγωγικά ζητήματα που έχουν να κάνουν με τη διδακτική αναπλαισίωση της και τη διδασκαλία της (Ζόγκζα, Καμπουράκης & Νοταράς 2009). Ενώ, ο Gould (2002) υποστηρίζει ότι: «*η εκπαίδευση στη Βιολογία, χωρίς την έννοια της Εξέλιξης, είναι κάτι σαν την Εκπαίδευση στη Χημεία χωρίς τον περιοδικό πίνακα*», από την άλλη, σύμφωνα με τον Κριμπά (2009), υπάρχει μια περιθωριοποίηση της διδασκαλίας της εξέλιξης και μια τάση εξάλειψής της ενώ αναδεικνύονται εξειδικευμένες τεχνικές και λεπτομέρειες. Οι συγγραφείς στην καλύτερη περίπτωση αντιγράφουν σπασμωδικά αλλά σε περιορισμένη έκταση πολύ καλά ξενόγλωσσα εγχειρίδια αλλά φαίνονται οι ελλείψεις τους στην έκθεση των όρων και των μηχανισμών, τους οποίους δεν έχουν κατανοήσει εις βάθος.
Θεωρήσαμε, λοιπόν, ενδιαφέρον να ασχοληθούμε με το συγκεκριμένο θέμα, σε μία προσπάθεια διερεύνησης του επιπέδου γνώσης και βαθμού κατανόησης των επιμέρους εννοιών της Εξελικτικής Θεωρίας από τους φοιτητές της Βιολογίας και της Παιδαγωγικής. Ως ερευνητικό εργαλείο επιλέξαμε ένα γνωστό και δοκιμασμένο ερωτηματολόγιο, όπως είναι το τεστ Conceptual Inventory of Natural Selection (CINS) (Anderson, Fisher & Norman 2002), το οποίο μεταφράζουμε ως «Εννοιολογικός Κατάλογος της Φυσικής Επιλογής» και το οποίο «εφαρμόσαμε» σε διάφορες υποομάδες φοιτητών του Πανεπιστημίου Αθηνών.
Μερικά από τα ερευνητικά ερωτήματα που θέσαμε διαμορφώνονται ως εξής:

- *Πόσο ικανοποιημένοι αισθάνονται οι φοιτητές από το βαθμό που έχουν διδαχθεί τη Θεωρία της Εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής κατά τη διάρκεια των σπουδών τους;*
- *Ποια είναι η επίδοση των φοιτητών σε κάθε μια από τις ερωτήσεις και στο σύνολο του τεστ;*
- *Πόσο καλά κατανοούν οι φοιτητές την κάθε επιστημονική έννοια που περιλαμβάνεται στο τεστ;*
- *Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις επιδόσεις των Ελλήνων φοιτητών με εκείνες των Αμερικανών φοιτητών;*
- *Πως συσχετίζεται ο βαθμός διδασκαλίας, με το επίπεδο σπουδών και την επίδοση των φοιτητών;*

Μεθοδολογία

Το θεωρητικό πλαίσιο, η μεθοδολογία του CINS και το δείγμα της αρχικής έρευνας στις ΗΠΑ

Όπως προαναφέρθηκε το συγκεκριμένο τεστ αποτελείται από 20 ερωτήσεις οι οποίες καλύπτουν 10 βασικές ιδέες. Όλες οι ιδέες που εμφανίζονται στο ερωτηματολόγιο παρουσιάζονται παρακάτω με πλάγια γραμματοσειρά και επιπλέον με υπογράμμιση παρουσιάζονται οι βασικές ιδέες που θα μας απασχολήσουν: Οι οργανισμοί δίνουν περισσότερους απογόνους από αυτούς που μπορούν να συντηρήσουν οι διαθέσιμοι πόροι. Αναφερόμαστε στο *βιοτικό δυναμικό* και την *ικανότητα μεταφοράς*. Όλα τα μέλη ενός είδους ανταγωνίζονται μεταξύ τους για τους διαθέσιμους πόρους. Οι *πόροι είναι περιορισμένοι*, υπάρχει *ανταγωνισμός* και κατά συνέπεια ορισμένοι οργανισμοί δεν επιβιώνουν *(περιορισμένη επιβίωση)*.
Οι οργανισμοί μέσα σε ένα είδος διαφέρουν ο ένας από τον άλλο στα κληρονομικά γνωρίσματα και αυτό ονομάζεται *γενετική ποικιλότητα.* Οι παραλλαγές προκύπτουν μέσω μεταλλάξεων και γενετικών ανασυνδυασμών *(προέλευση της ποικιλότητας)*. Οι μεταλλάξεις και ο γενετικός ανασυνδυασμός είναι *τυχαία* γεγονότα που μπορούν να δώσουν *ευεργετικά, ουδέτερα ή επιβλαβή γνωρίσματα.* Ένα μεγάλο ποσοστό της *ποικιλότητας κληρονομείται* και κατά αυτό τον τρόπο οι γονείς περνούν στους απογόνους τους τα γνωρίσματα τους. Μεταξύ αυτών των απογόνων, αυτοί που είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι, δηλαδή ταιριάζουν

καλύτερα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται τείνουν να έχουν υψηλότερη επιτυχία στην παραγωγή απογόνων (*διαφορική επιβίωση, βιωσιμότητα, αναπαραγωγική επιτυχία*)… Διαμέσου της διαφοροποιημένης αναπαραγωγικής επιτυχίας, η συχνότητα των διαφορετικών γενετικών τύπων μέσα στον πληθυσμό μπορεί να μεταβληθεί καθώς προχωράμε από γενιά σε γενιά (*απόγονοι με τροποποίηση, εξέλιξη, αλλαγή στην δεξαμενή γονιδίων με την πάροδο του χρόνου, πληθυσμιακή αλλαγή*)… Ο *πληθυσμός* καθίσταται καλύτερα προσαρμοσμένος στο περιβάλλον μέσω της αναπαραγωγής περισσότερο προσαρμοσμένων ατόμων *(προσαρμογή*)… Όταν δυο πληθυσμοί ενός ενιαίου είδους χωριστούν ο ένας από τον άλλο για μεγάλο χρονικό διάστημα από κάποιο φυσικό, συμπεριφοριστικό, χρονικό ή άλλο φράγμα μπορεί να αποκλίνουν τόσο πολύ μεταξύ τους ώστε να καταστούν διαφορετικά είδη (*προέλευση των ειδών*).

Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αποτελείται από 20 συνολικά ερωτήσεις (βλ. Παράρτημα): οι ερωτήσεις 1-10 αντιστοιχούν η κάθε μια σε μία ξεχωριστή έννοια, όπως συμβαίνει και με τις ερωτήσεις 11-20, χωρίς βέβαια να ακολουθείται η ίδια σειρά. Το γενικότερο ευρύτερο πλαίσιο όπου αναφέρονται οι ερωτήσεις 1-8 είναι οι σπίνοι των νησιών Γκαλάπαγκος, ενώ για τις ερωτήσεις 9-13 είναι οι λεβιστές της Βενεζουέλας και για τις ερωτήσεις 14-20 οι σαύρες των Καναρίων Νήσων.

Το δείγμα της αρχικής έρευνας ήταν 206 σπουδαστές ενός μεγάλου αστικού κολλεγίου της Νότιας Καλιφόρνιας κατά τη διάρκεια του εαρινού εξαμήνου το 2002. Οι σπουδαστές αυτοί δεν είχαν ως κύριο γνωστικό αντικείμενο τη Βιολογία. Η συμπλήρωση του τεστ έγινε κατά τη διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας αλλά πριν την εκπαίδευση στις έννοιες της Φυσικής Επιλογής.

Δείγμα παρούσης έρευνας

Τον πληθυσμό στόχο της έρευνάς μας αποτελούσαν οι φοιτητές Βιολογίας των Ελληνικών Πανεπιστημίων καθώς και οι φοιτητές του Τμήματος Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία του Πανεπιστημίου Αθηνών. Η διανομή, συγκέντρωση και καταχώρηση των ερωτηματολογίων εφαρμόστηκε την περίοδο Οκτωβρίου 2009 – Μαΐου 2010 στην Αθήνα. Τα ερευνητικά δεδομένα συγκεντρώθηκαν από τη διανομή των τεστ είτε με συμπλήρωση γραπτών ερωτηματολογίων είτε μέσω Διαδυκτίου με χρήση του *Survey Console* μιας ερευνητικής κονσόλας ιδιαίτερα εύχρηστης και ελκυστικής. Η επιλογή του δείγματος έγινε με απλή τυχαία δειγματοληψία και τελικά συγκεντρώσαμε 312 ερωτηματολόγια, η επεξεργασία των οποίων έγινε με τη βοήθεια του Στατιστικού Πακέτου SPSS 18.00.

Αποτελέσματα

Η πρώτη μεταβλητή που εξετάζουμε είναι αυτή της «Ομάδας» η οποία καθορίζεται από το έτος σπουδών, τη βαθμίδα και το Τμήμα φοίτησης. Στην ομάδα Α κατατάξαμε τους 72 φοιτητές του Βιολογικού τμήματος των 3 πρώτων ετών, (27 πρωτοετείς, 23 δευτεροετείς και 22 τριτοετείς), στην ομάδα Β τους τεταρτοετείς (N=21) και επί πτυχίω (N=102) του ίδιου Τμήματος (συνολικά 123 φοιτητές), στην ομάδα Γ 66 μεταπτυχιακούς φοιτητές του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διδακτική Βιολογίας και Νέες Τεχνολογίες» και στην ομάδα Δ τις 51 φοιτήτριες του ΤΕΑΠΗ (5 δευτεροετείς, 29 τριτοετείς, 14 τεταρτοετείς και 3 επί πτυχίω).

Στον Πίνακα 1, απεικονίζεται ο βαθμός διδασκαλίας της Εξέλιξης για κάθε ομάδα του δείγματος των Ελλήνων φοιτητών, με βάση την κλίμακα 0-4, όπου 0= δεν έχουν διδαχθεί καθόλου την Εξέλιξη και 4= την έχουν διδαχθεί πάρα πολύ.

Πίνακας 1: Βαθμός διδασκαλίας της Εξέλιξης για κάθε ομάδα των Ελλήνων φοιτητών.

Ομάδα φοιτητών	N	Μέση Τιμή	Τ.Α.
Πρωτοετείς - τριτοετείς φοιτητές του Βιολογικού (Α)	70	1,61	,873
Τεταρτοετείς και επί πτυχίω φοιτητές του Βιολογικού (Β)	123	2,66	1,047
Μεταπτυχιακοί φοιτητές (Γ)	56	1,75	,899
Φοιτήτριες ΤΕΑΠΗ (Δ)	51	1,33	,931
Σύνολο	*300*	*2,02*	*1,103*

Διαπιστώνουμε ότι στο σύνολό τους εκτιμούν ότι έχουν διδαχθεί λίγο την εξέλιξη, ενώ οι φοιτήτριες του ΤΕΑΠΗ δηλώνουν ότι την έχουν διδαχθεί πολύ λίγο. Για να εξετάσουμε αν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις ομάδες όσον αφορά στο βαθμό διδασκαλίας της εξέλιξης ανάμεσα σε κάθε ομάδα φοιτητών και δεδομένου ότι το δείγμα μας δεν εμφάνιζε κανονική κατανομή εφαρμόσαμε τον μη παραμετρικό έλεγχο *Mann-Whitney*. Διαπιστώσαμε ότι στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$) διαφοροποιείται η ομάδα των τεταρτοετών και επί πτυχίω φοιτητών του Βιολογικού (ομάδα Β) από τις υπόλοιπες ομάδες. Οι φοιτητές της Β ομάδας δηλώνουν με σημαντική διαφορά (βλ. Πίνακα 1) ότι αισθάνονται περισσότερο ικανοποιημένοι από το βαθμό που έχουν διδαχτεί την θεωρία της Εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής, γεγονός απόλυτα λογικό διότι είναι αυτοί οι οποίοι έχουν διδαχθεί ή βρίσκονται σε διαδικασία παρακολούθησης μαθημάτων με καθαρά εξελικτικό περιεχόμενο και προσανατολισμό. Ο συγκριτικά χαμηλότερος βαθμός διδασκαλίας της εξέλιξης που δηλώνεται από τους μεταπτυχιακούς φοιτητές του ΠΜΣ «Διδακτική Βιολογίας και Νέες Τεχνολογίες» εξηγείται από το γεγονός ότι οι εν λόγω φοιτητές δεν είναι όλοι Βιολόγοι κι ότι κάποιοι είναι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί που έχουν αποφοιτήσει πολύ παλαιότερα.
Η συνολική επίδοση κάθε ομάδας, καθώς και των ομάδων από τις ΗΠΑ στο τεστ CINS δίνεται στον Πίνακα 2. Υψηλότερη επίδοση εμφανίζουν οι τεταρτοετείς και επί πτυχίω φοιτητές του Βιολογικού (ομάδα Β) που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες ομάδες των Ελλήνων φοιτητών ($p<0,05$) εκτός από την ομάδα των μεταπτυχιακών φοιτητών (ομάδα Γ) (*Mann-Whitney test*, $p=0,279>0,05$). Τη χαμηλότερη επίδοση έχουν οι φοιτητές της ομάδας α των ΗΠΑ και ακολουθούν οι φοιτήτριες του ΤΕΑΠΗ. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν απόλυτα με τα δεδομένα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, αποδεικνύοντας ότι η σε μεγαλύτερο βαθμό διδασκαλία της εξέλιξης (ομάδα Β) έχει αποτέλεσμα την πληρέστερη και σε βάθος κατανόηση της θεωρίας της Εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής. Επιπλέον, οι Έλληνες φοιτητές είχαν συνολικά καλύτερη επίδοση από τους συναδέλφους τους στις ΗΠΑ.

Πίνακας 2: Η συνολική επίδοση κάθε ομάδας φοιτητών και των φοιτητών των ΗΠΑ και στις 20 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Ομάδα φοιτητών	Μέση τιμή	Τ.Α.
Πρωτοετείς - τριτοετείς φοιτητές του Βιολογικού (Α)	11,83	3,619
Τεταρτοετείς και επί πτυχίω φοιτητές του Βιολογικού (Β)	15,07	2,977
Μεταπτυχιακοί φοιτητές (Γ)	14,23	3,886
Φοιτήτριες ΤΕΑΠΗ (Δ)	9,71	4,225
Σύνολο Ελλήνων φοιτητών του δείγματος (Α+Β+Γ+Δ)	13,14	4,148
Φοιτητές ΗΠΑ (α)	8,21	3,07
Φοιτητές ΗΠΑ (β)	10,42	3,31

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η επίδοση κάθε ομάδας, αλλά και συνολικά των Ελλήνων φοιτητών του δείγματός μας, καθώς και των φοιτητών των ΗΠΑ (Anderson, Fisher & Norman 2002) για κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου με τη μορφή ποσοστού (%) σωστών απαντήσεων. Οι Έλληνες φοιτητές έχουν καλύτερες επιδόσεις σε όλες τις ερωτήσεις με εξαίρεση τις ερωτήσεις 1, 11 και 12. Οι δύο πρώτες ερωτήσεις εντάσσονται και οι δύο στην έννοια «βιοτικό δυναμικό».

Πίνακας 3: Ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανά ομάδα για κάθε ερώτηση και υπό μελέτη έννοια.

Έννοια υπό μελέτη	Σχετιζόμενη ερώτηση (#)	Ποσοστό (%) σωστών απαντήσεων ανά ομάδα (%)					
		Α	Β	Γ	Δ	Συν/κή Α,Β,Γ, Δ	ΗΠΑ
Βιοτικό Δυναμικό	1	38,9	41,5	45,5	43,1	43,2	69,4
	11	41,7	56,9	59,1	29,4	49,8	63,1
Φυσικοί Πόροι	2	93,1	90,2	86,4	60,8	85,7	61,2
	14	68,1	64,2	72,7	62,7	66,3	51,5
Πληθυσμιακή σταθερότητα	3	91,7	97,6	98,5	74,5	92,7	48,7
	12	29,2	36,6	43,9	27,5	35,0	48,7
Ενδοπληθυσμιακές αλλαγές	4	36,1	65,9	59,1	27,5	50,2	18,2
	13	51,4	82,1	71,2	39,2	63,5	28,3
	(17)	*45,8*	*67,5*	*53.0*	*52,9*	*55,9*	*38,8*
Περιορισμένη επιβίωση	5	80,6	88,6	86,4	68,6	83,0	67,2
	15	62,5	82,9	75,8	41,2	68,7	42,3
Προέλευση ποικιλομορφίας	6	66,7	87,0	75,8	37,3	71,1	14,5
	(15)	*62,5*	*82,9*	*75,8*	*41,2*	*68,7*	*42,3*
	19	66,7	87,0	81,8	49,0	72,9	33,7
Κληρονόμηση ποικιλότητας	7	47,2	78,0	75,8	41,2	63,8	55,0
	17	45,8	67,5	53.0	52,9	55,9	38,8
Προέλευση ειδών	8	45,8	74,8	65,2	39,2	59,3	41,4
	20	72,2	91,9	77,3	47,1	75,7	22,3
Ενδοπληθυσμιακή ποικιλότητα	9	55,6	64,2	63,6	60,8	61,1	52,0
	16	86,1	90,2	90,9	80,4	86,9	80,6
Διαφορική επιβίωση	10	62,5	88,6	74,2	42,2	70,8	55,5
	18	41,7	70,7	66,7	47,1	58,1	39,1

Η επιμέρους εξέταση των απαντήσεων των Ελλήνων φοιτητών στις ερωτήσεις του τεστ έδωσε κι ένα επιπλέον ενδιαφέρον αποτέλεσμα: οι φοιτητές εμφανίζουν «ασυνέπεια» στις ερωτήσεις που εντάσσονται στην ίδια έννοια. Με λίγα λόγια ενώ ένας φοιτητής απαντά σωστά στη μία ερώτηση απαντά λάθος στην άλλη κι αυτό συμβαίνει για τις 9 από τις 10 έννοιες (Πίνακας 4). Η μοναδική έννοια που δεν έχει μεγάλες αποκλίσεις στις απαντήσεις των φοιτητών είναι η «προέλευση της ποικιλομορφίας» (ερωτήσεις 9 και 16). Αυτό δείχνει ότι ακόμα και στις περιπτώσεις όπου έχουμε υψηλά ποσοστά σωστών απαντήσεων σε κάποια ερώτηση, ένας στατιστικά σημαντικός αριθμός από τους φοιτητές που απάντησαν σωστά σε αυτήν απαντά εσφαλμένα στην άλλη που στοχεύει στην εξέταση της ίδιας έννοιας της Εξέλιξης. Ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι ότι τη μικρότερη συνέπεια στις απαντήσεις τους εμφάνισαν οι φοιτητές που πήραν και την υψηλότερη βαθμολογία στο τεστ, δηλαδή οι φοιτητές της ομάδας Β και τη μεγαλύτερη συνέπεια οι φοιτήτριες της ομάδας Δ (ΤΕΑΠΗ) (Πίνακας 4). Αυτό συνάδει με το γεγονός ότι οι φοιτήτριες της ομάδας Δ (ΤΕΑΠΗ) είναι αυτές που είχαν και τη χαμηλότερη επίδοση στο τεστ, δηλαδή απαντούν ως επί το πλείστον λάθος και στις δύο ερωτήσεις κάθε έννοιας.

Πίνακας 4: Η συνέπεια κάθε ομάδας και του συνόλου Ελλήνων φοιτητών στις ερωτήσεις κάθε υπό μελέτη έννοιας*.

		Ζεύγη ερωτήσεων									
		14 -2	11 - 1	12 - 3	13 - 4	15 - 5	19 - 6	17 - 7	20 - 8	16 - 9	18 - 10
Α	Z	-3,530	-,365	-6,564	-2,117	-2,600	,000	-,180	-3,657	-4,315	-2,535
	p	,000	,715	,000	,034	,009	1,000	,857	,000	,000	,011
Β	Z	-4,824	-2,967	-8,547	-3,651	-1,257	,000	-1,982	-3,656	-4,824	-3,479
	P	,000	,003	,000	,000	,209	1,000	,047	,000	,000	,001
Γ	Z	-2,065	-1,877	-6,000	-2,309	-1,698	-1,633	-2,887	-1,886	-3,530	-1,291
	p	,039	,061	,000	,021	,090	,102	,004	,059	,000	,197
Δ	Z	-,218	-1,698	-4,000	-1,732	-3,300	-1,414	-1,342	-,943	-1,890	-,905
	p	,827	,090	,000	,083	,001	,157	,180	,346	,059	,366
Σ	Z	-5,892(a)	-2,025(b)	-13,174(a)	-4,859(b)	-4,724(a)	-,728(b)	-2,316(a)	-5,347(b)	-7,484(b)	-4,005(a)
	p	,000	,043	,000	,000	,000	,467	,021	,000	,000	,000

a Βασισμένο σε θετικές σειρές.
b Βασισμένο σε αρνητικές σειρές.
* Wilcoxon Signed Ranks Test

Συζήτηση

Οι Έλληνες τεταρτοετείς και επί πτυχίω φοιτητές Βιολογίας οι οποίοι είναι αυτοί που έχουν διδαχτεί περισσότερο από κάθε άλλη ομάδα στη συγκεκριμένη έρευνα τη θεωρία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής, είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με τις επιμέρους της έννοιες από ότι οι άλλες ομάδες Ελλήνων φοιτητών, αλλά κι από τους φοιτητές των ΗΠΑ, καθώς οι επιδόσεις τους στο τεστ CINS ήταν υψηλότερες. Επιβεβαιώνεται, δηλαδή, η άποψη ότι όσο αυξάνει η παρακολούθηση μαθημάτων γύρω από την Εξέλιξη τόσο μειώνονται οι παρανοήσεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών (Nehm & Schonfeld 2007). Από τα αποτελέσματα της έρευνας φάνηκε όμως ότι αυτές οι παρανοήσεις είναι βαθιά ριζωμένες και ο χρόνος και ο τρόπος διδασκαλίας της Εξέλιξης προφανώς δεν ήταν αρκετός για να εκριζωθούν, αφού φάνηκε ότι οι φοιτητές δεν κατανοούν σε βάθος αλλά επιφανειακά την Εξέλιξη καθώς εμφανίζουν μεγάλη ασυνέπεια στις επιμέρους απαντήσεις τους για κάθε υπό μελέτη έννοια. Με εξαίρεση τις δύο ερωτήσεις που αφορούν στην «προέλευση της ποικιλομορφίας» όπου οι φοιτητές εμφανίζουν μεγάλη συμφωνία στις απαντήσεις τους, στα υπόλοιπα ζεύγη ερωτήσεων απαντούν σωστά στη μία και λανθασμένα στην άλλη. Στην κατανόηση της προέλευσης της ποικιλομορφίας από μεγάλο μερίδιο των φοιτητών μάλλον συμβάλλει η μεγάλη παρουσία της Γενετικής τόσο στο Αναλυτικό Πρόγραμμα του σχολείου όσο και στα Προγράμματα Σπουδών των Βιολογικών Τμημάτων. Η

σύγχυση που επικρατεί στις υπόλοιπες έννοιες θα πρέπει να μας ανησυχήσει αν αναλογιστούμε ότι οι φοιτητές της ομάδας Β (τεταρτοετείς και επί πτυχίω φοιτητές Βιολογίας) είναι αυτοί που σε λίγο καιρό πιθανόν να βρίσκονται μέσα σε μια σχολική τάξη και θα κληθούν να διδάξουν την Εξέλιξη στους μαθητές τους. Ωστόσο, ανάλογα είναι τα δεδομένα και από τη διεθνή βιβλιογραφία, δηλαδή οι μέλλοντες εκπαιδευτικοί δεν είναι κατάλληλα προετοιμασμένοι, τόσο στο γνωστικό (Nadelson 2009) όσο και στο διδακτικό σκέλος (Frey, Lively & Brodie 2010), για τη διδασκαλία της θεωρίας της Εξέλιξης. Δυστυχώς, αυτή η ανετοιμότητά τους θα μετακυλήσει στους μαθητές είτε διδάσκοντας επιφανειακά την Εξέλιξη είτε αποφεύγοντάς την. Πιστεύουμε λοιπόν ότι η συγκεκριμένη έρευνα αναδεικνύει ένα κενό στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών που θα πρέπει να ληφθεί πρωταρχικά υπόψη αν επιθυμούμε η διδασκαλία της Εξέλιξης να λάβει τη θέση που της αξίζει στο ελληνικό σχολείο.

Βιβλιογραφία

Ζόγκζα, Β., Καμπουράκης, Κ., Νοταράς, Δ. (2009). Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: θεωρητικά και παιδαγωγικά ζητήματα – Εισαγωγή. Child Services, Αθήνα.
Κριμπάς, Κ. (2009). Γράφοντας για την εξέλιξη στα σχολικά βιβλία. Εκπαιδευτήρια Γείτονα: Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: θεωρητικά και παιδαγωγικά ζητήματα. Child Services, Αθήνα.

Alters, B.J. & Nelson, C.E. (2002). Perspective: teaching evolution in higher education. Evolution, 56, 1891–1901.
Anderson, D.L., Fisher, K.M. & Norman, G.J. (2002). Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. Journal of Research in Science Teaching, 39, 952-978.
Demastes, S.S., Settlage, J. Jr. & Good R. (1995). Students' conceptions of Natural Selection and its role in evolution. Journal of Research in Science Teaching, 32 (5), 535-550.
Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. The American Biology Teacher, 35(3), 125-129.
Frey, F., M., Lively, C. M., & Brodie III, E. D. (2010). Selection and Evolution with a Deck of Cards. Evolution Education Outreach, 3, 114–120.
Gould, S.J. (2002). The structure of Evolutionary Theory. Cambridge: Belknap of Harvard University Press.
Nadelson, L.S. (2009). Preservice Teacher Understanding and Vision of how to Teach Biological Evolution. Evolution: Education and Outreach, 2 (3), 490-504.
National Association of Biology Teachers (1995). Position Statement on Teaching Evolution. *News & Views*, June 4–5.
National Research Council (1985). *Mathematics, Science and Technology Education: A Research Agenda*. National Academy Press, Washington, DC.
Nehm, R.H. & Schonfeld, I.S. (2007). Does Increasing Biology Teacher Knowledge of Evolution and the Nature of Science Lead to Greater Preference for the Teaching of Evolution in Schools? Journal of Science Teacher Education, 18, 699-723.

Παράρτημα

Συνοπτική παρουσίαση του ερωτηματολογίου

1. Τι θα συνέβαινε αν τοποθετούσαμε σε ένα από τα νησιά αυτά ένα ζευγάρι σπίνων κάτω από ιδανικές συνθήκες, χωρίς αρπακτικά και με άφθονη τροφή ώστε όλα τα άτομα να επιζούν. Δίνοντας απεριόριστο χρόνο:
2. Οι σπίνοι των νησιών Γκαλαμπάγκος χρειάζονται τροφή και νερό.[Τί γίνεται] Όταν η τροφή και το νερό σπανίζουν...
3. [Τί γίνεται...] Άπαξ και ένας πληθυσμός σπίνων έχει ζήσει σε ένα συγκεκριμένο νησί για πολλά χρόνια:
4. Ποιες είναι οι πρωταρχικές αλλαγές που απαντούν σταδιακά, στη διάρκεια των ετών, στον πληθυσμό των σπίνων;
5. Ανάλογα με το μέγεθος και τη μορφή του ράμφους τους, κάποιοι από τους σπίνους παίρνουν νέκταρ από τα άνθη, άλλοι τρώνε σκουλήκια από τους κορμούς, κάποιοι τρώνε μικρούς σπόρους και κάποιοι τρώνε μεγάλα καρύδια. Ποια φράση περιγράφει καλύτερα τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους σπίνους και τα αποθέματα της τροφής;

6. Πώς έκαναν για πρώτη φορά την εμφάνισή τους οι διάφοροι τύποι των ραμφών που έχουν οι σπίνοι στα νησιά Γκαλάπαγκος;
7. Ποιος τύπος ποικιλότητας των σπίνων πέρασε στους απογόνους;
8. Τι ήταν αυτό που έκανε τους πληθυσμούς των πουλιών που είχαν διαφορετικές μορφές και μεγέθη ράμφους να καταστούν ξεχωριστά είδη κατανεμημένα στα διάφορα νησιά;
9. Ένας τυπικός φυσικός πληθυσμός λεβιστών αποτελείται από εκατοντάδες λεβιστών. Ποια φράση περιγράφει καλύτερα τους λεβιστές ενός είδους σε ένα απομονωμένο πληθυσμό;
10. Η προσαρμοστικότητα (fitness) είναι ένας όρος που συχνά χρησιμοποιείται από τους βιολόγους για να εξηγήσει την εξελικτική επιτυχία ορισμένων οργανισμών. Ποιο χαρακτηριστικό, από τα παρακάτω, θα θεωρούσε ένας βιολόγος ως το πλέον σημαντικό στο να καθορισθεί ποιοι λεβιστές ήσαν οι πλέον «προσαρμοσμένοι»;
11. (Προ)- υποθέτοντας πως υπάρχουν ιδανικές συνθήκες με αφθονία τροφής και χώρου, χωρίς την παρουσία θηρευτών, τι θα συνέβαινε αν σε μία μεγάλη λίμνη ετοποθετείτο ένα ζευγάρι λεβιστών;
12. Άπαξ και ένας πληθυσμός λεβιστών εγκατασταθεί για αρκετά χρόνια σε μία αληθινή (όχι ιδανική) λίμνη μαζί με άλλους οργανισμούς συμπεριλαμβανομένων και των θηρευτών, τι είναι πιθανόν να συμβεί στον πληθυσμό;
13. Ποιες είναι οι πρωταρχικές αλλαγές που απαντούν σταδιακά στους πληθυσμούς των λεβιστών στη διάρκεια των ετών;
14. Οι σαύρες τρέφονται από μια ποικιλία εντόμων και φυτών. Ποια φράση περιγράφει καλύτερα τη διαθεσιμότητα τροφής για τις σαύρες στα Κανάρια Νησιά;
15. Τι νομίζετε πως συμβαίνει ανάμεσα στις σαύρες ενός είδους όταν τα αποθέματα της τροφής είναι περιορισμένα;
16. Ο πληθυσμός των σαυρών αποτελείται από εκατοντάδες ατόμων σαύρας. Ποια φράση περιγράφει καλύτερα το πόσο όμοιες μπορεί να είναι μεταξύ τους;
17. Ποια φράση θα περιέγραφε καλύτερα το πώς τα χαρακτηριστικά στις σαύρες μεταφέρονται από τη μία γενεά στην επόμενη;
18. Η προσαρμοστικότητα είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται από τους βιολόγους για να εξηγήσει την εξελικτική επιτυχία ορισμένων οργανισμών. Στον πίνακα περιγράφονται τέσσερις φανταστικές θηλυκές σαύρες. Ποια από τις σαύρες θα θεωρούσε κάποιος βιολόγος ως την «πλέον προσαρμοσμένη»;

	Σαύρα Α	Σαύρα Β	Σαύρα Γ	Σαύρα Δ
Μήκος σώματος	20cm	12cm	10cm	15cm
Απόγονοι που επιβιώνουν ως την ωριμότητα	19	28	22	26
Ηλικία θανάτου	4 έτη	5 έτη	4 έτη	6 έτη
Παρατηρήσεις	Η σαύρα Α είναι υγιής, δυνατή και έξυπνη	Η σαύρα Β έχει ζευγαρώσει με πολλές σαύρες	Η σαύρα Γ είναι σκουρ/μη και πολύ γρήγορη	Η σαύρα Δ έχει την πιο μεγάλη εδαφική κατοχή

19. Από πού είναι πιθανότερο να προήλθαν, σύμφωνα με τη θεωρία της Φυσικής Επιλογής, οι διαφορετικότητες στο μέγεθος του σώματος στα τρία είδη σαύρας ;
20. Ποιος πιθανός παράγοντας θα μπορούσε να προκαλέσει την αλλαγή του ενός είδους σαύρας στα τρία διαφορετικά είδη στη διάρκεια των ετών;

Εξέλιξη των ιδεών των Ελλήνων μαθητών για τη Γενετική και την Κληρονομικότητα

Κουμπάρου Ελένη[1], Κυριακούδη Μαργαρίτα[2] & Αθανασίου Κυριάκος[3],
[1] *Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, 5ο ΓΕ.Λ. Αιγάλεω, elenikoub@yahoo.gr*
[2]*Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, Αναπληρώτρια Α΄ Πειραιά, mkyriakoudi@yahoo.com*
[3]*Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα ΤΕΑΠΗ, kathanas@ecd.uoa.gr*

Περίληψη
Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκαν οι ιδέες 312 Ελλήνων μαθητών δημοσίων λυκείων σχετικά με τη γενετική και την κληρονομικότητα με τη χρήση ερωτηματολογίου. Τα αποτελέσματα έδειξαν πολύ περιορισμένη κατανόηση των εννοιών και των διαδικασιών της γενετικής, ενώ οι μαθητές δε φαίνεται να κατανοούν τις σχέσεις μεγέθους μεταξύ των διαφόρων εμπλεκόμενων βιολογικών δομών (πυρήνας, χρωμόσωμα, γονίδιο και DNA). Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων συνδέει τα γονίδια με την κληρονομικότητα και τα χαρακτηριστικά των οργανισμών, αλλά, δε γνωρίζουν ότι τα γονίδια έχουν κάποια υλική υπόσταση ούτε ότι σχετίζονται με την παραγωγή άλλων μακρομορίων. Η πλειονότητα των μαθητών δε μπορεί να διακρίνει τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των δύο τύπων κυτταρικής διαίρεσης (μίτωση, μείωση) ούτε τους σκοπούς που εξυπηρετούν. Οι μαθητές πιστεύουν, επίσης, ότι κάθε κυτταρικός τύπος περιέχει μόνο τη γενετική πληροφορία που χρειάζεται για να επιτελέσει τη λειτουργία του. Οι Έλληνες μαθητές έχουν μεγάλα κενά γνώσεων και σε ό,τι αφορά την αναπαραγωγή και δεν κατανοούν τους μηχανισμούς ούτε τα πλεονεκτήματα της αμφιγονίας.

Abstract
In this paper, the ideas related to genetics and inheritance amongst 312 Greek high school students were investigated using a questionnaire. The results showed very poor understanding of the concepts and processes of genetics, while students do not seem to understand the relations between certain biological structures, such as the nucleus, chromosomes, genes and DNA. The majority of the sample identified genes as the source of inherited information, but very few showed a clear understanding of the gene as a physical entity or entangled genes in the production of other macromolecules. Most of the students cannot distinguish the differences between the two types of cell division nor their purposes. Students also believe that every cell type contains only the amount of genetic information they need for their specific function. Greek students share also great lack of knowledge concerning reproduction and they do not understand the mechanisms or the advantages of sexual reproduction.

Εισαγωγή

Με την ταχεία ανάπτυξη στο τομέα της γενετικής, κρίνεται πολύ σημαντική η κατανόηση των σχετικών με αυτή θεμάτων, καθώς οι εφαρμογές της σύγχρονης γενετικής (κλωνοποίηση, ανάλυση DNA, γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί) εγείρουν σημαντικά πολιτικά, οικονομικά, ηθικά και εκπαιδευτικά ερωτήματα (Marbach-Ad 2001). Τα θέματα αυτά συζητούνται εντατικά σε διάφορες χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, όπου ένα υψηλό επίπεδο της επιστημονικής βασικής εκπαίδευσης απαιτείται μεταξύ του κοινού για να αντιμετωπίσει τέτοια ζητήματα και να δώσει ενημερωμένη συγκατάθεση για τις χρήσεις των νέων τεχνολογιών (Marbach-Ad 2001, Dawson & Schibeci 2003). Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, ένα από τα πιο δύσκολα πεδία της επιστήμης είναι η γενετική, η οποία επίσης αποτελεί ένα από τα δυσκολότερα θέματα στα προγράμματα σπουδών της βιολογίας στο

γυμνάσιο (Lewis & Wood-Robinson 2000, Banet & Ayuso 2003), αλλά και σε πανεπιστημιακά τμήματα (Wynne, Stewart & Passmore 2001). Βέβαια, η κατανόηση των φαινομένων της γενετικής αποτελεί πρόκληση όχι μόνο για τους μαθητές, αλλά και για τους διδάσκοντες βιολογία και γενετική.

Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες σχετικά με τη γνώση και την κατανόηση των εννοιών της γενετικής, οι οποίες αναφέρουν ότι οι μαθητές έχουν φτωχή κατανόηση των διαδικασιών που σχετίζονται με τη μεταφορά της γενετικής πληροφορίας, αλλά και έλλειψη βασικών γνώσεων σχετικά με τις δομές που εμπλέκονται σε αυτές τις διαδικασίες, όπως είναι για παράδειγμα το DNA, το γονίδιο, το χρωμόσωμα και το κύτταρο (Bahar et al. 1999a,b, Lewis et al. 2000a,b,c, Smith & Williams 2007).

Οι παραπάνω έρευνες επικεντρώνονται συνήθως σε μαθητές μιας τάξης ή μιας ηλικιακής ομάδας. Στη συγκεκριμένη εργασία επιλέχθηκαν μαθητές διαφορετικών τάξεων (Α' Λυκείου και Γ' Λυκείου) και εξετάστηκε το επίπεδο των γνώσεών τους, αλλά και τυχόν διαφορές που υπάρχουν στις γνώσεις και τις ιδέες μεταξύ τους. Στόχος της έρευνας ήταν αρχικά να αποτυπώσουμε το επίπεδο γνώσεων που έχουν οι Έλληνες μαθητές σε θέματα γενετικής και κληρονομικότητας, αλλά και να καταγράψουμε τις εναλλακτικές ιδέες και παρανοήσεις των μαθητών μας. Είναι γενικώς αποδεκτό ότι οι άνθρωποι έχουν εναλλακτικές ιδέες και αντιλήψεις από την καθημερινή τους ζωή για πολλές επιστημονικές έννοιες (Driver et al. 1985), μεταξύ των οποίων είναι και έννοιες της γενετικής (Lewis, Leach & Wood-Robinson 2000a,b,c). Επιπλέον, προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε τις διαφορές στο επίπεδο γνώσεων των μαθητών των δύο τάξεων (Α' και Γ' Λυκείου), έτσι ώστε να προσδιορίσουμε την πιθανή επίδραση του ισχύοντος προγράμματος σπουδών σε αυτό.

Υλικό – Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 312 μαθητές: 152 μαθητές που φοιτούν στη Α' Λυκείου (48,7%) και 160 μαθητές που φοιτούν στη Γ' Λυκείου (51,3%), από τους οποίους οι 23 (7,4% επί του συνολικού δείγματος) ήταν μαθητές της θετικής κατεύθυνσης, την οποία έχει επιλέξει μία μειοψηφία Ελλήνων μαθητών με ειδικό ενδιαφέρον σε πεδία της Υγείας, Ιατρικών και Βιολογικών Επιστημών. Στο σύνολο των μαθητών οι 148 (47,4%) ήταν αγόρια και οι 164 (52,6%) κορίτσια.

Οι μαθητές της Α' Λυκείου επιλέχθηκαν, καθώς έχουν ολοκληρώσει τον υποχρεωτικό κύκλο σπουδών τους στο σχολείο, έχοντας διδαχθεί τη Βιολογία σαν ξεχωριστό γνωστικό αντικείμενο τόσο κατά την Α' όσο και κατά τη Γ' Γυμνασίου. Οι μαθητές της Γ' Λυκείου βρίσκονται στο τέλος της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσής τους, έχοντας διδαχθεί πιο λεπτομερώς γενετική στο μάθημα της Βιολογίας κατά τη Β' Λυκείου, ενώ διδάσκονται Βιολογία και στη Γ' τάξη, σε επίπεδο γενικής παιδείας αλλά μια μερίδα μαθητών διδάσκεται Βιολογία και σε επίπεδο κατεύθυνσης, όπου διδάσκονται γενετική με περισσότερες λεπτομέρειες.

Για τους σκοπούς της έρευνας χρησιμοποιήθηκε μεταφρασμένο ερωτηματολόγιο από την πρωτότυπη έρευνα των Lewis και Wood-Robinson (2000) με τίτλο: "Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship?" που πραγματοποιήθηκε σε Βρετανούς μαθητές. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε κατά το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου 2009 και Μαρτίου 2010, σε μαθητές πέντε δημοσίων λυκείων της Αθήνας τα οποία επιλέξαμε τυχαία. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε ερωτήσεις ατομικής συμπλήρωσης κλειστού και ανοιχτού τύπου, τις οποίες χωρίσαμε σε τέσσερεις βασικές θεματικές ενότητες: α) επίπεδα οργάνωσης των ζωντανών οργανισμών, β) φύση της γενετικής πληροφορίας, γ) μεταφορά της γενετικής πληροφορίας (μίτωση, μείωση, αναπαραγωγή, διάκριση σωματικών και αναπαραγωγικών κυττάρων) και δ) μετάφραση της γενετικής πληροφορίας.

Στην πλειονότητα των μαθητών του δείγματός μας εργάζονταν και οι δύο γονείς (64,7%). Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS 16.0. Για τη διερεύνηση διαφορών μεταξύ των απαντήσεων ως προς το φύλο, και ως προς τη σχολική τάξη εφαρμόσαμε Independent Samples t-test. Για τη διερεύνηση πιθανών επιδράσεων του επαγγέλματος των γονέων ή του μορφωτικού τους επιπέδου υπολογίσαμε τον συντελεστή συσχέτισης Pearson. Σε όλες τις περιπτώσεις ορίστηκε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας α=0,05.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Δε βρέθηκαν για καμία ερώτηση στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών ούτε αναφορικά με το επάγγελμα των γονέων (Επάγγελμα πατέρα: $p>0,05$, Επάγγελμα μητέρας: $p>0,05$) ούτε αναφορικά με το μορφωτικό τους επίπεδο (Μόρφωση πατέρα: $p>0,05$, Μόρφωση μητέρας: $p>0,05$). Ωστόσο, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δυο φύλα για τις ερωτήσεις που αφορούσαν τη γνώση των μαθητών σχετικά με τους όρους «χρωμόσωμα» ($t=-2,269$, $d.f.=310$, $p=0,024$), «πυρήνας» ($t=-2,970$, $d.f.=308$, $p=0,003$) και «αλληλόμορφο» ($t=-4,451$, $d.f.=183$, $p=0,001$) και συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι τα κορίτσια δίνουν με μεγαλύτερη συχνότητα σωστές απαντήσεις σε σχέση με τα αγόρια στις παραπάνω ερωτήσεις.

Επίπεδα οργάνωσης των ζωντανών οργανισμών

Ζητήσαμε από τους μαθητές να βάλουν σε σειρά μεγέθους από το μεγαλύτερο στο μικρότερο τις εξής βιολογικές δομές: οργανισμός, κύτταρο, πυρήνας, χρωμόσωμα, γονίδιο και DNA. Τόσο οι μαθητές της Α' Λυκείου (90,6%) όσο και οι μαθητές της Γ' Λυκείου (87,5%) αναγνωρίζουν τον οργανισμό ως το μεγαλύτερο επίπεδο οργάνωσης, ενώ περίπου ένας στους δύο μαθητές και των δύο τάξεων, τοποθετούν στη σωστή σειρά το κύτταρο και τον πυρήνα. Μόνο ένας στους τέσσερις περίπου θεωρεί ότι το χρωμόσωμα είναι μεγαλύτερο από το γονίδιο, ενώ ένας στους έξι μαθητές και των δύο τάξεων θεωρούν λανθασμένα το γονίδιο μεγαλύτερο από το χρωμόσωμα. Επίσης, ένας στους πέντε μαθητές αναγνωρίζει ότι το γονίδιο συνίσταται από DNA. Όπως διαπιστώσαμε και από την πρωτότυπη έρευνα των Lewis και Wood-Robinson (2000), αυτή η δυσκολία διάκρισης των σχέσεων μεταξύ των δομών αυτών (γονίδιο, DNA, χρωμόσωμα κ.λπ.) δεν είναι κάτι που χαρακτηρίζει μόνο τους Έλληνες μαθητές. Και οι Βρετανοί μαθητές μάλλον αδυνατούν να βάλουν στη σωστή σειρά τους παραπάνω όρους.

Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών (πάνω από 90%) δηλώνει ότι έχει ακούσει για τις περισσότερες μεγάλες κατηγορίες οργανισμών: δέντρα, θηλαστικά, ιοί, μύκητες, βακτήρια και έντομα. Εκείνο που προκαλεί έκπληξη είναι μια μεγάλη μερίδα μαθητών και από τις δύο τάξεις δηλώνει ότι δεν ξέρει από πόσα κύτταρα αποτελούνται οι φτέρες, με περισσότερους από τους μισούς μαθητές της Α' Λυκείου (57,9%), καθώς και το 41,2% της Γ' Λυκείου να μην τις έχουν ούτε ακουστά σαν ζωντανούς οργανισμούς.

Οι περισσότεροι μαθητές και των δύο τάξεων (70-90%) γνωρίζουν ότι τα δέντρα, τα θηλαστικά και τα έντομα είναι πολυκύτταροι οργανισμοί. Αναφορικά με τον αριθμό κυττάρων των μικροοργανισμών, οι μαθητές της Α' Λυκείου απαντούν στην πλειοψηφία τους ότι οι ιοί (37,5%), οι μύκητες (50%) και τα βακτήρια (52%) είναι μονοκύτταροι οργανισμοί. Οι απαντήσεις διαφοροποιούνται στους μαθητές της Γ' Λυκείου, οι οποίοι στην πλειοψηφία τους (42,1%) αναγνωρίζουν τους ιούς ως ακυτταρικές μορφές ζωής, γνώση την οποία είχαν αποκτήσει οι μαθητές λίγο καιρό πριν κληθούν να συμπληρώσουν τα ερωτηματολόγια, καθώς η οργάνωση των μικροοργανισμών διδάσκεται στο πρώτο κεφάλαιο της βιολογίας γενικής παιδείας της Γ' Λυκείου.

Οι μαθητές και των δύο τάξεων φαίνεται να είναι εξοικειωμένοι με την έννοια του πυρήνα, καθώς στην πλειοψηφία τους δίνουν σωστές απαντήσεις για τη θέση του πυρήνα, στο κέντρο ή όχι του κυττάρου (62,5% για την Α' και 55% για τη Γ' Λυκείου), αλλά και για τη λειτουργία του πυρήνα λανθασμένες απαντήσεις δίνει σε κάθε περίπτωση λιγότερο από το 6% των μαθητών. Επίσης, οι μαθητές στην πλειοψηφία τους αναγνωρίζουν τη σπουδαιότητα του πυρήνα για τη λειτουργία ενός κυττάρου, ενώ ένα μικρό ποσοστό αυτών που απαντούν (8,8% για την Α' και 5,5% για τη Γ' Λυκείου) συγχέει την έννοια του πυρήνα στη βιολογία (οργανίδιο) με την έννοια του πυρήνα στη χημεία (πυρήνας ατόμου), δίνοντας απαντήσεις όπως «ο πυρήνας περιέχει πρωτόνια, ηλεκτρόνια και νετρόνια».

Κατανόηση της φύσης της γενετικής πληροφορίας

Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων και των δύο τάξεων αναγνώρισε τα γονίδια σαν την πηγή της κληρονομούμενης πληροφορίας. Ωστόσο, ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι πολύ λίγοι μαθητές φάνηκε να κατανοούν ότι ένα γονίδιο έχει υλική υπόσταση και συγκεκριμένη θέση σε κάποιο χρωμόσωμα, καθώς στην ερώτηση «Πού βρίσκονται τα γονίδια;» περισσότεροι από τους μισούς μαθητές και των δύο τάξεων δεν έδωσε απάντηση (Α' τάξη: 59,2%, Γ' τάξη: 51,2%), ενώ - από αυτούς που απάντησαν - ένας στους δύο μαθητές της Α' Λυκείου και δύο στους τρεις μαθητές της Γ' Λυκείου τοποθετεί τα γονίδια στο γενετικό υλικό/DNA. Μόνο το 6% των μαθητών της Γ' Λυκείου τοποθετεί τα γονίδια στα χρωμοσώματα, γεγονός που αντανακλά την αδυναμία των μαθητών να αντιληφθούν τη σχέση μεταξύ των δομών αυτών, όπως φάνηκε και από την ερώτηση κατάταξης των βιολογικών δομών. Η αδυναμία αυτή αποτυπώνεται επίσης και στις απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Πού βρίσκονται τα χρωμοσώματα», όπου μόλις το 17,1% της Α' και το 14,4% της Γ' Λυκείου απαντούν ότι αυτά βρίσκονται στα κύτταρα γενικά ή στον πυρήνα του κυττάρου, ενώ περίπου το 10% του συνόλου των μαθητών απαντούν ότι τα χρωμοσώματα βρίσκονται στο DNA.

Αναφορικά με τη σημασία των χρωμοσωμάτων και των γονιδίων, η πλειοψηφία των μαθητών και των δύο τάξεων (σε κάθε περίπτωση πάνω από 55%) δε γνωρίζει την απάντηση, ενώ περισσότεροι μαθητές της Α' Λυκείου (12%) σε σχέση με τους μαθητές της Γ' τάξης (4%), δίνουν λανθασμένες απαντήσεις με το αποτέλεσμα αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό ($t=2,295$, $d.f.=285$, $p=0,022<0,05$). Από τους μαθητές που δίνουν κάποια απάντηση, το 59,1% της Α' και το 87,1% της Γ' Λυκείου δηλώνουν ότι τα γονίδια καθορίζουν τα χαρακτηριστικά ή/και τις λειτουργίες ενός οργανισμού, ενώ μόλις 9 άτομα από όλο το δείγμα (2,9%) γνωρίζουν ότι τα γονίδια σχετίζονται με την παραγωγή πρωτεϊνών. Επιπλέον, το 12,5% των μαθητών της Α' Λυκείου συσχετίζουν τα χρωμοσώματα με τον καθορισμό του φύλου, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τη Γ' Λυκείου είναι 3,8%.

Σύγχυση παρατηρήθηκε, επίσης, και στην ερμηνεία του όρου «γενετική πληροφορία». Λιγότερο από 40% των μαθητών και στις δύο τάξεις του Λυκείου απάντησε στην ερώτηση «Τι εννοούμε με τον όρο γενετική πληροφορία;», με τους μαθητές της Α' τάξης να έχουν μεγαλύτερα ποσοστά λανθασμένων απαντήσεων (14,5%), έναντι του ποσοστού 1,9% των μαθητών της Γ' τάξης ($t=3,907$, $d.f.=264$, $p=0,001$). Οι περισσότεροι από τους υπόλοιπους μαθητές που απαντούν, συνέδεσαν τη γενετική πληροφορία με τα χαρακτηριστικά, χωρίς, ωστόσο, να προσδιορίσουν με βεβαιότητα τη σχέση αυτή.

Ακόμη, μια σημαντική μερίδα μαθητών δε φάνηκε να αναγνωρίζει τη σχέση μεταξύ γενετικής πληροφορίας και χρωμοσωμάτων. Φάνηκε, μάλιστα, να πιστεύουν ότι ένας οργανισμός μπορούσε να περιέχει χρωμοσώματα, χωρίς να έχει γενετική πληροφορία. Για παράδειγμα, 9,2% των ερωτηθέντων της Α' Λυκείου και το 4,4% αυτών της Γ' Λυκείου πιστεύουν ότι τα δέντρα δεν περιέχουν γενετική πληροφορία, περιέχουν όμως χρωμοσώματα. Ακόμη, 18,4% της Α' τάξης και 28,6% της Γ' τάξης πιστεύουν ότι οι μύκητες δεν περιέχουν χρωμοσώματα, αλλά περιέχουν γενετική πληροφορία. Τέλος, οι Έλληνες μαθητές αγνοούν το

γεγονός ότι όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί περιέχουν γενετική πληροφορία. Έτσι, ένας στους τρεις μαθητές της Α' Λυκείου και ένας στους πέντε περίπου τελειόφοιτους δήλωσαν ότι οι μικροοργανισμοί (ιοί, μύκητες, βακτήρια) δεν περιέχουν γενετική πληροφορία.

Κατανόηση της μεταφοράς της γενετικής πληροφορίας

Σε ό, τι αφορά τη μεταφορά της γενετικής πληροφορίας, ένα μικρό ποσοστό μαθητών ήταν σε θέση να ξεχωρίσει τα σωματικά από τα αναπαραγωγικά κύτταρα. Ενώ το 70% των μαθητών και των δύο τάξεων κάνει τη σύγκριση μεταξύ των διαφόρων κυτταρικών τύπων (Α: ηπατικά κύτταρα μεταξύ τους, Β: ηπατικό κύτταρο με νευρικό κύτταρο, Γ: ηπατικό κύτταρο με σπερματικό κύτταρο και Δ: σπερματικά κύτταρα μεταξύ τους), μόνο ένας στους τέσσερεις μαθητές αιτιολογεί την απάντησή του. Από αυτούς, οι μαθητές της Α' Λυκείου απαντούν σωστά σε ποσοστό 8%, ενώ οι μαθητές της Γ' Λυκείου σε ποσοστό 15%, με τη διαφορά αυτή να εμφανίζεται στατιστικά σημαντική και για τις τέσσερεις συγκρίσεις (Α: $t=3,927$, $d.f.=256$, $p=0,001$, Β: $t=3,426$, $d.f.=272$, $p=0,001$, Γ: $t=4,050$, $d.f.=242$, $p=0,001$, Δ: $t=3,763$, $d.f.=263$, $p=0,001$). Από τις αιτιολογήσεις τους φάνηκε ότι η πλειοψηφία θεωρεί πως τα διαφορετικά σωματικά κύτταρα περιέχουν μόνο τη γενετική πληροφορία που χρειάζονται προκειμένου να επιτελέσουν τη λειτουργία τους, αφού μόνο ένας στους τέσσερεις μαθητές και των δύο τάξεων αντιλαμβάνεται σωστά ότι όλα τα σωματικά κύτταρα που προέρχονται από ένα άτομο θα περιέχουν την ίδια γενετική πληροφορία.

Αναφορικά με τα δυο είδη κυτταρικών διαιρέσεων (μίτωση, μείωση), οι Έλληνες μαθητές αδυνατούν να προσδιορίσουν σωστά τόσο τον αριθμό των χρωμοσωμάτων όσο και το είδος της γενετικής πληροφορίας στα θυγατρικά κύτταρα, αλλά και να διακρίνουν τα δύο είδη διαιρέσεων μεταξύ τους. Έτσι, σχετικά με τη μίτωση, το 23,7% των μαθητών της Α' Λυκείου και το 21,9% των μαθητών των τελειόφοιτων του Λυκείου επιλέγουν το σωστό χρωμοσωμικό αριθμό και ταυτόχρονα την ίδια γενετική πληροφορία στα θυγατρικά δερματικά κύτταρα σε σχέση με το μητρικό κύτταρο. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι περισσότεροι μαθητές της Γ' Λυκείου (41%), δεν δίνουν καμία απάντηση για τον αριθμό των χρωμοσωμάτων στα νέα δερματικά κύτταρα, σε σχέση με τους μαθητές της Α' τάξης (24%). Αν και θα περιμέναμε οι μεγαλύτεροι μαθητές να απαντούν σωστότερα, η στατιστικά σημαντική αυτή διαφορά ($t=-3,905$, $d.f.=277$, $p=0,001$), οφείλεται πιθανόν αφενός στην έλλειψη διδακτικού χρόνου για την διδασκαλία του κυτταρικού κύκλου στην Β' Λυκείου, αφετέρου στην απροθυμία των μεγαλύτερων μαθητών να συμπληρώσουν τα ερωτηματολόγια. Σε ό, τι αφορά τη μείωση, μόνο ένας στους είκοσι μαθητές και των δύο τάξεων κατανοεί ότι ο αριθμός των χρωμοσωμάτων μειώνεται στο μισό και ότι η γενετική πληροφορία θα ποικίλλει. Ένας στους πέντε μαθητές της Α' τάξης εντοπίζει σωστά σε ποια είδη κυττάρων πραγματοποιείται ή όχι η μίτωση και η μείωση, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στη Γ' Λυκείου είναι ένας στους τρεις μαθητές.

Οι Έλληνες μαθητές έχουν ελλιπείς γνώσεις σχετικά με την ένωση αναπαραγωγικών κυττάρων για την δημιουργία ενός οργανισμού. Στην ερώτηση που αφορούσε στον αριθμό των χρωμοσωμάτων σε ένα σπερματοκύτταρο συγκριτικά με ένα ωοκύτταρο, αλλά και στο αποτέλεσμα της ένωσής τους για τη δημιουργία του ζυγωτού, οι μαθητές της Α' Λυκείου σε ποσοστό 21,1% προσδιορίζουν σωστά τον αριθμό των χρωμοσωμάτων, τόσο στο σπερματοκύτταρο όσο και στο ζυγωτό. Αντίστοιχα, στη Γ' τάξη το ποσοστό αυτό αποτελεί το 28,1% του συνόλου των τελειόφοιτων.

Η αδυναμία των μαθητών και των δύο τάξεων να αντιληφθούν τη συμβολή της μείωσης στην ύπαρξη γενετικής ποικιλομορφίας διαφαίνεται και από το ότι δεν κατανοούν πως η σεξουαλική αναπαραγωγή είναι σημαντική για τον τυχαίο συνδυασμό των γονιδίων. Έτσι, όταν ρωτήθηκαν για τη σημασία της αμφιγονίας στους οργανισμούς, ελάχιστοι μαθητές προερχόμενοι μόνο από τη Γ' Λυκείου αναγνώρισαν ότι ο κύριος σκοπός της σεξουαλικής

αναπαραγωγής είναι η αύξηση της ποικιλομορφίας που προσδίδει εξελικτικό πλεονέκτημα στους οργανισμούς.

Σημαντική δυσκολία υπήρχε και στο διαχωρισμό μεταξύ της διαδικασίας της γονιμοποίησης (σύντηξη γαμετών) και των μηχανισμών με τους οποίους γίνεται αυτή η συνένωση (στα ζώα με συνουσία). Η δυσκολία αυτή έγινε φανερή όταν οι μαθητές ρωτήθηκαν για την αναπαραγωγή στα φυτά. Μόνο το 27% των μαθητών της Α' Λυκείου και το 30% της Γ' λυκείου γνώριζε ότι σεξουαλική αναπαραγωγή συναντάται στα φυτά. Όσοι μαθητές απάντησαν αρνητικά για τη σεξουαλική αναπαραγωγή των φυτών δε μπορούσαν να αναγνωρίσουν ή να προσδιορίσουν ένα μηχανισμό, πιθανά και σε συνδυασμό με την απουσία κάποιας προφανούς κίνησης στα φυτά. Μάλιστα, ένα ποσοστό 7% του συνολικού δείγματος γνώριζε την επικονίαση, αλλά δεν είχε κατανοήσει ότι αυτή συμβαίνει για να φέρει σε επαφή τα γεννητικά κύτταρα. Αντίθετα, την έβλεπε ως στοιχείο ασεξουαλικής αναπαραγωγής. Εξάλλου, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό μαθητών (Α' τάξη: 68%, Γ' τάξη: 71%), δε θεωρεί την μείωση ως μηχανισμό δημιουργίας αναπαραγωγικών κυττάρων στα φυτά.

Κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η γενετική πληροφορία μεταφράζεται

Οι Έλληνες μαθητές φαίνεται να αναγνωρίζουν την ύπαρξη της ποικιλομορφίας, όμως δε μπορούν να προσδιορίσουν τις πηγές προέλευσής της (γενετικές ή/και περιβαλλοντικές). Στην ερώτηση «Πώς θα περιγράφατε ένα αλληλόμορφο», λιγότερο από το 4% της Α' και λιγότερο από 9% της Γ' τάξης γνώριζε ότι τα αλληλόμορφα αποτελούν διαφορετικές μορφές ενός γονιδίου, ενώ στην ερώτηση «Γιατί τα γονίδια είναι σημαντικά;» οι περισσότεροι μαθητές που απαντούν (περίπου 40% και για τις δυο τάξεις) τόσο της Α' όσο και της Γ' Λυκείου δηλώνουν ότι τα γονίδια καθορίζουν τα φυσικά και πνευματικά χαρακτηριστικά του ατόμου. Έτσι, παρ' όλο που δέχονται ότι ένα γονίδιο μπορεί να καθορίσει ένα χαρακτηριστικό, δε γνωρίζουν πώς μπορεί να συμβεί αυτό, ενώ ελάχιστοι μαθητές συνέδεσαν το γονίδιο με κάποιο συγκεκριμένο προϊόν (πρωτεΐνη).

Τα παραπάνω ευρήματα, σε συνδυασμό με την περιορισμένη κατανόηση των διαδικασιών της μίτωσης, της μείωσης και της γονιμοποίησης και την έλλειψη γνώσης για τη σχέση χρωμοσωμάτων και γενετικής πληροφορίας, καθιστά δύσκολο να δούμε πώς αυτοί οι μαθητές θα μπορούσαν να καταλάβουν ότι η μετάφραση της γενετικής πληροφορίας μέσα στον οργανισμό οδηγεί στην ανάπτυξη συγκεκριμένων χαρακτηριστικών.

Σύγκριση μεταξύ των μαθητών της Γ' Λυκείου

Συγκρίνοντας τις απαντήσεις που δόθηκαν από τους μαθητές Γ' τάξης που διδάσκονται μόνο τη βιολογία γενικής παιδείας με τις απαντήσεις των μαθητών που παρακολουθούν και τη βιολογία θετικής κατεύθυνσης, τα αποτελέσματα - όπως ήταν αναμενόμενο - έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην μεγάλη πλειονότητα των απαντήσεων, με πολύ λίγες εξαιρέσεις.

Διαπιστώθηκε ότι σε όλες τις ενότητες των ερωτήσεων οι μαθητές της θετικής κατεύθυνσης απαντούν με σωστό τρόπο, μπορούν και τεκμηριώνουν επαρκώς τις απαντήσεις τους, ενώ φαίνεται να είναι πιο ενημερωμένοι για τη φύση της γενετικής πληροφορίας και για θέματα που αφορούν τη μεταβίβασή της μεταξύ κυττάρων και μεταξύ οργανισμών. Αυτή η διαφορά στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών της θετικής κατεύθυνσης είναι απόρροια του γεγονότος ότι διδάσκονται μία επιπλέον βιολογία ειδικού ενδιαφέροντος, και μάλιστα με εξειδίκευση σε θέματα μοριακής βιολογίας και γενετικής, που αποτελούν κεντρικούς άξονες αυτής της έρευνας. Επιπλέον, πρόκειται για μαθητές υψηλών επιδόσεων, οι οποίοι προσανατολίζονται στα απαιτητικά πεδία των βιολογικών επιστημών και των επιστημών υγείας.

Πηγές των παρανοήσεων - Εναλλακτικές ιδέες των Ελλήνων μαθητών

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων με διεθνείς έρευνες έδειξε ότι ο χαμηλός βαθμός κατανόησης των πεδίων της γενετικής δεν είναι μόνο «ελληνικό φαινόμενο». Μια βασική πηγή παρανοήσεων στη γενετική είναι οι εγγενείς δυσκολίες του αντικειμένου. Οι δυσκολίες των πεδίων της γενετικής και της κληρονομικότητας αφορούν κυρίως:

- τη μη ορατή και απρόσιτη φύση των εννοιών της γενετικής
- την οργάνωση σε διαφορετικά επίπεδα των εννοιών και διαδικασιών (μακροσκοπικό επίπεδο: οργανισμός, μικροσκοπικό επίπεδο: κύτταρο, μοριακό-βιοχημικό επίπεδο: DNA, γονίδιο)
- την εκτεταμένη γενετική ορολογία
- το προϋπάρχον εννοιολογικό πλαίσιο των μαθητών, το οποίο βασίζεται στην καθημερινή αντίληψη των φαινομένων της κληρονομικότητας.
- τη διδασκαλία αυτών των πεδίων χωρίς την απαραίτητη σύνδεση των πληροφοριών μεταξύ τους.

Οι δυσκολίες αυτές εντείνονται λόγω της φύσης του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Το αναλυτικό πρόγραμμα για τη βιολογία εμφανίζει ασυνέχειες στη διδασκαλία της Βιολογίας, τόσο στη Β' Γυμνασίου όσο και στην Α' Λυκείου. Επιπλέον, υπάρχει χρονικός και «τοπολογικός» διαχωρισμός των θεματικών ενοτήτων που άπτονται της γενετικής στη διδακτέα ύλη, ενώ οι διδακτικές ώρες μειώνονται δραματικά στο Λύκειο. Τέλος, ο τρόπος με τον οποίο οι σπουδαστές «μαθαίνουν» βιολογία ευνοεί την επιφανειακή μάθηση με στείρα απομνημόνευση, ενώ ενισχύεται από το εξετασιοκεντρικό σύστημα και τον προσανατολισμό του Λυκείου στις πανελλήνιες εξετάσεις.

Από την παρούσα έρευνα προέκυψε, επίσης, ένας μικρός αριθμός εναλλακτικών ιδεών που έχουν οι Έλληνες μαθητές, οι οποίες είναι αξιοθαύμαστα παρόμοιες με αυτές των Βρετανών μαθητών (Lewis & Wood-Robinson 2000). Οι κυριότερες είναι οι εξής:

- Τα γονίδια είναι μεγαλύτερα από τα χρωμοσώματα.
- Τα χρωμοσώματα μοιράζονται εξίσου σε κάθε κυτταρική διαίρεση, χωρίς να έχει προηγηθεί διπλασιασμός του γενετικού υλικού.
- Ο ρόλος των χρωμοσωμάτων είναι ο καθορισμός του φύλου του ανθρώπου.
- Η συνεισφορά των δύο φύλων στη χρωμοσωμική σύσταση του νέου οργανισμού είναι άνιση, με το σπερματοκύτταρο να συνεισφέρει περισσότερα χρωμοσώματα από το ωοκύτταρο.
- Η σεξουαλική αναπαραγωγή (αμφιγονία) υπάρχει επειδή προσφέρει ευχαρίστηση στα δύο φύλα ή επειδή απλά υπάρχουν τα δύο φύλα.
- Τα κύτταρα περιέχουν μόνο τη γενετική πληροφορία που χρειάζονται για να επιτελέσουν τη λειτουργία τους.

Εκπαιδευτικές προεκτάσεις

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας, τα οποία είναι μάλλον απογοητευτικά, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη ουσιαστικών αλλαγών, με κυριότερη την ανάγκη για εκσυγχρονισμό των μεθόδων διδασκαλίας που ακολουθούνται μέχρι σήμερα. Είναι ανάγκη να εγκαταλειφθεί το δασκαλοκεντρικό πρότυπο που υιοθετείται ακόμη και σήμερα στο ελληνικό σχολείο. Ακόμη, η επιφανειακή και στείρα απομνημόνευση των διαφόρων πεδίων της γενετικής, χωρίς την ουσιαστική κατανόησή τους οδηγεί σε ελλιπή και παροδική γνώση και τελικά σε πολλές παρανοήσεις. Αυτές οι πρακτικές, αν και απέχουν πολύ από την ιδέα του εποικοδομητισμού, συνεχίζουν σήμερα να εφαρμόζονται σε μεγάλη κλίμακα στο ελληνικό σχολείο, που έχει χαρακτήρα εξετασιοκεντρικό.

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι κάτι πρέπει να αλλάξει και στο επίπεδο των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών της βιολογίας, έτσι ώστε να διατεθεί σε αυτήν ο απαραίτητος διδακτικός χρόνος. Έτσι, η διδασκαλία της βιολογίας θα πρέπει να εισαχθεί σε όλες τις τάξεις του Γυμνασίου και του Λυκείου, χωρίς να υπάρχουν κενά στη Β' Γυμνασίου και στην Α' Λυκείου, ενώ περισσότερος διδακτικός χρόνος θα πρέπει να δοθεί για την διδασκαλία των θεματικών ενοτήτων της γενετικής, της κληρονομικότητας, αλλά και της βιοτεχνολογίας. Η παρούσα εργασία θα μπορούσε να συμβάλλει στο σχεδιασμό ενός πιο ολοκληρωμένου αναλυτικού προγράμματος σπουδών για τη γενετική – στα πλαίσια του μαθήματος της βιολογίας – σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης.

Βιβλιογραφία

Bahar, M., Johnstone, A. H. & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. Journal of Biological Education, 33(2), 84-86.

Bahar, M., Johnstone, A. H. & Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. Journal of Biological Education, 33, 134–142.

Banet, E. & Ayuso, G. E. (2003). Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary school. International Journal of Science Education, 25(3), 373-407.

Dawson, V. & Schibeci, R. (2003). Western Australian school students' attitude of biotechnology. Journal of Biological Education, 38(1), 7-12.

Driver R., Guesne, E. and Tiberghien, A. (Eds.) (1985). Children's ideas in science. (Buckingham: Open University Press).

Lewis, J. & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship? International Journal of Science Education, 22, 177-195.

Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C. (2000a). Chromosomes: The missing link—Young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilization. Journal of Biological Education, 34(4), 189-199.

Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C. (2000b). All in the genes?—Young people's understanding of the nature of genes. Journal of Biological Education, 34(2), 74-79.

Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C. (2000c). What's in a cell? Young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. Journal of Biological Education, 34(3), 129-132.

Marbach-Ad, G. (2001). Attempting to break the code in students' comprehension of genetic concepts. Journal of Biological Education, 35(4), 183-189.

Smith, L. A. & Williams, J. M. (2007). "It's the X and Y Thing": Cross-sectional and Longitudinal Changes in Children's Understanding of Genes. Research in Science Education, 37, 407–422.

Wynne, C. F., Stewart, J. & Passmore, C. (2001). High school students' use of meiosis when solving genetics problems. International Journal of Science Education, 23, 501–515.

Η αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας από τους Έλληνες εκπαιδευτικούς και παράγοντες που την επηρεάζουν

Κατάκος Ευστράτιος[1], Παπαδοπούλου Πηνελόπη[2] & Αθανασίου Κυριάκος[1]
[1]ΤΕΑΠΗ- Πανεπιστήμιο Αθηνών, [2]Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών- Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας,
stratisk@yahoo.com, ppapadopoulou@uowm.gr, kathanas@ecd.uoa.gr

Περίληψη
Σκοπός της παρουσιαζόμενης εργασίας είναι η διερεύνηση των παραγόντων οι οποίοι σχετίζονται με την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας, στο θεωρητικό πλαίσιο της εννοιολογικής οικολογίας. Πιο συγκεκριμένα στην παρουσιαζόμενη μελέτη διερευνήθηκαν τα επίπεδα αποδοχής και κατανόησης της εξελικτικής θεωρίας σε 318 εκπαιδευτικούς Προσχολικής Αγωγής, Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης και καθηγητές Φυσικών Επιστημών. Επίσης διερευνήθηκαν παράγοντες όπως οι αντιλήψεις για τη φύση των Φυσικών Επιστημών, οι προδιαθέσεις της σκέψης και η θρησκευτικότητα, οι οποίοι αποτελούν συστατικά στοιχεία της εννοιολογικής οικολογίας, καθώς επίσης και η συσχέτιση μεταξύ αυτών των παραγόντων. Στα ευρήματα καταγράφονται περιορισμένη γνώση και μέτρια ως υψηλή αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης. Η αποδοχή της Ε.Τ. σχετίζεται με την επιστημονική συγκρότηση των εκπαιδευτικών. Επίσης καταγράφονται στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της αποδοχής και των υπό μελέτη παραγόντων με ισχυρότερη την αρνητική συσχέτιση αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας και θρησκευτικότητας.

Abstract
In this study, we aimed to explore the factors related to the acceptance of Evolution Theory (E.T.) among 318 Greek preschool, primary and secondary teachers. We use conceptual ecology for biological evolution as a theoretical framework. We looked into the acceptance and the understanding of evolutionary theory. Moreover, we look into factors like perceptions about the nature of Science, thinking dispositions and religiosity, factors that are consisting parts of E.T. conceptual ecology. Additionally we investigated the relationship between these factors. In our findings, we highlight the restricted understanding of E.T. and moderate to high acceptance, depending on teachers' scientific expertise. We also emphasize in significant correlations between the factors under study. The more powerful correlation seems to be the negative one between acceptance of E.T. and teachers' religiosity.

Εισαγωγή

Η Εξελικτική Θεωρία (Ε.Θ.) είναι ευρέως πια αποδεκτή ως κεντρική και ενοποιητική θεωρία της Βιολογίας. Όμως παρά την επιστημονική σπουδαιότητα της, συχνές σφυγμομετρήσεις δείχνουν ότι η αποδοχή της Ε.Θ. από τον ενήλικο πληθυσμό διαφόρων χωρών είναι περιορισμένη (Miller et al 2006). Επιπλέον, παρότι η Εξέλιξη αντιμετωπίζεται από την εκπαιδευτική έρευνα, ως έννοια-ουδός (threshold) για τη μάθηση στη Βιολογία (Kinchin

2010), σε πολλές χώρες του κόσμου και σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, τόσο οι μαθητευόμενοι όσο και οι εκπαιδευτικοί, χαρακτηρίζονται από χαμηλά επίπεδα κατανόησης καθώς και από έναν μεγάλο αριθμό παρανοήσεων και εναλλακτικών αντιλήψεων (Demastes et al 1995, Dagher & BouJaoude 1997, Sinatra et al 2003, Βασιλοπούλου & Λάκκα 2004, Πρίνου κ.α. 2004, Kampourakis & Zogza 2007, Prinou et al 2008, Kampourakis & Zogza 2008). Επιπλέον μια σειρά ερευνών καταδεικνύει ότι και στους εκπαιδευτικούς καταγράφεται είτε μειωμένη αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας είτε ότι έρχονται αντιμέτωποι με αρνητική κοινωνική επιρροή (Rutledge & Mitchel 2007, Deniz, et al. 2008).

Σύμφωνα με την επισκόπηση του Smith (2010), ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποδίδεται στη σχέση μεταξύ αποδοχής, πεποιθήσεων και κατανόησης της Ε.Θ. και πιο συγκεκριμένα αν αυτές οι θεωρητικές έννοιες συνδέονται ή όχι και με πιο τρόπο. Σε μερικές έρευνες καταγράφεται θετική συσχέτιση μεταξύ αποδοχής και κατανόησης (Rutledge and Warden 2000, Deniz, et al. 2008, Papadopoulou et al. 2010), ενώ σε άλλες δεν καταγράφεται στατιστικά σημαντική σχέση (Meadows et al. 2000, Brem et al. 2003). Ίσως είναι πιο σημαντικό να μην περιορισθούμε στην μελέτη αποκλειστικά της σχέσης κατανόησης – αποδοχής της Ε.Θ., καθώς στις προηγούμενες εργασίες καταγράφονται ασθενείς συσχετίσεις και κυρίως περιορισμένη ερμηνευτική δυνατότητα της αποδοχής με όρους αποκλειστικά κατανόησης-γνώσης, αλλά να μελετήσουμε την αποδοχή της Ε.Θ. στο πλαίσιο της εννοιολογικής οικολογίας της.

Στο θεωρητικό πλαίσιο της εννοιολογικής οικολογίας (Posner et al. 1982) και μάλιστα στο αναθεωρημένο μοντέλο (Strike & Posner 1992) αναγνωρίζεται η θεμελιώδης σημασία ενός αριθμού παραγόντων στον έλεγχο της μαθησιακής διαδικασίας. Οι Southerland & Sinatra (2005) υποστηρίζουν ότι επιβάλλεται η επικέντρωση στην τομή γνωστικών και συναισθηματικών παραγόντων, καθώς έτσι αναγνωρίζουμε ότι η μάθηση δεν καθορίζεται μόνο από τα χαρακτηριστικά του προς διδασκαλία περιεχομένου ή από μη συνειδητές ιδιότητες των εκπαιδευομένων (π.χ. ικανότητα συλλογισμού ή προϋπάρχουσα γνώση).

Η εννοιολογική οικολογία της Ε.Θ., όπως έχει περιγραφεί από τους Demastes, Good and Peebles (1995), εκτός από την αποδοχή, περιλαμβάνει επίσης τους εξής παράγοντες: 1) τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις οι οποίες σχετίζονται με την εξέλιξη – κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας, 2) τον επιστημονικό προσανατολισμό, 3) την άποψη για τη φύση της επιστήμης, 4) την άποψη για τον βιολογικό κόσμο και 5) τον θρησκευτικό προσανατολισμό. Οι Deniz et al. (2008) προσδιορίζουν, τέσσερεις επιπλέον παράγοντες, οι οποίοι σχετίζονται εν δυνάμει με την εξελικτική θεωρία: 1) το επίπεδο συλλογισμού των εκπαιδευόμενων, 2) τις αντιλήψεις που σχετίζονται με τις επιπτώσεις της εξελικτικής θεωρίας, 3) τις επιστημολογικές πεποιθήσεις και 4) τις προδιαθέσεις της σκέψεις των εκπαιδευόμενων.

Υιοθετώντας το πλαίσιο που σκιαγραφήθηκε πριν, σκοπός αυτής της μελέτης είναι η εμπειρική διερεύνηση της αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας μεταξύ των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας και της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στη χώρα μας και του είδους της σχέσης μεταξύ της αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας και παραγόντων όπως η κατανόηση της, οι απόψεις για την επιστημονική μέθοδο, τις προδιαθέσεις της σκέψης και το θρησκευτικό προσανατολισμό των ίδιων και του άμεσου περιβάλλοντός τους. Μεταξύ των παραγόντων/συστατικών της εννοιολογικής οικολογίας της Ε.Θ. επιλέχθηκαν αυτοί που είτε ποσοτικοποιούνται, όπως είναι το επίπεδο κατανόησης της Ε.Θ. είτε ήδη έχουν

ποσοτικοποιηθεί, όπως είναι η αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας (Rutledge & Warden, 1999), οι αντιλήψεις για την επιστημονική μέθοδο (Rutledge & Mitchell 2002) και οι προδιαθέσεις της σκέψης (Stanovich & West 2007). Η σημασία του θρησκευτικού προσανατολισμού αναδεικνύεται σε προηγούμενες έρευνες στο ελληνικό πολιτισμικό πλαίσιο (Αθανασίου & Παπαδοπούλου 2009, Papadopoulou et al. 2010).

Πιο συγκεκριμένα τα ερευνητικά ερωτήματα διαμορφώνονται ως εξής:

Ποιος είναι ο βαθμός αποδοχής και το επίπεδο κατανόησης της Ε.Θ.. από τους/τις εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στη χώρα μας;

Ποιο είναι το επίπεδο θρησκευτικότητας, οι προδιαθέσεις της σκέψης και οι αντιλήψεις για τη φύση των Φυσικών Επιστημών του ίδιου πληθυσμού.

Ποια είναι η σχέση μεταξύ αποδοχής της Ε.Θ. και των υπόλοιπων παραγόντων;

Μεθοδολογία της έρευνας

Οι συμμετέχοντες-ουσες: Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 318 εκπαιδευτικοί της Προσχολικής Αγωγής, της Πρωτοβάθμιας και της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Τα βασικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών του δείγματος περιγράφονται στους πίνακες 1,2,3,4,5, στην ενότητα 'Αποτελέσματα-Συζήτηση'

Η συλλογή των δεδομένων: Η συλλογή των δεδομένων έγινε με ερωτηματολόγιο. Από το σύνολο των 318 ερωτηματολογίων, τα οποία συγκεντρώσαμε τα 190 απαντήθηκαν ηλεκτρονικά στη διεύθυνση http://www.kwiksurveys.com?s=_MMNII_5b8046b7, όπου οι εκπαιδευτικοί κατευθύνθηκαν με ενημερωτικό μήνυμα. Τα υπόλοιπα 128 διανεμήθηκαν είτε με ηλεκτρονική αλληλογραφία είτε αυτοπροσώπως και απαντήθηκαν με συμβατικό τρόπο.

Οι συμμετέχοντες απάντησαν αρχικά σε ένα σύνολο δημογραφικών ερωτήσεων οι οποίες αφορούσαν τα χαρακτηριστικά που περιγράφονται στην προηγούμενη ενότητα (πίνακες 1-5).

Η **αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας** εκτιμήθηκε με τη χρήση της **κλίμακας MATE** (**M**easure of **A**cceptance of the **T**heory of **E**volution) που ανέπτυξαν οι Rutledge & Mitchell (2002). Αυτή η μέτρηση αποτελείται από είκοσι προτάσεις, στις οποίες η δυνατότητα απάντησης περιλαμβάνεται σε μια 5βάθμια κλίμακα τύπου Likert). Οι 10 προτάσεις είχαν θετική διατύπωση για τη θεωρία της εξέλιξης και οι άλλες δέκα αρνητική, πράγμα που απαίτησε αντίστροφη κωδικοποίηση, έτσι ώστε το 5 σε κάθε πρόταση να αντιπροσωπεύει τον υψηλό βαθμό αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας. Το πιθανό σκορ της κλίμακας κυμαίνεται μεταξύ 20 και 100.

Η **κατανόηση της θεωρίας της εξέλιξης** μετρήθηκε με μια κλίμακα 13 συνολικά ερωτήσεων, την οποία αποτέλεσαν μια υποκλίμακα 8 ερωτήσεων, με απάντηση Σωστό – Λάθος – Δεν γνωρίζω και μια υποκλίμακα 5 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Η πρώτη υποκλίμακα αφορούσε τις γνώσεις που σχετίζονται με τις βασικές παραδοχές της εξελικτικής θεωρίας και η δεύτερη αφορούσε την γνώση μηχανισμών και εμπειρικών δεδομένων για την εξέλιξη των πληθυσμών. Το συνολικό σκορ της κλίμακας υπολογίστηκε με την άθροιση των σωστών απαντήσεων, όπου συνολικό σκορ 13 αντιπροσωπεύει υψηλό επίπεδο κατανόησης της εξελικτικής θεωρίας και σκορ 0 αντιπροσωπεύει απουσία κατανόησης.

Η **κατανόηση της φύσης των Φυσικών Επιστημών** από μέρους των συμμετεχόντων, εκτιμήθηκε με τη χρήση της κλίμακας των Rutledge & Warden (2000). Η κλίμακα αποτελείται από 17 προτάσεις στις οποίες η δυνατότητα απάντησης περιλαμβάνεται σε μια 5βάθμια κλίμακα Likert. Η βαθμολόγηση των απαντήσεων έγινε έτσι ώστε η πιο σωστή

απάντηση σε κάθε πρόταση να έχει σκορ 5 και η λιγότερο σωστή 1. Μ' αυτό τον τρόπο βαθμολόγησης το πιθανό σκορ της κλίμακας κυμαίνεται μεταξύ 17 και 85.

Για την εκτίμηση **των προδιαθέσεων του τρόπου σκέψης** από τις πολλές κλίμακες μέτρησης που έχουν αναπτυχθεί και σχετίζονται με τον τρόπο σκέψης και μάθησης της Εξελικτικής Θεωρίας χρησιμοποιήσαμε την πιο πρόσφατη εκδοχή της κλίμακα **AOT** (**A**ctively **O**pen-Minded **T**hinking Scale**)** η οποία αναπτύχθηκε από τους Stanovich & West (2007). Η κλίμακα αποτελείται από 41 προτάσεις στις οποίες οι πιθανές απαντήσεις είναι και πάλι μια πενταβάθμια κλίμακα Likert. Ακολουθήσαμε τους Stanovich & West (2007) στην ανακωδικοποίηση και βαθμολόγηση των απαντήσεων και στον υπολογισμό σκορ. Το πιθανό σκορ της κλίμακας κυμαίνεται μεταξύ 41 & 205.

Η **Θρησκευτικότητα ή Θρησκευτικός Προσανατολισμός** εκτιμήθηκε με ένα σύνολο 5 ερωτήσεων, οι οποίες αφορούσαν την συχνότητα συμμετοχής σε εκκλησιαστικές δραστηριότητες, την προσωπική αντίληψη των συμμετεχόντων για τη θρησκευτικότητά τους όσο και αυτήν του οικογενειακού περιβάλλοντός τους και τέλος δύο ερωτήσεις που αφορούσαν την τοποθέτησή τους απέναντι στη θρησκεία γενικά και στις περιγραφές της Αγίας Γραφής ειδικότερα. Το πιθανό σκορ κλίμακας κυμαίνεται μεταξύ 5 & 23.

Η καταχώρηση, η ανακωδικοποίηση και η ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS.13.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Στη συνέχεια παρουσιάζονται σχετικά αναλυτικά τα ευρήματα που αφορούν την αποδοχή της Ε.Θ., και συνοπτικά τα συνολικά σκορ και τα άλλα ευρήματα που σχετίζονται με τους λοιπούς υπό μελέτη παράγοντες της εννοιολογικής οικολογίας. Τέλος παρουσιάζονται οι συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων της εννοιολογικής οικολογίας της Ε.Θ.

Επιπλέον καταγράφεται ότι η μέση ηλικία των ανδρών που συμμετείχαν στην έρευνα είναι μεγαλύτερη από την μέση ηλικία των γυναικών και αυτή η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική (t=-6.062, df=306, Sig. 0,000). Επίσης η μέση ηλικία των εκπαιδευτικών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης είναι μεγαλύτερη από τη μέση ηλικία των Δασκάλων και αυτή μεγαλύτερη από τη μέση ηλικία των Νηπιαγωγών. Αντίστοιχα η μέση προϋπηρεσία των ανδρών 17,7 χρόνια, ενώ των γυναικών 13,3 χρόνια και αυτή η διαφορά είναι επίσης στατιστικά σημαντική (t=-4.084, Sig 0,000). Τέλος, όσον αφορά τις μεταπτυχιακές σπουδές, τα υψηλότερα ποσοστά κατοχής μεταπτυχιακών τίτλων εμφανίζονται στους Βιολόγους (41% των ατόμων τις ομάδας) στις Νηπιαγωγούς (29,5% της ομάδας) και στους Χημικούς (28,6% της ομάδας)

Α) ***Η αποδοχή:*** Το μέσο σκορ της αποδοχής της Ε.Θ. για το σύνολο του δείγματος διαμορφώνεται στο 76,24 (min=34, max=95), σκορ το οποίο βρίσκεται στο όριο μεταξύ μέτριας και υψηλής αποδοχής, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση Rutledge & Sadler (2007), 100-89: πολύ υψηλή αποδοχή, 88-77: υψηλή, 76-65: μέτρια, 64-53: χαμηλή και 52-20: πολύ χαμηλή αποδοχή. Τα σκορ αποδοχής ανά κατηγορία και ειδικότητα των εκπαιδευτικών εμφανίζονται στον πίνακα 6. Στις στήλες του αριστερό μέρος του πίνακα 6 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές του σκορ αποδοχής, με τις ειδικότητες των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας ομαδοποιημένες σε καθηγητές Φυσικών Επιστημών και Βιολόγους θεωρώντας ότι τους τελευταίους αφορά κατά κύριο λόγο, αλλά προφανώς όχι αποκλειστικά, η διδασκαλία της Ε.Θ. στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Έτσι καταγράφονται δύο ομάδες με υψηλή αποδοχή, Βιολόγοι και καθηγητές Φ.Ε. και δύο με μέτρια, Δάσκαλοι και Νηπιαγωγοί. Οι αποκλίσεις που παρατηρούνται στο σκορ μεταξύ των ομαδοποιημένων κατηγοριών των εκπαιδευτικών είναι λίγο πολύ αναμενόμενες, με το υψηλότερο σκορ να καταγράφεται στους Βιολόγους

(80,25, υψηλή αποδοχή) και το χαμηλότερο στις νηπιαγωγούς (72,73 μέτρια αποδοχή). Όμως εστίαση στη λεπτομερέστερη καταγραφή τις αποδοχής μεταξύ των ειδικοτήτων των Φ.Ε. αποκαλύπτει ότι στην ομάδα των Γεωλόγων καταγράφεται η υψηλότερη αποδοχή (83,67) και στους Χημικούς η χαμηλότερη (74,31). Η αποδοχή της Ε.Θ. από τους Χημικούς εμφανίζεται χαμηλότερη από αυτή των δασκάλων. Η επιστημονική συγκρότηση φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην αποδοχή της Ε.Θ., καθώς οι διαφορές στις μέσες τιμές του σκορ μεταξύ των κατηγοριών και των ειδικοτήτων των εκπαιδευτικών είναι στατιστικά σημαντικές (One way ANOVA, $f=5,544$, $p\leq0,01$). Σχετικά με τους άλλους δημογραφικούς παράγοντες φαίνεται επίσης ως προς το σκορ της αποδοχής να έχουν σημασία το φύλο (υψηλότερο σκορ στους άνδρες 79,11 απ' ότι στις γυναίκες 74,54, διαφορά στατιστικά σημαντική $t=-3,671$, $p\leq0,01$) και η ηλικία, καθώς η διαφορά του σκορ μεταξύ των ηλικιακών ομάδων είναι στατιστικά σημαντική (One way ANOVA, $f=3,022$, $p\leq0,05$), αντίθετα δεν φαίνεται οι μεταπτυχιακές σπουδές να επηρεάζουν το σκορ αποδοχής της Ε.Θ.

Β) **Η Κατανόηση:** Το μέσο σκορ της κατανόησης καταγράφεται σχετικά χαμηλό σε όλες τις ομάδες των συμμετεχόντων (πίνακας 6), καθώς βρίσκεται αρκετά κοντά στο μέσο του θεωρητικά αναμενόμενου εύρους της κλίμακας, στους δε δασκάλους και νηπιαγωγούς καταγράφεται και χαμηλότερο και από αυτή την τιμή. Τα ζητήματα στην κατανόηση της Ε.Θ. από τους Βιολόγους δεν μας αιφνιδίασαν γιατί προβλήματα στις σπουδές τους που σχετίζονται με την Ε.Θ. καταγράφονται σε έρευνα που προηγήθηκε (Papadopoulou et al. 2010). Οι διαφορές στο σκορ της κατανόησης μεταξύ των διαφόρων ομάδων εκπαιδευτικών είναι στατιστικά σημαντικές (One way ANOVA, $f=5,486$, $p\leq0,01$), και πάλι οι Γεωλόγοι καταγράφουν το υψηλότερο σκορ. Θα πρέπει όμως να παρατηρήσουμε ότι καθώς η ομάδα των Γεωλόγων είναι πολύ μικρή ($N=6$), επιβάλλεται να διατηρήσουμε μια επιφύλαξη ως προς αυτό το εύρημα.

Γ) **Κατανόηση της φύσης των Φυσικών Επιστημών:** Τα σκορ παρουσιάζονται και πάλι στον πίνακα 6. Θα μπορούσαμε να επισημάνουμε το υψηλότερο σκορ που είναι αυτό της ομάδας των Φυσικών και θα αποτολμήσουμε να το αποδώσουμε στις προτάσεις τις κλίμακας που εμφανίζουν την κλασσική εικόνα των Φ.Ε., αυτή που κατά κύριο λόγο ανταποκρίνεται στη Φυσική. Επίσης θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το σκορ των Νηπιαγωγών είναι υψηλότερο από ομάδες εκπαιδευτικών όπως οι Χημικοί και οι Γεωλόγοι και αυτό το εύρημα χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Δ) **Οι προδιαθέσεις της σκέψης** (κλίμακα ΑΟΤ) (πίνακας 6). Το μέσο σκορ όπως και τα

σκορ όλων των ομάδων είναι ψηλότερα από την υπάρχουσα στη διεθνή βιβλιογραφία καταγραφή σε αντίστοιχο δείγμα εκπαιδευτικών Βιολόγων στην Τουρκία (Deniz et al. 2008), στην ίδια μελέτη που οι προδιαθέσεις της σκέψεις καταγράφονται ως σημαντικός παράγοντας της εννοιολογικής οικολογίας της Ε.Θ.

Ε) **Η θρησκευτικότητα:** Αξίζει να σχολιασθούν οι διαφορές που καταγράφονται μεταξύ των ομάδων των εκπαιδευτικών των Φ.Ε. (πίνακας 6), καθώς παρατηρούνται διακυμάνσεις από το 9,83, σκορ των Γεωλόγων έως το 13,42 σκορ των Φυσικών.

ΣΤ) **Οι συσχετίσεις:** Οι συσχετίσεις μεταξύ της αποδοχής της Ε.Θ. και των άλλων παραγόντων της εννοιολογικής οικολογίας παρουσιάζονται στον πίνακα 7, στον οποίο επισημαίνουμε τις στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις τις αποδοχής με όλους τους άλλους παράγοντες της εννοιολογικής οικολογίας, ασθενείς συσχετίσεις στην περίπτωση της κατανόησης και των αντιλήψεων για τη φύση των Φυσικών Επιστημών (0,248 και 0,174 αντίστοιχα) και ισχυρότερες στην περίπτωση των προδιαθέσεων της σκέψης και της θρησκευτικότητας (0,442 και -0,515 αντίστοιχα). Επίσης επισημαίνουμε την αρνητική συσχέτιση μεταξύ των σκορ αποδοχής της Ε.Θ. και θρησκευτικότητας, και αυτό μπορεί να ερμηνευθεί ως εξής: τα υψηλά σκορ θρησκευτικότητας είναι πιθανότερο να σχετίζονται με χαμηλά σκορ αποδοχής της Ε.Θ. απ' ότι το αντίθετο.

Πίνακας 1: Η εκπαιδευτική υπηρεσία

Έτη υπηρεσίας	Συχνότητα	Ποσοστό %
1-10	133	43,0
11-20	74	23,9
21-30	88	28,5
>30	14	4,5
Σύνολο	**309**	**100**

Πίνακας 2: Η ηλικιακή σύνθεση

Ηλικιακή ομάδα	Συχνότητα	Ποσοστό %
<30	12	3,8
31-40	102	32,7
41-50	114	36,5
>50	84	26,9
Σύνολο	**312**	**100**

Πίνακας 3: Η βαθμίδα και η ειδικότητα

Βαθμίδα - Ειδικότητα	Συχνότητα	Ποσοστό %
Νηπιαγωγοί	78	25,9
Δάσκαλοι	70	23,3
Άλλοι	1	0,3
Καθηγητές Φ.Ε.	152	50,5
Βιολόγοι	*78*	*25,9*
Φυσικοί	*24*	*8,0*
Χημικοί	*42*	*13,9*
Γεωλόγοι	*6*	*2,0*
Φυσιογνώστες	*1*	*0,3*
Γεωπόνοι	*1*	*0,3*
Σύνολο	**301**	**100**

Πίνακας 4: Η κατανομή του φύλου

Φύλο	Συχνότητα	Ποσοστό %
Άνδρας	118	38,3
Γυναίκα	190	61,7
Σύνολο	**308**	**100**

Πίνακας 5: Οι μεταπτυχιακές σπουδές

Μεταπτυχιακό	Συχνότητα	Ποσοστό %
Ναι	85	26,7
Όχι	233	73,3
Σύνολο	**318**	**100**

Πίνακας 6: Τα μέσα σκορ της αποδοχής και των λοιπών παραγόντων που συνιστούν την εννοιολογική οικολογία της Ε.Θ. κατά κατηγορία και ειδικότητα εκπαιδευτικών

	ΣΥΝΟΛΙΚΑ	ΒΙΟΛΟΓΟΙ	Φ.Ε.	ΔΑΣΚΑΛΟΙ	ΝΗΠΙΑΓΩΓΟΙ	Καθηγητές Φ.Ε. ΦΥΣΙΚΟΙ	ΧΗΜΙΚΟΙ	ΓΕΩΛΟΓΟΙ
N	281	74	74	70	75	24	42	6
Η αποδοχή της Εξελικτικής Θεωρίας	**76,24**	**80,25**	**76,25**	**75,28**	**72,73**	**77,15**	**74,31**	**83,67**
(min=20, max=100)	*(34-95)*	*(64-94)*	*(34-94)*	*(55-95)*	*(41-89)*	*(63-91)*	*(34-94)*	*(78-90)*
Η κατανόηση της Εξελικτικής Θεωρίας	**7,14**	**8,19**	**7,70**	**6,39**	**6,04**	**7,25**	**7,24**	**9,25**
(min=0, max=13)	*(2-13)*	*(4-13)*	*(4-12)*	*(3-10)*	*(2-10)*	*(4-11)*	*(5-12)*	*(6-11)*
Η κατανόηση της φύσης των Φυσικών Επιστημών	**58,72**	**59,29**	**59,16**	**57,65**	**59,14**	**61,00**	**58,69**	**57,50**
(min=17, max=85)	*(43-75)*	*(43-71)*	*(49-68)*	*(46-69)*	*(44-75)*	*(51-68)*	*(49-68)*	*(55-62)*
Οι προδιαθέσεις της σκέψης	**150,75**	**151,97**	**152,04**	**147,20**	**151,50**	**148,68**	**152,90**	**158,40**
(min=41, max=205)	*(119-192)*	*(123-192)*	*(133-173)*	*(119-170)*	*(130-179)*	*(133-160)*	*(134-173)*	*(156-164)*
Η Θρησκευτικότητα	**12,79**	**12,12**	**12,97**	**13,05**	**12,98**	**13,42**	**13,40**	**9,83**
(min=1, max=26)	*(5-23)*	*(6-23)*	*(5-22)*	*(6-21)*	*(5-23)*	*(7-22)*	*(6-22)*	*(5-16)*

Πίνακας 7: Η συνάφεια (Pearson) μεταξύ των παραγόντων της εννοιολογικής οικολογίας της Εξελικτικής Θεωρίας

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Η αποδοχή της Εξελικτικής Θεωρίας	1				
Η κατανόηση της Εξελικτικής Θεωρίας	0.248*	1			
3. Η κατανόηση της φύσης των Φυσικών Επιστημών	0.174*	0,146**	1		
4. Οι προδιαθέσεις της σκέψης	0.442*	0.226*	0,444*	1	
Η Θρησκευτικότητα	-0.515*	-0.110	-0.146**	-0.501	1

*στατιστικά σημαντική, $p<0.01$

**στατιστικά σημαντική, $p<0.05$

Συμπεράσματα – Προεκτάσεις της έρευνας

Θεωρούμε ότι συνοψίζοντας τα κύρια ευρήματα τα οποία αναδεικνύονται σ' αυτή την εργασία θα πρέπει να αναφέρουμε κυρίως την εμπειρική τεκμηρίωση της αρνητικής σχέσης της θρησκευτικότητας με την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας. Σε μια επόμενη φάση της επεξεργασίας των δεδομένων θα πρέπει να αναζητηθεί το ποσοστό συνεισφοράς της θρησκευτικότητας στη διακύμανση της αποδοχής για να επικυρωθεί η καταγεγραμμένη συσχέτιση και να εκτιμηθεί ποσοτικά στην ερμηνεία της αποδοχής. Αυτό βέβαια αφορά και το σύνολο των παραγόντων της εννοιολογικής οικολογίας. Μια δεύτερη επισήμανση αφορά τα σκορ που καταγράφονται στην ομάδα των Γεωλόγων, οι οποίοι βέβαια υποαντιπροσωπεύονται στο δείγμα αυτής της έρευνας. Η επιλεκτική συλλογή δεδομένων ώστε να αυξηθεί η συμμετοχή των Γεωλόγων στο δείγμα, αν επικυρώσει τις υπάρχουσες επιδόσεις είναι δυνατόν να οδηγήσει σε ενδιαφέρουσες διδακτικές προτάσεις, καθώς κατά την άποψή μας ενισχύεται ο ρόλος της γεωλογικής μαρτυρίας στην υποστήριξη της θεωρίας της εξέλιξης (πράγμα το οποίο έχει και ιστορική βάση). Και τέλος ίσως αξίζει περαιτέρω διερεύνησης η σχέση του φύλου και κυρίως της ηλικίας με το σκορ αποδοχής ώστε να καθοριστεί λεπτομερέστερα το προφίλ των εκπαιδευτικών με την υψηλή αποδοχή. Από την μέχρι τώρα ανάλυση πιθανολογούμε ότι είναι άνδρες, ηλικίας μεγαλύτερης των 50 και θεωρούμε πολύ πιθανόν η αποδοχή της Ε.Θ. είναι συστατικό μιας ευρύτερης ριζοσπαστικής ταυτότητας, πράγμα που προφανώς θα πρέπει να τεκμηριωθεί πληρέστερα.

Βιβλιογραφία

Αθανασίου, Κ. & Παπαδοπούλου, Π. (2009). Παράγοντες οι οποίοι συνδέονται με την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας στην Ελλάδα: η αποδοχή, η κατανόηση και το μορφωτικό επίπεδο των γονέων. Στο Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α. και Ζουπίδης, Α. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών, σελ. 146 -154. http://www.uowm.gr /kodifeet, ημερομηνία πρόσβασης 3/10/2010

Βασιλοπούλου, Μ. & Λάκκα, Λ. (2004) Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών του Λυκείου για την εξέλιξη. Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Ε.ΔΙ.Φ.Ε.) με τίτλο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Οι προκλήσεις του 21ου αιώνα. Καλαμάτα 18-20 Μαρτίου 2004, 159-161

Πρίνου, Λ., Σκορδούλης, Κ. & Χαλκιά, Κ. (2004) Οι «Λαμαρκιανές» ερνηνείες των μαθητών της Γ΄ Γυμνασίου εμπόδιο στην κατανόηση της φυσικής επιλογής. Σκέψεις και επισημάνσεις. Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Ε.ΔΙ.Φ.Ε.) με τίτλο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Οι προκλήσεις του 21ου αιώνα. Καλαμάτα 18-20 Μαρτίου 2004, 158-9.

Brem, S. K., Ranney, M., & Schindel, J. (2003). Perceived consequences of evolution: College students perceive negative personal and social impact in evolutionary theory. Science Education, 87, 181–206

Dagher, Z.R., & BouJaoude, S. (1997). Scientific views and religious beliefs of college students: The case of biological evolution. Journal of Research in Science Teaching, 34, 429–445.

Demastes, S.S., Good, R.G., & Peebles, P. (1995). Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change. Science Education, 79, 637–666.

Demastes, S.S., Settlage, J., & Good, R.G. (1995). Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: Cases of replication and comparison. Journal of Research in Science Teaching, 32, 535–550.

Deniz, H., Donnelly, L. & Yilmaz, I. (2008). Exploring the Factors Related to Acceptance of Evolutionary Theory Among Turkish Preservice Biology Teachers: Toward a More Informative Conceptual Ecology for Biological Evolution. Journal of Research In Science Teaching, 45, 420–443.

Kampourakis, C. & Zogza, V. (2007). Students' Preconceptions about Evolution: How Accurate is the Characterization as ''Lamarckian'' when Considering the History of Evolutionary Thought? Science & Education, 16, 393-422.

Kampourakis, C. & Zogza, V. (2008). Students' intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations. Science & Education, 17, 27-47

Kinchin, I.M. (2010). Solving Cordelia's dilemma: threshold concepts within a punctuated model of learning. Journal of Biological Education, 42, 53-57.

Meadows, L., Doster, E., & Jackson, D. F. (2000). Managing the conflict between evolution & religion. The American Biology Teacher, 62, 102–107.

Miller, J.D., Scott, E.C. & Okamato, S. (2006). Science communication: public acceptance of evolution. Science, 313, 765–766.

Papadopoulou, P., Stasinakis & Athansiou, K. (2010). Study of evolution theory teaching: students' conceptual ecologies and teachers' perceptions. Paper presented in 8th Conference of European Researchers in Didactics of Biology (ERIDOB), 13-18 July 2010, University of Minho, Braga, Portugal. (Submitted for the proeccedings).

Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education, 66, 211–227.

Prinou, L., Halkia, L. & Skordoulis, C. (2008). What Conceptions do Greek School Students Form about Biological Evolution? Evolution Education Outreach, 1, 312–317.

Ruthledge, M. L. & Mitchell, M. A. (2002). High school biology teachers' knowledge structure, acceptance & teaching of evolution. The American Biology Teacher, 64, 21-28.

Rutledge, M. L. & Sadler, K.C. (2007). Reliability of the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution (MATE) Instrument with university students. The American Biology Teacher, 69, 332-5.

Rutledge, M. L., & Warden, M. A. (1999). The development and validation of the measure of acceptance of the theory of evolution instrument. School Science and Mathematics, 99, 13–18.

Sinatra, G.M., Southerland, S.A., McConaughy, F., & Demastes, J.W. (2003). Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution. Journal of Research in Science Teaching, 40, 510–528.

Smith, M. U. (2010). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. Science and Education, 19, 523-8.

Southerland, S. & Sinatra, G. (2003). Learning about biological evolution: A special case of intentional conceptual change. Chapter 11. In: G. Sinatra & P.R. Pintrich (Eds.), Intentional conceptual change. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Stanovich, K. E., & West, R. F. (2007). Natural myside bias is independent of cognitive ability. Thinking & Reasoning, 13, 225-247.

Strike, K., & Posner,G.J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R.A. Duschl & R.J. Hamilton (Eds.), Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice. New York: State University of New York, pp. 147–176.

Οι αντιλήψεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για την έννοια «φυτό» - Η συνέπεια των απαντήσεων και το δυναμικό καταγραφής των εργαλείων

Παπαδοπούλου Πηνελόπη [1] & Λαζάρου Θεοδώρα [2]

1. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Νηπιαγωγών, ppapadopoulou@uowm.gr
2. Εκπαιδευτικός Προσχολικής Αγωγής, Απόφοιτη Διδασκαλείου ΤΕΠΑΕ Α.Π.Θ., theodolaz@gmail.com

Περίληψη

Με την έρευνα αυτή επιδιώκεται να ανιχνευθούν οι αντιλήψεις παιδιών προσχολικής ηλικίας για την έννοια «φυτό». Στην έρευνα συμμετείχαν 21 μαθητές ενός Νηπιαγωγείου μιας αστικής περιοχής. Για τη διερεύνηση των αντιλήψεων χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά ερευνητικά εργαλεία, η συνέντευξη αναγνώρισης παραδειγμάτων προσαρμοσμένη στην ηλικιακή ομάδα της έρευνας, ένα έργο ομαδοποίησης εικόνων και σχέδια παιδιών. Η χρήση των διαφορετικών ερευνητικών εργαλείων αφορούσε κυρίως στον έλεγχο της συνέπειας των απαντήσεων και επιπλέον στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των παιδιών όπως και στη δυνατότητα διασταύρωσης και επικύρωσης των ευρημάτων. Από τα ευρήματά μας προκύπτει ότι για τα μικρά παιδιά, φυτό είναι κάτι πράσινο, που έχει φύλλα ή λουλούδια και είναι κυρίως μικρό σε μέγεθος. Η χρήση τριών ερευνητικών εργαλείων αφήνει να διαφανεί μια σχετική ασυνέπεια στις αντιλήψεις των παιδιών, ενώ το έργο ομαδοποίησης καρτών δίνει νέα ευρήματα, όσον αφορά στο εύρος της έννοιας «φυτό».

Abstract

In this study, we looked into the perceptions that preschool children hold about the concept “plant”. Twenty one preschoolers, attending an urban nursery school, were the participants of the study. Our research instrumentation was consisted of three separate tools: The Interview about Instances technique adapted for preschoolers, a classification task and children drawings. We implemented three separate tools in order to examine the consistency of the answers and cross check the findings, but also to enhance children’s interest and active participation. In our findings, it is revealed that for young children a “plant”, is something that is green, it has leaves or flowers but mainly is something small. Comparing the findings of each research tool a relative inconsistency in children’s answers is clear. In classification task answers were revealed additional findings, related mainly to the width of the concept ”plant”.

Εισαγωγή

Τα παιδιά μέσω των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων και μέσα από την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα αρχίζουν και οικοδομούν ένα ευρύ φάσμα ιδεών για το πώς λειτουργεί ο κόσμος. Στη συνέχεια εξερευνούν το άμεσο περιβάλλον τους, μέσα και έξω από το σπίτι, έτσι είναι πολύ πιθανό ότι έχουν γνωρίσει τα φυτά καθώς τα εξερευνούν με όλες τις αισθήσεις τους (Tunnicliffe 2001). Από τα πρώτα χρόνια της ζωής τους, με την εσωτερίκευση και την επεξεργασία των προσωπικών τους εμπειριών από τον κόσμο, συχνά κατασκευάζουν μεταξύ των άλλων και για τους ζωντανούς οργανισμούς, αντιλήψεις και αναπαραστάσεις, που μπορεί να είναι είτε ελλιπείς, είτε λανθασμένες, είτε απλοϊκές και αρκετά γενικευμένες.

Η επισκόπηση της ερευνητικής δραστηριότητας των τελευταίων δεκαετιών, αποκαλύπτει ότι οι μαθητευόμενοι, διαφόρων ηλικιακών ομάδων, εκτός από το περιορισμένο ενδιαφέρον για την μελέτη και την ενασχόληση με τα φυτά (Wandersee 1986, Strgar 2007), αντιμετωπίζουν και ουσιώδεις δυσκολίες στην κατανόηση βασικών εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με τα φυτά (για σύνοψη Driver et al. 1998, Ζόγκζα 2006). Οι Stavy & Wax (1989), οι Tamir, Gal-Choppin & Nussinovitz, R. (1991) καθώς και οι Angorro, Waxman & Medin (2008) αναφέρουν ότι η συμπερίληψη των φυτών στα ζωντανά όντα, δεν είναι αποδεκτή σε μεγάλο βαθμό, και αυτό παρατηρείται σε ποικίλα πολιτισμικά πλαίσια. Άλλες μελέτες καταγράφουν πολύ περιορισμένες αντιλήψεις για την έννοια «φυτό», πιο συγκεκριμένα στο εύρος της έννοιας δεν συμπεριλαμβάνονται ομάδες όπως τα αγριόχορτα, τα λαχανικά και οι σπόροι (Κόκκοτας 2004) το δέντρο και το λουλούδι (Stead 1980, Bell 1981, Leach et al. 1992) οι κάκτοι και οι τσουκνίδες (Gatt et al 2007), τα περισσότερα από τα οποία θεωρούνται ως ομάδες αντίστοιχης τάξης με τα φυτά, ενώ αντίθετα λανθασμένα το μανιτάρι εντάσσεται στα φυτά (Barman et al. 2006). Επιπλέον η χρήση γενικευμένων κριτηρίων για την ένταξη παραδειγμάτων στην έννοια, είναι επίσης πολύ περιορισμένη (Κόκκοτας, 2004).

Η Bell (1981) θεωρεί πολύ πιθανό ότι η σημασία της έννοιας «φυτό» να ταυτίζεται κυρίως με τα ανθόφυτα, με τον ίδιο τρόπο που η έννοια ζώο ταυτίζεται με τα θηλαστικά. Και αυτή η θέση υποστηρίζεται από ευρήματα όπως των Mcnair & Stein (2001), όπου όταν ζητήθηκε να ζωγραφίσουν ένα φυτό, παιδιά και ενήλικες, το ίδιο συχνά, ζωγράφισαν ή σκέφτηκαν κάποιο φυτό με λουλούδια. Επίσης οι Gatt et al (2007) αναφέρουν την καταγραφή ως πιο δημοφιλών φυτών του τριαντάφυλλου, της πορτοκαλιάς και της λεμονιάς. Προφανώς όλα τα ερευνητικά ευρήματα τα οποία προαναφέρθηκαν δεν ισχύουν για κάθε πολιτισμικό πλαίσιο, καθώς υπάρχουν και αντίθετα ευρήματα, για παράδειγμα οι Chen & Ku (1999) αναφέρουν ότι το δέντρο αποτελεί ένα τυπικό παράδειγμα της έννοιας «φυτό» για τα παιδιά στην Ταϊβάν.

Έχει υποστηριχθεί ότι η δημιουργική κατανόηση μιας επιστημονικής έννοιας είναι υπαρκτή όταν τα παιδιά είναι σε θέση όχι μόνο να περιγράψουν τα βασικά της χαρακτηριστικά, αλλά επίσης να την εφαρμόσουν σε νέες καταστάσεις (Ausubel et all., (1978). Όμως στη διεθνή ερευνητική δραστηριότητα έχει καταγραφεί ότι οι εκπαιδευόμενοι δεν εφαρμόζουν με ιδιαίτερα συνεπή τρόπο τις αντιλήψεις τους για τα βιολογικά φαινόμενα αφ' ενός και αφετέρου έχουν αναφερθεί περιπτώσεις έλλειψης συνέπειας στις απαντήσεις σε διαδοχικά έργα στο ίδιο εννοιολογικό πλαίσιο ή ακόμη και όταν οι πληροφορητές προσπαθούν να ανταποκριθούν και πάλι στο ίδιο έργο (Brumby 1984, Engel Clough & Driver 1986, Palmer 1996). Ασυνέπειες τέτοιου είδους είναι ενδιαφέρουσες. Ένας από τους λόγους για τους οποίους οι επιστημονικές αρχές είναι σημαντικές είναι γιατί είναι γενικεύσιμες σε μια ευρύτητα καταστάσεων. Όμως οι μελέτες που αναφέρθηκαν πιο πάνω δείχνουν ότι τα παιδιά δεν τις αντιμετωπίζουν έτσι. Κατά συνέπεια είναι σημαντικό να προσδιορίσουμε τους παράγοντες οι οποίοι εμπλέκονται στην ικανότητα των εκπαιδευόμενων να εφαρμόζουν τις έννοιες μ' έναν τρόπο συνεπή ή έστω πιο αποδοτικό.

Εντασσόμενη στο πλαίσιο που αδρά σκιαγραφήθηκε πιο πριν η παρούσα έρευνα αφορά στη διερεύνηση αυτών των αντιλήψεων των παιδιών προσχολικής ηλικίας σχετικά με την έννοια φυτό, όσο και τη συνέπεια αυτών των αντιλήψεων. Συγκεκριμένα, οι στόχοι της έρευνας αυτής είναι:

Η καταγραφή των αντιλήψεων των παιδιών του Νηπιαγωγείου για την έννοια «φυτό». Και ειδικότερα:

Ποιες οντότητες τα παιδιά προσχολικής ηλικίας αναγνωρίζουν ως φυτά. Και ποιες όχι.

Ποια κριτήρια επικαλούνται για να αιτιολογήσουν αυτή τους την απόφαση.

Επίσης, η διερεύνηση ορισμένων παραγόντων που μπορεί να επηρεάζουν τις αντιλήψεις αυτές όπως είναι το είδος της ερευνητικής τεχνικής ή του έργου με τη υλοποίηση των οποίων αποκαλύπτονται αυτές οι αντιλήψεις.

Στην εργασία που ακολουθεί παρουσιάζουμε συνοπτικά τα ευρήματα, τα οποία αφορούν στον πρώτο ερευνητικό στόχο και επικεντρωνόμαστε στην παρουσίαση των ευρημάτων που αφορούν στον δεύτερο.

Μεθοδολογία της έρευνας

Η έρευνα για τις αντιλήψεις των παιδιών για την έννοια του «φυτού», πραγματοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2009-10 σε ένα Νηπιαγωγείο αστικής περιοχής. Κριτήρια επιλογής του δείγματος ήταν: α) η ηλικία των παιδιών β) η δυνατότητα πρόσβασης στην περιοχή του σχολείου στο οποίο φοιτούσαν και γ) η διάθεση συνεργασίας των εκπαιδευτικών του σχολείου στην παρούσα έρευνα. Συγκεκριμένα, συμμετείχαν 21 παιδιά, από τα οποία τα 13 ήταν νήπια (8 κορίτσια και 5 αγόρια) και τα 8 προνήπια (3 κορίτσια και 5 αγόρια). Τα παιδιά προέρχονταν από μεσαία αστικά κοινωνικοοικονομικά στρώματα που θα μπορούσαν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικά παρόμοιων στρωμάτων στην Ελλάδα.
Η μεθοδολογική προσέγγιση που υιοθετήθηκε, προκειμένου να ανιχνευτούν οι αντιλήψεις των παιδιών για την έννοια «φυτό», καθορίζεται κυρίως από τις θεωρητικές αρχές της κοινωνικοπολιτισμικής ποιοτικής προσέγγισης. Το περιεχόμενο των εργαλείων ανίχνευσης ιδεών των παιδιών με βάση αυτή την προσέγγιση επιλέχθηκε, προσαρμόσθηκε και σχεδιάστηκε έτσι ώστε να περιλαμβάνει κυρίως δραστηριότητες με νόημα για τα παιδιά, κοντά στις εμπειρίες τους και τα ενδιαφέροντα τους, όπως αφήγηση ιστορίας, παιχνίδι ομαδοποίησης, σχέδιο. Τέτοια εργαλεία συνήθως διευκολύνουν τα παιδιά να σκεφτούν, να εκφραστούν και να επικοινωνήσουν με τους άλλους.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε στην τάξη μια πρώτη γνωριμία των παιδιών με την κούκλα-μαριονέτα, το Διαμαντή. Στη συνέχεια η μαριονέτα απευθύνθηκε στα παιδιά με βάση το εξής σενάριο:
«Ο Διαμαντής ήταν μια κάμπια που ζούσε μέχρι πριν λίγο καιρό στο δάσος. Οι τελευταίες καταστροφές των δασών τον ανάγκασαν να εγκαταλείψει το σπίτι του και να μένει σε ένα κουτί. Επειδή αυτός ο τρόπος ζωής δεν του άρεσε, έψαχνε να βρει ένα καινούριο μέρος να φτιάξει τη φωλιά του. Παρότρυνε τα παιδιά να τον βοηθήσουν στην επιλογή του. Για το λόγο αυτό είχε φέρει μαζί του διάφορες εικόνες για να ρωτήσει τους καινούριους φίλους του που θα ήταν καλύτερα για μια κάμπια να χτίσει τη φωλιά της». Τα παιδιά, στη Συνέντευξη, ανέφεραν αρχικά τι βλέπουν στην εικόνα, αν είναι φυτό ή όχι και στη συνέχεια εξέφρασαν που θα ήταν καλύτερο να χτίσει τη φωλιά του ο Διαμαντής».

Σχήμα 1: Η εισαγωγική αφήγηση της τροποποιημένης συνέντευξης αναγνώρισης παραδειγμάτων και των άλλων ερευνητικών εργαλείων.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά ερευνητικά εργαλεία με το σκεπτικό ότι αυτά τα μέσα θα δράσουν συμπληρωματικά και προκειμένου να εκμαιεύσουμε περισσότερες πληροφορίες για την εις βάθος διερεύνηση μας: *Εργαλείο 1. Η Συνέντευξη Αναγνώρισης Παραδειγμάτων (Interview about Instances) προσαρμοσμένη στα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της προσχολικής ηλικίας και σε συνδυασμό με Αφήγηση Ιστορίας. Εργαλείο 2, Έργο Ομαδοποίησης Καρτών. Εργαλείο 3, Σχέδιο.*
Οι Συνεντεύξεις Αναγνώρισης Παραδειγμάτων είχαν διάρκεια 15-20 λεπτά και πραγματοποιήθηκαν, ατομικά με τη μορφή συζήτησης με μια κούκλα, αφού προηγήθηκε μια σύντομη αφηγηματική εισαγωγή (Σχήμα 1). Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων παρουσιάσθηκαν στα παιδιά μια – μια οι κάρτες του βοηθητικού υλικού – έγχρωμες φωτογραφίες οι οποίες απεικόνιζαν: ποώδες φυτό, θάμνο (δενδρολίβανο), πεταλούδα, παπαρούνες, δένδρο (βελανιδιά), φωλιά πελαργών σε στύλο της ΔΕΗ, καρότα, κάκτο, βράχο, παιδάκι, γρασίδι και σκουπίδια - και τους ζητήθηκε να τις αναγνωρίσουν. Σε όποιες κάρτες

παρουσιάσθηκαν προβλήματα αναγνώρισης, τα παιδιά βοηθήθηκαν από την ερευνήτρια (κούκλα) με συμπληρωματικές ερωτήσεις. Κάθε κάρτα συζητήθηκε ξεχωριστά και τα παιδιά ανέφεραν τι βλέπουν στην εικόνα και στη συνέχεια έγιναν οι τις δύο ερωτήσεις που τυπικά αποτελούν μέρος της συνέντευξης αναγνώρισης παραδειγμάτων: α) Είναι αυτό που βλέπεις φυτό; β) γιατί είναι ή δεν είναι φυτό; Στο τέλος, ζητήθηκε από κάθε παιδί να δηλώσει συμπερασματικά τι είναι «φυτό». Την συνέντευξη ακολούθησε ένα παιχνίδι *Ομαδοποίησης των ίδιων καρτών,* σε αυτές που απεικονίζουν φυτά και σε αυτές που απεικονίζουν άλλα είδη, πάντα σε συνδυασμό με την αφήγηση της αρχικής ιστορίας. Στο τέλος τα παιδιά *σχεδίασαν* ό,τι θεωρούν φυτό.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Από το υλικό που προέκυψε από τη *Συνέντευξη Παραδειγμάτων,* το *Έργο Ομαδοποίησης* και το *Σχέδιο* για την νοηματοδότηση της έννοιας «φυτό», καταρχήν συνοψίσθηκε η πληροφορία α) για το εύρος που αποδίδουν τα παιδιά στην έννοια και β) στη συνέχεια αναλύθηκαν τα δεδομένα που αφορούσαν το βάθος της έννοιας και τις συνδεδεμένες αντιλήψεις.
Όσον αφορά στις αντιλήψεις των παιδιών για το τι είναι φυτό, συνοπτικά αναφέρουμε (αναλυτικά τα αποτελέσματα για το εύρος και το βάθος της έννοιας στο Λαζάρου & Παπαδοπούλου 2010, υπό δημοσίευση) ότι αυτό που προκύπτει από την έρευνα είναι, ότι για τα παιδιά Προσχολικής ηλικίας, φυτό είναι κάτι πράσινο, που έχει φύλλα ή λουλούδια και είναι κυρίως μικρό σε μέγεθος. Συνοπτικά, ως προς το βάθος της έννοιας, τα κριτήρια που ανέφεραν τα παιδιά πιο συχνά ήταν μορφολογικά, ενώ κάποιες φορές α) ταξινόμησαν τα είδη αρχικά σε υποομάδες και στη συνέχεια με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους, ενέταξαν τις υποομάδες στη γενική κατηγορία των φυτών, β) θεώρησαν ότι είδη όπως δέντρα, λουλούδια, γρασίδι κ.α. αποτελούσαν ξεχωριστές ομάδες. Χρησιμοποίησαν σε μικρό ποσοστό κριτήρια που έχουν σχέση με την παρουσία των ιδιοτήτων της ζωής στα φυτά χωρίς όμως να αποδεικνύεται ότι θεώρησαν τα φυτά ζωντανούς οργανισμούς, πράγμα το οποίο υπερέβαινε το πλαίσιο αυτής της έρευνας. Τέλος, το 1/3 των παιδιών χρησιμοποίησε κριτήρια, που είχαν σχέση με τον ωφελιμισμό στη σχέση ανθρώπου - φυτών, βασιζόμενα κυρίως σε προσωπικές εμπειρίες και προηγούμενες γνώσεις ενώ για έναν μόνο πληροφορητή αποτέλεσε ισχυρό κριτήριο το άρωμα των φυτών.
Τα ευρήματά μας συγκλίνουν με εκείνα της διεθνούς ερευνητικής δραστηριότητας, καθώς καταγράφεται ότι οι αντιλήψεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας στην Ελλάδα είναι παρόμοιες με αυτές παιδιών άλλων χωρών (Chen & Ku 1999, Mcnair & Stein 2001, Gatt et al 2007). Ωστόσο, η συγκεκριμένη έρευνα διαφοροποιείται από τις άλλες, από το γεγονός ότι τα παιδιά χρησιμοποιώντας ένα διαφορετικό εργαλείο (*Έργο Ομαδοποίησης*) ταξινόμησαν τα είδη με βασικά κριτήρια μόνο το πράσινο χρώμα και τα φύλλα με αποτέλεσμα να είναι πιο σωστά στις απαντήσεις τους. Το εύρημα αυτό δίνει νέα δεδομένα στην έρευνα, όσον αφορά στο εύρος της έννοιας «φυτό».
Ένα σημαντικό, αλλά αναμενόμενο εύρημα της έρευνας αυτής, ήταν η ασυνέπεια των απαντήσεων των παιδιών. Τέτοιου είδους ασυνέπεια παρατηρήθηκε σχεδόν σε όλα τα παιδιά (πίνακας 1), εξ άλλου γι' αυτόν το λόγο έγινε εξ αρχής η ερευνητική επιλογή της χρήσης τριών διαφορετικών ερευνητικών εργαλείων. Εξαίρεση στην ασυνέπεια των απαντήσεων ήταν δύο κορίτσια (Π2 & Π10, πίνακας 1), χωρίς όμως αυτή η συνέπεια στις απαντήσεις να σημαίνει απαραίτητα και επιστημονικά αποδεκτή απάντηση και στις δυο περιπτώσεις. Η πληροφορήτρια Π2, απολύτως συνεπής στις απαντήσεις της και στις δύο τεχνικές δεν συμπεριέλαβε τα καρότα στο εύρος της έννοιας «φυτό». Ως προς τη σχέση συνεπούς και αποδεκτής απάντησης, το ίδιο παρατηρείται και για όλους τους πληροφορητές/τριες.

Πίνακας 1: Έλεγχος της συνέπειας στις απαντήσεις των παιδιών στα τρία ερευνητικά έργα.

ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΤΕΣ	ΦΥΛΟ	ΜΙΚΡΟ ΦΥΤΟ	ΘΑΜΝΟΣ	ΠΑΠΑΡΟΥΝΕΣ	ΔΕΝΤΡΟ	ΚΑΡΟΤΑ	ΚΑΚΤΟΣ	ΓΡΑΣΙΔΙ
Π 1	ΚΟΡΙΤΣΙ		■		■	■		
Π 2	ΚΟΡΙΤΣΙ							
Π 3	ΚΟΡΙΤΣΙ					?		
Π 4	ΑΓΟΡΙ		■		■	■		
Π 5	ΑΓΟΡΙ		■		■	■		
Π 6	ΑΓΟΡΙ			■				?
Π 7	ΑΓΟΡΙ	■	■		■	■		■
Π 8	ΑΓΟΡΙ					?		
Π 9	ΚΟΡΙΤΣΙ		■		■			
Π 10	ΚΟΡΙΤΣΙ							
Π 11	ΚΟΡΙΤΣΙ			■	■			
Π 12	ΚΟΡΙΤΣΙ			■	■	■		■
Π 13	ΚΟΡΙΤΣΙ					■	?	
Π 14	ΑΓΟΡΙ		■		■	■		
Π 15	ΚΟΡΙΤΣΙ						■	■
Π 16	ΑΓΟΡΙ					■		
Π 17	ΑΓΟΡΙ				■			
Π 18	ΑΓΟΡΙ		■		■	■		
Π 19	ΚΟΡΙΤΣΙ		■		■	?		
Π 20	ΚΟΡΙΤΣΙ		■	■			■	
Π 21	ΑΓΟΡΙ		■					

Με πράσινο χρώμα σημειώνονται τα παραδείγματα για τα οποία υπήρξε ασυνέπεια στις απόψεις των παιδιών. Το ερωτηματικό (?) σημειώνεται στις περιπτώσεις που υπήρξε αρχικός προβληματισμός.

Το εύρημα αυτό διαπιστώνεται κυρίως από τη διαφορά που παρατηρήθηκε στην ταξινόμηση των ειδών με δύο ερευνητικά εργαλεία. Ενώ κατά τη *Συνέντευξη* τα παιδιά δεν αναγνώρισαν ως φυτά κάποια είδη, κατά την *Ομαδοποίηση* τα ταξινόμησαν εντάσσοντας τα στη γενικότερη κατηγορία των φυτών. Επίσης πολλά παιδιά στο *Σχέδιο* τους ζωγράφισαν ως φυτά είδη, που αρχικά δεν τα ταξινόμησαν στα φυτά.

Στον πίνακα 1, όπου λήφθηκαν υπόψη τα δεδομένα και των τριών ερευνητικών εργαλείων (*Συνέντευξη, Ομαδοποίηση, Σχέδιο*), παρατηρούμε ότι:

Όπως προαναφέραμε μόνο δύο πληροφορήτριες (Π2, Π10), δείχνουν απόλυτη συνέπεια στις απόψεις τους. Άλλοι πέντε πληροφορητές είναι ασυνεπείς μόνο σε ένα παράδειγμα (Π3, Π8, Π16, Π17, Π21) ενώ η πλειοψηφία των παιδιών (14 πληροφορητές) παρουσίασαν ασυνέπεια σε περισσότερες από μια περιπτώσεις.

Τα παραδείγματα, στα οποία εμφανίστηκε πιο συχνά ασυνέπεια ήταν ο θάμνος, το δέντρο και τα καρότα και αυτή η διαφοροποίηση μεταξύ των δυο εργαλείων - συνέντευξη και έργο ταξινόμησης - είναι στατιστικά σημαντική (*θάμνος*: συνέντευξη M=0,48, SD=0,512, έργο ομαδοποίησης M=0,95, SD=0,218, t(40)=-3,922, p=0,000), (*δέντρο*: συνέντευξη M= 0,43, SD=0,507, έργο ομαδοποίησης M=0,86, SD=0,359, t(40)=-3,162, p=0,003), *(καρότα:* συνέντευξη M=0,05, SD=0,218, έργο ομαδοποίησης M=0,62, SD=0,498, t(40)=-4,819, p=000). Λιγότερο συχνά η ασυνέπεια καταγράφεται στα λουλούδια, στον κάκτο και στο γρασίδι (Σχήμα 2 & Πίνακας 1) και αυτή η διαφοροποίηση δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Σχήμα 2: Συγκριτικά αποτελέσματα της αναγνώρισης παραδειγμάτων ως φυτά με τη χρήση δύο ερευνητικών εργαλείων, της συνέντευξης αναγνώρισης παραδειγμάτων και του έργου ομαδοποίησης**.**

Στην περίπτωση του μικρού φυτού βλέπουμε να υπάρχει απόλυτη συνέπεια στις απόψεις των παιδιών, με εξαίρεση έναν μόνο πληροφορητή.

Τα αποτελέσματα αυτά ήταν σε μεγάλο βαθμό αναμενόμενα, γιατί αν η ασυνέπεια αυτή στις απαντήσεις παρατηρείται σε ηλικίες όπου δεν υπάρχουν αναπτυξιακοί - γνωστικοί περιορισμοί και σε αρκετά σύνθετες βιολογικές έννοιες, κατ' αναλογία είναι αναμενόμενο αυτό να συμβαίνει στις βασικές έννοιες και σε παιδιά που η ηλικία τους θέτει σοβαρούς γνωστικούς περιορισμούς. Στην προκειμένη περίπτωση, η ασυνέπεια που διαπιστώνεται στις απόψεις των πληροφορητών, θα μπορούσε να αποδοθεί στο είδος των έργων, που καλούνται να ανταποκριθούν, ενώ θα είχε νόημα να εξετάσουμε τους παράγοντες που είναι πίσω από αυτήν την ασυνέπεια, π.χ. ποια κριτήρια χρησιμοποιούν στο ένα και στο άλλο έργο. Είναι τα ίδια; Ή διαφοροποιούνται;

Συγκεκριμένα, όταν τα παιδιά καλούνται να απαντήσουν στη *Συνέντευξη Αναγνώρισης Παραδειγμάτων,* έρχονται αντιμέτωπα με κάθε ένα παράδειγμα ξεχωριστά, χωρίς να έχουν τη δυνατότητα άμεσης σύγκρισης μεταξύ των παραδειγμάτων. Συγχρόνως, καλούνται να ενεργοποιήσουν μηχανισμούς σκέψης, προκειμένου να ταξινομήσουν είδη και να αιτιολογήσουν τις αποφάσεις τους. Αν και η διαδικασία αυτή κινητοποιεί σημαντικούς γνωστικούς μηχανισμούς, ωστόσο, παρουσιάζει δυσκολίες γιατί τα παιδιά πρέπει να επεξεργαστούν πληροφορίες, να αξιοποιήσουν προηγούμενες γνώσεις και να συγκρίνουν από μνήμης. Με δεδομένους νοητικούς και γνωστικούς περιορισμούς και έλλειψη εμπειριών, τα παιδιά των ηλικιών αυτών αιτιολογούν τις απόψεις τους πολλές φορές λανθασμένα βάση των αντιλήψεων, που έχουν σχηματίσει ή δεν είναι σίγουρα για τις απαντήσεις τους.

Στην περίπτωση του *Έργου Ομαδοποίησης* οι μαθητές ταξινομούν παρόμοια είδη έχοντας τη δυνατότητα της άμεσης σύγκρισης των ειδών μεταξύ τους. Μέσα από τη σύγκριση αυτή είναι δυνατή η ανακάλυψη των κοινών ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών που αντιπροσωπεύουν τα είδη που ομαδοποιούν. Με άλλα λόγια η *Ομαδοποίηση* επιτρέπει σύγκριση μεταξύ χαρακτηριστικών και με βάση αυτή τη σύγκριση γίνεται η ταξινόμηση, χωρίς να είναι απαραίτητη η εφαρμογή κάποιου κριτηρίου. Το έργο αυτό φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικό για τα παιδιά αυτής της ηλικίας. Έτσι, διαπιστώθηκε ότι οι μικροί μαθητές μέσα από την άμεση σύγκριση των ειδών ήταν πιο σωστοί στις απαντήσεις τους. Αν θεωρηθεί ότι οι 21 πληροφορητές, στο σύνολο τους, έπρεπε να απαντήσουν σε 147 ερωτήσεις (21 Χ 7

(είδη φυτών) = 147) διαπιστώνεται ότι στην *Συνέντευξη Αναγνώρισης Παραδειγμάτων* τα παιδιά δίνουν 69 λανθασμένες απαντήσεις (69/147) ενώ στο *Έργο Ομαδοποίησης* μόνο 27 (27/147). Στον συνολικό στατιστικό έλεγχο μεταξύ των δύο ερευνητικών εργαλείων - συνέντευξη αναγνώρισης παραδειγμάτων και έργο ταξινόμησης – η βελτίωση στην μέση επίδοση των παιδιών στην επιτυχή αναγνώριση των παραδειγμάτων/ταξινόμηση φυτών είναι στατιστικά σημαντική (*Συνολική Επίδοση Συνέντευξης στην αναγνώριση παραδειγμάτων:* M=3,57, SD=1,72, *Συνολική Επίδοση Έργου Ομαδοποίησης Φυτών*: M=5,67, SD=1,49, t(40)=-4,214, p=000. Το αρνητικό πρόσημο οφείλεται στην βελτίωση της μέσης επίδοσης κατά το έργο ομαδοποίησης παραδειγμάτων). Αντίθετα στην αναγνώριση των αντιπαραδειγμάτων η διαφορά στην επίδοση δεν είναι στατιστικά σημαντική. Επίσης η συνολική επίδοση των παιδιών στα δύο έργα είναι στατιστικά σημαντική (*Συνολική Επίδοση Συνέντευξης M*=8,57, SD=1,72, *Συνολική Επίδοση Έργου Ομαδοποίησης* M=10,52, SD=1,50, t(40)=-3,916, p=000).

Ακόμα παρατηρήθηκε ότι υπήρξε μεγαλύτερη συνέπεια στις απόψεις των παιδιών με βάση τα δεδομένα του *Έργου Ομαδοποίησης* και του *Σχεδίου,* παρότι μεταξύ των δύο αυτών ερευνητικών εργαλείων και της *Συνέντευξης Αναγνώρισης Παραδειγμάτων.* Βέβαια το *Σχέδιο* δεν μπορούμε να το δούμε σε απόλυτη σύγκριση με τα άλλα δύο ερευνητικά εργαλεία γιατί ήταν άλλα τα δεδομένα του έργου. Ωστόσο και μέσα από αυτήν τη διαδικασία διαφάνηκε η ασυνέπεια κυρίως για τα δέντρα και τα λουλούδια.

Θα παρουσίαζε, επίσης, ενδιαφέρον να δούμε τα κριτήρια που κρύβονται πίσω από τις επιλογές των παιδιών. Στην πρώτη περίπτωση της *Συνέντευξης,* βλέπουμε ότι, όταν τα παιδιά χρησιμοποιούν μορφολογικά κριτήρια για την ταξινόμηση των ειδών, είναι πιο συνεπή. Όπως προκύπτει από τα δεδομένα του Πίνακα 1 βλέπουμε να παρουσιάζεται μεγαλύτερη ασυνέπεια σε είδη όπως τα δέντρα, τα λαχανικά και λιγότερη στα λουλούδια, το γρασίδι. Αυτή η ασυνέπεια θα μπορούσε να αποδοθεί σε μεγάλο βαθμό, στην ταξινομία και στα προβλήματα συμπερίληψης που παρουσιάζονται σε αυτές τις ηλικίες καθώς είναι δύσκολο για τα μικρά παιδιά να αντιληφθούν ένα είδος ως μέρος μιας υποομάδας και συγχρόνως να εντάσσεται σε μια γενικότερη ομάδα. Για τα λουλούδια και το γρασίδι είναι λιγότερο ασυνεπή σε σύγκριση με τα δέντρα και τα λαχανικά γιατί κρίνουν με βάση ισχυρά για τις αντιλήψεις τους μορφολογικά κριτήρια που είναι τα άνθη και το μικρό μέγεθος. Μια τέτοια εξήγηση θα μπορούσε να δικαιολογήσει σε μεγάλο βαθμό την ασυνέπεια που παρατηρήθηκε σε θέματα ταξινομίας. Τα παιδιά κρίνουν ενεργοποιώντας πιο σύνθετους μηχανισμούς σκέψης και συχνά πέφτουν σε σφάλματα.

Αντίθετα, στην *Ομαδοποίηση*, τα παιδιά μέσα από την άμεση σύγκριση εστιάζουν μόνο σε μορφολογικά χαρακτηριστικά και ταξινομούν τα είδη με βάση την ομοιότητα. Βασικό κριτήριο αυτής της ταξινόμησης ήταν κυρίως το πράσινο χρώμα.

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά καταλήγουμε, ότι γνωρίζοντας οι εκπαιδευτικοί τις αντιλήψεις των παιδιών για την έννοια του φυτού θα μπορούσαν να συμβάλλουν καθοριστικά στο να ξεπεραστούν τα εμπόδια που εμφανίζονται στην σκέψη τους, οργανώνοντας τις κατάλληλες παιδαγωγικές παρεμβάσεις και το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό. Η διερεύνηση σε βάθος της έννοιας φυτό από τα παιδιά θα μπορούσε να συντελέσει στο να ξεπεραστούν προβλήματα συμπερίληψης που παρατηρήθηκαν στην ταξινομία των φυτών ενώ θα συντελούσε και στην αποφυγή προβλημάτων ασυνέπειας στις απόψεις τους όσον αφορά σ τα φυτά.

Μπορούμε να καταλήξουμε ότι το *Έργο Ομαδοποίησης* είναι πιο κατάλληλο ερευνητικό εργαλείο για αυτές τις ηλικίες, αν θέλουμε να μελετήσουμε απλά το εύρος της έννοιας, που αποδίδουν τα παιδιά στην έννοια φυτό. Ωστόσο, θα ήταν ανεπαρκές για την ανίχνευση των ιδεών τους και τη διερεύνηση του βάθους που αποδίδουν στην έννοια. Ο συνδυασμός των

δύο εργαλείων εξασφαλίζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα γιατί επιτρέπει να δούμε τη συνέπεια στη χρήση των κριτηρίων, καθώς και τα εμπόδια της σκέψης τους. Θα ήταν, ίσως, ενδιαφέρον να χρησιμοποιηθούν τα συγκεκριμένα εργαλεία σε επόμενη έρευνα με άλλη διαδοχή, χρησιμοποιώντας πρώτα την *Ομαδοποίηση* και το *Σχέδιο* και στη συνέχεια τη *Συνέντευξη*.

Βιβλιογραφία

Driver, R., Squires, A., Rushworth P. & Wood-Robinson, V. (1998). Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Τυπωθήτω, Αθήνα.
Ζόγκζα, Β. (2006), Η Βιολογική γνώση στην παιδική ηλικία. Μεταίχμιο, Αθήνα.
Κόκκοτας, Π. (2004). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών ΙΙ. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. 4η έκδοση. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
Λαζάρου, Θ. & Παπαδοπούλου, Π. (2010). Οι αντιλήψεις παιδιών προσχολικής ηλικίας για την έννοια «φυτό». 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο για τις Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση Αλεξανδρούπολη, 3-5 Δεκεμβρίου 2010. (Υποβλήθηκε για κρίση και δημοσίευση).

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H., (1978). Educational psychology: A cognitive view (2nd ed.). Holt, Rinehart and Winston, New York.
Anggoro, F. K., Waxman, S. R. & Medin D. L. (2008). Naming practices and the acquisition of key biological concepts. Evidence from English and Indonesian. Psychological Science, 19, 314-319.
Barman, C.R., Stein, M., McNair S. & Barman, N.S., (2006). Students' ideas about plants and plants growth». The American Biology Teacher, 68, 73-79.
Bell, B. (1981). What is a plant: Some children's ideas. New Zealand Science Teacher, 31, 10-14.
Brumby, M. N. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. Science Education, 68, 493-503.
Chen, S.H. & Ku C.H. (1999). Aboriginal children's conceptions and alternative conceptions of plants. Proceedings of the National Science Council. ROC(D) 9, 10-19. Στο διαδίκτυο: http://nr.stpi.org.tw/ ejournal/proceedingD/EJ04_v9n1.htm#t10, προσπέλαση 25-8-2010, 18.35΄.
Engel Clough, E. & Driver, R. (1986). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. Science Education, 70, 473-496.
Gatt, S., Tunnicliffe, S.D., Borg, K., Lautier, K. (2007). Young Maltese children's ideas about plants. Journal of Biological Education, 41, 117-121.
Leach, J., Driver, R., Scott, P., Wood-Robinson, C. (1992). Progression in Understanding of Ecological Concepts by Pupils aged 5-16, Center for Studies in Science and Mathematics Education. University of Leeds.
Mcnair, S. & Stein, M. (2001). Drawing on their understanding: Using illustrations to invoke deeper thinking about plants. Paper presented at the Association for the Education of Teachers of Science Annual Meeting, Costa Mesa, California.
Palmer, D. (1996). Students' application of a biological concept: Factors affecting consistency. Research in Science Education, 26, 409–419.
Stavy, R. & Wax, N. (1989). Children conceptions of plants as living things. Human development, 32, 88-94.
Stead, B. (1980). Plants, LISP working paper 24. Hamilton, New Zealand: Science Ed. Research Unit, University of Waikato.
Strgar, J. (2007). Increasing the interest of students in plants. Journal of Biological Education, 42, 19-23.
Tamir, P., Gal-Choppin, R., & Nussinovitz, R. (1991). How do intermediate and junior high school students conceptualize living and no living? Journal of Research in Science Teaching 18, 241-248.
Tunnicliffe, S. D. (2001). Talking about plants-comments of primary school groups looking at plants as exhibits in a botanical garden. Journal of Biological Education, 36, 27-34.
Wandersee, J.H. (1986). Plants or animals - which do junior high school students prefer to study? Journal of Research in Science Teaching, 23, 415-426.

Το γνωστικό υπόβαθρο και οι προσωπικές πεποιθήσεις επάρκειας Ελλήνων εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης

Αθανασοπούλου[1], Γ., Μαυραγάνη[2], Μ., Μαυρικάκη[3], Ευ., Πούρης[4], Ιωάν.
1. Μουσικό Σχολείο Πειραιά, gagathanaso@gmail.com
2. Λύκειο Αθηνών, marmavra@gmail.com
3. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ, emavrikaki@primedu.uoa.gr
4. Μεταπτυχιακός φοιτητής, jopouris.hotmail.com

Περίληψη
Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης στη Β΄θμια εκπαίδευση καθορίζεται μεταξύ άλλων από το επίπεδο ετοιμότητας των εκπαιδευτικών να τη διδάξουν, δηλαδή από την κατοχή εκ μέρους τους των απαραίτητων γνώσεων, αλλά και δεξιοτήτων. Στη συγκεκριμένη έρευνα, επιχειρούμε να διερευνήσουμε αν οι Έλληνες εκπαιδευτικοί του κλάδου ΠΕ04 κατέχουν τις γνώσεις, αποδέχονται τη θεωρία της εξέλιξης και νιώθουν προσωπικά επαρκείς να τη διδάξουν. Το δείγμα μας αποτέλεσαν 39 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί του κλάδου οι οποίοι αν και φαίνεται να αποδέχονται τη θεωρία της εξέλιξης, διαθέτουν μέτρια γνώση και αρκετές λαμαρκιανές αντιλήψεις. Συγκρίνοντας γνωστικό επίπεδο και πεποιθήσεις επάρκειας διαπιστώσαμε ότι αρκετοί εκπαιδευτικοί αν και διαθέτουν τις απαιτούμενες γνώσεις αισθάνονται ανεπαρκείς ή αβέβαιοι να διδάξουν τη θεωρία της εξέλιξης, δηλώνοντας ταυτόχρονα την ανάγκη τους για επιμόρφωση. Τις απαντήσεις τους δεν φαίνεται να επηρεάζουν το φύλο, η ηλικία, τα έτη προϋπηρεσίας και η ειδικότητα.

Abstract
The teaching of the theory of evolution in the secondary education is affected, among other factors, by the level of educators' knowledge, acceptance of the theory of evolution, teaching skills and self-efficacy beliefs. This research is focused in measuring Greek secondary teachers' knowledge, acceptance of the theory of evolution and self-efficacy beliefs. The sample consisted of 39 teachers that answered in a questionnaire consisting of 42 questions. Results revealed that most teachers accept the theory of evolution, although their knowledge level is moderate and some of them express Lamarckian beliefs. It is interesting that teachers with relatively good knowledge of the concepts necessary for the teaching of evolution have relatively low self-efficacy beliefs to teach it and the majority of the teachers in our sample stresses the need for in-service training in the field. The results don't seem to be affected by factors such as gender, age, in-service years and scientific field of their studies.

Εισαγωγή

Η θεωρία της εξέλιξης έχει αναγνωριστεί ως ενοποιητική των βιολογικών επιστημών, δηλαδή ως το κεντρικό ερμηνευτικό σύστημα που εξασφαλίζει συνοχή για τα επί μέρους βιολογικά αντικείμενα και ιστορικό πλαίσιο για την αντίληψη του κόσμου. Ωστόσο η διδασκαλία της συνάντησε και συναντά σε διάφορες χώρες του κόσμου ποικίλα εμπόδια στην εισαγωγή της και στην επαρκή διδασκαλία της στο σχολείο (Πρίνου, Χαλκιά & Σκορδούλης, 2004). Ένα από αυτά τα εμπόδια είναι και η ανετοιμότητα των εκπαιδευτικών να τη διδάξουν που έχει διαπιστωθεί ως μία από τις αιτίες για την ανεπιτυχή εισαγωγή της θεωρίας της εξέλιξης στο σχολείο σε πολλές χώρες και ερμηνεύεται είτε ως έλλειψη σχετικών γνώσεων (Jiménez

Aleixandre, 1994· Nehm & Schonfeld, 2007) είτε ως έλλειψη των απαραίτητων δεξιοτήτων για τη μετουσίωση των θεωρητικών επιστημονικών και ερευνητικών γνώσεών τους στην πράξη (Γεωργογιάννης, 2010). Αν επιπλέον οι εκπαιδευτικοί διαισθάνονται ότι είναι ανέτοιμοι να αντεπεξέλθουν σε ό,τι απαιτεί η διδασκαλία της εξέλιξης τότε οδηγούνται σε χαμηλές πεποιθήσεις επάρκειας (Bandura, 1994), οι οποίες αποδεδειγμένα οδηγούν στη μη χρήση διδακτικών τεχνικών καινοτόμων και αποτελεσματικών για τη διδασκαλία βιολογικών εννοιών (Enochs, Scharmann & Riggs 1995· Ghaith & Yaghi, 1997) ούτε σε μια σε βάθος διδασκαλία (Ramey-Gassert & Shroyer, 1992).

Συνεπώς, αν η ετοιμότητα των εκπαιδευτικών και οι προσωπικές τους πεποιθήσεις επάρκειας να διδάξουν τη θεωρία της εξέλιξης είναι ικανοποιητικές, η διδασκαλία της εξέλιξης δεν μπορεί να συναρτάται αποκλειστικά από τη θέση της στο επίσημο ΑΠ, αλλά μπορεί να διατρέχει λειτουργικά την παρουσίαση της διδακτέας ύλης και να υλοποιείται με επιτυχία μέσω της αξιοποίησης επιμέρους θεμάτων των λοιπών βιολογικών ενοτήτων (πχ αντιβιοτικά, εντομοκτόνα, προσαρμογές μεσογειακών οικοσυστημάτων στη φωτιά, αιμοσφαιρινοπάθειες).

Στη συγκεκριμένη έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης με τίτλο «Σύγχρονες τάσεις στη διδακτική των Βιολογικών μαθημάτων και νέες τεχνολογίες», επιχειρείται να διερευνηθεί αν οι εκπαιδευτικοί του κλάδου ΠΕ04 διαθέτουν το κατάλληλο γνωστικό υπόβαθρο, αν αποδέχονται τη θεωρία της εξέλιξης και αν αισθάνονται επαρκείς να τη διδάξουν.

Δείγμα και μεθοδολογία της έρευνας

Δείγμα της έρευνάς μας αποτέλεσαν 39 εκπαιδευτικοί της Β΄θμιας εκπαίδευσης (20 άντρες και 19 γυναίκες) που το σχολικό έτος 2009-2010 δίδασκαν βιολογία σε δημόσια σχολεία στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών – Πειραιά και τους οποίους μπορέσαμε να προσεγγίσουμε είτε μέσω προσωπικής επαφής είτε μέσω των ΕΚΦΕ (Εργαστηριακά Κέντρα Φυσικών Επιστημών), και μάλιστα σε ενημερωτικές συγκεντρώσεις με θέμα τη θεωρία της εξέλιξης. Αν και το δείγμα δεν είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού των ελλήνων εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, θεωρούμε ότι η έρευνα παρουσιάζει ενδιαφέρον. Τα χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών (71,8%) είναι μεγαλύτεροι από 40 ετών, οι περισσότεροι (30,8%) έχουν μέχρι 5 έτη υπηρεσίας και η πλειονότητα (71,8%) είναι από τις περιοχές της πρωτεύουσας και της συμπρωτεύουσας.

Πίνακας 1: Τα χαρακτηριστικά του δείγματος.

Ηλικία	**ν(%)**	**Έτη υπηρεσίας**	**ν(%)**	**Περιοχή**	**ν(%)**
<30	3 (7,7)	1-5	12 (30,8)	Αθήνα-Θεσ/νίκη	28 (71,8)
31-40	8 (20,5)	6-10	11 (28,2)	Αστική	10 (25,6)
41-50	17 (43,6)	11-19	9 (23,1)	Ημιαστική	1 (2,6)
>51	11 (28,2)	>20	7(17,9)		
Σύνολο	*39 (100,0)*		*39 (100,0)*		*39 (100,0)*

Για τους σκοπούς της έρευνας συντάχθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο. Αρχικά περιείχε 48 ερωτήσεις και διανεμήθηκε σε ένα δείγμα 20 εκπαιδευτικών της Β΄θμιας εκπαίδευσης. Μετά από τον έλεγχο εγκυρότητας και αξιοπιστίας καταλήξαμε σε συνολικά 42 ερωτήσεις.

Όπως διαμορφώθηκε τελικά το ερωτηματολόγιο αποτελείτο από:

9 ερωτήσεις που αφορούσαν την ειδικότητα, το φύλο, την ηλικία, τα έτη προϋπηρεσίας, τυχόν πρόσθετα πτυχία, τον τύπο του σχολείου, τα έτη που δίδασκαν βιολογία, το μέγεθος των τμημάτων και την περιοχή του σχολείου όπου υπηρετούσαν οι εκπαιδευτικοί.
30 ερωτήσεις 5βαθμης κλίμακας *Likert* που σκοπό είχαν να διερευνήσουν το κατά πόσο τα υποκείμενα της έρευνας κατανοούν και αποδέχονται την εξέλιξη και
3 ερωτήσεις (οι 30-33) 5βαθμης κλίμακας *Likert* που σκοπό είχαν να διερευνήσουν το πόσο επαρκείς αισθάνονται οι εκπαιδευτικοί να διδάξουν την εξέλιξη.

Εκτός από τις 9 ερωτήσεις που μας εφοδίασαν με στοιχεία σχετικά με το προφίλ των υποκειμένων της έρευνας οι υπόλοιπες ερωτήσεις συντάχθηκαν ως εξής:
οι 6 - 14 αντλήθηκαν από το ερωτηματολόγιο των Rutledge & Warden (2000),
οι ερωτήσεις 17 και 26 από την εργασία των Prinou, Chalkia & Skordoulis (2005)
και οι υπόλοιπες διαμορφώθηκαν από τις συγγραφείς.

Για κάθε ερώτηση/δήλωση οι ερωτώμενοι έπρεπε να δηλώσουν αν *διαφωνούν απολύτως, διαφωνούν, ούτε συμφωνούν ούτε διαφωνούν, συμφωνούν, συμφωνούν απολύτως* και η απάντησή τους βαθμολογήθηκε από τις συγγραφείς αποδίδοντας σκορ= 5 στο «συμφωνώ απολύτως» για τις «θετικά» διατυπωμένες προτάσεις, δηλαδή εκείνες που δηλώνουν αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης ή που δείχνουν σαφή γνώση της και αναλόγως σκορ=1 στο «διαφωνώ απολύτως», ενώ για τις «αρνητικά» διατυπωμένες προτάσεις, δηλαδή εκείνες που δηλώνουν μη αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης ή διατυπώνουν κάποια λάθος ερμηνεία τους αποδώσαμε σκορ=5 στο «διαφωνώ απολύτως» και αντιστοίχως σκορ=1 στο «συμφωνώ απολύτως». Αρνητικά διατυπωμένες ήταν οι ακόλουθες ερωτήσεις/δηλώσεις: 1, 3, 5, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 18, 21, 23, 25, 26, 27, 28. Οι ερωτήσεις που αφορούσαν στις πεποιθήσεις επάρκειας των εκπαιδευτικών ήταν όλες θετικά διατυπωμένες.

Αν και απευθυνθήκαμε σε ένα αρκετά μεγαλύτερο δείγμα εκπαιδευτικών, περίπου 70, τελικά συγκεντρώσαμε 39 συμπληρωμένα ερωτηματολόγια από εκπαιδευτικούς των οποίων η ειδικότητα ήταν: 12 φυσικοί, 6 χημικοί, 18 βιολόγοι, 4 γεωλόγοι και 1 μαθηματικός.

Η αξιοπιστία των σκορ του ερωτηματολογίου ελέγχθηκε μέσω του δείκτη α του Cronbach και βρέθηκε εξαιρετικά υψηλή (α=0,890) (George & Mallery, 2003). Για όλα τα στατιστικά τεστ χρησιμοποιήσαμε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 0,05, θεωρώντας οποιαδήποτε χαμηλότερη τιμή ως στατιστικά σημαντική.

Αποτελέσματα

Οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν χαμηλές επιδόσεις (<3 στην πεντάβαθμη κλίμακα *Likert*) σε έξι (6) από τις τριάντα (30) ερωτήσεις/δηλώσεις του ερωτηματολογίου (Πίνακας 2). Συγκεκριμένα, είναι πολλοί εκείνοι που πιστεύουν ότι η φυσική επιλογή αφορά την επιβίωση του ισχυρότερου ατόμου(!), ότι οι οργανισμοί μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά τους προκειμένου να ανταποκριθούν στις περιβαλλοντικές αλλαγές κάτι που οδηγεί στην εξέλιξή τους ή ότι νέοι οργανισμοί προκύπτουν όταν κάποια όργανα δεν χρησιμοποιούνται. Παρατηρούμε δηλαδή κάποιες εμμένουσες Λαμαρκιανές παρανοήσεις (ιδίως όσον αφορά την έννοια της προσαρμογής). Ωστόσο, σε όλες τις ερωτήσεις που αφορούν την αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης οι εκπαιδευτικοί είχαν σκορ μεγαλύτερο του 3 (Πίνακας 1), δηλαδή αποδέχονται τη θεωρία της εξέλιξης. Ο μέσος όρος επίδοσής τους στο ερωτηματολόγιο είναι 3,36 (±0,52), φανερώνοντας μια μέτρια γνώση και αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης.

Πίνακας 2: Οι επιδόσεις των εκπαιδευτικών στις ερωτήσεις της έρευνας που αφορούν το γνωστικό υπόβαθρό τους με φθίνουσα κατάταξη ως προς την επίδοσή τους.

Ερώτηση/δήλωση	**Μέση επίδοση (τ.α.)**
6.Η εξέλιξη είναι μία έγκυρη επιστημονική θεωρία	4,3 (0,7)
7.Οι οργανισμοί που υπάρχουν σήμερα είναι το αποτέλεσμα εξελικτικών διαδικασιών που επήλθαν κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων ετών	4,4 (1,0)
4.Τα απολιθώματα αποτελούν μαρτυρίες της ιστορίας της εξέλιξης	4,3 (1,0)
8.Η θεωρία της εξέλιξης βασίζεται σε εικασίες και όχι σε έγκυρες επιστημονικές παρατηρήσεις και έρευνες	4,2 (1,0)
15.Τα διαθέσιμα στοιχεία είναι αμφιλεγόμενα για το κατά πόσον όντως συμβαίνει η εξέλιξη	4,1 (0,9)
1.Οι επίκτητες αλλαγές κληρονομούνται	4,1 (1,0)
12.Οι οργανισμοί υπάρχουν σήμερα στην ίδια ουσιαστικά μορφή που πάντα είχαν	4,1 (1,0)
30.Σύμφωνα με τη φυσική επιλογή τα άτομα με τα καλύτερα προσαρμοσμένα κληρονομικά χαρακτηριστικά επιβιώνουν και αναπαράγονται	4,2 (1,1)
17.Η εξέλιξη αποτελεί ενοποιητική έννοια για όλη τη βιολογία	4,0 (1,0)
22.Οι άνθρωποι έχουν μεγαλύτερη συγγενική σχέση με τους πιθήκους σε σχέση με τους σκύλους	4,0 (1,0)
11.Η θεωρία της εξέλιξης ερμηνεύει ην ποικιλότητα χαρακτηριστικών και συμπεριφορών που παρατηρείται στους οργανισμούς	4,0 (1,1)
14.Η ηλικία της Γης είναι περίπου 4 - 5 δισεκατομμύρια χρόνια	4,1 (1,2)
29.Για να γίνει αντιληπτή η θεωρία της εξέλιξης πρέπει να γίνει σαφές ότι δεν υπάρχει σκοπιμότητα	3,8 (1,0)
10.Οι περισσότεροι οργανισμοί εμφανίστηκαν πάνω στη Γη την ίδια περίπου χρονική περίοδο	3,9 (1,2)
28.Η θεωρία της εξέλιξης δεν θεωρείται αξιόπιστη δεδομένου ότι τα αρχεία των απολιθωμάτων είναι ασυνεχή και ελλιπή	3,7 (1,0)
19.Όταν διατύπωσε τη θεωρία της εξέλιξης των ειδών ο Δαρβίνος, δεν γνώριζε το μηχανισμό κληρονόμησης των χαρακτηριστικών	3,8 (1,2)
24.Η εξέλιξη οικοδομεί σε ό,τι προϋπάρχει, οπότε όσο μεγαλύτερη ποικιλία υπάρχει σήμερα τόσο μεγαλύτερη θα είναι η εξελικτική δυναμική	3,7 (1,1)
9.Η θεωρία της εξέλιξης δεν είναι δυνατόν να ελεγχθεί επιστημονικά	3,7 (1,2)
13.Η εξελικτική θεωρία υποστηρίζεται από πραγματικά, ιστορικά και εργαστηριακά δεδομένα	3,8 (1,3)
2.Οι βασικές λειτουργίες μικροβιακού και ανθρώπινου κυττάρου είναι βασικά ίδιες	3,7 (1,4)

20.Η κληρονόμηση των επίκτητων χαρακτηριστικών είναι άποψη που πρωτοδιατυπώθηκε από τον Λαμάρκ	3,5 (1,2)
25.Η εξέλιξη είναι μία θεωρία που εξηγεί πώς άρχισε (πρωτοεμφανίστηκε) η ζωή στη Γη	3,1 (1,1)
26.Νέα γνωρίσματα εμφανίζονται στους οργανισμούς αποκλειστικά επειδή τα χρειάζονται για να επιβιώσουν	3,1 (1,2)
21.Η εξέλιξη είναι η διαδικασία που οδηγεί στην τελειοποίηση ενός είδους	3,1 (1,4)
3.Όργανα οργανισμών, τα οποία δεν χρησιμοποιούνται συχνά, ατροφούν και έτσι προκύπτουν οργανισμοί με νέα χαρακτηριστικά	*2,9 (1,4)*
18.Μία αιφνίδια κλιματική αλλαγή μείζονος κλίμακας το πιθανότερο είναι να επιφέρει την ανάπτυξη νέων χαρακτηριστικών σε φυτά και ζώα προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις περιβαλλοντικές αλλαγές	*2,6 (1,2)*
23.Ένα είδος εντόμου έγινε ανθεκτικό, μετά από συχνή χρήση κάποιου εντομοκτόνου, διότι μερικά άτομα από τον πληθυσμό συνήθισαν το εντομοκτόνο και μεταβίβασαν αυτήν την ιδιότητα στους απογόνους τους.	*2,8 (1,4)*
27.Η φυσική επιλογή λαμβάνει χώρα κάθε φορά σε οργανισμούς που προσπαθούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες του περιβάλλοντος	*2,5 (1,1)*
16.Η θεωρία της εξέλιξης, που πρότεινε ο Κάρολος Δαρβίνος ήταν η αλλαγή σε πληθυσμούς, προϊόντος του χρόνου, ως απόκριση σε περιβαλλοντικές αλλαγές	*2,3 (1,1)*
5.Μεταξύ των διαφόρων ειδών υπάρχει αγώνας για επιβίωση γι' αυτό και επικρατεί ο ισχυρότερος	*2,1 (1,3)*

Αναφορικά με τις προσωπικές πεποιθήσεις επάρκειας των εκπαιδευτικών του δείγματός μας 15,4% αισθάνονται ότι δεν έχουν τις απαραίτητες γνώσεις για να διδάξουν την εξέλιξη και 28,2% είναι αβέβαιοι για την επάρκεια των σχετικών γνώσεών τους (Εικόνα 1). Δηλαδή, περίπου οι μισοί εκπαιδευτικοί του δείγματός μας νιώθουν να μειονεκτούν ή είναι αβέβαιοι σχετικά με τις γνώσεις τους στο συγκεκριμένο τομέα. Παρόλα αυτά 70,1% δεν πτοούνται από τις πιθανές αντιπαραθέσεις που η διδασκαλία της εξέλιξης μπορεί να εγείρει στην τάξη (Εικόνα 2).

Εικόνα 1: Κατανομή των απαντήσεων των εκπαιδευτικών ανάλογα με το βαθμό συμφωνίας τους στη δήλωση *«Έχω επαρκείς γνώσεις για να διδάξω τη θεωρία της εξέλιξης».*

Εικόνα 2: Κατανομή των απαντήσεων των εκπαιδευτικών ανάλογα με το βαθμό συμφωνίας τους στη δήλωση *«Παρότι η θεωρία της εξέλιξης μπορεί να εγείρει αντιπαραθέσεις στην τάξη αισθάνομαι ασφαλής να τη διδάξω»*.

Λαμβάνοντας υπόψη τις μέτριες επιδόσεις των εκπαιδευτικών στο γνωστικό τομέα και το αίσθημα αβεβαιότητας που διακατέχει σχεδόν τους μισούς από αυτούς σχετικά με τη διδασκαλία της εξέλιξης η ανάγκη για επιμόρφωση που δηλώνει η συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών (79,5%) καταδεικνύει την έλλειψη των κατάλληλων διδακτικών εργαλείων (Εικόνα 3).

Εικόνα 3: Κατανομή των απαντήσεων των εκπαιδευτικών ανάλογα με το βαθμό συμφωνίας τους στη δήλωση *«Μου είναι απαραίτητη η παρακολούθηση κάποιας επιμόρφωσης προτού διδάξω τη θεωρία της εξέλιξης»*.

Για να εξετάσουμε ποια η σχέση μεταξύ γνωστικού υπόβαθρου-αποδοχής της εξέλιξης και των προσωπικών πεποιθήσεων επάρκειας των εκπαιδευτικών όσον αφορά τη διδασκαλία της υπολογίσαμε για κάθε εκπαιδευτικό το συνολικό σκορ του στις ερωτήσεις που αφορούσαν το γνωστικό τομέα, το οποίο αντιστοιχούσε στη μέση τιμή των επιδόσεών του στις 30 ερωτήσεις, και αντίστοιχα το σκορ του στις ερωτήσεις που αφορούσαν στις πεποιθήσεις επάρκειας (η μέση τιμή των συγκεκριμένων ερωτήσεων). Και τα δύο σκορ κυμαίνονταν από

1-5. Για να συγκρίνουμε τα δύο σκορ κάθε υποκειμένου εφαρμόσαμε τον μη παραμετρικό έλεγχο *Wilcoxon Signed Ranks Test* για τις δύο αυτές μέσες επιδόσεις, καθώς δεν πληρούνταν το κριτήριο της κανονικότητας (p<0,05). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι:
43,5% των εκπαιδευτικών αν και έχουν ένα σχετικά καλό γνωστικό υπόβαθρο και αποδέχονται τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης έχουν συγκριτικά χαμηλότερες πεποιθήσεις επάρκειας να τη διδάξουν,
15,3% είχαν υψηλότερες πεποιθήσεις επάρκειας συγκριτικά με τις επιδόσεις τους στο γνωστικό τομέα και
41,0% είχαν τις ίδιες επιδόσεις στο γνωστικό τομέα και στις πεποιθήσεις επάρκειας (z= -2,116, p=0,034<0,05).

Συμπερασματικά, σε ό,τι αφορά τη θεωρία της εξέλιξης και τη διδασκαλία της οι εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έχουν κυρίως ανάγκη σε διδακτικές τεχνικές και εργαλεία απαραίτητα για τη διδασκαλία της εξέλιξης και λιγότερο στο αντίστοιχο γνωστικό υπόβαθρο (Εικόνα 4).

Εικόνα 4: Κατανομή των απαντήσεων των εκπαιδευτικών ανάλογα με τα σκορ τους στο γνωστικό υπόβαθρο-αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης και στις πεποιθήσεις επάρκειας.

Οι παράγοντες φύλο, ηλικία, ειδικότητα, έτη προϋπηρεσίας και τύπος σχολείου βρέθηκε μέσω του *Kruskal-Wallis Test* ότι δεν επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών (p>0.05).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Παρά το μικρό μέγεθος του δείγματος καταλήξαμε σε μερικά ενδιαφέροντα συμπεράσματα όπως ότι οι εκπαιδευτικοί στην πλειονότητά τους αποδέχονται τη θεωρία της εξέλιξης, όμως το γνωστικό τους υπόβαθρο είναι σχετικά μέτριο, ενώ έχουν κάποιες εμμένουσες Λαμαρκιανές παρανοήσεις, οι οποίες μπορεί να υπονομεύουν το διδακτικό αποτέλεσμα. Ωστόσο, οι περισσότεροι αισθάνονται ασφαλείς να τη διδάξουν αν και δηλώνουν ότι είναι αναγκαία κάποιου είδους επιμόρφωση.
Τέλος, προς μεγάλη μας έκπληξη διαπιστώσαμε ότι παράγοντες όπως η ηλικία, τα έτη υπηρεσίας, αλλά κυρίως η ειδικότητα δεν παίζουν στατιστικά σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων. Δεδομένου ότι εκτός των βιολόγων οι υπόλοιποι

εκπαιδευτικοί δεν έχουν διδαχθεί τη θεωρία της εξέλιξης στη διάρκεια των φοιτητικών τους χρόνων αλλά έχουν τις ίδιες επιδόσεις στις γνώσεις και την αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης μάλλον θα πρέπει να προβληματίσει τα Βιολογικά Τμήματα να αναμορφώσουν τα Προγράμματα Σπουδών τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γεωργογιάννης, Π. (2010) Εκπαιδευτική Επάρκεια και Ετοιμότητα Εκπαιδευτικών Α΄/βάθμιας και Β΄/βάθμιας Εκπαίδευσης. (Ανασύρθηκε στις 15/6/2010 από www.inpatra.gr/padde/ekpedeftiki_eparkeia_etoimotita.pdf)

Πρίνου Λ., Χαλκιά Κρ, Σκορδούλης Κ., (2004). Η Θεωρία της εξέλιξης: Η αναγκαιότητα της διδασκαλίας της και η περιπέτειά της στο ελληνικό σχολείο. Στα Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή, Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΤΕΑΠΗ) Φυσικές Επιστήμες: Διδασκαλία, Μάθηση και Εκπαίδευση, 26-28 Νοεμβρίου 2004, Τόμος Α’, σσ. 260-266.

Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Ed.), Encyclopedia of human behavior (Vol. 4, pp. 71-81). New York: Academic Press. (Reprinted in H. Friedman [Ed.], Encyclopedia of mental health. San Diego: Academic Press, 1998).

Futuyama, D. J. (1990). Εξελικτική Βιολογία. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

George, D., & Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.

Ghaith, G. & Yaghi, H. (1997). Relationships among experience, teacher efficacy, and attitudes toward the implementation of instructional innovation. Teaching and Teacher Education, 13, 451–458.

Jiménez Aleixandre, M.P. (1994). Teaching Evolution and Natural selection: A Look at Textbooks and Teachers. Journal of Research in Science Teaching, 31(5), 519-535.

NAS (National Academy of Sciences) (1998). Teaching about evolution and the nature of science.

Nehm, R. H. & Schonfeld, I. (2007). Does Increasing Biology Teacher Knowledge of Evolution and the Nature of Science Lead to Greater Preference for the Teaching of Evolution in Schools? Journal of Science Teacher Education, 18, 699–723.

Prinou L., Chalkia L, Skordoulis C. (2005). Teaching the theory of evolution: secondary teachers attitudes, views and difficulties. Άρθρο που παρουσιάστηκε στο Eighth International History, Philosophy, Sociology & Science Teaching Conference, Friday July 15 to Monday July 18, University of Leeds, England. (Ανασύρθηκε στις 20/7/2010 από http://www.ihpst2005.leeds.ac.uk/papers.htm).

Ramey-Gassert, L., & Shroyer, M.G. (1992). Enhancing science teaching self-efficacy in preservice elementary teachers. Journal of Elementary Science Education, 4, 26-34.

Rutledge M.L. & Warden A.M. (2000). Evolutionary Theory, the Nature of Science & High School Biology Teachers: Critical Relationships. The American Biology Teacher, 62(1), 23-31.

Rutledge, M.L. & Sadler, K.C. (2007). Reliability of the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution instrument with University students. The American Biology Teacher, 69 (6), 332-335.

Enochs, L., Scharmann, L. & Riggs, I. (1995). The relationship of pupil control to preservice elementary science teacher self-efficacy and outcome expectancy. Science Education, 79(1), 63-75.

Συνεδρία 7: Διδασκαλία και Μάθηση στη Φυσική

Αντιλήψεις των μαθητών της Α΄ Λυκείου για την τριβή και τους νόμους της. Πρόταση για διδακτική παρέμβαση σ' ένα συνεργατικό και εποικοδομητικό περιβάλλον μάθησης.

Ευαγγελοπούλου Αναστασία, Μίχας Παύλος
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
anevag@hol.gr, pmichas@eled.duth.gr

Περίληψη. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν ο σχεδιασμός μιας διδακτικής ακολουθίας που βασίζεται στο εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας συνδυασμένο με το συνεργατικό μοντέλο μάθησης, για τη διδασκαλία της τριβής ανάμεσα σε στερεά σώματα. Προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης: 1. οι μαθητές υποβλήθηκαν σε συνεντεύξεις για την καταγραφή των εναλλακτικών ιδεών τους (προέλεγχος), 2. στο πειραματικό τμήμα εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση, ενώ στο τμήμα ελέγχου πραγματοποιήθηκε παραδοσιακή διδασκαλία, 3. διεξήχθη μεταέλεγχος με γραπτά ερωτηματολόγια. Τα αποτελέσματα από τη σύγκριση των επιδόσεων των μαθητών έδειξαν υπεροχή της εποικοδομητικής παρέμβασης σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία, ως προς: την ικανότητα των μαθητών να χρησιμοποιούν σωστά την τριβή στον 1^{ο} και 2^{ο} νόμο του Νεύτωνα, να αντιλαμβάνονται την εξάρτηση της τριβής ολίσθησης από την κάθετη δύναμη που συμπιέζει τις επιφάνειες επαφής, όταν η δύναμη αυτή δεν είναι ίση με το βάρος του σώματος και να ερμηνεύουν φαινόμενα της καθημερινής ζωής χρησιμοποιώντας τους νόμους της τριβής ολίσθησης.

Abstract. The aim of our research was the construction of an instruction based to the constructivist model of instruction combined with the cooperative learning, with intention to teach the friction of solid bodies in High School. In order to assess the effectiveness of our instruction: 1. the students were interviewed so that we were able to reveal and record their misconceptions, 2. we applied our constructivist instruction to the experimental group and the traditional instruction to the control group, 3.the students answered a post-test questionnaire. The comparison of the students' records show that students in the experimental group are better than their counterparts in the control group, in: a) making connections between friction and the Newton laws, b) understanding the relevance between the kinetic (sliding) friction and the reactive force (the perpendicular force to the area of contact), when this force isn't equal to the weight of the body and c) applying the laws of sliding friction in explaining their daily life experiences.

Εισαγωγή

Η έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών έχει κυρίαρχο στόχο τη βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας των Φ.Ε. σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και προσανατολίζεται στις εξής κατευθύνσεις:

- Στη διατύπωση θεωριών μάθησης και στη δημιουργία και εφαρμογή αντίστοιχων διδακτικών μοντέλων (π.χ. εποικοδομητική μάθηση).
- Στη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών για διάφορα φυσικά φαινόμενα.
- Στην ανάπτυξη μεθόδων διδασκαλίας και διδακτικών εργαλείων σύμφωνα με τα πορίσματα των δύο προηγούμενων τύπων έρευνας.

Στην παρούσα εργασία καταγράφονται τα συμπεράσματα των δύο παραπάνω τελευταίων κατευθύνσεων έρευνας, στη θεματική ενότητα της τριβής, στην επιλογή της οποίας συνηγόρησε:1) το γεγονός ότι στο παρελθόν έχουν γίνει πολλές έρευνες που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τις δυνάμεις, ωστόσο ελάχιστες ασχολούνται με την τριβή ή οι αναφορές τους είναι

περιορισμένες, αφού εξετάζουν την τριβή ως μία περίπτωση δύναμης, 2) η δυνατότητα να προσεγγισθεί η τριβή ως μια κεντρική έννοια, η οποία συνδέεται με διάφορες ενότητες της Φυσικής (όπως νόμοι του Νεύτωνα, κυκλική κίνηση, σχετική μεταφορική και περιστροφική κίνηση, ενέργεια). Άλλωστε η Τριβολογία αποτελεί έναν έγκυρο κλάδο της επιστήμης και της μηχανολογίας (Mate 2008, Hahner & Spencer 1998) με σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές (π.χ. nanotechnology) και οικονομική σημασία (π.χ. βελτίωση της απόδοσης των καυσίμων μειώνοντας τις απώλειες ενέργειας λόγω τριβής).

Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και διδακτικές προσεγγίσεις για την τριβή

Οι έρευνες για την τριβή σε επίπεδο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είναι περιορισμένες. Σε έρευνα των Stead και Osborne (1981), υπήρχαν μαθητές που ταύτισαν την τριβή με αυτό που οι Φυσικοί ονομάζουν δύναμη αντίδρασης (π.χ. δύναμη από την καρέκλα προς τον άνθρωπο που κάθεται πάνω σ΄ αυτή). Επιπλέον η τριβή συσχετίσθηκε με την κίνηση: «Εάν δεν υπάρχει κίνηση, τότε δεν υπάρχει και τριβή.» Για μερικούς μαθητές, η τριβή ήταν η ίδια η κίνηση (π.χ. η τριβή είναι πόσο γρήγορα κινείται-τρίβεται ένα πράγμα). Η ιδέα ότι υπάρχει περισσότερη τριβή εάν η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη, οδήγησε σε ιδέες ότι η τριβή είναι μεγαλύτερη εάν ένα σώμα γλιστράει σε μεγαλύτερη απόσταση. Σύμφωνα με τους Κουκουτσάκη κ.ά. (2004) οι περισσότεροι μαθητές της Α΄ Λυκείου εμφάνισαν αδυναμία να εφαρμόσουν τον 1^{ο} νόμο του Νεύτωνα όταν ασκείται οριζόντια δύναμη F σε ακίνητο σώμα και είτε ανέφεραν ότι η (στατική) τριβή είναι μεγαλύτερη από την F είτε ότι δεν ασκείται άλλη οριζόντια δύναμη στο σώμα εκτός από την F. Επίσης θεωρούσαν ότι για να μετακινήσουμε οριζόντια ένα σώμα πρέπει να ασκήσουμε οριζόντια δύναμη μεγαλύτερη από το βάρος του σώματος. Στην έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία της τριβής με τη βοήθεια λογισμικού.

Για τη διδασκαλία της τριβής στη δευτεροβάθμια ή στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, οι Πατρινόπουλος κ.ά. (2002) και οι Ringlein & Robbins (2004) προτείνουν τις νέες τεχνολογίες (χρήση αισθητήρων και Η/Υ για πραγματοποίηση πειραμάτων, προσομοίωση σε μικροσκοπικό επίπεδο),ενώ οι Besson και Viennot (2004) χρησιμοποιούν τα «ενδιάμεσα μοντέλα» (mesoscopic models).Οι Besson et al. (2007) ανέπτυξαν και εφάρμοσαν μια διδακτική – μαθησιακή ακολουθία, στην οποία οι μαθητές εκτελούν πειράματα, χρησιμοποιούν αισθητήρες και Η/Υ για κατασκευή διαγραμμάτων και μελετούν τους μηχανισμούς παραγωγής τριβής προκειμένου να δημιουργήσουν νοητικά μοντέλα χρήσιμα για την κατανόηση της τριβής.

Λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη:α)τη δυνατότητα εκτέλεσης και επανάληψης της διδακτικής μεθόδου, που προτείνουμε, από όλους τους καθηγητές Φυσικής της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, και β) τον ελλιπή εργαστηριακό εξοπλισμό των ελληνικών σχολείων (αίθουσες εργαστηρίων, όργανα, υλικά, Η/Υ), σχεδιάσαμε μια εποικοδομητικού τύπου διδακτική παρέμβαση σ' ένα συνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον, όπου οι μαθητές εργάστηκαν με φύλλα εργασίας (χωρίς τη χρήση Η/Υ) εκτελώντας ομαδικές πειραματικές δραστηριότητες, σχεδιασμένες με απλά υλικά.

Μεθοδολογία της έρευνας

Σκοπός

Οι στόχοι της παρούσας μελέτης ήταν:

Α) Η διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών για την τριβή (στατική και ολίσθησης) και για τους νόμους της τριβής ολίσθησης.

Β) Ο σχεδιασμός και η πραγματοποίηση των διδασκαλιών (παραδοσιακή στο τμήμα ελέγχου και εποικοδομητική στο πειραματικό τμήμα)

Γ) Η σύγκριση της εποικοδομητικής με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας, μέσω της διαφοράς στην επίδοση των μαθητών των δύο τμημάτων.

Μέσα της έρευνας

Η ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε τρεις φάσεις: προέλεγχος, διδασκαλίες στο πειραματικό τμήμα και τμήμα ελέγχου και μεταέλεγχος. Οι απαντήσεις των μαθητών σε κάθε

ερώτηση κατηγοριοποιήθηκαν και συμπεριλήφθηκαν σε πίνακες. Οι κατηγορίες και υποκατηγορίες ταξινομήθηκαν σε φθίνουσα κατακόρυφη απόκλιση από την επιστημονικά αποδεκτή άποψη. Η βαθμολόγηση των απαντήσεων έγινε στο πλαίσιο μιας κλίμακας, στην οποία: οι αναπάντητες αξιολογούνταν με 0, οι μη κατατάξιμες με βαθμό 1,οι λάθος με βαθμό 2, οι μερικώς λανθασμένες με βαθμό 3-5, οι ελλιπείς με 6-9 και οι επιστημονικά ορθές με 10. Για να διαπιστωθεί η επίδραση της κάθε μεθόδου διδασκαλίας στην επίδοση των μαθητών, σε κάθε ερώτηση υπολογίζεται η μέση τιμή για κάθε τεστ (προελέγχου και μεταελέγχου) και αφαιρούνται για κάθε τμήμα (ελέγχου και πειραματικό). Οι διαφορές αυτές συγκρίνονται μεταξύ των δύο τμημάτων σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0.05 ή 5%.Το στατιστικό τεστ που χρησιμοποιήθηκε είναι το two independent sample t-test, ενώ τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν με το Mann-Whitney U-test, το οποίο είναι ένα μη-παραμετρικό τεστ για μη-κανονικές κατανομές.

Δείγμα

Το πεδίο έρευνάς μας ήταν 20 μαθητές (14 αγόρια και 6 κορίτσια) Α΄ Λυκείου του 1^{ου} Λυκείου Υμηττού στην Αθήνα. Χωρίστηκαν σε δύο τμήματα, ελέγχου και πειραματικό, μεικτής επίδοσης, με βάση την επίδοσή τους στη Φυσική (σύμφωνα με την κρίση της καθηγήτριάς τους στο σχολείο), έτσι ώστε τα δύο τμήματα να είναι ισοδύναμα. Η έρευνα διεξήχθη το Δεκέμβριο του 2009 και οι μαθητές, πριν τον προέλεγχο, είχαν διδαχθεί από το διδακτικό εγχειρίδιο μόνο το κεφάλαιο των Κινήσεων. Επομένως η τελευταία φορά που είχαν ασχοληθεί με δυνάμεις ήταν στη Β΄ Γυμνασίου. Αυτό είχε ως συνέπεια οι διδασκαλίες να διαρκέσουν επιπλέον ώρες από το προβλεπόμενο γιατί οι μαθητές δεν ήταν σε θέση: i)να σχεδιάζουν δυνάμεις, ii)να χρησιμοποιούν τους νόμους του Νεύτωνα, iii)να αναλύουν δυνάμεις σε συνιστώσες (π.χ. το βάρος σώματος σε κεκλιμένο επίπεδο).

Διαδικασία

Ο προέλεγχος

Στην πρώτη φάση της έρευνας πήραμε ατομικές και ημιδομημένες συνεντεύξεις από κάθε μαθητή του δείγματός μας (Cohen, Manion & Morrison 2000). Ο μαθητής απαντούσε προφορικά σ' ένα ερωτηματολόγιο - τεστ Φυσικής 15 ερωτήσεων, που είχε μπροστά του εκτός εάν έπρεπε να σχεδιάσει ή να υπολογίσει δυνάμεις, οπότε απαντούσε και γραπτώς. Οι ερωτήσεις ήταν ανοικτού τύπου ή πολλαπλής επιλογής με δικαιολόγηση της απάντησης και διερευνούσαν τις ιδέες των μαθητών σχετικά με: α) τη στατική τριβή (δύναμη μεταβλητού μέτρου, σύνδεση της τριβής με τον 1^{ο} νόμο του Νεύτωνα για ακινησία), β) την τριβή ολίσθησης (σύνδεση της τριβής με τον 1^{ο} νόμο του Νεύτωνα για ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, σύνδεση με το 2^{ο} νόμο του Νεύτωνα), γ) τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή ολίσθησης (είδος τριβόμενων επιφανειών, κάθετη δύναμη που συμπιέζει τις δύο επιφάνειες) και δ) τους παράγοντες από τους οποίους δεν εξαρτάται η τριβή ολίσθησης (ταχύτητα ολίσθησης, εμβαδόν επιφάνειας συνεπαφής, οριζόντια εξωτερική δύναμη, διανυόμενη απόσταση).

Ο σχεδιασμός των διδασκαλιών

Η παραδοσιακή διδασκαλία σχεδιάστηκε με βάση τους διδακτικούς στόχους, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Ωστόσο, οι μαθητές του τμήματος ελέγχου, διδάχτηκαν τα ίδια θέματα, όσον αφορά το γνωστικό αντικείμενο, με τους μαθητές του πειραματικού τμήματος.

Η διδακτική παρέμβαση που πραγματοποιήσαμε στο πειραματικό τμήμα ήταν εποικοδομητικού τύπου, στην οποία ακολουθήσαμε σε γενικές γραμμές τα στάδια των Driver &Oldham (Χαλκιά 2010): προσανατολισμός, ανάδειξη ιδεών (είχε ήδη πραγματοποιηθεί με τον προέλεγχο), αναδόμηση των ιδεών, εφαρμογή των νέων ιδεών και ανασκόπηση των αλλαγών. Επιπλέον προσπαθήσαμε να οικοδομήσουμε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης γιατί πιστεύουμε ότι αυτό οδηγεί σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, ιδιαίτερα σε απαιτητικά μαθήματα, όπως αυτό των Φ.Ε., ενώ συγχρόνως ευνοεί την ανάπτυξη της σκέψης και της κοινωνικότητας των παιδιών

(Lazarowitz &Hertz-Lazarowitz 1998). Συνακόλουθα το θεωρητικό υπόβαθρο για το σχεδιασμό της διδακτικής μας παρέμβασης αποτέλεσε ο συγκερασμός της συνεργατικής γνωστικής διαδικασίας με τις εποικοδομητικές θέσεις στην εκπαιδευτική διαδικασία. Έτσι στηριχτήκαμε σε τρεις παιδαγωγικές αρχές, που είναι:

1. Η προϋπάρχουσα γνώση του μαθητή χρησιμεύει ως εκκίνηση της μαθησιακής διαδικασίας, γι' αυτό και θα πρέπει να αξιοποιείται διδακτικά.
2. Η γνώση οικοδομείται ενεργητικά από τους μαθητές στα πλαίσια συνεργατικών δράσεων.
3. Η μαθησιακή διαδικασία είναι αποτελεσματική όταν εξασφαλίζει την ενεργό εμπλοκή του μαθητή.

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα πρωτόκολλα συνέντευξης προέλεγχου των μαθητών και τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών από τη διεθνή βιβλιογραφία, σχεδιάσαμε, για τη διδακτική παρέμβαση:

- τα μαθησιακά- διδακτικά έργα που χρησιμοποίησε η διδάσκουσα (ερωτήσεις, μεταφορές και αναλογίες, μοντελοποίηση για την εξήγηση του φαινομένου της τριβής στο μικρόκοσμο),
- τα μαθησιακά έργα του φύλλου εργασίας που ήταν: εργαστηριακές ασκήσεις που εκτελούνταν από τις ομάδες των μαθητών, επίλυση προβλήματος (problem solving), άσκηση για κατασκευή γραφικής παράστασης και εξαγωγή του μαθηματικού τύπου της τριβής, ερωτήσεις εφαρμογής της νέας γνώσης στις προσωπικές τους εμπειρίες και συμπλήρωση πίνακα σύγκρισης των απόψεών τους πριν και μετά τη διδασκαλία (φάση της ανασκόπησης).

Περιγράφουμε αντιπροσωπευτικά δύο δραστηριότητες του φύλλου εργασίας: Η 9η δραστηριότητα σχεδιάστηκε για να έλθουν οι μαθητές σε γνωστική σύγκρουση με τις εναλλακτικές απόψεις: «Όσο αυξάνεται η ταχύτητα, η τριβή ολίσθησης μεγαλώνει γιατί το σώμα τρίβεται περισσότερο, ή μικραίνει γιατί η κίνηση γίνεται πιο εύκολα». Είναι μια εργαστηριακή-πειραματική δραστηριότητα με προαποφασισμένη διαδικασία και άγνωστο για τους μαθητές συμπέρασμα. Οι μαθητές αφού εκτελέσουν το πείραμα καλούνται να εφαρμόσουν μια στρατηγική επίλυσης γνωστού προβλήματος. Πιο αναλυτικά (Knight 2004): 1) να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις τους από την κινηματική, 2) να σχεδιάσουν ένα διάγραμμα κίνησης για τον προσδιορισμό του διανύσματος της επιτάχυνσης και της ταχύτητας σε διαφορετικά σημεία της τροχιάς, 3) να σχεδιάσουν ένα διάγραμμα ελεύθερου σώματος για να προσδιοριστούν οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, 4) να δημιουργήσουν μια απεικονιστική αναπαράσταση, όπου σημειώνονται τα δεδομένα και τα σύμβολα και 5) να κάνουν χρήση των εξισώσεων της Κινηματικής και Μηχανικής (μαθηματική αναπαράσταση) για να λυθεί το πρόβλημα.

Η 10η δραστηριότητα (μέρος iv έως ix) του φύλλου εργασίας, η οποία παρατίθεται στο παράρτημα, στόχο είχε να αποδείξουν οι μαθητές ότι η τριβή ολίσθησης δεν εξαρτάται από τη δύναμη που εφαρμόζουμε στο σώμα και ούτε από τη διανυόμενη απόσταση μέχρι αυτό να σταματήσει. Είναι μια επίλυση προβλήματος (problem solving) στην οποία οι μαθητές καλούνται (Βλάχος 2004): 1) να σχεδιάσουν οι ίδιοι το πρόβλημα, 2) να γράψουν τη σχετική θεωρία, 3) να καταστρώσουν μια στρατηγική επίλυσης , 4) να λύσουν το πρόβλημα και 5) να αξιολογήσουν τη λύση. Από τη σκοπιά της Εποικοδόμησης, είναι μια ενεργητική μαθησιακή δραστηριότητα, όπου ο μαθητής εμπλέκεται ουσιαστικά, αναπτύσσοντας δημιουργική και κριτική σκέψη.

Η πραγματοποίηση των διδασκαλιών

Στο τμήμα ελέγχου οι διδασκαλίες είχαν συνολική διάρκεια 4 διδακτικές ώρες ενώ στο πειραματικό τμήμα 7 ώρες. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην έλλειψη προηγούμενης εμπειρίας από τους μαθητές τόσο στον πειραματισμό σε εργαστήριο (δεν ήξεραν να χειρίζονται όργανα όπως το δυναμόμετρο και το χρονόμετρο),όσο και σε εργασία σε ομάδες, οπότε η όλη διαδικασία ήταν πρωτόγνωρη γι' αυτούς. Επιπλέον η πρακτική εργασία που διεξάγεται από τους μαθητές είναι πιο χρονοβόρα διαδικασία από την παραδοσιακή διδασκαλία.

Στον προέλεγχο είχε ζητηθεί από τους μαθητές του πειραματικού τμήματος να συμπληρώσουν 5 ονόματα συμμαθητών τους με τους οποίους θα ήθελαν να συνεργαστούν σε ομάδα Φυσικής. Κατασκευάσαμε το κοινωνιόγραμμα του τμήματος και λαβαίνοντας υπόψη την επίδοση των

μαθητών στο μάθημα της Φυσικής, δημιουργήσαμε 2 ομάδες των 5 μαθητών, ετερογενείς και με προσεκτικά επιλεγμένη σύνθεση (π.χ. κάθε ομάδα αποτελούνταν από ένα άριστο μαθητή, 3 μέτριους και έναν αδύνατο). Προσπαθήσαμε να μυήσουμε τους μαθητές στους στόχους της συνεργατικής μαθητικής ομάδας, πράγμα που ήταν δύσκολο και χρονοβόρο, για παιδιά που δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία. Πιστεύουμε πως αυτό ευοδώθηκε ως ένα βαθμό αφού, όπως παρατηρήσαμε από τις βιντεοσκοπημένες διδασκαλίες:

- Τα μέλη των ομάδων είχαν λεκτική αλληλεπίδραση και εργάστηκαν συλλογικά.
- Οι περισσότεροι μαθητές αισθάνονταν υπεύθυνοι για την ποιότητα της εργασίας τους και τη μάθησή τους και προσπαθούσαν να βοηθήσουν τα «αδύνατα» μέλη της ομάδας.
- Ο κάθε μαθητής συνεισέφερε σύμφωνα με τις δυνατότητές του, αλλά ακόμα και οι «αδύνατοι» μαθητές παροτρύνονταν να ολοκληρώσουν το έργο και όχι να αντιγράψουν από τους καλούς μαθητές.
- Τα μέλη των ομάδων μέσα από διαφωνίες αναθεωρούσαν την αρχική τους άποψη, συνέθεταν νέες θέσεις και αξιολογούσαν ιδέες, χωρίς να επεμβαίνει η ερευνήτρια.

Η ερευνήτρια προσπάθησε να οικοδομήσει ένα ομαδοσυνεργατικό περιβάλλον μάθησης στο οποίο ενθάρρυνε τους μαθητές να σκέφτονται ελεύθερα, συντόνιζε τις ενέργειες και τις δραστηριότητές τους και τους βοηθούσε να συνδυάσουν τη νέα γνώση με τις εμπειρίες τους.

Κατά τη διάρκεια και των δύο ειδών διδασκαλίας έγινε προβολή σε διαφάνειες Power-Point: των συμπερασμάτων και των εφαρμογών της τριβής στην καθημερινή ζωή, σκίτσων με θέμα «Η τριβή σε κόμικς» (Φωτεινόπουλος 1983), του μοντέλου των αλληλοσυμπλεκόμενων επιφανειών και του μοντέλου των τοπικών συγκολλήσεων (Bowden &Tabor 1950, Besson et al. 2007) για την ερμηνεία της φύσης της τριβής σε μικροσκοπικό επίπεδο, δίνοντας με αυτό τον τρόπο έμφαση όχι μόνο στο πώς θα διδάξουμε κάτι αλλά και στο περιεχόμενο της διδασκαλίας μας. Στους μαθητές δε δόθηκαν σημειώσεις για μελέτη στο σπίτι.

Ο μεταέλεγχος

Πραγματοποιήθηκε στο ίδιο δείγμα με το ίδιο ερωτηματολόγιο με τον προέλεγχο, στο οποίο όμως οι μαθητές απάντησαν γραπτά. Παρόλο που διεξήχθη ένα μήνα μετά το πέρας των διδασκαλιών, οι μαθητές είχαν μόλις εισαχθεί στο κεφάλαιο της Δυναμικής στο σχολείο (γιατί παρεμβλήθηκαν οι διακοπές των Χριστουγέννων).

Τα αποτελέσματα της έρευνας

Παρουσιάζουμε ενδεικτικά κάποιες ερωτήσεις που δόθηκαν στα ερωτηματολόγια προελέγχου και μεταελέγχου. Στους επόμενους πίνακες καταγράφονται οι κατηγορίες των απαντήσεων των 10 μαθητών του τμήματος ελέγχου και 10 μαθητών του πειραματικού τμήματος στα δύο τεστ με τις απόλυτες συχνότητές τους.

Ερώτηση 1: i) Ένας εργάτης προσπαθεί να κινήσει το κιβώτιο πάνω στο έδαφος προς τα δεξιά, δηλαδή ασκεί δύναμη στο κιβώτιο μέσω του σχοινιού. Το κιβώτιο, όμως, δεν κινείται. Γιατί συμβαίνει αυτό; ii) Να σχεδιάσεις τις δυνάμεις που ασκούνται στο κιβώτιο (στην κατακόρυφη και οριζόντια διεύθυνση) και να τις ονομάσεις.

Πίνακας 1. Κατανομή των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 1 του προ-τεστ και μετα-τεστ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	Τμήμα ελέγχου		Πειραματικό τμήμα	
	προ-τεστ	μετα-τεστ	προ-τεστ	μετα-τεστ
1. Διάφορες (Δεν απαντούν/ μη κατατάξιμες)	0	1	2	0
Εναλλακτικές ιδέες				
2. Ο εργάτης δεν ασκεί αρκετή δύναμη και το κιβώτιο είναι βαρύ (ή το βάρος του κιβωτίου είναι μεγαλύτερο από τη	5	4	4	2

δύναμη του εργάτη). Δεν αναφέρουν ούτε σχεδιάζουν την τριβή.				
3. Το κιβώτιο είναι βαρύ αλλά έχει σχέση και το έδαφος. Δε σχεδιάζουν την τριβή.	2	0	2	0
4. Ο εργάτης δεν ασκεί αρκετή δύναμη και το εμποδίζει και η τριβή. Σχεδιάζουν λάθος την τριβή.	2	0	0	0
Ελλιπείς				
5. Ο εργάτης δεν ασκεί αρκετή δύναμη/ η μάζα του κιβωτίου είναι μεγάλη αλλά και η επιφάνεια είναι τραχιά. Σχεδιάζουν σωστά την τριβή.	0	1	2	0
6. Η δύναμη της τριβής μεγαλύτερη από τη δύναμη του εργάτη. Σχεδιάζουν σωστά την τριβή.	0	2	0	0
Επιστημονικά αποδεκτές				
7. Υπάρχει τριβή μεταξύ του κιβωτίου και του εδάφους και είναι ίση με τη δύναμη του εργάτη. Σχεδιάζουν σωστά και τις 4 δυνάμεις που ασκούνται στο κιβώτιο.	1	2	0	8
Συνολικό δείγμα	10	10	10	10

Ερώτηση 8: Σ' ένα πείραμα σπρώχνουμε ένα σώμα κατά μήκος οριζόντιου δαπέδου, οπότε αυτό αποκτά αρχική ταχύτητα υ_0=2 m/s. Μετά το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Το δάπεδο δεν είναι λείο. Το σώμα σταματά αφού διανύσει 2m. Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, όμως τώρα σπρώχνουμε το σώμα με μεγαλύτερη δύναμη οπότε αποκτά αρχική ταχύτητα υ_0=4 m/s. Το σώμα σταματά αφού διανύσει 8m. Σε ποια από τις δύο περιπτώσεις η *τριβή* ανάμεσα στο σώμα και στο δάπεδο είναι μεγαλύτερη; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.

Πίνακας 2. Κατανομή των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 8 του προ-τεστ και μετα-τεστ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	Τμήμα ελέγχου		Πειραματικό τμήμα	
	προ-τεστ	μετα-τεστ	προ-τεστ	μετα-τεστ
1. Διάφορες (Δεν απαντούν/ μη κατατάξιμες)	0	0	0	0
Εναλλακτικές ιδέες				
2. Δεν υπάρχει τριβή.	0	0	1	0
3. Η τριβή είναι μεγαλύτερη στη 2η περίπτωση (γιατί το σώμα έχει διανύσει μεγαλύτερη απόσταση).	7	4	5	3
4. Η τριβή είναι μεγαλύτερη στην 1η περίπτωση (αφού το σώμα σταματάει πιο γρήγορα έχει μεγαλύτερη τριβή).	0	2	2	2
Ελλιπείς				
5. Η τριβή παραμένει σταθερή (ασαφής δικαιολόγηση).	1	1	1	1
Επιστημονικά αποδεκτές				
6. Η τριβή παραμένει σταθερή (δεν εξαρτάται από την απόσταση, πάει πιο μακριά γιατί αυξήσαμε την ταχύτητα).	2	3	1	4
Συνολικό δείγμα	10	10	10	10

Ερώτηση 12: Θέλουμε να κρεμάσουμε στον τοίχο ένα κάδρο βάρους 15N και ένα άλλο διπλάσιου βάρους 30N. Τα δύο κάδρα έχουν το ίδιο μέγεθος, δηλαδή το εμβαδόν της επιφάνειας που ακουμπάει στον τοίχο είναι το ίδιο. Επίσης το πίσω μέρος των κάδρων είναι φτιαγμένο από το ίδιο υλικό. Προκειμένου να σημαδέψουμε τη θέση του καρφιού στον τοίχο, πιέζουμε με το άλλο χέρι μας το κάδρο κάθετα προς τον τοίχο, αλλά και στις δύο περιπτώσεις το κάδρο γλιστράει πάνω στον

τοίχο προς τα κάτω. Αν και στις δύο περιπτώσεις το χέρι μας ασκεί την ίδια δύναμη F πάνω στο κάδρο, σε ποια από τις δύο περιπτώσεις η τριβή ανάμεσα στο κάδρο και στον τοίχο είναι μεγαλύτερη; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου, σχεδιάζοντας και τις κατάλληλες δυνάμεις πάνω στα κάδρα.

Πίνακας 3. Κατανομή των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 12 του προ-τεστ και μετα-τεστ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	Τμήμα ελέγχου		Πειραματικό τμήμα	
	προ-τεστ	μετα-τεστ	προ-τεστ	μετα-τεστ
1. Διάφορες (Δεν απαντούν/ μη κατατάξιμες)	0	2	0	0
Εναλλακτικές ιδέες				
2. Δεν υπάρχει τριβή.	0	0	0	0
3. Η τριβή είναι μεγαλύτερη στο ελαφρύ κάδρο (γιατί το βαρύ κάδρο θα πέσει πιο γρήγορα).	3	2	0	2
4. Η τριβή είναι μεγαλύτερη στο βαρύ κάδρο (γιατί όσο μεγαλύτερο είναι το βάρος η τριβή είναι μεγαλύτερη).	2	1	4	1
Ελλιπείς				
5. Η τριβή παραμένει σταθερή (σχεδιάζουν λάθος τις T, N).	5	4	6	2
Επιστημονικά αποδεκτές				
6. Η τριβή παραμένει σταθερή (η τριβή εξαρτάται από τη δύναμη που πιέζουμε το κάδρο/ στην κατακόρυφη κίνηση η τριβή δεν επηρεάζεται από το βάρος).	0	1	0	5
Συνολικό δείγμα	10	10	10	10

Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρούμε ότι:

- Πριν τις διδασκαλίες, 9 στους 10 μαθητές του τμήματος ελέγχου (Τ.Ε.) και οι 10 μαθητές του πειραματικού τμήματος (Π.Τ.) δε θεωρούν την τριβή (στατική) ως αιτία της ακινησίας ενός σώματος πάνω σε τραπέζι, στο οποίο ασκείται εξωτερική οριζόντια δύναμη, αλλά άλλους παράγοντες π.χ. το σχοινί, το βάρος του κιβωτίου, την εξωτερική δύναμη (κατηγορίες 1-5 του πίνακα 1). Αντίστοιχα μετά τις διδασκαλίες ο αριθμός αυτός μειώνεται σε 6 για το Τ.Ε. και 2 για το Π.Τ.
- Πριν τις διδασκαλίες μόνο 3 μαθητές του Τ.Ε. και 2 του Π.Τ. θεωρούν την τριβή ανεξάρτητη από την απόσταση που διανύει το σώμα, ενώ μετά τις διδασκαλίες είναι αντίστοιχα 4 και 5 μαθητές (πίνακας 2).
- Κανένας μαθητής, πριν τις διδασκαλίες, δεν μπόρεσε να δικαιολογήσει γιατί η τριβή στην κατακόρυφη κίνηση ενός σώματος δεν εξαρτάται από το βάρος του (κατηγορία 6 του πίνακα 3), ενώ μετά τη διδασκαλία ο αριθμός αυτός αυξήθηκε κατά 1 μαθητή στο Τ.Ε. και 5 μαθητές στο Π.Τ.

Η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε με το t-test έδειξε ότι στην πλειονότητα από τις 15 ερωτήσεις που εξετάστηκαν, η διαφορά στη μέση τιμή post και pre-test του Π.Τ. ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του Τ.Ε. Ωστόσο, η διαφορά μεταξύ των δύο τμημάτων δεν είναι στατιστικά σημαντική, γεγονός που οφείλεται στο μικρό μέγεθος του δείγματός μας.

Συμπεράσματα

Η καταγραφή των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών της παρούσας έρευνας επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας αλλά και τα συμπληρώνει, γιατί με τις ατομικές συνεντεύξεις διερευνήθηκε ενδελεχώς η τριβή (στατική και ολίσθησης) ανάμεσα σε στερεά σώματα. Οι σημαντικότερες παρανοήσεις που προέκυψαν και από τις 15 ερωτήσεις είναι:

-Ένα ακίνητο σώμα σε οριζόντιο δάπεδο, που του ασκούμε οριζόντια δύναμη παραμένει ακίνητο γιατί είναι μεγάλο το βάρος του ή το βάρος του είναι μεγαλύτερο από την ασκούμενη δύναμη, δηλαδή συγκρίνουν το βάρος με μία οριζόντια δύναμη, συμπέρασμα στο οποίο καταλήγει και η έρευνα των Κουκουτσάκη κ.ά. (2004).
-Ένα σώμα που του ασκούμε δύναμη: α) εάν είναι ακίνητο παραμένει ακίνητο γιατί η τριβή είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική δύναμη, β) εάν εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση τότε δεν του ασκείται τριβή (ολίσθησης), δηλαδή οι μαθητές αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν τον 1^{ο} νόμο του Νεύτωνα και στις δύο περιπτώσεις.
- Η τριβή ολίσθησης αυξάνεται όσο αυξάνεται: το εμβαδόν της επιφάνειας συνεπαφής των δύο σωμάτων /η ταχύτητα του σώματος/ η εξωτερική δύναμη/ η απόσταση που διανύει το σώμα (Stead & Osborne 1981).
-Η τριβή ολίσθησης εξαρτάται πάντα από το βάρος του σώματος είτε αυτό κινείται σε οριζόντιο είτε σε κατακόρυφο επίπεδο. Η ιδέα αυτή οφείλεται στην τάση των μαθητών να εξισώνουν την κάθετη δύναμη N με το βάρος του σώματος, μια τάση που ευνοείται από τα παραδείγματα στα σχολικά εγχειρίδια, που εστιάζουν σε καταστάσεις οριζόντιας κίνησης, στις οποίες η κάθετη δύναμη N ισούται με το βάρος (Besson et al. 2010).
-Η τριβή ολίσθησης μεγαλώνει όταν το σώμα ανεβαίνει σε κεκλιμένο επίπεδο, γιατί δυσκολεύεται στην κίνησή του, ενώ μικραίνει όταν αυτό κατεβαίνει στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο, γιατί είναι «κατηφόρα» και τρέχει με μεγάλη ταχύτητα.
-Η τριβή ολίσθησης είναι ίδια είτε ασκούμε στο σώμα οριζόντια δύναμη F είτε δύναμη που σχηματίζει γωνία με το οριζόντιο επίπεδο, αφού το μέτρο της δύναμης παραμένει ίδιο.

Συνοψίζοντας, οι μαθητές στις συνεντεύξεις τους πριν τη διδασκαλία ερμήνευαν τα φαινόμενα με βάση ένα νοητικό μοντέλο στο οποίο η τριβή ολίσθησης εξαρτάται από το είδος των τριβόμενων επιφανειών (που είναι σωστό),αλλά και από ένα πλήθος άλλων παραγόντων, χωρίς όμως να υποψιάζονται την εξάρτηση της τριβής από την κάθετη δύναμη N που συμπιέζει τις δύο επιφάνειες.

Η σύγκριση των δύο μεθόδων διδασκαλίας έδειξε ότι η εποικοδομητική μας παρέμβαση σε συνδυασμό με τη συνεργατική μάθηση ήταν αποτελεσματικότερη από την παραδοσιακή διδασκαλία, αφού οι μαθητές του πειραματικού τμήματος στις περισσότερες ερωτήσεις παρουσίασαν μεγαλύτερη βελτίωση σε σύγκριση με τους μαθητές του τμήματος ελέγχου. Στο αποτέλεσμα αυτό συνέβαλαν όχι μόνο τα κατάλληλα μαθησιακά έργα αλλά και η συνεργασία μεταξύ των μαθητών, η οποία τους κατέστησε υπεύθυνους για τη δική τους μάθηση. Όπως εύστοχα διατύπωσε μια μαθήτρια, τη στιγμή που διαφωνούσε με μια συμμαθήτριά της: « Μου αρέσει πιο πολύ να βρίσκω το σωστό με τη συμμαθήτριά μου, παρά να μου το εξηγεί ο καθηγητής…».Τα ενθαρρυντικά αυτά αποτελέσματα μας προέτρεψαν να δρομολογήσουμε έρευνα σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών από όλο τον ελλαδικό χώρο.

Βιβλιογραφία

Βλάχος, Ι. (2004). Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της Εποικοδόμησης. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2000). Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας (μετάφραση Στ. Κυρανάκης κ.ά. 2008). Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα.

Knight, R. (2004). Πέντε Εύκολα Μαθήματα. Στρατηγικές για την επιτυχή διδασκαλία της Φυσικής. (Μετάφραση Π. Τζαμαλής). Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα 2006.

Κουκουτσάκης, Α., Μητρόπουλος, Δ., Σαμαράκου, Μ., Γρηγοριάδου, Μ. & Βοσνιάδου, Στ. (2004). Διδασκαλία της τριβής με τη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Διανύσματα στη Φυσική και τα

Μαθηματικά». Πρακτικά του 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ), 35-44, Αθήνα.

Πατρινόπουλος, Μ, Οβαδίας, Σ., Δημόπουλος, Β. & Καλκάνης, Γ. (2002) Μία εκπαιδευτική πρόταση για τη διδασκαλία /εργαστηριακή πρακτική της τριβής μεταξύ στερεών σωμάτων με προσομοίωση του μικρόκοσμου και διασύνδεσης της εργαστηριακής διάταξης με τον Η/Υ μέσω προσομοιώσεων. Πρακτικά του 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και τις Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση , 748-755, Ρέθυμνο.

Φωτεινόπουλος, Β. (1983). Η Φυσική σε κόμικς. Εκδόσεις Βλάσση.

Χαλκιά, Κ. (2010).Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις (Τόμος Α΄). Εκδόσεις Πατάκη.

Besson, U. & Viennot, L. (2004). Using models at the mesoscopic scale in teaching physics: two experimental interventions in solid friction and fluid statics. International journal of Science Education, 26 (9), 1083- 1110.

Besson, U., Borghi, L., De Ambrosis, A., Mascheretti, P. (2007). How to teach friction: Experiments and models. American Journal of Physics, 75(12), 1106-1113.

Besson, U., Borghi, L., De Ambrosis, A., Mascheretti, P. (2010). A Three- Dimensional Approach and Open Source Structure for the Design and Experimentation of Teaching-Learning Sequences: The case of friction. International Journal of Science Education, 32 (10), 1289-1313.

Bowden, F. & Tabor, D. (1950). The Friction and Lubrication of Solids. Oxford University Press, New York (reprinted 2008).

Hahner, G. & Spencer, N. (1998). Rubbing and scrubbing. Physics Today, 51(9), 22-27.

Lazarowitz, R. & Hertz-Lazarowitz, R. (1998). Cooperative learning in the science curriculum. Στο Fraser, B. & Tobin, K. (Eds): International Handbook of Science Education, G.B. : Kluwer Academic Publishers, 449-469.

Mate, C.M. (2008). Tribology on the Small Scale. Oxford University Press, New York.

Ringlein, J. & Robbins, M.O. (2004). Understanding and illustrating the atomic origins of friction. American Journal of Physics, 72(7), 884-891.

Stead, K. & Osborne, R. (1981). What is Friction?- Some Children's Ideas. The Australian Science Teachers Journal, 27 (3), 51-57.

Παράρτημα (Δραστηριότητα 10η)

(iv)

- Έχετε στη διάθεσή σας ένα χάρακα, ένα χρονόμετρο, ένα δυναμόμετρο, σώματα , βαρίδια, τροχαλίες , νήμα, τριβόμετρο (ή και άλλα απλά όργανα) και είναι γνωστό ότι $g=9,81\ m/s^2$.
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα συμπεράσματα των ερωτημάτων 10 (i), (ii) και (iii).
- Σκοπός μας είναι να μελετήσουμε **αν υπάρχει σχέση μεταξύ της δύναμης με την οποία σπρώχνουμε αρχικά ένα σώμα** (άρα και της αρχικής ταχύτητας του σώματος) **και της τριβής ολίσθησης που ασκείται στο σώμα** (π.χ. δυνατό σπρώξιμο σημαίνει μεγάλη αρχική ταχύτητα και άρα μεγάλη τριβή).
- Επιπλέον πολλοί μαθητές ισχυρίζονται ότι όσο πιο μακριά φτάνει ένα σώμα τόσο πιο μεγάλη είναι η τριβή που του ασκείται.

Μπορείτε να περιγράψετε ένα πείραμα που να ελέγχει τις δύο τελευταίες από τις προηγούμενες προτάσεις, οι οποίες αποτελούν και το **πρόβλημα** που πρέπει να λύσετε; Ο κάθε μαθητής να γράψει σύντομα τη δική του πρόταση για πείραμα.

(v) Με τα άλλα μέλη της ομάδας σου συζήτησε το πείραμα που σκέφτηκε ο καθένας σας και με διάλογο επιλέξτε ένα από αυτά. Να συμφωνήσετε σε μία κοινή πορεία λύσης του προβλήματος (της ομάδας), και να την γράψετε. Μη λύσετε το πρόβλημα.
(vi) Μετά από συζήτηση στην τάξη του πειράματος της κάθε ομάδας και της πορείας λύσης του προβλήματος καταλήξτε στο πλέον αποτελεσματικό πείραμα. Να γράψετε το πείραμα (της τάξης) και την πορεία λύσης του προβλήματος.
(vii) Αφού πραγματοποιήσετε το πείραμα (της τάξης), να συμπληρώσετε τον πίνακα με τις μετρήσεις.

Γνωστές ποσότητες			*Άγνωστες ποσότητες*		

(viii) Στη συνέχεια να κάνετε τους κατάλληλους μαθηματικούς υπολογισμούς για να υπολογίσετε τις άγνωστες ποσότητες. Να καταγράψετε τα αποτελέσματά σας στον παραπάνω πίνακα.
(ix) Με την πορεία που ακολουθήσατε επιτεύχθηκε ο σκοπός σας; Τι συμπέρασμα προκύπτει για την τριβή;

Συνεργατική διδακτική προσέγγιση της σχετικής κίνησης και του ρόλου της τριβής στη σχετική μεταφορική και περιστροφική κίνηση, σε μαθητές της Α΄ Λυκείου.

Ευαγγελοπούλου Αναστασία, Μίχας Παύλος
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
anevag@hol.gr, pmichas@eled.duth.gr

Περίληψη. Η σχετικότητα του Γαλιλαίου, παρόλο που εξηγεί πλήθος φαινομένων της καθημερινής ζωής δε διδάσκεται στο Λύκειο. Επιπλέον, οι μαθητές θεωρούν πάντα την τριβή ως «δύναμη φρεναρίσματος» και όχι ως μία δύναμη που εμποδίζει τη σχετική κίνηση του ενός σώματος ως προς το άλλο σώμα που είναι σε επαφή. Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα μιας προσπάθειας να διδάξουμε τη σχετική κίνηση προκειμένου να κατανοήσουν οι μαθητές ότι η τριβή μπορεί να επηρεάσει ποικιλοτρόπως την κίνηση ενός σώματος. Η διδακτική παρέμβαση που σχεδιάσαμε ήταν εποικοδομητικής κατεύθυνσης βασισμένη στο συνεργατικό μοντέλο μάθησης και εφαρμόστηκε στο πειραματικό τμήμα, ενώ το τμήμα ελέγχου υποβλήθηκε σε παραδοσιακή διδασκαλία. Από τα πρωτόκολλα συνέντευξης του προελέγχου και τα ερωτηματολόγια του μεταελέγχου προέκυψε μεγαλύτερη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών του πειραματικού τμήματος στο: α) να εξηγούν γιατί στην περίπτωση του βαδίσματος και της σχετικής μεταφορικής κίνησης ενός σώματος πάνω σε άλλο σώμα έχουμε «προώθηση από την τριβή» και β) να αντιλαμβάνονται το διττό ρόλο της τριβής στην καμπυλόγραμμη κίνηση σώματος πάνω σε περιστρεφόμενο δίσκο.

Abstract. Although the Galilean relativity is connected with a large number of everyday life phenomena, isn't taught in secondary education in Greece. Moreover, students always consider friction as a "braking force" and not as a force opposing the relative motion of a body. In this work, we present the results of our attempt to teach the relative motion to the students in order to understand that friction can affect motion variously. We constructed an constructivist instruction based to the cooperative learning, and we applied it to the experimental group while the control group was taught in the traditional way. Analysing the interview protocols (pretest) and the post-test questionnaires, we found out that students in the experimental group were better than their counterparts in the control group, in: a) explaining why in the case of walking or of relative translation of a body there is "propulsion by friction" and b) understanding the double role that friction can play in the curvilinear motion of a body on a rotating disk.

Εισαγωγή

Η σχετική κίνηση του Γαλιλαίου άπτεται με πλήθος εμπειριών της καθημερινής ζωής. Ερωτήματα όπως: «Γιατί βλέπουμε το λιμάνι να απομακρύνεται όταν βρισκόμαστε πάνω σε κινούμενο πλοίο; Γιατί νομίζουμε ότι τα αυτοκίνητα που κινούνται στην εθνική οδό στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας από το αυτοκίνητό μας τρέχουν με ιλιγγιώδη ταχύτητα; Γιατί το παιδί που περιστρέφεται πάνω στο μύλο της παιδικής χαράς βλέπει όλα τα πράγματα να γυρίζουν; Γιατί τα δέντρα στο δρόμο «φεύγουν προς τα πίσω», όταν κινούμαστε με το αυτοκίνητο; Γιατί νιώθουμε να τιναζόμαστε προς τα έξω της στροφής, όταν στρίβουμε με το αυτοκίνητο;» προβληματίζουν τόσο τα μικρά παιδιά όσο και τους μεγάλους.

Η έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών έχει να επιδείξει προσπάθειες εισαγωγής σύγχρονης Φυσικής-Κβαντική Φυσική, Μη Γραμμικά Συστήματα, Ειδική Θεωρία της

Σχετικότητας (Δημητριάδη, Χαλκιά & Σκορδούλης 2009)- στα λύκεια. Στο εξωτερικό έχουν γίνει έρευνες που αφορούν τις παρανοήσεις μαθητών/φοιτητών για τη σχετικότητα του Γαλιλαίου (Ramadas, Barve & Kumar 1996α και β).Σε προγενέστερη έρευνά μας (Ευαγγελοπούλου & Μίχας 2009) σε φοιτητές Παιδαγωγικού Τμήματος προέκυψε ότι η διδασκαλία τούς βοήθησε (σε ποσοστό 35-70%): α) να διακρίνουν τα συστήματα αναφοράς σε αδρανειακά και μη, β) να διακρίνουν τις δυνάμεις σε Νευτώνειες και αδρανειακές (ψευδοδυνάμεις π.χ. φυγόκεντρος, Coriolis) και γ) να περιγράφουν τις διαφορετικές τροχιές που αντιλαμβάνεται ο αδρανειακός και μη αδρανειακός παρατηρητής (π.χ. περιστρεφόμενος) για την κίνηση του ίδιου σώματος.

Επιπλέον η προσωπική μας εμπειρία από τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης πρόσθεσε έναν ακόμα προβληματισμό: « Γιατί οι μαθητές θεωρούν την τριβή ως μια δύναμη, αντίθετη από την ταχύτητα και άρα εμποδίζει *πάντα* την κίνηση και όχι αντίθετη προς την τάση κίνησης του σώματος *σε σχέση* με την επιφάνεια επαφής του με το άλλο σώμα;», συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε και η έρευνα του Chia (1989) σε 16χρονους μαθητές. Σε άλλη έρευνα (Caldas & Saltiel 1995), η πλειονότητα των ερωτηθέντων (φοιτητές και καθηγητές Λυκείου) διατηρούσαν την εναλλακτική ιδέα ότι η τριβή λειτουργεί ως φρένο στην κίνηση. Με άλλα λόγια οι μαθητές δεν κατανοούν ότι η τριβή αντιστέκεται στη *σχετική κίνηση* του ενός σώματος ως προς το άλλο, γεγονός που τους στερεί τη δυνατότητα να εξηγήσουν πολλά φαινόμενα της καθημερινής ζωής, όπως το βάδισμα, το ξεκίνημα του αυτοκινήτου, το ανέβασμα σε σχοινί, το κράτημα του ποτηριού με την παλάμη μας.

Για τη διδασκαλία σε μαθητές της Α΄ Λυκείου, των περιπτώσεων στις οποίες η τριβή δρα ως «προωθητική δύναμη» η Viennot (2003) προτείνει μια διδακτική ακολουθία εισάγοντας ένα μη ρεαλιστικό μοντέλο σε ενδιάμεση κλίμακα (mesoscopic model), σύμφωνα με το οποίο τα σώματα (π.χ. η σόλα του παπουτσιού) περιγράφονται ως επιφάνειες γεμάτες με πριονωτές, άκαμπτες ανωμαλίες (Besson & Viennot 2004), ενώ οι Caldas και Saltiel (2000) προτείνουν το «μοντέλο της βούρτσας» (modele de la brosse, στο παράρτημα). Επιπλέον, οι Besson et al. (2010) ανέπτυξαν μια ακολουθία στην οποία παρουσιάζονται ποιοτικά τα μοντέλα παραγωγής τριβής (π.χ. τοπικών συγκολλήσεων) προκειμένου οι μαθητές να κατανοούν την παρουσία και την κατεύθυνση των δυνάμεων τριβής σε διάφορες περιπτώσεις.

Θεωρήσαμε πως δε θα ήταν αδόκιμο να προσπαθήσουμε να διδάξουμε τη σχετικότητα του Γαλιλαίου προκειμένου να κατανοηθεί ο διαφορετικός ρόλος της τριβής στην κίνηση, αποκομίζοντας τα σχετικά οφέλη από το συνδυασμό τους, δηλαδή: α)να αμφισβητήσουν οι μαθητές την άποψή τους ότι οι κινήσεις που αντιλαμβάνονται οι ίδιοι είναι και οι «πραγματικές»,ανακαλύπτοντας πως διαφορετικοί παρατηρητές αντιλαμβάνονται διαφορετικές κινήσεις και τροχιές για το ίδιο σώμα, β)να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη, ανακαλύπτοντας τον πολυδιάστατο ρόλο της τριβής στις διάφορες κινήσεις (η τριβή ως επιβραδύνουσα δύναμη/ επιταχύνουσα δύναμη/ κεντρομόλος δύναμη/ ως δύναμη που επιταχύνει επιτρόχια το σώμα και ταυτόχρονα δρα ως κεντρομόλος).

Μεθοδολογία της έρευνας

Οι στόχοι της έρευνας ήταν:

1. Να διερευνήσουμε τις απόψεις των μαθητών για τη σχετική κίνηση και την τριβή στη σχετική κίνηση.
2. Να σχεδιάσουμε μια διδακτική παρέμβαση εποικοδομητικού τύπου σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης.
3. Να αξιολογήσουμε την αποτελεσματικότητα της διδακτικής παρέμβασης που σχεδιάσαμε.

Το δείγμα μας ήταν 20 μαθητές (14 αγόρια και 6 κορίτσια) Α΄ Λυκείου του 1ου Λυκείου Υμηττού στην Αθήνα. Χωρίστηκαν σε δύο τμήματα, ελέγχου (στο οποίο εφαρμόστηκε η παραδοσιακή διδασκαλία) και πειραματικό (στο οποίο εφαρμόστηκε η διδακτική

παρέμβαση). Τα τμήματα ήταν μεικτής επίδοσης, με βάση την επίδοση των μαθητών στη Φυσική, έτσι ώστε να είναι ισοδύναμα. Η έρευνα διεξήχθη το Δεκέμβριο του 2009 και κατά τη διάρκειά της οι μαθητές διδάσκονταν παράλληλα το μάθημα της Φυσικής από την καθηγήτριά τους στο σχολείο και βρίσκονταν στο Κεφάλαιο των Κινήσεων (στην επιβραδυνόμενη κίνηση).

Διαδικασία

Ο προέλεγχος

Χρησιμοποιήσαμε την τεχνική των ατομικών και ημιδομημένων συνεντεύξεων (Βάμβουκας 1993) από κοινού με το ερωτηματολόγιο - τεστ Φυσικής (στο οποίο οι μαθητές απαντούσαν προφορικά), με σκοπό τη βαθύτερη μελέτη και ανάδειξη των ιδεών των μαθητών για τη σχετική κίνηση. Οι ερωτήσεις (15 στο σύνολό τους) ήταν ανοικτού τύπου ή πολλαπλής επιλογής ή τύπου σωστού-λάθους, με δικαιολόγηση της απάντησης.

Ο σχεδιασμός των διδασκαλιών

Το γνωστικό αντικείμενο της διδασκαλίας δεν υπάρχει στο σχολικό εγχειρίδιο, γι΄ αυτό και προσπαθήσαμε να προσεγγίσουμε την επιστημονική γνώση με απλό τρόπο, λιγότερο με μαθηματικές σχέσεις και ορολογίες και περισσότερο ποιοτικά. Οι μαθητές του τμήματος ελέγχου (Τ.Ε.) διδάχτηκαν το ίδιο γνωστικό περιεχόμενο με το πειραματικό τμήμα (Π.Τ.) και η παραδοσιακή διδασκαλία είχε τους ίδιους γνωστικούς στόχους με τη διδακτική παρέμβαση. Πριν τη διεξαγωγή των διδασκαλιών, οι μαθητές του Τ.Ε. είχαν υποβληθεί σε τετράωρη παραδοσιακή διδασκαλία και οι μαθητές του Π.Τ. σε εφτάωρη εποικοδομητική διδακτική παρέμβαση με θέμα: « Η τριβή (στατική, ολίσθησης) ανάμεσα σε στερεά σώματα και οι νόμοι της τριβής ολίσθησης». Όλες οι διδασκαλίες διεξήχθησαν από την ερευνήτρια.

Η διδακτική παρέμβαση που σχεδιάσαμε, βασίζεται στη συνεργατική γνωστική διαδικασία σ΄ ένα εποικοδομητικό πλαίσιο μάθησης, στο οποίο η μάθηση θεωρείται βαθμιαία διαδικασία απόκτησης εξειδίκευσης μέσω της συμμετοχής σε κατάλληλες συνεργατικές δραστηριότητες, που προσφέρουν τη δυνατότητα στο υποκείμενο να οικοδομήσει ή να μετασχηματίσει τη γνώση του. Ο μαθητής εμπλέκεται ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, αφού οποιοδήποτε μαθησιακό έργο και αν δοθεί, πρέπει να διερευνηθεί συλλογικά μέσα από την ομάδα. Τα μέλη της ομάδας επικοινωνούν, μοιράζονται ιδέες, μελετούν τα δεδομένα, παίρνουν αποφάσεις, καταλήγουν σε συμπεράσματα δηλαδή εξοικειώνονται με την επιστημονική νοοτροπία. Κατά συνέπεια, αναπτύσσεται η σκέψη των μαθητών και προάγεται η κατανόηση και εμπέδωση της γνώσης (Κόκκοτας 2008). Οι διδακτικές στρατηγικές που εφαρμόσαμε στο Π.Τ. φαίνονται αναλυτικά στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Το σχέδιο μαθήματος της διδακτικής παρέμβασης.

Γνωστικό περιεχόμενο	**Διδακτικός στόχος που επιδιώκεται**	**Διδακτικά – Μαθησιακά Έργα**
Σχετική κίνηση Συστήματα αναφοράς (δε γίνεται διάκριση σε αδρανειακά και μη)	1.Να αντιληφθούν οι μαθητές ότι η περιγραφή μιας κίνησης εξαρτάται από αυτόν που την παρατηρεί (δεν υπάρχουν πραγματικές και φαινομενικές κινήσεις). 2. Να εκτιμήσουν ποσοτικά την ταχύτητα του ακίνητου παρατηρητή ως προς κινούμενο παρατηρητή με σταθερή ταχύτητα (αδρανειακός παρατηρητής).	Οι μαθητές ασχολούνται με ερωτήσεις του φύλλου εργασίας με απλά παραδείγματα της καθημερινής ζωής. Δεν εισάγονται οι όροι: Αδρανειακός (= ακίνητος ή εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση) και μη αδρανειακός παρατηρητής (επιταχυνόμενος). Χάριν ευκολίας, οι παρατηρητές διακρίνονται σε: • *ακίνητους,* • *κινούμενους* (με ευθ. ομαλή κίνηση)

		• *περιστρεφόμενους*(μη αδρανειακούς) και αυτή τη διάκριση θα χρησιμοποιήσουμε στην εργασία μας.
Σχετική ταχύτητα	3. Να υπολογίσουν εμπειρικά και όχι με τύπο, την ταχύτητα ενός σώματος ως προς άλλο κινούμενο σώμα, όταν οι απόλυτες ταχύτητές τους είναι ίδιας ή αντίθετης κατεύθυνσης.	Πειραματική δραστηριότητα: οι μαθητές παριστάνουν τα κινούμενα σώματα Άσκηση του φύλλου εργασίας: αυτοκίνητα που κινούνται στην εθνική οδό (σε παράλληλες λωρίδες κυκλοφορίας, ίδιας ή αντίθετης κατεύθυνσης).
Τροχιές σώματος ως προς ακίνητο και κινούμενο παρατηρητή (αδρανειακοί παρατηρητές)	4. Να συνειδητοποιήσουν ότι διαφορετικοί παρατηρητές αντιλαμβάνονται, όχι μόνο διαφορετικές ταχύτητες για το ίδιο σώμα, αλλά και διαφορετικές τροχιές.	Ερωτήσεις του φύλλου εργασίας: ▪ κίνηση βάρκας σε ποτάμι, που παρασύρεται από το ρεύμα, ▪ τροχιά μπάλας του μπέιζμπολ, για ακίνητο παίκτη και παίκτη που τρέχει με σταθερή ταχύτητα.
Τριβή και σχετική μεταφορική κίνηση Η τριβή αντιτίθεται στη **σχετική κίνηση** του ενός σώματος ως προς το άλλο, που έρχεται σε επαφή, επομένως στη μεταφορική κίνηση μπορεί να έχει την ίδια ή αντίθετη κατεύθυνση με την ταχύτητα	5. Να εφαρμόσουν τον 3ο νόμο του Νεύτωνα για να εξηγήσουν τον τρόπο που βαδίζει ο άνθρωπος. 6.Να έρθουν σε γνωστική σύγκρουση όταν ανακαλύψουν το διαφορετικό ρόλο της τριβής για τον άνθρωπο και για το χαλασμένο αυτοκίνητο. 7. Να ανακαλύψουν το ρόλο της τριβής ως «**προωθητικής δύναμης**» σώματος 2 που βρίσκεται πάνω σε επιταχυνόμενο σώμα 1 και: i)κινούνται με την ίδια επιτάχυνση (δηλαδή το σώμα 2 είναι ακίνητο σε σχέση με το σώμα 1) ii) κινούνται με διαφορετική επιτάχυνση (το σώμα 2 κινείται ως προς το σώμα 1).	Σχεδιάζουν σε διαγράμματα ελεύθερου σώματος τις δυνάμεις που ασκούνται στο πόδι του ανθρώπου και στο έδαφος Δραστηριότητα 8η του φύλλου εργασίας (παράρτημα). Ο σχεδιασμός των δυνάμεων σε κάθε σώμα γίνεται σε διαφορετικό πλαίσιο (τεχνική των fragmented diagrams, Viennot 2003), έτσι ώστε να μην μπερδεύουν οι μαθητές τις δυνάμεις στο σημείο επαφής. Δραστηριότητα 9η και 10η του φύλλου εργασίας (η 9η βρίσκεται στο παράρτημα). Η ερευνήτρια χρησιμοποιεί τη γεφυρωτική αναλογία (conceptual bridging) μεταξύ του μοντέλου των αλληλοσυμπλεκόμενων ανωμαλιών και του μοντέλου της βούρτσας (παράρτημα).
Τριβή και ομαλή κυκλική κίνηση Η τριβή έχει διεύθυνση κάθετη στην ταχύτητα	8. Να εφαρμόσουν το 2ο νόμο του Νεύτωνα για την ομαλή κυκλική κίνηση, για να συμπεράνουν ότι η τριβή παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης.	Διάγραμμα ελεύθερου σώματος για σχεδιασμό δυνάμεων σε αυτοκίνητο που κινείται σε κυκλική πλατεία.
Σχετική περιστροφική κίνηση	9.Να αντιληφθούν ότι ο ακίνητος και ο περιστρεφόμενος παρατηρητής βλέπουν διαφορετικές τροχιές για το ίδιο σώμα.	Δραστηριότητα του φύλλου εργασίας: Αυτοκίνητο που ενώ στρίβει, συναντά το οδόστρωμα παγωμένο. Οι μαθητές συζητούν και σχεδιάζουν τις πιθανές τροχιές για ακίνητο και περιστρεφόμενο παρατηρητή.
Τριβή και σχετική περιστροφική κίνηση Το διάνυσμα της τριβής σχηματίζει οξεία γωνία με το διάνυσμα της	10.Να εφαρμόσουν τα συμπεράσματα για την κατεύθυνση της τριβής στις διάφορες περιπτώσεις προκειμένου να διαπιστώσουν το διττό ρόλο της τριβής: η τριβή μπορεί να επιταχύνει επιτρόχια ένα	Ερωτήσεις του φύλλου εργασίας σχετικά με την τριβή και την κίνηση που εκτελεί σώμα που εκτοξεύεται, με ταχύτητα κάθετη στην ακτίνα, πάνω σε περιστρεφόμενο δίσκο. Προβολή σε Power point της κίνησης

ταχύτητας (ως προς ακίνητο παρατηρητή)	σώμα και ταυτόχρονα να παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης.	του σώματος (καμπυλόγραμμη τροχιά ως προς τον ακίνητο παρατηρητή).
Ανασκόπηση Η τριβή επηρεάζει την κίνηση ποικιλοτρόπως	11. Να συνειδητοποιήσουν τη γνωστική τους πορεία (μεταγνώση).	Συμπλήρωση πίνακα για να συγκρίνουν τις ιδέες τους πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Η υλοποίηση των διδασκαλιών

Η παραδοσιακή διδασκαλία στο τμήμα ελέγχου είχε συνολική διάρκεια 3 διδακτικές ώρες ενώ η διδακτική παρέμβαση στο πειραματικό τμήμα 5 ώρες, γεγονός που οφείλεται στην ομαδική πειραματική δραστηριότητα, στο χρόνο που διατέθηκε στους μαθητές να συζητούν στις ομάδες τους και να καταγράφουν τα αποτελέσματα στα φύλλα εργασίας τους. Στις συνεντεύξεις είχε ζητηθεί από τους μαθητές του πειραματικού τμήματος να γράψουν 5 ονόματα συμμαθητών τους με τους οποίους θα ήθελαν να συνεργαστούν σε ομάδα Φυσικής. Κατασκευάστηκε το κοινωνιόγραμμα του τμήματος, και λαμβάνοντας υπόψη και την αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών από την καθηγήτριά τους στο σχολείο, δημιουργήθηκαν 2 ομάδες των 5 μαθητών, ετερογενείς και με προσεκτικά επιλεγμένη σύνθεση (π.χ. κάθε ομάδα αποτελούνταν από ένα άριστο μαθητή, 3 μέτριους και έναν αδύνατο). Οι μαθητές αυτοί είχαν για πρώτη φορά συνεργαστεί στις ίδιες ομάδες κατά την 7ωρη διδακτική παρέμβαση που είχε προηγηθεί, με γνωστικό αντικείμενο την τριβή και τους νόμους της.

Ο ρόλος της ερευνήτριας ήταν διαμεσολαβητικός. Προσάρμοζε κατάλληλα το επίπεδο των πληροφοριών έτσι ώστε οι μαθητές να ξεπερνούν τα εμπόδια κατανόησης (π.χ. έφτιαχνε γέφυρες μεταξύ της καθομιλουμένης και της επιστημονικής γλώσσας). Στόχος της ήταν να εμπλέκει ενεργά τους μαθητές και τις ομάδες στις δραστηριότητες. Όπως προέκυψε από την ανάλυση των βιντεοσκοπημένων διδασκαλιών, οικοδομήθηκε ένα φιλικό και οικείο περιβάλλον στις ομάδες, δυστυχώς μερικές φορές ανταγωνιστικό μεταξύ των αγοριών και των κοριτσιών, όπου οι μαθητές συζητούσαν άφοβα τις προσωπικές τους απόψεις, βοηθούσε ο ένας τον άλλο (Crouch & Mazur 2001),αντάλλαζαν ιδέες και γνώσεις προκειμένου να ολοκληρώσουν επιτυχώς τις μαθησιακές δραστηριότητες του φύλλου εργασίας που τους είχαν ανατεθεί (taskwork). Στους μαθητές δε δόθηκαν σημειώσεις για μελέτη στο σπίτι.

Ο μεταέλεγχος

Πραγματοποιήθηκε ένα μήνα μετά τις διδασκαλίες, στο ίδιο δείγμα μαθητών με το ίδιο ερωτηματολόγιο με τον προέλεγχο, στο οποίο όμως οι μαθητές απάντησαν γραπτά.

Τα αποτελέσματα της έρευνας

Από την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των 20 μαθητών στις 15 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου προελέγχου προέκυψαν απόψεις των μαθητών, μερικές από τις οποίες είναι:

- 6 από τους 20 μαθητές δεν μπορούν να αντιληφθούν τις τροχιές που θα ακολουθήσει η βόμβα που αφήνεται από αεροπλάνο, ως προς ακίνητο παρατηρητή και ως προς τον πιλότο, ενώ 9 μαθητές θεωρούν ότι και οι δύο παρατηρητές θα δουν την ίδια τροχιά (κατακόρυφη).
- Μόνο 4 στους 20 μαθητές εφαρμόζουν σωστά τον $3^{ο}$ νόμο του Νεύτωνα για να σχεδιάσουν την τριβή που ασκείται από το έδαφος στο πόδι του ανθρώπου που βαδίζει και την αντίδρασή της πάνω στο έδαφος.
- Στην περίπτωση σώματος (παθητικό) το οποίο βρίσκεται πάνω σε άλλο σώμα (κινητήριο) που δέχεται οριζόντια δύναμη F, και παραμένει ακίνητο *ως προς* το κινητήριο, οι 19 από τους 20 μαθητές είτε δε σχεδίασαν καθόλου δύναμη τριβής πάνω στο παθητικό σώμα, ή τη σχεδίασαν αντίθετης κατεύθυνσης από τη δύναμη F και δικαιολόγησαν ότι το παθητικό σώμα μεταφέρεται εξαιτίας του κινητήριου σώματος, αποτέλεσμα που συμφωνεί με τις

έρευνες των Caldas και Saltiel (1995) και Besson et al. (2010). Στην περίπτωση που το παθητικό σώμα γλιστράει πάνω στο άλλο σώμα (σχετική μεταφορική κίνηση), ο προηγούμενος αριθμός μειώνεται σε 15 μαθητές.

- Κανένας μαθητής δε σκέφτεται την ύπαρξη μιας δύναμης τριβής που να ασκείται στο κινητήριο σώμα από το παθητικό σώμα ως αντίδραση της τριβής που ασκεί το κινητήριο σώμα στο παθητικό (απουσία του 3^{ου} νόμου του Νεύτωνα, Besson et al. 2010).
- 10 από τους 20 μαθητές υποστηρίζουν πως το αυτοκίνητο στρίβει εξαιτίας του οδηγού του/ του τιμονιού/ του βάρους του.
- Στην περίπτωση που το αυτοκίνητο καθώς στρίβει συναντά παγωμένο οδόστρωμα ο ακίνητος παρατηρητής θα δει το αυτοκίνητο να διαγράφει ευθύγραμμη τροχιά, εφαπτόμενη της κυκλικής (1^{ος} νόμος του Νεύτωνα), ενώ ο περιστρεφόμενος (ερώτηση 12 του παραρτήματος) αντιλαμβάνεται ελικοειδή τροχιά. Μόνο 5 από τους 20 μαθητές έδωσαν σωστή απάντηση για τον ακίνητο παρατηρητή και 3 μαθητές για τον περιστρεφόμενο.
- Όταν ένα σώμα εκτοξεύεται πάνω σε περιστρεφόμενο δίσκο και εκτελεί καμπυλόγραμμη κίνηση πάνω σ' αυτόν, 15 από τους 20 μαθητές θεωρούν την τριβή αντίθετη από την ταχύτητα του σώματος (ως προς ακίνητο παρατηρητή) ή με διεύθυνση πάνω στην ακτίνα του δίσκου, ενώ 5 μαθητές εκτιμούν σωστά ότι η τριβή είναι αντίθετη στη σχετική ταχύτητα του σώματος ως προς το δίσκο ($υ_{σ,δ}$), χωρίς όμως να είναι σε θέση να το δικαιολογήσουν.

Επομένως οι μαθητές πριν τη διδασκαλία, δεν αναγνώριζαν ότι η τριβή είναι μια δύναμη που μπορεί να παράγει κίνηση και να ποικίλλει στην κατεύθυνσή της (να έχει ίδια ή αντίθετη κατεύθυνση με την ταχύτητα, διεύθυνση κάθετη στην ταχύτητα ή να σχηματίζει οξεία γωνία με αυτήν).Θεωρούν δηλαδή ότι η τριβή έχει πάντοτε αντίθετη κατεύθυνση από την εφαρμοζόμενη δύναμη ή την ταχύτητα του σώματος. Για τους μαθητές η τριβή αντιπροσωπεύεται από μια μόνο δύναμη και όχι από ζεύγος δράσης –αντίδρασης και αντιστέκεται στην «πραγματική» κίνηση και όχι στη σχετική κίνηση μεταξύ δύο στερεών σωμάτων σε επαφή (Besson 2010).

Οι απαντήσεις των μαθητών για κάθε τμήμα και σε κάθε ερώτηση του pretest και post-test, αφού κατηγοριοποιήθηκαν, αξιολογήθηκαν στο πλαίσιο μιας κλίμακας, σύμφωνα με την οποία: οι αναπάντητες ερωτήσεις βαθμολογούνταν με 0, οι μη κατατάξιμες απαντήσεις με βαθμό 1, οι λάθος με βαθμό 2, οι μερικώς λανθασμένες με βαθμό 3-5, οι ελλιπείς με 6-9 και οι επιστημονικά αποδεκτές με 10. Υπολογίστηκε σε κάθε ερώτηση η μέση τιμή για κάθε τμήμα, χωριστά για τα δύο τεστ. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η διαφορά μεταξύ post-test και pretest για κάθε τμήμα, προκειμένου να διαπιστωθεί η επίδραση της κάθε μεθόδου διδασκαλίας στην επίδοση των μαθητών, και οι διαφορές αυτές συγκρίθηκαν σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0.05 ή 5%.Το στατιστικό τεστ που χρησιμοποιήθηκε είναι το two independent sample t-test, σύμφωνα με το οποίο στις περισσότερες ερωτήσεις η διαφορά στη μέση τιμή των δύο τεστ, του πειραματικού τμήματος ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του τμήματος ελέγχου. Στατιστικά σημαντική κρίθηκε αυτή η διαφορά σε 3 ερωτήσεις (ερώτηση 7 για το βάδισμα, ερώτηση 12 για την ελικοειδή τροχιά του αυτοκινήτου ως προς περιστρεφόμενο παρατηρητή και ερώτηση 13 για την κατεύθυνση της τριβής σώματος πάνω σε περιστρεφόμενο δίσκο, με τιμή της πιθανότητας $p=0.02$, για κάθε ερώτηση).

Συμπεράσματα

Στην παρούσα έρευνά μας επιχειρήσαμε το σχεδιασμό και την εφαρμογή μιας ακολουθίας διδασκαλιών προκειμένου να διερευνήσουμε: α) σε ποιο βαθμό είναι εφικτό και καρποφόρο να διδάξουμε ποιοτικά τη σχετικότητα του Γαλιλαίου σε συνδυασμό με το ρόλο της τριβής

στη σχετική κίνηση και β) ποια μέθοδος διδασκαλίας επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στο συγκεκριμένο γνωστικό περιεχόμενο.

Από την αναλυτική επεξεργασία των πρωτόκολλων συνέντευξης (προέλεγχος), προέκυψε ότι στις 4 εισαγωγικές ερωτήσεις που πραγματεύονταν την αντίληψη των μαθητών για τη σχετική κίνηση (η περιγραφή των κινήσεων εξαρτάται από τον παρατηρητή, ποιοτική εκτίμηση της σχετικής ταχύτητας), ο μέσος όρος της βαθμολογίας των μαθητών και των δύο τμημάτων ήταν μεγαλύτερος του 7,5. Μας εντυπωσίασε μάλιστα το γεγονός ότι μερικοί μαθητές, κατά τις συνεντεύξεις και χωρίς να τους ζητείται, είχαν την ευχέρεια να υπολογίζουν τη σχετική ταχύτητα (με πρόσθεση ή αφαίρεση των απόλυτων ταχυτήτων) χρησιμοποιώντας την εμπειρία τους (π.χ. κίνηση σε τρένα) και τη λογική τους, αφού δεν είχαν ποτέ διδαχθεί το μαθηματικό τύπο. Τα δεδομένα αυτά ενισχύουν την άποψή μας ότι οι μαθητές μπορούν να διδαχθούν τη σχετικότητα του Γαλιλαίου μέσα από παραδείγματα καθημερινής ζωής.

Οι υπόλοιπες 11 ερωτήσεις του προελέγχου ανέδειξαν πολλές παρανοήσεις και σε ποσοστά συνήθως μεγαλύτερα του 70% των μαθητών, κυρίως όσον αφορά την κατεύθυνση της τριβής, τη σύνδεσή της με τον 3^{ο} νόμο του Νεύτωνα και το ρόλο της τριβής ως προωθητικής (κινητήριας) δύναμης στη σχετική μεταφορική και περιστροφική κίνηση.

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έδειξε την υπεροχή της συνεργατικής διδακτικής παρέμβασης σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία, αφού οι μαθητές του πειραματικού τμήματος παρουσίασαν μεγαλύτερη βελτίωση στις επιδόσεις τους μετά τη διδασκαλία σε σχέση με τους μαθητές του τμήματος ελέγχου. Η εξοικείωση των μαθητών με τη σχετική κίνηση, η τεχνική των fragmented diagrams, στα οποία διακρίνεται ποιο σώμα ασκεί τη δύναμη και ποιο είναι το σημείο εφαρμογής της, οι εργαστηριακές δραστηριότητες, η αναλογία (μοντέλο της βούρτσας) φαίνεται ότι οδήγησαν τους μαθητές του πειραματικού τμήματος να κατανοήσουν ότι η τριβή έχει πολλές εφαρμογές και δε δρα μόνο ως δύναμη φρεναρίσματος, όπως πίστευαν πριν την παρέμβαση. Προς την ίδια κατεύθυνση συνέβαλε και ο διδακτικός χρόνος που διατέθηκε για να συζητούν και να επιχειρηματολογούν οι μαθητές στις ομάδες εργασίας τους. Παρατηρήθηκε ενθουσιασμός από τους «αδύνατους» μαθητές, όταν συνειδητοποίησαν ότι η γνώμη τους στην ομάδα ήταν βαρυσήμαντη, αφού ήταν σε θέση να τη δικαιολογούν με βάση τις εμπειρίες τους χωρίς να τους ζητείται μαθηματική σχέση.

Συνεκτιμώντας όλα τα παραπάνω και με την προϋπόθεση ότι η έρευνα σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών θα δώσει παρόμοια αποτελέσματα, πεποίθησή μας είναι πως πρέπει η διδασκαλία της σχετικής κίνησης (του Γαλιλαίου) να συμπεριληφθεί στο Αναλυτικό Πρόγραμμα της Α΄ Λυκείου γιατί αφενός διευρύνει τους ορίζοντες των μαθητών και αφετέρου μπορεί να αποτελέσει εφαλτήριο για την ουσιαστικότερη κατανόηση και άλλων θεμάτων της Μηχανικής. Άλλωστε, όπως είπε και ο Γαλιλαίος: « Ignorato motu, ignorato natura» δηλαδή «Αγνοώντας την κίνηση, αγνοούμε τη φύση».

Βιβλιογραφία

Βάμβουκας, Μ. (1993). Εισαγωγή στην Ψυχοπαιδαγωγική Έρευνα και Μεθοδολογία. Εκδόσεις Γρηγόρη, 3^{η} έκδοση, Αθήνα.

Δημητριάδη, Κ., Χαλκιά, Κ. & Σκορδούλης, Κ. (2009). Διδακτική προσέγγιση της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Πρακτικά 6^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 309-317. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα.

Ευαγγελοπούλου, Α. & Μίχας, Π. (2009). Η διδασκαλία της σχετικότητας του Γαλιλαίου και της σχετικής περιστροφικής κίνησης σε φοιτητές Παιδαγωγικού Τμήματος. Πρακτικά 6^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 326-334. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα.

Κόκκοτας, Π. (2008). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (μέρος 2ο). Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Besson, U. (2010). Calculating and Understanding: Formal Models and Causal Explanations in Science, Common Reasoning and Physics Teaching. Science and Education, 19 (3), 225-257.

Besson, U. & Viennot L. (2004). Using models at the mesoscopic scale in teaching physics: two experimental interventions in solid friction and fluid statics. International journal of Science Education, 26 (9), 1083- 1110.

Besson, U., Borghi, L., De Ambrosis, A., Mascheretti, P. (2010). A Three- Dimensional Approach and Open Source Structure for the Design and Experimentation of Teaching-Learning Sequences: The case of friction. International Journal of Science Education, 32 (10), 1289-1313.

Caldas, H. & Saltiel, E. (1995). Le frottment cinetique : analyse des raisonnements des etudiants. Didaskalia, 6, 55-71.
Caldas, H. & Saltiel, E. (2000). Les etudiants et le sens des forces de frottment solide : Le modele de la brosse. Bulletin de l' Union des Physiciens, 822, 471-485.

Chia, Teck Chee (1989). Misconceptions Concerning Laws of Motion, Frictional Force and Work Done among Students of Different Abilities at Upper Secondary Level. Eric Reports , Washington D.C.

Crouch, C.H. & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten Years of experience and results. American Journal of Physics, 69 (9), 970-977.

Panse, S., Ramadas, J. & Kumar, A. (1994). Alternative conceptions in Galilean relativity: frames of reference. International Journal of Science Education , 16 (1), 63 – 82.

Ramadas, J., Barve, S. & Kumar, A. (1996 α). Alternative conceptions in Galilean relativity: distance, time, energy and laws. International Journal of Science Education, 18 (4), 463 – 477.

Ramadas, J., Barve, S. & Kumar, A. (1996 β). Alternative conceptions in Galilean relativity: inertial and non-inertial observers. International Journal of Science Education, 18 (5), 615 – 629.

Viennot L. (2003).Teaching Physics. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Παράρτημα

Ερώτηση 12 του pretest: Υπόθεσε ότι ακριβώς πλάι στο αυτοκίνητο, που κινείται σε κυκλική πλατεία, υπάρχει μια μοτοσικλέτα που κινείται πάνω στο πεζοδρόμιο της πλατείας, με την ίδια γωνιακή ταχύτητα με το αυτοκίνητο. Άρα ο μοτοσικλετιστής βλέπει το αυτοκίνητο ακίνητο. Στη συνέχεια, το αυτοκίνητο καθώς στρίβει βρίσκει το οδόστρωμα παγωμένο, ενώ η μοτοσικλέτα συνεχίζει να κινείται κυκλικά όπως πριν (γιατί το πεζοδρόμιο έχει καθαριστεί από τα χιόνια). Τι τροχιά θα ακολουθήσει το αυτοκίνητο, όπως την αντιλαμβάνεται ο περιστρεφόμενος παρατηρητής (μοτοσικλετιστής);

- ☐ α. Θεωρεί το αυτοκίνητο ακίνητο.
- ☐ β. Θα ακολουθήσει ευθύγραμμη τροχιά, θα κινηθεί πάνω στην ακτίνα του κύκλου προς την έξω μεριά της πλατείας.
- ☐ γ. Θα ακολουθήσει ελικοειδή τροχιά (σαν σπείρα).
- ☐ δ. Θα ακολουθήσει κυκλική τροχιά.
- ☐ ε. Άλλη τροχιά. Να γράψεις ποια ……

Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου. ……

Δραστηριότητα 8 του φύλλου εργασίας

Ένας οδηγός σπρώχνει το αυτοκίνητό του που έχει χαλάσει (σχήμα 7). Στα πλαίσια 6,7 και 8 να σχεδιάσεις τις δυνάμεις που ασκούνται κατά την *οριζόντια διεύθυνση* αντίστοιχα: στον οδηγό, στο αυτοκίνητο, στο έδαφος. Ποιες από αυτές τις δυνάμεις είναι ζεύγη δράσης-αντίδρασης;

Σχήμα 7

Πλαίσιο 6 (οδηγός)	Πλαίσιο 7 (αυτοκίνητο)	Πλαίσιο 8 (έδαφος)

Δραστηριότητα 9 του φύλλου εργασίας

Το σώμα $Σ_1$ του σχήματος 8 είναι ακίνητο πάνω σε τραπέζι που δεν είναι λείο. Το $Σ_2$ είναι πάνω στο σώμα $Σ_1$. Ασκούμε στο $Σ_1$ σταθερή οριζόντια δύναμη F οπότε αυτό αρχίζει να επιταχύνεται ως προς το τραπέζι, προς τα δεξιά. Κανένα από τα σώματα δεν είναι λείο.

i) Να σχεδιάσεις στο πλαίσιο 9 τις δυνάμεις που ασκούνται στο $Σ_1$.

ii) Να σχεδιάσεις στο πλαίσιο 10 τις δυνάμεις που ασκούνται στο $Σ_2$.

iii) Το σώμα $Σ_2$ θα κινηθεί ως προς το τραπέζι; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.

Σχήμα 8

Πλαίσιο 9 (σώμα $Σ_1$)	Πλαίσιο 10 (σώμα $Σ_2$)

(iv) Προκειμένου να ελέγξεις την απάντησή σου στο ερώτημα (iii), να πραγματοποιήσεις με την ομάδα σου, το παρακάτω πείραμα:

➢ Συνδέστε το σώμα 1 (παραλληλεπίπεδο) με το νήμα της τροχαλίας που είναι στερεωμένη στην άκρη του πάγκου (σχήμα 9). Τοποθετήστε πάνω του ένα άλλο μικρότερο σώμα (π.χ. το κίτρινο βαρίδι) και από την άλλη μεριά του νήματος κρεμάστε βαρίδια , έτσι ώστε το σώμα 1 να αρχίζει να επιταχύνεται. Τι παρατηρείτε για το πάνω σώμα (κίτρινο βαρίδι); …….

(v) Εάν οι παρατηρήσεις σου διαφέρουν από τις προβλέψεις σου, τότε να σχεδιάσεις από την αρχή τις δυνάμεις που ασκούνται στο $Σ_1$ και $Σ_2$ του σχήματος 8, στα πλαίσια 11 και 12 αντίστοιχα. Να δικαιολογήσεις τις παρατηρήσεις σου από το πείραμα.

σώμα 1

Σχήμα 9

Πλαίσιο 11 (σώμα $Σ_1$)	Πλαίσιο 12 (σώμα $Σ_2$)

<u>Το μοντέλο της βούρτσας (modele de la brosse) για το σύστημα των δύο σωμάτων</u> (του σχήματος 8)

Φανταζόμαστε τις ανωμαλίες στις δύο επιφάνειες σαν «τρίχες» βούρτσας που εισέρχονται οι μεν μέσα στις άλλες και έχουν κάποια ελαστικότητα. Στα παρακάτω σχήματα τα σώματα, παρόλο που είναι σε επαφή, είναι ζωγραφισμένα μακριά το ένα από το άλλο, για να φαίνονται οι ανωμαλίες των επιφανειών.

Δεν ασκούμε δύναμη.
Τα σώματα είναι ακίνητα.

Όταν ασκούμε δύναμη F πάνω στο $Σ_1$ τότε οι «τρίχες» των δύο σωμάτων παραμορφώνονται αμοιβαία: Του $Σ_1$ προς τα πίσω και του $Σ_2$ προς τα εμπρός.

Η καμπύλωση αυτή δείχνει και τη φορά των δυνάμεων τριβής (T_2 και T_2') μεταξύ των δύο σωμάτων.

Συγκριτική μελέτη αντιλήψεων μαθητών Α΄ Λυκείου και πρωτοετών φοιτητών Τμημάτων φυσικής και Π.Τ.Δ.Ε. στους νόμους του Νεύτωνα

Καράογλου Γιώργος
Κώτσης Κωνσταντίνος
Ρίζος Ιωάννης
Φυσικός 1ο ΕΠΑΛ Δράμας gkaraoglou@yahoo.gr
Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων kkotsis@cc.uoi.gr
Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήμα Φυσικής Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων irizos@uoi.gr

Περίληψη
Είναι ικανή η ηλικιακή και η μαθησιακή ωρίμανση που λαμβάνει χώρα στα πλαίσια της λυκειακής εκπαίδευσης να επιφέρει τροποποίηση και αναδόμηση των σταθερά θεμελιωμένων εναλλακτικών ιδεών στο νου των μαθητών;
Οι μαθητές της Α΄ τάξης Γενικού Λυκείου, οι πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος Φυσικής και του Παιδαγωγικού τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων είναι οι ομάδες σπουδαστών που συμμετέχουν στην έρευνα. Οι μαθητές και οι φοιτητές απαντούν σε κλειστού τύπου ερωτήσεις που ανήκουν στα διεθνώς αναγνωρισμένα ερωτηματολόγια Inventory of Basic Conceptions in Mechanics και Force and Motion Conceptual Evaluation αντίστοιχα.
Τόσο σε επίπεδο χρήσης κοινών εναλλακτικών αντιλήψεων όσο και στην επιλογή ορθών απαντήσεων παρατηρούνται παραπλήσια ποσοστά και στις τρεις ομάδες σπουδαστών που επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση.

Abstract
Is enough the age and the learning that occurs in the upper secondary education to bring the conceptional change of the alternative ideas of the students?
Students in the 1st Lyceum school class and students of the Physics and the Primary Education Departments of Ioannina University participate in this empiric research. Pupils and students respond to internationally recognized questionnaires, as the Inventory of Basic Conceptions in Mechanics and the Force and Motion Conceptual Evaluation, respectively.
From the results is coming that the use of common alternative conceptions and the selection of correct answers have similar rates in all three groups of students, which confirm the original hypothesis.

Εισαγωγή

Οι μαθητές πριν ακόμη αρχίσουν τα πρώτα μαθήματα φυσικής στο σχολείο έχουν εργαστεί ασυνείδητα ως πειραματικοί φυσικοί στην καθημερινή τους ζωή εξερευνώντας το φυσικό περιβάλλον. Έτσι χωρίς να το επιδιώκουν και να το αντιλαμβάνονται αποκτούν εμπειρία με τον τρόπο λειτουργίας της επιστήμης, αφού αναγκάζονται να κάνουν υποθέσεις και προβλέψεις, να παρατηρούν τα φυσικά φαινόμενα και μετά από συνεχείς δοκιμές αμφισβητήσεις και απορρίψεις να καταλήγουν σε συμπεράσματα και θεωρίες που στηρίζονται στην «κοινή λογική». Οι ιδέες που προκύπτουν από αυτή τη διεργασία έχουν ελεγχθεί επανειλημμένα όσον αφορά την ικανοποιητική λειτουργία τους στην καθημερινή ζωή, δεν είναι τετριμμένες, και ορισμένες από αυτές υπήρξαν για πολλά χρόνια θεμελιώδεις

αρχές της επιστήμης αφού υιοθετήθηκαν στο παρελθόν από σημαντικούς επιστήμονες και φιλοσόφους. Είναι ισχυρά θεμελιωμένες στο νου των μαθητών και πολύ δύσκολα μπορούν να τροποποιηθούν μέσω μιας τυπικής διδακτικής διαδικασίας που προσπαθεί να συμπληρώσει τα κενά των μαθητών με νέες πληροφορίες. Οι προβλέψεις, οι παρατηρήσεις, και τα συμπεράσματα τους κατά τη διδασκαλία επηρεάζονται από τις προϋπάρχουσες ιδέες και τις προσδοκίες τους. Επομένως το αποτέλεσμα της διδασκαλίας δεν εκπληρώνει τους στόχους του διδάσκοντος και του διδακτικού εγχειριδίου.
Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι παρόμοιες ιδέες ανιχνεύονται σε σπουδαστές διαφόρων ηλικιών, εθνικοτήτων, και μορφωτικού υποβάθρου. Εφόσον όλοι ζουν σε ένα περιβάλλον με τα ίδια φυσικά χαρακτηριστικά δεν είναι παράδοξο να δημιουργούνται κοινές αντιλήψεις στην προσπάθεια για την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων. Έχει επισημανθεί ότι παρόμοια πρότυπα ιδεών εφαρμόζονται από σπουδαστές διαφόρων ηλικιών αν και ορισμένες αντιλήψεις υπόκεινται σε διαφοροποίηση και μετεξέλιξη καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν και υποβάλλονται στη μαθησιακή διαδικασία. (Gilbert, Osborne & Fenham 1982, Halloun & Hestenes 1985α, Gunstone 1987).
Στην παρούσα εργασία συγκρίνεται η ικανότητα εφαρμογής των νόμων του Newton από τους μαθητές της Α΄ Λυκείου και τους νεοεισαχθέντες φοιτητές του τμήματος Φυσικής και του Παιδαγωγικού τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, εντοπίζονται οι κοινές εναλλακτικές ιδέες που αναφέρονται στους νόμους του Newton και συγκρίνονται τα ποσοστά αποδοχής τους στις παραπάνω δύο ομάδες σπουδαστών.

Μεθοδολογία της έρευνας

Οι φοιτητές απάντησαν σε ερωτήσεις που αναφέρονται στους τρεις νόμους του Newton και περιλαμβάνονται στο τεστ Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE) των Thornton & Sokoloff (1998). Οι απαντήσεις τους καταγράφηκαν στα πλαίσια έρευνας στο πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών «Νέες Τεχνολογίες και Έρευνα στη Διδακτική της Φυσικής» του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σε προηγούμενο ακαδημαϊκό έτος και δημοσιεύτηκαν (Πετροχείλου, Ρίζος, και Κώτσης 2006, Πετροχείλου κ.α. 2007)
Οι μαθητές απάντησαν σε ερωτήσεις που αναφέρονται στους τρεις νόμους του Newton και περιλαμβάνονται στο τεστ Inventory of Basic Conceptions in Mechanics (IBCM) που δημιουργήθηκε από τον καθηγητή I. Halloun το 2005. Το παραπάνω ερωτηματολόγιο είναι μια σύνθεση από ερωτήσεις κλειστού τύπου που περιέχονται στα γνωστά διεθνή ερωτηματολόγια Mechanics Diagnostic Test (MDT) (Halloun 1984), Force Concept Inventory (FCI) (Hestenes, et. al 1992), και Mechanics Baseline Test (MBT) (Hestenes & Wells 1992), και αξιολογήθηκαν ιδιαίτερα θετικά από την εκπαιδευτική κοινότητα, και από νέες ερωτήσεις. Από τις 33 συνολικά ερωτήσεις οι 10 βρίσκονται στο MDT, οι 5 ανήκουν στο MDT και στο FCI ταυτόχρονα, οι 8 μόνο στο FCI, οι 8 είναι νέες ερωτήσεις και τέλος οι 2 βρίσκονται στο MBT. Οι απαντήσεις των μαθητών καταγράφηκαν στην έρευνα «Μελέτη των Εναλλακτικών Ιδεών των Μαθητών της Α΄ Λυκείου στις Έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής Δύναμη και Κίνηση, μετά από μια Τυπική Διδασκαλία» (Καράογλου 2009). Η παραπάνω έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Γενικό Λύκειο Κρηνίδων του νομού Καβάλας. Στη συμπλήρωση του τεστ συμμετείχαν όλοι οι μαθητές της Α' Λυκείου (40 κορίτσια και 31 αγόρια).
Στόχος της έρευνας είναι να συγκριθούν η συχνότητα εμφάνισης των νευτώνειων συλλογισμών καθώς και των εναλλακτικών ιδεών σε εφαρμογές της νευτώνειας δυναμικής από τους μαθητές της Α΄ Λυκείου και από τους πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος Φυσικής και του Παιδαγωγικού τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
Τα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται είναι τα εξής:

Ποια είναι η σχέση μεταξύ του βαθμού κατανόησης των νόμων του Newton από τους μαθητές της Α΄ Λυκείου και αυτού των νεοεισαχθέντων φοιτητών ;
Χρησιμοποιούνται κοινές εναλλακτικές ιδέες σε καταστάσεις που αφορούν τους νόμους του Newton από τους μαθητές της Α΄ Λυκείου και από τους πρωτοετείς φοιτητές; Αν ναι πως σχετίζεται η αποδοχή τους;

Αποτελέσματα

Με βάση τα αποτελέσματα των τεστ διενεργείται παρακάτω σύγκριση του ποσοστού των ορθών απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις που αναφέρονται στους τρεις νόμους του Newton, με τα αντίστοιχα ποσοστά των πρωτοετών φοιτητών του Φυσικού και του Παιδαγωγικού τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
Στο σχήμα 1 φαίνονται τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων.

Σχήμα 1: Ποσοστά των σπουδαστών που απαντούν σωστά στους τρεις Νόμους του Newton

Στον πρώτο νόμο του Newton απαντούν σωστά οι μαθητές σε ποσοστό 26% με σφάλμα μέσου όρου ±1%, οι φοιτητές του Φυσικού σε ποσοστό 43% με σφάλμα ±3%, και οι φοιτητές του Παιδαγωγικού τμήματος σε ποσοστό 34% με σφάλμα ±4%.
Με τα παραπάνω δεδομένα τίθεται το ερώτημα αν η διαφορά που προέκυψε στους μέσους όρους είναι στατιστικά σημαντική ή οφείλεται στη φυσική διακύμανση των τυχαίων δειγμάτων και σε σφάλματα δειγματοληψίας.
Προκειμένου να ελεγχθεί η μηδενική υπόθεση: «Δεν υπάρχει διαφορά στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων μεταξύ μαθητών και φοιτητών», και λόγω ότι τα δείγματα δεν παρουσιάζουν κανονικότητα στην κατανομή τους, χρησιμοποιείται το πρόγραμμα στατιστικής επεξεργασίας SPSS και συγκεκριμένα ο έλεγχος Mann – Whitney.
Ο έλεγχος έδειξε ότι: στα δείγματα μαθητές – φοιτητές φυσικού η διαφορά στους μέσους όρους $z = -2,334$, είναι στατιστικά σημαντική αφού $\rho=0,02<0,05$ (με επίπεδο σημαντικότητας 5%) συνεπώς απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, ενώ στα δείγματα μαθητές – φοιτητές παιδαγωγικού επαληθεύεται η μηδενική υπόθεση και δεν παρουσιάζεται σημαντική διαφορά στους μέσους όρους (επιλέγοντας επίπεδο σημαντικότητας 5% έχουμε $z=-1,296$ και $p=0,195>0,05$).
Στις ερωτήσεις που αναφέρονται στο δεύτερο νόμο του Newton απαντούν σωστά οι μαθητές σε ποσοστό 27% με σφάλμα ±2%, οι φοιτητές του Φυσικού σε ποσοστό 27% με σφάλμα ±4%, και οι φοιτητές του Παιδαγωγικού τμήματος σε ποσοστό 22% με σφάλμα ±4%.

Ο έλεγχος Mann – Whitney έδειξε ότι στα δείγματα μαθητές – φοιτητές φυσικού και μαθητές – φοιτητές παιδαγωγικού επαληθεύεται η μηδενική υπόθεση και δεν παρουσιάζεται σημαντική διαφορά στους μέσους όρους (επιλέγοντας επίπεδο σημαντικότητας 5% στην πρώτη περίπτωση έχουμε z=-0,575 και p=0,566>0,05 και στη δεύτερη z=-1,635 και p=0,102>0,05) .
Στον τρίτο νόμο του Newton απαντούν σωστά οι μαθητές σε ποσοστό 34% με σφάλμα ±1%, οι φοιτητές του Φυσικού σε ποσοστό 39% με σφάλμα ±1%, και οι φοιτητές του Παιδαγωγικού τμήματος σε ποσοστό 35% με σφάλμα ±1%.
Ο έλεγχος Mann – Whitney έδειξε ότι στα δείγματα μαθητές – φοιτητές φυσικού και μαθητές – φοιτητές παιδαγωγικού επαληθεύεται η μηδενική υπόθεση και δεν παρουσιάζεται σημαντική διαφορά στους μέσους όρους (επιλέγοντας επίπεδο σημαντικότητας 5% έχουμε z=-1,633 και p=0,102>0,05) .

Παρακάτω καταγράφονται και σχολιάζονται οι κοινές εναλλακτικές απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στις ερωτήσεις που αναφέρονται σε κάθε έναν από τους τρεις νόμους του Newton και συγκρίνονται τα ποσοστά αποδοχής τους από τις τρεις ομάδες σπουδαστών.
Στο σχήμα 2 φαίνονται τα ποσοστά των σπουδαστών που επιλέγουν την κύρια εναλλακτική ιδέα στους τρεις νόμους του Newton.

Σχήμα 2: Ποσοστά των σπουδαστών που επιλέγουν την κύρια εναλλακτική ιδέα στους τρεις νόμους του Newton

Στις απαντήσεις των ερωτήσεων που αναφέρονται στον πρώτο νόμο του Newton παρατηρείται να κυριαρχεί η εναλλακτική ιδέα: «Για να κινείται ένα σώμα με σταθερή ταχύτητα είναι απαραίτητο να ασκείται σε αυτό μια σταθερή δύναμη με κατεύθυνση ίδια με αυτή της κίνησης».
Το 67% των μαθητών κατά μέσο όρο με σφάλμα ±2% συμφωνεί με την παραπάνω εναλλακτική ιδέα στις περιπτώσεις των ερωτήσεων που η ταχύτητα διατηρείται σταθερή και πρέπει να εφαρμόσουν τον πρώτο νόμο του Newton.
Το 47% των πρωτοετών φοιτητών του τμήματος φυσικής με σφάλμα ±3% και το 53% των πρωτοετών φοιτητών του παιδαγωγικού με σφάλμα ±3% υποστηρίζουν την ίδια εναλλακτική ιδέα με τους μαθητές.
Τα μικρότερα ποσοστά επιλογής της εναλλακτικής ιδέας από τους φοιτητές, οφείλονται στη μικρότερη αποδοχή της ιδέας της κεκτημένης δύναμης από αυτούς. Το γεγονός αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως αποτέλεσμα της καλύτερης δυνατότητας στην κατανόηση και την

επεξεργασία των δεδομένων μιας ερώτησης σε συνδυασμό με την περαιτέρω εφαρμογή και εξοικείωση με τον πρώτο νόμο του Newton.

Το 52% των μαθητών (με σφάλμα ±3%) στις ερωτήσεις που αναφέρονται στο δεύτερο νόμο του Newton απαντούν σύμφωνα με την εναλλακτική ιδέα που υποστηρίζει ότι: «για να κινείται ένα σώμα με ταχύτητα που μεταβάλλεται πρέπει να ασκείται σε αυτό δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης η οποία να υφίσταται ανάλογη μεταβολή με την ταχύτητα». Σύμφωνα με την παραπάνω εναλλακτική ιδέα όταν αυξάνεται το μέτρο της ταχύτητας ενός κινούμενου σώματος πρέπει να αυξάνεται και το μέτρο της δύναμης που ασκείται προς την ίδια κατεύθυνση με την ταχύτητα, και όταν ελαττώνεται το μέτρο της ταχύτητας να ελαττώνεται και το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο σώμα και έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας.

Το 51% των πρωτοετών φοιτητών του τμήματος φυσικής (με σφάλμα ±3%) και το 50% των πρωτοετών φοιτητών του παιδαγωγικού τμήματος (με σφάλμα ±4%) υποστηρίζουν την ίδια εναλλακτική ιδέα με τους μαθητές.

Η κύρια εναλλακτική ιδέα είναι πολύ ισχυρή στο χρόνο και εκφράζεται από παραπλήσιο, μεγάλο ποσοστό μαθητών και φοιτητών.

Στις ερωτήσεις που αναφέρονται στον τρίτο νόμο του Newton επικρατεί η εναλλακτική ιδέα που αναφέρεται ως "αρχή της κυριαρχίας" από τους Halloun & Hestenes (1985a), σύμφωνα με την οποία: «Κατά την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων το πιο ενεργό σώμα, δηλαδή αυτό με τη μεγαλύτερη μάζα ή αυτό που προκαλεί την κίνηση, θα ασκεί τη μεγαλύτερη δύναμη».

Το 55% των μαθητών (με σφάλμα ±4%) υποστηρίζουν την παραπάνω εναλλακτική ιδέα στις απαντήσεις των ερωτήσεων που αναφέρονται στον τρίτο νόμο του Newton.

Την ίδια εναλλακτική ιδέα φαίνεται να επιλέγουν στις απαντήσεις τους οι φοιτητές του Φυσικού σε ποσοστό 44% (με σφάλμα ±4%), και του Παιδαγωγικού σε ποσοστό 51% (με σφάλμα ±1%).

Αξίζει να αναφερθεί η εμφάνιση μιας δευτερεύουσας εναλλακτικής ιδέας σε παραπλήσια ερώτηση των δύο ερωτηματολογίων. Όταν το όχημα που προκαλεί την κίνηση ενός άλλου αρχικά ακίνητου οχήματος αποκτά στη συνέχεια σταθερή ταχύτητα και κινείται με αυτή, υποστηρίζεται από το 16% των μαθητών το 23% των φοιτητών του φυσικού και το 11% των φοιτητών του ΠΤΔΕ ότι κανένα όχημα δεν ασκεί δύναμη στο άλλο.

Όπως και στο δεύτερο νόμο παρατηρούμε να καταγράφονται υψηλά ποσοστά επιλογής της κύριας εναλλακτικής ιδέας και στις τρεις ομάδες σπουδαστών που δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται συνοπτικά τα ποσοστά των μαθητών, και των πρωτοετών φοιτητών που εφαρμόζουν κάθε φορά τον κατάλληλο νόμο του Newton ή την κύρια εναλλακτική ιδέα

Πίνακας 1: Ποσοστά σπουδαστών που χρησιμοποιούν την ορθή ή την κύρια εναλλακτική ιδέα σε κάθε νόμο

Θέμα	Μαθητές	Φ. Φυσικού	Φ. Παιδαγωγικού
1ος Ν.Ν (Σωστή)	26% (±1%)	43% (±3%)	34% (±4%)
1ος Ν.Ν (Εναλλακτική)	67% (±2%)	47% (±3%)	53% (±3%)
2ος Ν.Ν (Σωστή)	27% (±2%)	27% (±4%)	22% (±4%)
2ος Ν.Ν (Εναλλακτική)	52% (±3%)	51% (±3%)	50% (±4%)
3ος Ν.Ν (Σωστή)	34% (±1%)	39% (±1%)	35% (±1%)
3ος Ν.Ν (Εναλλακτική)	55% (±4%)	44% (±4%)	51% (±1%)

Συμπεράσματα

Από τη σύγκριση των σωστών απαντήσεων μαθητών και φοιτητών φυσικής ο έλεγχος Mann – Whitney δείχνει σημαντική διαφορά στους μέσους όρους των σωστών απαντήσεων που αφορούν τον πρώτο νόμο του Newton. Η διαφορά αυτή αντικατοπτρίζει την καλύτερη κατανόηση και εφαρμογή του νόμου της αδράνειας από τους φοιτητές του φυσικού τμήματος, και αποδίδεται στην μικρή αποδοχή της ιδέας της κεκτημένης δύναμης και στην καλύτερη δυνατότητα επεξεργασίας των δεδομένων από αυτούς. Αντίθετα κατά τη σύγκριση των σωστών απαντήσεων μαθητών και φοιτητών του παιδαγωγικού ο έλεγχος Mann – Whitney δεν δείχνει σημαντική διαφορά στους μέσους όρους παρότι αρχικά φαίνεται να υπερέχουν οι φοιτητές.

Στον ίδιο νόμο οι περισσότεροι μαθητές απαντούν σύμφωνα με την εναλλακτική ιδέα που θεωρεί απαραίτητη την άσκηση δύναμης στην κατεύθυνση της κίνησης. Η ανάγκη για την ύπαρξη της δύναμης αυτής οδηγεί πολλές φορές τους μαθητές, λόγω απουσίας άλλων δυνάμεων, στην αποδοχή μιας εσωτερικής κεκτημένης δύναμης που αποθηκεύεται στο σώμα. Ακόμη και σε μικρότερες ηλικίες όπως αναφέρεται στις έρευνες των (Champagne, Klopfer & Anderson 1980, Halloun & Hestenes 1985β, Thornton & Sokoloff 1998) οι μαθητές αποδίδουν τη δύναμη συνήθως στην αρχική ώθηση (φόρα) που δέχεται το σώμα η οποία αποθηκεύεται σε αυτό και έτσι συνεχίζει την κίνησή του.. Το ποσοστό των φοιτητών που υποστηρίζουν την αναγκαιότητα της ύπαρξης δύναμης στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση είναι μικρότερο σε σύγκριση με αυτό των μαθητών αλλά παραμένει εντυπωσιακά υψηλό.

Στο δεύτερο νόμο του Newton το ποσοστό των σωστών απαντήσεων για τους μαθητές είναι το ίδιο χαμηλό με αυτό των πρωτοετών φοιτητών του Φυσικού ενώ το ποσοστό των πρωτοετών φοιτητών του Παιδαγωγικού τμήματος είναι ακόμη χαμηλότερο. Ο έλεγχος Mann – Whitney δεν έδειξε σημαντική διαφορά στους μέσους όρους.

Η εναλλακτική ιδέα που θεωρεί ότι για να κινείται ένα σώμα με ταχύτητα που μεταβάλλεται πρέπει να ασκείται σε αυτό μια δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης η οποία να υφίσταται ανάλογη μεταβολή με την ταχύτητα, μένει ανεπηρέαστη από την ηλικία και το μορφωτικό επίπεδο αφού είναι αποδεκτή από την απόλυτη πλειοψηφία των σπουδαστών.

Στον τρίτο νόμο του Newton διαπιστώνεται μικρή υπεροχή στις σωστές απαντήσεις για τους φοιτητές του Φυσικού τμήματος χωρίς όμως να προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους για τις τρεις ομάδες των σπουδαστών.

Η εναλλακτική ιδέα που θεωρεί ότι κατά την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων το πιο ενεργό σώμα, δηλαδή αυτό που είναι πιο βαρύ ή αυτό που προκαλεί την κίνηση, θα ασκεί τη μεγαλύτερη δύναμη εκφράζεται από τους περισσότερους σπουδαστές.

Τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων των μαθητών είναι πολύ κοντά με αυτά των πρωτοετών φοιτητών του Φυσικού τμήματος και των φοιτητών του Παιδαγωγικού τμήματος στους δύο τελευταίους νόμους του Newton. Οι δυσκολίες που συναντούν οι σπουδαστές και των δύο βαθμίδων στην εφαρμογή των Νευτώνειων ιδεών είναι εμφανείς και μάλιστα δεν παρατηρείται ουσιαστική βελτίωση στην τροποποίηση των εναλλακτικών ιδεών που αναφέρονται στη σχέση της δύναμης με την ταχύτητα (στις ερωτήσεις που σχετίζονται με το δεύτερο νόμο του Newton) και στην αρχή της κυριαρχίας (στις ερωτήσεις που σχετίζονται με το τρίτο νόμο του Newton).

Οι φοιτητές του Παιδαγωγικού τμήματος στην πλειοψηφία τους είναι απόφοιτοι της θεωρητικής κατεύθυνσης οπότε μοιραία δεν ασχολούνται με τη φυσική τα δύο τελευταία χρόνια της φοίτησής τους στο Λύκειο. Το γεγονός αυτό προσφέρει γόνιμο έδαφος για την εκ νέου επικράτηση ορισμένων εναλλακτικών ιδεών που ήταν υπό αμφισβήτηση και τη θεμελίωση ενός μωσαϊκού ιδεών αποτελούμενου από τις εναλλακτικές και τις Νευτώνειες που καθιστά δύσκολη την εφαρμογή των νόμων του Newton κατά το πρώτο έτος φοίτησής

τους στο Πανεπιστήμιο. Οι φοιτητές του Φυσικού τμήματος έχουν περισσότερες ευκαιρίες για την εφαρμογή των νόμων του Newton κυρίως στη φυσική της Γ' Λυκείου αλλά η χρήση γίνεται τυποποιημένα στο πλαίσιο μιας μεθοδολογίας που εφαρμόζεται για την επίλυση ασκήσεων με στόχο την επιτυχία στις Πανελλαδικές εξετάσεις χωρίς να προσφέρει τα αναμενόμενα όσον αφορά στη καλύτερη κατανόηση και εφαρμογή των νόμων σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής.

Το αποτέλεσμα της μάθησης με στόχο την τυποποίηση νόμων και αρχών είναι ο εγκλεισμός στη γνώση της μεθοδολογίας που θα φέρει την επιτυχία στην επίλυση σύνθετων προβλημάτων και μοιραία οδηγεί στην απαξίωση της εννοιολογικής κατανόησης στην πλήρη θεωρητικοποίηση και στον αποπροσανατολισμό.

Απαραίτητη θεωρείται η σχολαστική καθοδήγηση των καθηγητών για την πλήρη αποσαφήνιση και δόμηση εννοιών και νοημάτων από τους μαθητές. Η πολλαπλή αναπαράσταση της επιστημονικής γνώσης βοηθά στο σκοπό αυτό διότι επιφέρει την ανάπτυξη της φυσικής διαίσθησης των μαθητών γύρω από τα φαινόμενα. Η έρευνα εξάλλου στη διδακτική της φυσικής έδειξε αδυναμία μετάδοσης πληροφοριών και γνώσεων από το δάσκαλο ή το βιβλίο προς το μαθητή και οδήγησε στη διατύπωση νέων θεωριών μάθησης με δεσπόζουσα την κονστρουκτιβιστική που στηρίζει την ενεργητική εμπλοκή του μαθητή στην οικοδόμηση της γνώσης από τον ίδιο πάνω στις ήδη υπάρχουσες αντιλήψεις που διαθέτει (Driver, Oldham 1986). Όπως αναφέρει ο Arons (1992), δεν αρκεί να ενσταλάξουμε νόμους και κανόνες στο νου των μαθητών μέσω προφορικής παρουσίασης η οποία μπορεί να συνοδεύεται από λίγες επιδείξεις για τη συμπεριφορά των σωμάτων που υπακούουν σε αυτούς, διότι μπορεί να απομνημονεύουν και να επαναλαμβάνουν προφορικά τους νόμους αλλά όταν αναγκαστούν να τους χρησιμοποιήσουν για να προβλέψουν την εξέλιξη ενός φυσικού φαινομένου ή να περιγράψουν τι συμβαίνει σε πραγματικές φυσικές καταστάσεις επιστρέφουν στις αρχικές πρωτογενείς αντιλήψεις τους. Είναι αναγκαίο οι μαθητές λειτουργώντας ενεργητικά να αποκτήσουν κιναισθητική εμπειρία και να υποπέσουν σε λάθη συναντώντας τις ασυνέπειες που προκύπτουν από την εφαρμογή των εναλλακτικών τους αντιλήψεων οπότε να τις αναθεωρήσουν.

Βιβλιογραφία

Καράογλου, Γ. 2009, Μελέτη των Εναλλακτικών Ιδεών των Μαθητών της Α΄ Λυκείου στις Έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής Δύναμη και Κίνηση, μετά από μια Τυπική Διδασκαλία, Π.Μ.Σ. 'Νέες τεχνολογίες και έρευνα στη διδακτική της φυσικής' Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Πετροχείλου, Ε., Ρίζος, Ι., και Κώτσης, Κ., (2006) Αντιλήψεις νεοεισερχόμενων φοιτητών τμήματος Φυσικής αναφορικά με την έννοια της δύναμης. Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΕΔΙΦΕ) με θέμα «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίες Μάθηση», Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Βόλος, 910-913

Πετροχείλου, Ε., Ρίζος, Ι., Μάνεσης, Ε., και Κώτσης, Κ., (2007) Εξέλιξη των αντιλήψεων φοιτητών τμήματος Φυσικής σε Έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής κατά τα δύο πρώτα έτη των σπουδών τους. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», Τεύχος Β', Ιωάννινα, 520-527

Arons, A. (1992), Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής, εκδόσεις Τροχαλία.

Cohen, L., Manion, L., Morrison, K., (2007), Μεθοδολογία της εκπαιδευτικής έρευνας, εκδόσεις Μεταίχμιο

Champagne, A., Klopfer L., & Anderson J. (1980), Factors influencing the learning of classic mechanics, American Journal of Physics 48

Driver, R., Oldham, V. (1986), A constructivist approach to curriculum development, Studies in Science Education, 13

Gilbert, K. , Osborne, J. , Fenham, J. (1982), Children's science and its consequences for teaching, Science Education, 66

Gunstone, F. (1987), Student understanding in mechanics: A large population survey, American Journal of Physics, 55

Halloun, I. & Hestenes, D. (1985α), The initial knowledge state of college physics students, American Journal of Physics 53

Halloun, I. & Hestenes D. (1985β), Common sense concepts about motion, American Journal of Physics 53

Halloun, I. (2006), Inventories of Basic Conceptions, www.Halloun.net

Knight R. (2006), Πέντε εύκολα μαθήματα – Στρατηγικές για την επιτυχή διδασκαλία της Φυσικής, Εκδόσεις Δίαυλος

Thornton, R. & Sokoloff, D. (1990), Learning motion concepts using real-time microcomputer –based tools, American Journal of Physics, 58

Thornton, R. & Sokoloff, D. (1998), Assessing student learning of Newton's laws: The force and motion conceptual evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture, American Journal of Physics, 66

"Βλέποντας τους ήχους" μια εκπαιδευτική πρόταση και εφαρμογή για τη διδασκαλία των κυμάνσεων στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Ματθαίος Πατρινόπουλος[1,2],Βασιλική Καρακώστα[1,2], Πηνελόπη Προμπονά [1,2]
26ο & 29ο Δημοτικό Σχολείο Αχαρνών http://1dim-olympic.att.sch.gr
Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας & Περιβάλλοντος Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε.
Πανεπιστήμιο Αθηνών http://micro-kosmos.uoa.gr
mpatrin@primedu.uoa.gr, vkarakosta@gmail.com, probonapinelopi@yahoo.gr

Περίληψη

Στο πλαίσιο μιας εναλλακτικής / συμπληρωματικής προσέγγισης της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, που πραγματοποιούμε σε δύο συστεγαζόμενα δημοτικά σχολεία του Ολυμπιακού Χωριού, σχεδιάσαμε και εφαρμόσαμε εκπαιδευτικές παρεμβάσεις για διάφορες ενότητες του αναλυτικού προγράμματος. Η έννοια του ήχου και οι ιδιότητές του περιλαμβάνο-νται στα αναλυτικά προγράμματα της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και συσχετίζουν φαινόμενα που γίνονται άμεσα αντιληπτά από τους μαθητές. Εντούτοις, καταγράφονται και σημαντικές παρανοήσεις που δημιουργούνται κατά την ερμηνεία τους. Στην παρέμβασή μας, επιχειρήσαμε την ενοποιημένη προσέγγιση και ένταξη των φαινομένων του ήχου στα μηχανικά κύματα, ενώ δώσαμε έμφαση σε διερευνητικές διαδικασίες που περιελάμβαναν τον πειραματισμό με χρήση μουσικών οργάνων, απλών υλικών και κατασκευών αλλά και ψηφιακών τεχνολογικών εργαλείων.

Abstract.

In the context of an alternative teaching approach of Science in Primary Education, which takes place in two elementary co-located schools of the Olympic Village, we designed and implemented educational interventions for different units of the analytical program. The concept of sound and its properties are included in curricula of primary and secondary education and combine phenomena that are directly perceived by students. However, students' significant misunderstandings arising from the interpretation of the phenomena are recorded. In our intervention we tried to integrate and correlate phenomena of sound waves to mechanical waves and we focused on investigative procedures that included experimentation with the use of musical instruments, simple materials, utilities and digital technological tools.

Εισαγωγή

Οι ήχοι και τα φαινόμενα που συνδέονται με αυτούς - φύση, παραγωγή και διάδοση- συμπεριλαμβάνονται στα ελληνικά αναλυτικά προγράμματα, τόσο στην Πρωτοβάθμια όσο και στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Ε΄ Δημοτικού και Γ΄ Γυμνασίου, ενώ στη Γ΄ Λυκείου στην ενότητα των κυμάτων δεν γίνεται επιμέρους αναφορά στα ηχητικά κύματα). Σύμφωνα με σχετικές έρευνες (Linder & Erickson 1989, Boyes & Stanisstreet 1991, Wittmann et al. 2003, Lautrey & Mazens 2003, Lautrey & Mazens 2004, Αποστολάκης κ.ά. 2006α, Περρή & Βαλαβανίδης 2006, Houle & Barnett 2008), οι μαθητές από μικρή ηλικία αναπτύσσουν εναλλακτικές ιδέες για τους ήχους και την διάδοσή τους, τόσο σε μακροσκοπικό όσο και σε μικροσκοπικό επίπεδο.

Μια από τις ευρύτερα διαδεδομένες αντιλήψεις των μαθητών είναι ότι ο ήχος είναι μια οντότητα που μεταφέρεται από το ένα μόριο στο άλλο ή μια ουσία που ταξιδεύει (Houle & Barnett 2008, Linder & Erickson 1989). Η αντίληψη αυτή (η οποία καταγράφεται κυρίως σε μαθητές ηλικίας 11-13 ετών), εκφράζεται είτε με την άποψη ότι τα ίδια τα μόρια μεταφέρουν τον ήχο είτε ότι ο ήχος ρέει μέσω του αέρα με τρόπο ανάλογο με αυτόν του νερού που ρέει από μία βρύση (Boyes & Stanisstreet 1991, Lautrey &.Mazens 2004).
Αρκετοί μαθητές μικρότερης ηλικίας, θεωρούν ότι ο ήχος ξεκινά από τον παρατηρητή και καταλήγει στην πηγή, άποψη που εξασθενεί όσο αυξάνεται η ηλικία των μαθητών (Boyes & Stanisstreet 1991, Lautrey &.Mazens 2004).
Μαθητές, αρκετά συχνά, αναφέρουν ότι ο ήχος αποτελεί φυσική ιδιότητα κάποιων σωμάτων, ενώ δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι οι ήχοι παράγονται από ταλαντώσεις των ηχητικών πηγών, όταν αυτές δεν είναι ορατές.
Σύμφωνα με έρευνες σε μαθητές ηλικίας 4 μέχρι 10 ετών, (Lautrey & Mazens 2003, Lautrey & Mazens 2004) αναδεικνύεται ότι αυτοί αναπτύσσουν πέντε νοητικά μοντέλα για τη διάδοση του ήχου στα στερεά, που μπορούν να συνοψιστούν σε τρεις θεωρίες: α. Ο ήχος έχει τις ιδιότητες της ύλης (είναι υλικό σώμα), β. ο ήχος διατηρεί τα χαρακτηριστικά της ύλης, αλλά δεν έχει καμιά από τις συνήθεις ιδιότητές της ή παρουσιάζει άυλα χαρακτηριστικά, γ. η διάδοση του ήχου σχετίζεται με τις αποστάσεις των σωματιδίων.
Η σύνδεση των ιδιοτήτων του ήχου με τις ιδιότητες των κυμάτων (τουλάχιστον των μηχανικών) γίνεται στο αναλυτικό πρόγραμμα και στα βιβλία του Γυμνασίου, αλλά δεν υπάρχει στα εγχειρίδια του Δημοτικού (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο 2003, Αποστολάκης κ.ά. 2006, Αντωνίου κ.α. 2008). Θεωρήσαμε ότι η ενοποιημένη προσέγγισή τους και η ολοκληρωμένη θεώρηση των φαινομένων είναι δυνατή και στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και επιτρέπει την καλύτερη κατανόησή τους. Για να δοκιμάσουμε την αποτελεσματικότητα αυτής της προσέγγισης σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε μια διδακτική παρέμβαση που αναπτύχθηκε σε έξι διδακτικές ώρες (δύο δίωρα και δύο μονόωρα μαθήματα σε διάστημα δύο εβδομάδων).

Η Παρέμβαση: Μεθοδολογία

Στο 26ο & το 29ο Δημοτικό Σχολείο Αχαρνών προσπαθούμε να εφαρμόσουμε μια διαφοροποιημένη προσέγγιση των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών, με έμφαση στην πειραματική διαδικασία, με παράλληλη χρήση απλών υλικών και σύγχρονων ψηφιακών συστημάτων, αποφεύγοντας το μαθηματικό φορμαλισμό. Σε αυτό το πλαίσιο, σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε εκπαιδευτικές δραστηριότητες για διάφορες ενότητες των Φυσικών Επιστήμων και οργανώσαμε την παρουσίασή τους στο χώρο του σχολείου, με γιορτή επιστημών ανοιχτή στην τοπική κοινωνία με πρωταγωνιστές τους μαθητές.
Η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήσαμε βασίστηκε στην επιστημονική διερεύνηση / ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο.
Για να μπορέσουμε να ελέγξουμε ποιοτικά τα αποτελέσματα της παρέμβασής μας και να εντοπίσουμε τα αδύναμα αλλά και τα πιο ισχυρά στοιχεία της διαδικασίας, βιντεοσκοπήσαμε τα μαθήματα. Από την επεξεργασία των βίντεο προέκυψαν οι βασικές παρατηρήσεις και καταγραφές.
Σε κάθε υποενότητα (φύση, παραγωγή του ήχου, διάδοση του κύματος - ήχου, ιδιότητες του ήχου, εφαρμογές), ξεκινούσαμε με τον προβληματισμό των μαθητών, την καταγραφή των υποθέσεών τους και προχωρούσαμε στην ερευνητική εργασία και τον πειραματισμό. Με βάση τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας και τη συζήτηση στην τάξη, οι μαθητές προχωρούσαν στη σύνθεση των συμπερασμάτων. Σημαντική θεωρήσαμε τη σύνδεση των συμπερασμάτων με άλλα φαινόμενα που συναντούν οι μαθητές στην καθημερινή τους ζωή ή σε τεχνολογικές εφαρμογές.

Περιγραφή Διαδικασίας

Σε κάθε ενότητα για να προσελκύσουμε το ενδιαφέρον των μαθητών, επιλέξαμε δραστηριότητες που ήταν ενδιαφέρουσες για τους μαθητές και εστίαζαν στα φαινόμενα που θέλαμε να μελετήσουμε.
Ως έναυσμα για τη μελέτη των μηχανισμών παραγωγής ήχων και των αρχών λειτουργίας των ηχητικών πηγών, ζητήσαμε από τους μαθητές να προσπαθήσουν να παράγουν ήχους αρχικά χωρίς να χρησιμοποιήσουν το στόμα τους και στη συνέχεια χρησιμοποιώντας απλά μουσικά όργανα. Με μια διαδικασία διαδοχικών ερωταποκρίσεων και παράθεσης ιδεών, αναδείχτηκε η δυσκολία εστίασης στις αιτίες παραγωγής ήχου.
Για τον προβληματισμό στην παραγωγή της φωνής, οι μαθητές έβαλαν την παλάμη τους μπροστά και σε κοντινή απόσταση από το στόμα τους και προσπάθησαν να αντιληφθούν την αίσθηση που δημιουργούσε στο χέρι τους η μεταβολή της πίεσης του αέρα όταν μιλούσαν. Στη συνέχεια ακούμπησαν με το χέρι τους το λάρυγγά τους για να νιώσουν την παλμική κίνηση των φωνητικών τους χορδών (Εικόνα 1).

Εικόνα 1: Ο λάρυγγάς μας πάλλεται

Για να προκαλέσουμε το ενδιαφέρον των μαθητών, σε σχέση με τη διάδοση του ήχου, ζητήσαμε από ένα μαθητή να πάει σε άλλη αίθουσα και να ανταποκριθεί στο κάλεσμα των συμμαθητών του, όταν αυτοί τον φώναζαν, αρχικά με ανοιχτές και στη συνέχεια με κλειστές τις ενδιάμεσες πόρτες. Με ανοιχτές τις πόρτες δεν υπήρξε πρόβλημα όταν όμως οι πόρτες έκλεισαν, με αποτέλεσμα να παρεμβάλλεται στερεό σώμα ανάμεσα στην ηχητική πηγή και τον ακροατή, διατυπώθηκαν προβληματισμοί και είχαμε πολλαπλές απόψεις για τη διάδοση του ήχου. Η επίκληση των εμπειριών των μαθητών από τα κύματα στη θάλασσα, ήταν ένα στοιχείο που διευκόλυνε και επέκτεινε τη διαδικασία, επιτρέποντάς μας να έχουμε μια πρώτη συσχέτιση μεταξύ των μηχανικών κυμάτων με τους ήχους.
Με τη διατύπωση υποθέσεων αναδείχτηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών που σε μεγάλο βαθμό ήταν συμβατές με τις καταγεγραμμένες από τη σχετική βιβλιογραφία. Ενώ οι μαθητές μπορούσαν να συσχετίζουν την παραγωγή του ήχου με τις ταλαντώσεις των σωμάτων και των φωνητικών τους χορδών, δεν μπορούσαν να εξηγήσουν πώς παράγονται οι ήχοι όταν οι ταλαντώσεις αυτές δεν είναι ορατές. Συγκεκριμένα, οι μαθητές όταν παρήγαγαν ήχους χωρίς να χρησιμοποιούν το στόμα τους, καταλάβαιναν ότι ο ήχος προέρχεται από την παλμική κίνηση των σωμάτων. Επίσης μπορούσαν να εξηγήσουν ότι ο ήχος των μουσικών οργάνων προέρχεται από την ταλάντωση κάποιου σώματος, όπως των χορδών της κιθάρας ή της μεμβράνης του τυμπάνου. Με μικρή βοήθεια συνέδεσαν τον ήχο της φωνής με την ταλάντωση των φωνητικών χορδών, ειδικά όταν ακούμπησαν με το χέρι τους το λάρυγγά τους και ένιωσαν και οι ίδιοι την ταλάντωση αυτή. Δεν μπορούσαν όμως να εξηγήσουν πώς βγαίνει ο ήχος από το κασετόφωνο, τον υπολογιστή, ακόμα και από το κινητό τηλέφωνο. Αναφέρθηκε περισσότερες από μία φορές ότι ο ήχος υπάρχει μέσα σε αυτά ή είναι αποθηκευμένος στα μέσα στα αντικείμενα και εξέρχεται από αυτά με το πάτημα ενός διακόπτη.
Καταγράφηκε η αντίληψη ότι ήχος είναι «κάτι που ακούμε» και ότι ο ήχος ταξιδεύει με τη βοήθεια του αέρα. Η αντίληψη αυτή ενισχύθηκε με την πρώτη δραστηριότητα που έκαναν οι

μαθητές, βάζοντας το χέρι τους μπροστά στο στόμα τους ενώ μιλούσαν και ένιωθαν την κίνηση του αέρα, γεγονός που όπως αποδείχθηκε ενίσχυσε τη λανθασμένη άποψη ότι κατά τη διάδοση του ήχου μετακινούνται τα σωματίδια - μόρια - του αέρα, οπότε σε επόμενη εφαρμογή θα κρίνουμε χρήσιμο να μη συμπεριληφθεί.

Όταν ζητήσαμε από τους μαθητές να προτείνουν λύσεις για το πώς μπορεί να τους ακούει ο συμμαθητής τους στην άλλη αίθουσα, η αντίληψη που κυριάρχησε ήταν ότι ο ήχος πέρασε από το άνοιγμα ή ακόμα και τη σχισμή της πόρτας (βρίσκει δηλαδή τρύπες και ανοίγματα και περνά), ενώ δεν καταγράφηκε από κανένα μαθητή η άποψη ότι ο ήχος ταξιδεύει μέσα από τα στερεά, π.χ. από τον τοίχο και την πόρτα, θεωρούσαν τον ήχο ως κάτι που έχει υλική υπόσταση και δεν μπορεί να περάσει μέσα από στερεά σώματα.

Μια άλλη αντίληψη που καταγράψαμε ήταν ότι το νερό εμποδίζει τη διάδοση του ήχου. Όταν κάποιοι μαθητές θυμήθηκαν, ότι πολλές φορές όταν κάνουν βουτιές έχουν ακούσει τον ήχο μηχανών από βάρκες ή και από πέτρες που παρασέρνει το κύμα, τότε υπήρξε η υπόθεση ότι τα κύματα και τα ρεύματα είναι αυτά που μεταφέρουν τον ήχο, ενώ ένας μαθητής σκέφτηκε ότι ο ήχος διαδίδεται με τον αέρα που υπάρχει στο νερό.

Οι πειραματικές διαδικασίες που εφαρμόστηκαν συμπεριλάμβαναν κάποιες από τις διαδικασίες που προτείνονται από τα σχολικά εγχειρίδια και άλλες που θεωρήσαμε ότι εξυπηρετούσαν καλύτερα την παρέμβασή μας.

Για την παραγωγή του ήχου εκτός από τις δραστηριότητες που χρησιμοποιήσαμε για την προσέλκυση του ενδιαφέρο-ντος των μαθητών με χρήση μουσικών οργάνων και τη φωνή τους, οι μαθητές πειραματίστηκαν με σώματα που κατά την ταλάντωσή τους παρήγαγαν ήχους, όπως χάρακες ή καλαμάκια διαφορετικού μήκους (Εικόνα 2).

Εικόνα 2: Παράγουμε ήχους με πλαστικά καλαμάκια

Η χρήση μουσικών οργάνων και η εστίαση στο μέρος που "πάλλεται" ενίσχυσε την άποψη ότι οι ήχοι παράγονται από τις ταλαντώσεις των σωμάτων. Ενδιαφέρον παρουσίασε η χρήση ενός ταμπουρίνου που πάνω στη μεμβράνη του είχαμε βάλει ζάχαρη. Χτυπώντας τη μεμβράνη οι μαθητές κατέγραψαν στις παρατηρήσεις τους ότι για πιο δυνατούς ήχους είχαμε μεγαλύτερο "τίναγμα" της ζάχαρης, θέση που θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση για τη συσχέτιση του πλάτους της ταλάντωσης με την ένταση του ήχου (Εικόνα 3).

Εικόνα 3: Συσχετίζοντας την ένταση του ήχου με το "τίναγμα" της ζάχαρης

Σε αυτό το σημείο επεκτείναμε τη διερεύνησή μας, (πέρα από τον αρχικό σχεδιασμό), προσπαθώντας να δούμε αν θα μπορούσαμε να έχουμε συσχέτιση της έντασης του ήχου με το πλάτος της ταλάντωσης και καταγράψαμε μια σειρά απαντήσεων με την πιο χαρακτηριστική: "ότι όταν το σώμα "πάλλεται" περισσότερο, ο ήχος ακούγεται πιο δυνατά" που δόθηκε όταν είχαμε άμεση "εικόνα" των φαινομένων.

Για να αντιστοιχίσουν οι μαθητές την παραγωγή ήχου από μία συσκευή, όπως το κασετόφωνο, με την ταλάντωση της ηχητικής πηγής, πειραματιστήκαμε με το ηχείο ενός κασετόφωνου (δραστηριότητα που προτείνεται και από το σχολικό εγχειρίδιο Αποστολάκης Εμ. κ.α.2006). Οι μαθητές εντόπισαν ως πηγή του ήχου τα ηχεία και τοποθέτησαν μια τεντωμένη πλαστική σακούλα πάνω από ένα ηχείο και έβαλαν μικρά μπαλάκια από χαρτί. Στη συνέχεια άνοιξαν το κασετόφωνο και αύξησαν την ένταση του ήχου. Διαπίστωσαν ότι τα χαρτάκια α-πλώς έκαναν μικρές κινήσεις πάνω στην τεντωμένη σακούλα. Επειδή το αποτέλεσμα δεν ήταν αρκετά εντυπωσιακό, επαναλάβαμε το πείραμα χρησιμοποιώντας αντί για χαρτάκια ζάχαρη, αυξάνοντας παράλληλα την ένταση του ήχου. Οι μαθητές διαπίστωσαν ότι η ζάχαρη τιναζόταν όπως είχε συμβεί και με το ταμπουρίνο με κοινή αιτία παραγωγής ήχων και στις δύο περιπτώσεις την ταλάντωση κάποιων μέσων.

Οι πειραματικές διαδικασίες για τους μηχανισμούς διάδοσης των κυμάτων και η εστίαση στην προέλευση των φαινομένων από μια διαταραχή και τη διάδοση της χωρίς να έχουμε α-ντίστοιχη μετακίνηση σωματιδίων, επέτρεψε την καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών διάδοσης και του ήχου.

Για να συνδυάσουμε τη διάδοση του ήχου με τη διάδοση των κυμάτων στην επιφάνεια των υγρών, χρησιμοποιήσαμε έναν προβολέα διαφανειών που πάνω του τοποθετήσαμε ένα γυάλινο δοχείο με νερό. Οι μαθητές προκαλούσαν διέγερση σε διάφορα σημεία του νερού και παρατηρούσαν τις κυμάνσεις στην επιφάνειά του.

Εικόνα 4: Το κύμα ταξιδεύει!

Μια απλή διάταξη που φτιάξαμε με τους μαθητές χρησιμοποιώντας καλαμάκια στηριγμένα σε χαρτοταινία, μας επέτρεψε να παρατηρήσουμε τη διάδοση των κυμάτων όταν χτυπούσαμε στο ένα άκρο της. Το αποτέλεσμα προκάλεσε έκπληξη στους μαθητές και έδειξε τη μεταφορά της διαταραχής από το ένα σημείο στο άλλο, χωρίς να έχουμε αντίστοιχη μεταφορά σωματιδίων (Εικόνα 4).
Ενδιαφέρον παρουσίασε ένα παιχνίδι που παίξαμε με τους μαθητές. Τοποθετήσαμε σε σειρά το ένα παιδί δίπλα στο άλλο με τα πόδια τους κλειστά, έτσι ώστε να ακουμπάνε μόνο οι ώμοι τους. Σπρώχνοντας το πρώτο παιδί της σειράς έπεφτε το τελευταίο παιδί, φτιάχνοντας έτσι ένα ζωντανό ντόμινο. Στη συνέχεια αφήσαμε μια θέση κενή ανάμεσα στα παιδιά και είδαμε ότι η διαταραχή σταματά να μεταφέρεται εκεί που υπάρχει το κενό. (Εικόνα 5).
Η διαδικασία αυτή εκτός από τη μεταφορά της διαταραχής από σημείο σε σημείο χωρίς μετακίνηση σωματιδίων, ανέδειξε και την ανάγκη ύπαρξης συνέχειας στο μέσο διάδοσης.

Εικόνα 5: Ζωντανό Ντόμινο

Για την αναπαράσταση των φαινομένων σε μικροσκοπικό επίπεδο χρησιμοποιήσαμε προσομοιώσεις με τον υπολογιστή και προσπαθήσαμε να τις συνδέσουμε με τα αποτελέσματα των πειραμάτων που κάναμε στην τάξη.
Για τη μελέτη της διάδοσης του ήχου στα στερεά και στα υγρά, κάναμε δύο δραστηριότητες .

Ένας μαθητής κρατώντας ένα κουτάλι περνούσε από τις ομάδες των μαθητών και χτυπούσε το θρανίο τους, ενώ οι υπόλοιποι μαθητές ακουμπούσαν το ένα αυτί τους στο θρανίο. Η διαφορά στην ένταση του ήχου έγινε άμεσα αντιληπτή από τους μαθητές και κάποιοι πρότειναν να δοκιμάσουμε να ακούσουμε τι συμβαίνει στη διπλανή αίθουσα βάζοντας το αυτί μας στον τοίχο.

Εικόνα 6: Οθόνη του Λογισμικού Ανακαλύπτω τις Μηχανές

Για τη διάδοση του ήχου στα υγρά χρησιμοποιήσαμε δύο κουτάλια και μία λεκάνη γεμάτη νερό. Χτυπώντας τα κουτάλια μέσα στο νερό, οι μαθητές παρατηρούσαν ότι ο ήχος ακούγεται εξασθενημένος. Ενώ όταν ακουμπούσαν το αυτί τους στο τοίχωμα της λεκάνης, παρατήρησαν ακούγονταν με μεγαλύτερη ένταση, πιο έντονα αποτελέσματα κατέγραψαν όταν έβαλαν ένα στηθοσκόπιο στο νερό. Συσχετίζοντας, ξανά, την εμπειρία τους από τους ήχους, που οι περισσότεροι είχαν ακούσει όταν βρίσκονταν μέσα στη θάλασσα, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο ήχος διαδίδεται και μέσα στα υγρά.

Με το στηθοσκόπιο οι μαθητές μπόρεσαν να ακούσουν τον ήχο της καρδιάς τους ή τους ή-χους που παράγονται από διάφορα σώματα, δραστηριότητα που τους ενθουσίασε.

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι σε κάθε ενότητα τα συμπεράσματα καταγράφονταν από τις ομάδες των μαθητών, παρουσιάζονταν στην τάξη και με συζήτηση καταλήγαμε όλοι μαζί σε ένα κοινά αποδεκτό συμπέρασμα.

Η χρήση των υπολογιστών στο εργαστήριο του σχολείου και του λογισμικού "Ανακαλύπτω τις Μηχανές" (Πανεπιστήμιο Αθηνών 2000) (Εικόνα 6) διεύρυνε τα αποτελέσματα του πειραματισμού και βοήθησε στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών και τη γενίκευση των αποτελεσμάτων σε άλλες τεχνολογικές εφαρμογές ή φαινόμενα.

Εικόνα 7: Αναλύοντας τη φωνή στον υπολογιστή.

Στο τέλος ζητήσαμε από τους μαθητές να πειραματιστούν, καταγράφοντας τη φωνή τους στον υπολογιστή και να δουν τα διαγράμματα που δημιουργούνται με το πρόγραμμα Audacity®. Ξεκινώ-ντας αυτή τη δραστηριότητα είχαμε περιορισμένες απαιτήσεις για τα αποτελέσματα. Κατά την εφαρμογή είδαμε ότι οι μαθητές πολύ γρήγορα συσχέτισαν τις μεταβολές στις απεικονίσεις στην οθόνη του υπολογιστή με τη φωνή τους, αλλά και το πλάτος της ταλάντωσης με την ένταση του ήχου και ύστερα από λίγο χρόνο άρχισαν να παίζουν, κόβοντας και μεταθέτοντας κομμάτια του ήχου ή αλλάζοντας τη συχνότητα του ήχου παραμορφώνοντας τις φωνές τους.

Σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές επαναλάμβαναν τις διαδικασίες με ίδια ή διαφορετικά υλικά εκτός τάξης, ενώ οι ερωτήσεις και οι ιδέες για άλλες δραστηριότητες συνεχίστηκαν και μετά την ολοκλήρωση της ενότητας στην τάξη.

Αποτελέσματα

Η παρέμβασή μας στόχευε στον έλεγχο της δυνατότητας ανάπτυξης εναλλακτικών διδακτικών προσεγγίσεων στα πλαίσια της καθημερινής εκπαιδευτικής διαδικασίας ενός δημόσιου σχολείου. Ιδιαίτερα στο σχολείο μας, που καταγράφεται πολύ μεγάλος αριθμός μαθητών με σοβαρές μαθησιακές δυσκολίες (20% του μαθητικού πληθυσμού, ποσοστό τετραπλάσιο του στατιστικά αναμενόμενου επί του μέσου πληθυσμού) τέτοιες παρεμβάσεις κρίνονται κρίσιμες για τη βελτιστοποίηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.
Τα κυριότερα στοιχεία που καταγράφηκαν κατά τη διδασκαλία και την επεξεργασία του βιντεοσκοπημένου υλικού ήταν:

- Οι διαδικασίες που εφαρμόστηκαν, με ενθάρρυνση της ενεργού συμμετοχής των μαθητών ευνόησε την ανάπτυξη συνεργατικών δραστηριοτήτων.
- Η συζήτηση μεταξύ των μαθητών, τους επέτρεψε να διαπιστώσουν τις ενδεχόμενες αδυναμίες ή ελλείψεις στις απαντήσεις που έδιναν και να προχωρήσουν αρκετά εύκολα σε αλλαγές ή τροποποιήσεις τους.
- Ο ρόλος των εκπαιδευτικών είχε επικεντρωθεί στο συντονισμό -σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό- της αυτόνομης εργασίας των μαθητών.
- Μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες και περιορισμένη ή μηδενική συμμετοχή σε άλλα μαθήματα, συμμετείχαν, εξέφρασαν τις υποθέσεις τους, επιχειρηματολόγησαν, παρατήρησαν συστηματικά και ανέλαβαν ενεργό ρόλο στα πλαίσια των ομάδων.
- Η χρήση των πειραματικών διατάξεων που χρησιμοποιήσαμε, επέτρεψε στους μαθητές να συσχετίσουν παρεμφερή φαινόμενα της καθημερινής ζωής με πειράματα που έκαναν στο σχολείο και τα συμπεράσματα που κατέληξαν.
- Οι μαθητές συνέχισαν την πειραματική διαδικασία μόνοι τους, χρησιμοποιώντας και άλλα υλικά, ενώ επανέλαβαν τα πειράματα τόσο στο σπίτι όσο και στο διάλειμμα.
- Η αναφορά στο μικρόκοσμο και η συσχέτιση των ηχητικών κυμάτων με τα μηχανικά κύματα, έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές να προβούν σε μια πρώτη ενοποιητική και συνεκτική θεώρηση των φαινομένων.
- Η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών και οι οπτικοποιήσεις, επέτρεψαν τη δημιουργία μιας πιο ολοκληρωμένης εικόνας των ηχητικών κυμάτων και των μηχανισμών που συνδέονται με αυτά.

Σαν επιστέγασμα της δουλειάς που έγινε όλη τη σχολική χρονιά και σε άλλες ενότητες των Φυσικών Επιστημών, στο τέλος της χρονιάς διοργανώσαμε γιορτή των επιστημών στο σχολείο. Σε αυτή οι μαθητές παρουσίασαν μέρος των πειραμάτων και των φαινομένων στους γονείς και την τοπική κοινωνία, εξηγώντας τα πειράματα, δίνοντας ερμηνείες και απαντώντας σε ερωτήσεις που δέχτηκαν. (Patrinopoulos & Karakosta 2010)

Βιβλιογραφία

Αντωνίου Ν., Δημητριάδης Π. Καμπούρης Κ. Παπαμιχάλης Κ., Παπατσίμπα Λ. (2008). Φυσική Γ΄ Γυμνασίου, ΟΕΔΒ.

Αποστολάκης Εμ., Παναγοπούλου Ελ., Σάββας Στ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ. Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Α., Καλκάνης Γ. (2006α). "Φυσικά" Ε΄ Δημοτικού - Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Βιβλίο Δασκάλου, ΟΕΔΒ.

Αποστολάκης Εμ., Παναγοπούλου Ελ., Σάββας Στ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ. Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Α., Καλκάνης Γ. (2006β). "Φυσικά" Ε΄ Δημοτικού - Ερευνώ και Ανακαλύπτω Τετράδιο Εργασιών, Βιβλίο Μαθητή, ΟΕΔΒ.

Πανεπιστήμιο Αθηνών Π.Τ.Δ.Ε. Εργαστήριο Φ.Ε. Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος (2000). "Ανακαλύπτω τις Μηχανές" Εκπαιδευτικό Λογισμικό και Φύλλα Εργασίας, Εκδόσεις Ερευνητές

Περρή Μ., Βαλαβανίδης Ν. (2006). *Αναπαραστάσεις μαθητών Δημοτικού Σχολείου για τη φύση, την παραγωγή και τη διάδοση του ήχου,* 3ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ της Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΕΔΙΦΕ)

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2003) (ΦΕΚ 303Β και 304Β/13-3-2003) *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ) Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης,*

Boyes, E., Stanisstreet, M. (1991). Development of pupils' ideas about seeing and hearing-The path of light and sound, *Research in Science and Technology Education*, 9, 223-251.

Houle, M.E., Barnett, M. G. (2008). Students' conceptions of sound waves resulting from the enactment of a new technology-enhanced inquiry-based curriculum on urban bird communication, *Journal of Science Education and Technology*, 17, 242-251.

Linder, C. J., Erickson, G. L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound, *International Journal of Science Education* ,11:5,491-501.

Lautrey L., Mazens K. (2003). Conceptual change in physics: children's naive representations of sound, *Cognitive Development*, 18, 159-176 .

Lautrey L., Mazens K.(2004). Is children's naive knowledge consistent? A comparison of the concepts of sound and heat, *Learning and Instruction*, 14, 399–423.

Patrinopoulos M., Karakosta B. (2010). "Olympic School Science Fair: Playful and Explanatory Hands-on Experimentation for Elementary School Students" HSci2010 - 7th International Conference on Hands-on Science, Rethymno, July 2010.

Wittmann, M., Steinberg, R. N., Redish, E. F. (2003). Understanding and affecting student reasoning about sound waves, *International Journal of Science Education*, 25:8, 991-101.

Δικτυακοί τόποι από όπου αντλήσαμε λογισμικό

Ελεύθερο Λογισμικό Audacity http://audacity.sourceforge.net/

Προσομοιώσεις: http://www.ostralo.net/3_animations/swf/onde_sonore_plane.swf & http://phet.colorado.edu/en/simulation/sound

Μια επιστημολογικά ενημερωμένη πρόταση για τη διδασκαλία της ενέργειας σε μαθητές ηλικίας 11 ως 14 ετών: το σκεπτικό της πρότασης και η θεμελίωσή της με εμπειρικά δεδομένα*

Νίκος Παπαδούρης & Κωνσταντίνος Π. Κωνσταντίνου
Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες,
Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου
{npapa,c.p.constantinou}@ucy.ac.cy

Περίληψη
Η διδασκαλία και η μάθηση για την ενέργεια αποτελεί μια πρόκληση που αντιμετωπίζει η διδακτική των φυσικών επιστημών, ιδιαίτερα στην περίπτωση του δημοτικού και του γυμνασίου. Παρά την ιδιαίτερη προσοχή που έχει λάβει μέχρι στιγμής αυτό το ζήτημα στην ερευνητική βιβλιογραφία, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη συναίνεσης σχετικά με διάφορα ζητήματα που άπτονται του διδακτικού της χειρισμού. Σε αυτή την εργασία αναδεικνύονται αρχικά οι ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η προσπάθεια διδακτικής επεξεργασίας της ενέργειας και οι αντίστοιχες περιπλοκές που προκύπτουν, συζητείται η αδυναμία του συμβατικού πρότυπου διδασκαλίας να τις χειριστεί και περιγράφεται το σκεπτικό μιας εναλλακτικής διδακτικής προσέγγισης και το αντίστοιχο διδακτικό υλικό. Το υπόλοιπο μέρος της εργασίας παρουσιάζει ενδεικτικά εμπειρικά δεδομένα που έχουν προκύψει από την εφαρμογή του διδακτικού υλικού που αναπτύχθηκε σε τρία τμήματα έκτης τάξης δημοτικού σχολείου (N=64). Τα δεδομένα καταδεικνύουν τη δυνατότητα της προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης να προωθεί την κατανόηση των μαθητών για την ενέργεια και την ικανότητά τους για ενεργειακή ανάλυση.

Abstract
Teaching and learning about energy, especially in the elementary and middle school grades, constitutes a challenging topic that has received much attention within the research field of science education. Despite this, it is important noticing the lack of consensus on a range of relevant issues. In this study we firstly reveal some of the intricacies relevant to introducing and elaborating energy in school science and demonstrate the inability of conventional teaching approach to effectively tackle them. Next, we briefly describe the rationale underlying an alternative teaching approach and the corresponding curriculum materials that have been developed. The remaining part of the paper reports on the empirical data that have emerged from the implementation of the curriculum materials in three intact sixth-grade classes (N=64), which demonstrate its potential to help student construct understanding about energy and develop the ability to apply this construct in analyzing changes occurring in simple physical systems.

Εισαγωγή και θεωρητικό πλαίσιο

Η κατανόηση για την ενέργεια αναγνωρίζεται διεθνώς ως μια βασική μαθησιακή επιδίωξη της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Αυτό δικαιολογείται, με διάφορους τρόπους, περιλαμβανομένων (α) της σύνδεσης της με όλους τους επιμέρους κλάδους των φυσικών

* Η έρευνα στην οποία αναφέρεται η παρούσα εργασία έχει χρηματοδοτηθεί από το Ίδρυμα Προώθησης Έρευνας Κύπρου, μέσω των προγραμμάτων ΕΚΤΕΜΑ (ΠΕΝΕΚ20/02) και ΕΠΙΚΟΙΤΕ (ΕΝΙΣΧ/0504/15).

επιστημών, (β) το νόμο διατήρησης στον οποίο υπόκειται, ο οποίος παρέχει ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάλυση και την πρόβλεψη της συμπεριφοράς φυσικών συστημάτων, και (γ) της κεντρικής της θέσης σε σχέση με τρέχοντα ζητήματα κοινωνικο-επιστημονικού χαρακτήρα που αφορούν στη διαχείριση ενεργειακών πόρων. Παρά την ιδιαίτερη προσοχή που έχει λάβει μέχρι στιγμής το ζήτημα της μάθησης και της διδασκαλίας για την ενέργεια στην ερευνητική βιβλιογραφία είναι σημαντικό να παρατηρήσει κανείς την έλλειψη συναίνεσης αναφορικά με τα χαρακτηριστικά μιας εννοιολογικά έγκυρης και παιδαγωγικά αποτελεσματικής διδακτικής προσέγγισης (Doménech et al. 2007, Duit 1987, Falk et al. 1983, Millar 2000, Warren 1986). Ενδεικτικά, ανάμεσα στα ζητήματα γύρω από τα οποία έχει καταγραφεί αντιπαράθεση ιδεών και επιχειρημάτων συγκαταλέγονται ο βαθμός στον οποίο (α) η μαθηματική επάρκεια και δυνατότητα αφαιρετικής σκέψης λειτουργεί ως προαπαιτούμενο για την εισαγωγή της ενέργειας και (β) η διδασκαλία οφείλει να απευθύνεται στο ερώτημα «τι είναι η ενέργεια;». Αυτή η έλλειψη συναίνεσης, η οποία αφορά κυρίως στο δημοτικό και στο γυμνάσιο, φαίνεται να πηγάζει κυρίως από δύο πτυχές της φύσης της ενέργειας. Η πρώτη σχετίζεται με τον αφηρημένο χαρακτήρα της ως μιας μαθηματικής ιδέας που αξιοποιείται στην επιστήμη για την ποσοτική ανάλυση φυσικών συστημάτων. Αυτό το στοιχείο, αφαιρεί τη δυνατότητα αναφοράς στη φύση της ενέργειας αξιοποιώντας ως βάση συγκεκριμένες αναπαραστάσεις που μπορούν να γίνουν κατανοητές από τους μαθητές, όπως συμβαίνει με άλλα φυσικά μεγέθη (π.χ. η δύναμη ως αλληλεπίδραση). Η δεύτερη πτυχή αφορά στο διαφαινομενολογικό και ενοποιητικό χαρακτήρα της ενέργειας. Η λειτουργία οποιουδήποτε φυσικού συστήματος (π.χ. μηχανικό σύστημα, ηλεκτρικό σύστημα κ.τ.λ.) μπορεί να περιγραφεί και να αναλυθεί αξιοποιώντας αποκλειστικά έννοιες από το αντίστοιχο πεδίο (π.χ. μηχανική, ηλεκτρισμός κ.τ.λ.) χωρίς αναφορά στην ενέργεια. Η αξία της ενέργειας έγκειται στο διαφαινομενολογικό της χαρακτήρα και στη δυνατότητα που παρέχει για μια ενοποιητική προσέγγιση της ανάλυσης συστημάτων ανεξάρτητα από το πεδίο στο οποίο εντάσσονται. Οποιαδήποτε διδακτική προσέγγιση για την ενέργεια χρειάζεται να απευθύνεται σε αυτά τα δύο στοιχεία. Συγκεκριμένα, χρειάζεται να επιδιώκει μια ισορροπία ανάμεσα στην απλούστευση του περιεχομένου και της εγκυρότητάς του, ώστε να διαχειρίζεται το ερώτημα «τι είναι η ενέργεια;» με τρόπο που να είναι ικανοποιητικός για τους μαθητές και ταυτόχρονα να ανταποκρίνεται στον τρόπο με τον οποίο αναπαρίσταται το συγκεκριμένο φυσικό μέγεθος στο ακαδημαϊκό πεδίο της φυσικής. Αντίστοιχα, χρειάζεται να διασφαλίζει επιστημολογική καταλληλότητα, αποφεύγοντας τον περιορισμό της διδακτικής επεξεργασίας της ενέργειας σε μεμονωμένα πεδία (π.χ. μηχανική) και αναδεικνύοντας το διαφαινομενολογικό και ενοποιητικό της χαρακτήρα. Παρά τη χρήσιμη συζήτηση που έχει καταγραφεί μέχρι στιγμής στη σχετική βιβλιογραφία είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η αποτελεσματική διαχείριση αυτών των στοιχείων εξακολουθεί να αποτελεί μια σημαντική διδακτική πρόκληση.

Η τυπική διδακτική προσέγγιση: η ενέργεια ως φυσικό μέγεθος: Η διδασκαλία της ενέργειας ξεκινά συνήθως από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, όπου εισάγεται συνήθως, με ασαφή και αόριστο τρόπο, ως κάτι που προϋποτίθεται για να μπορούν να συμβαίνουν οι διάφορες διεργασίες που παρατηρούνται στη φύση. Ακολούθως, η διδασκαλία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη τεχνικής ορολογίας για τις διάφορες μορφές ενέργειας και στην αντιστοίχιση της λειτουργίας συγκεκριμένων συσκευών ή εργαλείων με μετατροπές στη μορφή της ενέργειας. Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση η κυρίαρχη διδακτική προσέγγιση περιλαμβάνει την εισαγωγή της ενέργειας στο πλαίσιο της μηχανικής. Η διδασκαλία στηρίζεται στον ορισμό του μηχανικού έργου, ως του γινομένου της δύναμης και της μετατόπισης του σημείου εφαρμογής της, και στο νόμο διατήρησης της ενέργειας. Συγκεκριμένα, η ενέργεια εισάγεται ως η δυνατότητα παραγωγής έργου και, ακολούθως, αφού δοθούν οι σχέσεις για τον υπολογισμό διαφόρων σχετικών μορφών ενέργειας η έμφαση μετατίθεται στην επίλυση

ποσοτικών προβλημάτων μέσα από την εφαρμογή του νόμου διατήρησης της ενέργειας. Προφανώς, αυτή η προσέγγιση αδυνατεί να χειριστεί με κατάλληλο τρόπο τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η διδασκαλία της ενέργειας. Συγκεκριμένα, τείνει να παρακάμπτει την πρόκληση που αφορά στη διαχείριση της φύσης της αφού τείνει να περιορίζεται σε μια ασαφή προοπτική παραλείποντας να καθοδηγήσει τους μαθητές να απευθυνθούν ρητά και άμεσα στο ερώτημα «τι είναι η ενέργεια;». Αντίστοιχα, καταλήγει να περιορίζει την ενέργεια στο πεδίο της μηχανικής αποτυγχάνοντας να αναδείξει το διαφαινομενολογικό και ενοποιητικό της χαρακτήρα.

Μια εναλλακτική πρόταση για τη διδακτική επεξεργασία της ενέργειας: η ενέργεια ως θεωρητικό πλαίσιο: Ένα βασικός λόγος για την αδυναμία της τυπικής διδακτικής πρακτικής να απευθυνθεί με αποτελεσματικό τρόπο στις προκλήσεις που θέτει η διδασκαλία της ενέργειας σχετίζεται με την προσκόλληση στην παραδοχή ότι η ενέργεια χρειάζεται να προσεγγίζεται ως ένα φυσικό μέγεθος και να τυγχάνει διαπραγμάτευσης σε ένα εννοιολογικό πλαίσιο. Η παρούσα εργασία προτείνει μια εναλλακτική προσέγγιση η οποία στηρίζεται στη μετάθεση σκεπτικού, ώστε το ερώτημα «τι είναι η ενέργεια και γιατί είναι χρήσιμη;» να αποκτά κεντρικό ρόλο στη διδασκαλία και να τυγχάνει διαπραγμάτευσης σε ένα επιστημολογικά, παρά εννοιολογικά, προσανατολισμένο πλαίσιο. Συγκεκριμένα, προτείνεται η εισαγωγή της ενέργειας ως ενός θεωρητικού πλαισίου, παρά μεμονωμένου φυσικού μεγέθους, που έχει επινοηθεί στην επιστήμη για την ενοποιημένη ερμηνεία διαφορετικών μεταβολών. Έτσι, ο ορισμός που προωθεί η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση είναι ότι η ενέργεια αποτελεί μια ιδέα, ένα θεωρητικό πλαίσιο, που επινοείται στην προσπάθεια ερμηνείας διαφορετικών μεταβολών με ενιαίο τρόπο. Στις επόμενες ενότητες περιγράφονται συνοπτικά η δομή και το περιεχόμενο του διδακτικού υλικού, παρατίθενται μεθοδολογικά στοιχεία αναφορικά με την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς του κατά την εφαρμογή του σε πραγματικά περιβάλλοντα τάξης και παρατίθενται ενδεικτικά αποτελέσματα από την επεξεργασία των εμπειρικών δεδομένων που έχουν συλλεγεί.

Περιγραφή διδακτικού υλικού

Το διδακτικό υλικό απευθύνεται στις ακόλουθες τέσσερις κύριες μαθησιακές επιδιώξεις: (α) κατανόηση βασικών πτυχών της φύσης της επιστήμης, περιλαμβανομένων της διάκρισης ανάμεσα στην ερμηνεία και την παρατήρηση, του ρόλου των θεωριών στην επιστήμη και του δυναμικού τους χαρακτήρα και του ρόλου της δημιουργικότητας και της επινόησης, (β) εκτίμηση της ενέργειας ως ενός θεωρητικού πλαισίου που έχει επινοηθεί στην επιστήμη για την ερμηνεία φαινόμενων, (γ) εκτίμηση της δυνατότητας που παρέχει το θεωρητικό πλαίσιο της ενέργειας για ενοποιημένη ανάλυση μεταβολών σε συστήματα ανεξάρτητα από το πεδίο από το οποίο προέρχονται, και (δ) ικανότητα εφαρμογής του θεωρητικού πλαισίου της ενέργειας για την ανάλυση μεταβολών σε φυσικά συστήματα μέσα από τον προσδιορισμό αντίστοιχων ενεργειακών μηχανισμών.
Συνοπτικά, το διδακτικό υλικό θα μπορούσε να περιγραφεί με αναφορά σε τρεις ενότητες. Η πρώτη έχει ως στόχο να εμπλέξει τους μαθητές σε ρητή επιστημολογική συζήτηση για τις υπό έμφαση πτυχές τις φύσης της επιστήμης (βλ. 1η μαθησιακή επιδίωξη). Η βασική επιδίωξη αυτής της ενότητας είναι η διαμόρφωση ενός επιστημολογικού πλαισίου το οποίο, αφενός, υποστηρίζει την αρχική εισαγωγή της ενέργειας ως μιας επινοημένης ιδέας που αποσκοπεί στην ερμηνεία και ανάλυση μεταβολών σε συστήματα και, αφετέρου, ενημερώνει τη σταδιακή της διδακτική επεξεργασία. Η επόμενη ενότητα εξυπηρετεί δύο στόχους. Ο πρώτος περιλαμβάνει την εξοικείωση των μαθητών με την ιδέα του συστήματος και των μεταβολών. Για το σκοπό αυτό οι μαθητές μελετούν μια ποικιλία από συστήματα (π.χ. μηχανικά, θερμικά, ηλεκτρικά κ.α.) τα οποία έχουν επιλεγεί, ώστε να παρουσιάζουν ένα μεγάλο εύρος

μεταβολών. Σε κάθε περίπτωση ζητείται από τους μαθητές να προσδιορίσουν τις μεταβολές και καθοδηγούνται να αναπτύξουν έναν ορισμό για το σύστημα (σύνολο αντικειμένων που προϋποτίθενται για να μπορεί να συμβεί η υπό μελέτη μεταβολή) και να τον εφαρμόσουν για να καθορίσουν το σύστημα που αφορά σε κάθε μεταβολή. Ο δεύτερος στόχος της ενότητας αφορά στην αρχική εισαγωγή της ενέργειας. Σε συνέχεια της συζήτησης στην πρώτη ενότητα αναφορικά με τη διάκριση ανάμεσα στην παρατήρηση και την ερμηνεία, καθώς οι μαθητές περιγράφουν συστήματα και μεταβολές τους ζητείται παράλληλα να διατυπώνουν ερμηνείες για την καθεμιά από αυτές, χωριστά. Ακολούθως, συζητείται η αξία της ενοποιημένης ερμηνείας των διαφορετικών αυτών μεταβολών και εισάγεται η ενέργεια ως ένα επινοημένο θεωρητικό πλαίσιο το οποίο θα μπορούσε να εξυπηρετήσει αυτό το ρόλο. Ειδικότερα, η ενοποιητική ισχύς της αρχικής εκδοχής του θεωρητικού πλαισίου της ενέργειας που παρουσιάζεται στους μαθητές συνδέεται με την ιδιότητα της ενέργειας να διαδίδεται από ένα μέρος του συστήματος σε ένα άλλο προκαλώντας τη μεταβολή κάποιων χαρακτηριστικών του. Η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει τη σταδιακή επεξεργασία του θεωρητικού πλαισίου της ενέργειας μέσα από την ενσωμάτωση των ακόλουθων πρόσθετων στοιχείων: (α) μορφές αποθήκευσης ενέργειας, (β) διεργασίες διάδοσης ενέργειας, (γ) ιδιότητα μετατροπής της ενέργειας από μια μορφή σε μια άλλη, (δ) ιδιότητα διατήρησης και (ε) ιδιότητα υποβάθμισης. Αυτά τα στοιχεία εισάγονται σταδιακά στο πλαίσιο της επεξεργασίας επιλεγμένων συστημάτων και σε κάθε περίπτωση δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ανάδειξη της συνεισφοράς του καθενός στην ενίσχυση της περιγραφικής (μορφές αποθήκευσης/διεργασίες διάδοσης), ερμηνευτικής (ιδιότητες διάδοσης και μετατροπής μορφής) και προβλεπτικής (ιδιότητες διατήρησης και υποβάθμισης) δυνατότητας του θεωρητικού πλαισίου της ενέργειας. Η σταδιακή επεξεργασία του θεωρητικού πλαισίου της ενέργειας συνδέεται ρητά με την αρχική ενότητα και συγκεκριμένα με το δυναμικό χαρακτήρα των θεωριών στην επιστήμη. Ένα άλλο βασικό στοιχείο το οποίο εισάγεται και τυγχάνει επεξεργασίας σε αυτή την ενότητα αφορά στην ιδέα της ενεργειακής αλυσίδας. Πρόκειται για μια διάταξη καρτών που αναπαριστούν είτε μορφές αποθηκευμένης ενέργειας (ορθογώνιο σχήμα) είτε διεργασίες διάδοσης ενέργειας (σχήμα βέλους), η οποία παρέχει ένα ενεργειακό μηχανισμό για την περιγραφή μεταβολών σε συστήματα (βλ. διάγραμμα 1). Το καταληκτικό μέρος της ενότητας εμπλέκει τους μαθητές στην ανάλυση πρόσθετων συστημάτων, κατασκευάζοντας ενεργειακές αλυσίδες και επιδιώκει την ανάδειξη κάποιων βασικών ζητημάτων, όπως η διάκριση ανάμεσα στη θερμότητα και την εσωτερική ενέργεια. Επίσης, εμπλέκει τους μαθητές σε αναστοχασμό αναφορικά με την πορεία που ακολουθήθηκε κατά την εισαγωγή και σταδιακή επέκταση του θεωρητικού πλαισίου της ενέργειας.

Μεθοδολογικά Στοιχεία

Συμμετέχοντες: Το διδακτικό υλικό εφαρμόστηκε σε τρία τμήματα έκτης τάξης ενός αστικού δημοτικού σχολείου στις οποίες φοιτούσαν συνολικά 64 μαθητές. Για την ολοκλήρωση της εφαρμογής του και τη συλλογή δεδομένων μέσα από την αξιολόγηση των μαθητών απαιτήθηκαν συνολικά δώδεκα περίοδοι διάρκειας 80 λεπτών.

Μέσα συλλογής και είδη δεδομένων: Στο πλαίσιο της εφαρμογής του διδακτικού υλικού έχουν συλλεγεί δεδομένα για την αξιολόγηση του βαθμού επίτευξης της καθεμιάς από τις τέσσερις μαθησιακές επιδιώξεις με τρεις κυρίως τρόπους: (α) γραπτά έργα αξιολόγησης ανοικτού τύπου που συμπληρώθηκαν ατομικά από τον κάθε μαθητή, (β) ατομικές συνεντεύξεις με περίπου 30% των μαθητών, ώστε να αντληθεί πρόσθετη πληροφόρηση για το σκεπτικό τους και (γ) φύλλα εργασίας που συμπλήρωναν ως μέρος της ακολουθίας δραστηριοτήτων. Αυτή η εργασία περιορίζεται στην παρουσίαση ενδεικτικών αποτελεσμάτων που έχουν προκύψει σε σχέση με μια από τις τέσσερις επιδιώξεις· την ικανότητα των μαθητών να εμπλέκονται στην

ενεργειακή ανάλυση μεταβολών σε φυσικά συστήματα. Ειδικότερα, επικεντρώνεται σε ένα από τα έργα αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν, στο οποίο ζητήθηκε από τους μαθητές να εστιάσουν σε συστήματα που δεν είχαν μελετηθεί κατά την εφαρμογή του διδακτικού υλικού και να περιγράψουν ενεργειακά (λεκτικά ή κατασκευάζοντας ενεργειακή αλυσίδα) μια συγκεκριμένη μεταβολή που υφίσταται το καθένα από αυτά. Στο διάγραμμα 1 παρουσιάζονται τα τρία συστήματα και οι σχετικές μεταβολές και παρατίθενται ενδεικτικά οι αντίστοιχοι ενεργειακοί μηχανισμοί που θα μπορούσαν να θεωρηθούν κατάλληλοι για την περιγραφή τους. Κατά την αρχική αξιολόγηση χρησιμοποιήθηκε μόνο το πρώτο από τα συστήματα ενώ και τα τρία αξιοποιήθηκαν κατά την τελική αξιολόγηση.

Σύστημα ηλεκτρικού τρυπανιού
Μεταβολή: έναρξη κίνησης αρίδας

Χημική δυναμική ενέργεια → Ηλεκτρική → Κινητική ενέργεια

Η ενέργεια αρχικά βρισκόταν αποθηκευμένη στις μπαταρίες σε μορφή χημικής ενέργειας και ακολούθως διαδόθηκε με ηλεκτρική ενέργεια στην αρίδα, στην οποία αποθηκεύτηκε σε μορφή κινητικής ενέργειας.

Σύστημα ελατηρίου
Μεταβολή: Έναρξη κίνησης μπάλας

Ελαστική δυναμική ενέργεια → Μηχανικό έργο → Κινητική ενέργεια

Η ενέργεια αρχικά βρισκόταν αποθηκευμένη στο ελατήριο σε μορφή ελαστικής ενέργειας. Στη συνέχεια διαδίδεται προς την μπάλα με μηχανικό έργο και αποθηκεύεται σε αυτήν σε μορφή κινητικής ενέργειας

Σύστημα Γκολφ
Μεταβολή: Έναρξη κίνησης μπάλας

Χημική δυναμική ενέργεια → Μηχανικό έργο → Κινητική ενέργεια

Η ενέργεια βρισκόταν αρχικά αποθηκευμένη σε μορφή χημική δυναμική (στο σύστημα κοπέλα-οξυγόνο) και υπήρξε διάδοση με μηχανικό έργο προς την μπάλα στην οποία αποθηκεύτηκε ως κινητική ενέργεια.

Διάγραμμα 1: Συστήματα που περιλήφθηκαν στο έργο αξιολόγησης για την ικανότητα των μαθητών για ενεργειακή ανάλυση και αναμενόμενες ορθές απαντήσεις

Επεξεργασία δεδομένων: Οι απαντήσεις των μαθητών έτυχαν επεξεργασίας με διάφορους τρόπους θέτοντας ως μονάδα ανάλυσης είτε το κάθε μεμονωμένο στοιχείο των ενεργειακών αλυσίδων που κατασκεύασαν οι μαθητές είτε την ενεργειακή αλυσίδα ως σύνολο. Η παρούσα εργασία περιορίζεται στα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των

ενεργειακών αλυσίδων των μαθητών ως σύνολο. Πιο συγκεκριμένα, οι ενεργειακές αλυσίδες των μαθητών αντιπαραβλήθηκαν με τις ενεργειακές αλυσίδες που θα μπορούσαν να θεωρηθούν έγκυρες (διάγραμμα 1) και πιστώνονταν με μία μονάδα για το κάθε στοιχείο (μορφή αποθήκευσης ή διεργασία διάδοσης ενέργειας) που προσδιόριζαν ορθά και ενσωμάτωναν με έγκυρο τρόπο στην απάντησή τους. Έτσι, οι απαντήσεις των μαθητών κατέληξαν να κωδικοποιούνται σε μια διατακτική κλίμακα με μέγιστη δυνατή τιμή το τρία (περιπτώσεις όπου και τα τρία στοιχεία ενσωματώθηκαν με έγκυρο τρόπο) και με ελάχιστη το μηδέν (περιπτώσεις όπου είτε δεν προσδιορίστηκε ορθά είτε δεν ενσωματώθηκε με κατάλληλο τρόπο κανένα από τα τρία στοιχεία). Εκτός από την αξιολόγηση της εγκυρότητας των απαντήσεων των μαθητών στο καθένα από τα συστήματα, τα αποτελέσματα εκτέθηκαν επίσης σε ποσοτική επεξεργασία, ώστε να διερευνηθούν πρόσθετες πτυχές τους. Επίσης, τα δεδομένα από τις συνεντεύξεις αξιοποιήθηκαν για να διερευνηθεί ο βαθμός στον οποίο οι απαντήσεις των μαθητών προέκυπταν από ενημερωμένο και συγκροτημένο σκεπτικό και να τεκμηριωθούν τυχόν δυσκολίες που αντιμετωπίζουν. Στη συνέχεια παρουσιάζονται σε συντομία ενδεικτικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων.

Αποτελέσματα

Αρχική αξιολόγηση: Τα δεδομένα τόσο από τις γραπτές απαντήσεις των μαθητών όσο και τις συνεντεύξεις εισηγούνται ότι πριν από τη διδασκαλία, οι περισσότεροι μαθητές δεν ήταν σε θέση να προσεγγίσουν με ενημερωμένο τρόπο το έργο αξιολόγησης και κατέληξαν να δίνουν άσχετες απαντήσεις. Η πιο συχνή απάντηση περιλαμβάνει την απλή παράθεση μιας σειράς αντικειμένων τα οποία οι μαθητές συνέδεσαν με την υπό μελέτη μεταβολή. Για παράδειγμα, ένας από τους μαθητές ανέφερε ότι *«η ενέργεια πάει από την μπαταρία στο τρυπάνι, στην αρίδα και μετά στον τοίχο»*. Ένα πρόσθετο ενδιαφέρον στοιχείο που χαρακτηρίζει τα δεδομένα από την αρχική αξιολόγηση είναι ότι κανένας μαθητής, ούτε στο πλαίσιο των συνεντεύξεων ούτε στο πλαίσιο των γραπτών έργων αξιολόγησης, δεν έδωσε απάντηση που θα μπορούσε να θεωρηθεί συμβατή με την ιδέα της διάδοσης ενέργειας ή της μετατροπής της μορφής της. Επίσης, κανένας μαθητής δεν αναφέρθηκε σε μορφές ενέργειας, παρά την ιδιαίτερη προσοχή που λαμβάνουν στο συμβατικό πρότυπο διδασκαλίας. Αυτό αποτελεί μια πρόσθετη ένδειξη της αδυναμίας τους να αναλύσουν ενεργειακά τη λειτουργία συστημάτων.

Τελική αξιολόγηση: Η εικόνα που παρουσίασαν τα δεδομένα κατά την τελική αξιολόγηση ήταν σαφώς διαφοροποιημένη και κατέδειξε τη δυνατότητα των μαθητών να προσδίδουν νόημα στο έργο αξιολόγησης και να το προσεγγίζουν με ενημερωμένο τρόπο. Στον πίνακα 1 φαίνεται η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών στα τέσσερα επίπεδα της διατακτικής κλίμακας που διαμορφώθηκε για την αξιολόγηση της εγκυρότητας και της πληρότητάς τους. Όπως φαίνεται περισσότεροι από τους μισούς μαθητές (συνολικά 63%) ήταν σε θέση να διατυπώσουν, λεκτικά ή διαγραμματικά, ενεργειακούς μηχανισμούς στους οποίους ενσωμάτωσαν με έγκυρο τρόπο τις κατάλληλες μορφές αποθήκευσης και διεργασίες διάδοσης όπως φαίνεται στα ενδεικτικά παραδείγματα που παρατίθενται στο διάγραμμα 2.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα κωδικοποίησης των απαντήσεων των μαθητών στα τρία συστήματα

Επίδοση	Ελατήριο		Γκολφ		Ηλεκτρικό Τρυπάνι	
	N	%	N	%	N	%
0	-	-	2	4	-	-
1	6	10	5	9	3	5
2	13	22	10	17	26	45
3	41	68	40	70	29	50

Σε μια προσπάθεια να αντληθεί μια πρόσθετη ένδειξη για το βαθμός που χαρακτηρίζει την ικανότητα των μαθητών να αναλύουν ενεργειακά μεταβολές αξιολογήθηκε η συσχέτιση που παρουσιάζουν οι επιδόσεις τους στα τρία συστήματα. Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας κατέδειξαν στατιστικά σημαντική ($p<0.01$), και σχετική ψηλή, συσχέτιση σε όλες τους συνδυασμούς των τριών συστημάτων ανά δύο (από 0.569 μέχρι 0.6). Αυτό το εύρημα εισηγείται ότι η ικανότητα των μαθητών για ενεργειακή ανάλυση δεν εμφανίστηκε μεμονωμένα σε κάποιο από τα συστήματα αλλά φαίνεται να χαρακτηρίζεται από συνέπεια και συνοχή.

Ελατήριο	 *«Η ενέργεια αρχικά ήταν αποθηκευμένη στο συμπιεσμένο ελατήριο σε ελαστική δυναμική ενέργεια, μετά διαδόθηκε με μηχανικό έργο στη μπάλα και έγινε κινητική ενέργεια.»*
Γκολφ	 *«Η ενέργεια αρχικά ήταν αποθηκευμένη σε μορφή χημικής ενέργειας. Μετά ο άνθρωπος σπρώχνει την μπάλα (διάδοση με μηχανικό έργο) με το μπαστούνι και η μπάλα μετακινείται (κινητική ενέργεια).»*
Ηλεκτρικό Τρυπάνι	

Διάγραμμα 2: Ενδεικτικά παραδείγματα ενεργειακών αναλύσεων από τους μαθητές για τα τρία συστήματα

Πέρα από την ικανότητα των μαθητών να διατυπώνουν ενεργειακές αλυσίδες, αξιολογήθηκε επίσης ο βαθμός στον οποίο οι απαντήσεις τους προέκυπταν ως απόρροια ενός ενημερωμένου σκεπτικού. Για το σκοπό αυτό αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα από τις συνεντεύξεις κατά τις οποίες τους ζητήθηκε να αιτιολογήσουν γιατί ενσωμάτωσαν στις ενεργειακές τους αλυσίδες την κάθε μορφή και διεργασία διάδοσης ενέργειας. Τα δεδομένα κατέδειξαν ότι σε μεγάλο βαθμό οι μαθητές ήταν σε θέση να δώσουν ικανοποιητικές αιτιολογήσεις. Στο διάγραμμα 3 παρουσιάζονται ενδεικτικά αποσπάσματα συνέντευξης με κάποια από τις μαθήτριες στην περίπτωση του συστήματος με το ελατήριο.

Ελαστική Ενέργεια	Ερευνητής: *Γιατί ξεκίνησες με ελαστική ενέργεια;* Μαθήτρια: *Επειδή το ελατήριο είναι συμπιεσμένο.* Ερευνητής: *Δηλαδή, πότε μπαίνει αυτή η μορφή ενέργειας;* Μαθήτρια: *Όταν έχουμε αντικείμενα που συμπιέζονται. Μπαίνει και στο τόξο όταν το τεντώνουμε.*
Μηχανικό Έργο	Ερευνητής: *Εδώ έβαλες μηχανικό έργο. Πότε το βάζουμε αυτό;* Μαθητής: *Μπαίνει όταν σπρώχνουμε κάτι και αυτό μετακινείται.*
Κινητική Ενέργεια	Ερευνητής: *Γιατί έβαλες την κινητική ενέργεια εδώ;* Μαθητής: *Διότι η μπάλα άρχισε να κινείται.*

Διάγραμμα 3: Παραδείγματα αιτιολόγησης της επιλογής συγκεκριμένων μορφών και διεργασιών διάδοσης ενέργειας από τους μαθητές

Ταυτόχρονα, τα δεδομένα από τις συνεντεύξεις παρείχαν επίσης χρήσιμες ενδείξεις για δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές οι οποίες τείνουν να οδηγούν συστηματικά σε συγκεκριμένες λανθασμένες επιλογές. Μια από αυτές τις δυσκολίες αφορά στον ασαφή προσδιορισμό του ρόλου της κινητικής ενέργειας στην ενεργειακή ανάλυση και στη διαφοροποίησή του από το ρόλο του μηχανικού έργου. Ειδικότερα, σε διάφορες περιπτώσεις οι μαθητές φάνηκαν να αποδίδουν στο μηχανικό έργο, παρά στην κινητική ενέργεια, την ιδιότητα της αναπαράστασης της έναρξης της κίνησης, όπως φαίνεται στο ακόλουθο απόσπασμα συνέντευξης.

Ερευνητής: *Ποια αλλαγή έπρεπε να εξηγήσουμε με την ενεργειακή αλυσίδα;*
Μαθήτρια: *Την κίνηση της μπάλας.*
Ερευνητής: *Πώς φαίνεται η κίνηση της μπάλας στην αλυσίδα σου;*
Μαθήτρια: *Με το μηχανικό έργο.*
Ερευνητής: *Θύμισε με λίγο πότε μπαίνει αυτό.*
Μαθήτρια: *Όταν κάποιος κάνει κάτι και υπάρχει κίνηση.*
Ερευνητής: *Δηλαδή; Σε αυτή την περίπτωση γιατί έβαλες μηχανικό έργο;*
Μαθήτρια: *Επειδή το ελατήριο σπρώχνει την μπάλα και κινείται.*

Καταληκτικά σχόλια

Τα δεδομένα που έχουν παρουσιαστεί εισηγούνται ότι το διδακτικό υλικό και η διδακτική προσέγγιση που έχει αναπτυχθεί μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν ένα ποιοτικό μοντέλο για την ενέργεια και να το εφαρμόσουν στην ανάλυση της λειτουργίας συστημάτων. Παρά το γεγονός ότι η εργασία έχει περιοριστεί μόνο σε ένα μέρος των εμπειρικών δεδομένων που έχουν συλλεγεί είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι υπάρχουν αντίστοιχα ενθαρρυντικά αποτελέσματα για τις υπόλοιπες μαθησιακές επιδιώξεις στις οποίες απευθύνεται το διδακτικό υλικό. Πέρα από τις ενθαρρυντικές ενδείξεις είναι επίσης σημαντικό να αναγνωριστεί ότι τα δεδομένα έχουν καταδείξει συγκεκριμένες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές υποδεικνύοντας την ανάγκη για περαιτέρω επεξεργασία της ακολουθίας δραστηριοτήτων ώστε να καταστεί πιο αποτελεσματική. Μια πρόσθετη κατεύθυνση στην οποία επικεντρώνεται η ερευνητική προσπάθεια σε αυτό το στάδιο σχετίζεται με τη διαμόρφωση μιας παραλλαγής του διδακτικού υλικού, η οποία θα απευθύνεται σε μαθητές που φοιτούν σε μεγαλύτερες βαθμίδες και θα ενσωματώνει την ποσοτική ανάλυση φυσικών συστημάτων.

Βιβλιογραφία

Doménech, L. J., Gil-Pérez, G., Gras-Martí, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R., & Valdés, P. (2007). Teaching of energy issues: A debate proposal for a global reorientation. Science & Education, *16*(1), 43-64.

Duit, R. (1987). Should energy be illustrated as something quasi-material? International Journal of Science Education, 9, 139 - 145.

Falk, G., Herrmann, F., & Schmid, B. (1983). Energy forms or energy carriers? American Journal of Physics, 51(12), 1074-1077.

Millar, R. (2000). Energy. In D. Sang (Ed.), Teaching Secondary Physics (pp. 1-43). London: John Murray.

Warren, J. W. (1986). At what stage should energy be taught? Physics Education, 21(3), 154-156.

Συνεδρία 8: Άτυπες Μορφές Εκπαίδευσης

Άρθρα επιστήμης του τύπου: Ο μετασχηματισμός τους σε εκπαιδευτικό υλικό και η χρήση τους στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών

Δημήτρης Μαντζουρίδης-1, Κρυσταλλία Χαλκιά-2, Κωνσταντίνος Σκορδούλης-3
1 - 4ο ΓΕ.Λ. Αργυρούπολης, dmantz@primedu.uoa.gr
2- Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Π.Τ.Δ.Ε., kxalkia@primedu.uoa.gr
3- Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Π.Τ.Δ.Ε., kskordul@primedu.uoa.gr

Περίληψη
Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ποιοτικής έρευνας που εξετάζει την δυνατότητα αξιοποίησης των εκλαϊκευμένων άρθρων επιστήμης που δημοσιεύονται στο τύπο ως συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Ειδικότερα ερευνήθηκε α) ποια είναι τα κριτήρια αξιολόγησης που οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν για να επιλέξουν τα άρθρα επιστήμης του τύπου για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών, β) εάν η κατάλληλη επιμόρφωση βοηθά τους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν περισσότερο τις δεξιότητες τους στη αξιολόγηση, επιλογή των άρθρων επιστήμης του τύπου και τον μετασχηματισμό τους σε εκπαιδευτικό υλικό και γ) με ποιους τρόπους οι εκπαιδευτικοί επιλέγουν άρθρα επιστήμης και τα μετασχηματίζουν σε εκπαιδευτικό υλικό. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί έχοντας την κατάλληλη επιμόρφωση θα μπορούσαν οι ίδιοι να γίνουν δημιουργοί εκπαιδευτικού υλικού αξιοποιώντας τα άρθρα επιστήμης.

Abstract
The present research was designed to investigate teachers' skills in transforming popularized press science articles into educational material for use in science teaching and the ways these skills could be developed. The specific questions are a) Which evaluation criteria would teachers use in order to select popularized press science articles for science teaching? b) Could teachers' skills in evaluating/selecting press science articles and transforming them into educational material be developed by appropriate training? c) In which ways do teachers select these articles and transform them into educational material? The results of the research reveal that training seminar helps teachers to sharpen their skills in transforming these articles into educational material.

Εισαγωγή

Σε αυτή την εργασία ερευνάται, αφενός μεν, ποια θα πρέπει να είναι τα κριτήρια αξιολόγησης που οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να χρησιμοποιούν για να επιλέξουν τα άρθρα επιστήμης του τύπου για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών, αφετέρου δε, το πως οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί τα επιλέγουν και τα μετασχηματίζουν σε εκπαιδευτικό υλικό. Ο όρος φυσικές επιστήμες νοείται με την ευρύτερη έννοια του όρου και περιλαμβάνει όλες της επιστήμες που ερευνούν την φύση και τα φυσικά σώματα (άβια, έμβια και νεκρά) που βρίσκονται είτε στη Γη είτε στο Διάστημα.
Τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης συμπεριλαμβανομένου και του τύπου αποτελούν την κύρια πηγή άτυπης μάθησης (όσον αφορά τις φυσικές επιστήμες) για το μεγαλύτερο μέρος του κοινού (McClune & Jarman 2000). Από τη συνεχώς αυξανόμενη συχνότητα με την οποία τα δημοσιεύματα επιστήμης εμφανίζονται στο τύπο μπορούμε να υποθέσουμε ότι χαίρουν της εκτίμησης του κοινού (Halkia 2003), αναπόσπαστο μέρος του οποίου είναι και ο μαθητικός

πληθυσμός (Hutton 1996). Τα τελευταία χρόνια πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τις άτυπες μορφές μάθησης, και ειδικότερα με την αξιοποίηση των άρθρων επιστήμης του τύπου (εκλαϊκευμένα άρθρα επιστήμης, ειδικά ένθετα που δημοσιεύονται ή παρέχονται από τον ημερήσιο και περιοδικό τύπο) στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, τα μαθησιακά αποτελέσματα και την αντίδραση των μαθητών (McClune & Jarman 2010, Kırıkkaya 2009, Jarman & McClune 2005, Hutton 1996, Wellington 1991).

Παρά το γεγονός ότι το περιεχόμενο της επιστήμης του τύπου δεν είναι απόλυτα συμβατό με την ύλη των σχολικών εγχειριδίων ούτε με τους στόχους που θέτει το αναλυτικό πρόγραμμα (Halkia 2003, Hutton 1996), υπάρχει σημαντικός αν και περιορισμένος αριθμός άρθρων επιστήμης του τύπου, που η θεματολογία τους παρουσιάζει σημαντική συνάφεια με την ύλη του αναλυτικού προγράμματος.

Τα άρθρα επιστήμης του τύπου λειτουργούν με διαφορετικό τρόπο όσον αφορά τους τρόπους προσέγγισης και αλληλεπίδρασης με το κοινό. Η επιστήμη του τύπου λειτουργεί σε ένα πλαίσιο ελευθερίας (McClune & Jarman 2010) όπου ο αναγνώστης προσωπικά έλκεται από το άρθρο (το θέμα – ο τίτλος – το στήσιμο της σελίδας –η εικονογράφηση) και επιλέγει να το διαβάσει, ενώ η επιστήμη του σχολείου απευθύνεται στους μαθητές μέσα σε ένα πλαίσιο υποχρεώσεων (Wellington, 1991). Η πρώτη ασχολείται με μία εκτεταμένη ποικιλία ελκυστικών, επίκαιρων επιστημονικών θεμάτων, που σπάνια ακολουθούν τους κανόνες της συστηματικής προσέγγισης και συνέχειας από άρθρο σε άρθρο, ενώ η διδακτέα ύλη της επιστήμης του σχολείου διαμορφώνεται γύρω από το αυστηρά δομημένο αναλυτικό πρόγραμμα (Halkia 2003).

Επιπλέον στα άρθρα επιστήμης του τύπου χρησιμοποιούνται διαφορετικοί κώδικες επικοινωνίας από ότι στη σχολική επιστήμη. Η «γλώσσα» του τύπου δεν περιορίζεται μόνο στο κείμενο, αλλά περιέχει στοιχεία όπως το στήσιμο της σελίδας, η χρήση των εικόνων, η σχέση εικόνας και κειμένου σχεδιασμένα όλα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να έλκουν και να διατηρούν την προσοχή του αναγνώστη και να μετατρέπουν ένα δύσκολο για τους περισσότερους μαθητές γνωστικό αντικείμενο, (όπως οι φυσικές επιστήμες), σε εύκολο και ευχάριστο ανάγνωσμα (McClune & Jarman 2010). Επιπλέον ο αφηγηματικός τρόπος παρουσίασης των επιστημονικών θεμάτων στα εκλαϊκευμένα άρθρα επιστήμης φαίνεται να έλκει τους μαθητές σε αντίθεση με το τυποποιημένο κώδικα της σχολικής επιστήμης που είναι συνήθως απορριπτέος από τους μαθητές (Carson, 2002). Σύμφωνα με τους McClune και Jarman (2004) αυτοί οι κώδικες επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται στα άρθρα επιστήμης του τύπου τα καθιστούν εν δυνάμει πολύτιμες πηγές διδασκαλίας και μάθησης.

Ο Lemke (1990, p:155) υποστηρίζει ότι η σχολική επιστήμη έχει δομηθεί βάσει των αναγκών των ερευνητών επιστημόνων. Οργανώνει, παρουσιάζει και διδάσκει τις φυσικές επιστήμες από την ιδιαίτερα εξειδικευμένη οπτική γωνία με την οποία ερευνούν και παρουσιάζουν τα φυσικά φαινόμενα. Οι επιστήμονες τις περισσότερες φορές στην προσπάθεια τους να εκφράσουν τις έννοιες των φυσικών επιστήμων με σαφή και περιεκτικό τρόπο χρησιμοποιούν γλώσσα ερμηνευτική ("expository") ή αναλυτική ("analytical"). Ό λόγος των επιστημόνων ή επιστημονική γλώσσα, όπως έχει καθιερωθεί να αποκαλείται, χαρακτηρίζεται από σύνθετη συντακτική δομή, από υψηλά επίπεδα ονοματοποίησης (Parkinson & Adendorff 2004), αλληλοδιαπλεκόμενους ορισμούς, ειδικές εκφράσεις, συντακτική ασάφεια και σημασιολογική ασυνέχεια (Halliday 1993, p:71), και μαθηματικό φορμαλισμό. Χρησιμοποιείται για να εκφράσει σχέσεις ταξινόμησης και λογικής συσχέτισης μεταξύ αφηρημένων ή γενικών όρων, εννοιών και διαδικασιών (Lemke 1990, p:158). Επιπλέον, όπως ο Martin (1993 p: 172) επισημαίνει, ο επιστημονικός λόγος και συμπυκνώνει και αλλάζει το νόημα των λέξεων όπως αυτές χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή.

Από την άλλη μεριά, η αφηγηματική γλώσσα που χρησιμοποιείται από τον τύπο εκφράζει σχέσεις χρόνου, τόπου, χαρακτήρων και πράξεων μεταξύ συγκεκριμένων, πραγματικών ή φανταστικών προσώπων και γεγονότων (Parkinson & Adendorff 2004, Lemke 1990, p. 158).

Σύμφωνα με τον Kubli (2005), η αφήγηση πρόθεση έχει να καταστήσει τις προς διδασκαλία έννοιες περισσότερο αξιομνημόνευτες για τους μαθητές, να μειώσει την απόσταση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή και να εστιάσει – φωτίσει συγκεκριμένα σημεία της διδακτέας ύλης.
Σύμφωνα με τους Dimopoulos και Koulaidis (2003), η επιστήμη του τύπου θα μπορούσε να αξιοποιηθεί μόνο συμπληρωματικά στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, παράλληλα προς ήδη χρησιμοποιούμενο εκπαιδευτικό υλικό. Η χρήση της επιστήμης του τύπου θα είχε μεγαλύτερη αξία, όσον αφορά το μαθησιακό αποτέλεσμα, μόνο εάν οι εκπαιδευτικοί α) επέλεγαν προσεκτικά το υλικό από τα δημοσιεύματα του τύπου (Halkia 2003, Wellington 1991), σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια αξιολόγησης και β) σχεδίαζαν, με βάση το υλικό που έχουν επιλέξει, τις κατάλληλες δραστηριότητες διδασκαλίας / μάθησης (Jarman & McClune 2002).
Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να ερευνήσει τους τρόπους με τους οποίους οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν την επιστήμη του τύπου στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.
Το ερευνητικό ερώτημα είναι αν τα άρθρα επιστήμης που δημοσιεύονται στο τύπο θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρωματικό εκπαιδευτικό υλικό στην διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Τα ειδικότερα ερωτήματα είναι:
Ποια είναι τα κριτήρια αξιολόγησης που θα πρέπει οι εκπαιδευτικοί να χρησιμοποιούν, όταν επιλέγουν άρθρα επιστήμης για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών;
Με ποιους τρόπους οι εκπαιδευτικοί επιλέγουν άρθρα επιστήμης και μετασχηματίζουν αυτά σε εκπαιδευτικό υλικό;

Η ταυτότητα της έρευνας

Μεθοδολογία της έρευνας.
Τα βήματα της παρούσας έρευνας είναι:
να τεθούν τα *«κριτήρια αξιολόγησης για την επιλογή των άρθρων επιστήμης για διδακτική χρήση».*
να δημιουργηθεί ένας *«οδηγός για την χρήση της επιστήμης του τύπου εκ μέρους των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών».* Θα περιλαμβάνει οδηγίες για τους τρόπους με τους οποίους η επιστήμη του τύπου θα μπορούσε να αξιοποιηθεί στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών – να μετασχηματιστεί δηλαδή σε εκπαιδευτικό υλικό.
να γίνει μία παρέμβαση (Εκπαιδευτικό σεμινάριο, μετασχηματισμός των άρθρων επιστήμης σε εκπαιδευτικό υλικό: κατασκευή φύλλου εργασίας) σε εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.
Το <u>δείγμα της έρευνας</u>: Δέκα επτά δευτεροετείς μετεκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικοί του Μαρασλείου Διδασκαλείου Δημοτικής Εκπαίδευσης. Από τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην έρευνα δέκα έξι, πριν την εισαγωγή τους στο Μαράσλειο Διδασκαλείο Δ.Ε., δίδασκαν σε σχολεία της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών και ένας σε σχολείο της επαρχίας. Οκτώ εκπαιδευτικοί είχαν πέντε έως δέκα έτη διδακτική εμπειρία, πέντε από δέκα έως δεκαπέντε έτη, δύο από δεκαπέντε έως είκοσι έτη και δύο πάνω από είκοσι έτη. Οκτώ εκπαιδευτικοί είχαν παρακολουθήσει μαθήματα επιμόρφωσης (ΠΕΚ, ΕΑΠ: Δίπλωμα Μεταπτυχιακής Επιμόρφωσης, ΤΠΕ Π2,), τέσσερις κατείχαν Μεταπτυχιακό Δίπλωμα (δύο στη διδακτική των Φ.Ε., ένας στη διδακτική της Γλώσσας και ένας «Σπουδές στην Εκπαίδευση»), μία κατείχε δεύτερο πτυχίο στα μαθηματικά και μία διδακτορικό στη Ψυχανάλυση.
Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το δεύτερο εξάμηνο του διδακτικού έτους 2009-2010.
Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η έρευνα δημιουργήθηκε ένας *«φάκελος άρθρων επιστήμης του τύπου».* Η επιλογή των άρθρων έγινε βάσει των *«κριτηρίων αξιολόγησης για την επιλογή*

των άρθρων επιστήμης για διδακτική χρήση» που είχαν τεθεί εκ μέρους των ερευνητών. Τα επιλεγμένα άρθρα ταξινομήθηκαν ανάλογα με το θέμα που διαπραγματεύονται σε οκτώ υπό – φακέλους ως εξής:

Φάκελος άρθρων επιστήμης του τύπου

Θεματικές ενότητες	Υπο – φάκελοι	α/α
Φυσική:	Άνωση (3 άρθρα)	1
	Μπαταρία από λεμόνι (2 άρθρα)	2
Διάστημα:	Ή έκλειψη του Ήλιου (4 άρθρα)	3
Φυσικά φαινόμενα:	Τσουνάμι (6 άρθρα)	4
	Ηφαίστεια (3 άρθρα)	5
Οι συνέπειες από τα φυσικά φαινόμενα:	Οι θετικές συνέπειες μιας φυσικής καταστροφής (3 άρθρα)	6
Περιβάλλον:	Νερό (4 άρθρα)	7
Γεωγραφία:	Ευρώπη - Αμερική, Ασία - Αφρική (2 άρθρα)	8

Έγινε προσπάθεια ώστε τα άρθρα του ίδιου υπο - φακέλου να διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά τον τρόπο παρουσίασης (διαφορετικοί κώδικες επικοινωνίας) του θέματος που διαπραγματεύονται. Με αυτόν τον τρόπο, οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην έρευνα αφού επέλεγαν καταρχήν το θέμα που τους ενδιέφερε (π.χ. Φυσικά φαινόμενα – Ηφαίστεια), στην συνέχεια έπρεπε να επιλέξουν το καταλληλότερο, κατά την γνώμη τους, άρθρο (στη συγκεκριμένη περίπτωση μεταξύ των τριών άρθρων για τα Ηφαίστεια) για διδακτική αξιοποίηση.

Το *«εκπαιδευτικό σεμινάριο»* προγραμματίστηκε να ολοκληρωθεί σε έξι δίωρες συναντήσεις. Στις συναντήσεις αυτές, παρουσιάστηκαν τα επιλεγμένα άρθρα επιστήμης στους εκπαιδευτικούς, οι εκπαιδευτικοί επέλεξαν ένα θέμα (π.χ. Φυσικά φαινόμενα – Ηφαίστεια), δόθηκαν στους εκπαιδευτικούς τα αντίστοιχα άρθρα (στη συγκεκριμένη περίπτωση με θέμα τα Ηφαίστεια) σε φωτοτυπίες και οι εκπαιδευτικοί επέλεξαν ένα άρθρο που θεωρούσαν ως κατάλληλο για διδακτική χρήση. Επίσης οι εκπαιδευτικοί, στις συναντήσεις αυτές, συζήτησαν τα κριτήρια αξιολόγησης των άρθρων για διδακτική χρήση, το πώς δομείται ένα φύλλο εργασίας εποικοδομητικού τύπου, τις δυσκολίες που συνάντησαν στη δημιουργία του φύλλου εργασίας. Οι εκπαιδευτικοί δούλεψαν σε τέσσερις ομάδες των τριών έως πέντε ατόμων και δημιούργησαν φύλλο εργασίας βασισμένο στο άρθρο επιστήμης που είχαν επιλέξει. Μετά το τέλος του «εκπαιδευτικού σεμιναρίου» των έξι συναντήσεων οι ομάδες των εκπαιδευτικών παρουσίασαν και σχολίασαν το φύλλο εργασίας που είχαν κατασκευάσει και απάντησαν σε ερωτήσεις που τους τέθηκαν. Επίσης κάθε εκπαιδευτικός συμπλήρωσε ένα ερωτηματολόγιο πριν και ένα μετά την ολοκλήρωση του έρευνας. Τα ερωτηματολόγια περιείχαν ανοικτές και κλειστές ερωτήσεις και στόχευαν να ανιχνεύσουν τις απόψεις και τις στάσεις των εκπαιδευτικών απέναντι στο έργο που ανέλαβαν και έφεραν σε πέρας (επιλογή άρθρου, και δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού βασισμένου στο συγκεκριμένο άρθρο).

Η συγκεκριμένη έρευνα αποτελεί συνέχεια παλαιότερης έρευνας (Μαντζουρίδης κ.ά. 2007). Σε αυτή την έρευνα οι εκπαιδευτικοί: α) εργάσθηκαν ομαδικά για την επιλογή άρθρου για διδακτική χρήση και το μετασχηματισμό του σε εκπαιδευτικό υλικό (κατασκευή φύλλου εργασίας) σε αντίθεση με την παλαιότερη έρευνα όπου οι εκπαιδευτικοί εργάσθηκαν ατομικά στα αντίστοιχα στάδια και β) δεν εφάρμοσαν το προϊόν της δουλειάς τους (το φύλλο εργασίας) σε τάξη, διότι ως μετεκπαιδευόμενοι δεν δίδασκαν σε τάξη.

Η <u>συλλογή των δεδομένων</u> έγινε με:

ερωτηματολόγιο προς τους εκπαιδευτικούς κατά την πρώτη συνάντηση,

μαγνητοφώνηση των συζητήσεων κατά την διάρκεια όλων των συναντήσεων,

ερωτηματολόγιο προς τους εκπαιδευτικούς μετά το πέρας των συναντήσεων,

μαγνητοφώνηση των παρουσιάσεων των φύλλων εργασίας των ομάδων και
τα φύλλα εργασίας που παρέδωσαν.

Αποτελέσματα και σχόλια

Α) Τα *κριτήρια αξιολόγησης* των άρθρων για διδακτική χρήση αναφέρονται στην αξιοπιστία του εκλαϊκευμένου υλικού επιστήμης που παρουσιάζεται στο τύπο, στην εγκυρότητα του, και στη δυνατότητα του να μετασχηματιστεί σε σχολική γνώση. Τα κριτήρια αξιολόγησης ταξινομήθηκαν σε πέντε ομάδες ανάλογα με την α) την πηγή προέλευσης των άρθρων, β) το περιεχόμενο του άρθρου, γ) την γλώσσα και την συντακτική δομή που χρησιμοποιεί ο συγγραφέας του άρθρου, δ) τα στοιχεία που εμπλέκουν συναισθηματικά τον μαθητή στην ανάγνωση του άρθρου και ε) την εικονογράφηση του άρθρου. Αναλυτικότερα:
α) Ως περισσότερο αξιόπιστα ως προς την πληροφορία που περιέχουν θεωρούνται τα άρθρα που δημοσιεύονται, σε εφημερίδες ευρείας κυκλοφορίας ή σε περιοδικά εκλαϊκευμένης επιστήμης που διαθέτουν επιστημονική επιτροπή για την κρίση των άρθρων (όπως το Scientific American, Popular Science, Science Illustrated, Discovery and Science). Ένα άλλο στοιχείο, επίσης, που εγγυάται την αξιοπιστία και εγκυρότητα της επιστημονικής πληροφορίας είναι η αναγραφή της ιδιότητας του συγγραφέα στο δημοσιευμένο άρθρο ή ως επιστήμονα ερευνητού ή ως δημοσιογράφου ειδικευμένου σε θέματα επιστήμης.
β) Το περιεχόμενο ενός άρθρου επιστήμης θα πρέπει να είναι συμβατό είτε με τη διδακτέα ύλη της «σχολικής επιστήμης» ή συμπληρωματικό των επιστημονικών εννοιών που ορίζονται ως υποχρεωτικές από το αναλυτικό πρόγραμμα, ή πέρα από την «σχολική επιστήμη» όπως αυτή παρουσιάζεται μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια. Στην τελευταία περίπτωση το περιεχόμενο των άρθρων επιστήμης μπορεί να αποβεί προς όφελος των μαθητών, εφόσον αυτό προάγει τους στόχους του αναλυτικού προγράμματος σπουδών (όπως, οι μαθητές να έρθουν σε επαφή με τις επιστημονικές διαδικασίες, με επίκαιρα θέματα επιστήμης και τεχνολογίας, να αποκτήσουν την ικανότητα να κρίνουν και να αντλούν πληροφορίες από διάφορες πηγές κλπ.). Η νοητική ηλικία των μαθητών καθώς και το γνωστικό τους υπόβαθρο θα πρέπει να λαμβάνονται, επίσης, σοβαρά υπόψη στην αξιολόγηση ενός άρθρου για διδακτική χρήση. Πολλοί συγγραφείς θεωρούν ως δεδομένο ότι το αναγνωστικό κοινό έχει γνώσεις για τις έννοιες, αρχές και τους νόμους των Φυσικών Επιστημών, και για αυτό το λόγο δεν τις επεξηγούν ή τις επεξηγούν ελλιπώς. Με αυτόν τον τρόπο όμως δημιουργούνται σημασιολογικές ασυνέχειες στο κείμενο, οι οποίες δυσκολεύουν την κατανόηση του. Για να είναι ένα άρθρο επιστήμης κατάλληλο για διδακτική χρήση θα πρέπει ο συγγραφέας του να εστιάζεται σε λίγες έννοιες - «κλειδιά» του θέματος που επεξεργάζεται, να είναι ακριβής και σαφής στις περιγραφές του, να δομεί τις επιστημονικές έννοιες διαδοχικά, χωρίς σημασιολογικές ασυνέχειες και να εξηγεί τις έννοιες, αρχές, νόμους και φαινόμενα των φυσικών επιστημών που περιέχονται στο άρθρο.
γ) Η γλώσσα, η γραμματική και η συντακτική δομή του κειμένου θα πρέπει να είναι απλή και κατανοητή από τους μαθητές. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται η επιστημονική ορολογία που είναι δυσνόητη για το γνωστικό επίπεδο των μαθητών, η πολύπλοκη συντακτική δομή (που χαρακτηρίζεται από προτάσεις σε υπόταξη), η χρήση των ονοματικών συνόλων (π.χ. «η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού»), και η χρήση ρημάτων σε παθητική φωνή. Η απλή και κατανοητή γλώσσα χρησιμοποιεί απλές προτάσεις σε παράταξη, που αποτελούνται από υποκείμενο – ρήμα – αντικείμενο, και ρήματα σε ενεργητική φωνή.
δ) Κείμενα που χρησιμοποιούν τον αφηγηματικό τρόπο γραφής, ποιητική - συναισθηματική γλώσσα πλούσια σε εκφραστικά μέσα όπως οι μεταφορές, και η καθημερινή γλώσσα, έλκουν τον μαθητή να διαβάσει το άρθρο και τον εμπλέκουν συναισθηματικά στη διαδικασία της μάθησης. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η χρήση καθημερινής γλώσσας για την διατύπωση επιστημονικών εννοιών εμπεριέχει τον κίνδυνο της εμφάνισης παράπλευρων μη επιθυμητών

μαθησιακών αποτελεσμάτων όπως η ενδυνάμωση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών ή η δημιουργία νέων νοητικών παραστάσεων μη συμβατών με την επιστημονική άποψη.
ε) Οι εικόνες νοητικής οργάνωσης (πίνακες, εννοιολογικοί χάρτες, διαγράμματα ροής, κλπ) οργανώνουν την πληροφορία και κατευθύνουν τον αναγνώστη με την βοήθεια οπτικών στοιχείων / συμβόλων (όπως χρωματικοί κώδικες, διαγραμμίσεις, βέλη, κ.ά.) ή με την βοήθεια συμβολικής αναπαράστασης του φαινομένου στο να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο το συγκεκριμένο φαινόμενο συμβαίνει. Η εικονογράφηση του άρθρου αποτελεί σημαντικό στοιχείο του κειμένου. Θα πρέπει οι εικόνες νοητικής οργάνωσης του κειμένου να είναι σε συμφωνία με το κείμενο, να οργανώνουν την πληροφορία και να συμβάλλουν στη κατανόηση του κειμένου εκ μέρους των μαθητών.
Β) Ο *«οδηγός για την χρήση της επιστήμης του τύπου εκ μέρους των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών»* βασίστηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση διδασκαλίας. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή, ένα φύλλο εργασίας, που αξιοποιεί διδακτικά ένα άρθρο επιστήμης του τύπου, θα πρέπει να περιλαμβάνει δραστηριότητες που: α) προσελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών στο υπό διδασκαλία θέμα (φάση προσανατολισμού), β) αναδεικνύουν τα προϋπάρχοντα νοητικά σχήματα των μαθητών με τα οποία εξηγούν το συγκεκριμένο φυσικό φαινόμενο (φάση ανάδειξης των ιδεών των μαθητών), γ) επιδιώκουν την αναδόμηση ή απόρριψη των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και την προσέγγιση της επιστημονικής άποψης εκ μέρους των μαθητών (φάση της αναδόμησης), δ) συνδέουν – μεταφέρουν τις επιστημονικές έννοιες που διδάχτηκαν στη καθημερινή ζωή των μαθητών (φάση της εφαρμογής) , ε) παροτρύνουν τους μαθητές να συγκρίνουν τις δικές τους πρότερες ιδέες (εναλλακτικές ιδέες) με τις την επιστημονική άποψη καθώς επίσης και να στοχαστούν για τον τρόπο - τις διαδικασίες μέσα από τις οποίες κατέκτησαν την επιστημονική άποψη (φάση της ανασκόπησης), και στ) αξιολογούν τα μαθησιακά αποτελέσματα της διδασκαλίας και κατά συνέπεια και την ίδια την διδασκαλία.
Γ) Η ανάλυση των δεδομένων έγινε για κάθε μία ομάδα εκπαιδευτικών χωριστά. Τα δεδομένα της έρευνας διασταυρώθηκαν με βάση τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στο αρχικό ερωτηματολόγιο, τις μαγνητοφωνημένες συζητήσεις τους κατά την διάρκεια των συναντήσεων, τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο στο τέλος του σεμιναρίου, και την ανάλυση του φύλλου εργασίας κάθε ομάδας.
Τα αποτελέσματα από την ανάλυση της κάθε ομάδας συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα των άλλων ομάδων. Η σύγκριση αυτή οδήγησε στη διατύπωση γενικών παρατηρήσεων. Επίσης οι ιδιαιτερότητες της κάθε ομάδας επισημάνθηκαν.
Από την ποιοτική ανάλυση των δεδομένων φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αρχικά, πριν οι ίδιοι εμπλακούν στο μετασχηματισμό ενός άρθρου σε εκπαιδευτικό υλικό (σε φύλλο εργασίας), θεωρούσαν την όλη διαδικασία ως πολύ δύσκολο εγχείρημα. Μετά την εμπλοκή τους στην έρευνα, δηλώνουν οι ίδιοι ικανοποιημένοι και από την εμπειρία τους ως δημιουργών εκπαιδευτικού υλικού. Θεωρούν όμως ότι η μη εξοικείωση τους με τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού, η εξάρτηση τους από το σχολικό εγχειρίδιο, η οικονομική επιβάρυνση για την συλλογή των άρθρων επιστήμης (αγορά εφημερίδων και περιοδικών) και για την δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού (αναλώσιμα υλικά εκτυπωτή, φωτοτυπίες, κλπ), και ο μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού λειτουργούν ως ανασταλτικοί παράγοντες για την συχνή εμπλοκή των εκπαιδευτικών σε παρόμοιες διαδικασίες.
Οι εκπαιδευτικοί όταν επιλέγουν ένα άρθρο για να το χρησιμοποιήσουν στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών φαίνεται ότι αποδίδουν ιδιαίτερη βαρύτητα σε στοιχεία, που κατά την γνώμη τους είναι *«εντυπωσιακά και προσελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών»*, όπως: α) ο τίτλος του άρθρου (π.χ. «Ηφαίστεια: Η αναγέννηση της Γης»), β) το θέμα του άρθρου το οποίο θα πρέπει *«να αφορά εντυπωσιακά φυσικά φαινόμενα»* (όπως: Εκρήξεις ηφαιστείων), και γ) η εικονογράφηση του άρθρου. Οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να έλκονται από άρθρα που

ασχολούνται με φυσικά φαινόμενα και δεν διστάζουν να τα επιλέξουν διότι *«άμεσα τους ενδιαφέρουν» και διότι μπορούν* να βρουν απαντήσεις στις δικές τους *«απορίες»*.
Τα χαρακτηριστικά των άρθρων επιστήμης που δυσκόλεψαν περισσότερο τους εκπαιδευτικούς στο μετασχηματισμό των συγκεκριμένων άρθρων σε εκπαιδευτικό υλικό (φύλλα εργασίας) ήταν α) το μέγεθος των άρθρων αυτών β) η επιστημονική ορολογία και η πολύπλοκη συντακτική δομή στις παραγράφους των άρθρων όπου αυτά υπήρχαν και γ) το πλήθος της πληροφορίας που περιείχαν.
Οι εκπαιδευτικοί για να μπορέσουν να αντεπεξέλθουν στις παραπάνω δυσκολίες επέλεξαν να μην παρουσιάσουν στους μαθητές ολόκληρα τα άρθρα αλλά να συμπεριλάβουν στο φύλλο εργασίας συγκεκριμένα, περιορισμένης έκτασης, αποσπάσματα των άρθρων που κατά την γνώμη τους α) εξυπηρετούσαν τους διδακτικούς στόχους που είχαν θέσει, β) ήσαν όσο το δυνατό περισσότερο συμβατά με το γνωστικό επίπεδο των μαθητών, γ) ήσαν σαφή στις επεξηγήσεις των φυσικών φαινομένων στα οποία αναφερόντουσαν και δ) προσέλκυαν το ενδιαφέρον των μαθητών ή με το λόγο τους: *«λόξυγκας του ηφαιστείου»* ή με τις αναφορές τους στη καθημερινή ζωή των μαθητών: «γιατί η κ. Αγάπη έπλενε στο χέρι».
Η ομάδα των εκπαιδευτικών, που επέλεξε να χρησιμοποιήσει αποσπάσματα άρθρου με επιστημονική ορολογία, στην προσπάθεια της να καταστήσει όσο το δυνατό περισσότερο κατανοητό το περιεχόμενο του άρθρου στους μαθητές, παρέθεσε στο φύλλο εργασίας εναλλάξ ένα στοιχείο του άρθρου (κείμενο ή εικόνα) μαζί με δραστηριότητες που βασίζονται στο συγκεκριμένο στοιχείο του άρθρου. Για το ίδιο λόγο χρησιμοποίησε ποικιλία δραστηριοτήτων όπως ανοιχτές ερωτήσεις, ερωτήσεις αντιστοίχισης ή συμπλήρωσης, συμπλήρωσης κενών σε εννοιολογικούς χάρτες ή συμπλήρωσης κενών σε γεωγραφικούς χάρτες όπου είχαν παρέμβει και είχαν απαλείψει τις συγκεκριμένες αναφορές.
Υπήρξαν σημεία στα φύλλα εργασίας, περιορισμένα τον αριθμό, όπου οι ομάδες των εκπαιδευτικών «παρασύρθηκαν» από τα κείμενα των άρθρων και διατύπωσαν δραστηριότητες που α) δεν ανταποκρινόντουσαν στους διδακτικούς στόχους που είχαν οι ίδιοι θέσει ή β) αναπαρήγαγαν τις εννοιολογικές ασάφειες των κειμένων ή δημιουργούσαν νέες.
Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, που αφορούν τα κριτήρια που οι εκπαιδευτικοί θέτουν για την επιλογή άρθρου για διδακτική χρήση και τον τρόπο που οι ίδιοι δομούν τα φύλλα εργασίας, συμφωνούν, σε γενικές γραμμές, με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της παλαιότερης έρευνας (Μαντζουρίδης κ.ά. 2007).

Συμπεράσματα

Η έρευνα έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί εκτιμούν τη χρήση των άρθρων επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Παρά όλα αυτά φαίνεται να μην διαθέτουν σε ικανοποιητικό βαθμό τις απαραίτητες δεξιότητες για τη επιλογή των κατάλληλων άρθρων και για το μετασχηματισμό τους σε εκπαιδευτικό υλικό. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί με την κατάλληλη εκπαίδευση θα μπορούσαν να μετατραπούν σε ικανούς δημιουργούς καινοτόμου εκπαιδευτικού υλικού που θα συνδύαζε τους ελκυστικούς κώδικες επικοινωνίας των άρθρων επιστήμης του τύπου με τις κατάλληλες δραστηριότητες διδασκαλίας / μάθησης προς όφελος των μαθητών.

Βιβλιογραφία

Μαντζουρίδης, Δ., Χαλκιά, Κρ., Σκορδούλης, Κ., (2007). Άρθρα επιστήμης στο τύπο: Τρόποι μετασχηματισμού της επιστήμης του τύπου σε εκπαιδευτικό υλικό. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου: «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες Εκπαίδευσης», Ιωάννινα.

Carson, N. R. (2002). The Epic Narrative of Intellectual Culture as a Framework for Curricular Coherence. Science & Education V. 11, p. 231-246.

Dimopoulos, K. & Koulaidis, V. (2003). Science and Technology Education for Citizenship: The Potential Role of the Press. International Science Education, 87, 241-256.

Halkia, Kr. (2003). Teachers' views and Attitudes towards the Communication Code and the Rhetoric used in Press Science. Articles In Science Education Research in the Knowledge –Based Society (Selected Articles), (Netherlands: Kluwer Academic Publishers), 415-423.

Halliday, M.A.K. (1993). Some Grammatical Problems in Scientific English: In M.A.K. Halliday and J.R. Martin (Eds.), Writing Science: Literacy and Discursive Power (p. 71). London: Falmer Press.

Hutton, N. (1996). Interactions between the formal UK School science curriculum and the public understanding of science. Public Understanding Science, 5, 41-53.

Jarman, R. & McClune, B. (2005). Space Science News: Special Edition, a resource for extending reading and promoting engagement with newspapers in the science classroom. Literacy 39 (3), 121-128.

Jarman, R. & McClune, B. (2002). Science EXTRA! Teachers Notes
http://www.sycd.co.uk/only_connect/pdf/everywhere/literacy/lit_teach.pdf

Kırıkkaya, E. B. (2009). Effect of using newspaper clipping in science and technology course on students' attitudes towards science. Proceedings of Esera 2009 conference, Book 4, Part1: Learning Science, p. 155.

Kubli, F. (2005). Science teaching as a dialogue —Bakhtin, Vygotsky and some applications in the classroom. Sci & Edu 14(6) 501–534.

McClune, B. & Jarman, R. (2010). Critical Reading of Science-Based News Reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. International Journal of Science Education, 32, No. 6, pp. 727–752.

McClune, B., Jarman, R. (2004). Space Science News: from archive to teaching resource,
the secret life of newspapers. Physics Education **39** (2)

McClune, B. & Jarman, R. (2000). Making a place for newspapers in secondary science education. Proceedings of the 2nd International Utrecht/ ICASE Symprosium, 11-13 October.

Lemke, L. J. (1990). Talking Science: Language, Learning and Values (Ablex Publishing Corporation Norwood, New Jersey).

Martin, J.R. (1993). Literacy in Science: Learning to Handle Text as Technology. In M.A.K. Halliday and J.R. Martin (Eds.), Writing Science: Literacy and Discursive Power (pp:172, 199, 200), London: Falmer Press.

Parkinson, J. & Adendorff, R. (2004). The use of popular article in teaching scientific literacy. English for Specific Purposes, 23, 379-396.

Wellington, J. (1991). Newspaper science, school science: friends or enemies? International Journal of Science Education, 13(4), 363-372.

Φυσικά… μαγικά!: Ενισχύοντας το ενδιαφέρον για τις Φυσικές Επιστήμες στην εκπαίδευση και την κοινωνία

Πριμεράκης Γεώργιος[1], Πιερράτος Θεόδωρος[2], Πολάτογλου Μ. Χαρίτων[3], Κουμαράς Παναγιώτης[4]
[1]*Υπ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, gprim@eled.auth.gr*
[2]*Υπ. Διδάκτορας Τμ. Φυσικής, ΑΠΘ, pierratos@gmail.com*
[3]*Αν. Καθηγητής Τμ. Φυσικής, ΑΠΘ, hariton@physics.auth.gr*
[4]*Καθηγητής ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, koumaras@eled.auth.gr*

Περίληψη
Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η διδακτική δράση «Φυσικά… μαγικά!» που αναπτύχθηκε με τη συνεργασία μελών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης και του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ. Σκοπός της δράσης είναι η ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης, των φοιτητών αλλά και της ευρύτερης κοινωνίας, για τις Φυσικές Επιστήμες. Για το λόγο αυτό έχουν χρησιμοποιηθεί εντυπωσιακά όσο και απλά πειράματα Φυσικής με υλικά καθημερινής χρήσης, τα οποία εμπλέκουν σε μια μορφή άτυπης εκπαίδευσης τους συμμετέχοντες μαθητές και κοινό. Διοργανώθηκαν τέσσερεις ανοικτές εκδηλώσεις τις οποίες παρακολούθησαν περισσότεροι από 6000 μαθητές και κοινό. Από την επαφή με τους συμμετέχοντες προκύπτει ότι παρόμοιου τύπου δράσεις μπορούν να συνεισφέρουν προς την κατεύθυνση ενδυνάμωσης του ενδιαφέροντος για τις Φυσικές Επιστήμες αλλά και την ανάπτυξη του επιστημονικού αλφαβητισμού της Ελληνικής κοινωνίας.

Abstract
In this paper we present the didactic action “Physically …magically!” that has been organized by the School of Education and the Physics Department of the Aristotle University of Thessaloniki. The purpose of this action was to enhance the interest of students and the community in science. Several physics experiments have been developed using everyday’s material in order to engage people in informal education. More than 6000 people attended the four science fairs within the last two years. According to our feedback from the audience didactic actions of this kind could induce positive attitude towards science.

Εισαγωγή

Διάφορες έρευνες που γίνονται τα τελευταία χρόνια τόσο στην Ευρώπη όσο και στον υπόλοιπο κόσμο, καταγράφουν μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών και των σπουδαστών για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) και ειδικά για τη Φυσική (Fischer & Horstendahl, 1997), καθώς και λανθασμένες αντιλήψεις για σημαντικά επιστημονικά ζητήματα (Hodge, 2006).

Στην Ελλάδα, ειδικότερα, η μείωση αυτή μπορεί να αποδοθεί στην ακαδημαϊκή φύση της διδασκαλίας των Φ.Ε. και στην αναντιστοιχία της διδακτέας ύλης με την κοινωνική πραγματικότητα, όπως υποδεικνύουν σχετικές έρευνες (ΟΟΣΑ, 2006). Οι μαθητές αναρωτιούνται γιατί διδάσκονται τις Φ.Ε. και σε τι θα τους βοηθήσει στην ενήλικη ζωή τους το ειδικό σώμα γνώσεων που τους προσφέρεται. Αδυνατώντας να βρουν απάντηση, αποστρέφονται τα μαθήματα αυτά. Είναι ενδεικτικό το γεγονός ότι ένα πολύ μικρό ποσοστό μαθητών της Γ΄ Λυκείου, μικρότερο από 2%, επιλέγει να εξεταστεί κάθε χρόνο στις

Πανελλήνιες εξετάσεις στο μάθημα επιλογής της Φυσικής Γενικής Παιδείας (Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων και Διά Βίου Εκπαίδευσης, 2010).
Το θέμα της συσχέτισης του ενδιαφέροντος που δείχνουν οι μαθητές και της ενασχόλησής τους με τις Φ.Ε., αποτέλεσε κεντρικό πυρήνα του Διεθνούς Προγράμματος για την Αξιολόγηση των Μαθητών (PISA), το 2006. Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, οι μαθητές με μεγαλύτερο ενδιαφέρον και θετική στάση απέναντι στις Φ.Ε. είναι πιο πρόθυμοι να επενδύσουν στην προσπάθεια που απαιτείται για να έχουν καλή επίδοση σε αυτά τα μαθήματα. Επίσης, το ενδιαφέρον τους για ένα θέμα φυσικών επιστημών μπορεί να επηρεάσει την ένταση και την χρονική διάρκεια της εμπλοκής των μαθητών στις διαδικασίες μάθησης. Με τη σειρά της, η έντονη και σε βάθος εμπλοκή με ένα θέμα ενισχύει την κατανόηση αυτού του θέματος (PISA, 2006).
Ως φυσικό επακόλουθο, το μειωμένο ενδιαφέρον οδηγεί τους μαθητές σε μειωμένη αντίστοιχα επίδοση στις Φ.Ε.. Σε ό,τι αφορά την Ελλάδα, οι επιδόσεις των Ελλήνων μαθητών στις Φ.Ε. βρίσκονται δύο θέσεις πριν την τελευταία στην κατάταξη, μεταξύ των τριάντα χωρών του ΟΟΣΑ που συμμετείχαν στο πρόγραμμα PISA (ΟΟΣΑ, 2006). Σε αυτό το αρνητικό για τις Φ.Ε. εκπαιδευτικό περιβάλλον, έρχεται πλέον να προστεθεί η φαινόμενη εκπαραθύρωση και ο αποκλεισμός ουσιαστικά των Φ.Ε. από τα νέα αναλυτικά προγράμματα σπουδών του Γενικού Λυκείου.
Προσπαθώντας να αντιστρέψουν αυτό το αρνητικό κλίμα ως προς τις Φ.Ε., τα τελευταία χρόνια τόσο στην Ευρώπη όσο και στις ΗΠΑ σχεδιάζονται μια σειρά από διάφορα προγράμματα και εκδηλώσεις. Στην Ευρώπη, για παράδειγμα, το πρόγραμμα Science on Stage (Hayes, 2010) έχει ως στόχο την ανάδειξη καλών διδακτικών πρακτικών Ευρωπαίων εκπαιδευτικών προκειμένου να υιοθετηθούν από τους συναδέλφους τους και να ενδυναμώσουν τη στάση των μαθητών απέναντι στις Φ.Ε.. Στην ίδια κατεύθυνση κινείται η έκδοση του τρίμηνου περιοδικού Science in School από το EIROforum (www.eiroforum.org) το οποίο διανέμεται δωρεάν σε έντυπη μορφή σε εκπαιδευτικούς όλης της Ευρώπης, ενώ είναι ελεύθερα διαθέσιμο σε όλες τις Ευρωπαϊκές γλώσσες στο διαδίκτυο (http://www.scienceinschool.org/).
Μέσα από τέτοιες προσπάθειες, προτείνεται στους εκπαιδευτικούς η υιοθέτηση εναλλακτικών διδακτικών προσεγγίσεων, πέρα από τις κλασικές, δασκαλοκεντρικές συνήθως προσεγγίσεις. Ιδιαίτερη θέση στις προτεινόμενες διδακτικές προσεγγίσεις κατέχουν αυτές που εντάσσονται στις άτυπες μορφές εκπαίδευσης.

Άτυπες μορφές εκπαίδευσης

Με τον όρο άτυπες μορφές εκπαίδευσης εννοούμε οποιαδήποτε διδακτική δραστηριότητα λαμβάνει χώρα έξω από το παραδοσιακό εκπαιδευτικό πλαίσιο και πέρα από το «στενό» αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, εντός ή εκτός του σχολείου. Ο μαθητής - αλλά και κάθε ενήλικας - μαθαίνει μέσα από όλες σχεδόν τις καθημερινές του εμπειρίες: παρακολουθώντας τηλεόραση, διαβάζοντας ένα βιβλίο, συζητώντας με φίλους, βλέποντας μια ταινία, πλοηγώντας στο διαδίκτυο. Υπό αυτήν την έννοια η μάθηση είναι μια δυναμική και συνεχής διαδικασία, ένα ολιστικό φαινόμενο οικοδόμησης της προσωπικής γνώσης/αντίληψης για τον κόσμο (Dierking et al., 2003).
Η άτυπη εκπαίδευση είναι εθελοντική, αυτοκατευθυνόμενη και αποτελεί δια βίου εκπαίδευση. Είναι διασκεδαστική, εύκολα προσβάσιμη σε όλους και στηρίζεται σε διαδραστικές δραστηριότητες που ενεργοποιούν όλες τις αισθήσεις. Οι συμμετέχοντες δεν οφείλουν απλά να παρακολουθούν ως παθητικοί δέκτες. Συζητούν μεταξύ τους, πειραματίζονται, υποθέτουν, κάνουν λάθη. Αλλάζουν απόψεις, επιχειρούν χωρίς να περιορίζονται χρονικά, χωρίς να χρειάζεται να εξεταστούν. Εκθέτουν την πορεία που ακολούθησαν και τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξαν (αν κατέληξαν σε κάποια). Ακολουθούν δηλαδή στην πράξη όλα τα βήματα της επιστημονικής διαδικασίας (Wahl, 2002) .

Με τον τρόπο αυτό ο διαφορετικός τρόπος προσέγγισης της γνώσης, αλλά και η αλλαγή της καθημερινής σχολικής ρουτίνας, πέρα από την επίτευξη κοινωνικών και συναισθηματικών στόχων, αλλαγής στάσεων και απόκτηση δεξιοτήτων, που μάλλον παραμελούνται στην θεσμοθετημένη εκπαίδευση, υπέρ των γνωστικών επιδιώξεων (Καριώτογλου, 2002), αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φ.Ε..

Η δράση Φυσικά… μαγικά!

Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται η πραγματοποίηση της δράσης Φυσικά… μαγικά!. Ο κεντρικός πυρήνας της ιδέας είναι η διδακτική προσέγγιση εννοιών της Φυσικής με απλά πειράματα που χρησιμοποιούν κυρίως καθημερινά υλικά. Τα πειράματα είναι αλληλεπιδραστικά και πολλά από αυτά έχουν το χαρακτήρα του απροσδόκητου, ελκύοντας το ενδιαφέρον των μαθητών και βάζοντάς τους στο προσκήνιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η βασική παιδαγωγική ιδέα είναι ότι η εργαστηριακή διδασκαλία της Φυσικής δε χρειάζεται υπερσύχρονα, πολύπλοκα, εξειδικευμένα και τελικά πανάκριβα και δύσχρηστα όργανα και συσκευές (Kirkham, 1989). Εξάλλου, αυτού του τύπου το εργαστήριο δεν κατάφερε να προσελκύσει το σύνολο του μαθητικού πληθυσμού, όπως δείξαμε παραπάνω. Αντίθετα, το εργαστήριο μπορεί να είναι μια προέκταση και μελέτη της καθημερινής ζωής, όπου στο κέντρο του ενδιαφέροντος βρίσκονται το φαινόμενο και η παρατήρησή του και όχι το όργανο: τα πάντα μπορούν να γίνουν όργανα και οπουδήποτε μπορεί να γίνει εργαστήριο. Αυτό που ενδιαφέρει είναι η επικέντρωση στην παρατήρηση του φαινομένου και όχι στον «γυαλιστερό» εργαστηριακό εξοπλισμό, η διερεύνηση του με επιστημονικό τρόπο και τέλος η δημιουργία υποθέσεων και η εξαγωγή συμπερασμάτων σύμφωνα με τις μεθόδους των Φυσικών Επιστημών (Κουμαράς, 2003).

Έτσι, με την βοήθεια υλικών καθημερινής χρήσης ή και με την έξοδο από το περιβάλλον της σχολικής αίθουσας και την μετατροπή σε εργαστήριο άλλων χώρων, τίθεται ως στόχος η προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη Φυσική, η σύνδεσή της με την πραγματική ζωή και καταστάσεις και τελικά η διαμόρφωση θετικής στάσης των μαθητών που θα οδηγήσει σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Η δυνατότητα επίτευξης αυτού του στόχου μέσα από τη δράση Φυσικά …μαγικά αποτελεί και το ερευνητικό ερώτημα αυτής της εργασίας.

Η ομάδα υλοποίησης της δράσης δημιουργήθηκε από την αλληλεπίδραση του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης και του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ. Ο συντονιστικός πυρήνας αποτελείται από δύο μέλη ΔΕΠ, ένα από κάθε τμήμα, και δύο υποψήφιους διδάκτορες. Την ομάδα στελεχώνουν επίσης περισσότεροι από πενήντα προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές των δύο Τμημάτων, οι οποίοι συμμετέχουν εθελοντικά.

Ιστορικό εκδηλώσεων

Μέχρι το Δεκέμβριο του 2010 πραγματοποιήθηκαν 4 εκδηλώσεις. Η πρώτη οργανώθηκε και έλαβε χώρα το τριήμερο 12, 13 και 14 Μαΐου 2009 στην Πλατεία Χημείου, στην Πλατεία του κτιρίου Διοίκησης και στον στο προαύλιο χώρο της Παιδαγωγικής Σχολής του ΑΠΘ, αντίστοιχα. Η εκδήλωση εντάχθηκε στο πλαίσιο της φοιτητικής εβδομάδας Άνοιξη 2009 και παρά το γεγονός ότι πραγματοποιήθηκε λίγες μέρες πριν την έναρξη των εξετάσεων των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, την επισκέφθηκαν περισσότεροι από 500 μαθητές, αλλά και μεγάλος αριθμός φοιτητών όλων των Σχολών του ΑΠΘ.

Μετά την επιτυχία της εκδήλωσης ακολούθησε η συμμετοχή της ομάδας στη φοιτητική εβδομάδα Νοέμβριος 2009, στις 12 και 16 Νοεμβρίου. Η εκδήλωση αυτή απευθύνθηκε κυρίως στους φοιτητές του ΑΠΘ, ενώ προσκλήθηκαν 5 σχολεία της Δευτεροβάθμιας και 2 σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.

Η τρίτη εκδήλωση οργανώθηκε και πραγματοποιήθηκε στις 29 και 30 Απριλίου 2010 σε ένα χώρο περίπου 2 στρεμμάτων στο προαύλιο της Παιδαγωγικής Σχολής του ΑΠΘ. Το δελτίο

τύπου της εκδήλωσης προωθήθηκε μέσω της Περιφέρειας Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Κεντρικής Μακεδονίας σε όλα τα σχολεία ευθύνης αυτής της υπηρεσίας. Στην εκδήλωση παρέστησαν 65 σχολεία από τη Θεσσαλονίκη, το Κιλκίς, τις Σέρρες, τη Φλώρινα και την Κατερίνη. Οι μαθητές, από νήπια μέχρι τελειόφοιτοι της Γ' Λυκείου, ξεπέρασαν τους 2500 και οι συνοδοί καθηγητές τους 150.
Η τέταρτη εκδήλωση πραγματοποιήθηκε στις 24 Σεπτεμβρίου 2010 στις εγκαταστάσεις του Κέντρου Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας ΝΟΗΣΙΣ. Στην εκδήλωση αυτή η ομάδα συμμετείχε ως προσκεκλημένη σε ένα ευρύτερο πλαίσιο εκδηλώσεων υπό τον τίτλο *Αστροπάρτυ 2010*. Το κοινό, όλων των ηλικιών, ξεπέρασε τα 3000 άτομα.

Τα πειράματα και η διδακτική μεθοδολογία της δράσης
Ο κορμός των επιδείξεων είναι τα διαδραστικά - βιωματικά πειράματα που εκτελούνται από τους επισκέπτες, καθώς και κεντρικές επιδείξεις ή άλλες εμπειρικές δράσεις. Τα πειράματα βρίσκονται σε τραπέζια-πάγκους διάσπαρτα στον χώρο, ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση πολλών μαθητών ταυτόχρονα, ή σε οριοθετημένες περιοχές όπου τοποθετούνται τα υλικά ή οι πειραματικές συσκευές που χρειάζονται για την εκτέλεση μεγάλης κλίμακας πειραμάτων – δραστηριοτήτων (για παράδειγμα, εκτόξευση πυραύλων νερού). Σε κάθε τραπέζι – χώρο πειραμάτων ένα ή παραπάνω μέλη της ομάδας παρουσιάζουν-ενημερώνουν για το πείραμα, βοηθούν-καθοδηγούν στην εκτέλεση από τους επισκέπτες, προσπαθώντας να τους διευκολύνουν και όχι να τους κατευθύνουν. Δίνουν τεχνικές συμβουλές για την επιτυχέστερη εκτέλεση των πειραμάτων αλλά και θέτουν ερωτήσεις και απορίες για να προκληθεί συζήτηση και να αναδείξουν τις ιδέες και τις στάσεις των μαθητών και του κοινού. Αν η συζήτηση οδηγείται σε αδιέξοδο τα μέλη της ομάδας προσπαθούν να την επαναφέρουν και σε κάποιες περιπτώσεις δίνουν και την ορθή επιστημονική απάντηση.
Η επιλογή των πειραμάτων γίνεται σε κάθε εκδήλωση έχοντας ως γνώμονα να υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ εντυπωσιασμού, δημιουργίας ενδιαφέροντος, εμπλοκής, συμμετοχής, κατανόησης, αποκόμισης γνώσης και θετικής στάσης σε όποιον συμμετέχει. Σε κάθε εκδήλωση πραγματοποιούνται πειράματα και δράσεις ανάλογα με τον χώρο και τις υποδομές που παρέχονται, την εποχή και τις καιρικές συνθήκες. Τα απαραίτητα υλικά για την εκτέλεση των πειραμάτων είναι απλά, καθημερινά, βρίσκονται εύκολα, είναι φτηνά και προπαντός ακίνδυνα. Τα ίδια χαρακτηριστικά έχουν και οι τυχόν αναγκαίες συσκευές. Επειδή τα πειράματα ή το μεγαλύτερο μέρος τους εκτελούνται από τους επισκέπτες-συμμετέχοντες, μπορούν εύκολα να αναπαραχθούν στο μέλλον από τους ίδιους.
Στην διάρκεια των τεσσάρων εκδηλώσεων εκτελέστηκαν συνολικά πάνω από πενήντα διαφορετικά πειράματα. Ενδεικτικά, μερικά από τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν είναι τα εξής:

1. Εκτόξευση πυραύλων νερού.
2. Μέτρηση της ταχύτητας του φωτός με φούρνο μικροκυμάτων και κασέρι.
3. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ποδήλατο (Εικόνα 1).
4. Πειράματα με υγρό άζωτο (Εικόνα 2).
5. Οπτικές ψευδαισθήσεις: γυαλί μέσα σε γλυκερίνη.
6. Περιστρεφόμενη ρόδα ποδηλάτου και αρχή διατήρησης της στροφορμής (Εικόνα 3).
7. Ατμοσφαιρική πίεση: τσαλακώστε τα κουτάκια αναψυκτικού.
8. Ο κολυμβητής του Καρτέσιου.
9. Αιώρηση μπάλας με πιστολάκι μαλλιών (Εικόνα 4).
10. Δημιουργία μη νευτώνιου υγρού και διάβαση πάνω από αυτό (Εικόνα 5).
11. Κουτί που ανεβαίνει σε κεκλιμένο επίπεδο
12. Αυγά μέσα στο μπουκάλι.
13. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με σύστημα Peltier.

Εικόνα 1. Μικροί μαθητές κάνουν ποδήλατο για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

Εικόνα 2. Πειραματική επίδειξη με υγρό άζωτο.

Εικόνα 3. Η αρχή διατήρησης της στροφορμής με βιωματικό τρόπο.

Εικόνα 4. Εισαγωγή στα ρευστά και την αρχή του Bernoulli.

Εικόνα 5. Περπατώντας πάνω σε μη Νευτώνιο υγρό.

Αποτίμηση της δράσης

Η επαφή με τους μαθητές, αλλά και τους εκπαιδευτικούς, κατά τη διάρκεια των εκδηλώσεων υπήρξε ιδιαίτερα ενθαρρυντική. Τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν ενθουσιασμένοι με την εμπειρία και ζητούσαν επίμονα να πληροφορηθούν για το πώς λειτουργεί το κάθε πείραμα και πώς μπορούν να το επαναλάβουν μόνοι τους. Με αφορμή το ενδιαφέρον αυτό δημιουργήθηκε ένα ιστολόγιο (http://fysikamagika.blogspot.com) στο οποίο αναρτήθηκαν φωτογραφίες και βίντεο, ενώ σχεδιάζεται η ανάρτηση λεπτομερών επιστημονικών ερμηνειών των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν.

Ταυτόχρονα, οι ερωτήσεις που έθεσαν οι μαθητές και οι ερμηνείες που αποπειράθηκαν να δώσουν κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων, ανέδειξαν πολλές από τις γνωστές στη βιβλιογραφία εναλλακτικές ιδέες τους για διάφορα φυσικά φαινόμενα, καταδεικνύοντας τη δυναμική της δραστηριότητας ως εργαλείου που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί ερευνητικά στο χώρο της διδακτικής των Φυσικών επιστημών. Για παράδειγμα, στο πείραμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κάνοντας ποδήλατο (Εικόνα 1), οι περισσότεροι μαθητές του δημοτικού και του γυμνασίου χρησιμοποιούσαν ως συνώνυμες τις έννοιες δύναμη, ενέργεια, ισχύς προσπαθώντας να περιγράψουν ό,τι παρατηρούσαν να συμβαίνει. Αντίστοιχα, στα πειράματα επίδειξης με υγρό άζωτο ακόμη και μαθητές του λυκείου χρησιμοποιούσαν εκφράσεις όπως

«*το κρύο μεταφέρεται από το άζωτο στο μπαλόνι και …*» για να ερμηνεύσουν τις παρατηρήσεις τους.

Δεν ήταν λίγοι οι μαθητές, μικρής κυρίως ηλικίας, που συζητώντας με τα μέλη της ομάδας ζήτησαν να μάθουν πώς μπορούν να γίνουν φυσικοί όταν μεγαλώσουν. Άλλοι μαθητές εξέφρασαν παράπονα για τον τρόπο με τον οποίο διδάσκονται τις Φυσικές επιστήμες στο σχολείο τους σε σχέση με ό,τι βίωσαν κατά τη διάρκεια των εκδηλώσεων. Χαρακτηριστικά, ομάδα μαθητών της Β' τάξης γενικού λυκείου απευθυνόμενη στο συνοδό καθηγητή τους του είπαν «*δεν περιμέναμε ότι η φυσική μπορεί να είναι τόσο διασκεδαστική!*» Η ομάδα έλαβε κλήσεις για να επαναλάβει τα πειράματα σε σχολικές μονάδες και Πανεπιστημιακά Τμήματα όλης της Ελλάδας αλλά και της Κύπρου.

Πολλοί δάσκαλοι πρότειναν στους μαθητές τους να αποτυπώσουν τις εντυπώσεις τους από την συμμετοχή τους στα πειράματα σχεδιάζοντας ένα σκίτσο. Στα σκίτσα αυτά, πέρα από το γεγονός ότι οι μαθητές παρουσιάζουν ποια πειράματα τους εντυπωσίασαν περισσότερο παρέχοντάς μας ανάδραση για το σχεδιασμό μελλοντικών εκδηλώσεων, καταγράφεται έκδηλα το ενδιαφέρον που τους προκλήθηκε για τις Φυσικές επιστήμες. Δύο τέτοια σκίτσα φαίνονται στην Εικόνα 6.

Εικόνα 6. Σκίτσα μαθητών δημοτικού που συμμετείχαν στη δράση Φυσικά …μαγικά!.

Η ελκυστική φύση των πειραμάτων με καθημερινά υλικά προσέλκυσε επίσης το ενδιαφέρον του γραπτού και του ηλεκτρονικού τύπου. Κατά την διάρκεια των εκδηλώσεων πλήθος δημοσιογράφων προσήλθε και κατέγραψε τις δράσεις, ενώ δόθηκαν συνεντεύξεις στις οποίες επιχειρήθηκε να περάσει το κεντρικό νόημα της δράσης μας: την προσπάθεια για την δημιουργία θετικής στάσης για τις Φυσικές Επιστήμες και την ανάγκη του επιστημονικού εγγραμματισμού για όλους. Οι δράσεις προβλήθηκαν σε κεντρικά τηλεοπτικά δελτία ειδήσεων. Θετικά άρθρα γράφηκαν σε πανελλήνιας και τοπικής κυκλοφορίας εφημερίδες σχετικά με τις εκδηλώσεις με πλούσιο φωτογραφικό υλικό και προβάλλοντας τις Φυσικές Επιστήμες. Άρθρα γράφηκαν επίσης σε ειδικά περιοδικά που απευθύνονται σε φοιτητές και διανέμονται δωρεάν. Πλήθος αναφορών έγινε και στο διαδικτυακό τύπο και σε ιστολόγια.

Υπήρξε μεγάλο ενδιαφέρον και κατόπιν συνεννοήσεως με τηλεοπτικούς σταθμούς εκτελέστηκαν και σχολιάστηκαν πειράματα σε απευθείας σύνδεση με τέσσερις διαφορετικές ενημερωτικές εκπομπές σε τηλεοπτικούς σταθμούς πανελλήνιας εμβέλειας, όπου συζητήθηκαν και σχολιάστηκαν θέματα για την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες. Κομμάτια από τις εκπομπές αναπαράχθηκαν και σχολιάσθηκαν θετικά από άλλες εκπομπές. Ακόμη, δύο φορές προσκληθήκαμε από την Δημοτική Τηλεόραση Θεσσαλονίκης για συνέντευξη και εκτέλεση πειραμάτων σε εκπομπή ειδική για θέματα εκπαίδευσης, ενώ

δόθηκε συνέντευξη σε ζωντανή σύνδεση με ραδιοφωνικό σταθμό κατά την διάρκεια των εκδηλώσεων.

Συμπεράσματα

Οι μαθητές, κυρίως οι μικρότεροι, έχουν έμφυτη την περιέργεια να ρωτούν και να προσπαθούν να μάθουν πώς λειτουργεί το καθετί τριγύρω τους. Η περιέργεια αυτή, που μοιάζει με την περιέργεια με την οποία οι Φυσικοί επιστήμονες προσπαθούν να αποκαλύψουν τα μυστικά του κόσμου μας, φθίνει όσο οι μαθητές μεγαλώνουν, με σαφή ευθύνη του παρόντος εκπαιδευτικού συστήματος και του τρόπου με τον οποίο διδάσκονται οι Φ.Ε.. Κι όμως, μπορούμε να ενισχύσουμε αυτή την περιέργεια, να την καλλιεργήσουμε και να δημιουργήσουμε ανθρώπους επιστημονικά εγγράμματους. Φτάνει να θυμηθούμε ότι οι Φυσικές Επιστήμες είναι παντού τριγύρω μας: όταν παίζουμε ποδόσφαιρο, όταν μαγειρεύουμε, όταν τηλεφωνούμε.

Η εμπειρία που αποκομίσαμε από τις 4 εκδηλώσεις που διοργανώσαμε μέχρι σήμερα, και την επαφή με περισσότερους από 6000 μαθητές και κοινό, μας δείχνει ότι όσο εύκολα οι μαθητές και η κοινωνία έχουν απομακρυνθεί από τις Φ.Ε., άλλο τόσο εύκολο είναι να τις αγκαλιάσουν ξανά. Τα εργαλεία μας σε αυτή την προσπάθεια μπορεί να είναι, πέρα των άλλων, τα πειράματα και μάλιστα εκείνα που συνδέουν την επιστημονική γνώση με την καθημερινή πραγματικότητα.

Βιβλιογραφία

Καρυώτογλου, Π. (2002). Επισκέψεις μαθητών σε Επιστημονικά και Τεχνολογικά Μουσεία: διδακτικές και ερευνητικές όψεις. Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνέδριου για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και την Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογικών, Ρέθυμνο 2002, 45-51.

Κουμαράς, Π. (2003). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής*. Εκδόσεις Χριστουδουλίδη, Θεσσαλονίκη.

ΟΟΣΑ (2006). *PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο http://www.pisa.oecd.org, 15 Αυγούστου 2010.

Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων και Διά Βίου Εκπαίδευσης. Στατιστικά Στοιχεία Πανελληνίων Εξετάσεων (2010). Διαθέσιμο στο http://ypepth.opengov.gr/panaretos/?p=1902. Ανασύρθηκε στις 1/9/2010.

Dierking, L. D., Falk J. H., Rennie L., Anderson D., Ellenbogen K. (2003). Policy Statement of the ‘‘Informal Science Education’’ Ad Hoc Committee. *Journal of Research in Science Teaching* vol. 40, no. 2, 108–111.

Fischer, H. & Horstendahl, M. (1997). Motivation and Learning Physics. *Research and Science Education*, 27(3), 411-424.

Hayes, E. (2010). Science on Stage: sharing teaching ideas across Europe. *Science in School*, issue 16, 2-5.

Kirkham, J. (1989). Balanced science: equilibrium between context, process and content. In Skills and processes in science education, a critical analysis. (ed. Wellington J.). Routledge, London & New York.

Hodge R. (2006). What Europeans really think (and know) about science and technology. *Science in school, issue 3*, 71-77.

PISA (2006). Science Competencies for Tomorrow’s World Executive Summary © OECD 2007 p. 28.

Wahl, E. (2002). Informal Science Education and Inquiry. pp. 18-28. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο http://www/deltasee.org/trainers/pdfs/trainiingGuide.pdf

Δημιουργώντας νοήματα στις Φυσικές Επιστήμες με συνεργατικά κιναισθητικά παιχνίδια

Χρόνης Κυνηγός[1], Ζαχαρούλα Σμυρναίου[1], Μαρία Ρούσσου[2]
[1]Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Φιλοσοφική Σχολή, Πανεπιστήμιο Αθηνών
kynigos@ppp.uoa.gr, zsmyrnaiou@ppp.uoa.gr
[2]Makebelieve design & consulting, maria@makebelieve.gr

Περίληψη

Στο άρθρο αυτό, περιγράφουμε το θεωρητικό πλαίσιο, τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και την προκαταρκτική αξιολόγηση, των αλληλεπιδράσεων των παιδιών με μια σειρά συνεργατικών κιναισθητικών ψηφιακών παιχνιδιών. Τα παιχνίδια βασίζονται στην κίνηση του σώματος, στην κιναισθητική αλληλεπίδραση και στη ρομποτική και βρίσκονται σε ένα άτυπης εκπαίδευσης τεχνολογικό κέντρο, το Πολυμήχανο. 12 παιδιά, δέκα ετών, παρατηρήθηκαν καθώς αλληλεπιδρούσαν με τα παιχνίδια σε ομάδες. Ένα από τα παιχνίδια μελετήθηκε επισταμένα με την πραγματοποίηση συνεντεύξεων, που στόχευαν στην κατανόηση του πώς τα παιδιά αντιλαμβάνονται τους κανόνες του παιχνιδιού, τις έννοιες που εμπεριέχονται, τη συνεργατική του φύση και το αποτέλεσμα των ενεργειών τους σε σχέση με την κίνηση του σώματός τους. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα παιδιά αντιλαμβάνονται τους κανόνες του παιχνιδιού και τις βασικές έννοιες που εμπεριέχονται σε αυτό με διαφορετικούς τρόπους και όσο περισσότερο παίζουν τόσο οι λεκτικές τους αλληλεπιδράσεις αλλάζουν επίκεντρο από τις δράσεις στις έννοιες.

Abstract
In this paper, we describe the theoretical background, educational design and preliminary evaluation of children's
interactions with a set of collaborative full-body digital games. The games are based on bodily movement, kinesthetic interaction and robotics and are set in an informal science education fun park, the Polymechanon. 12 ten year olds was observed while interacting in groups with the games, and one of the games were studied closely by interviewing the children after their experience, aiming at understanding how they perceived the rules of the game, the underlying concepts, their collaborative nature, and the effect of their actions in the sense of body movement. Results indicate that children perceive the rules of the games and the underlying concepts in different ways and the longer they play the more their verbal interactions change from actions-centred to concept-centred.

Εισαγωγή

Στο άρθρο αυτό εισάγουμε την ιδέα των συνεργατικών εκπαιδευτικών κιναισθητικών παιχνιδιών. Τα παιχνίδια βρίσκονται σε ένα διαδραστικό εκπαιδευτικό κέντρο παιχνιδιών στην Αθήνα, το οποίο ονομάζεται Πολυμήχανο http://polymechanon.gr. Πρόκειται για μια μορφή άτυπης εκπαίδευσης που απορρέει από τις πολύχρονες έρευνες του Εργαστηρίου

Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας της Φιλοσοφικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών[10]. Βασίζονται στη σκιά του σώματος, καθώς και στην αναγνώριση του βάρους και της θέσης και αφορούν ομάδες παικτών (3-12 σε αριθμό, ανάλογα με το παιχνίδι), που αλληλεπιδρούν με ψηφιακές αναπαραστάσεις σε μεγάλες οθόνες προβολής. Οι κινήσεις όλων των μελών του σώματος, οι χειρονομίες, η χρήση της γλώσσας και οι αλληλεπιδράσεις με τις ψηφιακές αναπαραστάσεις αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της συνεργασίας που απαιτείται για να παίξει κάποιος τα παιχνίδια. Το Πολυμήχανο εμπεριέχει έντεκα τέτοια συλλογικά παιχνίδια, τα οποία βασίζονται στους τρόπους με τους οποίους οι άνθρωποι μπορούν να ελέγξουν και να αλληλεπιδράσουν με τις ψηφιακές τεχνολογίες. Κατά το σχεδιασμό των παιχνιδιών, λάβαμε υπόψη μας τη σωματική κίνηση ως αναπόσπαστο μέσο με το οποίο οι άνθρωποι εκφράζουν νοήματα, μαζί με τις χειρονομίες, τη γλώσσα και τις στατικές και δυναμικές σημασιολογικές αναπαραστάσεις. Στις φυσικές επιστήμες, τα μαθηματικά και στις επιστήμες της αγωγής, έχουν καταβληθεί προσπάθειες για την αντιμετώπιση του σώματος, της κίνησης και των αισθήσεων ως αναπόσπαστα μέσα με τα οποία οι άνθρωποι εκφράζουν τις σκέψεις και τα νοήματα τους (Lakoff and Núñez, 2000). Το ερώτημα που μας απασχόλησε από την αρχή ήταν το πώς θα χρησιμοποιήσουμε τέτοια θεωρητικά πλαίσια στο σχεδιασμό διαδραστκών επιφανειών προορισμένων για τη μάθηση. Οι περισσότερες έρευνες στις φυσικές επιστήμες και στα μαθηματικά -μέχρι τώρα- αντιλαμβάνονταν την έκφραση νοημάτων με ένα μάλλον κατακερματισμένο τρόπο, εστιάζοντας κυρίως στη χρήση των παραδοσιακών επιστημονικών αναπαραστάσεων, της γλώσσας και των ειδικά σχεδιασμένων τεχνουργημάτων. Οι κιναισθητικές αλληλεπιδράσεις με δυναμικές αναπαραστάσεις έκαναν την εμφάνισή τους μαζί με τα πλαίσια σχεδιασμού για την ενσώματη αλληλεπίδραση και την ενσώματη μάθηση (Marshall et al., 2003; O'Malley & Stanton-Fraser, 2004). Υπήρξαν ενδιαφέρουσες προσεγγίσεις για τη χρήση κιναισθητικών διατάξεων από τα παιδιά, όπου ο χειρισμός και η κίνηση απτών αντικειμένων επηρεάζει τις ψηφιακές αναπαραστάσεις. Μέχρι σήμερα, οι κινήσεις όλων των μελών του σώματος (full-body movement) έχουν ληφθεί υπόψη κυρίως στις διεπιφάνειες, όπου το ψηφιακό μέσο συλλαμβάνει και αναπαριστάνει την κίνηση και τη θέση (Arzarello και Robutti, 2003).

Σε αυτή την εργασία θα συζητήσουμε τα συνεργατικά εκπαιδευτικά παιχνίδια, όπου η σωματική κίνηση ενυπάρχει με την δυναμική αλληλεπίδραση στα ψηφιακά μέσα και όπου τα παιδιά εκφράζουν νοήματα μέσω χειρονομιών, γλώσσας και ψηφιακών αναπαραστάσεων μαζί. Η δημιουργία νοημάτων γίνεται όλο και περισσότερο αντιληπτή ως κοινωνική και όχι τόσο ως ατομική/μεμονωμένη διαδικασία.Τα μαθησιακά παιχνίδια που συζητούνται απαιτούν από τα παιδιά να συνεργάζονται/διαπραγματεύονται, και ταυτόχρονα να κινούνται και να κάνουν χειρονομίες, ώστε να αλληλεπιδρούν με το ψηφιακό μέσο. Ένα από τα έντεκα παιχνίδια μελετήθηκε με μαθητές και παρουσιάζεται στο άρθρο αυτό. Το παιχνίδι έχει ως χαρακτηριστικό την κιναισθητική αλληλεπίδραση και ομάδες παικτών με την κίνηση του σώματός τους προσπαθούν να ελέγξουν και να επηρεάσουν την κίνηση των αντικειμένων στην οθόνη. Μελετώντας πώς τα παιδιά παίζουν το συνεργατικό αυτό κιναισθητικό παιχνίδι, προσπαθούμε να κατανοήσουμε τα νοήματα και τις έννοιες που αναπτύσσονται μέσα από την κίνηση του σώματος τους, τις χειρονομίες, τη γλώσσα και την αλληλεπίδραση με τις ψηφιακές αναπαραστάσεις. Επίσης, ενδιαφερόμαστε για το πώς αυτά τα νοήματα και οι έννοιες σχετίζονται με τις επιστημονικές έννοιες που είναι ενσωματωμένες στο παιχνίδι. Επιπλέον, ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην ομάδα, ως μονάδα παιχνιδιού, καθώς και την επικοινωνία και τις διαπραγματεύσεις που λαμβάνουν χώρα με στόχο τον έλεγχο των κινούμενων αντικειμένων.

[10] Η έρευνα αυτή έχει χρηματοδοτηθεί από το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα 'Kaleidoscope' - Concepts and Methods for Exploring the Future of Learning with Digital Technologies, # 507838, 'TEL'.

Σχεδιασμός διαδραστικών περιβαλλόντων μάθησης που βασίζονται στην ενσώματη θεωρία

Η ιδέα ότι η ενσώματη αλληλεπίδραση επηρεάζει την σκέψη και τη μάθηση δεν είναι καινούργια. Έχει τις ρίζες της στη φιλοσοφία, στην επιστημολογία και στις κοινωνικο-εποικοδομητιστικές θεωρίες. Πρόσφατα, οι μελέτες στον τομέα της εκπαίδευσης εξετάζουν τα οφέλη των περιβαλλόντων μάθησης που συμπεριλαμβάνουν στο σχεδιασμό τους την ενσώματη αλληλεπίδραση (Marshall, Price, and Rogers, 2003; O'Malley and Stanton-Fraser, 2004). Οι ερευνητές ισχυρίζονται ότι οι χειρονομίες και η γλώσσα όχι μόνο αποκαλύπτουν πτυχές των μαθησιακών διαδικασιών, αλλά μπορούν επίσης να βοηθήσουν τα παιδιά να μάθουν με ειδικούς τρόπους. Η θεωρία της ενσώματης μάθησης υποστηρίζει ότι η φύση του ανθρώπινου εγκεφάλου είναι σε μεγάλο βαθμό καθορισμένη από τη μορφή του ανθρώπινου σώματος και την αλληλεπίδραση του με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον. Όλες οι πτυχές της γνώσης, όπως ιδέες, σκέψεις, έννοιες και κατηγορίες, διαμορφώνονται από τις πτυχές του σώματος. Οι πτυχές αυτές περιλαμβάνουν το σύστημα αντίληψης, τη φαντασία, τη διαίσθηση, την αισθητικο-κινητική δεκτικότητα, τη μυϊκή δραστηριότητα, την επεξεργασία των πληροφοριών και την απλή κατανόηση του κόσμου που δημιουργείται ανάμεσα στο σώμα και το μυαλό. Όλες αυτές οι πτυχές είναι σημαντικές, αλλά ούτε μια μόνη της μπορεί να περιγράψει ή να εξηγήσει πλήρως τη δημιουργία της γνώσης και την κατασκευή των επιστημονικών εννοιών από τους μαθητές. Εκτός από τις πτυχές του σώματος, η γνώση/σκέψη επηρεάζεται από το πολιτισμικό πλαίσιο, δηλαδή, τις προσδοκίες των μαθητών, τα κίνητρα, τις προηγούμενες γνώσεις τους, κλπ. Στην ενσώματη μάθηση, η γνωστική κατανόηση των επιστημονικών εννοιών παράγει σύνθετες δυναμικές (σωματικές δράσεις, χειρονομίες, χειρισμό υλικών, σχεδιασμό, προγραμματισμό) και κιναισθητικές δραστηριότητες. Η εννοιολογική μεταφορά, η εννοιολογική ανάμειξη, η εννοιολογική μετωνυμία, οι δυναμικές φόρμες, τα διάφορα είδη χειρονομιών ή σωματικών δραστηριοτήτων εμφανίζονται να βασίζονται σε έναν έμφυτο γνωστικό μηχανισμό που ενεργοποιείται για την κατασκευή των εννοιών, των σημείων και των συμβόλων. Μέσω αυτών των ενσωματωμένων γνωστικών μηχανισμών, η επαγωγική προσέγγιση που προέρχεται από την εμπειρία μπορεί να επεκταθεί σε πολύ συγκεκριμένους και ακριβείς τρόπους και να δημιουργήσει νέες επαγωγικές οργανώσεις σε τομείς που εμπεριέχουν υψηλό βαθμό αφαίρεσης (Lakoff και Núñez, 2000).

Αυτή η νέα θεωρητική διάσταση της ενσώματης θεωρίας επηρέασε την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή (HCI) και το σχεδιασμό τεχνολογικών περιβαλλόντων και αντικειμένων. Κατά το σχεδιασμό των διαδραστικών παιχνιδιών, ερευνήσαμε διεξοδικά την ενσώματη θεωρία από τεχνολογική, κοινωνική και ψυχολογική άποψη, μαζί με τα πλαίσια σχεδιασμού για την ενσώματη αλληλεπίδραση και μάθηση (Marshall et al., 2003; O'Malley & Stanton-Fraser, 2004). Επιπλέον, λάβαμε υπόψη θεωρητικά πλαίσια αλλά και πρακτικές κατευθυντήριες γραμμές από άλλους ερευνητικούς τομείς ή κλάδους, συμπεριλαμβανομένων των επιστημών διαδραστικής σχεδίασης (interaction design), σχεδίασης εμπειριών (experience design), του σχεδιασμού παιγνιωδών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων, των υπολογιστικών γραφικών (computer graphics), και της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

Από την άποψη των αρχών σχεδιασμού παιχνιδιών, το διαδραστικό περιβάλλον που επιδιώξαμε να δημιουργήσουμε υιοθετεί τεχνικές αλληλεπίδρασης που δίνουν έμφαση στη δημιουργία μιας ελκυστικής εμπειρίας και στην ψυχαγωγική διάσταση. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, το εγγενές ενδιαφέρον, την πρόκληση, την αισθητηριακή και γνωστική περιέργεια, τη συνεργασία, την αναγνώριση, τον ανταγωνισμό, τον έλεγχο, ή τουλάχιστον την ψευδαίσθηση του ελέγχου. Θα μπορούσαν επίσης να επικεντρώνονται στην

καθημερινή υποκειμενική εμπειρία των χρηστών με την τεχνολογία, η οποία παρέχει προνόμια στο παιχνίδι, την απόλαυση, το επίτευγμα, και την αισθητηριακή ποιότητα (McCarthy και Wright, 2004).

Όσον αφορά τις συνεργατικές ιδιότητες της μαθησιακής εμπειρίας, οι διεπαφές θα πρέπει να επιτρέπουν στους χρήστες την ευκαιρία να συνεργαστούν με άλλους χρήστες για την προώθηση της διαδραστικής μάθησης σε ένα κοινωνικό περιβάλλον, αλλά και να συγκρίνουν τις δεξιότητες τους με εκείνες των άλλων χρηστών. Υπάρχουν επίσης γνωστικές διαστάσεις στο σχεδιασμό, όπως το 'extended mind' (Clark, 1997) και οι ενσώματες μεταφορές που βασίζονται στη θεωρία των μεταφορών (Lakoff and Núñez, 2000). Σύμφωνα με τον Clark (1997), μια δραστηριότητα ξεκινά από τον εγκέφαλο και μέσω του οργανισμού και του κόσμου επιστρέφει και πάλι στον εγκέφαλο. Ο εγκέφαλος, σε αυτήν την υπόθεση, έχει επεκταθεί πέραν του βιολογικού οργανισμού στο περιβάλλον του. Ένα παράδειγμα τεχνολογικού περιβάλλοντος, όπου οι ενσώματες μεταφορές έχουν ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό, είναι ένα διαλογικό ακουστικό περιβάλλον που συνδέει τις σωματικές δράσεις (ως εισόδους) με τις ακουστικές απαντήσεις (ως εξόδους). Τέλος, όσον αφορά το μαθησιακό περιεχόμενο, το μαθησιακό αντικείμενο επηρεάζει το σχεδιασμό. Για παράδειγμα τα μαθηματικά είναι δύσκολο να κατανοηθούν από τα παιδιά λόγω του υψηλού βαθμού αφαίρεσης που εμπεριέχουν (Κυνηγός, 2004). Το ίδιο ισχύει για την κατανόηση των εννοιών των φυσικών επιστημών. Η μετάβαση από τη φαινομενολογία στην οικοδόμηση των εννοιών, των σχέσεων μεταξύ των εννοιών και των μοντέλων είναι μια πολύπλοκη διαδικασία (Smyrnaiou & Weil-Barais, 2005). Για το λόγο αυτό οι ερευνητές προτείνουν μαθηματικά απτά αντικείμενα (Eisenberg και DiBiase, 1996), τα οποία συνοδεύουν ή είναι ενσωματωμένα σε τεχνολογικά περιβάλλοντα (Eisenberg and Dibiase, 1996; Kynigos 2004). Για τις φυσικές επιστήμες, προτείνονται αρχέτυπα ή πρόδρομα μοντέλα που εμπεριέχουν οντότητες, ιδιότητες, σχέσεις μεταξύ των ιδιοτήτων και σχετίζονται με τα επιστημονικά μοντέλα (Smyrnaiou & Weil-Barais, 2005). Ωστόσο, στην περίπτωση των παιχνιδιών που σχεδιάσαμε, η επιλογή ήταν να δοθεί έμφαση στις κινήσεις όλων των μελών του σώματος, δηλαδή, στην ενσώματη αλληλεπίδραση. Έτσι, στο Πολυμήχανο, δεν υπάρχουν διεπιφάνειες που αντιλαμβάνονται την επαφή, αλλά διεπιφάνειες που αντιλαμβάνονται την εξ'αποστάσεως αλληλεπίδραση. Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε, δεν έχουν σχεδιαστεί διαδραστικά μαθησιακά περιβάλλοντα που είναι ευαίσθητα στις κινήσεις των μελών του σώματος και αφορούν τη δημιουργία νοημάτων και εννοιών στις φυσικές επιστήμες. Πράγματι, παρά την πληθώρα των ερευνών, οι προσπάθειες να ενσωματώσουν τις ενσώματες πρακτικές αλληλεπίδρασης σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, δεν είναι καρποφόρες (Antle, Κυνηγός, et al. 2009). Μερικά από τα προγράμματα που αφορούν περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας, όπως το CAVE (Cruz-Neira et al., 1992), όπου οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με τον εικονικό κόσμο με ένα σχετικά διακριτικό τρόπο, έχουν δείξει ότι η έννοια της ενσώματης εμπειρίας συμβάλλει στο βαθμό της αλληλεπίδρασης και στο αίσθημα της έμφυτης παρουσίας, ταιριάζοντας με τον τρόπο με τον οποίο δρούμε και αλληλεπιδρούμε με τον καθημερινό κόσμο (Roussou, 2006). Επιπλέον, η χρήση τέτοιων περιβαλλόντων στα μουσεία, στους χώρους άτυπης εκπαίδευσης, είναι ελπιδοφόρα, αλλά δεν έχει μελετηθεί ακόμα συστηματικά το αποτέλεσμα της ενσώματης αλληλεπίδρασης στη μάθηση και στην δημιουργία νοημάτων.

Η ιδέα πίσω από το Πολυμήχανο ήταν να θέσει σε εφαρμογή τις παραπάνω θεωρίες και τα πορίσματα των διαφόρων ερευνών, σχηματίζοντας έτσι μια καινοτόμο πλατφόρμα δοκιμών για την εξερεύνηση και τη μελέτη, σε ένα πραγματικό περιβάλλον, της ενσώματης αλληλεπίδρασης στη μάθηση. Στις υπόλοιπες ενότητες αυτού του άρθρου παρουσιάζουμε τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της προσέγγισής μας.

Το παιχνίδι «Τραμπάλα»

Για τη μελέτη της επίδρασης της ενσώματης αλληλεπίδρασης στη μάθηση, σε ένα άτυπο εκπαιδευτικό περιβάλλον, επιλέξαμε να επικεντρωθούμε σε ένα από τα διαδραστικά παιχνίδια που είναι εγκατεστημένα στο Πολυμήχανο, το «Τραμπάλα». Στο παιχνίδι «Τραμπάλα», οι παίκτες πατούν πάνω στο ίδιο πάτωμα/επίπεδο και ταυτόχρονα βλέπουν την αναπαράστασή του σε μια γιγαντιαία οθόνη. Το πάτωμα φαίνεται ότι στηρίζεται σε μια μικρή σφαίρα στο κέντρο του, μπορεί να αλλάζει γωνία κλίσης -ως προς το οριζόντιο επίπεδο- και να ισορροπεί σε διαφορετικές θέσεις ανάλογα με τις θέσεις των παικτών. Για παράδειγμα, όλοι οι παίκτες μπορούν να κινηθούν προς το κέντρο του πατώματος ή προς τις γωνίες του ή σε τυχαίες θέσεις. Στόχος τους είναι να καταφέρουν να ισορροπήσουν το πάτωμα, σε τέτοια θέση, ώστε οι τρεις γιγαντιαίες μπίλιες να μπουν στις εσοχές τους. Σε αυτό το παιχνίδι οι μαθητές πρέπει να σκεφτούν τις δυνάμεις που ενεργούν, πώς αυτές επηρεάζουν την ισορροπία του δαπέδου και τι θα γίνει αν οι μαθητές μετακινηθούν και τοποθετηθούν σε διαφορετικές θέσεις. Το παιχνίδι είναι ομαδικό και οι συνεργατικές στρατηγικές που θα ακολουθήσουν παίζουν καθοριστικό ρόλο για την ισορροπία του κεκλιμένου και την επίτευξη του επιδιωκόμενου στόχου. Οι εμπειρίες που θα αποκτήσουν, με την παιγνιώδη εμπλοκή τους με τις έννοιες, μπορούν να αξιοποιηθούν. Πρόκειται για τις έννοιες που σχετίζονται με το κεκλιμένο επίπεδο (γωνία, δύναμη, μάζα, συντελεστής τριβής) και την ισορροπία του (συνισταμένη δυνάμεων, βάρος, κάθετη δύναμη από το κεκλιμένο επίπεδο, τριβή) οι οποίες μπορεί να αποτελέσουν αντικείμενο διερεύνησης για τους μαθητές σε μία τέτοια δραστηριότητα.

Εικόνα 1. Το παιχνίδι ‘Τραμπάλα’.

Στο παιχνίδι «Τραμπάλα» ο μαθητής έρχεται αντιμέτωπος με μια συνεργατική κατάσταση η οποία διαφέρει από αυτές που έχει συναντήσει ως τώρα. Οι παίκτες συμμετέχουν στο φαινόμενο και, σε συνεργασία μεταξύ τους, πρέπει να κινηθούν σε τέτοιες θέσεις ώστε να επιτύχουν τον επιδιωκόμενο στόχο. Καθώς κινούνται αλλάζει η γωνία του κεκλιμένου επιπέδου και η συνισταμένη των δυνάμεων –κατά μέτρο, διεύθυνση και φορά- που ενεργεί πάνω τους και πάνω στις μπίλιες. Οι στρατηγικές που θα ακολουθήσουν σχετίζονται με τα δυο αυτά μεγέθη.

Μέθοδος

Για την αξιολόγηση της μαθησιακής εμπειρίας των χρηστών με τα εκθέματα του Πολυμήχανου, χρησιμοποιήσαμε την ερευνητική μέθοδο η οποία είναι γνωστή ως «έρευνα σχεδιασμού» (‘design research’, Cobb et al, 2003, Kelly. 2003, Κυνηγός, 2006). Ως εμπειρική έρευνα έχει ποιοτικά μεθοδολογικά χαρακτηριστικά. Πρόκειται για τη συστηματική μελέτη

των μορφών μάθησης, που έλαβαν χώρα στο ειδικό πλαίσιο που ορίζεται από το χώρο άτυπης εκπαίδευσης και την παιγνιώδη κιναισθητική διάταξη. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 12 παιδιά, ηλικίας δέκα ετών. Τα παιδιά αλληλεπιδρούν με όλα τα κιναισθητικά παιχνίδια σε ομάδες, ενώ μια ομάδα από τρεις ερευνητές συμμετέχουν και συλλέγουν δεδομένα, χρησιμοποιώντας μια φωτογραφική μηχανή και μια κάμερα. Ένας ερευνητής κινούσε περιστασιακά τη μηχανή προς όλες τις ομάδες για να συλλάβει τη συνολική δραστηριότητα και άλλες σημαντικές λεπτομέρειες, όπως συνέβησαν. Ο ερευνητής εμπλέκεται στη δραστηριότητα με ένα αποδεκτό ρόλο και λαμβάνει μέρος σε πραγματικό χρόνο στη φυσική παρατήρηση των δραστηριοτήτων των μαθητών στο Πολυμήχανο. Συνεπώς, η έρευνα σχεδιασμού έχει επίσης και ορισμένα στοιχεία εθνογραφίας δεδομένου ότι η εθνογραφική έρευνα περιγράφει τι ακριβώς συμβαίνει και πώς στο περιβάλλον π.χ. της άτυπης εκπαίδευσης. Συγκεντρώθηκε ιστορικό δεδομένων (π.χ., τα φύλλα εργασίας των μαθητών και σημειώσεις παρατήρησης) και όλες οι καταγραφές αναλύθηκαν. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις με όλους τους συμμετέχοντες, οι οποίοι ρωτήθηκαν σχετικά με τους κανόνες των παιχνιδιών, την κατανόηση των εννοιών που κρύβονται πίσω από αυτά, τις μεθόδους που εφάρμοσαν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού και την επικοινωνία τους με τους συμπαίκτες τους. Οι ερωτήσεις τέθηκαν προφορικά και όχι σε γραπτή μορφή, για λόγους αποτελεσματικότητας και για την καλύτερη απεικόνιση των ποιοτικών πτυχών της αντίληψης των χρηστών για τις αλληλεπιδράσεις.

Ανάλυση Δεδομένων

Για τους σκοπούς του άρθρου αυτού παρουσιάζουμε τις παρατηρήσεις, τις αλληλεπιδράσεις, και τις απαντήσεις των παιδιών για το παιχνίδι «Τραμπάλα» που περιγράψαμε στην προηγούμενη ενότητα. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που έχουν συλλεχθεί από το δείγμα 12 παιδιών. Αναλύοντας τα δεδομένα, εξετάσαμε πρώτα τις περιπτώσεις όπου τα νοήματα που δημιουργήθηκαν σχετίζονται με τις έννοιες που κρύβονται στο παιχνίδι. Στη συνέχεια, συγκεντρώθηκαν οι περιπτώσεις αυτές και ομαδοποιήθηκαν. Οι κατηγορίες σχετίζονται με τους τρόπους με τους οποίους οι μαθητές χρησιμοποιούν τις αναπαραστάσεις τους. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι απαντήσεις σε κάθε ερώτημα που τέθηκε μαζί με χαρακτηριστικά επεισόδια που απεικονίζουν τις κατηγορίες που προέκυψαν από τη διαδικασία αυτή.

Η κατανόηση των κανόνων του παιχνιδιού

Ένα από τα ερωτήματα αφορούσε την κατανόηση των κανόνων του παιχνιδιού από τους μαθητές. Ο στόχος της ερώτησης αυτής ήταν να διερευνήσει πώς οι παίκτες ερμηνεύουν τη δραστηριότητα και αν, τελικά, μπορούν να εντοπίσουν τις έννοιες που κρύβονται στο παιχνίδι. Οι απαντήσεις των παιδιών ήταν διαφορετικής φύσης και κατηγοριοποιούνται ως εξής:
6 παιδιά (50%) περιγράφουν τις ενέργειές τους φαινομενολογικά (PH). Για παράδειγμα, ένα παιδί, δήλωσε: «είχαμε να εργαστούμε όλοι μαζί για να βάλουμε την μπαλίτσα στην τρύπα».
2 παιδιά (16.6%) περιγράφουν τους κανόνες ως δράσεις που δεν θα έπρεπε να πραγματοποιήσουν (NA): «οι κανόνες του παιχνιδιού δεν ήταν να τρέξει κάποιος γρήγορα ή να χτυπήσει στο ξύλο».
2 παιδιά (16.6%) αναφέρθηκαν στις απαντήσεις τους στις έννοιες με έμμεσο τρόπο (CI): «οι κανόνες είναι περίπου 5 άνθρωποι να ανεβούν στο ξύλινο πάτωμα και… θα πρέπει να πάνε

αριστερά, δεξιά, πάνω, κάτω για να μετακινήσουν την οθόνη και να κάνουν τη μπάλα να πάει μέσα στην τρύπα που βλέπουν στην οθόνη».
2 παιδιά (16.6%) αναφέρθηκαν στις απαντήσεις τους στις έννοιες ρητά (χρόνος, κατεύθυνση) (CE). Για παράδειγμα: «οι κανόνες ήταν να βάλεις τις μπάλες στις τρύπες.. είχαμε περιορισμένο χρόνο και πιστεύω ότι υπήρχαν 4 στάδια. Έπρεπε να συνεργαστείς γιατί.. αν κινηθείς αριστερά η μπάλα κινείται αριστερά και όταν κινείσαι κάτω αυτή μετακινείται προς τα κάτω ».
3 παιδιά (25%) τόνισαν στις απαντήσεις τους την ανάγκη να εργαστούν ως ομάδα (TE).
Με άλλα λόγια, το 50% των παιδιών επικεντρώνεται στις δράσεις τους κατά την άρθρωση των κανόνων του παιχνιδιού και το 33,2% αναφέρεται στις έννοιες με έμμεσο τρόπο ή ρητά. Επιπλέον, παρατηρήσαμε ότι όσο περισσότερο τα παιδιά έπαιζαν το παιχνίδι τόσο περισσότερο οι λεκτικές αλληλεπιδράσεις τους γίνονταν πιο πλούσιες και μετατοπίστηκαν από την περιγραφή των δράσεων στις έννοιες. Με άλλα λόγια, η εξοικείωση με το παιχνίδι και η συνεργασία με τους συμπαίκτες συμβάλλει στη μετάβαση από ένα «υψηλότερο» επίπεδο δράσεων, σε ένα «βαθύτερο» επίπεδο εννοιών.

Η επινόηση μεθόδων/τεχνικών για το παιχνίδι

Οι απαντήσεις των παιδιών στο ερώτημα «Τι κόλπα/τεχνικές ανέπτυξες για να συγκεντρώσεις περισσότερους πόντους» κατηγοριοποιούνται ως εξής:
4 παιδιά (33.3%), αναφέρθηκαν στην ομάδα ως μονάδα του παιχνιδιού, ρητά ή σιωπηρά (TE). Για παράδειγμα: «Το κλειδί ήταν η συνεργασία» ή «τα κόλπα που αναπτύξαμε για να πάρουμε περισσότερους πόντους ήταν να παίζουμε μαζί και να σκεφτόμαστε μαζί».
6 παιδιά (50%) συσχέτισαν την τεχνική τους έμμεσα με τις έννοιες που εμπεριέχονται στο παιχνίδι (CI): «Εγώ και οι φίλοι μου συνειδητοποιήσαμε ότι πρέπει να εργαστούμε όλοι μαζί και να μετακινούμαστε όλοι μαζί στο επίπεδο για να …πετυχαίνουμε καλή ισορροπία».
2 παιδιά (16.6%) αναφέρθηκαν ρητά στις έννοιες του παιχνιδιού (CE). Για παράδειγμα: «τα τεχνάσματα που χρησιμοποιήσαμε ήταν ότι ο καθένας από εμάς θα πήγαινε σε μία από τις 4 γωνίες και χρησιμοποιώντας το βάρος μας, θα οδηγήσουμε την μπάλα στην τρύπα» ή «πήγαμε σε διαφορετικές θέσεις στο κεκλιμένο επίπεδο πολύ γρήγορα.. είναι απαραίτητη η ταχύτητα».
2 παιδιά (16.6%) μίλησαν για το μέγεθος της ομάδας (NU): «Το κόλπο ήταν να κάνουμε 3 ομάδες και, αν πρέπει να πάμε αριστερά και προς τα κάτω, 2 ομάδες θα πάνε προς τα κάτω και η άλλη προς τα αριστερά. Επίσης, αν η μπάλα πρέπει να κινηθεί προς τα κάτω, αλλά όχι όλη τη διαδρομή.. ορισμένοι θα τοποθετηθούν στο μπροστινό μέρος για μην αφήσουν την μπάλα να πάει μέχρι το τέλος».
Στην περίπτωση αυτή, 66,6% των παιδιών αναφέρθηκε στην έννοια ρητά ή σιωπηρά, και 33,2% των παιδιών τόνισε την ομάδα ως μονάδα του παιχνιδιού και το μέγεθός της.

Επικοινωνία μεταξύ παικτών

Για το παιχνίδι κεκλιμένο επίπεδο, οι απαντήσεις των παιδιών στο ερώτημα «Τι είπες στους συμπαίκτες σου, έτσι ώστε να μπορέσουν να καταλάβουν το παιχνίδι» κατηγοριοποιούνται ως εξής:
6 παιδιά (50%) εξήγησαν λεπτομερώς τον κανόνα του παιχνιδιού στους άλλους παίκτες (ΕΣ): «Για να κάνω τους άλλους παίκτες να καταλάβουν τους είπα τι να κάνουν με όσες περισσότερες λεπτομέρειες μπορούσα».

1 παιδί (8.3%) απάντησε ρητά σχετικά με το ρόλο που παίζει η ομάδα (TE): «Τους είπα ότι έχουμε να δουλέψουμε ως ομάδα».

3 παιδιά (41.6%) απάντησαν γενικά (GA): «Η ομάδα μας ήταν πολύ καλή στην κατανόηση των κανόνων. Έτσι, δεν περάσαμε δύσκολες στιγμές, παρόλο που μοιραστήκαμε και δοκιμάσαμε τις ιδέες μας».

2 παιδιά (16.6%) απάντησαν δίνοντας διαταγές προς τους συμπαίκτες τους (OR): «πήγαινε αργά με τη ροή»

Τα παραπάνω δείχνουν ότι περισσότεροι από τους μισούς μαθητές αντάλλαξαν λεκτικές φράσεις με τους συμπαίκτες στους σχετικά με τους κανόνες του παιχνιδιού, μερικοί σε περισσότερο θετικό και συνεργατικό τόνο από άλλους.

Συζήτηση/Συμπεράσματα

Ο σκοπός της μελέτης που περιγράφεται στο άρθρο αυτό, είναι να διερευνήσει τη συνεργατική ενσώματη αλληλεπίδραση με υπολογιστικές αναπαραστάσεις, ως αναπόσπαστο μέρος της έκφρασης επιστημονικού νοήματος. Δεκάχρονοι μαθητές παρατηρήθηκαν σε δραστηριότητες με παιγνιώδεις κιναισθητικές διατάξεις στο χώρο άτυπης εκπαίδευσης, στο Πολυμήχανο. Από την έρευνα φάνηκε ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται την κίνηση του σώματος ως ένα φυσικό τρόπο για να αλληλεπιδρούν με τα παιχνίδια, χωρίς αυτό να τους οδηγεί στο να στρέφουν την προσοχή τους μακριά από τις έννοιες και την ανάγκη να διαπραγματευθούν γι αυτές. Φάνηκε να συνδέουν άμεσα τις κινήσεις τους, τις χειρονομίες τους και την μεταξύ τους επικοινωνία με τις έννοιες που θεωρούν οι ίδιοι ως ενσωματωμένες στα παιχνίδια. Οι δραστηριότητές τους εμπεριείχαν εντοπισμό εννοιών και κανόνων, ανάπτυξη τεχνικών επίλυσης προβλημάτων με σκοπό την υψηλότερη βαθμολογία στα παιχνίδια, επικοινωνία σχετικά με τις έννοιες και τις πιθανές λύσεις κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Αυτό δεν σημαίνει ότι έχουν κατανοήσει τις έννοιες σε βάθος ή στην τυπική τους μορφή, ούτε ότι θα είναι σε θέση να κάνουν συνδέσεις χρησιμοποιώντας τις έννοιες αυτές σε άλλες καταστάσεις. Αυτό δεν ήταν εξάλλου και το επίκεντρο ή το πεδίο εφαρμογής της συγκεκριμένης μελέτης. Στην πραγματικότητα, η μελέτη υπογραμμίζει την ανάγκη για περισσότερη έρευνα στο πώς οι παιδαγωγικές και οι τεχνικές σχεδιασμού αλληλεπίδρασης μπορούν να ενισχύσουν την πιθανότητα οι μαθητές να αντιλαμβάνονται την προστιθέμενη αξία και να δημιουργούν νοήματα σχετικά με τις επιστημονικές έννοιες.

Βιβλιογραφία

Antle, A., Kynigos, C., Lyons, L., Marshall, P., Moher, T., and Roussou, M. (2009). Manifesting embodiment: Designer’s Variations on a Theme. Proc. Computer Supported Collaborative Learning Practices: CSCL2009 Community Events (Panel), Rhodes, Greece, 15-17.

Arzarello, F., Robutti, O. (2003). Approaching Functions through Motion Experiments, in: Nemirowsky et al., Perceptuo-Motor Activity and Imagination in Mathematical Learning. Research Forum, Proceedings of PME 27, Hawai.

Clark, Andy (1997). "Being There: Putting Brain, Body and World Together Again", Cambridge MA: MIT Press.

Cruz-Neira,C., Sandin, D.J., DeFanti, T.A., Kenyon, R.V., and Hart, J.C. (1992). "The CAVE: Audio Visual Experience Automatic Virtual Environment," Communications of the ACM, 35, 6, 65-72.

Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lehrer, P. and Schauble. L. (2003). Design Experiments in Educational Research. Educational Researcher, 32, 9-13.

Eisenberg, M. and diBiase, J. (1996). "Mathematical Manipulatives as Designed Artifacts: the Cognitive, Affective, and Technological Dimensions." Proceedings of the International Conference on the Learning Sciences, Chicago, 44-51.

Kynigos, C. (2004). A Black and White Box Approach to User Empowerment with Component Computing, Interactive Learning Environments, Carfax Pubs, Taylor and Francis Group, 12, 1–2, 27–71.

Lakoff, G. & Núñez, R. (2000). Where Mathematics comes from, New York: Basic Books.

Marshall, P., Price, S., and Rogers, Y. (2003). Conceptualising tangibles to support learning. Proceedings of the 2nd International Conference on Interaction Design and Children (Preston, England, June, 2003). IDC'03. ACM Press, New York, NY, 101-109.

O'Malley, C., and Stanton-Fraser, D. (2004). Literature review in learning with tangible technologies. Futurelab series, report 12.

Roussou, M. (2006). Interactivity and Learning: Examining primary school children's activity within virtual environments. PhD Thesis, University College London, London, UK.

Smyrnaiou, Z. & Weil-Barais, A. (2005). Évaluation cognitive d'un logiciel de modélisation auprès d'élèves de collège, Didaskalia, 27, 133-149.

Σχέσεις προσωπικών θεωριών και εκπαιδευτικών πρακτικών στο πλαίσιο της άτυπης εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες

Μαρία Καρνέζου[1],
Σοφία Αυγητίδου[2]
Πέτρος Καριώτογλου[3]
1 Παιδαγωγικό Τμ. Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτ. Μακεδονίας mkarnezou@uowm.gr
2 Παιδαγωγικό Τμ. Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτ. Μακεδονίας saugitidoy@uowm.gr
3 Παιδαγωγικό Τμ. Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτ. Μακεδονίας pkariotog@uowm.gr

Περίληψη.
Τα τεχνοεπιστημονικά μουσεία συγκαταλέγονται ανάμεσα στα άτυπα περιβάλλοντα μάθησης των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ). Η αποτελεσματικότητα των οργανωμένων σχολικών επισκέψεων στα συγκεκριμένα περιβάλλοντα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο σχεδιασμού και οργάνωσής τους από τον εκπαιδευτικό. Στις μέχρι τώρα έρευνες, ο τρόπος οργάνωσης των επισκέψεων σε άτυπα περιβάλλοντα μάθησης έχει συνδεθεί μόνο αποσπασματικά με τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη σημασία και το ρόλο των επισκέψεων στη μάθηση των ΦΕ. Στη συγκεκριμένη εργασία επιχειρούμε να δούμε τις συσχετίσεις ανάμεσα στο σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση μιας επίσκεψης (πρακτικές των εκπαιδευτικών) με τις προσωπικές θεωρίες των εκπαιδευτικών για την άτυπη εκπαίδευση. Η έρευνα βασίζεται στη μελέτη 14 περιπτώσεων εκπαιδευτικών από την πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, την υιοθέτηση συνεντεύξεων πριν και μετά την επίσκεψη στο μουσείο αλλά και την παρατήρηση – βιντεοσκόπηση της επίσκεψης. Τα πορίσματα της έρευνας προτείνεται να αξιοποιηθούν στο χώρο της επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών για την άτυπη εκπαίδευση.

Abstract.
Science museums are informal resources of science education. The impact of school field trips to these environments depends largely on how teachers plan and organize them. So far, the way field trips in informal venues are organized has been only fragmentary linked to teachers' conceptions about the importance and the role of school field trips in science education. In this paper, we attempt to gain insight into the correlations between planning, conducting and evaluating a field trip (teachers' practices) and teachers' personal theories about informal education. We studied 14 teachers from compulsory education. We interviewed them before and after their visit in the museum and videotaped the visit. We draw to conclusions that may be utilized in professional development about informal education.

Εισαγωγή.

Τα τεχνοεπιστημονικά μουσεία αποτελούν έναν από τους κυριότερους φορείς για τη διατήρηση, διαχείριση και διάδοση της επιστημονικής και τεχνολογικής κουλτούρας. Αποτελούν το ιδανικό περιβάλλον, όπου δημιουργούνται κίνητρα μάθησης (Ramey Gassert et al. 1994), αναπτύσσονται επιστημονικές και κοινωνικές δεξιότητες και προωθείται ο επιστημονικός εγγραμματισμός (Rennie & Williams 2002).
Στα τέλη του προηγούμενου αιώνα, η έρευνα για τη μάθηση στα μουσεία υιοθετεί μια κοινωνικοπολιτισμική οπτική, με έμφαση στο μαθητευόμενο και την εμπλοκή του σε

μαθησιακές διαδικασίες μέσα από την κοινωνική αλληλεπίδραση. Στο πλαίσιο αυτό, είναι σημαντικό, όταν ο εκπαιδευτικός επισκέπτεται με την τάξη του το μουσείο, να έχει ένα ουσιαστικό ρόλο πριν, κατά και μετά την επίσκεψη, έτσι ώστε η εμπειρία αυτή των μαθητών του να έχει μαθησιακό αποτέλεσμα (Hein 1998). Η επιτυχία της επίσκεψης εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από το πώς οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη διδακτική προσέγγιση (Kisiel 2003), από τις προσδοκίες, την προηγούμενη γνώση του χώρου και κυρίως τη στάση τους απέναντι στο χώρο (Anderson et al. 2006).

Σύμφωνα με έρευνες, οι εκπαιδευτικοί ασχολούνται με τη διαχείριση της τάξης τους, παρακολουθούν την ξενάγηση, συζητούν με ομάδες μαθητών, ενώ η αλληλεπίδραση εκπαιδευτικών-μαθητών είναι περιορισμένη και αφορά κυρίως σε θέματα πειθαρχίας (Griffin 1994). Γενικότερα, πάντως, οι έρευνες για το ρόλο και τις πρακτικές των εκπαιδευτικών στο μουσείο είναι περιορισμένες (Anderson & Zhang 2003).

Από την άλλη, μολονότι υπάρχουν προτάσεις σχετικές με το σχεδιασμό και την υλοποίηση επισκέψεων σε τεχνοεπιστημονικά μουσεία, έτσι ώστε αυτές να αποφέρουν μαθησιακά οφέλη, φαίνεται ότι η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών δεν τις υιοθετεί ή επειδή δεν τις γνωρίζουν, ή επειδή δεν τις λαμβάνουν υπόψη τους (Griffin 1994) ή επειδή, είναι πιθανό, ότι ορισμένες αντιλήψεις των εκπαιδευτικών εμποδίζουν την υλοποίηση των αρχικών τους προθέσεων (Anderson & Zhang 2003). Οι Luehmann & Markowitz (2007) υποστηρίζουν ότι οι αντιλήψεις παίζουν σημαντικό ρόλο, καθώς βασιζόμενοι σε αυτές οι εκπαιδευτικοί κρίνουν τη χρησιμότητα νέων μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία, όπως μια εξωσχολική δραστηριότητα. Σε μια έρευνα, υποστηρίζεται η σχέση μεταξύ των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη μάθηση και των πρακτικών τους σε ένα ζωολογικό κήπο (Davidson et al. 2010). Όπως διαπιστώθηκε, η μάθηση επηρεάσθηκε από την ατζέντα των εκπαιδευτικών, τις αντιλήψεις τους για τη μάθηση και τις πρακτικές τους. Μελετώντας τη βιβλιογραφία, δεν εντοπίσαμε παρόμοιες έρευνες όπου να συνδέονται οι πρακτικές των εκπαιδευτικών στην περίπτωση της άτυπης εκπαίδευσης στις ΦΕ με τις αντιλήψεις τους για αυτή τη μορφή της εκπαίδευσης.

Σύμφωνα με τους Cornett et al. (1990), οι αποφάσεις ενός εκπαιδευτικού, οι οποίες αφορούν στο ΑΠ και τις διδακτικές πρακτικές του, βασίζονται στην προσωπική θεωρία του για τη διδασκαλία και όχι απλά στις αντιλήψεις του για τη μάθηση και τη διδασκαλία. Η προσωπική θεωρία ενός εκπαιδευτικού αποτελείται από αντιλήψεις, πεποιθήσεις, αξίες, σχετικά με τους σκοπούς της εκπαίδευσης, τον τρόπο μάθησης, τους ρόλους εκπαιδευτικού και μαθητών, το περιεχόμενο του ΑΠ και τη φύση της γνώσης (Pajares 1992). Η προσωπική θεωρία για τη διδασκαλία και τη μάθηση δύναται να διαφοροποιηθεί όταν αλλάζει το μαθησιακό πλαίσιο (Samuelowicz & Bain 1992). Έτσι, η μετάβαση των εκπαιδευτικών σε ένα νέο περιβάλλον μπορεί να επηρεάσει τις προσωπικές τους θεωρίες για τους στόχους και τη διαδικασία της μάθησης αλλά και το ρόλο τους ή τις προσδοκίες από τους μαθητές. Επιπλέον, το εκπαιδευτικό περιβάλλον έχει δειχθεί να επηρεάζει την εικόνα του εκπαιδευτικού για τον εαυτό του ως εκπαιδευτικό (Peretz et al. 2003). Υπό αυτή την έννοια, ο εκπαιδευτικός μπορεί να νοιώσει ως «μη ειδικός» σε ένα μουσείο και να αποφύγει να αναλάβει έναν ενεργητικό και καθοδηγητικό ρόλο στο νέο εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Θεωρούμε λοιπόν, ότι οι προσωπικές θεωρίες για τη διδασκαλία σε ένα άτυπο μαθησιακό περιβάλλον θέτουν περισσότερο ρεαλιστικά το σύνθετο πλαίσιο, στο οποίο καλείται να δράσει ο εκπαιδευτικός. Για το λόγο αυτό, στην ποιοτική έρευνα που πραγματοποιήσαμε, στο πλαίσιο εκπόνησης μιας διατριβής, εστιάσαμε, μεταξύ άλλων, στις σχέσεις μεταξύ των προσωπικών θεωριών και των πρακτικών των εκπαιδευτικών κατά το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση μιας σχολικής επίσκεψης σε ένα τεχνοεπιστημονικό μουσείο.

Μέθοδος έρευνας.

Στην ποιοτική έρευνα που πραγματοποιήσαμε, θέλοντας να μελετήσουμε σε βάθος τις προσωπικές θεωρίες και τις πρακτικές των εκπαιδευτικών στο «φυσικό» πλαίσιο, όπου αναπτύσσονται, επιλέξαμε τη μελέτη πολλαπλών περιπτώσεων (Yin 1994). Στόχος ήταν να διαπιστώσουμε αν οι εκπαιδευτικοί διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως προς το σχεδιασμό, την υλοποίηση και αξιολόγηση επισκέψεων με τις τάξεις τους σε ένα τεχνοεπιστημονικό μουσείο καθώς και τους λόγους που ερμηνεύουν τις διαφοροποιημένες πρακτικές πριν, κατά και μετά την επίσκεψη στο μουσείο.
Μελετήσαμε 14 εκπαιδευτικούς της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, οι οποίοι επισκέφθηκαν με τις τάξεις τους το Τεχνικό Μουσείο Θεσ/νίκης. Πραγματοποιήθηκαν δυο συνεντεύξεις με κάθε εκπαιδευτικό, πριν και μετά την επίσκεψη στο μουσείο και βιντεοσκοπήθηκαν οι επισκέψεις. Συνολικά αναλύσαμε 28 συνεντεύξεις και χρησιμοποιήσαμε τις παρατηρήσεις που έγιναν στην ερμηνεία των προσωπικών θεωριών και εκπαιδευτικών πρακτικών. Χρησιμοποιήθηκαν δυο ερωτηματολόγια με ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου, έτσι ώστε ο εκπαιδευτικός να θέτει ένα ευρύ πλαίσιο αναφοράς των απαντήσεών του. Οι ερωτήσεις ακολούθησαν τους άξονες του αρχικού πλαισίου ανάλυσης συνεντεύξεων.
Αρχικά συνθέσαμε υπάρχοντα μοντέλα ανάλυσης, σε ένα νέο μοντέλο που εξυπηρετούσε τους ερευνητικούς μας σκοπούς. Συνθέσαμε, λοιπόν, το γενικό αναλυτικό πλαίσιο της έρευνας βασιζόμενοι στις προτάσεις των Joyce et al. (1992) και των Tobin et al. (1994). Εφόσον κυρίαρχο ζήτημα στη διερεύνησή μας αποτελούσε ο ρόλος του εκπαιδευτικού κατά το σχεδιασμό και την πραγματοποίηση της επίσκεψης σε ένα τεχνοεπιστημονικό μουσείο από την οπτική της κοινωνικοπολιτισμικής προσέγγισης της μάθησης στο μουσείο, με έμφαση στην αλληλεπίδραση μεταξύ των ατόμων που εμπλέκονται στην επίσκεψη, μας φάνηκε ιδιαίτερα χρήσιμη η πρόταση των Joyce et al. (1992), που περιγράφει ορισμένα διδακτικά μοντέλα μέσα από τα οποία εξετάζεται ο ρόλος του εκπαιδευτικού στην τάξη. Χρησιμοποιήσαμε τους 4 άξονες που προτείνουν, λαμβάνοντας υπόψη ότι θα τους εφαρμόσουμε σε περιβάλλον άτυπης μάθησης: α) τη Σύνταξη, που περιγράφει τη διδακτική προσέγγιση ως μία ροή δραστηριοτήτων, β) τις Αρχές Αντίδρασης, οι οποίες αναφέρονται στον τρόπο που ο εκπαιδευτικός απαντά στις ερωτήσεις των μαθητών του και αντιδρά στις πράξεις τους, γ) το Κοινωνικό Σύστημα, που αφορά στους ρόλους μαθητών και εκπαιδευτικού και στις μεταξύ τους σχέσεις και δ) το Σύστημα Υποστήριξης, το οποίο αναφέρεται στις δεξιότητες του εκπαιδευτικού για να εφαρμόσει τη διδασκαλία.
Η πρόταση των Tobin et al. (1994) ανέλυε περισσότερο το κοινωνικό σύστημα της τάξης ή, όπως οι ίδιοι αναφέρουν, το πώς ο εκπαιδευτικός ασκεί τον έλεγχο της τάξης. Αυτοί είναι: έλεγχος α) της συμπεριφοράς των μαθητών β) της εμπλοκής των μαθητών σε μία δραστηριότητα και γ) της κατανόησης των μαθητών. Η σύνθεση των δυο προτάσεων για τις ανάγκες της έρευνας οδήγησε σε μια σειρά από αποφάσεις. Αρχικά, ενσωματώσαμε την πρόταση των Tobin et al. (1994) καθώς και τις Αρχές Αντίδρασης στο Κοινωνικό Σύστημα, εμπλουτίζοντας με περισσότερες παραμέτρους την αλληλεπίδραση εκπαιδευτικού – μαθητών. Επιπλέον, συμπεριλάβαμε ως δύο ακόμη άξονες του πλαισίου τους Στόχους του εκπαιδευτικού για μία οργανωμένη εξωσχολική δραστηριότητα καθώς και τα Αποτελέσματα αυτής. Αυτό έγινε γιατί όπως φάνηκε από έρευνες, όταν οι Στόχοι δεν είναι ξεκάθαροι τότε υποβαθμίζονται τα γνωστικά αποτελέσματα (Griffin & Symington 1997). Στην τελική μορφή του ονομάσαμε το πλαίσιο ανάλυσης των δεδομένων που συνθέσαμε «ατζέντα του εκπαιδευτικού». Η «ατζέντα του εκπαιδευτικού» αποτελείται από τους άξονες: α) Στόχοι επίσκεψης, β) Σύνταξη, γ) Κοινωνικό Σύστημα (Ρόλοι εκπαιδευτικού, μαθητών, ξεναγού κατά την αντίληψη του εκπαιδευτικού, Αρχές Αντίδρασης, έλεγχος τάξης), δ) Σύστημα Υποστήριξης και ε) Αποτελέσματα της επίσκεψης.

Ωστόσο, από το στάδιο αυτό της ανάλυσης προέκυψαν ορισμένες πληροφορίες, οι οποίες ήταν εκτός της περιγραφικής ικανότητας του πλαισίου ανάλυσης για δύο λόγους: α) δεν αναδείκνυε συσχετίσεις μεταξύ των δεδομένων που επέτρεπαν μια ολοκληρωμένη ερμηνεία του συλλογισμού του εκπαιδευτικού. Πχ., η προετοιμασία του εκπαιδευτικού πριν την επίσκεψη και συγκεκριμένα η γνώση του περιεχομένου του μουσείου από αυτόν έδειχνε να συνδέεται με i) το είδος των στόχων που έθετε ο εκπαιδευτικός και τη συσχέτισή τους με τους στόχους του ΑΠ, ii) το ρόλο του κατά τη διάρκεια της επίσκεψης και τις παρεμβάσεις του κατά τη διάρκεια της ξενάγησης καθώς και iii) τις αντιλήψεις του για την άτυπη εκπαίδευση. β) Από την ανάλυση προέκυπταν θέματα, που δεν συμπεριλαμβάνονταν στους άξονες του πλαισίου. Πχ., οι αντιλήψεις του εκπαιδευτικού για την άτυπη εκπαίδευση και τις διαδικασίες μάθησης στο μουσείο δεν εντάσσονταν στο αρχικό πλαίσιο ανάλυσης των δεδομένων.
Οι παραπάνω λόγοι μας οδήγησαν στην επιπλέον επιλογή της μεθόδου ανάλυσης δεδομένων της Θεμελιωμένης Θεωρίας, προκειμένου να ξεπερασθούν τα προηγούμενα όρια, να αναδειχθεί η πολυπλοκότητα των δεδομένων και να εκμεταλλευτούμε αυτά στο σύνολό τους. Με αυτόν τον τρόπο, η κατανόηση και η ερμηνεία των δεδομένων εμπλουτίστηκε μέσω της συνεχούς συγκριτικής ανάλυσης (Strauss & Corbin 1990, Glaser & Strauss 1967). Επιπλέον, ακολουθώντας μια διαδικασία συσχέτισης μεταξύ των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών σε διαφορετικές κατηγορίες, καταλήξαμε σε ορισμένες διαπιστώσεις για τη μεταξύ τους σχέση και αναδείξαμε το σύνθετο πλαίσιο των προσωπικών θεωριών των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία και τη μάθηση σε ένα άτυπο πλαίσιο.

Αποτελέσματα.

Χρησιμοποιώντας το αρχικό πλαίσιο ανάλυσης (ατζέντα του εκπαιδευτικού), αναδείξαμε τις διαφορετικές διαδικασίες και τους τρόπους που οι εκπαιδευτικοί οργανώνουν και υλοποιούν μια επίσκεψη στο μουσείο. Συγκεκριμένα, ως προς τους στόχους για την επίσκεψη, οι εκπαιδευτικοί διαχωρίζονται σε αυτούς που θέτουν κυρίως γνωστικούς και σε αυτούς που θέτουν κυρίως συναισθηματικούς στόχους. Πριν από την επίσκεψη είτε υπήρξε απουσία δραστηριοτήτων, είτε αυτές δεν οργανώθηκαν με συστηματικό τρόπο εκτός από μια περίπτωση. Κατά τη διάρκεια της επίσκεψης, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών απέφυγε να σχεδιάσει κάτι συγκεκριμένο. Μετά την επίσκεψη, οι δραστηριότητες σχετίζονταν κυρίως με τις εντυπώσεις των μαθητών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις οι δραστηριότητες είχαν γνωστικό χαρακτήρα, ενώ για 5 από τους 14 εκπαιδευτικούς υπήρξε μια διαφοροποίηση ανάμεσα στα όσα υποστήριξαν πριν από την επίσκεψη και στα όσα πραγματοποίησαν. Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών είχε ρόλο συνοδού, ενώ ο ξεναγός είχε κυρίαρχο ρόλο. Οι μαθητές, για τους περισσότερους εκπαιδευτικούς, έχουν ενεργό ρόλο στο μουσείο, ενώ σύμφωνα με ορισμένους δέχονται την πληροφορία, που μεταδίδει ο ξεναγός. Όσον αφορά στο Σύστημα Υποστήριξης για την επίσκεψη, οι εκπαιδευτικοί είχαν γενικές γνώσεις για το χώρο, με δυο μόνο εξαιρέσεις. Ως προς την αξιολόγηση, στην πλειοψηφία τους οι εκπαιδευτικοί υποστήριξαν ότι υπήρξαν κυρίως συναισθηματικά οφέλη και λιγότερο γνωστικά.
Παρά την περιγραφή των διαφοροποιημένων πρακτικών των εκπαιδευτικών, η συγκεκριμένη ανάλυση δε μας έδωσε στοιχεία για την ερμηνεία αυτών των διαφοροποιήσεων. Με τη Θεμελιωμένη Θεωρία αναδείξαμε τα Θέματα, δηλαδή τους άξονες – τα ζητήματα που ερμήνευαν τις διαφοροποιημένες πρακτικές των εκπαιδευτικών. Τα Θέματα που αναδείχθηκαν ως σημαντικά στην ερμηνεία των εκπαιδευτικών πρακτικών ήταν οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών: α) για την άτυπη εκπαίδευση β) για τη διαδικασία μάθησης στο μουσείο και γ) για τον τρόπο υποστήριξης μιας επίσκεψης στο μουσείο (ποιες είναι οι προϋποθέσεις για την αξιοποίηση μιας επίσκεψης και από ποιους «πόρους» αντλεί ο εκπαιδευτικός). Οι τρεις αυτές αντιλήψεις συνθέτουν σε μεγάλο βαθμό την προσωπική θεωρία του εκπαιδευτικού σε ένα άτυπο πλαίσιο.

Στο πρώτο θέμα, τις αντιλήψεις για την άτυπη εκπαίδευση, διακρίνουμε δυο περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση, οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται την άτυπη εκπαίδευση κυρίως από τη συναισθηματική της διάσταση. Θέτουν κυρίως συναισθηματικούς στόχους καθώς και γενικούς γνωστικούς στόχους, υπολογίζοντας άρρητα στην παρουσία των εκθεμάτων για την επίτευξή τους. Κατά την προετοιμασία είτε ανακοινώνουν απλά την επίσκεψη, είτε εστιάζουν στο κοινωνικό / συναισθηματικό κομμάτι της. Στο μουσείο, είτε δε σχεδιάζουν τίποτε, είτε αναθέτουν στους μαθητές τους να καταγράψουν τις εντυπώσεις τους. Μετά την επίσκεψη πραγματοποιούν μια δραστηριότητα σχετική κυρίως με τα συναισθηματικά / κοινωνικά αποτελέσματα από την επίσκεψη. Στη δεύτερη περίπτωση, οι εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν την επίσκεψη συνδέοντάς την με το ΑΠ και αποσκοπώντας σε μια γνωστική εμπειρία για τους μαθητές τους. Θέτουν γνωστικούς στόχους και κατά την προετοιμασία συνδέουν την επίσκεψη με τη Φυσική, ενημερώνοντας σχετικά με το περιεχόμενό της. Στο μουσείο είτε δε σχεδιάζουν τίποτε, είτε αναθέτουν στους μαθητές τους να καταγράψουν τις εμπειρίες τους, είτε καθοδηγούν την αλληλεπίδρασή τους με τα εκθέματα. Μετά την επίσκεψη, οι εκπαιδευτικοί επιδιώκουν τη σύνδεση των εμπειριών με τη σχολική γνώση.
Με τον παραπάνω τρόπο, γίνεται φανερό ότι οι αντιλήψεις για την άτυπη εκπαίδευση συνδέονται τόσο με τους στόχους των εκπαιδευτικών (Στοχοθεσία) καθώς και με τις πρακτικές τους πριν, κατά και μετά την επίσκεψη (Σύνταξη) (βλέπε σχ. 1):

Σχήμα 1: Σχέσεις ανάμεσα στις αντιλήψεις για την ΑΕ, τη Στοχοθεσία και τη Σύνταξη.

Όσον αφορά στο δεύτερο θέμα, τις αντιλήψεις για τη διαδικασία μάθησης στο μουσείο, οι εκπαιδευτικοί διακρίνονται σ' αυτούς που θεωρούν ότι η μάθηση προωθείται με τη διαμεσολάβηση κάποιου ειδικού – δηλ. του ξεναγού - και σε αυτούς που θεωρούν ότι οι ίδιοι θα πρέπει να έχουν ουσιαστικό ρόλο και να καθοδηγήσουν την αλληλεπίδραση των μαθητών με τα εκθέματα κ.λ.π.. Στην πρώτη περίπτωση, οι εκπαιδευτικοί υποστηρίζουν ότι ο ξεναγός είναι ο πρωταγωνιστής, και περιμένουν ότι οι μαθητές θα έχουν ενεργό ρόλο λόγω του ιδιαίτερου περιβάλλοντος. Πριν την επίσκεψη, οι δραστηριότητες εστιάζουν στην κοινωνική/συναισθηματική πλευρά της επίσκεψης, στο μουσείο οι δραστηριότητες δεν έχουν γνωστικό χαρακτήρα και πίσω στην τάξη εστιάζουν στα συναισθηματικά οφέλη. Στη δεύτερη περίπτωση, οι εκπαιδευτικοί συνδέουν την επίσκεψη με τη Φυσική και ενημερώνουν για το περιεχόμενο του μουσείου. Στο μουσείο δεν σχεδιάζουν κάτι, αλλά ενισχύουν την αλληλεπίδραση των μαθητών με τα εκθέματα. Μετά την επίσκεψη είτε πραγματοποιούν μια δραστηριότητα με γνωστικό χαρακτήρα, είτε διαμεσολαβούν, έτσι ώστε οι μαθητές να συνδέσουν τις εντυπώσεις τους με τη σχολική γνώση.
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τις διαδικασίες μάθησης στο μουσείο συνδέονται με το πώς αυτοί αντιλαμβάνονται τους ρόλους του

εκπαιδευτικού, του ξεναγού, των μαθητών (Κοινωνικό Σύστημα) και με τις πρακτικές τους πριν, κατά και μετά την επίσκεψη (Σύνταξη) (βλέπε σχ. 2):

Σχήμα 2: Σχέσεις ανάμεσα στις αντιλήψεις για τη μάθηση στο πλαίσιο της ΑΕ, το Κοινωνικό Σύστημα και τη Σύνταξη.

Ως προς το τρίτο θέμα, τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τον τρόπο υποστήριξης μιας επίσκεψης στο μουσείο, όταν οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν πολύ καλά το μουσείο και τα εκθέματα, τότε έχουν ενεργό ρόλο κατά την επίσκεψη, διευκολύνοντας την κατανόηση των μαθητών τους και την εμπλοκή τους με τα εκθέματα. Οι στόχοι, αν και γενικοί στη διατύπωσή τους, έχουν γνωστικό χαρακτήρα. Δηλώνουν ικανοποιημένοι για τα αποτελέσματα από την επίσκεψη και τα συνδέουν με τις πρακτικές τους. Όταν οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν σε γενικές γραμμές το χώρο και το περιεχόμενό του, τότε ο ρόλος τους στο μουσείο είναι συνοδευτικός και επικεντρώνεται σε θέματα συμπεριφοράς της τάξης. Οι στόχοι για την επίσκεψη είναι είτε συναισθηματικοί είτε γενικότεροι γνωστικοί. Υποστηρίζουν ότι τα αποτελέσματα από την επίσκεψη υπήρξαν κυρίως συναισθηματικά και ορισμένοι τα συνδέουν με την ελλιπή δική τους προετοιμασία.

Από τα παραπάνω, προκύπτει ότι οι αντιλήψεις για τον τρόπο υποστήριξης μιας επίσκεψης στο μουσείο (Σύστημα Υποστήριξης) συνδέονται με το ρόλο του εκπαιδευτικού στο μουσείο (Κοινωνικό Σύστημα), με τους στόχους για την επίσκεψη (Στοχοθεσία) και τα αποτελέσματα (Αποτελέσματα) από αυτή (βλέπε σχ. 3) :

Σχήμα 3: Σχέσεις ανάμεσα στις αντιλήψεις για τον τρόπο υποστήριξης μιας επίσκεψης στο μουσείο, το Σύστημα Υποστήριξης, το ρόλο του εκπαιδευτικού, τη Στοχοθεσία και τα Αποτελέσματα από την επίσκεψη.

Συζήτηση.

Από το πρώτο μέρος της ανάλυσης (ατζέντα του εκπαιδευτικού), διαπιστώσαμε ότι οι πρακτικές των εκπαιδευτικών ως προς την οργάνωση, υλοποίηση και αξιολόγηση μιας επίσκεψης στο μουσείο παρουσίαζαν μια διαφοροποίηση μεταξύ τους. Όπως αναδείξαμε, δε, με τη μέθοδο ανάλυσης της Θεμελιωμένης Θεωρίας, αυτή η διαφοροποίηση προέκυψε από τις διαφοροποιημένες προσωπικές θεωρίες των εκπαιδευτικών και συγκεκριμένα στις αντιλήψεις τους για την άτυπη εκπαίδευση, τις διαδικασίες μάθησης στο πλαίσιο αυτό και τον τρόπο υποστήριξης μιας επίσκεψης.
Από τα παραπάνω, φαίνεται ότι ένα πρόγραμμα επιμόρφωσης για την άτυπη εκπαίδευση θα πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψη του τις προσωπικές θεωρίες των εκπαιδευτικών, να προσπαθήσει να τις διερευνήσει και να τις διευρύνει όσον αφορά στις διδακτικές αντιλήψεις και πρακτικές για την άτυπη εκπαίδευση και την οργάνωση επισκέψεων. Τα σημεία που χρειάζεται να διερευνηθούν και να συζητηθούν με τους εκπαιδευτικούς είναι τα εξής: α) η άτυπη εκπαίδευση αποτελεί ένα πλαίσιο για τη γνωστική και τη συναισθηματική ανάπτυξη των μαθητών. β) Ο εκπαιδευτικός παραμένει ο κύριος οργανωτής και αξιολογητής αυτής της εμπειρίας των μαθητών, εάν θέλει να την αξιοποιήσει μαθησιακά. γ) Για να επιτευχθούν τα γνωστικά και συναισθηματικά οφέλη χρειάζεται κατάλληλη προετοιμασία του εκπαιδευτικού με επιτόπιες παρατηρήσεις, συνεννόηση με τους ειδικούς, σχεδιασμό δραστηριοτήτων με έμφαση στην προώθηση της εξερεύνησης και της επίλυσης προβλήματος και σύνδεση με προηγούμενες γνώσεις των μαθητών. δ) Ένα ελκυστικό περιβάλλον δεν εξασφαλίζει την αξιοποίηση της εμπειρίας των μαθητών. Χρειάζεται καθοδήγηση της αλληλεπίδρασης του μαθητή με το χώρο και τα υλικά.
Η συζήτηση των συγκεκριμένων σημείων αποτελεί άρα προϋπόθεση για την ανάληψη ενός ενεργητικού ρόλου από τους εκπαιδευτικούς στο σχεδιασμό, υλοποίηση και αξιολόγηση σχολικών επισκέψεων και στην αξιοποίηση της άτυπης εκπαίδευσης στη μαθησιακή εμπειρία γενικότερα.

Βιβλιογραφία.

Anderson, D., Kisiel, J. & Storksdieck, M. (2006). Understanding teachers' perspectives on field trips. Curator 49(3), 365-386.

Anderson, D. & Zhang, Z. (2003). Teacher perceptions of field-trip planning and implementation. Visitor Studies Today, 6(3), 6–11.

Cornett, J.W., Yeotis, C. & Terwilliger, L. (1990). Teacher personal practical theories and their influence upon teacher curricular and instructional actions: A case study of a secondary science teacher. Science Education, 74(5), 517-529.

Davidson, S.K., Passmore, C. & Anderson, D. (2010). Learning in zoo field trips: The interaction of the agendas and practices of students, teachers and zoo educators. Science Education, 94, 122-141.

Griffin, J. & Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning oriented strategies on school excursions to museums. Science Education, 81(6), 763– 779.

Griffin, J. (1994). Learning to learn in informal science settings. Research in Science Education, 24, 121 – 128.

Hein, G. E. (1998). Learning in the museum. London: Routledge.

Joyce, B., Weil, M. & Showers, B. (1992). Models of teaching. York Production Services.

Kisiel, J.F. (2003). Revealing teacher agendas: An examination of teacher motivations and strategies for conducting museum field trips. Unpublished doctoral dissertation. Los Angeles: University of Southern California.

Luehmann, A.L. & Markowitz, D. (2007). Science teachers' perceived beliefs of an out-of-school enrichment program: identity needs and university affordances. International Journal of Science Education, 29(9), 1-29.

Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research. Review of Educational Research, 62.

Peretz, M.B., Mendelson, N. & Kron, F.W. (2003). How teachers in different educational contexts view their roles. Teaching and Teacher Education, 19, 277-290.

Ramey-Gassert, L., Wallberg III, H.J. & Wallberg, H.J. (1994). Reexamining connections: Museums as Science Learning Environments. Science Education, 78(4), 345-363.

Rennie, L.J. & Williams, G.F. (2002). Science Centers and Scientific Literacy: Promoting a Relationship with Science. Science Education, 86, 706-726.

Samuelowicz, K. & Bain, J.D. (1992). Conceptions of teaching held by academic teachers. Higher Education, 24, 93-111.

Strauss, A. & Corbin, J. (1990). Basics of qualitative research, grounded theory procedures and techniques. Sage publications.

Tobin, K., Tippins, J.D. & Gallard, J.A. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D.L. Gabel (Ed.), Handbook of Research on Science Teaching and Learning. Macmillan Publishing Company.

Yin, R.K. (1994). Case study research: Design and methods (2nd ed.). Thousand Oaks, CA:Sage.

Μελέτη της εφαρμοσιμότητας μιας διερευνητικής διδακτικής παρέμβασης για την οργάνωση επισκέψεων σε χώρους Τεχνοεπιστήμης

Σπύρτου Άννα, Ζουπίδης Αναστάσιος, Καριώτογλου Πέτρος
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, aspirtou@uowm.gr
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, tzoupidis@gmail.com
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, pkariotog@uowm.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή μελετάμε την εφαρμοσιμότητα μιας Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς, διερευνητικού χαρακτήρα, η οποία αφορά την οργάνωση επισκέψεων σε χώρους Τεχνοεπιστήμης. Περιγράφουμε το περιβάλλον μάθησης της Σειράς το οποίο εφαρμόστηκε σε μαθητές Γυμνασίου και διερευνούμε το βαθμό υλοποίησης δύο επιλεγμένων χαρακτηριστικών του. Αυτά είναι η λειτουργία της «ομάδας σύνθεσης» και η κριτική ανάγνωση/γραφή/συλλογή πληροφοριών. Τα πρώτα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά για την εφαρμογή της Σειράς αλλά αναδεικνύουν και τις δυσκολίες που ενέχει η προώθηση διδασκαλιών διερευνητικού χαρακτήρα.

Abstract

In this paper we study the applicability of an inquiry Teaching-Learning Sequence concerning techno-science site visits. We describe the context of the intervention to secondary students. Furthermore we focus on two characteristics, the function of the "home groups" and the critical reading/writing/collecting information. The first research results are encouraged but they also reveal the difficulties for such inquiry innovation.

Εισαγωγή

Η εκπαιδευτική έρευνα μπορεί να χωριστεί σε δύο κύριες κατηγορίες: η πρώτη αποσκοπεί στην περιγραφή και ερμηνεία της εκπαιδευτικής πραγματικότητας, ενώ η δεύτερη, επικεντρώνεται στην αλλαγή της (Kalle 2005). Στη δεύτερη κατηγορία εντάσσονται οι Διδακτικές-Μαθησιακές Σειρές (ΔΜΣ) οι οποίες σχεδιάζονται, αναπτύσσονται, εφαρμόζονται, αξιολογούνται και επανασχεδιάζονται για να αλλάξουν το διδακτικό-μαθησιακό περιβάλλον των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), (Lavonen & Meisalo 2002, Méheut & Psillos 2004, Psillos, Tselfes, Kariotoglou 2004, Fazio et al. 2008).
Στην αιχμή πρόσφατων μελετών είναι η διάκριση των *Μεγάλων θεωριών* (*Grand theories*) από τις *Ειδικές θεωρίες* (*Specific theories*). Στις *Μεγάλες θεωρίες*, εντάσσονται οι θεωρίες για τη φύση και τη μάθηση της γνώσης, όπως είναι το εποικοδομητικό ρεύμα π.χ. ο ριζοσπαστικός εποικοδομητισμός του Glasersferld και ο κοινωνικός εποικοδομητισμός του Vygotsky, η θεωρία των επιστημονικών επαναστάσεων του Kuhn (Taber 2009). Αυτές οι θεωρίες, αν και είναι πολύτιμες για την εκπαιδευτική πράξη, δεν παρέχουν συγκεκριμένες προτάσεις για την οργάνωση και υλοποίηση μιας διδασκαλίας (Rea-Ramirez, Clement, Núñez-Oviedo 2008, Tiberghien, Vince, Gaidoz 2009). Η συμβολή των ΔΜΣ είναι η παραγωγή *Ειδικών θεωριών* μέσα σε ένα ρεαλιστικό εκπαιδευτικό περιβάλλον. Το

περιβάλλον αυτό (εκπαιδευτικοί, σχολείο, μαθητές, γνωστικό αντικείμενο, κ.λπ.) θεωρείται αντιπροσωπευτικό μιας συγκεκριμένης εκπαιδευτικής κατάστασης, και ως εκ τούτου οι δοκιμασμένες λύσεις των ΔΜΣ είναι δυνατόν να εφαρμοστούν σε άλλες ανάλογες καταστάσεις (Cobb et al. 2003, Besson et al. 2009). Η δυνατότητα αυτή θεμελιώνεται πάνω στη θεωρητική ανάλυση που αναπτύσσεται από τους ερευνητές κάθε ΔΜΣ τόσο πριν και κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της όσο και μετά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της. Έτσι θεωρούνται ως το «χωνευτήρι» των *Ειδικών θεωριών* και αυτό γενικότερα σημαίνει, ότι στις ΔΜΣ, οι *Ειδικές θεωρίες* είτε δοκιμάζονται, βελτιώνονται, εκλεπτύνονται, είτε προκύπτουν μέσα από τους επαναλαμβανόμενους κύκλους σχεδιασμού και εφαρμογής (Edelson 2002, Design-Based Research Collective 2003, Besson κ.ά. 2009). Απώτερος σκοπός είναι η ανάπτυξη νέων *Ειδικών θεωριών* οι οποίες θα είναι λειτουργικές, δηλαδή θα «*πρέπει να κάνουν πραγματικό έργο*» (Tiberghien et al. 2009, σελ. 2276) σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα είναι η *Ειδική Θεωρία* των *Δύο-Κόσμων* για το σχεδιασμό των ΔΜΣ στη Β/θμια εκπαίδευση, δηλαδή ο *Κόσμος* των *Θεωρίων-Μοντέλων* και ο *Κόσμος* των *Αντικειμένων-Γεγονότων* (Tiberghien et al. 2009) καθώς και η *Ειδική Θεωρία* των *Τριών Παραγόντων* που επηρεάζουν την ανάπτυξη των ΔΜΣ, δηλαδή ο *Εκπαιδευτικός*, ο *Υλικός* και ο *Επιστημονικός Παράγοντας* (Kariotoglou, Psillos, Tselfes 2003). Χαρακτηριστικά αναφέρεται από τον Cobb και τους συνεργάτες του (2003), ότι οι θεωρίες των ΔΜΣ απαντούν στο ερώτημα «*τι δουλεύει*», διερευνώντας το «*πώς, πότε και γιατί*» δουλεύει μια σχεδιασμένη λύση ΔΜΣ.

Στοιχεία της διδασκαλίας και μάθησης όπως, οι πειραματικές δραστηριότητες που εκτελούν οι μαθητές, το είδος των διαλόγων που αναπτύσσονται, τα διδακτικά υλικά και μέσα, οι κανόνες συμμετοχής και συνεργασίας στο μάθημα, συνιστούν το *οικολογικό περιβάλλον μάθησης* (learning ecology) (Cobb et al. 2003). Ο όρος «οικολογικό» προτείνεται στη βιβλιογραφία για να τονίσει ότι τα παραπάνω στοιχεία δεν είναι «*μια συλλογή δραστηριοτήτων ή μια λίστα ξεχωριστών παραγόντων που επηρεάζουν τη μάθηση*» (Cobb et al. 2003, σελ. 9) αλλά ένα σύνθετο σύνολο αλληλεπιδρώντων στοιχείων, των οποίων η μελέτη χρήζει θεωρητικών ερμηνειών. Η μελέτη του οικολογικού περιβάλλοντος μάθησης (ΟΠΜ) «φωτίζει» τις ευκολίες καθώς και τις δυσκολίες ενός μαθήματος, π.χ. τη δυσκολία να κρατούν οι μαθητές γραπτές σημειώσεις σε μια διδασκαλία διερευνητικής κατεύθυνσης, ή να ξεπερνούν αντιφατικά πειραματικά αποτελέσματα, να χρησιμοποιούν ένα μοντέλο, να χειρίζονται ένα λογισμικό.

Λαμβάνοντας υπόψη μας τον παραπάνω προβληματισμό, αποφασίσαμε να συζητήσουμε στην παρούσα εργασία στοιχεία του ΟΠΜ μιας διερευνητικού χαρακτήρα ΔΜΣ, η οποία εφαρμόστηκε στο Γυμνάσιο. Μέσα από την παρουσίαση και ανάλυση των στοιχείων αυτών, στοχεύουμε να απαντήσουμε στο ερώτημα, ποιες σχεδιασμένες διδακτικές παρεμβάσεις και έργα «δούλεψαν» στο συγκεκριμένο πλαίσιο εφαρμογής. Τα πορίσματα της εργασίας αυτής θεωρούμε ότι αφενός αναδεικνύουν τις δυσκολίες που ενέχει η προώθηση διδασκαλιών διερευνητικού χαρακτήρα και αφετέρου συμβάλουν στο διάλογο για τη διαμόρφωση των *Ειδικών θεωριών*.

Το ΟΠΜ της ΔΜΣ: Ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες - Επίσκεψη στον ΟΤΕ

Το ΟΠΜ της ΔΜΣ αναπτύσσεται πάνω σε τέσσερις άξονες (πίνακας 1): (α) τη διδακτική μέθοδο jigsaw, (β) την επίσκεψη σε χώρο εκτός του σχολείου (γ) την κριτική ανάγνωση/γραφή και συλλογή πληροφοριών και (δ) την έκθεση αφίσας στο σχολείο. Ο κάθε άξονας αποτελείται από ένα σύνολο στοιχείων τα οποία αλληλεπιδρούν τόσο μεταξύ τους όσο και μεταξύ των στοιχείων των υπολοίπων αξόνων (στον πίνακα 1, σε κάθε άξονα αριθμούνται τα στοιχεία του ΟΠΜ). Για παράδειγμα, ο κάθε μαθητής εργάζεται σε δύο

ομάδες. Στην «ομάδα ειδίκευσής» του διαβάζει και γράφει πληροφορίες από τον Η/Υ ή/και από τα επιστημονικά εγχειρίδια, εκτελεί πειραματικές δραστηριότητες π.χ. για το πλαστικό ή για το χαλκό ή για την οπτική ίνα ή για τους ημιαγωγούς. Στη συνέχεια, όταν εργάζεται στην «ομάδα σύνθεσης» πληροφορεί τους συμμαθητές του για το υλικό που ήδη μελέτησε στην «ομάδα ειδίκευσης» και πληροφορείται από αυτούς για τα υπόλοιπα υλικά. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της επίσκεψης στον ΟΤΕ, το προσωπικό πληροφορεί τους μαθητές για τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες του οργανισμού, την κοινωνική του προσφορά, τη λειτουργία βασικών μηχανημάτων κ.λπ. Ο κάθε μαθητής συλλέγει πληροφορίες τις οποίες καλείται να συζητήσει και να μοιραστεί στην «ομάδα σύνθεσής» του αλλά και σε όλη την υπόλοιπη τάξη. Η τελική έκβαση της ΔΜΣ είναι η οργάνωση έκθεσης αφίσας στο σχολείο, όπου το ΟΠΜ συνίσταται στη συνεργασία της εκπαιδευτικού με τις «ομάδες σύνθεσης» για την παραγωγή πολυτροπικών κειμένων (γραπτών αναφορών, φωτογραφιών, ηχητικών ντοκουμέντων κ.ο.κ.). Με δεδομένο ότι τα κείμενα αυτά θα βασίζονται σε όλα τα στοιχεία των τριών υπόλοιπων αξόνων, είναι φανερό ότι το ΟΠΜ της συγκεκριμένης ΔΜΣ συνδυάζει χαρακτηριστικά τόσο τυπικής όσο και μη τυπικής εκπαίδευσης.

Πίνακας 1: Το οικολογικό περιβάλλον μάθησης της ΔΜΣ

<table>
<tr><td colspan="4">Κριτική Ανάγνωση/Γραφή και Συλλογή πληροφοριών</td></tr>
<tr><td colspan="4">①Πειραματικές δραστηριότητες ② Η/Υ: e-book ③Επιστημονικά εγχειρίδια
④Συμμαθητής της τάξης ⑤Εκπαιδευτικός ⑥Προσωπικό του ΟΤΕ</td></tr>
<tr><td>Επίσκεψη σε χώρο εκτός του σχολείου</td><td>①Προετοιμασία επίσκεψης
②Επίσκεψη στον ΟΤΕ
③Αξιολόγηση επίσκεψης</td><td>①Προετοιμασία πολυτροπικών αναφορών
②Οργάνωση της έκθεσης
③Υλοποίηση της έκθεσης</td><td>Έκθεση αφίσας στο σχολείο</td></tr>
<tr><td colspan="4">①Οι «ομάδες ειδίκευσης» ② Οι «ομάδες σύνθεσης»</td></tr>
<tr><td colspan="4">Η μέθοδος Jigsaw</td></tr>
</table>

Η ΔΜΣ υλοποιήθηκε σε έξι χρονικές περιόδους. Οι περίοδοι 1, 2, 3 και 5 υλοποιήθηκαν στο σχολείο (αίθουσες υπολογιστών και εργαστήριο φυσικής), η 6η αφορά τη συνεργασία μαθητών-εκπαιδευτικού στο σχολείο καθώς και στα σπίτια τους. Παρακάτω φαίνονται η χρονική διάρκεια, το περιεχόμενο καθώς και οι βασικές διαδικασίες της κάθε περιόδου:

1η χρονική περίοδος: 2 διδακτικές ώρες. Περιεχόμενο: Τα υλικά γύρω μας (χαλκός, πλαστικό, ημιαγωγοί) - Η ιδιότητα της ηλεκτρικής αγωγιμότητας - Οπτική ίνα. Η μέθοδος jigsaw (① και ②), Κριτική Ανάγνωση/Γραφή και Συλλογή πληροφοριών (① έως ⑤).

2η χρονική περίοδος: 2 διδακτικές ώρες. Περιεχόμενο: Ηλεκτρική συμπεριφορά των υλικών, των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών στοιχείων: μονωτές, αγωγοί, αντιστάτες, δίοδος, φωτοαντίσταση, θερμίστορ. Η μέθοδος jigsaw (① και ②), Κριτική Ανάγνωση/Γραφή και Συλλογή πληροφοριών (① έως ⑤).

3η χρονική περίοδος: 2 διδακτικές ώρες. Περιεχόμενο: Επιστήμη και τεχνολογία των υλικών, υπηρεσίες του ΟΤΕ, η κοινωνική του προσφορά, επαγγέλματα και εκπαίδευση των εργαζομένων στον ΟΤΕ. ①Προετοιμασία επίσκεψης, μέθοδος jigsaw (② Οι «ομάδες σύνθεσης»).

4η χρονική περίοδος: 3 διδακτικές ώρες. Περιεχόμενο: Επιστήμη και τεχνολογία των υλικών, υπηρεσίες του ΟΤΕ, η κοινωνική του προσφορά, επαγγέλματα και εκπαίδευση των εργαζομένων στον ΟΤΕ. ②Επίσκεψη στον ΟΤΕ.

5η χρονική περίοδος: 2 διδακτικές ώρες. ③Αξιολόγηση επίσκεψης, ①Προετοιμασία πολυτροπικών αναφορών – 1η φάση, μέθοδος jigsaw (② Οι «ομάδες σύνθεσης»).
6η χρονική περίοδος: εαρινή σχολική περίοδος. ①Προετοιμασία πολυτροπικών αναφορών, ②Οργάνωση της έκθεσης, ③Υλοποίηση της έκθεσης.

Ερευνητική Μέθοδος

Η ανάλυση των δεδομένων της εφαρμογής της ΔΜΣ είναι σε εξέλιξη το χρονικό αυτό διάστημα. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε επιλεκτικά τα πρώτα αποτελέσματα της πιλοτικής εφαρμογής για τους 2 άξονες του ΟΠΜ: την κριτική ανάγνωση/γραφή/συλλογή πληροφοριών (④Συμμαθητής της τάξης, δηλαδή την περίπτωση που οι μαθητές ακούν και γράφουν πληροφορίες από τους υπόλοιπους συμμαθητές τους κατά τη διάρκεια συζήτησης που διεξάγεται σε όλη την τάξη) και τη μέθοδο «Jigsaw» (② Οι «ομάδες σύνθεσης»). Αποφασίσαμε να συζητήσουμε τα συγκεκριμένα στοιχεία του ΟΠΜ γιατί η μεν «ομάδα σύνθεσης», είναι ένα καινοτομικό στοιχείο για το συγκεκριμένο δείγμα μαθητών· ο μαθητής παίζει το ρόλο του εκπαιδευτικού ως «φορέας» της γνώσης στους συμμαθητές του. Η δε αλληλεπίδραση μαθητή-τάξης είναι ένα παραδοσιακό στοιχείο του ΟΠΜ για τις ΦΕ στο Γυμνάσιο.
Η πιλοτική εφαρμογή της ΔΜΣ έγινε στο 2ο Γυμνάσιο της Φλώρινας, σε τμήμα της Γ' Γυμνασίου, με 29 άτομα, 10 αγόρια και 19 κορίτσια. Οι μαθητές δεν είχαν εμπειρία σε ομαδοσυνεργατικά ΟΠΜ. Χωρίστηκαν από την καθηγήτρια της φυσικής σε μικτές ομάδες· ειδικότερα η εκπαιδευτικός φρόντισε οι ομάδες να έχουν αγόρια και κορίτσια, μαθητές διαφορετικής επίδοσης στο μάθημα της φυσικής, καθώς και μαθητές που δεν είχαν αναπτύξει μεταξύ τους στενές φιλικές σχέσεις.
Στο άρθρο αυτό στοχεύουμε να απαντήσουμε στα ακόλουθα ερωτήματα:
(1) Ποιος είναι ο βαθμός συμμετοχής των μαθητών στις «ομάδες σύνθεσης», ως προς την καταγραφή πληροφοριών;
(2) Ποιος είναι ο βαθμός κριτικής γραφής πληροφοριών στις «ομάδες σύνθεσης» καθώς και κατά την αλληλεπίδραση του κάθε μαθητή με την τάξη;
(3) Μπορούν οι μαθητές να διατυπώνουν ερωτήσεις;
Για την προσέγγιση των δύο ερωτήσεων, αντλούμε τα δεδομένα μας από τα ατομικά φύλλα εργασίας (ΦΕΡ) των μαθητών, τα οποία αντιστοιχούν στις 3 χρονικές περιόδους της ΔΜΣ και μας δίνουν πληροφορίες για τις απαντήσεις των μαθητών, π.χ. αν οι μαθητές συμπληρώνουν όλα τα ερωτήματα-δραστηριότητες του ΦΕΡ, αν γράφουν σωστά τις πληροφορίες που συγκεντρώνουν, αν απλά αντιγράφουν τις σημειώσεις των συμμαθητών τους ή προχωρούν σε κριτική επιλογή των πληροφοριών που τους μεταφέρουν. Ακόμη μελετούμε επιλεγμένα μέρη των βιντεοσκοπημένων διδασκαλιών έτσι ώστε να πάρουμε πληροφορίες τόσο για τη συμμετοχή και συνεργασία των μαθητών π.χ. αν οι μαθητές συνεργάζονται ομαλά σε κάθε «ομάδα σύνθεσης», όσο και για το χρόνο διάρκειας της συζήτησης των «ομάδων σύνθεσης» και της συζήτησης στην τάξη.
Ως μονάδα καταγραφής (ΜΚ) ορίστηκε το εκάστοτε λεκτικό σύνολο στις απαντήσεις ενός μαθητή, το οποίο αναφέρεται σε συγκεκριμένη ιδιότητα των υλικών, όπως το χρώμα τους, τη θερμική τους αγωγιμότητα, το σημείο τήξης, κ.λπ. (Robson, 2007:420). Παρουσιάζουμε αντιπροσωπευτικό παράδειγμα, με την αναγνώριση των ΜΚ στην περίπτωση του χαλκού:
«ΜΚ1: [*Ο καθαρός χαλκός είναι ένα κοκκινωπό μέταλλο*], ΜΚ2: [*στερεό σε θερμοκρασία δωματίου*], ΜΚ3: [*έχει καλή αγωγιμότητα*], ΜΚ4: [*λιώνει στους 1084.62^oC*]».

Αποτελέσματα

Φύλλα εργασίας 1, 2

Τα ΦΕΡ 1 και 2 έχουν την ίδια δομή αλλά διαφορετικό περιεχόμενο ανάλογο με το περιεχόμενο της 1ης και 2ης χρονικής περιόδου (βλ παραπάνω). Στον πίνακα 2 φαίνεται ο αριθμός των ΜΚ των απαντήσεων των μαθητών για τη 3η δραστηριότητα των ΦΕΡ την οποία εκτελούν στην «ομάδα σύνθεσης». Συγκεκριμένα ζητείται: (α) για το ΦΕΡ 1 να γράψουν τις ιδιότητες του χαλκού, των πλαστικών, των ημιαγωγών, της οπτικής ίνας και (β) για το ΦΕΡ 2, να γράψουν τις πληροφορίες που συγκέντρωσαν, για τους μονωτές, αγωγούς, ημιαγωγούς, τους αντιστάτες, τη δίοδο, το τρανζίστορ, το θερμίστορ και το φωτοαντιστάτη, μετά την πειραματική διερεύνηση της ηλεκτρικής τους αγωγιμότητας.

Πίνακας 2: Αριθμός των μονάδων καταγραφής στην 3η δραστηριότητα των ΦΕΡ 1 & 2

3η Δραστηριότητα: «Ομάδα σύνθεσης»		
Αριθμός ΜΚ	**Αριθμός μαθητών στο ΦΕΡ 1**	**Αριθμός μαθητών στο ΦΕΡ 2**
5-8	8	0
9-12	16	20
13-16	5	9

Από τον πίνακα 2, παρατηρούμε ότι ο αριθμός των ΜΚ είναι υψηλός, κυμαίνεται από 5 έως 16. Ο μεγαλύτερος αριθμός των ΜΚ στο ΦΕΡ 2 οφείλεται στο γεγονός ότι οι ερωτήσεις είναι περισσότερες από το ΦΕΡ 1. Όλοι οι μαθητές γράφουν στη σχετική δραστηριότητα και οι αναλύσεις των 2 βιντεοσκοπημένων διδασκαλιών επιβεβαιώνουν το ενδιαφέρον που δείχνουν για να μοιραστούν με τους «συνεργάτες-συμμαθητές» τους, τις πληροφορίες που συγκέντρωσαν από τις προηγούμενες δραστηριότητες. Αξιοσημείωτο είναι επίσης το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκε κανένα πρόβλημα συνεργασίας μεταξύ των μαθητών της ίδιας «ομάδας σύνθεσης» αν και υπήρχαν περιπτώσεις μαθητών που για πρώτη φορά συνεργαζόταν σε ένα τέτοιο ΟΠΜ.
Ωστόσο, η ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών αναδεικνύει ότι οι σημειώσεις που κρατούν έχουν σχεδόν την ίδια φραστική διατύπωση με εκείνη των συμμαθητών που τους δίνουν τις πληροφορίες. Παραθέτουμε 2 αντιπροσωπευτικές «φωτοαντιγραφικές» διατυπώσεις διαφορετικών μαθητών-ακροατών από το ΦΕΡ 1 που αφορούν τους ημιαγωγούς: ΜΚ1:[*Σχήμα τυχαίο*], ΜΚ2:[*τα χρώματα είναι πορτοκαλί, πράσινο, χρυσό, και καφέ*]. ΜΚ2:[*Μέγεθος είναι 0.9cm, διάμετρος 0.7cm*] και ΜΚ3:[*3 ακροδέκτες*].

ΜΚ1:[*Τα σχήματά τους είναι τυχαία*], ΜΚ2:[*χρώματα: πορτοκαλί, πράσινο, χρυσό, και καφέ*]. ΜΚ3:[*μέγεθος είναι 0.9cm, διάμετρος 0.7cm] και ΜΚ4:[τρεις ακροδέκτες*].
Σε όλες τις «ομάδες σύνθεσης» και στα δύο ΦΕΡ, όλοι οι μαθητές παρουσιάζουν την ίδια διατύπωση με αυτή των υπολοίπων της ομάδας τους. Διαπιστώνουμε επομένως, ότι οι μαθητές υλοποιούν μια παραδοσιακή μετάδοση πληροφοριών από τον έναν στον άλλον και δεν φαίνεται να προχωρούν σε κριτική ανάγνωση, συζήτηση και γραφή.
Όσον αφορά την 4η δραστηριότητα, αναπτύσσεται συζήτηση στην τάξη, στην οποία οι μαθητές καλούνται εθελοντικά να γράψουν συμπληρωματικές πληροφορίες:
«*Πληροφορίες από τους/τις συμμαθητές των υπολοίπων ομάδων. Παρακάτω μπορείτε να γράψετε ό,τι σας φάνηκε ενδιαφέρον από τη συνολική τελική συζήτηση και τις πιθανές απορίες σας*».
Παρατηρούμε (πίνακας 3) ότι ένας σημαντικός αριθμός μαθητών (17 στο ΦΕΡ 1 και 15 στο ΦΕΡ 2 από τους 29) δεν γράφει καμία σημείωση καθώς αναπτύσσεται η συζήτηση στην τάξη. Οι υπόλοιποι συμπληρώνουν τις σημειώσεις τους με πληροφορίες που αφορούν 1 ή 2 ή 3 υλικά ή τεχνολογικά προϊόντα. Παραθέτουμε σημείωση με αναφορά σε 2 υλικά:
«***Χαλκός:*** *Χαράζεται εύκολα, σωλήνες, καλώδια, μαγειρικά είδη. Ορυκτός χαλκός, τον μετατρέπουμε σε ελάσματα, φτιάχνονται προϊόντα και μετά ανακυκλώνονται.* ***Πλαστικό:*** *Έχει διάφορα χρώματα, μπορούμε να τον χαράξουμε. Τα πλαστικά, κάποια καρφώνονται ενώ*

κάποια όχι. Αν το ζεστάνουμε θερμαίνεται και λιώνει. Η επεξεργασία πετρελαίου λέγεται διύλιση».

Πίνακας 3: Κατηγορίες απαντήσεων για την 4η δραστηριότητα στα ΦΕΡ 1 & 2

4η Δραστηριότητα: Συζήτηση στην τάξη			
ΦΕΡ 1		**ΦΕΡ 2**	
Κατηγορία απαντήσεων	**Συχνότητα**	**Κατηγορία απαντήσεων**	**Συχνότητα**
Καμία σημείωση	17	Καμία σημείωση	15
Σημείωση για 1 υλικό	3	Σημείωση για 1 υλικό/τεχνολογικό προϊόν	5
Σημείωση για 2 ή 3 υλικά	8	Σημείωση για 2 ή 3 υλικά/ τεχνολογικά προϊόντα	4
Σημείωση με ασαφές περιεχόμενο	1	Σημείωση με ασαφές περιεχόμενο	5

Το γεγονός αυτός είναι αξιοσημείωτο γιατί η συζήτηση στην τάξη διήρκησε περίπου 8 και 17 λεπτά για την 1η και 2η χρονική περίοδο αντιστοίχως˙ και στις δύο περιόδους, η εκπαιδευτικός υπενθύμισε στους μαθητές ότι μπορούν να κρατάνε συμπληρωματικές σημειώσεις.

Φύλλο εργασίας 3

Το 3ο ΦΕΡ περιλαμβάνει 5 δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές είτε καθοδηγούνται να συγκεντρώσουν πληροφορίες για τον ΟΤΕ π.χ. «Με ποιον τρόπο ο ΟΤΕ στήριξε τους παραολυμπιακούς αγώνες της Αθήνας το 2004;», είτε καλούνται να θέσουν τα δικά τους ερωτήματα (βλ. πίνακα 4). Οι μαθητές εργάζονται στην «ομάδα σύνθεσης» για να συμπληρώσουν τις δραστηριότητες 1-5. Στον πίνακα 4, ενδεικτικά, φαίνεται ο αριθμός των μαθητών που διατύπωσε ερωτήσεις στις δραστηριότητες 2, 4, 5.

Πίνακας 4: Αριθμός μαθητών που διατυπώνουν ερωτήσεις στο ΦΕΡ 3

Δραστηριότητες Δ2 & Δ4 Θα ενδιαφερόσουν να ρωτήσεις κατά την επίσκεψή σου στον ΟΤΕ για κάποιο άλλο σχετικό θέμα με αυτά που διάβασες; Αν ναι, γράψε την ερώτησή σου.	Αριθμός μαθητών
Δ2: Η κοινωνική προσφορά στον αθλητισμό	5
Δ4: Γενικότερα θέματα σχετικά με τον ΟΤΕ π.χ. τις ειδικότητες των επαγγελματιών που εργάζονται στον ΟΤΕ	14
Δραστηριότητα 5 Συζητήστε στην ομάδα σας για τις ερωτήσεις που έγραψε ο καθένας και η καθεμιά στο φύλλο εργασίας. Γράψε 3-4 ερωτήσεις τις οποίες τελικά θα θέσετε ως ομάδα στους εργαζόμενους του ΟΤΕ.	25

Παρατηρούμε ότι: (α) ο αριθμός των μαθητών που διατυπώνουν έστω και μία ερώτηση είναι περιορισμένος, π.χ. μόνο 5 άτομα σημειώνουν μια ερώτηση για την κοινωνική προσφορά στον ΟΤΕ, στη δραστηριότητα Δ2. Παραθέτουμε 2 ερωτήσεις, για τη Δ2 και Δ4 αντίστοιχα:
Δ2: «*Γιατί στηρίξατε αυτούς τους αθλητές και όχι το σύνολο των αθλητών μας;*»
Δ4: «*Πώς γίνεται η αναγνώριση κλήσεων;*»
(β) στη δραστηριότητα 5, οι περισσότεροι μαθητές (25 άτομα) σημειώνουν τις ερωτήσεις που θα θέσουν στον ΟΤΕ. Η ποιοτική ανάλυση των ερωτήσεων δείχνει ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές γράφουν τις ερωτήσεις των συμμαθητών τους που ανήκουν στην ίδια «ομάδα σύνθεσης». Αντιπροσωπευτικά παραθέτουμε έναν αριθμό ερωτήσεων της 4ης ομάδας:

Δ5: «*1. Με τι υλικό κάνουν τη συγκόλληση της οπτικής ίνας; 2. Ποια είναι τα είδη των επαγγελμάτων και των σπουδών των εργαζομένων σας και επίσης ποιος είναι ο τρόπος με τον οποίο εργάζεστε εδώ στον ΟΤΕ; 3. Πόσα άτομα απασχολεί ο ΟΤΕ στην Ελλάδα;*»
Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι αφενός οι μαθητές δυσκολεύονται να διατυπώσουν ερωτήσεις που θα τις απευθύνουν σε ειδικούς επαγγελματίες εκτός του σχολικού περιβάλλοντος. Αφετέρου, το 2^{ο} αποτέλεσμα σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα αποτελέσματα των 2 πρώτων φύλλων εργασίας, τεκμηριώνει τη διαπίστωση ότι οι «φωτοαντιγραφικές» διατυπώσεις είναι κυρίαρχες στο συγκεκριμένο δείγμα μαθητών.

Συμπεράσματα

Τα πρώτα αποτελέσματα που πρόεκυψαν από την εφαρμογή των δύο στοιχείων του ΟΠΜ σε ΔΜΣ διερευνητικού χαρακτήρα σηματοδοτούν τα ακόλουθα συμπεράσματα:
(α) Παρόλο που η «ομάδα σύνθεσης» είναι ένα καινοτομικό στοιχείο του ΟΠΜ, η υψηλή συμμετοχή των μαθητών στις δραστηριότητες των 3 ΦΕΡ αποτελεί θετικό δείκτη της εφαρμοσιμότητάς της. Αποδίδουμε την επιτυχή εφαρμογή της στη στενή συνεργασία που αναπτύχθηκε ανάμεσα στην καθηγήτρια φυσικής και την ερευνητική ομάδα με σκοπό να οργανωθούν οι «ομάδες σύνθεσης».
β) Ωστόσο, η συζήτηση μεταξύ των μαθητών στην «ομάδα σύνθεσης» δεν έχει χαρακτηριστικά κριτικής γραφής αλλά εκείνα της παραδοσιακής μετάδοσης πληροφοριών. Επιπλέον παρουσιάζουν περιορισμένες δυνατότητες να διατυπώσουν τις δικές τους ερωτήσεις στην επίσκεψη του ΟΤΕ. Αυτό συνεπάγεται ότι ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου στοιχείου του ΟΠΜ χρειάζεται πρόσθετη ερευνητική ανάλυση.
(γ) Τέλος, ο περιορισμένος αριθμός των συμπληρωματικών απαντήσεων κατά τη διάρκεια της συζήτησης στην τάξη, μπορεί να έχει πολλαπλές ερμηνείες. Από τη μια, ίσως οι περισσότεροι μαθητές να καλύφθηκαν από την εργασία που διεξήχθη στην «ομάδα σύνθεσης», ή να κουράστηκαν, εφόσον η συζήτηση υλοποιείται στο τέλος των περιόδων. Από την άλλη, η συμμετοχή του κάθε μαθητή στη συζήτηση της τάξης και η ταυτόχρονη καταγραφή σημειώσεων από μέρους του μπορεί να είναι μια δύσκολη διεργασία.

Βιβλιογραφία

Besson, U., Borghi, L., De Ambrossis, A. & Mascheretti, P. (2009). A Three-Dimensional Approach and Open Source Structure for the Design and Experimentation of Teaching-Learning Sequences: The case of friction. International Journal of Science Education, 1-25, iFirst Article.

Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. Educational Researcher, 32(1), 9-13.

Design-Based Research Collective, (2003). Design-Based Research: An emerging paradigm for educational inquiry. Educational Researcher, 32(1), 5-8.

Edelson, D.C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. The Journal of the Learning Sciences, 11, 105 – 121.

Fazio, C., Guastella, I., Sperandeo-Mineo, R., M., Tarantino, G. (2008). Modelling Mechanical Wave Propagation: Guidelines and experimentation of a teaching–learning sequence. International Journal of Science Education, 30 (11), pp. 1491–1530

Kalle, J. (2005). Towards Primary School Physics Teaching and Learning. Design Research Approach. Academic Dissertation, University of Helsinki, Faculty of Behavioural Sciences, Department of applied sciences of education. ISSN 1795-2158.

Kariotoglou, P., Psillos, D., Tselfes, V. (2003). Modelling the evolution of Teaching – Learning Sequences: from discovery to constructivism. In D. Psillos et al. (eds), Science Education Research in the Knowledge-based Society, 259-268, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Lavonen, J. & Meisalo, V. (2002). Research-based design of learning materials for technology-oriented science education. Themes in Education, 3, 107 – 131.

Méheut, M. & Psillos, D. (2004). Teaching-Learning sequences: aims and tools for science education research. International Journal of Science Education, 26(5), 515-535.

Psillos, D. Tselfes, V., Kariotoglou, P. (2004). An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching-learning sequences: the case of fluids. International Journal of Science Education, 26(5), 555-578.

Rea-Ramirez, M., A., Clement, J., Núñez-Oviedo, M. C. (2008). An Instructional Model Derived from Model Concstruction and Critisism Theory. In J.Clement & M. Rea-Ramirez (Eds), Model Based Learning and Instruction in Science, 23-43, Springer.

Robson, C. (2007). Η έρευνα του πραγματικού κόσμου. Εκδόσεις GUTENBERG.

Taber, K., S. (2009). Progressing Science Education. Springer.

Tiberghien, A., Vince, J., Gaidoz, P. (2009). Design-Based Research: Case of a teaching sequence on mechanics. International Journal of Science Education, 31(15), 2275-2314.

Συνεδρία 9: Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για το ορατό φως

Κώτσης Κωνσταντίνος και Κοτσίνας Γεώργιος
ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, kkotsis@cc.uoi.gr
1ο ΓΕΛ. Ηγουμενίτσας, ekfethesp@sch.gr

Περίληψη
Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας κατά την οποία διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των Εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, σχετικά με ορατό φως που κατά κύριο λόγο καλούνται να διδάξουν στις τελευταίες τάξεις Ε΄ & ΣΤ΄ Δημοτικού Σχολείου. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το Φθινόπωρο του 2009, και έλαβαν μέρος εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης των τεσσάρων Νομών της Περιφέρειας Ηπείρου. Τα αποτελέσματα της έρευνας, έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης διατηρούν εσφαλμένες αντιλήψεις στο γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής και πιο συγκεκριμένα εκφράζουν διαφορετικές προσεγγίσεις σε θέματα οπτικής που είναι διδακτέα ύλη του Δημοτικού Σχολείου. Μάλιστα μερικές αντιλήψεις τους είναι παρόμοιες με αυτές των μαθητών.

Abstract
This paper presents the results of a research that investigated the perceptions of primary school teachers on the visible light that is required to teach to last classes in the Primary School. The survey was conducted in autumn 2009 and attended to the primary school teachers of the four prefectures of Epirus Region. The survey results showed that primary school teachers hold misconceptions in the scientific field of physics and more specifically reflect different approaches to optical is the curriculum of primary school. These misconceptions are similar to those of students, according to the bibliography.

Εισαγωγή
Συστηματικές έρευνες γίνονται τα τελευταία χρόνια που σχετίζονται με τις γνώσεις των εκπαιδευτικών, ποια είναι η φύση τους, ποιος είναι ο τρόπος που οικοδομούνται και επανοικοδομούνται και πώς αυτές επηρεάζουν τη διδακτική πράξη. Ειδικά στον χώρο των Φυσικών Επιστημών η έρευνα πάνω στις ιδέες των μαθητών, που κυριαρχούσε την περασμένη δεκαετία, φαίνεται να οδηγεί και να επηρεάζει την έρευνα πάνω στις ιδέες και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών (Cochran & Jones 1998). Υποστηρίζεται μάλιστα ότι πολλές διορθωτικές αλλαγές που επιχειρήθηκαν κατά το παρελθόν στην εκπαίδευση, αποτύγχαναν, διότι δεν λαμβάνονταν υπόψη οι υπάρχουσες γνώσεις και πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών (Van Driel κ.ά. 2001, Μολοχίδης 2005).
Μερικοί από τους λόγους, που οι εκπαιδευτικοί έχουν μια επιφανειακή γνώση και άποψη σε αντίθεση με την επιστημονική, είναι (Pardhan & Bano 2001), ο τρόπος που έχουν διδαχτεί, τα διδακτικά βιβλία, διαισθητικές/άμεσες παρατηρήσεις γεγονότων της καθημερινής ζωής, η χρήση των όρων στην καθημερινή γλώσσα (ενέργεια, δύναμη, ηλεκτρισμός) και η έλλειψη

συναφών απτών και εννοιολογικών εμπειριών ώστε να συνδεθούν με αφαιρέσεις για να κατασκευαστούν εννοιολογικά σχήματα (Novak 2004).
Ο Arons (1992), έχει κατ' επανάληψη διαπιστώσει, τόσο ερευνητικά, όσο και σαν αποτέλεσμα της πολύχρονης εμπειρίας του στην εκπαίδευση και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών ότι οι εκπαιδευτικοί είχαν κατανοήσει ελάχιστα τις έννοιες και την ύλη που επρόκειτο να διδάξουν. Η ανάπτυξη των εννοιών στη σκέψη των εκπαιδευτικών ήταν σχεδόν στο ίδιο επίπεδο με των μαθητών τους οποίους έπρεπε να διδάξουν. Θεωρεί επίσης ότι αυτό το γεγονός αποτελεί και μια από τις σημαντικότερες αιτίες που φιλόδοξα προγράμματα σπουδών και νέα εκπαιδευτικά υλικά απέτυχαν κατά την εφαρμογή τους. Θα πρέπει ακόμα να επισημανθεί ότι εμπόδιο δεν αποτελούν μόνο οι αντιλήψεις του διδάσκοντα για το περιεχόμενο των εννοιών, αλλά και οι απόψεις του για το ρόλο των πρότερων αντιλήψεων των μαθητών τους (Σπύρτου κ.ά., 1995).
Ο εκπαιδευτικός είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχία ή την αποτυχία της διδασκαλίας. Βασική προϋπόθεση είναι η επαρκής γνώση του αντικειμένου. Για να μπορέσει ο εκπαιδευτικός να απαντήσει σε ερωτήσεις και άλλες απορίες των μαθητών του, να απλοποιήσει σύνθετες έννοιες, να παρουσιάσει με εναλλακτικό τρόπο κάτι που δυσκολεύονται να κατανοήσουν οι μαθητές , πρέπει ο ίδιος να κατέχει ουσιαστικά και πολυδιάστατα το αντικείμενο διδασκαλίας. Εκτός των άλλων η επιστημονική επάρκεια δίνει στον εκπαιδευτικό την απαραίτητη αυτοπεποίθηση, που συχνά οδηγεί και σε επιτυχή διδασκαλία. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να αισθάνεται την ασφάλεια ότι κατέχει ουσιαστικά το αντικείμενο που διδάσκει, ότι είναι σε θέση να απαντήσει ικανοποιητικά στις ερωτήσεις των μαθητών, απλοποιώντας τις έννοιες χωρίς όμως να αλλοιώνει τη λογική τους (Frensham 2001). Η πληρότητα της επιστημονικής κατάρτισης δίνει στον εκπαιδευτικό την αυτοπεποίθηση που είναι απαραίτητη για τη διδασκαλία (Harlen 2000).
Η παρούσα εργασία στοχεύει να συμβάλλει σ' αυτό ακριβώς το πεδίο. Επικεντρώνεται στη διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών σε έννοιες της Φυσικής που περιέχονται στα σχολικά βιβλία Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού Σχολείου δηλαδή στο αναλυτικό πρόγραμμα της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Οι έννοιες που εξετάζονται προέρχονται από το χώρο της Οπτικής και ειδικά στο ορατό φως.
Οι (Palacios et al. 1989) καταγράφουν τις απόψεις φοιτητών παιδαγωγικών τμημάτων στην Ισπανία για μια σειρά οπτικών φαινομένων, πριν και μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας της Οπτικής. Από τα αποτελέσματα της έρευνας οι συγγραφείς διαπιστώνουν ότι σημαντικά ποσοστά των υποκειμένων εξακολουθούν να διατηρούν τις εναλλακτικές τους ιδέες, καθώς θεωρούν ότι: α) η ταχύτητα του φωτός εξαρτάται από την ταχύτητα της πηγής από την οποία εκπέμπεται β) τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάθλασης εξελίσσονται σε κάθε περίπτωση ανεξάρτητα γ) οι επίπεδοι καθρέφτες είναι τέλειοι ανακλαστήρες και δημιουργούν πραγματικά είδωλα δ) οι φακοί αυξάνουν την ενέργεια του φωτός, αποτελούν δηλαδή γεννήτριες φωτεινής ενέργειας και θερμότητας ε) τα οπτικά πρίσματα έχουν αποκλειστικά τριγωνικό σχήμα και αναλύουν το φως οποιουδήποτε καθαρού φασματικού χρώματος.
Η F. Chauvet (1994 & 1996), αφού καταγράφει μέσω ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων τις αντιλήψεις πρωτοετών σπουδαστών της σχολής Καλών Τεχνών στη Γαλλία για τη φύση και την προέλευση των χρωμάτων, σχεδιάζει και πραγματοποιεί, στο πλαίσιο μιας εποικοδομητικής προσέγγισης, μια σειρά πειραματικών δραστηριοτήτων με στόχο την κατανόηση α) της εξάρτησης του χρώματος των ετερόφωτων σωμάτων από το χρώμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (απορρόφηση - επανεκπομπή) β) των αποτελεσμάτων της σύνθεσης φωτεινών ακτινοβολιών διαφορετικού χρώματος (προσθετική - αφαιρετική ανάμειξη) γ) τη διαφοροποίηση της χρωματικής σύνθεσης φωτεινών ακτινοβολιών και χρωστικών ουσιών. Τα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα της παρέμβασης, οδηγούν την ερευνήτρια σε προτάσεις εφαρμογής ανάλογων δραστηριοτήτων στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Οι Colin & Viennot (2001) στη μελέτη τους: « *Χρησιμοποιώντας δύο μοντέλα σε οπτική: δυσκολίες Φοιτητών και προτάσεις διδασκαλίας* » επισημαίνουν αφενός μεν τη δυσκολία των μαθητών και φοιτητών να προσδιορίζουν τη πορεία των ακτίνων όταν πέφτουν σε μια διαχωριστική επιφάνεια διαφανών μέσων, αφετέρου το μικρό αριθμό εργασιών που είναι διαθέσιμες σε σχέση με τη διδασκαλία της διάθλασης και τη χρήση μοντέλων.
Σε έρευνα όπως αναφέρει ο Φύττας (2010) που πραγματοποιήθηκε σε φοιτητές φυσικής και εκπαιδευτικούς φυσικής με τη βοήθεια ανοικτών ερωτήσεων, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές, φοιτητές και εκπαιδευτικοί έχουν τις ίδιες αντιλήψεις για τη διάθλαση και ότι δυσκολεύονται να εφαρμόσουν τις αρχές της στα διάφορα οπτικά φαινόμενα. Χρήσιμες διδακτικές προτάσεις έχουν γίνει πρόσφατα για φοιτητές ΠΤΔΕ (Μίχας και Γιαμουσάκης 2009) για την διδασκαλία εννοιών της οπτικής.

Έρευνα και Αποτελέσματα

Στα ερωτηματολόγια σχεδιάστηκαν κατάλληλες ερωτήσεις που αφορούσαν έννοιες της Φυσικής που διαπραγματεύονται τα σχολικά εγχειρίδια της Ε & ΣΤ τάξης του Δημοτικού.
Η παρούσα εργασία αυτή παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης που διδάσκουν σε σχολεία στους τέσσερις Νομούς της Περιφέρειας Ηπείρου.
Ο πληθυσμός της έρευνας είναι 102 εκπαιδευτικοί. Όσον αφορά το φύλο, το 51% αποτελούνταν από γυναίκες και το 49% από άνδρες. Χρόνια υπηρεσίας: από 1-10 έτη το 32,4%,από 11-15 το 24,5%, από 16-20 έτη το 11,8%, από 21-25 το16,8% και πάνω από 25 έτη το 14,5%. Η δειγματοληπτική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η απλή τυχαία δειγματοληψία. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου και η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS.
Οι ερωτήσεις που τέθηκαν στους εκπαιδευτικούς είναι συνδεδεμένες, ως επί το πλείστον, με απλά φαινόμενα και καταστάσεις της καθημερινής ζωής και όχι ερωτήσεις με τις οποίες θα γινόταν στείρος έλεγχος των γνώσεων των εκπαιδευτικών. Στην πρώτη ερώτηση διερευνάται η αντίληψη των εκπαιδευτικών για το φαινόμενο της σκέδασης της ορατής ακτινοβολίας από τα μόρια της ατμόσφαιρας, ενώ με την δεύτερη ερώτηση αν τα διαφορετικά μήκη κύματος που αποτελούν το λευκό φως, υφίστανται διαφορετικές εκτροπές από το πρίσμα . Σε επόμενη ερώτηση διερευνάται η αντίληψη των εκπαιδευτικών για την διάθλαση, κατ' ουσία για την διάδοση της ακτινοβολίας σε διαφορετικά υλικά με διαφορετική ταχύτητα. Στις υπόλοιπες ερωτήσεις εξετάζεται η άποψη που έχουν οι εκπαιδευτικοί για τα χρώματα των σωμάτων και αν τα συνδέουν με την ακτινοβολία που κάθε φορά φωτίζονται.
Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται ανά ενότητα με τη μορφή ραβδογραμμάτων με τις απαντήσεις των φοιτητών. Για κάθε ερώτηση γίνεται ανάλυση και σχολιασμός των απαντήσεων:
Ακολούθως διερευνώνται οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σε θέματα Οπτικής. Στην πρώτη ερώτηση διερευνάται το φαινόμενο της σκέδασης του λευκού φωτός:
ΕΡΩΤΗΣΗ 1: Όταν ο Νηλ Άρμστρονγκ, ο πρώτος άνθρωπος που πάτησε την επιφάνεια της Σελήνης, έστρεψε το βλέμμα του προς τα πάνω αντίκρισε ένα μαύρο ουρανό σε αντίθεση με τον καταγάλανο της Γης. Αυτό συμβαίνει γιατί:

Σχήμα 1: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 1.

Ένα πολύ μεγάλο ποσοστό 83,2% των εκπαιδευτικών (σχήμα 1) απαντά σωστά ότι ο μαύρος ουρανός της Σελήνης οφείλεται στην έλλειψη ατμόσφαιρας ενώ το 15,8 % θεωρεί ότι η έλλειψη ωκεανών έχει σαν αποτέλεσμα το μαύρο του ουρανού. Προφανώς συγχέουν το φαινόμενο της σκέδασης της ορατής ακτινοβολίας του ηλιακού φωτός από τα μόρια των αερίων της Γήινης ατμόσφαιρας. Από τις ακτίνες του ορατού φωτός περισσότερο σκεδάζονται εκείνες που αντιστοιχούν στο ιώδες χρώμα και ακολουθούν διαδοχικά ακτίνες που αντιστοιχούν στα υπόλοιπα χρώματα του φάσματος. Το φως γαλάζιου χρώματος σκεδάζεται λιγότερο από εκείνο του ιώδους όμως τα μάτια μας είναι περισσότερο ευαίσθητα στο γαλάζιο παρά στο ιώδες και γι' αυτό ο ουρανός μας φαίνεται γαλάζιος. Αντί αυτής της ερμηνείας θεωρούν ότι το μπλε του ουρανού οφείλεται στο φαινόμενο της ανάκλασης ,στα νερά των ωκεανών.

Στην ερώτηση (2) διερευνάται τα φαινόμενο του διασκεδασμού του λευκού φωτός.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2: Το λευκό φως σε κάθε του διάθλαση αναλύεται :

Σχήμα 2: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 2

Με βάση τις απαντήσεις (σχ. 2) το 73,5 % των εκπαιδευτικών πιστεύει πως το λευκό φως σε κάθε διάθλαση του αναλύεται ενώ το 26,5% πιστεύει το αντίθετο.

Οι Anderson & Smith (1982), στα πλαίσια της ίδιας έρευνας , διαπιστώνουν ότι τα περισσότερα παιδιά αντιλαμβάνονται το λευκό φως ως απουσία χρώματος και όχι ως συνδυασμό άλλων χρωμάτων.

Το επόμενο ερώτημα διερευνά το φαινόμενο της διάθλασης:

ΕΡΩΤΗΣΗ 3: «Το μονοχρωματικό φως προερχόμενο από τον αέρα όταν πέφτει σε τζάμι διαθλάται, διαδίδεται στο γυαλί με μικρότερη ταχύτητα και στη συνέχεια διαθλάται και πάλι και ταξιδεύει στον αέρα…»

Σχήμα 3: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 3.

Το 75% των εκπαιδευτικών (σχήμα 3) συμφωνεί πως το μονοχρωματικό φως στην διαδρομή του από τον αέρα στο γυαλί διαθλάται και κινείται με μικρότερη ταχύτητα ενώ το 25% των ερωτηθέντων διαφωνεί, διότι δεν έχουν κατανοήσει οι εκπαιδευτικοί την αρχή του ελαχίστου χρόνου, σύμφωνα με την οποία το φως κατά την διάδοσή του από ένα υλικό σε άλλο και στο δεύτερο υλικό η ταχύτητα του είναι διαφορετική απ΄ ότι είναι στο πρώτο, τότε ο χρόνος διάδοσης δεν εξαρτάται μόνο από το μήκος της διαδρομής αλλά και από την ταχύτητα. Σε αυτή την περίπτωση το φως δεν διαδίδεται ευθύγραμμα, ακολουθεί τεθλασμένη πορεία διανύοντας μεγαλύτερη διαδρομή στο υλικό όπου η ταχύτητα του είναι μεγαλύτερη, ώστε να φθάσει στον προορισμό του στον ελάχιστο χρόνο.
Οι επόμενες ερωτήσεις αναδεικνύουν τη δυσκολία των εκπαιδευτικών να αντιληφθούν πως εμφανίζονται τα χρώματα των σωμάτων:
ΕΡΩΤΗΣΗ 4: Η παπαρούνα δείχνει κόκκινη μόνο όταν το φως που πέφτει πάνω της είναι λευκό ή κόκκινο**:**

Σχήμα 4: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 4.

Ένα ποσοστό 57,7% των εκπαιδευτικών (σχήμα 4) απαντά σωστά ότι όταν πέσει λευκό ή κόκκινο φως στην παπαρούνα θα δείχνει κόκκινη όμως ένα πολύ μεγάλο ποσοστό 42,3 % διαφωνεί .
Στην προκειμένη περίπτωση η παπαρούνα ως αδιαφανές σώμα απορροφά όλες τις φωτεινές ακτίνες όλων των χρωμάτων και ανακλά μόνο αυτές που αντιστοιχούν στο κόκκινο χρώμα και γι' αυτό φαίνονται κόκκινες. Επίσης η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών θεωρεί ότι το χρώμα είναι δεσμευμένο στα σώματα και ότι το φως απλώς μας βοηθά να το διακρίνουμε. Θεωρούν, δηλαδή, ότι με τα μάτια μας βλέπουμε το χρώμα ενός αντικειμένου και όχι το χρώμα του ανακλώμενου φωτός (Δέδες 2005).
Στο ίδιο γνωστικό πεδίο, ο C. Prat (1989), σε έρευνά του με μαθητές 12-15 ετών στη Γαλλία σχετικά με τη φύση των χρωμάτων και τη σχέση τους με το φως, διαπιστώνει σαφείς ομοιότητες μεταξύ των παραστάσεων των μαθητών και των πρώιμων ιστορικών μοντέλων, καθώς και στα δύο πεδία εστίασης του ερευνητικού ενδιαφέροντος:
α) τα χρώματα γίνονται αντιληπτά ως ιδιότητες των σωμάτων,
β) ο ρόλος που αποδίδεται στο φως σε ό,τι αφορά την αισθητηριακή αντίληψη των χρωμάτων, είναι αυτός ενός «οχήματος μεταφοράς» τους από τα αντικείμενα στο μάτι εν

είδει ρευστής ουσίας (μιας ουσίας την οποία ο συγγραφέας αποκαλεί «φωτογόνο» κατ' αναλογία με το αντίστοιχο «θερμογόνο» από την περιοχή των φαινομένων της διάδοσης της θερμότητας.
Στην ίδια ενότητα τίθεται το ερώτημα αν:
ΕΡΩΤΗΣΗ 5: Το λεμόνι όταν πέφτει πάνω του λευκό φως δείχνει κίτρινο διότι η επιφάνειά του απορροφά το κίτρινο που περιέχεται στο λευκό φως:

Σχήμα 5: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 5.

Οι εκπαιδευτικοί όπως φαίνεται στο (σχ.5) συμφωνούν σε ποσοστό 56,1% πως στο λεμόνι όταν πέφτει πάνω του λευκό φως δείχνει κίτρινο γιατί απορροφά το κίτρινο που περιέχεται στο φως που είναι λάθος. Ενώ απαντούν σωστά το 43,9 %. Γιατί το χρώμα όπως προαναφέραμε καθορίζεται από τις ακτίνες του χρώματος που ανακλώνται.
ΕΡΩΤΗΣΗ 6: Στο λευκό φως, μία ντομάτα φαίνεται κόκκινη ενώ μία πιπεριά φαίνεται πράσινη. Αν τις φωτίσουμε με μονοχρωματικό πράσινο φως, κύκλωσε ποιο από τα παρακάτω συμβαίνει:

Σχήμα 6: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 6**.**

Από την κατανομή των απαντήσεων που παρουσιάζονται στο (σχ.6) σωστά απαντά το 63% των ερωτηθέντων ότι αν φωτίσουμε με πράσινο φως η ντομάτα θα φαίνεται μαύρη και η πιπεριά πράσινη. Το 10 % προβλέπει ότι η ντομάτα θα φαίνεται κόκκινη και η πιπεριά μαύρη, 6 % θεωρεί πως η ντομάτα θα φαίνεται μαύρη και η πιπεριά κόκκινη και τέλος το 21% Η ντομάτα θα φαίνεται μαύρη και η πιπεριά μαύρη. Οι εκπαιδευτικοί δηλαδή θεωρούν ότι το χρώμα είναι δεσμευμένο στα σώματα και ότι το φως απλώς μας βοηθά να το διακρίνουμε.

Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώνεται ότι οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν εσφαλμένες αντιλήψεις ως προς θέματα που καλούνται να διαχειριστούν στη σχολική τάξη. Η άποψη του Hashweh (1987) ότι πολλές από τις εσφαλμένες αντιλήψεις που έχουν διαπιστωθεί σε μαθητές, ίσως προέρχονται από αντίστοιχες εσφαλμένες αντιλήψεις εκπαιδευτικών τους, μάλλον ενισχύεται από τα ευρήματα της παρούσας έρευνας.

Πιο συγκεκριμένα ένα μέρος των εκπαιδευτικών δεν αντιλαμβάνονται το φαινόμενο της σκέδασης του ηλιακού φωτός από τα μόρια της ατμόσφαιρας και δεν συνδέουν την έλλειψη ατμόσφαιρας στη σελήνη με τον μαύρο ουρανό. Ακόμη δεν λαμβάνουν υπ' όψη ότι, το λευκό φως είναι μίγμα όλων των χρωμάτων και λόγω του φαινομένου του διασκεδασμού, το κάθε χρώμα εκτρέπεται σε διαφορετική γωνία κατά την διάθλαση και όταν το σχήμα του σώματος που προσπίπτει επιτρέπει το διαχωρισμό τους, τότε το κύμα / φως αναλύεται στις διάφορες συχνότητες / χρώματά του.

Επίσης θεωρούν ότι το φως απλώς μας βοηθά να διακρίνουμε τα σώματα και ότι το χρώμα είναι δεσμευμένο στα σώματα και ότι με τα μάτια μας βλέπουμε το χρώμα ενός αντικειμένου όχι το χρώμα του ανακλώμενου φωτός, το χρώμα δηλαδή είναι ιδιότητα των σωμάτων.

Τέλος αρκετοί εκπαιδευτικοί δεν έχουν κατανοήσει την αιτία που προκαλεί τη διάθλαση του φωτός που δεν είναι άλλη από την μεταβολή της ταχύτητας του φωτός όταν περνάει από ένα μέσο σε ένα άλλο, η οποία ερμηνεύεται με την αρχή του ελαχίστου χρόνου. Ανάλογες ιδέες έχουν καταγραφεί και σε φοιτητές (Καλπία και Μίχας 2002).

Για τις εσφαλμένες αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σε φαινόμενα Οπτικής (διάδοση φωτός σε οπτικά μέσα, χρώμα σωμάτων) έχουμε να παρατηρήσουμε ότι χρειάζεται επιμορφωτική παρέμβαση η οποία να έχει ως στόχο οι εκπαιδευτικοί να είναι σε θέση να επιχειρηματολογούν και να ερμηνεύουν τα φαινόμενα Οπτικής με βάση την αλληλεπίδραση της φωτεινής ακτινοβολίας με την ύλη (κβαντική θεωρία) αλλά και με τα μοντέλα για το φως. Συγκεκριμένα αυτό των ακτίνων και το κυματικό μοντέλο αρχικά και το σωματιδιακό και το μοντέλο των φωτονίων στην συνέχεια (Knight 2006). Το σωματιδιακό μοντέλο χρησιμοποιείται για την εξήγηση συγκεκριμένων φαινομένων, όπως η μεταφορά ενέργειας ή το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Με το κυματικό μοντέλο προσεγγίζουν φαινόμενα, όπως η διάδοση του φωτός στο κενό, η αλλαγή ταχύτητας διάδοσης στα διάφορα υλικά μέσα ή οι αλληλεπιδράσεις με την ύλη. Συχνά όμως τα μοντέλα αυτά τίθενται υπό αμφισβήτηση και υπερκαλύπτονται από την παράσταση των φωτεινών ακτίνων η οποία τους είναι περισσότερο οικεία, τόσο στο επίπεδο της αντίληψης, όσο και στο επίπεδο της διδασκαλίας. (Δέδες 2005).

Διδακτικός στόχος της παρέμβασης δηλαδή, θα είναι η κατανόηση α) του φαινόμενου χρώματος των σωμάτων όταν φωτίζονται από λευκό φως β) της εξάρτησης του χρώματος των ετερόφωτων σωμάτων από το χρώμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (απορρόφηση - επανεκπομπή) γ) των αποτελεσμάτων της σύνθεσης φωτεινών ακτινοβολιών διαφορετικού χρώματος (προσθετική - αφαιρετική ανάμειξη) δ) της διαφοροποίησης της χρωματικής σύνθεσης φωτεινών ακτινοβολιών και χρωστικών ουσιών και των αποτελεσμάτων της αφαιρετικής ανάμειξης μονοχρωματικών ακτινοβολιών και ε) του φαινομένου της ανάκλασης και της διάθλασης που εξελίσσονται σε κάθε περίπτωση συγχρόνως.

Αποτέλεσμα αυτών θα είναι οι εκπαιδευτικοί να αντιλαμβάνονται το λευκό φως ως συνδυασμό άλλων χρωμάτων και όχι ως ένα χρώμα. Επίσης να θεωρούν ότι το φως απλώς μας βοηθά να διακρίνουμε τα σώματα και όχι ότι το χρώμα είναι δεσμευμένο στα σώματα. Να θεωρούν, δηλαδή, ότι με τα μάτια μας δεν βλέπουμε το χρώμα ενός αντικειμένου αλλά το χρώμα του ανακλώμενου φωτός. Επίσης να ερμηνεύουν ότι το χρώμα ενός αδιαφανούς σώματος καθορίζεται από το χρώμα που αντιστοιχεί στις φωτεινές ακτίνες που αυτό ανακλά, (τα αδιαφανή σώματα δηλαδή απορροφούν ένα μέρος των φωτεινών ακτίνων που πέφτουν

πάνω τους), ενώ ανακλούν το υπόλοιπο. Ενώ αντίθετα ενός διαφανούς καθορίζεται από το χρώμα που αντιστοιχεί στις φωτεινές ακτίνες των οποίων επιτρέπει τη διέλευση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Arons, A. (1992). Οδηγός Διδασκαλίας Φυσικής. Τροχαλία, Αθήνα.

Δέδες, Χ. (2005) Διδακτορική διατριβή Η χρήση μοντέλων από την Ιστορία της Επιστήμης για την ανίχνευση και το μετασχηματισμό βιωματικών νοητικών παραστάσεων των μαθητών στο πεδίο της Οπτικής Τ.Ε.Ε.Α.Π.Η Πάτρα

Καλπία,Β., Μίχας, Π. (2002). Ιδέες και δυσκολίες των φοιτητών σε θέματα διάθλασης του φωτός. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, Ρέθυμνο, 290-297.

Μίχας, Π. και Γιαμουσάκης, Τ. (2009). Διδασκαλία σε φοιτητές ΠΤΔΕ για κύματα δύο διαστάσεων με εφαρμογή στη γεωμετρική οπτική. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση «Οι Πολλαπλές Προσεγγίσεις της Διδασκαλίας και της Μάθησης των Φυσικών Επιστημών» , Φλώρινα, 555-562.

Μολοχίδης, Α. 2005. Ανάπτυξη Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς για την Αυτοεπιμόρφωση των Εκπαιδευτικών σε Φαινόμενα και Έννοιες των Ρευστών. Διδακτορική Διατριβή. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη

Σπύρτου, Α., Κουμαράς, Π., & Ψύλλος, (1995). Μια εποικοδομητική στρατηγική για την εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών. Σύγχρονη Εκπαίδευση, 78, 73-85.

Φύττας Γεώργιος (2010).Σχεδιασμός υλοποίηση διδακτικής παρέμβασης για την διάθλαση του φωτός σε υπολογισυικό περιβάλλον. Διπλωματική Εργασία. Τ.Ε.Ε.Α.Π.Η. Πάτρα.

Andersson, C. W., Smith, E. L. (1982). Student's conceptions of light, color and seeing. In Proceedings of the Annual convention of the National Association for Research in Science Teaching, Fontana,

Chauvet, F. (1994). Un instrument pour évaluer un état conceptuel: exemple du concept de couleur. Didaskalia. 8, 61-77.

Chauvet, F. (1996). Teaching Colour: designing and evaluation of a sequence. European Journal of Teacher Education, 19(2), 121-136.

Cochran, K., Jones, L. (1998). The Subject Matter Knowledge of Preservice Science Teachers. International Handbook of Science Education, B.J. Fraser and K.G. Tobin (eds), Kluwer Academmic Publishers, Great Britain, 707-718

Colin, P & Viennot, L. 2001. Using two models in optics: Students' difficulties and suggestions for teaching, *Physics Education Research, American Journal of Physics Sup*. 69 (7) S36-S44.

Dahl, J., Anderson, S. & Limbarkin, J. (2004). Digging into Earth Science: Alternative conceptions held by K-12 teachers, διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο hrrp://newton .bhsu.edu/eps/dahletal2004v2.pdf

Driver, R., Squires, A., Rushworth P. & Wood-Robinson V. 1998, Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, Ελλ. Εκδ. Τυπωθήτω / Δαρδάνος

Fensham, Peter, J. (2001). Science content as problematic - issues for research. In Behrendt, H., Dahncke, H., Duit, R., Graeber, Research in Science Education – Past, Present, and Future, 27–41

Harlen Wynne (2000). (3rd Ed.), The teaching of science in Primary Schools, David Fulton Publishers, London

Hashweh M., (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics, Teaching and Teacher Education, 3(2), 109-120

Knight, R. (2006). Πέντε Εύκολα Μαθήματα. Στρατηγικές για την Επιτυχή Διδασκαλία της Φυσικής. Διαυλος, Αθήνα.

Novak, J. (2004). The theory underlying concept maps and how to constructthem. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο http://anap.coginst.uwf.edu/info

Palacios, F. P., Cazorla, F. N., Cervantes, A. (1989). Misconceptions on geometric optics and their association with relevant educational variables. International Journal of Science Education, 11(3), 273-286

Pardhan, H. & Bano, Y. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct-currents, International Journal of Science Education, 23 (3), 301-317

Prat, C. (1989). Conceptions des élèves de collège sur la lumiere et les phénomènes de couleur. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 710, 97-113.

Van Driel J. H., Beijaard D, & Verloop N. (2001), Professional development and reform in science education: the role of teachers' practical knowledge, Journal of Research in Science Teaching, 38(2), 137-158.

Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σε έννοιες της θερμότητας

Κοτσίνας Γεώργιος, Κώτσης Κωνσταντίνος
1ο ΓΕΛ Ηγουμενίτσας, ekfethesp@sch.gr
ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, kkotsis@cc.uoi.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ
Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας κατά την οποία διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των Εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, σχετικά με έννοιες της θερμότητας που καλούνται να διδάξουν στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το Φθινόπωρο του 2009, και έλαβαν μέρος εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης των τεσσάρων Νομών της Περιφέρειας Ηπείρου. Τα αποτελέσματα της έρευνας, έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί διατηρούν εσφαλμένες αντιλήψεις στο γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής που είναι διδακτέα ύλη του Δημοτικού Σχολείου. Συγκεκριμένα οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης εκφράζουν διαφορετικές προσεγγίσεις στο πεδίο των θερμικών φαινομένων. Μάλιστα μερικές αντιλήψεις τους είναι παρόμοιες με αυτές των μαθητών.

Abstract
This paper presents the results of α research where investigated the perceptions of primary school teachers on the concepts of heat that are required to teach in elementary school. The survey was conducted in autumn 2009 and attended to the primary school teachers of the four prefectures of Epirus Region. The survey results showed that teachers hold misconceptions in this area of physics. Specifically, teachers in primary education reflect different approaches in the field of thermal phenomena. These misconceptions are similar to those of students according to the bibliography.

Εισαγωγή

Ένα σημαντικό ερευνητικό ρεύμα στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε) ενδιαφέρεται για τις γνώσεις των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φ.Ε και ειδικότερα για τις γνώσεις τους πάνω στο επιστημονικό περιεχόμενο καθώς και για τις αντιλήψεις τους για τη διδασκαλία και τη μάθηση των Φ.Ε (Σπύρτου,Α. 2002, De Jong 2003). Εξ άλλου οι γνώσεις που έχουν οι εκπαιδευτικοί για το υπό διαπραγμάτευση γνωστικό αντικείμενο διαμορφώνουν τη διδασκαλία τους και επηρεάζουν την αυτό-εκτίμησή τους (Kallery & Psillos 2001). Έτσι πιθανές εσφαλμένες αντιλήψεις που έχουν στο γνωστικό αντικείμενο θα επηρεάσουν αρνητικά την προσπάθεια προσέγγισης της επιστημονικής γνώσης κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας του γνωστικού αντικειμένου που διδάσκουν.
Η παρούσα εργασία στοχεύει να συμβάλλει σ' αυτό ακριβώς το πεδίο. Επικεντρώνεται στη διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών σε έννοιες της Φυσικής που περιέχονται στα σχολικά βιβλία της Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού Σχολείου. Οι έννοιες που εξετάζονται προέρχονται από το πεδίο των Θερμικών Φαινομένων.

Διάφοροι ερευνητές έχουν διαπιστώσει ότι οι εκπαιδευτικοί της Α/βάθμιας εκπαίδευσης έχουν αρνητική στάση απέναντι στις Φ.Ε., και εξαιτίας της αρνητικής τους στάσης είτε δε διδάσκουν καθόλου τα μαθήματα των Φ.Ε., είτε τα διδάσκουν πρόχειρα και βαρετά, ώστε το όφελος για τους μαθητές τους να είναι ελάχιστο (Purkey and Smith 1983). Επιπρόσθετα, η συμπεριφορά και στάση του εκπαιδευτικού ως προς το μάθημα των Φ.Ε. επηρεάζει ειδικότερα το μάθημα της Φυσικής (Westerback 1982, Harlen 1985).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε (Κώτσης κ,ά. 2008) έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας έχουν γενικά μια σειρά προοπτικών κατά μήκος της μη-επιστημονικής έως επιστημονικής συνεχείας της εννοιολογικής κατανόησης. Συνηθέστερα, αναμιγνύουν τις επιστημονικές και μη επιστημονικές ιδέες για να δημιουργήσουν τη δική τους κοσμοθεωρία και τα μοντέλα τους για τα φυσικά φαινόμενα. Αυτές οι εναλλακτικές ιδέες και τα μικτά διανοητικά πρότυπα έχουν προσδιοριστεί σε μια σειρά θεμάτων στη βιολογία, τη χημεία και τη φυσική (Dahl et al., 2004). Ακόμη διάφορες μελέτες έχουν δείξει (Pardhan & Bano 2001) ότι και οι ενήλικες έχουν εναλλακτικές ιδέες, όπως έχουν και τα παιδιά.

Μια βασική αιτία της δυσκολίας των εκπαιδευτικών να αποδεχτούν τις εποικοδομητικές θέσεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση φαίνεται να είναι η περιορισμένη γνώση που έχουν κυρίως οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ως προς το επιστημονικό περιεχόμενο. Όταν έχουν ανεπαρκή γνώση του επιστημονικού περιεχομένου που πρόκειται να διδάξουν, δεν διδάσκουν με ενθουσιασμό και αυτοπεποίθηση, δεν νιώθουν ικανοί να υλοποιήσουν δραστηριότητες καινοτομικού χαρακτήρα (De Jong et al. 1998, Χαλκιά 1999β). Αδυνατούν να καταλάβουν τις δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές στην εκμάθηση ενός συγκεκριμένου περιεχόμενου, αδυνατούν ν' αξιολογήσουν τη σημασία μιας πειραματικής δραστηριότητας και να τη χειριστούν σωστά (Mc Dermott 1990).

Συγκεκριμένα οι εκπαιδευτικοί έχουν εσφαλμένες αντιλήψεις στο πεδίο των θερμικών φαινομένων. Έχει καταγραφεί (Καρανίκας 1996) η χρήση της έννοιας «θερμοκρασία» αντί της έννοιας «θερμότητα» σε φοιτητές Παιδαγωγικού Τμήματος. Έτσι υφίσταται η άποψη ότι η θερμοκρασία είναι κάτι που ανταλλάσσεται, μεταφέρεται ή αναμειγνύεται. Η θερμότητα θεωρείται μεν μια μορφή ενέργειας αλλά μπορεί να αποθηκευτεί (και όχι να μετασχηματιστεί), έχει δηλαδή ιδιότητες ουσίας. Τα παραπάνω αποτελούν μια έμμεση αποδοχή του «θερμικού ρευστού» που απαντάται κατά κόρον σε μικρές ηλικίες (Ραβάνης 1988, Driver et al. 1998). Επίσης οι (Σκουμιός, Μ. & Χατζηνικήτα, Β. 2004). διαπιστώνουν σε έρευνά τους ότι οι μαθητές, σε μεγάλο ποσοστό, χρησιμοποιούν αδιαφοροποίητα τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας. Επί πλέον αντιλαμβάνονται τη θερμότητα και το ψύχος ως δύο ανεξάρτητες οντότητες (ουσίες) οι οποίες μεταφέρονται από σώμα σε σώμα. Ακόμη οι μαθητές θεωρούν, ότι η θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, εξαρτάται από το μέγεθός του, και όχι από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του (Καρανίκας 1996).

Εσφαλμένες αντιλήψεις έχουν οι μαθητές, από την καθημερινή τους εμπειρία, ότι όταν φορούν αρκετά ρούχα, τότε ζεσταίνονται (Boohan 1996, Stylianidou 1997). Θεωρούν τα μάλλινα ως αντικείμενα που δημιουργούν θερμότητα και όχι ότι απλά επιβραδύνουν τη ροή θερμότητας που εκπέμπεται από τα σώματά τους (Newell & Ross 1996).

Για να ερμηνεύσουν οι μαθητές το γεγονός ότι άλλη θερμοκρασία αισθάνονται πως έχουν τα μεταλλικά και άλλη τα πλαστικά υλικά όταν τα αγγίζουν με το χέρι τους, υιοθετούν συνήθως την άποψη ότι τα μέταλλα δέχονται ή απελευθερώνουν την θερμότητα ευκολότερα από άλλα υλικά. Επίσης υποστηρίζουν ότι τα μεταλλικά μέρη ενός ποδηλάτου είναι πιο κρύα από τα πλαστικά του μέρη, γιατί θεωρούν ότι το μέταλλο προσελκύει ή απορροφά το κρύο. Επίσης τα παιδιά θεωρούν ότι η θερμότητα οδεύει πάντοτε από το αντικείμενο προς το χέρι κι όχι αντίθετα (Κόκοτας κ.ά. 2001). Θεωρούν ακόμη ότι οι μονωτές παράγουν θερμότητα και οι αγωγοί έλκουν θερμότητα σε θερμό περιβάλλον και ψύχος σε ψυχρό περιβάλλον (Kesidou & Duit 1993, Harrison et al. 1999)

Οι μαθητές πιστεύουν ακόμη ότι η θερμοκρασία του νερού που βράζει, ανεβαίνει όταν αυξήσουμε απότομα την ποσότητα θερμότητας (φλόγα) ή συνεχίζουμε να το θερμαίνουμε για μερικά λεπτά ακόμα (Anderson 1979, Ραβάνης 1988). Μεγάλο μέρος της σύγχυσης προέρχεται από την αντίληψη των παιδιών ότι η θερμοκρασία και η θερμότητα είναι το ίδιο πράγμα και έτσι καταλήγουν να λένε πως αν αυξήσεις το ποσό της θερμότητας, θα αυξηθεί και η θερμοκρασία (R. Driver et al., 1998). Το σημείο βρασμού του νερού εξαρτάται από την ποσότητα του νερού που θερμαίνεται, δηλ. μεγαλύτερη ποσότητα νερού θα βράσει σε μεγαλύτερη θερμοκρασία και το αντίστροφο (Anderson, 1979).

Έρευνα και Αποτελέσματα

Στα ερωτηματολόγια σχεδιάστηκαν κατάλληλες ερωτήσεις που αφορούσαν έννοιες της Φυσικής που διαπραγματεύονται τα σχολικά εγχειρίδια της Ε & ΣΤ τάξης του Δημοτικού.
Η παρούσα εργασία αυτή παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης που διδάσκουν σε σχολεία στους τέσσερις Νομούς της Περιφέρειας Ηπείρου. Ο πληθυσμός της έρευνας είναι 102 εκπαιδευτικοί. Όσον αφορά το φύλο, το 51% αποτελούνταν από γυναίκες και το 49% από άνδρες. Χρόνια υπηρεσίας: από 1-10 έτη το 32,4%,από 11-15 το 24,5%, από 16-20 έτη το 11,8%, από 21-25 το16,8% και πάνω από 25 έτη το 14,5%. Η δειγματοληπτική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η απλή τυχαία δειγματοληψία. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου και η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS.
Οι ερωτήσεις που τέθηκαν στους εκπαιδευτικούς είναι συνδεδεμένες, ως επί το πλείστον, με απλά φαινόμενα και καταστάσεις της καθημερινής ζωής και όχι ερωτήσεις με τις οποίες θα γινόταν στείρος έλεγχος των γνώσεων των εκπαιδευτικών. Πιο συγκεκριμένα στην ερώτηση 1 διερευνάται αν η θερμοκρασία είναι εντατικό η εκτατικό μέγεθος. Στις ερωτήσεις 2 και 3 αν οι εκπαιδευτικοί συγχέουν την θερμότητα και την θερμική ενέργεια (Knight 2006). Στην ερώτηση 4 διερευνάται η διάδοση θερμότητας δια μέσου μονωτικού υλικού. Στις ερωτήσεις 5και 6 διερευνάται τι συμβαίνει σε ένα σύστημα όταν μεταφέρεται ενέργεια μέσου της θερμότητας. Η πιο συνηθισμένη απάντηση των εκπαιδευομένων είναι η αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ μπορεί να είναι και η αλλαγή φάσης (Knight 2006). Στην 7η ερώτηση διερευνάται η διάδοση της θερμότητας σε διαφορετικά υλικά με αγωγή. Τέλος στη 8η ερώτηση διερευνάται η αντίληψη των εκπαιδευτικών για ύπαρξη δύο διαφορετικών οντοτήτων, της θερμότητας και του ψύχους.
Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται ανά ενότητα με τη μορφή ραβδογραμμάτων με τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών. Για κάθε ερώτηση γίνεται ανάλυση, σχολιασμός των απαντήσεων και παρουσίαση των ανάλογων αντιλήψεων των μαθητών.
ΕΡΩΤΗΣΗ 1: «Η θερμοκρασία ενός σώματος δεν εξαρτάται από τη μάζα του…»
Στην παραπάνω ερώτηση το 73,5% των εκπαιδευτικών (σχήμα 1) απαντά ότι η θερμοκρασία δεν εξαρτάται από τη μάζα του σώματος καθ' ότι η θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από την μέση κινητική ενέργεια των δομικών λίθων, δηλαδή με την κινητική ενέργεια κάθε δομικού λίθου.

Σχήμα 1 : Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 1

Ενώ ένα ποσοστό 26,5% επιλέγει την απάντηση ότι εξαρτάται η θερμοκρασία από την μάζα. Η άποψη αυτή είναι πιθανόν να συνδέεται με την αντίληψη των εκπαιδευτικών, ότι η θερμοκρασία είναι μέτρο της ποσότητας της θερμότητας/ψύχους που έχει ένα σώμα. Έτσι, στο πλαίσιο μιας τέτοιας σύνδεσης, τα μεγαλύτερα σώματα μπορούν να περιέχουν περισσότερη θερμότητα (ή ψύχος) και συνεπώς μπορούν να έχουν υψηλότερη (ή χαμηλότερη) θερμοκρασία. Οι εκπαιδευτικοί δηλαδή θεωρούν τη θερμοκρασία ως εκτατικό μέγεθος μάλλον, παρά ως εντατικό.

Στο επόμενο ερώτημα διερευνάται η σχέση θερμοκρασίας, θερμικής ενέργειας.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2: «Ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας είναι δυνατόν να περικλείει περισσότερη θερμική ενέργεια από ένα άλλο υψηλότερης….» οι απαντήσεις παρουσιάζονται στο σχήμα 2.

Σχήμα 2 : Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτησης 2

Σε αυτή την ερώτηση μόνο το 35,1% των εκπαιδευτικών (σχήμα 2) απαντά σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο ότι είναι δυνατόν το σώμα με την χαμηλότερη θερμοκρασία να έχει περισσότερη θερμική ενέργεια αρκεί η μάζα του να είναι μεγαλύτερη από το σώμα που έχει υψηλότερη θερμοκρασία. Ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των εκπαιδευτικών 64,9% έχει την άποψη ότι η προηγούμενη πρόταση είναι λάθος, προφανώς λόγω της παρανόησης πως η μεγάλη θερμική ενέργεια αντιστοιχεί σε μεγάλη θερμοκρασία.

Στο παρακάτω ερώτημα διερευνάται πως μεταφέρεται η θερμότητα ως εξής:

ΕΡΩΤΗΣΗ 3: «Η θερμότητα μεταφέρεται πάντοτε από ένα σώμα μεγαλύτερης θερμικής ενέργειας προς ένα σώμα μικρότερης …»

Ένα ποσοστό 85,1% δίνει την σωστή απάντηση (σχ.3) ότι δηλαδή η θερμότητα δεν μεταφέρεται πάντοτε από το σώμα με την μεγαλύτερη θερμική ενέργεια σε σώμα μικρότερης θερμικής ενέργειας. Ενώ αντίθετα ένα μικρό ποσοστό 14,9% απαντά ότι αυτό συμβαίνει πάντα.

Σχήμα 3: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτησης 3.

Στην συνέχεια αναδεικνύεται η δυσκολία των εκπαιδευτικών να αντιληφθούν ορθά τι σημαίνει ότι ένα υλικό είναι καλός αγωγός της θερμότητας και τι είναι μονωτής; Το ερώτημα έχει ως εξής:

ΕΡΩΤΗΣΗ 4: «Ένα κομμάτι πάγου λιώνει πιο εύκολα όταν το τυλίγουμε με μάλλινο ύφασμα απ' ότι αν το αφήσουμε ξεσκέπαστο…»

Σχήμα 4: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 4

Μόνο το 59,8 % απαντά σωστά (σχήμα 4) ότι δηλαδή το κομμάτι πάγου λιώνει πιο δύσκολα όταν περιβάλλεται από μάλλινο ύφασμα. Το 40,2% των εκπαιδευτικών πιστεύει ότι το κομμάτι πάγου λιώνει πιο εύκολα. Η σχέση θερμότητας – θερμοκρασίας ερευνάται στην επόμενη ερώτηση:

ΕΡΩΤΗΣΗ 5: «Κατά τη διάρκεια που το νερό μετατρέπεται σε πάγο, η θερμοκρασία του νερού μειώνεται συνεχώς….»

Σχήμα 5: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτησης 5

Οι εκπαιδευτικοί σε ποσοστό 68 % απαντούν σωστά (σχ.5) ότι η θερμοκρασία του νερού δεν μειώνεται συνεχώς κατά την διάρκεια της πήξης του. Σε ποσοστό 32 % πιστεύουν το αντίθετο.

Στην συνέχεια ερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών πάνω στην έννοια της αλλαγής φάσης.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6: «Αν κατά τη διάρκεια του βρασμού μιας ποσότητας νερού αυξήσουμε το ρυθμό με τον οποίο προσφέρουμε θερμότητα, η θερμοκρασία του νερού….»

Σχήμα 6: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 6

Όπως φαίνεται από το σχήμα 6, οι εκπαιδευτικοί απαντούν σωστά σε ποσοστό 73,5 % ότι κατά την διάρκεια του βρασμού ακόμη και αν αυξήσουμε τον ρυθμό παροχής θερμότητας η θερμοκρασία του βρασμού παραμένει σταθερή. Ένα ποσοστό 24,5% έχει την άποψη ότι θα αυξηθεί γιατί κατά την γνώμη μας δεν λαμβάνουν υπ' όψη ότι κατά τη διάρκεια του βρασμού, η προσφερόμενη ενέργεια (θερμότητα) δεν αυξάνει την κινητική ενέργεια των μορίων (η θερμοκρασία παραμένει σταθερή), αλλά οδηγεί σε αύξηση της δυναμικής τους ενέργειας (σπάνε οι δεσμοί μεταξύ των μορίων). Δηλαδή, κατά τη διάρκεια του βρασμού το νερό μεταβαίνει σε κατάσταση υψηλότερης ενέργειας (αλλαγή φάσης).

Ακολούθως η έρευνα επικεντρώθηκε στους τρόπους διάδοσης της θερμότητας:

ΕΡΩΤΗΣΗ 7: « Ένα τραπέζι αποτελείται από ξύλινη επιφάνεια και μεταλλικά πόδια. Όταν ακουμπήσετε το ένα χέρι σας στην επιφάνεια του τραπεζιού και το άλλο σε ένα από τα πόδια του θα αισθανθείτε την ξύλινη επιφάνεια πιο ζεστή από το μεταλλικό πόδι. Αυτό συμβαίνει διότι….»

Σχήμα 7: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 7

Από την κατανομή των απαντήσεων που παρουσιάζονται στο (σχ. 7) βλέπουμε το ποσοστό των εκπαιδευτικών που δίνει την επιστημονικά ορθή εξήγηση ότι δηλαδή το μέταλλο σαν καλύτερος αγωγός από το ξύλο άγει τη θερμότητα πολύ γρηγορότερα απ' αυτό αλλά έχει την ίδια θερμοκρασία με το ξύλο ανέρχεται σε 65 %. Ένα ποσοστό 20 % έχει την άποψη ότι το μέταλλο και το ξύλο έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες.

Οι εκπαιδευτικοί κατ΄ ουσία πιστεύουν ότι οι τελικές θερμοκρασίες των σωμάτων εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά των σωμάτων, όπως είναι η σύσταση - το πλέον σύνηθες - το μέγεθος και η πυκνότητα τους. Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, θεωρούν ότι, ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, η θερμότητα εισέρχεται ή φεύγει από αυτά, άλλες φορές πιο εύκολα και άλλες πιο δύσκολα. Έτσι η εξίσωση των θερμοκρασιών είναι μια ενδιάμεση κατάσταση, και όχι η τελική, η οποία θα εξαρτηθεί από χαρακτηριστικά των σωμάτων. Θεωρούν, δηλαδή, ότι διαφορετικές αισθήσεις σημαίνουν απαραίτητα διαφορετικές θερμοκρασίες. Ενώ σε ποσοστό 14% θεωρεί ότι το ξύλο αποθηκεύει θερμότητα. Η αντίληψη αυτή πηγάζει από το γεγονός ότι η θερμότητα είναι μια ποσότητα που περιέχεται στα σώματα, θεωρείται δηλαδή «συνάρτηση κατάστασης». Έχουν ενστερνισθεί την καλορική άποψη για τη θερμότητα (Καρανίκας 1996). Θεωρούν τη θερμότητα ως ξεχωριστό είδος ενέργειας, η οποία ενυπάρχει στα σώματα.

Η ερώτηση 8 διερευνά τη μεταφορά θερμότητας:
ΕΡΩΤΗΣΗ 8: «Όταν ανοίξουμε την πόρτα του ψυγείου μας, τότε….»

Σχήμα 8: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών στην ερώτηση 8

Από τις απαντήσεις που αποτυπώνονται στο (σχ.8) προκύπτει ένα ποσοστό 65,7% των εκπαιδευτικών που έχει τη επιστημονική άποψη ότι ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου μεταφέρεται θερμότητα από το χώρο της κουζίνας στο ψυγείο. Αλλά ένα εντυπωσιακό ποσοστό 34,3% θεωρεί ότι μεταφέρεται ψύχος από το ψυγείο στην κουζίνα.
Η αντίληψη των εκπαιδευτικών για την ύπαρξη δύο διαφορετικών οντοτήτων, της θερμότητας και του ψύχους, παρουσιάζει κοινά στοιχεία με την αντίληψη των Ιώνων φιλοσόφων, του Αριστοτέλη και των Φυσικών του 13ου μ.Χ (πχ. Crosseteste) έως και του 17ου μ.Χ αιώνα (Πειραματιστές) για το «θερμό» και το «ψυχρό» (Wiser & Carey 1983). Στις διάφορες εξηγήσεις τους για τα θερμικά φαινόμενα, ήταν φανερή η χρήση δύο διαφορετικών οντοτήτων

Συμπεράσματα

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων αναδεικνύει ότι οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν εναλλακτικές αντιλήψεις ως προς τις γνώσεις που καλούνται να διαχειριστούν στη σχολική τάξη. Οι αντιλήψεις αυτές εμφανίζονται να είναι αρκετές και επηρεάζουν αρνητικά τη διαδικασία της μάθησης. Η άποψη του (Hashweh, 1987) ότι πολλές από τις εσφαλμένες αντιλήψεις που έχουν διαπιστωθεί σε μαθητές, ίσως προέρχονται από αντίστοιχες εσφαλμένες αντιλήψεις δασκάλων τους, μάλλον ενισχύεται από τα ευρήματα της παρούσας έρευνας.
Ειδικότερα στο ζήτημα της εξάρτησης της θερμοκρασίας από το μέγεθος του σώματος, οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν οικοδομήσει την αντίληψη ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα το οποίο βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με ένα περιβάλλον σταθερής θερμοκρασίας καθορίζεται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός και όχι από ορισμένα χαρακτηριστικά του.
Επίσης μέρος των εκπαιδευτικών συνδέουν τη θερμοκρασία ενός σώματος αποκλειστικά με την αίσθηση που έχουν όταν αγγίζουν αυτό το σώμα. Δεν έχουν διαμορφώσει την αντίληψη ότι η θερμοκρασία ενός σώματος μπορεί να προσδιοριστεί αντικειμενικά μόνο με τη βοήθεια του θερμομέτρου και όχι με την αφή. Ακόμη ένα φυσικό μέγεθος είναι δυνατόν να εξαρτάται από περισσότερα του ενός φυσικά μεγέθη και έτσι η αίσθηση του θερμού ή του ψυχρού συνδέεται όχι μόνο με τη θερμοκρασία του σώματος αλλά και με τη σύστασή του (θερμική αγωγιμότητά), τη θερμοκρασία των χεριών και την έκταση της επιφάνειας επαφής.
Ακόμη κάποιοι εκπαιδευτικοί συνδέουν την θερμοκρασία με την θερμότητα και όχι με τη θερμική ενέργεια.
Οι εκπαιδευτικοί επίσης συνδέουν τη διάδοση της θερμότητας με το ίδιο το σώμα , θεωρούν ως αιτία διάδοσης της θερμότητας (ή του ψύχους) τη θερμική κατάσταση ενός

μεμονωμένου σώματος. Γι' αυτούς, το θερμό σώμα, εξαιτίας της θερμικής του κατάστασης (επειδή δηλαδή είναι θερμό), θερμαίνει. Αντίστοιχα, το ψυχρό σώμα, εξαιτίας της θερμικής του κατάστασης (επειδή είναι ψυχρό), ψύχει. Το περιβάλλον του σώματος και πιο συγκεκριμένα η θερμική του κατάσταση, δεν λαμβάνεται υπόψη προκειμένου να καθορίσουν την αιτία διάδοσης της θερμότητας. Επίσης, στις εξηγήσεις που δίνουν για διάφορα φαινόμενα, εμπλέκουν δράσεις και όχι αλληλεπιδράσεις. Ένα σώμα είναι ενεργητικός παράγοντας και δίνει θερμότητα ή ψύχος προς ένα άλλο σώμα που δέχεται παθητικά τη δράση του πρώτου σώματος. Για την «μετάβαση» λοιπόν, από το εμπόδιο αυτό προς τον στόχο, σε ό,τι αφορά το ζήτημα της αιτίας ροής της θερμότητας, είναι αναγκαίο να εξετάζονται το σύστημα«σώμα-περιβάλλον και ειδικότερα η σχέση των τιμών των θερμοκρασιών του σώματος και του περιβάλλοντός του. Είναι απαραίτητο, λοιπόν, οι εκπαιδευτικοί να μεταβάλουν την εστίαση τους από την απλή δράση μιας οντότητας (της θερμότητας ή του ψύχους), σε μια σχέση διαφοράς τιμών ενός φυσικού μεγέθους (διαφορά θερμοκρασιών) η οποία τείνει προς εξάλειψη (εξίσωση θερμοκρασιών). Αυτός ο τρόπος συλλογισμού παραπέμπει σε αυτό που η Grotzer (2003) αποκαλεί «σχετικιστική αιτιότητα». Μια σχέση διαφοράς μεταξύ των τιμών μιας μεταβλητής (όπως υψηλότερη και χαμηλότερη θερμοκρασία) είναι υπεύθυνη για ένα αποτέλεσμα (όπως η διάδοση θερμότητας από ένα σώμα σε ένα άλλο σώμα) (Σκουμιός κ.ά. 2006).

Με βάση τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, διαπιστώνεται ότι, οι εσφαλμένες αντιλήψεις των εκπαιδευτικών στην κατανόηση και στην ερμηνεία των θερμικών φαινομένων δεν γίνεται με βάση τον μικρόκοσμο. Το πρότυπο του μικρόκοσμου, περιλαμβάνει στοιχειώδη και μη σωματίδια, τις αλληλεπιδράσεις τους, καθώς επίσης και την ενέργεια ως θεμελιώδη έννοια και προσεγγίζει δε τα φυσικά φαινόμενα μέσω της σωματιδιακής δομής της ύλης και της συμπεριφοράς των σωματιδίων. Το πρότυπο αυτό αποτελεί μια εκπαιδευτική προσαρμογή του μοντέλου της σωματιδιακής δομής της ύλης (Ιμβριώτη, Δ. και Καλκάνης, Γ. 2007) με σκοπό να εξυπηρετηθεί η περιγραφή και ερμηνεία ενός συνόλου φυσικών φαινομένων που εντάσσονται στο αναλυτικό πρόγραμμα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Είναι προφανές επομένως, ότι οι βασικές σπουδές ενός εκπαιδευτικού δεν επαρκούν για να καλύψουν το εύρος και τη διάρκεια της μετέπειτα επαγγελματικής του πορείας. Συνεπώς, η άποψη των (Jarvis et al. 2003), ότι η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών θα πρέπει να είναι συνεχής και μακροχρόνια, φαίνεται να αποτελεί μια ρεαλιστική πρόταση για μια πιθανή πορεία βελτίωσης αυτής της κατάστασης.

Βιβλιογραφία

Βλάχος, Ι. (2004). Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες-Η πρόταση της Εποικοδόμησης. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Ιμβριώτη, Δ., Καλκάνης, Γ. (2007). Το Πρότυπο του Μικρόκοσμου στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση 5° Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φ.Ε. και Ν.Τ. στην Εκπαίδευση Ιωάννινα 2007.

Καρανίκας, Ι. (1996). Μελέτη των προβλημάτων της διδασκαλίας των θερμικών φαινομένων.. Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή, Π. Τ. Δ. Ε, του Ε. Κ. Π. Αθηνών.

Knight, R. (2006). Πέντε Εύκολα Μαθήματα. Στρατηγικές για την Επιτυχή Διδασκαλία της Φυσικής. Δίαυλος, Αθήνα

Κόκκοτας, Ριζάκη, Χαβιάρης, Χατζή (2000).Φυσικές Επιστήμες Ε'&ΣΤ Δημοτικού. Ο.Ε.Δ.Β.

Κώτσης, Κ., Γιώτη, Κ., Αθανασίου, Ε. (2008). Ποιες έννοιες της Φυσικής θεωρούνται δυσνόητες από τους Εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης- Έρευνα και Πράξη, 26, 20-27

Ραβάνης, Κ., (1988), Μεταβολές Καταστάσεων και Θερμική Ισορροπία. Προβλήματα κατανόησης και γνωστικά εμπόδια παιδιών 11-12 ετών, Σύγχρονη Εκπαίδευση, 39, 83-89.

Σκουμιός, Μ. & Χατζηνικήτα, Β. (2002). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα και θερμοκρασία, Επιθεώρηση Φυσικής, 31, 58-71.

Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2006). Συμβολή και όρια της γνωστικής σύγκρουσης στη διδακτική επεξεργασία εμποδίων των μαθητών: η περίπτωση της σύνδεσης της θερμοκρασίας ενός σώματος με την αίσθηση του θερμού/ψυχρού. Στο: Ε. Σταυρίδου (Επιμ.), Πρακτικά 3ου πανελλήνιου συνεδρίου της ένωσης για τη διδακτική των φυσικών επιστημών: «Διδακτική φυσικών επιστημών: μέθοδοι και τεχνολογίες μάθησης» (σελ. 571-578). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών
Σπύρτου, Ά. (2002), Μελέτη εποικοδομητικής στρατηγικής για την εκπαίδευση των δασκάλων στις Φυσικές Επιστήμες. Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή, ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
Χαλκιά, Κ. (1999). Στάσεις των Ελλήνων εκπαιδευτικών της Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης ως προς τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής. Σύγχρονη Εκπαίδευση, 106, 47-56.

Andersson, B. (1979). Some aspects of children's understanding of boiling point. Proceedings of an International Seminar on Cognitive Development Research in Science and Mathematics. Leeds, University of Leeds.
Boohan (1996). 'Exploring hot and cold with temperature sensitive film', School Science Review, 77, No 281, 91-92.
Dahl, J., Anderson, S. & Limbarkin, J., (2004). Digging into Earth Science: Alternative conceptions held by K-12 teachers, διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο hrrp://newton.bhsu.edu/eps/dahletal2004v2.pdf
De Jong O., Korthagen F. & Wubbels T., (1998). Learning from practice in teacher education. Teachers and Teaching 4(1), 47-64.
De Jong Onno (2003). Exploring Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge,στο D. Psillos et al. (eds): Science Education Research in the Knowledge-Based Society, Kluwer, 373-381.
Driver, R., Squires A., Rushworth P. & Wood-Robinson V. (1998). Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, Ελλ. Εκδ. Τυπωθήτω / Δαρδάνος.
Grotzer, T.A. (2003). Learning to understand the forms of causality implicit in scientific explanations. Studies in Science Education. 39, 1-74.
Harlen, W. (1985), Teaching and Learning Primary Science, (London: Harper and Row Ltd.).
Harrison, A., Grayson, D., Treagust, D. (1999). Investigating a grade 11 students evolving conceptions of heat and temperature. Journal of Research in Science Teaching, 36 (1), 55-87.
Hashweh M., (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics, Teaching and Teacher Education, 3(2), 109-120
Jarvis, Pell και Mckeon (2003). Changes in primary teachers' science knowledge and understanding during a two year in-service programme, Research in Science & Technological Education, 21(1) 17-40.
Kallery, M. & Psillos, D. (2001). Preschool Teachers' Content Knowledge in Science: their understanding of elementary science concepts and issues raised by children's questions, International Journal of Early Years Education, 9 (3), 165-179.
Kesidou, S., Duit, R. (1993). Students conceptions of law of thermodynamics-An interpretative study. Journal of research in science teaching, 30 (1), 85-106.
McDermott, L. (1990). A perspective on teacher preparation in physics and other sciences: The need for special science courses for teachers. American Journal of Physics, vol. 58 (8), pp. 734-742.

Κοινές Αντιλήψεις Μαθητών Β΄ Λυκείου και Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σε έννοιες του ηλεκτρισμού

Κώτσης Θ. Κωνσταντίνος και Κοτσίνας Γεώργιος,
ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, kkotsis@cc.uoi.gr
1ο ΓΕΛ. Ηγουμενίτσας, ekfethesp@sch.gr

Περίληψη
Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Β΄ Λυκείου και σε εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της Περιφέρειας Ηπείρου σε έννοιες από τα ηλεκροστατικά φαινόμενα και ηλεκτρικά κυκλώματα. Όλοι οι μαθητές, που συμμετείχαν στην έρευνα μόλις είχαν ολοκληρώσει την διδακτέα ύλη στα θέματα των ηλεκτροστατικών φαινομένων και ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα αντίστοιχα της βιβλιογραφίας για τις ιδέες/αντιλήψεις των μαθητών αλλά και των εκπαιδευτικών δείχνει ότι τα ευρήματα εναρμονίζονται με τα αντίστοιχα άλλων ερευνών. Από την επεξεργασία των απαντήσεων που έδωσαν γίνεται φανερό ότι αρκετά μεγάλος αριθμός μαθητών αλλά και εκπαιδευτικών έχουν ίδιες αντιλήψεις στα ηλεκροστατικά φαινόμενα και στο ηλεκτρικό κύκλωμα και αναδεικνύεται ο ιδιαίτερα σταθερός και ανθεκτικός χαρακτήρας των εναλλακτικών αντιλήψεών τους.

Abstract
This work presents the results of the research which took part between 201 students of Lyceum and 102 active teachers of Primary Education of Epirus region and the object was about the conceptions on electricity. All the participating students had just completed their course in electricity physics. The results are similar with the relative bibliography. According these results is obvious that a large number of quite a large number of students and teachers have the same perceptions on electrostatic phenomena and on the electric circuit. Also it's shown that the nature of the alternative conceptions is very stable and resistant between these two groups of the research.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια το ερευνητικό ενδιαφέρον στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών έχει επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στην ανίχνευση των ιδεών/αντιλήψεων των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών με αποτέλεσμα να υπάρχει σήμερα σημαντική διεθνής βιβλιογραφία στο χώρο αυτό. Έρευνες μάλιστα, οι οποίες έγιναν τόσο στο εσωτερικό (Κουλαϊδής 2001, Παρασκευάς 2003) όσο και στο εξωτερικό (Harrison & Treagust 1996, Novak 2002,), σε συγκεκριμένα γνωστικά πεδία των Φυσικών Επιστημών, μεταξύ των οποίων και ο Ηλεκτρισμός, με δείγματα που διέφεραν ποιοτικά (όπως μαθητές, φοιτητές, καθηγητές) έδειξαν ότι ανιχνεύονται οι ίδιες ποιοτικά και ποσοτικά εναλλακτικές ιδέες.

Πολλές φορές έχει καταγραφεί ότι εκπαιδευτικοί έχουν τις ίδιες παρανοήσεις που έχουν και οι μαθητές τους (Cochran & Jones 1998, De Jong et al. 1998, Σπύρτου 2002) αν και υπάρχουν σε μικρότερο βαθμό και διατυπώνονται με έναν επιστημονικοφανή μανδύα (είτε με χρήση ορολογίας, είτε μέσα από πολύπλοκους συλλογισμούς) (Cochran & Jones 1998). Αυτό, σύμφωνα με τους (Wandersee et al. 1994), δεν πρέπει να μας εκπλήσσει και πρέπει η ύπαρξη και μερικές φορές η εμμονή των εκπαιδευτικών σε εναλλακτικές απόψεις να δικαιολογηθεί με τα περιορισμένα προγράμματα Φ.Ε κατά τη διάρκεια των σπουδών τους.
Κάποιες μελέτες υποστηρίζουν ότι η δομή των γνώσεων, του προς διδασκαλία αντικειμένου των εκπαιδευτικών, είναι ασαφής και αποσπασματική και σε μερικές περιπτώσεις έχει σημειωθεί ότι οι εκπαιδευτικοί δεν μπορούν να διδάξουν το προς διαπραγμάτευση αντικείμενο με ένα συνεκτικό τρόπο (Gess-Newsome 1999). Οι μαθητές εξακολουθούν να φέρουν εναλλακτικές ιδέες μετά την αποφοίτηση τους από το Λύκειο και αυτές οι ιδέες αποτελούν ένα πρόβλημα για όσους πρόκειται να γίνουν εκπαιδευτικοί (Schoon & Boone 1998). Και ο εκπαιδευτικός, καθώς προϋπήρξε μαθητής, πιθανόν να μεταφέρει εσφαλμένες αντιλήψεις των εννοιών, τις οποίες δεν μετέβαλε στην μετέπειτα κοινωνική και εκπαιδευτική διαδρομή του. Οι εκπαιδευτικοί μεταφέρουν μαζί τους όχι μόνο την ακαδημαϊκή γνώση που έλαβαν κατά τη διάρκεια των σπουδών τους, αλλά ακόμη και συγκεκριμένες αξίες, «πιστεύω» και αντιλήψεις σχετικά με την επιστήμη, τη διδασκαλία της επιστήμης, τους ίδιους τους δασκάλους και γενικά το απόσταγμα της μακρόχρονης παρουσίας τους στο εκπαιδευτικό σύστημα (Mellado 1997).
Πρόσφατες εργασίες συμπεραίνουν ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών επηρεάζουν με τη σειρά τους τις αντιλήψεις των μαθητών και το κλίμα της τάξης. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών, σε αντίθεση με τις αντίστοιχες των μαθητών, δε δηλώνονται ούτε υπονοούνται, αποτελούν όμως κομβικό σημείο στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων. Στη μεγαλύτερη πλειοψηφία το σύνολο των εναλλακτικών αντιλήψεων των εκπαιδευτικών είναι γνήσιο υποσύνολο των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών. (Μολοχίδης 2005)
Η ελλιπής γνώση του διδακτικού αντικειμένου, όπως και η μη ταύτιση των απόψεων τους με τις αντίστοιχες επιστημονικές (Schoon & Boone 1998) επηρεάζει διάφορες διαδικασίες (οργάνωση δραστηριοτήτων, παρουσίαση του περιεχομένου, φύση των ερωτήσεων, κατανόηση προυπαρχουσών ιδεών των μαθητών) κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Kallery & Psillos 2001).
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, που έχουν διαμορφωθεί πριν και εκτός του σχολείου, συχνά ενισχύονται μέσα στην τάξη από αντίστοιχες αντιλήψεις των εκπαιδευτικών τους. Η αντοχή και επέκταση των εναλλακτικών αντιλήψεων σε μαθητές και δασκάλους είναι ένα ακόμα στοιχείο που καθιστά τη διερεύνηση και αντιμετώπισή τους, σημαντικό θέμα για την εκπαιδευτική έρευνα (Βασιλοπούλου 1998).
Σε πρόσφατη έρευνα (Κουντουριώτη και Μίχα 2007) μεταξύ μαθητών Λυκείου και φοιτητών των ΠΤΔΕ, διαπιστώθηκαν ότι για πολλές εναλλακτικές αντιλήψεις για το ηλεκτρικό ρεύμα ευθύνονται ότι τα σχολικά βιβλία δεν τονίζουν τον κεντρικό ρόλο του ηλεκτρικού πεδίου στα φαινόμενα του δυναμικού ηλεκτρισμού και παράλληλα φάνηκε ότι οι διδασκόμενοι αγνοούν το ρόλο αυτό. Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι να αναδειχθούν οι κοινές ιδέες/αντιλήψεις που αναπτύσσουν οι μαθητές της Β' Λυκείου αφ' ενός και των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης αφ' ετέρου για θέματα Στατικού ηλεκτρισμού και Ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 201 μαθητές της Β Λυκείου του Νομού Θεσπρωτίας και σε 102 εν ενεργεία Εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της Περιφέρειας Ηπείρου σε

έννοιες από τα ηλεκροστατικά φαινόμενα και ηλεκτρικά κυκλώματα Όσον αφορά το φύλο, για μεν τους μαθητές το 51,6% αποτελούνταν από κορίτσια και το 48,4% από αγόρια, για δε τους Δασκάλους το 49% αποτελούνταν από άνδρες, ενώ το 51% από γυναίκες. Η δειγματοληπτική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η απλή τυχαία δειγματοληψία. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου και η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS.

Οι ερωτήσεις που τέθηκαν είναι συνδεδεμένες, ως επί το πλείστον, με απλά φαινόμενα και καταστάσεις της καθημερινής ζωής και όχι ερωτήσεις με τις οποίες θα γινόταν στείρος έλεγχος των γνώσεων των εκπαιδευτικών η των μαθητών. Στην πρώτη ερώτηση διερευνάται η αιτία φόρτισης των υλικών με τριβή. Στην τρίτη και τέταρτη ερώτηση διερευνάται η δυνατότητα ηλέκτρισης των μονωτών καθώς υπάρχει η άποψη ότι δεν μπορούν να φορτιστούν. Στις ερωτήσεις (5), (6), (7)και (8)διερευνώνται οι αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών που αντιμετωπίζουν την μπαταρία σαν πηγή σταθερού ρεύματος η ότι το ρεύμα «καταναλώνεται» καθώς διέρχεται από κάθε λαμπτήρα και χωρίζεται στο μισό σε κάθε διακλάδωση. (Knight 2006). Τέλος στην ερώτηση (9) διερευνάται ο ρόλος της ηλεκτρικής πηγής στο κύκλωμα **(**Κόκκοτας, Π, κ.ά. 2001).

Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται ανά ενότητα με τη μορφή ραβδογραμμάτων με τις απαντήσεις των μαθητών και των εκπαιδευτικών. Για κάθε ερώτηση γίνεται ανάλυση και σχολιασμός των απαντήσεων:

ΕΡΩΤΗΣΗ 1: Τρίβουμε μια γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα. Η ράβδος φορτίζεται θετικά διότι:

Σχήμα 1: Κατανομή απαντήσεων των εκπαιδευτικών και μαθητών στην ερώτηση *1*.

Με βάση τις απαντήσεις που φαίνονται στο (σχ.1) το μεγαλύτερο ποσοστό 62% των εκπαιδευτικών και το 62,5% των μαθητών θεωρεί σωστά ότι από την γυάλινη ράβδο μεταφέρθηκαν ηλεκτρόνια στο ύφασμα. Ένα μικρό ποσοστό 6 % των εκπαιδευτικών και 14% των μαθητών έχουν την άποψη ότι τα ηλεκτρόνια της ράβδου με την τριβή στο μεταξωτό ύφασμα μετατράπηκαν σε πρωτόνια**,** ενώ το 32 % των εκπαιδευτικών και το 23,5%των μαθητών πιστεύει ότι στη γυάλινη ράβδο ήρθαν πρωτόνια από το ύφασμα.

Στην επόμενη ερώτηση ερευνάται η ηλεκτρική αγωγιμότητα των μετάλλων.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2:Τα μεταλλικά σώματα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μονωτικά υλικά.

Σχήμα 2: Κατανομή απαντήσεων των εκπαιδευτικών και μαθητών στην ερώτηση 2.

Ένα ποσοστό 84,8 % των εκπαιδευτικών (σχ. 2) και το 79,5% των μαθητών έχει την σωστή άποψη για τα μεταλλικά σώματα ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μονωτικά υλικά προφανώς γνωρίζοντας την μεγάλη τους ηλεκτρική αγωγιμότητα. Όμως ένα ποσοστό 15,2 % των εκπαιδευτικών και το 21,5% των μαθητών πιστεύει το αντίθετο. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι δύο επόμενες ερωτήσεις που αναφέρονται στους μονωτές.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3: « Οι μονωτές μπορούν να ηλεκτριστούν...»

Σχήμα 3: Κατανομή απαντήσεων των εκπαιδευτικών και μαθητών στην ερώτηση 3.

Μόνο το 29,3% των εκπαιδευτικών και το 38% των μαθητών (σχ. 3) έχει την επιστημονική άποψη ότι οι μονωτές μπορούν να ηλεκτριστούν ενώ ένα μεγάλο ποσοστό 70,7 % των εκπαιδευτικών και το 62% των μαθητών έχει την αντίθετη άποψη.

Αλλά και στην επόμενη

ΕΡΩΤΗΣΗ 4: Αν «οι μονωτές κατά την επαφή τους με ηλεκτρισμένα σώματα φορτίζονται τοπικά…»

Σχήμα 4: Κατανομή απαντήσεων των Εκπαιδευτικών και μαθητών στην ερώτηση 4.

Το 56,6 % των εκπαιδευτικών και το 51% των μαθητών(σχ. 4) συμφωνεί για τη φόρτιση των μονωτών κατά την επαφή τους με ηλεκτρισμένα σώματα που είναι και σωστό. Όμως ένα

μεγάλο ποσοστό εκπαιδευτικών 43,4 % και το 49% των μαθητών θεωρεί ότι οι μονωτές δεν φορτίζονται. Προφανώς τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές δεν κάνουν διαχωρισμό μεταξύ φορτίου και ρεύματος (που είναι κίνηση φορτίου) γιατί δεν έχουν εμπεδώσει ότι στους μονωτές τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των ατόμων συγκρατούνται ισχυρά από τους πυρήνες. Έτσι δεν μπορούν να μεταφέρονται εύκολα από μια περιοχή του σώματος στην άλλη. Αν προσληφθούν ηλεκτρόνια, αυτά θα παραμείνουν παγιδευμένα από τα άτομα στην περιοχή φόρτισης. Αν αποβληθούν το έλλειμμα των ηλεκτρονίων θα παραμείνει πάλι εντοπισμένο, αφού δεν είναι δυνατή η μετακίνηση ηλεκτρονίων από άλλες περιοχές προς την περιοχή φόρτισης.

Στη συνέχεια η έρευνα επικεντρώθηκε στην σχέση της ηλεκτρικής πηγής, τάσης και έντασης (μέσω της φωτεινότητας των λαμπτήρων) Οι ερωτήσεις που τέθηκαν είναι:

ΕΡΩΤΗΣΗ 5: « Στα διπλανά κυκλώματα οι μπαταρίες είναι όμοιες και ιδανικές καθώς επίσης όμοιοι είναι και οι λαμπτήρες, όσον αφορά τις φωτεινότητες των λαμπτήρων..»

Σχήμα 5: Κατανομή απαντήσεων των εκπαιδευτικών και μαθητών στην ερώτηση 5.

Από την κατανομή των απαντήσεων του σχήματος(σχ.5) βλέπουμε ότι ένα ποσοστό 30,4% των εκπαιδευτικών και 53,3% των μαθητών επιλέγει την σωστή απάντηση ότι η φωτεινότητα του [**A**] λαμπτήρα είναι μεγαλύτερη του **[B]** ενώ του **[C]** ίδια με του [**B**], το μεγαλύτερο ποσοστό 58,8 % των εκπαιδευτικών και το 39,7% των μαθητών έχει την άποψη ότι οι φωτεινότητες των τριών λαμπτήρων είναι ίδιες. Τέλος ένα ποσοστό 10,8 % των εκπαιδευτικών και 7% των μαθητών θεωρεί ότι η φωτεινότητα του**[A]** λαμπτήρα είναι ίδια με του **[B]** και μεγαλύτερη από τον**[C]** λαμπτήρα. Η πρόβλεψη αυτή, αντανακλά την πεποίθησή τους ότι το ρεύμα εν μέρει «καταναλώνεται» από το λαμπτήρα Β, άρα απομένει λιγότερο για τον C.

Η επόμενη ερώτηση στην ίδια ενότητα, έχει ως εξής:

ΕΡΩΤΗΣΗ 6: Στα διπλανά κυκλώματα οι μπαταρίες είναι όμοιες και ιδανικές καθώς επίσης όμοιοι είναι και οι λαμπτήρες.

Σχήμα 6: Κατανομή απαντήσεων των εκπαιδευτικών και μαθητών στην ερώτηση 6.

Όπως φαίνεται από το σχήμα (6) σωστά απαντούν το 49% των εκπαιδευτικών και το 38,9 των μαθητών, ότι οι φωτεινότητες των λαμπτήρων [**D**],[**E**] και**[F]** είναι ίδιες. Ένα μικρό ποσοστό 3,9% των εκπαιδευτικών και 5,6% των μαθητών θεωρεί ότι η φωτεινότητα του**[D]** είναι ίδια με του **[E]** και μεγαλύτερη από τον λαμπτήρα **[F].** Εντυπωσιακό είναι το 47,1 % των εκπαιδευτικών και 57,5% των μαθητών που θεωρεί τη φωτεινότητα του λαμπτήρα **[D]** μεγαλύτερη του **[F]** ενώ του **[F]** είναι ίδια με του **[E].**Αυτό είναι συνέπεια της αντίληψης που αντιμετωπίζει τις μπαταρίες ως πηγές σταθερού ρεύματος όπως προαναφέραμε (με το ίδιο ρεύμα τροφοδοτεί η μπαταρία και τα δύο κυκλώματα, αλλά στο δεξιό κύκλωμα το ρεύμα αυτό μοιράζεται εξ' ίσου μεταξύ των Ε και F άρα μικρότερη φωτεινότητα σε σχέση με τον λαμπτήρα **[D]**).

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών και στο παρακάτω ερώτημα:

ΕΡΩΤΗΣΗ 7: Στο διπλανό κύκλωμα η μπαταρία είναι ιδανική και οι λαμπτήρες είναι όμοιοι.. Αν ο λαμπτήρας C αφαιρεθεί από την υποδοχή

Σχήμα 7: Κατανομή απαντήσεων των εκπαιδευτικών και μαθητών στην ερώτηση 7.

Το 11,8% των εκπαιδευτικών και το 26,8% των μαθητών (σχ. 7) συμφώνησε ότι μετά την αφαίρεση του λαμπτήρα C οι εναπομείναντες λαμπτήρες στο κύκλωμα θα φωτοβολούν εντονότερα από πριν. Το 44,1% των εκπαιδευτικών και το 36,3% των μαθητών απάντησε σωστά ότι ο λαμπτήρας [**A**] θα φωτοβολεί το ίδιο και ο **[B]** θα σβήσει. Ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό 44,1 % των εκπαιδευτικών και το 36,8% των μαθητών προβλέπει ο [**A**] θα φωτοβολεί εντονότερα και ο **[B]** θα σβήσει και σε αυτή την απάντηση, ο τρόπος σκέψης ίδιος το «σταθερό» ρεύμα της μπαταρίας διέρχεται όλο από το λαμπτήρα Α, με αποτέλεσμα αυτός να φωτοβολεί εντονότερα.

Η επόμενη ερώτηση αναδεικνύει την δυσκολία των εκπαιδευτικών να αντιληφθούν ορθά την έννοια του βραχυκυκλώματος και η οποία έχει ως εξής:

ΕΡΩΤΗΣΗ 8: Στο διπλανό κύκλωμα η μπαταρία είναι ιδανική και οι λαμπτήρες είναι όμοιοι. Η φωτεινότητα των **[D]** και **[E]** αρχικά είναι ίδια Αν το κομμένο καλώδιο ενωθεί τότε:

Σχήμα 8: Κατανομή απαντήσεων των εκπαιδευτικών και μαθητών στην ερώτηση 8.

Από την κατανομή των απαντήσεων στο σχήμα (8) βλέπουμε μόνο το 12,9 % των εκπαιδευτικών και το 22% των μαθητών απαντούν σωστά, μόλις το κομμένο καλώδιο ενωθεί ο λαμπτήρας **[D]** θα φωτοβολεί εντονότερα και ο**[E]** θα σβήσει.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων 58,4 % των εκπαιδευτικών και το 43,5% των μαθητών θεωρεί ότι οι λαμπτήρες θα συνεχίσουν να φωτοβολούν το ίδιο.

Τέλος το 28,7% των εκπαιδευτικών και το 34,5% των μαθητών προβλέπουν ο λαμπτήρας **[D]** θα φωτοβολεί εντονότερα σε σχέση με πριν ενώ ο λαμπτήρας ο **[E]** λιγότερο. Η απάντηση αυτή καταγράφει την αντίληψη των εκπαιδευτικών αλλά και των μαθητών ότι το ρεύμα σε έναν κόμβο μοιράζεται εξίσου-από 50% όταν έχουμε 2 δυνατές διαδρομές- ανεξάρτητα από το τι υπάρχει σε κάθε κλάδο. Με άλλα λόγια, το ρεύμα αποφασίζει σκεπτόμενο «τοπικά» (ένα καλώδιο χωρίζεται σε δύο στο συγκεκριμένο σημείο) αντί «συνολικά» («βλέποντας» την αντίσταση που πρόκειται να συναντήσει στις δύο διαδρομές.

Στην επόμενη ερώτηση αναδεικνύεται η δυσκολία κατανόησης της έννοιας τι είναι ηλεκτρικό ρεύμα:

ΕΡΩΤΗΣΗ 9: Έχουμε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που αποτελείται από μια μπαταρία ένα λαμπτήρα και αγωγούς (καλώδια). Έχουν συνδεθεί έτσι ώστε ο λαμπτήρας να ανάβει. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;

Σχήμα 9: Κατανομή απαντήσεων των εκπαιδευτικών και μαθητών στην ερώτηση 9.

Η κατανομή των απαντήσεων (σχ.9) δείχνει το 61 % των εκπαιδευτικών και το 52% των μαθητών δείχνει να έχει κατανοήσει το μοντέλο των ελευθέρων ηλεκτρονίων για τους μεταλλικούς αγωγούς και να απαντά σωστά. ότι δηλαδή η μπαταρία κινεί τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που ήδη υπάρχουν στο κύκλωμα. Σε αντίθεση με το 11 % των εκπαιδευτικών και το 17,7% των μαθητών που θεωρεί ότι η μπαταρία κινεί όλα τα υπάρχοντα ηλεκτρόνια του κυκλώματος.
Ένα άλλο ποσοστό 15 % των εκπαιδευτικών και το 14,1%% των μαθητών έχει την άποψη ότι τα ηλεκτρόνια βγαίνουν από τη μπαταρία και στη συνέχεια μπαίνουν σε κίνηση. τέλος το υπόλοιπο 12 % των εκπαιδευτικών και το 13,1% των μαθητών έχει μια παραπλήσια ιδέα ότι το ρεύμα ξεκινά από την μπαταρία και πηγαίνει στον λαμπτήρα. Ενώ το 1% των εκπαιδευτικών και το 3% των μαθητών θεωρούν ότι ο λαμπτήρας καταναλώνει ηλεκτρόνια για να φωτίσει. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οι μαθητές για το ίδιο ζήτημα αναφέρουν ότι τα φορτία που κινούνται στο κύκλωμα παράγονται από την πηγή **(**Κόκκοτας, Π, κ.ά. 2001**).**

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται, ότι τόσο οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, όσο και οι μαθητές Λυκείου έχουν ανάλογες εναλλακτικές αντιλήψεις σε θέματα ηλεκτρισμού.
Έτσι μέρος των εκπαιδευτικών και των μαθητών δεν κατανοούν σε βάθος την ατομική θεωρία και πιο συγκεκριμένα το πλανητικό πρότυπο του ατόμου και ότι η φόρτιση των σωμάτων γίνεται μόνο με μεταφορά ηλεκτρονίων γιατί τα πρωτόνια δεν μετακινούνται εύκολα διότι αφ' ενός έχουν μεγάλη μάζα και αφ' ετέρου βρίσκονται παγιδευμένα στο εσωτερικό των πυρήνων των ατόμων υπό την επίδραση των ισχυρών πυρηνικών δυνάμεων οι οποίες είναι ελκτικές. Η ίδια εσφαλμένη αντίληψη καταγράφεται για μαθητές στη διεθνή βιβλιογραφία (V. Bar,et al.1997) αλλά και έχουν επιβεβαιωθεί από αντίστοιχη έρευνα στον Ελληνικό χώρο (P. Dimitriadis et al. 2000).
Επίσης καταγράφονται παρανοήσεις σε ζητήματα ηλέκτρισης των σωμάτων και ιδιαίτερα των μονωτών, όπου δεν αντιλαμβάνονται επιστημονικά ορθά το μοντέλο για τα φορτία και την φόρτιση των υλικών, λόγω πόλωσης (Knight 2006).
Εσφαλμένες αντιλήψεις καταγράφονται σε θέματα δυναμικού ηλεκτρισμού και πιο συγκεκριμένα κατά τη λειτουργία ενός κυκλώματος. Ένας αριθμός των εκπαιδευτικών αλλά και των μαθητών αντιμετωπίζει τις μπαταρίες ως πηγές σταθερού ρεύματος και ότι το ρεύμα εν μέρει «καταναλώνεται» καθώς διέρχεται από τους σε σειρά λαμπτήρες. Η αντίληψη αυτή πηγάζει από την αδυναμία διάκρισης ανάμεσα στην ενέργεια, που «καταναλώνεται» (ή ακριβέστερα μετασχηματίζεται), και στην ένταση του ρεύματος η οποία διατηρείται. Ακόμη θεωρούν ότι το ρεύμα σε ένα κόμβο μοιράζεται εξ' ίσου μεταξύ των δύο κλάδων του κυκλώματος.
Για να κατανοήσουν ποιοτικά τη συμπεριφορά των κυκλωμάτων, τόσο οι εκπαιδευτικοί, όσο και οι μαθητές, θα πρέπει να εκπαιδευθούν το να γνωρίσουν τη λειτουργία τους μέσα από τη σκοπιά μιας αιτιακής διαδικασίας. Πώς, δηλαδή, μετά από κάθε αλλαγή, το σύστημα του κυκλώματος εισέρχεται σε μια διαδοχή μεταβατικών καταστάσεων, κατά τις οποίες το φορτίο ανακατανέμεται δημιουργώντας νέες τάσεις-διαφορές δυναμικού στα άκρα των στοιχείων του κυκλώματος. Οι νέες τάσεις προσδιορίζουν νέες εντάσεις για τα ρεύματα και όταν, τελικά, το σύστημα φθάσει στη σταθερή του κατάσταση, αυτή είναι μια κατάσταση ισορροπίας. Τότε οι αιτιακές διαδικασίες, που λειτουργούσαν κατά τη μεταβατική περίοδο, γίνονται αμφίδρομες σχέσεις που περιγράφουν τις ισορροπίες της σταθερής κατάστασης (Μπάρμπας 2005). Από τα ευρήματα παρατηρείται ομοιότητα και αναλογία ανάμεσα στις σωστές απαντήσεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και των μαθητών. Αυτό συμβαίνει διότι στη μεγάλη τους πλειοψηφία οι εκπαιδευτικοί προέρχονται από την θεωρητική κατεύθυνση σπουδών στο

Λύκειο, όπου μετά τη Β' τάξη του Λυκείου διέκοψαν κάθε επαφή με τις Φυσικές Επιστήμες. Αν σκεφθεί κανείς ότι σχεδόν από την Α' Τάξη του Λυκείου οι μαθητές προσανατολίζονται για την επιλογή κατεύθυνσης σπουδών, εύκολα εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι γνώσεις των φοιτητών των Παιδαγωγικών Τμημάτων και κατ' επέκταση των εκπαιδευτικών, όσον αφορά το μάθημα των Φυσικών Επιστημών, δεν ξεπερνάει αυτό του μέσου μαθητή της Τρίτης Τάξης του Γυμνασίου. Θα ήταν δυνατό ακόμη να υποστηριχθεί, ότι και αυτή η γνώση που κατέχουν οι φοιτητές, παραμένει αδρανής, αφού είναι αποσπασματική, ακαδημαϊκού χαρακτήρα, αποσυνδεμένη από την εμπειρική πραγματικότητα και την καθημερινή ζωή. Το υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα αλλά και η έλλειψη εργαστηριακής εξάσκησης σε πολλά σχολεία, δε βοηθάει τους αυριανούς εκπαιδευτικούς στην απόκτηση δεξιοτήτων απαραίτητων για να διδάξει Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βασιλοπούλου, Μ. (1998). Διερεύνηση και Διδακτική αντιμετώπιση των πρότερων αντιλήψεων των μαθητών του γυμνασίου για τη Βιοποικιλότητα. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας, Ε. Κ. Π. Α.

Κόκκοτας Π., Ριζάκη Α., Χαβιάρης, Π., Χατζή, Μ., Φυσική ΣΤ Δημοτικού, βιβλίο Δασκάλου Ο.Ε.Δ.Β, (2001),Αθήνα

Κουλαϊδής,, Β., (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: αντικείμενο και αναγκαιότητα. Στο Κουλαϊδής, Β. (επιμ.) Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, τόμος Α΄, ΕΑΠ, Πάτρα

Κουντουριώτης Γ. και Μίχας Π. (2007). Το ηλεκτρικό ρεύμα σε μικροσκοπικό επίπεδο: Απόψεις μαθητών και φοιτητών. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», Τεύχος Β', Ιωάννινα, 509-518.

Knight, R. (2006). Πέντε Εύκολα Μαθήματα. Στρατηγικές για την Επιτυχή Διδασκαλία της Φυσικής. Δίαυλος, Αθήνα

Μολοχίδης (2005). Ανάπτυξη Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς για την Αυτοεπιμόρφωση των Εκπαιδευτικών σε Φαινόμενα και Έννοιες των Ρευστών Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.

Μπάρμπας , Α.,(2005). Μελέτη της κατανόησης φαινόμενων και εννοιών στατικού-δυναμικού ηλεκτρισμού από μαθητευόμενους διδακτορική διατριβή, ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη

Παρασκευάς , Π. (2003). Σχεδιασμός και πραγματοποίηση ημι-δομημένης συνέντευξης προκειμένου να ελαγχθούν οι ιδέες ενός μαθητή/μιας μαθήτριας για το ηλεκτρικό ρεύμα.

Σπύρτου Άννα, 2002, Μελέτη εποικοδομητικής στρατηγικής για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στις Φυσικές Επιστήμες. Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή, ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.

Bar V., Zinn B. and Rubin E., (1997), Children's ideas about action at a distance, International Journal of Science education», 19(1), 711-724.

Cochran, K., Jones, L. (1998). The Subject Matter Knowledge of Preservice Science Teachers. International Handbook of Science Education, B.J. Fraser and K.G. Tobin (eds), Kluwer Academmic Publishers, Great Britain, 707-718

De Jong O., Korthagen F. & Wubbels T., (1998). Learning from practice in teacher education. Teachers and Teaching 4(1), 47-64.

Dimitriadis, P.,. Papatsimpa L, Imvroti, D., Skalohoritis M., Kalkanis, G.(2000), «A constructivist approach of teaching interactions at primary school based on experiment, modeling and simulations», International Conference on Physics education, Physics Beyond 2000, Barcelona, August 27 - September 1, 2000, Proceedings.

Gess-Newsome, J., (1999). Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction, στο Gess-Newsome J. & N. G. Lederman (eds), Gess-Newsome, J., *Examining pedagogical content knowledge*, Dordrecht : Kluwer, 3-17.

Harrison, A & Treagust, D. (1996) 'Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching Chemistry', Science Education, 80(5), 509-534

Harrison, A., Grayson, D., Treagust, D. (1999). Investigating a grade 11 students evolving conceptions of heat and temperature, Journal of Research in Science Teaching, 36(1), 55- 87.

Kallery, M. & Psillos, D. (2001). Preschool Teachers' Content Knowledge in Science: their understanding of elementary science concepts and issues raised by children's questions, International Journal of Early Years Education, 9 (3), 165-179

Mellado, V. (1997). Preservice Teachers' Classroom Practice and Their Conceptions of Nature of Science, Science and Education 6, 331-354

Novak, JD. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or appropriate propositional hierarchies (liphs) leading to empowerment of learners. Science Education, 86 (4), 548-571

Schoon, K. & Boone, W. (1998). Self-Efficacy and Alternative Conceptions of Science of Preservice Elementary Teachers, Science Education, 82 (5), 553-568.

Summers, M. (1994). Science in the primary school: the problem of teachers' curriculum, *The* Curriculum Journal, 5(2), 179-193.

Wandersee J., Mintzes J., Novak J., (1994). Research on Alternative Conceptions in Science, στο Gable D. (ed.): Handbook of research on science teaching and learning, New York: Macmillanm 177-210.

Αναπαραστάσεις Περιεχομένου Δασκάλων για Θέματα Ηλεκτρισμού

Γιώργος Κουντουριώτης[1] & Παύλος Μίχας[2]
[1]Πειραματικό Γυμνάσιο Καβάλας, geok13@gmail.com
[2]ΠΤΔΕ, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, pmichas@eled.duth.gr

Περίληψη
Στην εργασία αυτή προσπαθούμε να καταγράψουμε όψεις της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (Pedagogical Content Knowledge) για θέματα Ηλεκτρισμού εν ενεργεία δασκάλων που παρακολούθησαν το (διετές) Πρόγραμμα του Διδασκαλείου Αλεξανδρούπολης. Η καταγραφή αυτή έγινε μέσω της δημιουργίας Αναπαραστάσεων Περιεχομένου (Content Representations) από τους δασκάλους που μετείχαν στην έρευνα για ενότητες του Σχολικού Βιβλίου των Φυσικών Επιστημών της Ε' Τάξης με θέμα τον Ηλεκτρισμό. Από την ανάλυση των έργων των δασκάλων προκύπτει μια μάλλον περιορισμένη γνώση του Αντικειμένου του Ηλεκτρισμού και των αντιλήψεων των μαθητών. Επιπλέον, το δυναμικό των Αναπαραστάσεων Περιεχομένου ως εργαλείου που προάγει την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου των δασκάλων φαίνεται υψηλό.

Abstract
In this study we are trying to record facets of Pedagogical Content Knowledge in the Subject Area of Electricity, held by in-service elementary teachers who have attended a two year Professional Development Program offered by a Special School for them. The teachers that took part in this research, created Content Representations of some units on Electricity from the official textbook for Science of the 5th grade. From the analysis of the teachers' work we conclude a rather limited knowledge of the Subject of Electricity and students' alternative ideas on this subject. Moreover, the potential of Content Representations as a tool for the development of Pedagogical Content Knowledge seems promising.

Θεωρητικό Πλαίσιο

Η Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (Pedagogical Content Knowledge ή PCK) προτάθηκε από το Shulman (1986, 1987) ως ένα ιδιαίτερο σώμα γνώσης που κατέχουν οι δάσκαλοι και το οποίο περιλαμβάνει «τις πιο χρήσιμες μορφές αναπαράστασης ενός θέματος, τις πιο ισχυρές αναλογίες, αποδείξεις, εξηγήσεις και επιδείξεις, με μια λέξη τους τρόπους αναπαράστασης και διαμόρφωσης του θέματος που το κάνουν κατανοητό στους άλλους.» Η έννοια αυτή έτυχε ενθουσιώδους αποδοχής από τους υπόλοιπους ερευνητές ωστόσο ακόμη και σήμερα δεν υπάρχει γενική ομοφωνία ως προς τον ορισμό της έννοιας ή τα συστατικά της στοιχεία. Σύμφωνα με τους Park και Oliver (2008) είναι ο μετασχηματισμός της γνώσης του αντικειμένου σε γνώση προς διδασκαλία που βρίσκεται στο κέντρο της έννοιας της PCK. Η Nilsson (2008) θεωρεί ότι τα τρία σώματα γνώσης για τα οποία υπάρχει συμφωνία μεταξύ των θεωρητικών ότι εμπλέκονται στην PCK είναι η Παιδαγωγική Γνώση (Pedagogical Knowledge), η Γνώση του Αντικειμένου (Subject Matter Knowledge) και η Γνώση του Πλαισίου (Context Knowledge). Η Παιδαγωγική Γνώση αφορά γενικά στοιχεία για τη διδασκαλία όπως την οργάνωση και τη διαχείριση της τάξης, η Γνώση του Πλαισίου συνδέεται στενά με την Παιδαγωγική Γνώση και αφορά τη γνώση των τμημάτων του σχολείου, του τμήματος της τάξης, του λεγόμενου κρυφού curriculum, της συμπεριφοράς των

μαθητών, γενικότερα του πλαισίου μέσα στο οποίο γίνεται η διδασκαλία. Η Gess-Newsome (1999) περιγράφει δύο μοντέλα για το σχηματισμό της PCK: Το ολοκληρωτικό και το μετασχηματιστικό. Σύμφωνα με το πρώτο μοντέλο, η PCK δεν υπάρχει και εξηγείται ως τομή των τριών σωμάτων γνώσης που αναφέρθηκαν. Σύμφωνα με το δεύτερο μοντέλο, η PCK προκύπτει από το μετασχηματισμό των τριών σωμάτων γνώσης (ανεξάρτητα αν έχουν αναπτυχθεί χωριστά ή μαζί) σε κάτι που είναι πιο ισχυρό από τα συστατικά του μέρη.
Ο ίδιος ο Shulman (1987) θεωρεί ότι τα σώματα γνώσης που χρησιμοποιούν οι δάσκαλοι είναι οι σκοποί για τη διδασκαλία ενός θέματος, η κατανόηση των μαθητών, το Αναλυτικό Πρόγραμμα, οι διδακτικές στρατηγικές και αναπαραστάσεις, το αντικείμενο (subject matter), το πλαίσιο και η παιδαγωγική. Από τα παραπάνω επτά σώματα γνώσης, στην PCK κατά τον Shulman συμμετέχουν η κατανόηση των μαθητών και οι διδακτικές στρατηγικές και αναπαραστάσεις ενώ τα υπόλοιπα τα θεωρεί ως ξεχωριστά σώματα γνώσης εξωτερικά της PCK.
Η Magnusson et al. (1999) θεωρεί ότι στην PCK συμμετέχουν πέντε σώματα γνώσης: οι προσανατολισμοί ως προς τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, (αυτοί περιλαμβάνουν τη γνώση του δασκάλου, τις απόψεις του για τους σκοπούς της διδασκαλίας και τις διδακτικές προσεγγίσεις), η γνώση του Αναλυτικού Προγράμματος, η γνώση των μεθόδων αξιολόγησης, η γνώση του πως κατανοούν οι μαθητές τις Φυσικές Επιστήμες και η γνώση των διδακτικών στρατηγικών.
Η καταγραφή της PCK είναι δύσκολη γιατί εκτός από εξωτερικά χαρακτηριστικά έχει και εσωτερικά δηλαδή δεν είναι μόνο το τι κάνει ένας εκπαιδευτικός στην τάξη προκειμένου να βοηθήσει τους μαθητές του να κατανοήσουν ένα θέμα αλλά και οι λόγοι που καθοδηγούν τη διδασκαλία του. (μάλιστα ίσως να είναι κυρίως αυτό.) Έχουν χρησιμοποιηθεί από τους ερευνητές διάφοροι τρόποι καταγραφής της PCK όπως η παρατήρηση του εκπαιδευτικού από τον ερευνητή κατά τη διδακτική πράξη και η καταγραφή των ενδείξεων χρήσης PCK (Park & Oliver 2008), οι συνεντεύξεις εκπαιδευτικών με παρακίνηση από τμήματα βιντεοσκοπημένων διδασκαλιών τους, η δημιουργία Αναπαραστάσεων Περιεχομένου και Παιδαγωγικών και Επαγγελματικών Ρεπερτορίων Εμπειρίας. (Loughran et al. 2004)
Στην προσπάθειά μας να καταγράψουμε την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου εν ενεργεία δασκάλων του Δημοτικού Σχολείου για συγκεκριμένη ενότητα του Αναλυτικού Προγράμματος χρησιμοποιήσαμε τις Αναπαραστάσεις Περιεχομένου (Content Representations ή CoRes) που ανέπτυξαν οι Loughran et al. (2004). Στις Αναπαραστάσεις Περιεχομένου ζητείται από τους δασκάλους να καταγράψουν την ή τις βασικές ιδέες για ένα θέμα, τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για το θέμα, γνωστές περιοχές που προκαλούν δυσκολίες στους μαθητές, τρόπους για να υποστηριχθεί η μάθηση των μαθητών, τρόπους ελέγχου της κατανόησης των μαθητών. (Hume & Berry, 2010) Προκειμένου να βοηθηθούν σ' αυτό οι δάσκαλοι, οι Loughran et al. (2004), ανέπτυξαν ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου το οποίο και χρησιμοποιήσαμε και στη δική μας έρευνα.

Μεθοδολογία της Έρευνας

Το εργαλείο που χρησιμοποιήσαμε για να καταγράψουμε τις Αναπαραστάσεις Περιεχομένου των υποκειμένων της έρευνας είναι οι ερωτήσεις που φαίνονται στον Πίνακα 1. Ουσιαστικά πρόκειται για το εργαλείο που έφτιαξαν οι Mulhall et al. (2003) με την προσθήκη δύο ερωτήσεων των 6 και 7 που αφορούν τις πειραματικές δραστηριότητες (επίδειξης ή συμμετοχικές) που σκέφτονται να χρησιμοποιήσουν οι δάσκαλοι. Μια συχνή κριτική που δέχονται οι δάσκαλοι είναι ότι δεν χρησιμοποιούν αρκετά πειραματικές δραστηριότητες στη διδασκαλία τους. Ο στόχος των ερωτήσεων αυτών ήταν να συλλέξουμε δεδομένα ειδικά γι' αυτό.

Πίνακας 1 Το εργαλείο της Έρευνας

Οι Ερωτήσεις
1. Τι σκοπεύετε να διδάξετε γι αυτό στους μαθητές σας; (τα βασικά κατά τη γνώμη σας σημεία)
2. Γιατί είναι σημαντικό να το γνωρίζουν αυτό οι μαθητές σας;
3. Τι άλλο γνωρίζετε για το θέμα που δεν σκοπεύετε να διδάξετε στους μαθητές σας;
4. Ποιες ιδέες νομίζετε ότι θα έχουν οι μαθητές σας για το θέμα;
5. Πως επηρεάζουν οι ιδέες αυτές των μαθητών σας τη διδασκαλία σας; (Προτείνετε τρόπους για να ξεπεράσουν οι μαθητές σας τυχόν εναλλακτικές ιδέες τους)
6. Θα χρησιμοποιούσατε κάποιες πειραματικές δραστηριότητες επίδειξης κατά τη διδασκαλία του θέματος; Αν ναι, δώστε μια σύντομη περιγραφή τους
7. Θα προτείνατε στους μαθητές σας κάποιες συμμετοχικές πειραματικές δραστηριότητες κατά τη διδασκαλία του θέματος; Αν ναι, δώστε μια σύντομη περιγραφή τους.
8. Ποιες άλλες διδακτικές στρατηγικές (εκτός των παραπάνω πειραματικών δραστηριοτήτων) θα χρησιμοποιούσατε κατά τη διδασκαλία του θέματος;
9. Ποιοι άλλοι παράγοντες θα επηρέαζαν τη διδασκαλία σας για το θέμα;

Το δείγμα της έρευνας μας ήταν 12 δάσκαλοι και δασκάλες από αυτούς που παρακολουθούσαν τα μαθήματα του Προγράμματος του Διδασκαλείου Αλεξανδρούπολης και προθυμοποιήθηκαν εθελοντικά να συμμετέχουν. Από τα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος προκύπτει ότι έχουμε 4 άνδρες και 8 γυναίκες με μέσο χρόνο υπηρεσίας τα 15,1 έτη (από 6 έως 23 έτη). Το μάθημα Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο της Ε' Τάξης του Δημοτικού (στο οποίο και ανήκει η συγκεκριμένη ενότητα) το είχαν διδάξει κατά μέσο όρο 2,7 χρονιές. (από καθόλου έως και 6 χρονιές) Ίσως έχει σημασία να αναφέρουμε ότι οι 3 από τους 12 εκπαιδευτικούς δεν είχαν διδάξει καθόλου το συγκεκριμένο μάθημα.
Η επιλογή του δείγματος είναι τέτοια που δεν επιτρέπει τα συμπεράσματα της έρευνας να γενικευθούν ούτε για το σύνολο των δασκάλων ούτε ακόμη και για το σύνολο αυτών που παρακολουθούσαν τα μαθήματα του Διδασκαλείου. Ωστόσο, ο στόχος της έρευνας αυτής δεν ήταν να κάνουμε γενικεύσεις αλλά να διερευνήσουμε τις δυνατότητες του μεθοδολογικού εργαλείου τόσο στην καταγραφή της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου των δασκάλων όσο και στην εξέλιξή της. (Αν δηλαδή μπορεί να βοηθήσει να «αυξήσουμε» την ΠΓΠ των δασκάλων.) Επίσης, η εμπειρία της χρήσης αυτού του μεθοδολογικού εργαλείου θα μας δώσει τη δυνατότητα να το χρησιμοποιήσουμε αποτελεσματικά και σε μεγαλύτερους πληθυσμούς είτε δασκάλων είτε υποψηφίων δασκάλων.
Οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να απαντήσουν στις ερωτήσεις του Πίνακα 1 αφού μελέτησαν το Αναλυτικό Πρόγραμμα για τον Ηλεκτρισμό και το διδακτικό πακέτο (Βιβλίο και Τετράδιο μαθητή, Βιβλίο δασκάλου) Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο (Αποστολάκης et al., 2006) της Ε' Τάξης για τις ενότητες Στατικός Ηλεκτρισμός, (2 φύλλα εργασίας στο Τετράδιο Μαθητή) Ηλεκτρικό Ρεύμα, (3 φύλλα εργασίας στο Τετράδιο Μαθητή) Αγωγοί και Μονωτές (1 φύλλο εργασίας στο Τετράδιο Μαθητή). Δηλαδή απάντησαν στις ερωτήσεις του Πίνακα 1 από μια φορά για καθεμιά από τις τρεις ενότητες.

Αποτελέσματα

Πριν δώσουμε τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στις ερωτήσεις του Πίνακα 1 θα παρουσιάσουμε στον Πίνακα 2 την δική μας Αναπαράσταση Περιεχομένου της ενότητας Στατικός Ηλεκτρισμός της Ε' Δημοτικού που αφορά τη μέση τάξη μικτής ικανότητας. Η Αναπαράσταση αυτή είναι μια από τις πολλές που θα μπορούσαν να προταθούν και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να θεωρηθεί μοναδική.

Πίνακας 2 Αναπαράσταση περιεχομένου για την ενότητα Στατικός Ηλεκτρισμός

Ερώτη-ση 1	Τα σώματα μπορούν να φορτιστούν με τριβή και επαφή. (φορτισμένου με αφόρτιστο σώμα) Υπάρχουν 2 είδη φορτίου. Τα όμοια φορτισμένα σώματα απωθούνται ενώ τα ετερώνυμα φορτισμένα σώματα έλκονται. Μικροσκοπικό μοντέλο: Εμπλουτισμός του σωματιδιακού μοντέλου που χρησιμοποίησαν στην (ακριβώς προηγούμενη) ενότητα της θερμότητας. Τα δομικά σωματίδια των σωμάτων είναι τα άτομα (τα μόρια αποτελούνται από 1 ή περισσότερα άτομα) που αποτελούνται από τα θετικά πρωτόνια στον πυρήνα και τα αρνητικά ηλεκτρόνια γύρω από αυτόν. Τα άτομα είναι ουδέτερα γιατί έχουν ίσο αριθμό πρωτονίων και ηλεκτρονίων. Μπορούν να μετατραπούν σε ιόντα με αποβολή ή πρόσληψη ηλεκτρονίων. Μικροσκοπικές ερμηνείες: Τα σώματα φορτίζονται με πρόσληψη ή αποβολή ηλεκτρονίων (δεν είναι ο μόνος τρόπος!)
Ερώτη-ση 2	Γιατί πολλές ιδιότητες των ουσιών που παρατηρούμε μακροσκοπικά, χημικές και φυσικές, εξηγούνται βάσει των ηλεκτροστατικών αλληλεπιδράσεων σε μικροσκοπικό επίπεδο. Για να μπορούν να εξηγούν φαινόμενα όπως το τίναγμα κάποιες φορές που βγαίνουμε από το αυτοκίνητο, ή όταν βγάζουμε ένα μάλλινο πουλόβερ, ή την ανύψωση των μαλλιών μας όταν τα χτενίζουμε κτλ. Αποτελεί επίσης βασική γνώση για να κατανοήσουν τα φαινόμενα που σχετίζονται με το ηλεκτρικό ρεύμα.
Ερώτη-ση 3	Τα φορτισμένα σώματα έλκουν μικρά αφόρτιστα σώματα. Εξήγηση της έλξης φορτισμένου και αφόρτιστου σώματος εκτός και αν προκύψει ως απορία οπότε μπορεί η ερμηνεία να δοθεί ως επέκταση του μοντέλου με εισαγωγή της έννοιας της πόλωσης. Ηλέκτριση με επαγωγή.
Ερώτη-ση 4	Θεωρούν την έλξη ως ένδειξη μαγνητισμού. Θεωρούν ότι η τριβή παράγει φορτία. Θεωρούν ότι ένα φορτισμένο σώμα είναι ζεστό ή έχει ενέργεια. Πιστεύουν ότι μόνο οι αγωγοί μπορούν να φορτιστούν και όχι οι μονωτές. Πιστεύουν ότι τα φορτία μπορούν να παράγονται και να χάνονται. Πιστεύουν ότι τα όμοια έλκονται και τα ετερώνυμα απωθούνται. Πιστεύουν ότι μεταξύ φορτισμένου και ουδέτερου σώματος δεν υπάρχει αλληλεπίδραση. Το τελευταίο βέβαια δεν το αντιμετωπίζουμε εκτός και αν προκύψει ως απορία.
Ερώτη-ση 5	Για να ξεκαθαρίσει η υποτιθέμενη σχέση με το μαγνητισμό, πειραματική επιβεβαίωση ότι το φορτισμένο καλαμάκι δεν έλκεται ή απωθείται από ένα μαγνήτη. Επίσης να διαπιστώσουν ότι όμοια φορτισμένα καλαμάκια απωθούνται και ετερώνυμα φορτισμένα σώματα έλκονται. Η διατήρηση του φορτίου να αντιμετωπιστεί στην ενότητα του ηλ ρεύματος με το υδραυλικό ανάλογο.
Ερώτη-ση 6	Η κατασκευή του ηλεκτροσκοπίου αν δεν υπάρχουν αρκετά υλικά, μπορεί να γίνει ως επίδειξη. Στη συνέχεια βέβαια θα πρέπει όλοι οι μαθητές να το χρησιμοποιήσουν.
Ερώτη-ση 7	Έλξη και άπωση με ταινίες σελοτέιπ που φορτίζονται όταν τις ξεκολλάμε. Πέρα από τα καλαμάκια να φορτίσουμε και άλλα σώματα όπως το πλαστικό στυλό, ράβδο από γυαλί και ράβδο εβονίτη σε μια προσπάθεια να φανεί ότι μπορούν να φορτιστούν σχεδόν όλα τα σώματα. Η έλξη μικρών κομματιών χαρτιού από πλαστικό στυλό που τρίφτηκε σε πλαστική σακούλα.
Ερώτη-ση 8	Συζήτηση στην τάξη (διατύπωση υποθέσεων - παρατήρηση - εξαγωγή συμπερασμάτων) Παρατήρηση ή και αλληλεπίδραση με προσομοιώσεις
Ερώτη-ση 9	Το ενδιαφέρον των μαθητών. Η διαθεσιμότητα των υλικών. Η υγρασία της τάξης επηρεάζει την επιτυχία των πειραμάτων. Αυξάνεται όσο περισσότεροι είναι οι μαθητές και παραμένουν περισσότερο μέσα στην τάξη λόγω εκπνοής, οπότε είναι καλύτερα τα πειράματα αυτά να γίνονται την 1η ώρα ή μετά από καλό αερισμό της

	αίθουσας αμέσως μετά το διάλειμμα. Η διαθεσιμότητα Η/Υ με λογισμικό προσομοιώσεων.

Για την ενότητα του Στατικού Ηλεκτρισμού 5 στους 12 εκπαιδευτικούς θεώρησαν ως βασικά σημεία της ενότητας (Ερώτηση 1) τα εξής: (α) ότι τα σώματα φορτίζονται με τριβή, ότι υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου, ότι τα ομώνυμα φορτία απωθούνται και τα ετερώνυμα έλκονται. (β) Ένας μόνο εκπαιδευτικός θεώρησε σημαντική τη δομή του ατόμου, αν και 5 ανέφεραν ως σημαντική την εξήγηση της φόρτισης μέσω της μεταφοράς ηλεκτρονίων. (γ) Τρεις εκπαιδευτικοί έδωσαν ως βασικά σημεία γενικές διατυπώσεις που δεν μπορούν να θεωρηθούν ως βασικές ιδέες προς διδασκαλία. (δ) Μία εκπαιδευτικός θεώρησε ότι θα πρέπει σ' αυτή την ενότητα να κάνει τη διάκριση μεταξύ στατικών και κινούμενων φορτίων. Εμείς πιστεύουμε ότι κάτι τέτοιο εδώ δεν έχει νόημα. (ε) Τέλος, ένας εκπαιδευτικός θεώρησε ως βασική ιδέα για την ενότητα το ηλεκτρικό ρεύμα που βέβαια δεν ανήκει εδώ.
Στην Ερώτηση 2 «Γιατί είναι σημαντικό να το γνωρίζουν αυτό οι μαθητές σας;» που αναφέρεται βέβαια στα βασικά σημεία που έγραψαν οι εκπαιδευτικοί στην προηγούμενη ερώτηση οι 8 στις 12 απαντήσεις ήταν γενικόλογες του τύπου «για να εξηγούν φαινόμενα της καθημερινής ζωής» χωρίς όμως αναφορά σε συγκεκριμένα φαινόμενα. Αυτή η απουσία αναφοράς σε συγκεκριμένα καθημερινά φαινόμενα «αδυνατίζει» πολύ το επιχείρημα της «χρήσιμης» γνώσης. Ένας εκπαιδευτικός έγραψε ως λόγο «για να κατανοήσουν τους ορισμούς του ηλεκτρικού ρεύματος και του στατικού ηλεκτρισμού από τη μικροσκοπική τους σκοπιά.» όπου βέβαια η αναφορά στο ηλεκτρικό ρεύμα είναι πρόωρη και δεν υπάρχει καθόλου αναφορά σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Οι υπόλοιποι 3 εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν στην εξήγηση συγκεκριμένων φαινομένων της καθημερινής ζωής όπως το τίναγμα όταν βγάζουμε ένα μάλλινο πουλόβερ, ή όταν βγαίνουμε από το αυτοκίνητο.
Στην Ερώτηση 3 «Τι άλλο γνωρίζετε για το θέμα που δεν σκοπεύετε να διδάξετε στους μαθητές σας;» 3 εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν στην ηλέκτριση με επαγωγή, 2 στη ηλεκτρική δύναμη ως μετρήσιμο μέγεθος και στην ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, ένας στους πυκνωτές και τα ηλεκτροστατικά πεδία που δημιουργούν. Ένας εκπαιδευτικός αναφέρθηκε στην αρχή διατήρησης του φορτίου και εδώ θα διαφωνήσουμε γιατί η διατήρηση του φορτίου μπορεί και πρέπει να διδαχθεί γιατί είναι εργαλείο που μπορεί να προσφέρει εξηγήσεις π.χ. στη φόρτιση με επαφή, στο ότι τα λαμπάκια σε σειρά φωτοβολούν το ίδιο (στην επόμενη ενότητα) κτλ. Στην ενότητα του στατικού ηλεκτρισμού βέβαια μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα με καταστάσεις όπως με μια ράβδο που φορτίσαμε και μετά από λίγο παύει να είναι φορτισμένη, αλλά αυτό ξεπερνιέται αν αναφερθούμε στο ρόλο του αέρα και της υγρασίας.
Στην Ερώτηση 4 «Ποιες ιδέες νομίζετε ότι θα έχουν οι μαθητές σας για το θέμα;» 5 από τους 12 εκπαιδευτικούς απάντησαν γενικά χωρίς να αναφερθούν σε συγκεκριμένη εναλλακτική ιδέα. 3 από τους 12 εκπαιδευτικούς θεωρούν ότι οι μαθητές πιστεύουν ότι με την τριβή παράγονται φορτία. Μια εκπαιδευτικός έγραψε ως εναλλακτική ιδέα ότι η τριβή δίνει δύναμη στο καλαμάκι. Μια άλλη εκπαιδευτικός έγραψε ως εναλλακτική ιδέα ότι τα όμοια έλκονται και τα ετερώνυμα απωθούνται. Επίσης αναφέρθηκε η ιδέα ότι η έλξη ανάμεσα στο καλαμάκι και τη χαρτοπετσέτα είναι μαγνητισμός. Ένας εκπαιδευτικός δεν ανέφερε καθόλου εναλλακτικές ιδέες των μαθητών.
Στην 5^{η} ερώτηση «Πως επηρεάζουν οι ιδέες αυτές των μαθητών σας τη διδασκαλία σας; (Προτείνετε τρόπους για να ξεπεράσουν οι μαθητές σας τυχόν εναλλακτικές ιδέες τους)» 6 στους 12 εκπαιδευτικούς απάντησαν γενικόλογα τονίζοντας μεν τη σημασία των εναλλακτικών ιδεών στο σχεδιασμό της διδασκαλίας, χωρίς όμως να αναφερθούν σε συγκεκριμένες δικές τους ενέργειες που αντιμετωπίζουν συγκεκριμένη ιδέα των μαθητών. Μία εκπαιδευτικός πρότεινε να γίνει πείραμα για να δουν οι μαθητές ότι οι μαγνήτες δεν έλκουν το φορτισμένο καλαμάκι. Δύο εκπαιδευτικοί πρότειναν να δοθούν μικροσκοπικές

εξηγήσεις για τη φόρτιση στους μαθητές ώστε να τους πείσουμε ότι με την τριβή δεν παράγεται φορτίο αλλά μετακινούνται ηλεκτρόνια.
Στην 6η ερώτηση «Θα χρησιμοποιούσατε κάποιες πειραματικές δραστηριότητες επίδειξης κατά τη διδασκαλία του θέματος; Αν ναι, δώστε μια σύντομη περιγραφή τους.» Δύο εκπαιδευτικοί απάντησαν ότι δεν θα χρησιμοποιούσαν καθόλου τέτοιες δραστηριότητες, μία εκπαιδευτικός ανέφερε την κατασκευή ηλεκτροσκοπίου, μια άλλη εκπαιδευτικός ανέφερε το τρίψιμο μπαλονιών και μετά το κόλλημά τους στον τοίχο, το τρίψιμο χάρακα σε μάλλινο ύφασμα και την έλξη μικρών κομματιών χαρτιού, το πλησίασμα μιας φορτισμένης χτένας στο νερό της βρύσης που τρέχει. Τρεις εκπαιδευτικοί έγραψαν ότι θα περιορίζονταν μόνο τα πειράματα του Τετραδίου Εργασιών, μια εκπαιδευτικός πρότεινε να τρίψουν σώματα σε μάλλινο ύφασμα. Τέλος, μία εκπαιδευτικός πρότεινε να χρησιμοποιηθούν κολλητικές ταινίες (σελοτέιπ) για να δουν οι μαθητές την ηλεκτρική έλξη και άπωση.
Στην 7η ερώτηση «Θα προτείνατε στους μαθητές σας κάποιες συμμετοχικές πειραματικές δραστηριότητες κατά τη διδασκαλία του θέματος; Αν ναι, δώστε μια σύντομη περιγραφή τους.» Οι εκπαιδευτικοί δεν διαφοροποίησαν ουσιαστικά τις απαντήσεις τους σε σχέση με την προηγούμενη ερώτηση δίνοντας τα ίδια ή παρόμοια πειράματα με την προηγούμενη ερώτηση.
Στην 8η ερώτηση «Ποιες άλλες διδακτικές στρατηγικές (εκτός των παραπάνω πειραματικών δραστηριοτήτων) θα χρησιμοποιούσατε κατά τη διδασκαλία του θέματος;» 9 εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν στη συζήτηση με την τάξη, 7 στη συζήτηση σε ομάδες, 5 στη συγκέντρωση υλικού για πειράματα από τους μαθητές, 3 στην εκτέλεση πειραμάτων στο σπίτι, 2 στον καταιγισμό ιδεών, 1 σε ερωτήσεις αξιολόγησης.
Στην 9η ερώτηση «Ποιοι άλλοι παράγοντες θα επηρέαζαν τη διδασκαλία σας για το θέμα;» 2 εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν στις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών και στα βιώματά τους, 3 στην επάρκεια εποπτικών μέσων και υλικών για πειράματα, 1 στην υγρασία της ατμόσφαιρας, 1 στην ύπαρξη κατάλληλου λογισμικού, 1 στις παρατηρήσεις και τις απόψεις που διατυπώνουν οι μαθητές, 2 στο ενδιαφέρον των μαθητών, 1 στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών, 1 στην ύπαρξη ηλεκτροστατικής γεννήτριας και 1 στο μαθησιακό φόρτο από τα υπόλοιπα μαθήματα.
Στον Πίνακα 3 φαίνεται η δική μας Αναπαράσταση Περιεχομένου για την ενότητα του Ηλεκτρικού Ρεύματος της Ε' Δημοτικού που αφορά τη μέση τάξη μικτής ικανότητας. Η Αναπαράσταση αυτή είναι μια από τις πολλές που θα μπορούσαν να προταθούν και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να θεωρηθεί μοναδική.

Πίνακας 3 Αναπαράσταση περιεχομένου για την ενότητα του Ηλεκτρικού Ρεύματος

Ερώτη-ση 1	Πότε ανάβει το λαμπάκι (ανάγκη για κλειστή αγώγιμη διαδρομή και μπαταρία) Το ηλ ρεύμα ως ροή φορτίου. Μπαταρία και λαμπάκι είναι δίπολα. Δομή λαμπτήρα πυρακτώσεως. Κατασκευή λυχνιολαβής. Συμβολική παράσταση κυκλωμάτων. Υδραυλικό ανάλογο. (ομοιότητες και διαφορές)
Ερώτη-ση 2	Γιατί ηλεκτρικά κυκλώματα και λαμπτήρες χρησιμοποιούν στην καθημερινή τους ζωή. Γιατί αυτή η γνώση τους προστατεύει και από τους κινδύνους του ηλ ρεύματος. Η κατασκευή της λυχνιολαβής δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να εξασκηθούν και σε άλλες, μη γνωστικές δεξιότητες. Η γνώση της συμβολικής αναπαράστασης των κυκλωμάτων εξοπλίζει τους μαθητές με την ικανότητα να φτιάχνουν κυκλώματα από σχέδια. Το υδραυλικό ανάλογο βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν και την αιτία της ροής του ηλ ρεύματος και τη διατήρηση του ρεύματος σε κυκλώματα σε σταθερή κατάσταση.
Ερώτη-ση 3	Το ρόλο του ηλ πεδίου μέσα στα καλώδια, το μεταβατικό φαινόμενο από το κλείσιμο του διακόπτη μέχρι την αποκατάσταση σταθερού ρεύματος σε ένα

	κύκλωμα. Τα φυσικά μεγέθη τάση, ένταση ρεύματος, αντίσταση ως μετρήσιμες ποσότητες.
Ερώτη-ση 4	Ότι αρκεί να συνδέσουμε ένα καλώδιο με ένα πόλο της μπαταρίας για να ανάψει το λαμπάκι. Ότι δύο ρεύματα (αντίθετης φοράς) ξεκινούν από τους πόλους της μπαταρίας και συγκρούονται στο λαμπάκι, οπότε το λαμπάκι ανάβει. Ταυτίζουν το ηλεκτρικό ρεύμα με τη σπίθα που κάποιες φορές βλέπουμε όταν βγάζουμε ένα φις από την πρίζα. Ότι το ηλεκτρικό ρεύμα καταναλώνεται στο λαμπάκι. Ότι ηλεκτρισμός, ηλεκτρικό ρεύμα και ηλεκτρική ενέργεια είναι το ίδιο πράγμα. Ότι το λαμπάκι έχει ένα πόλο που αν έρθει σε επαφή με καλώδιο που συνδέεται με τους πόλους μπαταρίας θα ανάψει.
Ερώτη-ση 5	Να κατασκευάσουν τα κυκλώματα της σελ 102 του Τετραδίου Μαθητή και να διαπιστώσουν σε ποιες περιπτώσεις ανάβει το λαμπάκι. Να γίνει συζήτηση για κάθε περίπτωση. Να τους δείξουμε ότι τα καλώδια των ηλ συσκευών που χρησιμοποιούν στο σπίτι τους είναι διπλά στο εσωτερικό τους ώστε να εξασφαλίζεται η κλειστή αγώγιμη διαδρομή. (βρόχος) Να συνδέσουμε την έννοια ηλ ρεύμα με την κίνηση φορτίου και τη φωτοβολία των λαμπών. Να κατασκευάσουν κύκλωμα με 2 και 3 λαμπάκια σε σειρά για να διαπιστώσουν ότι το ηλ ρεύμα δεν καταναλώνεται. (αφού φωτοβολούν το ίδιο) Μετά από προσεκτική παρατήρηση να σχεδιάσουν τη δομή μιας λάμπας. Η αδυναμία τους να κάνουν ένα λαμπάκι να ανάψει οφείλεται στην άγνοια τους ότι το λαμπάκι έχει δύο πόλους και ότι το ρεύμα πρέπει να "μπει" από τον ένα πόλο και να "βγει" από τον άλλο.
Ερώτη-ση 6	Τα πειράματα της ενότητας όπως περιγράφονται στο Βιβλίο Μαθητή προσφέρονται για συμμετοχικές δραστηριότητες. Με επίδειξη θα μπορούσαμε π.χ. κόβοντας ένα καλώδιο για ηλ συσκευή να δείξουμε ότι υπάρχουν 2 καλώδια εσωτερικά για να εξασφαλίζεται η κλειστή αγώγιμη διαδρομή.
Ερώτη-ση 7	Τα πειράματα των φύλλων εργασίας και επιπλέον αυτό που αναφέρεται στην ερώτηση 5
Ερώτη-ση 8	Χρήση αναλογιών: ηλεκτρικό ρεύμα και ροή νερού, ηλεκτρικό ρεύμα και ροή πλήθους ανθρώπων ή πλήθους αυτοκινήτων. Συζήτηση στην τάξη, πριν (υποθέσεις) και μετά (παρατηρήσεις και συμπεράσματα) τα πειράματα. Χρήση προσομοιώσεων και αν δεν υπάρχει άλλη δυνατότητα να επιδειχθούν με Η/Υ και projector.
Ερώτη-ση 9	Το ενδιαφέρον των μαθητών, οι απορίες τους και η διαθεσιμότητα των υλικών σε σχέση και με τον αριθμό των μαθητών.

Στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στην 1η ερώτηση για την ενότητα του ηλεκτρικού ρεύματος είχαμε 6 εκπαιδευτικούς που ανέφεραν ως βασική ιδέα τον ορισμό του ηλεκτρικού ρεύματος ως προσανατολισμένη κίνηση ελευθέρων ηλεκτρονίων, 5 εκπαιδευτικούς που θεώρησαν ως βασική ιδέα τους κινδύνους από το ηλεκτρικό ρεύμα, 3 εκπαιδευτικούς που αναφέρθηκαν στη βασική ιδέα του κλειστού κυκλώματος ως προϋπόθεση για να έχουμε ηλεκτρικό ρεύμα, 2 εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν σε τρόπους παραγωγής ηλ ρεύματος με γεννήτριες, ανεμογεννήτριες και φωτοβολταϊκούς μετατροπείς, 1 εκπαιδευτικός αναφέρθηκε στο βραχυκύκλωμα, και 1 εκπαιδευτικός δεν έγραψε συγκεκριμένες βασικές ιδέες αλλά ότι θα διδάξει με απλά λόγια τα φαινόμενα που παρατηρούμε στα ηλεκτρικά κυκλώματα και τις συνέπειες του ηλ ρεύματος.

Ως σημαντικούς λόγους για να γνωρίζουν οι μαθητές τις παραπάνω βασικές ιδέες, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν: την εκτεταμένη χρήση του ηλ ρεύματος στην καθημερινή ζωή, (7 εκπαιδευτικοί), την προστασία από τους κινδύνους του ηλ ρεύματος, (5 εκπαιδευτικοί,) για να ευαισθητοποιηθούν σε θέματα περιβάλλοντος όπως η μείωση της έκλυσης CO_2, (1 εκπαιδευτικός), για την καλύτερη κατανόηση της ενότητας. (1 εκπαιδευτικός)

Στις επιπλέον γνώσεις που δεν σκοπεύουν να διδάξουν οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν: τη διαφορά δυναμικού, την ένταση του ηλ ρεύματος, την αντίσταση και το νόμο του Ohm, (3 εκπαιδευτικοί) πότε το ηλεκτρικό ρεύμα είναι συνεχές και πότε εναλλασσόμενο, (2 εκπαιδευτικοί), δεν απάντησαν (4 εκπαιδευτικοί) τα μικροσκοπικά κυκλώματα, (1 εκπαιδευτικός), τη ακριβή δομή του μικρόκοσμου (1 εκπαιδευτικός) τον τρόπο παραγωγής του ηλ ρεύματος. (1 εκπαιδευτικός)

Ως εναλλακτικές ιδέες των μαθητών τους οι εκπαιδευτικοί έγραψαν: την ταύτιση των εννοιών ηλ ρεύμα και ηλ ενέργεια, (2 εκπαιδευτικοί), τη θεώρηση του ηλ ρεύματος ως ροή ουσίας στα καλώδια, (2 εκπαιδευτικοί), τα μοντέλα του ηλεκτρικού ρεύματος (μονοπολικό, συγκρουόμενων ρευμάτων κτλ) (1 εκπαιδευτικός), ότι η πηγή παράγει ηλεκτρόνια, (1 εκπαιδευτικός), ότι η πηγή δίνει σταθερό ρεύμα, (1 εκπαιδευτικός), ότι ο λαμπτήρας καταναλώνει ρεύμα, (1 εκπαιδευτικός), 2 εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν απλώς σε δυσκολίες των μαθητών χωρίς να περιγράψουν συγκεκριμένες εναλλακτικές ιδέες.

Για το πώς μπορούν οι μαθητές να ξεπεράσουν τις παραπάνω εναλλακτικές ιδέες οι εκπαιδευτικοί πρότειναν: την αναφορά στο σωματιδιακό μοντέλο για να ξεπεραστεί η σύγχυση ηλ ρεύματος και ηλ ενέργειας (1 εκπαιδευτικός), και κατά τη γνώμη μας είναι μάλλον ατυχής πρόταση, πειραματικές δραστηριότητες με λαμπάκι και μπαταρία για να ξεπεράσουν τα εναλλακτικά μοντέλα για το ηλ ρεύμα (1 εκπαιδευτικός), θεατρικό παιχνίδι για να κατανοήσουν την κίνηση των ηλεκτρονίων, (1 εκπαιδευτικός), κατασκευή αναπαράστασης του ατόμου για να κατανοηθεί η κίνηση των ελευθέρων ηλεκτρονίων (1 εκπαιδευτικός) κάτι που δεν νομίζουμε ότι βοηθά το συγκεκριμένο στόχο, την αναλογία ηλεκτρικού και υδραυλικού κυκλώματος για να κατανοηθεί η έννοια ηλ ρεύμα, (1 εκπαιδευτικός), κύκλωμα με διακόπτη σε παράλληλη σύνδεση και σύνδεση σε σειρά για να ξεπεραστεί η δυσκολία με την παράλληλη σύνδεση. (1 εκπαιδευτικός) Άλλος εκπαιδευτικός έγραψε ότι οι ιδέες των μαθητών γίνονται υποθέσεις προς απόδειξη, 3 εκπαιδευτικοί έγραψαν ότι οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών είναι χρήσιμες για τη διδασκαλία αλλά δεν πρότειναν κάποια συγκεκριμένη δραστηριότητα.

Στην ερώτηση για τις πειραματικές δραστηριότητες επίδειξης που θα χρησιμοποιούσαν οι εκπαιδευτικοί έγραψαν: ένα απλό κύκλωμα με μπαταρία και λαμπάκι (6 εκπαιδευτικοί), ότι δεν θα χρησιμοποιούσε πειράματα επίδειξης αλλά μόνο συμμετοχικά (1 εκπαιδευτικός), σε κυκλώματα με λαμπάκια σε σειρά και παράλληλα (1 εκπαιδευτικός), ότι δεν θα χρησιμοποιούσε καθόλου πειραματικές δραστηριότητες γιατί οι έννοιες είναι δύσκολες (1 εκπαιδευτικός), την κατασκευή σχηματικής αναπαράστασης της κίνησης των ηλεκτρονίων στο χαρτί και μετά την κατασκευή ηλ κυκλώματος (1 εκπαιδευτικός).

Στην ερώτηση για τις συμμετοχικές πειραματικές δραστηριότητες 11 εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν στην κατασκευή του ηλεκτρικού κυκλώματος με μπαταρία, καλώδια και λαμπάκι, στην κατασκευή των λυχνιολαβών (1 εκπαιδευτικός) και 1 εκπαιδευτικός δεν ανέφερε καθόλου πειράματα.

Ως άλλες διδακτικές στρατηγικές οι εκπαιδευτικοί πρότειναν: τη συζήτηση σε ομάδες (8 εκπαιδευτικοί), τη συζήτηση στην τάξη (6 εκπαιδευτικοί), καταιγισμό ιδεών (1 εκπαιδευτικός), ερωτήσεις αξιολόγησης (1 εκπαιδευτικός), σχέδιο εργασίας (1 εκπαιδευτικός), την αξιοποίηση του λάθους (1 εκπαιδευτικός), το μονόλογο (1 εκπαιδευτικός) την προβολή εκπαιδευτικού υλικού (1 εκπαιδευτικός).

Ως άλλους παράγοντες (πέραν όσων αναφέρθηκαν πιο πάνω) που θα επηρέαζαν τη διδασκαλία τους οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν: το ενδιαφέρον των μαθητών για τα φαινόμενα του ηλεκτρισμού, (2 εκπαιδευτικοί), τις εμπειρίες των παιδιών από την καθημερινή τους ζωή, (1 εκπαιδευτικός),τη διαθεσιμότητα των υλικών για πειράματα, (1 εκπαιδευτικός), τυχόν ελαττωματικά υλικά, (1 εκπαιδευτικός), τη δυνατότητα επίσκεψης σε κοντινή μονάδα ηλεκτροπαραγωγής, (1 εκπαιδευτικός), το γνωστικό επίπεδο των μαθητών. (1 εκπαιδευτικός).

Για λόγους συνέπειας με την απαίτηση για περιορισμό της έκτασης της εργασίας δεν θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα που αφορούν την ενότητα Αγωγοί και Μονωτές.

Συζήτηση

Σχολιάζοντας τις απόψεις των εκπαιδευτικών για την ενότητα του στατικού ηλεκτρισμού, θέλουμε να παρατηρήσουμε τα εξής: Με την εξαίρεση ενός εκπαιδευτικού, από τους υπόλοιπους δεν θεωρείται σημαντική ιδέα η δομή του ατόμου για την ενότητα. Αυτό δημιουργεί δυσκολίες στην κατανόηση της φόρτισης γιατί οι μαθητές δεν βοηθούνται να οικοδομήσουν ένα ερμηνευτικό μοντέλο. Κατά τη γνώμη μας, η δομή του ατόμου είναι απαραίτητο να διδαχθεί ως βασική ιδέα στην ενότητα αυτή γιατί επιτρέπει την εισαγωγή του φορτίου ως ιδιότητας κάποιων από τα υποατομικά σωματίδια. (πρωτονίων και ηλεκτρονίων) Ακριβώς στην προηγούμενη ενότητα των θερμικών φαινομένων οι μαθητές διδάσκονται ένα απλοποιημένο μικροσκοπικό μοντέλο που περιλαμβάνει σωματίδια (μόρια ονομάζονται από το σχολικό βιβλίο) που δεν έχουν δομή και κινούνται συνεχώς σε κενό, η δε (μέση) ταχύτητα της κίνησής τους συνδέεται και με τη θερμοκρασία του σώματος του οποίου είναι δομικά στοιχεία. Ο εμπλουτισμός αυτού του μικροσκοπικού μοντέλου θα δώσει τη δυνατότητα στους μαθητές να δίνουν εξηγήσεις για τα φαινόμενα φόρτισης και εκφόρτισης συνεπείς με τη επιστημονική άποψη. Στο απλοποιημένο μοντέλο για το άτομο θα περιλάβουμε τον πυρήνα με τα θετικά φορτισμένα πρωτόνια και τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια που γυρίζουν γύρω απ' αυτόν. Επίσης, θα εξηγήσουμε ότι είναι δυνατό να έχουμε μετακίνηση ηλεκτρονίων από σώμα σε σώμα που προκαλείται π.χ. τρίβοντας τα σώματα. Βέβαια, αυτός δεν είναι ο μόνος τρόπος φόρτισης των σωμάτων, αλλά αυτό δεν χρειάζεται να αναφερθεί στους μαθητές. Έτσι μπορούμε να παρέχουμε μια εξήγηση για τη φόρτιση και εκφόρτιση που θεωρούμε ότι είναι κατάλληλη για το νοητικό επίπεδο των μαθητών και σύμφωνη με την επιστημονική άποψη. Για τη χρησιμότητα όσων χαρακτήρισαν ως βασικές ιδέες η πλειονότητα των εκπαιδευτικών δεν κατάφερε να δώσει πειστικά επιχειρήματα. Απουσιάζει η κατανόηση της σημασίας των ηλεκτροστατικών αλληλεπιδράσεων στο μικροσκοπικό επίπεδο για την παρατηρούμενη μακροσκοπικά συμπεριφορά των ουσιών. (χημική και φυσική)
Στην ενότητα του Ηλεκτρικού Ρεύματος, οι εκπαιδευτικοί εμφανίζονται να μην είναι ενημερωμένοι για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών τους. Μόνο ένας εκπαιδευτικός αναφέρει ως εναλλακτικές ιδέες τα μοντέλα για το ηλεκτρικό ρεύμα (μονοπολικό, συγκρουόμενων ρευμάτων, καταναλωτικό, επιστημονικό) αν και είναι θέμα που είναι ευρέως γνωστό από τη βιβλιογραφία. Επίσης, μόνο ένας εκπαιδευτικός αναφέρεται στη συχνή εναλλακτική ιδέα ότι το λαμπάκι καταναλώνει το ρεύμα και μόνο δύο εκπαιδευτικοί αναφέρονται στη σύγχυση ηλεκτρικού ρεύματος και ηλεκτρικής ενέργειας.
Από τη μελέτη των Αναπαραστάσεων Περιεχομένου που έδωσε ο κάθε εκπαιδευτικός χωριστά και την οποία δεν μπορούσαμε να παρουσιάσουμε λόγω μεγάλης έκτασης, φαίνεται ότι οι περισσότερες είναι μάλλον φτωχές και ανεπαρκείς και δείχνουν ότι η Γνώση Περιεχομένου των εκπαιδευτικών και η γνώση των ιδεών των μαθητών είναι περιορισμένη. Ωστόσο, η σύνθεση όλων των απόψεων δίνει μια πολύ καλύτερη εικόνα, δημιουργεί μια Αναπαράσταση Περιεχομένου σχεδόν πλήρη. Αυτό ακριβώς δείχνει και τη δυνατότητα που έχει το εργαλείο να αξιοποιηθεί στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. Π.χ. η συζήτηση με τους επιμορφούμενους πάνω στις ερωτήσεις του μεθοδολογικού εργαλείου μπορεί να οδηγήσει στην κατασκευή από αυτούς ολοκληρωμένων Αναπαραστάσεων Περιεχομένου που θα προάγουν τη Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου τους.

Βιβλιογραφία

Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α., Καλκάνης, Γ. (2006) Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο Διδακτικό Πακέτο που αποτελείται από Βιβλίο μαθητή, Τετράδιο Εργασιών και Βιβλίο Δασκάλου. ΟΕΔΒ. Αθήνα.

Gess-Newsome, J. (1999). Knowledge and beliefs about subject matter. In J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (Eds.), Examining pedagogical content knowledge. (pp. 51–94). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Loughran, J.J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. Journal of Research in Science Teaching. Vol 44 No 4 p 370-391.

Hume, A., Berry A. (2010). Constructing CoRes—a Strategy for Building PCK in Pre-service Science Teacher Education. Research in Science Education. Online First 26 March 2010.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), Examining pedagogical content knowledge. (pp. 95–132). Boston: Kluwer.

Mulhall, P., Berry, A., & Loughran, J. (2003). Frameworks for representing science teachers'pedagogical content knowledge. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 4(2),1–25.

Park, S., Oliver, J., S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. 38:261-284.

Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15(2), 4–14.

Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard Educational Review, 57(1), 1–22.

Αντιλήψεις, στάσεις και απόψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για το πείραμα στη διδασκαλία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών. Μελέτη περίπτωσης.

Παρασκευάς Παρασκευάς, Τσίρος Χαράλαμπος
Σχολικός Σύμβουλος Π.Ε. Ν. Ροδόπης, pparaskeya@sch.gr
Διδάσκων Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, charalampostsiros@gmail.com

Περίληψη
Στη σημερινή εποχή με τη μεγάλη ανάπτυξη των γνώσεων, οι οποίες απαιτούν ολοένα και νέα καθήκοντα, είναι πολύ σημαντικό οι μαθητές να ασκηθούν στον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται και εργάζονται οι επιστήμονες. Για τις Φυσικές Επιστήμες η μαρτυρία του πειράματος είναι αποφασιστικής σημασίας. Η συμβολή του, ως μορφή πράξης, στην παραγωγή της γνώσης ήταν και είναι σημαντική, γιατί θέτει στους επιστήμονες προβλήματα για τη λύση των οποίων απαιτείται η κατασκευή θεωρίας. Συγχρόνως, όμως, είναι και το κριτήριο για την αλήθεια της θεωρίας. Η παρούσα έρευνα έγινε για να καταγράψει και διερευνήσει τις στάσεις, αντιλήψεις και απόψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ως προς τη χρήση των πειραμάτων στην καθημερινή διδασκαλία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών.

Summary
In recent years the huge growth of knowledge, demanding continuously new tasks, shows the importance of teaching the students in the way scientists think and work. In teaching Physics the experiment is of significant importance. Its contribution, as a form of action, in the production of knowledge was, and still is, crucial, because it provokes the scientists thought in theory based problem solving. Simultaneously, it is also the criterion for the theory under investigation. The present research aims at recording and investigating the attitudes, perceptions and opinions of Primary school teachers as for the use of experiments in their daily teaching of Physics.

Εισαγωγή

Με τον όρο «*στάσεις*» εννοούμε «*τις τάσεις, την προδιάθεση των υποκειμένων να ανταποκρίνονται με κάποιο ομοιόμορφο τρόπο, ευμενώς ή δυσμενώς, έναντι συγκεκριμένων γεγονότων, ατόμων ή φορέων, αντικειμένων ή μαθημάτων*» περιέχουν το στοιχείο της υποκειμενικής αντίληψης και αξιολόγησης βασικών παραμέτρων της κατάστασης που εξετάζεται, προέρχονται από προηγούμενες εμπειρίες, θετικές ή αρνητικές του ατόμου, επηρεάζοντας τα συναισθήματα και τη συμπεριφορά του. Ως «*αντιλήψεις*» ενός ατόμου μπορούν να θεωρηθούν οι πεποιθήσεις οι σχετικές με ένα αντικείμενο ή μια κατάσταση, οι οποίες όμως έχουν έντονο το στοιχείο της υποκειμενικότητας. Κάθε άτομο, ανάλογα με τις εμπειρίες που κουβαλάει από το παρελθόν, έχει τις δικές του αντιλήψεις (Φιλίππου & Χρίστου 2001).
Η μάθηση, από την πλευρά της εκπαιδευτικής ψυχολογίας, θεωρείται είτε ως «*δημιουργία μέσα στον εγκέφαλο αναπαραστάσεων από διαδικασίες*» είτε ως «*αλλαγή στον εαυτό που προέρχεται από γνώση*» είτε ως «*το αποτέλεσμα της διαπροσωπικής επικοινωνίας μεταξύ διδάσκοντος και διδασκομένου*» (Τσίρος 2009).

Έρευνες της ελληνικής πραγματικότητας παλαιότερες (Χαλκιά 1999) αλλά και νεότερες (Κώτσης & Μπασιάκος 2009) απέδειξαν ότι σε λίγες σχολικές αίθουσες γίνεται συστηματική άσκηση των μαθητών στην πειραματική μεθοδολογία. Η έλλειψη οργάνων, καθώς και η μη καλή γνώση της χρήσης τους, είναι οι σημαντικότεροι λόγοι που οι εκπαιδευτικοί επικαλούνται για τη μη υλοποίηση πειραμάτων. Αυτό οδήγησε τους ερευνητές να προτείνουν τρόπους υλοποίησης πειραμάτων με καθημερινά υλικά (Κουμαράς 2000) και τους συγγραφείς των εγχειριδίων της Φυσικής να συμπεριλάβουν, σε μεγάλο ποσοστό, πειράματα που για να υλοποιηθούν απαιτούνται υλικά καθημερινής χρήσης, υποστηρίζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο αποτελεσματικά τη διδασκαλία, ώστε οι μαθητές να διαμορφώσουν απόψεις, οι οποίες θα βρίσκονται πλησιέστερα στην επιστημονική άποψη (Παρασκευάς 2007).

Μεθοδολογία

Σκοπός και στόχοι

Σκοπός της έρευνας είναι να διερευνήσει τη σχέση των εκπαιδευτικών του δείγματος με τη διενέργεια πειραμάτων της Φυσικής στη σχολική τάξη. Ειδικότεροι στόχοι της έρευνας είναι να ανιχνεύσει τις αντιλήψεις, τις στάσεις και τις απόψεις τους ως προς τη χρήση των πειραμάτων στην καθημερινή διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής. Τα νέα δεδομένα από την προηγούμενη αντίστοιχη έρευνα (Χαλκιά 1999), όπως Δ.Ε.Π.Π.Σ., νέα Α.Π.Σ. Φυσικών Επιστημών, νέα σχολικά εγχειρίδια, καθώς και το ενδιαφέρον των ερευνητών για την καταγραφή της ειδικότερης εικόνας της συγκεκριμένης περιοχής αποτελούν τους λόγους για την αναγκαιότητα διεξαγωγής της συγκεκριμένης έρευνας.

Ερευνητικά ερωτήματα

Ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας αποτέλεσαν ο βαθμός συμφωνίας, διαφωνίας και αναποφαστικότητας των εκπαιδευτικών με διατυπώσεις που σχετίζονται με τη διενέργεια πειραμάτων (17 ερωτήσεις) καθώς και την ιεράρχηση εκ μέρους τους 12 προϋποθέσεων για επιτυχημένα, από διδακτικής απόψεως, εργαστηριακών πειραμάτων Φυσικής.

Πληθυσμός και δείγμα

Ο πληθυσμός στον οποίο απευθύνθηκε η έρευνα είναι οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν σε δημόσια Δημοτικά Σχολεία του Ν. Ροδόπης κατά τη σχολική χρονιά 2009-2010.
Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 106 εκπαιδευτικοί. Από το σύνολο του δείγματος οι 18 (17%) ήταν άντρες και οι 88 (83%) γυναίκες. Αναφορικά με τα χρόνια υπηρεσίας οι 57 εκπαιδευτικοί (53,8%) είχαν έως 10 έτη υπηρεσίας, οι 26 (24,5%) από 11 έως 20, οι 16 (15,1%) από 21 έως 30 και οι 7 (6,6%) πάνω από 30 έτη υπηρεσίας.

Ερευνητικό εργαλείο

Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο[11] το οποίο περιελάμβανε: α) 17 «κλειστές» ερωτήσεις, άλλες με θετική και άλλες με αρνητική διατύπωση, με πιθανές απαντήσεις σύμφωνα με την πεντάβαθμη κλίμακα Likert και κατανεμημένες σε τυχαία σειρά, και β) μία ερώτηση «διευθέτησης πολλαπλών επιλογών σε τακτική σειρά», όπου έπρεπε να ιεραρχηθούν οι 7 από τις 12 προτεινόμενες απαντήσεις, με

[11] Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα σχεδιάστηκε από την Κρυσταλλία Χαλκιά το 1999 ειδικά για να ανιχνεύσει τις στάσεις των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ως προς τη χρήση των πειραμάτων στην καθημερινή διδασκαλία τους του μαθήματος της Φυσικής.

στόχο την ανίχνευση των απόψεων των υποκειμένων της έρευνας αναφορικά με τον τρόπο που πρέπει να χρησιμοποιούνται τα πειράματα Φυσικής στην καθημερινή διδασκαλία.
Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS v.17 των Windows.

Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση των απαντήσεων των υποκειμένων στις 18 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου κατέδειξε τα ακόλουθα αποτελέσματα.

Βαθμός συμφωνίας με τις 17 διατυπώσεις που εκφράζουν αντίστοιχες στάσεις

Από τα στοιχεία του πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1) προκύπτει ότι από τους εκπαιδευτικούς του δείγματος:
Το 93,3% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι ο σχεδιασμός, η οργάνωση και η εκτέλεση των πειραμάτων από τους μαθητές παίζει σημαντικό ρόλο για την κατανόηση πολλών εννοιών και φυσικών φαινομένων. Αναποφάσιστο δηλώνει το 0,9% (ερ. 1).
Το 92,4% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι το πείραμα αποτελεί ένα τέχνασμα για να κρατούν οι εκπαιδευτικοί την προσοχή των μαθητών αμείωτη κατά τη διδασκαλία (ερ. 2).
Το 99% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι η πραγματική αξιοποίηση των εργαστηρίων θα πρέπει να είναι η σχεδίαση, η οργάνωση και η εκτέλεση πειραμάτων που διερευνούν φαινόμενα της καθημερινής ζωής (ερ. 3).
Το 88,7% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι το πείραμα είναι εκπαιδευτικά χρήσιμο εάν κατευθύνει τους μαθητές στη διερεύνηση εναλλακτικών υποθέσεων (ερ. 4).
Το 53,8% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι τα πειράματα πρέπει να γίνονται σε ξεχωριστή ώρα, ενώ το 43,4% διαφωνεί (ερ. 5).
Το 92,3% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι και χωρίς καθόλου πειράματα, οι μαθητές είναι δυνατό να προσεγγίσουν σε βάθος τη Φυσική (ερ. 6).
Το 86,8% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι αποφεύγουν να κάνουν πειράματα, γιατί η πιθανότητα κάποιου ατυχήματος θα τους/τις εκθέσει σε ανεπιθύμητες αντιδράσεις γονέων και διοίκησης του σχολείου (ερ. 7).
Το 51,9% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι τα πειράματα μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς να είναι απαραίτητα ούτε ειδικά όργανα, ούτε ειδικά εξοπλισμένος χώρος, ενώ το 44,3% διαφωνεί (ερ. 8).
Το 82% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι αποτελεί σοβαρό ανασταλτικό παράγοντα οργάνωσης πειραμάτων ο φόβος της αποτυχίας ενός πειράματος κάτι το οποίο θα τους γελοιοποιήσει στα μάτια των μαθητών τους (ερ. 9).
Το 92,4% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι θα προτιμούσαν να μην κάνουν πειράματα, ακόμα και αν η φροντίδα για την οργάνωση και συντήρηση του εργαστηρίου ήταν ευθύνη άλλων συναδέλφων (ερ. 10).
Το 59,4% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι η πολυπλοκότητα των εργαστηριακών συσκευών και οργάνων τους αποθαρρύνει από την εκτέλεση πειραμάτων, ενώ το 39,9% συμφωνεί (ερ. 11). Ο έλεγχος των μέσων όρων με το κριτήριο t έδειξε ότι το φύλο συνδέεται σημαντικά («Sig.» = 0,02), με τους άνδρες εκπαιδευτικούς να συμφωνούν περισσότερο (Μ.Ο.=3,83, Τ.Α.=1,150) από ότι οι γυναίκες συνάδελφοί τους (Μ.Ο.=3,36 Τ.Α.=1,432) με την θέση αυτή.
Το 96,3% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι η πιθανότητα αποτυχίας δεν τους αποτρέπει από την οργάνωση πειραμάτων γιατί τα θεωρούν απαραίτητα για τη διδασκαλία (ερ. 12).
Το 59,5% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι η ανάγκη για την οργάνωση και συντήρηση του εργαστηρίου Φυσικής τους ενοχλεί, ενώ το 33% συμφωνεί (ερ. 13).

Το 86,8% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι ακόμη και αν δεν υπάρχει η κατάλληλη υποδομή στο σχολείο τους, θα βρουν τρόπους για την διεξαγωγή πειραμάτων (ερ. 14).
Το 77,3% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι η έλλειψη υποδομής στο σχολείο αποτελεί σοβαρό ανασταλτικό παράγοντα για την οργάνωση πειραμάτων (ερ. 15).
Το 74,5% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι η έλλειψη διδακτικού χρόνου λόγω ύλης αποτελεί σοβαρό ανασταλτικό παράγοντα για την οργάνωση πειραμάτων (ερ. 16).
Το 60,4% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι η έλλειψη προβλεπόμενου χρόνου στο πρόγραμμα του εκπαιδευτικού για την προετοιμασία των πειραμάτων αποτελεί σοβαρό ανασταλτικό παράγοντα για την οργάνωσή τους, ενώ το 34,9% διαφωνεί (ερ. 17).

Πίνακας 1: Κατανομή συχνότητας των τιμών των μεταβλητών (ερωτήσεων)[12]

Ερωτήσεις	Συμφωνώ πολύ	Συμφωνώ λίγο	Είμαι αναποφάσιστος – Δεν με αφορά	Διαφωνώ λίγο	Διαφωνώ πολύ
1	91 (85,8%)	8 (7,5%)	1 (0.9%)	6 (5,7%)	0
2	81 (76,4%)	17 (16%)	0	6 (5,7%)	2 (1,9%)
3	88 (83%)	17 (16%)	0	1 (0,9%)	0
4	58 (54,7%)	36 (34%)	1 (0,9%)	9 (8,5%)	2 (1,9%)
5	28 (26,4%)	29 (27,4%)	3 (2,8%)	30 (28,3%)	16, (15,1%)
6	2 (1,9%)	6 (5,7%)	0	26 (24,5%)	72 (67,9%)
7	1 (0,9%)	11 (10,4%)	2 (1,9%)	30 (28,3%)	62 (58,5%)
8	15 (14,2%)	40 (37,7%)	4 (3,8%)	26 (24,5%)	21 (19,8%)
9	0	18 (17%)	1 (0,9%)	38 (35,8%)	49 (46,2%)
10	2 (1,9%)	4 (3,8%)	2 (1,9%)	17 (16%)	81 (76,4%)
11	7 (6,6%)	35 (33%)	1 (0,9%)	30 (28,3%)	33 (31,1%)
12	75 (70,8%)	27 (25,5%)	2 (1,9%)	2 (1,9%)	0
13	10 (9,4%)	25 (23,6%)	8 (7,5%)	27 (25,5%)	36 (34%)
14	63 (59,4%)	29 (27,4%)	2 (1,9%)	9 (8,5%)	3 (2,8%)
15	40 (37,7%)	42 (39,6%)	0	18 (17%)	6 (5,7%)
16	32 (30,2%)	47 (44,3%)	1 (0,9%)	17 (16%)	9 (8,5%)
17	234 (21,7%)	41 (38,7%)	5 (4,7%)	26 (24,5%)	11 (10,4%)

Ιεράρχηση εκ μέρους των εκπαιδευτικών των προτεινόμενων προϋποθέσεων για επιτυχημένα από διδακτική άποψη πειράματα

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 2), και με βάση τη συνολική βαθμολογία που αντιστοιχεί σε κάθε διατύπωση, προκύπτει ότι:

[12] Για την ποσοτική μέτρηση του ερωτηματολογίου χρησιμοποιήθηκε η πεντάβαθμη κλίμακα Likert και με βαθμολογία από 1 έως 5. Συγκεκριμένα, το 5 αποδίδεται στο «συμφωνώ πολύ», το 4 στο «συμφωνώ λίγο», το 3 στο «είμαι αναποφάσιστος» ή «δε με αφορά», το 2 στο «διαφωνώ λίγο» και το 1 στο «διαφωνώ πολύ», όταν η ερώτηση εκφράζει θετική στάση. Αντίστροφα βαθμολογείται η ερώτηση όταν εκφράζει αρνητική στάση, δηλαδή το 1 αποδίδεται στο «συμφωνώ πολύ», το 2 στο «συμφωνώ λίγο» κ.ο.κ.

Στην πρώτη θέση τις *«Κατάλληλες συσκευές και όργανα ακριβείας»*, αποσκοπώντας προφανώς στην ελαχιστοποίηση των περιπτώσεων αποτυχίας των πειραμάτων αλλά και τη δυνατότητα εκτέλεσης πειραμάτων σε κάποιες ενότητες όπου είναι απαραίτητη η ύπαρξή τους.
Στη δεύτερη θέση την *«Εκτέλεση πειράματος από μικρές ομάδες μαθητών»*, αναγνωρίζοντας τη σημασία της ομαδικής εργασίας και συνεργασίας των μαθητών για την κατάκτηση της γνώσης, καθώς τα παιδιά δουλεύοντας σε ζεύγη ή ομάδες παράγουν περισσότερο επαρκείς λύσεις από ότι μόνα τους (Κόκκοτας 1998).

Πίνακας 2: Ιεράρχηση των προτεινόμενων προϋποθέσεων

Προϋποθέσεις[13]	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Μ.Ο.**	**Βαθμολογία**[14]
1	20,75%	25,47%	20,75%	5,66%	7,54%	3,77%	5,66%	10,38%	2,40	418
2	61,32%	3,77%	6,6%	6,6%	5,66%	5,66%	4,72%	5,66%	1,56	163
3	33,02%	13,21%	9,43%	14,15%	6,6%	7,55%	12,26%	3,77%	2,39	315
4	31,13%	4,72%	14,15%	16,04%	14,15%	4,72%	9,43%	5,66%	2,57	311
5	30,02%	2,83%	5,66%	15,1%	15,1%	15,1%	8,49%	7,55%	2,91	275
6	44,34%	1,89%	2,83%	9,43%	16,04%	10,38%	7,55%	7,55%	2,50	207
7	59,43%	4,72%	6,6%	9,43%	3,77%	3,77%	8,49%	3,77%	1,58	177
8	33,96%	19,81%	2,83%	5,66%	6,6%	10,38%	7,55%	13,21%	2,58	286
9	17,92%	13,21%	18,87%	9,43%	16,98%	12,26%	8,49%	2,83%	2,79	400
10	42,45%	10,38%	12,26%	3,77%	3,77%	12,26%	10,38%	4,72%	2,18	257
11	83,96%	-	-	1,89%	2,83%	0,94%	3,77%	6,6%	0,91	40
12	43,96%	-	-	2,83%	0,94%	12,26%	13,21%	27,36%	0,57	115

Στην τρίτη θέση την *«Επίδειξη του πειράματος από τον εκπαιδευτικό»*, κάτι το οποίο είναι τις περισσότερες φορές πιο εύκολο, λόγω μη ύπαρξης ανάλογου αριθμού υλικών και οργάνων

[13] Γ. Προϋποθέσεις για επιτυχημένα (από διδακτική άποψη) εργαστηριακά πειράματα Φυσικής.
1. Κατάλληλες συσκευές και όργανα ακριβείας.
2. Οι μαθητές να έχουν μελετήσει προηγουμένως την αντίστοιχη θεωρία.
3. Επίδειξη του πειράματος από τον εκπαιδευτικό.
4. Ειδικό έντυπο οδηγιών για την εκτέλεση του πειράματος.
5. Σχολαστική τήρηση των οδηγιών κατά την εκτέλεση του πειράματος.
6. Φύλλα εργασίας προετοιμασμένα από τον/την εκπαιδευτικό.
7. Ιδιαίτερη ώρα εργαστηρίου στο ωρολόγιο πρόγραμμα.
8. Αίθουσα εργαστηρίου.
9. Εκτέλεση πειράματος από μικρές ομάδες μαθητών.
10. Σχεδιασμός κι εκτέλεση του πειράματος από μαθητές.
11. Συστηματικές μετρήσεις που να επαληθεύουν κάποια μαθηματική σχέση.
12. Συζήτηση των διορθωμένων φύλλων εργασίας.

[14] Η πρόταση που αξιολογούνταν ως πρώτη (1), έπαιρνε ως βαθμολογία τον αριθμό 7. Εκείνη που αξιολογούνταν ως δεύτερη (2), έπαιρνε ως βαθμολογία τον αριθμό 6, κ.ο.κ. Τέλος εκείνη η πρόταση που αξιολογούνταν ως έβδομη (7), έπαιρνε ως βαθμολογία τον αριθμό 1. Επίσης, οι προτάσεις που δεν επιλέγονταν από τους εκπαιδευτικούς έπαιρναν ως βαθμολογία τον αριθμό 0.

για όλους τους μαθητές, αλλά και επικινδυνότητας των πειραμάτων για τη σωματική ακεραιότητα των μαθητών.
Στην τέταρτη θέση το *«Ειδικό έντυπο οδηγιών για την εκτέλεση του πειράματος»*, καθώς η ενασχόληση των μαθητών με το πείραμα είναι μέσο κατάκτησης της φυσικής νομοτέλειας και οι ίδιοι οι μαθητές μέσα από μια ευχάριστη ερευνητική πορεία θα κατανοήσουν ότι αυτή διέπεται από κανόνες και το ζητούμενο της όλης πειραματικής διαδικασίας είναι η συστηματική παρατήρηση της εξέλιξής της (Κώτσης & Μπασιάκος 2009).

Σύγκριση των μέσων όρων των απαντήσεων στις 17 ερωτήσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών

Ο έλεγχος των μέσων όρων με το κριτήριο t για ανεξάρτητα δείγματα (Independent Samples Test) έδειξε ότι το φύλο συνδέεται σημαντικά («Sig.» < 0,05) με τις ερωτήσεις Β2, («Sig.» = 0,0) και Β11 («Sig.» = 0,02), ενώ για τις υπόλοιπες ερωτήσεις δεν φαίνεται να υπάρχει στατιστική σημαντικότητα. Ειδικότερα:
Αναφορικά με την ερώτηση Β2 : «Σημαντικό ρόλο για την κατανόηση πολλών εννοιών και φαινομένων της Φυσικής παίζει ο σχεδιασμός, η οργάνωση και η εκτέλεση των σχετικών πειραμάτων από τους μαθητές», οι άνδρες εκπαιδευτικοί συμφωνούν λιγότερο (Μ.Ο.=1,17, Τ.Α.=0,707) από ότι οι γυναίκες συνάδελφοί τους (Μ.Ο.=1,28 Τ.Α.=0,757) με την θέση αυτή.
Αναφορικά με την ερώτηση Β11 : «Συχνά η πολυπλοκότητα των εργαστηριακών συσκευών και οργάνων με αποθαρρύνει από την εκτέλεση πειραμάτων Φυσικής», οι άνδρες εκπαιδευτικοί συμφωνούν περισσότερο (Μ.Ο.=3,83, Τ.Α.=1,150) από ότι οι γυναίκες συνάδελφοί τους (Μ.Ο.=3,36 Τ.Α.=1,432) με την θέση αυτή.

Σύγκριση των Μέσων Όρων κάθε ομάδας προϋπηρεσίας ανά ερώτηση

Από τη σύγκριση των μέσων όρων κάθε ομάδας προϋπηρεσίας με τα στατιστικό κριτήριο της ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) προκύπτει ότι στατιστικώς σημαντική διαφορά υπάρχει μόνο για τις ερωτήσεις Β3 («Sig.» = 0,047), Β17 («Sig.» = 0,049), Γ12 («Sig.» = 0,35).
Ειδικότερα, αναφορικά με την ερώτηση Β3: «Πραγματική αξιοποίηση των εργαστηρίων στο μάθημα της Φυσικής θα ήταν η σχεδίαση, η οργάνωση και η εκτέλεση πειραμάτων που διερευνούν φαινόμενα της καθημερινής ζωής», ο βαθμός συμφωνίας βαίνει αυξανόμενος σύμφωνα με την ακόλουθη σειρά: «από 21 έως 30» (Μ.Ο. = 1,00, Τ.Α. = 1,00), «άνω των 30 ετών (Μ.Ο. = 1,00, Τ.Α. = 1,00), «από 11 έως 20» (Μ.Ο. = 1,23, Τ.Α. = 0,430), «έως 10 έτη» (Μ.Ο. = 1,25, Τ.Α. = 0,544). Με άλλα λόγια φαίνεται πως καθώς αυξάνεται ο χρόνος προϋπηρεσίας μειώνεται ο βαθμός συμφωνίας με τη θέση αυτή.
Αναφορικά με την ερώτηση Β17 : «Σοβαρός ανασταλτικός παράγοντας για τη συστηματική οργάνωση πειραμάτων στο μάθημα της Φυσικής είναι η έλλειψη προβλεπόμενου χρόνου στο πρόγραμμα του εκπαιδευτικού για την προετοιμασία των πειραμάτων», ο βαθμός συμφωνίας βαίνει αυξανόμενος σύμφωνα με την ακόλουθη σειρά: «από 11 έως 20» (Μ.Ο. = 2,38, Τ.Α. = 1,359), «έως 10 έτη» (Μ.Ο. = 2,60, Τ.Α. = 1,237), «από 21 έως 31» (Μ.Ο. = 2,75, Τ.Α. = 0,390), «άνω των 30 ετών» (Μ.Ο. = 3,57, Τ.Α. = 1,813). Με άλλα λόγια, τη μικρότερη συμφωνία με τη θέση αυτή εκφράζει η ομάδα των εκπαιδευτικών με προϋπηρεσία από 11 έως 20 έτη και τη μεγαλύτερη η ομάδα με προϋπηρεσία άνω των 30 ετών.
Αναφορικά με την ερώτηση Γ12 που αναφέρει ότι: «Προϋπόθεση για επιτυχημένα (από διδακτική άποψη) εργαστηριακά πειράματα Φυσικής αποτελεί η συζήτηση των διορθωμένων φύλλων εργασίας» ο βαθμός συμφωνίας βαίνει αυξανόμενος σύμφωνα με την ακόλουθη σειρά: «άνω των 30 ετών» (Μ.Ο. = 0,86, Τ.Α. = 2,268), «από 11 έως 20» (Μ.Ο. = 3,42, Τ.Α. = 3,088), «από 21 έως 30» (Μ.Ο. = 3,69, Τ.Α. = 3,4), «έως 10 έτη» (Μ.Ο. = 3,70, Τ.Α. = 3,11). Με άλλα λόγια, τη μικρότερη συμφωνία με τη θέση αυτή εκφράζει η ομάδα των

εκπαιδευτικών με προϋπηρεσία άνω των 30 ετών και τη μεγαλύτερη η ομάδα με προϋπηρεσία μέχρι 10 έτη.

Συζήτηση

Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών του δείγματος φαίνεται να αποδέχεται ότι οι μαθητές μέσω των πειραμάτων και με την ενεργό συμμετοχή τους στα πειράματα μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τα φυσικά φαινόμενα και να προσεγγίσουν τις έννοιες της Φυσικής. Συγχρόνως όμως αξιολογούν χαμηλά τις διαδικασίες αυτενέργειας και δημιουργίας των μαθητών κατά τη διάρκεια διερεύνησης ενός φαινομένου (δηλ. βαθμολογούν με χαμηλή προτεραιότητα την προϋπόθεση *«Σχεδιασμός και εκτέλεση του πειράματος από τους μαθητές»* και με ψηλή προτεραιότητα την προϋπόθεση *«Επίδειξη του πειράματος από τον εκπαιδευτικό»*, Πίνακας 2).
Η αντίληψη των εκπαιδευτικών, ότι το πείραμα αποτελεί «ελκυστικό τέχνασμα» στα χέρια τους για να προσελκύσουν την προσοχή των μαθητών, είναι τελείως αντίθετη με την πραγματική λειτουργία του πειράματος, καθώς αυτό συνιστά συνήθως μια επίπονη αλλά συγχρόνως και απαραίτητη διαδικασία επιβεβαίωσης μιας θεωρίας ή επανάληψης ενός φυσικού φαινομένου. Είναι αντίθετη και με την ίδια την επιστημονική διαδικασία σχεδιασμού και εκτέλεσης ενός πειράματος, καθώς και των επιστημονικών δεξιοτήτων που η ίδια η διαδικασία απαιτεί.
Για τους εκπαιδευτικούς το πείραμα δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να διερευνήσουν φαινόμενα της καθημερινής ζωής, ελέγχοντας έτσι την ορθότητα των δικών τους αντιλήψεων. Συγχρόνως υποστηρίζουν ότι για την εκτέλεση των πειραμάτων θα πρέπει να αφιερώνεται ξεχωριστή ώρα. Αυτό όμως δείχνει να πιστεύουν ότι τα πειράματα Φυσικής δεν συνδέονται απαραίτητα οργανικά με το καθημερινό μάθημα της Φυσικής. Σύμφωνα όμως με την Keistner, η διδασκαλία της Φυσικής σε οριοθετημένες ξεχωριστές και μη σχετιζόμενες ενότητες «θεωρίας» και «πράξης» είναι υπαίτια για την αδυναμία των μαθητών να αναπτύξουν επιστημονικές δεξιότητες (Χαλκιά 1999).
Ο κίνδυνος αποτυχίας του πειράματος, η πρόκληση ατυχήματος, η πολυπλοκότητα των εργαστηριακών συσκευών και οργάνων, καθώς και η φροντίδα οργάνωσης και συντήρησης του εργαστηρίου Φυσικής δεν είναι σημαντικοί λόγοι για τους οποίους οι εκπαιδευτικοί θα απέφευγαν την εκτέλεση πειραμάτων. Υποστηρίζουν ότι μπορούν να πραγματοποιηθούν πειράματα χωρίς την κατάλληλη υποδομή, όργανα και εξοπλισμένο χώρο στο σχολείο, υιοθετώντας την άποψη που υποστηρίζεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα αλλά και τους συγγραφείς των εγχειριδίων Φυσικής του Δημοτικού, σύμφωνα με την οποία τα περισσότερα πειράματα μπορούν να γίνουν με τη χρήση υλικών καθημερινής χρήσης.
Σοβαροί ανασταλτικοί παράγοντες για τη συστηματική οργάνωση πειραμάτων στο μάθημα της Φυσικής αποτελούν για τους εκπαιδευτικούς η έλλειψη υποδομής στο σχολείο (αίθουσα εργαστηρίου, κατάλληλα όργανα, απαραίτητα υλικά κλπ.), η έλλειψη διδακτικού χρόνου λόγω υπερβολικής διδακτικής ύλης αλλά και η έλλειψη χρόνου στο πρόγραμμα του εκπαιδευτικού για την προετοιμασία των πειραμάτων. Πράγματι υπάρχουν ενότητες, τα πειράματα των οποίων για να εκτελεστούν απαιτούν την ύπαρξη κατάλληλης υποδομής, γι' αυτό και αξιολογούν ως πρώτη προϋπόθεση για επιτυχημένα πειράματα τις «*Κατάλληλες συσκευές και όργανα ακριβείας*». Η έλλειψη χρόνου τόσο για την κάλυψη της διδακτικής ύλης όσο και για την προετοιμασία των πειραμάτων έχει διαπιστωθεί και ερευνητικά ότι λειτουργεί ανασταλτικά στη διάθεση των εκπαιδευτικών να ασχοληθούν πειραματικά με το μάθημα της Φυσικής και γενικότερα να αποτολμήσουν οποιαδήποτε καινοτομία (Χαλκιά 1999).

Συμπεράσματα

Από τη συζήτηση που προηγήθηκε διαπιστώνεται ότι οι εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, που συμμετείχαν στην έρευνα, φαίνεται να εκτιμούν τη χρήση πειραμάτων και δεν φοβούνται την εκτέλεσή τους κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής. Εκτιμούν ότι τα πειράματα μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς να είναι απαραίτητα ούτε ειδικά όργανα, ούτε ειδικά εξοπλισμένος χώρος, κάτι που διαφοροποιεί τη στάσης τους σε σχέση με προηγούμενη έρευνα (Χαλκιά 1999), συγχρόνως όμως, απαιτούν την ύπαρξη και λειτουργία εργαστηρίου Φυσικής στο σχολείο τους. Ταυτόχρονα, εμφανίζονται αβέβαιοι για την πραγματική φύση του πειράματος και δεν γνωρίζουν πώς να το εντάξουν στην εκπαιδευτική πρακτική τους, προτιμώντας ξεχωριστή ώρα για την εκτέλεσή του. Επιπλέον, το θεωρούν ότι ίσως είναι μια «περιττή πολυτέλεια», καθώς απαιτεί σημαντικό κόπο και χρόνο από τους ίδιους. Οι νοητικοί περιορισμοί, όμως της ηλικίας των μαθητών δημοτικού επιβάλλουν το μάθημα της Φυσικής να γίνεται κατ' αρχήν πειραματικά, ώστε οι μαθητές να έχουν άμεση εποπτεία της λειτουργίας ενός φυσικού φαινομένου (Χαλκιά 1999).

Επίλογος

Σύμφωνα με τα ανωτέρω και μέσα στα πλαίσια των αρμοδιοτήτων του Σχολικού Συμβούλου, που αφορούν την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, οργανώθηκαν επιμορφωτικές ημερίδες για τους εκπαιδευτικούς που διδάσκουν στην Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού το σχολικό έτος 2009-2010 με θέμα τη φύση του πειράματος και την ένταξή του στην εκπαιδευτική διαδικασία και με σκοπό την όσο το δυνατό μεγαλύτερη χρήση του πειράματος στο μάθημα της Φυσικής. Διαπραγμάτευση του ίδιου θέματος έγινε και κατά την Α΄ φάση της εισαγωγικής επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών σχολικού έτους 2010-2011.

Βιβλιογραφία

Κόκκοτας, Π. (1998). Σύγχρονες προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Αυτοέκδοση. Αθήνα.

Κουμαράς, Π. (2000). Πειράματα Φυσικών Επιστημών με υλικά καθημερινής χρήσης. ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Κώτσης, Κ., Μπασιάκος, Γ. (2009). Οι στάσεις των εκπαιδευτικών της Α/θμιας Εκπ/σης στη χρήση πειραμάτων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών, σ. 479-486. Στο http://www.uowm.gr/kodifeet (προσπελάστηκε στις 24-2-2010).

Παρασκευάς, Π. (2007). Ηλεκτρικό Κύκλωμα: Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων μαθητών έκτης τάξης δημοτικού σχολείου για το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα και της παρουσίασης των σχετικών εννοιών από το σχολικό εγχειρίδιο. Αυτοέκδοση. Θεσσαλονίκη.

Τσίρος, Χ. (2009). Ο Κυρίαρχος Αισθητηριακός Τύπος ως εκπαιδευτικό μέσο ανάπτυξης των δεξιοτήτων σκέψης και του μαθησιακού ύφους διδάσκοντος και διδασκομένου. Στο Χ. Τσίρος (Επιμ.) *Το Μαθησιακό ύφος: Έρευνες και εφαρμογές στην εκπαίδευση*, 8-42. ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ, Τρίπολη.

Φιλίππου, Γ., Χρίστου, Κ (2001). Κείμενα παιδείας «Συναισθηματικοί παράγοντες και μάθηση των μαθηματικών». ΑΤΡΑΠΟΣ, Αθήνα.

Χαλκιά, Κ. (1999). Το Πείραμα στην Καθημερινή Σχολική Πρακτική: Διερεύνηση των Αντιλήψεων, των Στάσεων και των Απόψεων των Ελλήνων Εκπαιδευτικών για τη Διδακτική Αξιοποίηση των Πειραμάτων στο μάθημα της Φυσικής. Σύγχρονη Εκπαίδευση, 107, 81-90.

Συνεδρία 10: Γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες

Γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) με αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών (ΤΠΕ): Ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης φοιτητών και φοιτητριών των ΠΤΔΕ

Απόστολος Κ. Καρύδας

Εκπαιδευτικός Α/θμιας εκπαίδευσης
MSc & Δρ. Διδακτικής ΦΕ & ΤΠΕ-Ε
Email: karid@otenet.gr

> «Δεν μπορούμε να επιφέρουμε μεγάλες αλλαγές στην εκπαίδευση & την κοινωνία χωρίς να ξέρουμε τι είδος άνθρωπο θέλουμε & ποια ανθρώπινη κοινωνία επιθυμούμε»
>
> Pierre Bourdieu

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία παρουσιάζουμε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) φοιτητών και φοιτητριών των Παιδαγωγικών Τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) με αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Στους ειδικούς στόχους του προγράμματος περιλαμβάνεται: (α) η αξιοποίηση των ΤΠΕ στη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ, β) η ανάπτυξη ικανοτήτων αυτομόρφωσης και συνεχούς επιστημονικής εξέλιξης των εκπαιδευτικών και γ) η διαμόρφωση των εκπαιδευτικών ως κοινωνικά ενεργών και περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένων πολιτών. Για την εκπαίδευση των φοιτητών και φοιτητριών χρησιμοποιήθηκε μία διδακτική μέθοδος που ενθάρρυνε την αυτόνομη ερευνητική εργασία, τη συνεργασία και επικοινωνία και τη διάθεση για συλλογική κοινωνική δράση σχετικά με ζητήματα επιστήμης, κοινωνίας και περιβάλλοντος. Τα αποτελέσματα του προγράμματος υπήρξαν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά α) στην κατεύθυνση της αλλαγής στάσης των φοιτητών και φοιτητριών απέναντι στις ΦΕ, β) στην ανάπτυξη της ικανότητας να σχεδιάζουν μόνοι τους μαθήματα ΦΕ με αξιοποίηση των πολλαπλών δυνατοτήτων των ΤΠΕ και γ) στην ανάδειξη πρακτικών κοινωνικής παρέμβασης σε ζητήματα επιστήμης – τεχνολογίας – κοινωνίας.

ABSTRACT

This article outlines a new Science Education Program for primary student-teachers, which program incorporates the multiple educational possibilities of Information and Communication Technologies (ICT). In particular, the program aims at the development of teachers' ability for self-education, cooperation and research as well as on making teachers active social agents interested in the social and ecological dimension of school and education in general.

Α. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΙΣ ΦΕ & ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Από τη δεκαετία του 1980 και μετά εμφανίζονται στη διεθνή σκηνή πολλά νέα εκπαιδευτικά προγράμματα ΦΕ με το γενικό τίτλο: «Γραμματισμός στις ΦΕ & την Τεχνολογία» (Scientific

and Technological Literacy)[15]. Με τα προγράμματα αυτά εμφανίζεται μια νέα τάση στη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ. Η στόχευση δεν είναι πλέον αποκλειστικά η εκμάθηση περιεχομένου και πειραματικών δεξιοτήτων των ΦΕ. Στα νέα προγράμματα το ενδιαφέρον εστιάζεται και στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών και μαθητριών να χρησιμοποιούν τις γνώσεις και δεξιότητες των ΦΕ για να κατανοούν τα φαινόμενα του πραγματικού κόσμου, και να βρίσκουν λύσεις σε προβλήματα της καθημερινής ζωής που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία. Σημαίνει π.χ. ικανότητα χρήσης της γνώσης των ΦΕ για την παρακολούθηση θεμάτων των ΦΕ και της τεχνολογίας στα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης, αξιοποίηση των γνώσεων για λήψη αποφάσεων σχετικών με ζητήματα ΦΕ και Τεχνολογίας (π.χ. ανακύκλωση, φαινόμενο θερμοκηπίου, γενετικά τροποποιημένες τροφές) κ.ο.κ. (Millar & Osborne, 1998 - Καρύδας & Κουμαράς, 2002 - Κουμαράς κ.α., 2010).

Μια πρόταση εκπαίδευσης στις ΦΕ & την Τεχνολογία συμβατή με την παραπάνω φιλοσοφία η οποία αξιοποιεί τις δυνατότητες των ΤΠΕ παρουσιάζουμε παρακάτω. Πρώτα, όμως ας παρουσιάσουμε ένα ερευνητικό εργαλείο το ICMAS το οποίο βοήθησε στο σχεδιασμό της εκπαιδευτικής μας πρότασης.

Β. ICMAS: ΕΝΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΦΕ

Το ICMAS[16] (Πίνακας 1) είναι ένα ερευνητικό εργαλείο σχεδιασμού και αξιολόγησης εκπαιδευτικών προγραμμάτων ΦΕ. Υπήρξε αποτέλεσμα σύνθεσης: α) της θεωρίας των αναλυτικών προγραμμάτων, β) σύγχρονων απόψεων για τη διδακτική των ΦΕ. και γ) της εμπειρίας μας ως εκπαιδευτικών. Το ICMAS (Karidas & Koumaras 2001 & Καρύδας & Κουμαράς 2002) σχεδιάστηκε για να απαντήσει στα εξής τέσσερα βασικά ερωτήματα: α) ΠΟΙΕΣ κοινωνικές ανάγκες εξυπηρετεί η διδασκαλία των ΦΕ; β) ΠΟΙΟ περιεχόμενο διδασκαλίας αντιστοιχεί σ΄ αυτές τις ανάγκες; γ) ΠΩΣ να διδαχθεί το συγκεκριμένο περιεχόμενο; δ) ΠΩΣ να αξιολογηθεί η διδασκαλία;

ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ	**ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ**
Α. Εκπαιδευτικές Προθέσεις	α. Οι κοινωνικές ανάγκες β. Σκοποί & στόχοι
Β. Περιεχόμενο προς Διδασκαλία	α. Γνώσεις β. Στάσεις και επιθυμητές συμπεριφορές γ. Ικανότητες - δεξιότητες

[15] Σημαντικότερα μεταξύ αυτών των προγραμμάτων θεωρούνται: α) το αμερικάνικο "Project 2061", β) το αγγλικό "Beyond 2000: Science education for the future", και γ) το πρόγραμμα της UNESCO " Project 2000+: Scientific and Technological Literacy for All".

[16] Η ονομασία ICMAS προέκυψε από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων: Intentions, Content, Modification, Assessment, Support (Προθέσεις, Περιεχόμενο, Μετασχηματισμός, Αξιολόγηση, Υποστήριξη), οι οποίες αποτέλεσαν λέξεις – κλειδιά στην οικοδόμησή του.

Γ. Σχεδιασμός & οργάνωση διδασκαλίας	α. Υποθέσεις - θεωρίες μάθησης β. Πλαίσιο αναφοράς περιεχομένου γ. Μέσα & υλικά διδασκαλίας δ. Δραστηριότητες διδασκαλίας ε. Ρόλος δασκάλου & μαθητή
Δ. Αξιολόγηση	α.. Σκοποί της αξιολόγησης (γιατί;) β. Τεχνικές αξιολόγησης (πώς;) γ. Τα αντικείμενα της αξιολόγησης (τι;)

Πίνακας 1*:* ICMAS: ένα εργαλείο ανάπτυξης εκπαιδευτικών προγραμμάτων ΦΕ.
Αξίζει να σημειωθεί ότι με το ICMAS (ανάλογα με τις κοινωνικές και πολιτικές επιλογές των σχεδιαστών του κάθε προγράμματος) μπορούν να υπηρετηθούν τόσο προοδευτικές όσο και συντηρητικές εκπαιδευτικές στοχεύσεις. Δύο πράγματα, εντούτοις, φαίνεται να είναι σημαντικά σε σχέση με το ICMAS: (α) ότι προσφέρει τη δυνατότητα να σχεδιάσουμε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης ΦΕ συμβατό με συγκεκριμένες κοινωνικές και εκπαιδευτικές επιδιώξεις και (β) το ότι μας αναγκάζει να κάνουμε φανερές εξαρχής αυτές τις επιδιώξεις.

Γ. ΜΙΑ ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ ΦΕ & ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Αξιοποιώντας τις συνιστώσες ανάλυσης του ICMAS παρουσιάζουμε το πρόγραμμα εκπαίδευσης στις ΦΕ & την Τεχνολογία που απευθύνεται σε φοιτητές και φοιτήτριες των Παιδαγωγικών Τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ).

γ1. Το θεωρητικό πλαίσιο

γ.1.1 Οι εκπαιδευτικές προθέσεις

Οι βασικές κοινωνικές ανάγκες
Θεωρητικοί του κινήματος της *Νέας Κοινωνιολογίας* (σχετικά στο: Ράσης 1987) και στοχαστές της *Κριτικής Θεωρίας της* Σχολής της Φραγκφούρτης (Marcouse 1971, Horkheimer 1984, Habermas 1990) έδειξαν ότι η κοινωνία δεν είναι μια ενιαία οντότητα. Αντίθετα, συγκροτείται από κοινωνικές ομάδες που χαρακτηρίζονται από διαφορετικές ανάγκες, ενδιαφέροντα και ιδανικά. Υπάρχουν οι ομάδες που κατέχουν τα μέσα της υλικής και της πνευματικής παραγωγής και αγωνίζονται για τη διατήρηση των υλικών και κοινωνικών τους προνομίων και από την άλλη οι ομάδες που ζουν σε ένα καθεστώς υλικής, εργασιακής και πνευματικής εξάρτησης. Γι' αυτές τις ομάδες υπάρχει ένα ζήτημα *κοινωνικής χειραφέτησης* με στόχο την επιδίωξη μιας περισσότερο δίκαιης και δημοκρατικής κοινωνίας.

Στη νέα εποχή βιώνουμε, επίσης, τις συντριπτικές επιδράσεις των αλλαγών στην επικοινωνία και την πληροφόρηση (ψηφιακή εποχή). Οι αλλαγές επηρεάζουν όλη μας τη ζωή (υπηρεσίες, εκπαίδευση, ελεύθερο χρόνο, διασκέδαση, εργασία κ.ά.). Υπ΄ αυτές τις συνθήκες έχει νόημα να ρωτήσουμε: τι πρέπει να μαθαίνουν οι νέοι άνθρωποι, ώστε να αντεπεξέλθουν με επιτυχία στις απαιτήσεις της εποχής; Και ακόμα, θα έχουν όλοι πρόσβαση στις σημαντικές πληροφορίες ή άλλες πληροφορίες (υψηλής μορφωτικής αξίας) θα προορίζονται γι' αυτούς που παίρνουν τις αποφάσεις και άλλες (οι τετριμμένες) για τους απλούς πολίτες και καταναλωτές (Lyotard 1993, Webster 1995).

Πρόσθετα, είναι γνωστό ότι τα προϊόντα της επιστήμης και της τεχνολογίας δεν είναι πάντοτε ωφέλιμα για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Υπάρχουν και βεβαιωμένες επιβλαβείς συνέπειες. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η τρύπα του όζοντος, η ρύπανση του εδάφους, του νερού και του αέρα, οι γενετικά τροποποιημένες τροφές κ.ά. συνιστούν μερικές μόνο περιπτώσεις επίφοβων προοπτικών για το περιβάλλον και το μέλλον του πλανήτη (Γεωργόπουλος 2002, Μοδινός 2004).

Με βάση τα παραπάνω εκτιμούμε ότι βασική προτεραιότητα της σύγχρονης εποχής είναι η ιδέα μιας περισσότερο δίκαιης και δημοκρατικής κοινωνίας, με ουσιαστική μέριμνα για τον πλανήτη και το περιβάλλον. Μια συνθήκη που για να επιτευχθεί χρειάζεται την ενεργή συμμετοχή των πολιτών στις κοινωνικές διεργασίες.

Οι ειδικοί σκοποί του εκπαιδευτικού προγράμματος

Με δεδομένο ότι ενδιαφερόμαστε για ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης στις ΦΕ για φοιτητές και φοιτήτριες των ΠΤΔΕ το ερώτημα που ανακύπτει είναι: τι είδους δασκάλους/λες θεωρούμε ότι χρειαζόμαστε για το σχολείο του 21ου αιώνα; Θέση μας είναι ότι το σχολείο του μέλλοντος χρειάζεται καλλιεργημένους, κριτικά σκεπτόμενους και κοινωνικά ενεργούς εκπαιδευτικούς, εκπαιδευτικούς που είναι έτοιμοι να εκπληρώσουν το ρόλο τους ως κοινωνικά ενεργοί διανοούμενοι.

Με δεδομένο, επίσης, ότι στην σύγχρονη ψηφιακή εποχή γίνεται πολύς λόγος για την δημιουργία της ψηφιακής τάξης και του ψηφιακού σχολείου θεωρούμε ότι οι εκπαιδευτικοί όλων των βαθμίδων οφείλουν να έχουν μια καλή εξοικείωση με τις ΤΠΕ, να χρησιμοποιούν τις ΤΠΕ στα πλαίσια της διδακτικής πράξης και, επίσης, να μπορούν να τις χρησιμοποιούν ως ένα δυναμικό μέσο ενημέρωσης και επικοινωνίας.

Με βάση τα παραπάνω, στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη του προγράμματος υιοθετήσαμε τη θέση ότι ο σύγχρονος μελλοντικός και εν ενεργεία εκπαιδευτικός θα πρέπει:

- να μπορεί να χρησιμοποιεί τις ΤΠΕ για ενημέρωση, πληροφόρηση και επικοινωνία
- να αξιοποιεί τις ΤΠΕ για τον παιδαγωγικό σχεδιασμό μαθημάτων σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα και πιο ειδικά στη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ
- να εξοικειωθεί με τρόπους και τεχνικές αυτόνομης συνεργατικής μάθησης
- να ενδιαφέρεται και να επιδιώκει τη συνεχή επαγγελματική και επιστημονική του ανάπτυξη, χρησιμοποιώντας και τις δυνατότητες των Νέων Τεχνολογιών (ΝΤ)
- να προβληματίζεται για τον εκπαιδευτικό και κοινωνικό ρόλο του σχολείου
- να είναι κοινωνικά ενεργός & περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένος πολίτης

γ.1.2 Το περιεχόμενο διδασκαλίας

Ένα πλαίσιο περιεχομένου το οποίο εκτιμούμε ότι υπηρετεί την ιδέα των εκπαιδευτικών (και δυνάμει των μαθητών και μαθητριών) ως ενεργών πολιτών είναι αυτό που απαρτίζεται από τις ακόλουθες θεματικές περιοχές::

1. ΦΕ και τεχνολογίες της καθημερινής ζωής
2. Θέματα ΦΕ, τεχνολογίας ,κοινωνίας και περιβάλλοντος
3. Θέματα σχέσεων ΦΕ και τεχνολογίας με άλλα πεδία γνώσης και πολιτισμού

γ.1.3 Διδακτική μεθοδολογία

Η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήσαμε για την εκπαίδευση των φοιτητών /τριών ήταν μια διευρυμένη μέθοδος Πρότζεκτ με την κωδική ονομασία «*Μοντέλο Εξελικτικής διαλογικής διερεύνησης*». Η μέθοδος ενθάρρυνε: (α) την αυτόνομη ερευνητική εργασία των φοιτητών /τριών, (β) τη συνεργασία και επικοινωνία και (γ) τη διάθεση για συλλογική κοινωνική δράση πάνω σε ζητήματα επιστήμης, κοινωνίας και περιβάλλοντος. Στηρίχθηκε πάνω σε στοιχεία α) της "μεθόδου Project" όπως αυτή αναπτύχθηκε από το κίνημα της Προοδευτικής εκπαίδευσης (Kilpatrick 1918), β) της θεωρίας της "Διαλογικής δράσης" του Paulo Freire (Freire 1976), γ) της θεωρίας της "Επικοινωνιακής δράσης" του Jurgen Habermas (Habermas 1987) και δ) της θεωρίας της "Επιστημονικής επιχειρηματολόγησης" που αναπτύχθηκε από την Rosalind Driver και συνεργάτες της (Driver et al 2000).

Η καινοτομία της εκπαιδευτικής προσέγγισης συνίσταται στο ότι οι φοιτητές και οι φοιτήτριες παρωθήθηκαν στο να συνεργασθούν σε ομάδες α) για να βρουν και να αναπτύξουν διδακτικό υλικό (φωτογραφίες, βίντεο, animations, προγράμματα προσομοίωσης κ.α.) και β) για να σχεδιάσουν και να παρουσιάσουν σενάρια διδασκαλίας για μια σειρά από θέματα φυσικών επιστημών. Σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος έγινε προσπάθεια να αναδειχθεί ο ρόλος του εκπαιδευτικού ως αυτόνομης, δημιουργικής και κοινωνικά ενεργής προσωπικότητας, ενώ ο ρόλος του διδάσκοντα περιορίστηκε στο να συντονίζει και να καθοδηγεί το ερευνητικό έργο των φοιτητών /τριών.

γ.1.4 Αξιολόγηση

Για την αξιολόγηση του προγράμματός επιλέξαμε τη μέθοδο της *«Αξιολόγησης ως προς αρχικούς στόχους»*. Εδώ οι σκοποί του προγράμματος γίνονται γνωστοί εξ αρχής στους εκπαιδευόμενους και στο τέλος οι ίδιοι οι εκπαιδευόμενοι αξιολογούν το πρόγραμμα ως προς το βαθμό επίτευξης των αρχικών επιδιώξεων (Wiggins 1998, Hacker et al. 1998).

γ2. Εφαρμογή του προγράμματος

Περιγράψαμε τις βασικές θεωρητικές θέσεις του προγράμματος. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε μια συγκεκριμένη εφαρμογή που αφορά στην εκπαίδευση 15 φοιτητών και φοιτητριών του 2ου έτους σπουδών του ΠΤΔΕ του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης. Η παρέμβαση έγινε στα πλαίσια του μαθήματος «Πειραματική Διδασκαλία των ΦΕ» και διήρκεσε ένα ακαδημαϊκό εξάμηνο.

Φάσεις εξέλιξης του προγράμματος
Το πρόγραμμα εκπαίδευσης των φοιτητών και φοιτητριών εξελίχθηκε σε τέσσερις φάσεις:

Φάση 1η: Ενημέρωση.
Στη φάση αυτή οι φοιτητές και οι φοιτήτριες ενημερώθηκαν για τους σκοπούς και για το θεωρητικό πλαίσιο του προγράμματος, όπως αυτό παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Φάση 2η: Επιλογή θεμάτων διδασκαλίας
Οι φοιτητές και οι φοιτήτριες επέλεξαν να ερευνήσουν (από ένα ευρύ ρεπερτόριο θεματικών επιλογών και με βάση τα προσωπικά τους ενδιαφέροντα) τα παρακάτω θέματα:

1. Πώς πετούν τα αεροπλάνα;

2. Γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί: συμφωνούμε ή διαφωνούμε με τη χρήση τους;
3. ΦΕ και Θρησκεία: είναι εφικτή η συνύπαρξή τους ή όχι;

Φάση 3η: Ερευνητική διαχείριση των θεμάτων
Οι φοιτητές και οι φοιτήτριες διερεύνησαν τα θέματα και κατέληξαν σε συμπεράσματα σχετικά με αυτά μέσα από διαδικασίες διαλόγου και τεκμηριωμένης επιστημονικής επιχειρηματολόγησης. Σε όλες τις φάσεις αξιοποίησαν συστηματικά τις ΤΠΕ για την ανεύρεση πληροφοριών, για την επικοινωνία μεταξύ τους και για την δημόσια παρουσίαση των προόδων των εργασιών τους. Συγκεκριμένα, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες στα πλαίσια της ερευνητικής τους εργασίας:

1. Αναζήτησαν πληροφορίες για την υποστήριξη των θεμάτων σε βιβλιοθήκες, περιοδικά και στο Διαδίκτυο (κείμενα, φωτογραφίες, βίντεο κ.ο.κ.).
2. Συνέθεσαν τις πληροφορίες και προχώρησαν σε θεωρητική και πειραματική υποστήριξη των θέσεών τους (χρησιμοποιώντας υλικά και αντικείμενα της καθημερινής ζωής όσο και ψηφιακό υλικό όταν αυτό ήταν αναγκαίο π.χ. εκπαιδευτικά βίντεο, προγράμματα προσομοιώσεων κ.α.).
3. Επικοινώνησαν μεταξύ τους μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για να ανταλλάξουν πληροφορίες και ερευνητικά δεδομένα.
4. Συζήτησαν & επιχειρηματολόγησαν πάνω στις ερευνητικές τους απόψεις
5. Παρουσίασαν δημόσια την πρόοδο των εργασιών τους με χρήση των ΝΤ (PowerPoint).
6. Αξιοποίησαν τα νέα δεδομένα για να βελτιώσουν ή και να αλλάξουν τις απόψεις τους.
7. Προχώρησαν σε προτάσεις για κοινωνική παρέμβαση όταν το θέμα το επέτρεπε.

Ένα παράδειγμα μελέτης: Οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί (ΓΤΟ).
Για να μελετήσουν τις διάφορες όψεις αυτού του ζητήματος οι φοιτητές και οι φοιτήτριες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες των πέντε ατόμων. Κάθε ομάδα επιφορτίστηκε με το έργο να αναζητήσει έντυπα και ηλεκτρονικά μέσα για συλλογή δεδομένων, να αναπτύξει επιστημονικά επιχειρήματα και να παρουσιάσει δημόσια τα ερευνητικά ευρήματα για μία από τις παρακάτω θέσεις (τρίγωνο επιχειρηματολόγησης): α) *Όχι στους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς β) Ναι στους ΓΤΟ και γ) Ναι στους ΓΤΟ υπό προϋποθέσεις!*

Οι ομάδες στα πλαίσια της ερευνητικής τους δραστηριότητας: α) αναζήτησαν πληροφορίες (σε βιβλία, περιοδικά και στο Ίντερνετ), β) ανέπτυξαν και ολοκλήρωσαν τις απόψεις τους στη βάση έγκυρων ερευνητικών δεδομένων, γ) παρουσίασαν δημόσια με χρήση των ΝΤ (PowerPoint) τα ερευνητικά τους ευρήματα για να πείσουν τους άλλους και δ) πρότειναν πρακτικές κοινωνικής παρέμβασης εναντίων των ΓΤΟ (κατασκευή ιστοσελίδων, συμμετοχή σε καταναλωτικά μποϊκοτάζ, δραστηριοποίηση σε οικολογικές και άλλες οργανώσεις κ.ο.κ.)

Είναι αξιοσημείωτο ότι ενώ στην αρχή όλοι οι φοιτητές και φοιτήτριες ήταν εναντίων των ΓΤΟ στο τέλος πέντε από αυτούς άλλαξαν άποψη για να υποστηρίξουν ότι οι ΓΤΟ μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπό προϋποθέσεις στις εξαιρετικές περιπτώσεις που αφορούν την καταπολέμηση της πείνας και της φτώχειας σε διάφορες περιοχές του πλανήτη (π.χ. στην Αφρική, Ασία κ.τ.λ.).

Φάση 4η: αξιολόγηση του προγράμματος
Η αξιολόγηση του προγράμματος έγινε με συνεντεύξεις και ερωτηματολόγιο. Οι απαντήσεις των φοιτητών και φοιτητριών έδειξαν ότι το πρόγραμμα εκπλήρωσε σε μεγάλο βαθμό τις αρχικές του επιδιώξεις. Ιδιαίτερα θετικός ήταν ο απολογισμός του προγράμματος σε ότι

αφορά (α) στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης των φοιτητών και φοιτητριών και την ανάπτυξη της ικανότητάς τους να σχεδιάσουν μόνοι τους μαθήματα ΦΕ, β) στην αλλαγή της στάσης τους απέναντι στις ΦΕ, γ) στη δυνατότητα της αξιοποίησης των ΤΠΕ στο σχεδιασμό μαθημάτων ΦΕ και (γ) στην ανάδειξη τρόπων κοινωνικής παρέμβασης σε ζητήματα ΦΕ, κοινωνίας & περιβάλλοντος με αξιοποίηση και των δυνατοτήτων των ΤΠΕ.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην εργασία παρουσιάσαμε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης στις ΦΕ για φοιτητές και φοιτήτριες των ΠΤΔΕ (το οποίο με κατάλληλες τροποποιήσεις θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για την εκπαίδευση των μαθητών και μαθητριών και των εν ενεργεία εκπαιδευτικών). Η ολοκλήρωση του προγράμματος έδειξε ότι όταν προσφερθούν οι κατάλληλες διδακτικές και μαθησιακές ευκαιρίες είναι δυνατόν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί: α) να αναπτύξουν ικανότητες σχεδιασμού μαθημάτων ΦΕ με τη βοήθεια των ΝΤ, β) ικανότητες αυτόνομης συνεργατικής μάθησης και συνεχούς επαγγελματικής εξέλιξης και γ) να καλλιεργήσουν στάσεις και συμπεριφορές κοινωνικά ενεργών και περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένων πολιτών, αξιοποιώντας δημιουργικά τις δυνατότητες των ΝΤ.

Οι παραπάνω ικανότητες κρίνονται απαραίτητες στη σύγχρονη ψηφιακή εποχή, εποχή που χαρακτηρίζεται πρόσθετα από την ανάγκη να ενδιαφερθούμε όλοι για τις κοινές υποθέσεις και το μέλλον του πλανήτη και, επίσης, για τη θέση που θα έχει η επιστήμη και η τεχνολογία στη ζωή μας στο παρόν και το μέλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Γεωργόπουλος, Α. (2000). Περιβαλλοντική Ηθική. Αθήνα, Gutenberg.

Freire, P. (1976). Η Αγωγή του Καταπιεσμένου. Αθήνα, Ράππας.

Horkheimer, M. (1984). Φιλοσοφία και Κοινωνική Κριτική. Αθήνα, Ύψιλον.

Καρύδας, Α. & Κουμαράς, Π. (2002). Διεθνείς τάσεις στη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών στην προοπτική του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαβητισμού. Σύγχρονη Εκπαίδευση, 126, 103 – 118.

Κουμαράς, Π. – Πράμας, Χ. – Σταμπουλή, Μ. (2010) Προγράμματα σπουδών φυσικών επιστημών στην κατεύθυνση γνώσεις και ικανότητες για τη ζωή (Τόμος Ι: Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση). Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.

Lyotard, J., F. (1993). Η Μεταμοντέρνα Κατάσταση. Αθήνα, Γνώση [1η έκδοση 1979].

Marcouse, H. (1971). Ο Μονοδιάστατος Άνθρωπος. Αθήνα, Παπαζήσης.

Μοδινός, Μ. (2004). Παγκοσμιοποίηση, Βιωσιμότητα και Εκσυγχρονισμός της Τοπικότητας. Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Πανελλήνιας Ένωσης Εκπαιδευτικών για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕΕΚΠΕ): «Βιώσιμη Ανάπτυξη, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Τοπικές Κοινωνίες». Χαλκιδική, Οκτώβρης 2004.

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2001) ΔΕΠΠΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑΣ. Αθήνα: 2001 [http://www.pi-schools.gr/programs/depps/].

Ράσης, Σ. (1987). Παλιά και "νέα" κοινωνιολογία της εκπαίδευσης. Τα Εκπαιδευτικά, τεύχος 8.

Driver, R. - Newton, P. & Osborn, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. Science Education, 84, 287-312.

Habermas, J. (1987).Theory of Communicative Action, Volume 2. Boston, Beacon Press..

Hacker, D. J. - Dunlosky, J. & Graesser, A. C. (Eds) (1998). Metacognition in Educational Theory and Practice (Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum).

Karidas, A. & Koumaras, P. (2001). Scientific and Technological Literacy for All: A Research Model and a Proposal. Proceedings of the 1st IOSTE symposium in southern Europe: "Science and Technology Education: Preparing Future Citizens". Cyprus.

Kilpatrick, W. (1918), The Project Method. Teachers College Record, 19 (4), 319-335
Millar R. & Osborne J. (eds.) (1998). Beyond 2000: Science education for the future. King's College, London. [On line: http://www.kcl.ac.uk/content/1/c6/01/32/03/b2000.pdf]

Webster, F. (1995).Theories of the Information Society. London, Routledge.

Wiggins, G. (1998). Educative assessment: designing assessments to inform and improve student performance. San Francisco, Jossey-Bass.

Αξιολόγηση λειτουργικού χημικού αλφαβητισμού σε μαθητές λυκείου: η περίπτωση κατανόησης εννοιών στο μακροσκοπικό και στο μοριακό επίπεδο

Αικατερίνη Βλάχου, Γιαννούλα Πανταζή, Γεώργιος Τσαπαρλής,Yael Shwartz, Ruth Ben-Zvi, Avi Hofstein
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας aik.vlachou@gmail.com, gtseper@cc.uoi.gr
The Weizmann Institute of Science, Department of Science Teaching, Rehovot, Israel

Περίληψη
Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να αξιολογηθεί το επίπεδο του χημικού αλφαβητισμού στην ελληνική μέση εκπαίδευση (γυμνάσιο και γενική παιδεία λυκείου). Το δείγμα περιελάμβανε συνολικά 458 μαθητές λυκείου και πρωτοετείς φοιτητές πανεπιστημιακών τμημάτων με άμεση σχέση με τη χημεία. Η εργασία στηρίχθηκε σε παρόμοια μελέτη στο Ισραήλ. Χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο που περιελάμβανε έξι βασικές χημικές έννοιες και ζητήθηκε από τους μαθητές και τους φοιτητές να δώσουν έναν ορισμό. Οι απαντήσεις αξιολογήθηκαν ως προς την ορθότητά τους αλλά και ως προς το είδος της απάντησης (σε μακροσκοπικό ή σε μοριακό επίπεδο). Διαπιστώθηκε ότι τόσο οι μαθητές του λυκείου όσο και οι πρωτοετείς φοιτητές γνωρίζουν τις έννοιες αυτές αλλά δυσκολεύονται να δώσουν έναν αποδεκτό ορισμό και κατά κύριο λόγο προτιμούν τις μακροσκοπικές εξηγήσεις. Τα συμπεράσματα μπορούν να είναι χρήσιμα στον σχεδιασμό προγραμμάτων σπουδών και στο πού πρέπει να δίνεται έμφαση κατά τη διδασκαλία.

Abstract
The aim of this study is to evaluate the level of chemical literacy in Greek secondary education (upper secondary level and general education at the upper secondary level). The sample included a total of 458 upper secondary students and first-year undergraduate students studying in university departments directly related to chemistry. The work is based on a similar study in Israel. We used a questionnaire that included six basic chemical concepts, which asked the students to provide a definition. The answers were evaluated in terms of both their correctness and the type of answer (at macroscopic or at molecular level). It was found that the students of upper-secondary school as well as the university students know these concepts but they have difficulty in providing an acceptable definition, while they prefer mainly the macroscopic explanations. Our findings can be useful in designing programmes of studies as well as in deciding where emphasis should be placed in teaching.

Εισαγωγή

Οι φυσικές επιστήμες (φ.ε.) θεωρούνται, κατά κοινή ομολογία, επιστήμες εξαιρετικά ενδιαφέρουσες και γοητευτικές. Αυτό μάλλον οφείλεται στο γεγονός ότι συνδέονται άμεσα με τη ζωή και δίνουν (ή τουλάχιστον προσπαθούν να δώσουν) απαντήσεις σε χιλιάδες ερωτήματα που απασχολούν τον άνθρωπο τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Θα περίμενε λοιπόν κανείς ότι οι μαθητές θα τις έβλεπαν με συμπάθεια και ενδιαφέρον. Εν τούτοις, η μεγάλη πλειονότητά τους τις αντιμετωπίζει με φόβο, αδιαφορία, ή και με αντιπάθεια. Φυσική συνέπεια είναι οι μαθητές να γυρίζουν την πλάτη στα μαθήματα αυτά και

να τα μαθαίνουν με ένα διαστρεβλωμένο τρόπο, που μάλλον τους καθιστά «επιστημονικά αναλφάβητους».

Η αξιολόγηση του χημικού αλφαβητισμού είναι σημαντική όταν το επίτευγμα του αλφαβητισμού στις φ.ε. είναι ο κύριος στόχος μάθησης. Για το σκοπό αυτόν, έχουν συνταχθεί από καιρό νέα πρότυπα και έχουν γίνει συγκριτικές μετρήσεις επιδόσεων σχετικά με το περιεχόμενο, την παιδαγωγική και την αξιολόγηση. Ένα πρόσφατο και σημαντικό πρόγραμμα έρευνας που στοχεύει στην αξιολόγηση του επιστημονικού αλφαβητισμού των μαθητών είναι το διεθνές πρόγραμμα PISA.

Ο Bybee (1997) και το BSCS (1993) πρότειναν μια περιεκτική θεωρητική κλίμακα που είναι καταλληλότερη για την αξιολόγηση του επιστημονικού αλφαβητισμού κατά τη διάρκεια της μελέτης των φ.ε. στο σχολείο, η ιεραρχία της οποίας μπορεί να μεταφερθεί εύκολα στους εκπαιδευτικούς σκοπούς. Αυτή η κλίμακα χρησιμοποιήθηκε ως ένα από τα θεωρητικά πλαίσια για την παρούσα μελέτη (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, A., 2006). Η κλίμακα προτείνει τα ακόλουθα επίπεδα επιστημονικού αλφαβητισμού:

1. *Επιστημονικός αναλφαβητισμός*: Αναφέρεται στους μαθητές που δεν μπορούν να απαντήσουν σε μια εύλογη ερώτηση για τις φ.ε.. Δηλαδή, δεν γνωρίζουν το λεξιλόγιο, τις έννοιες, το σχετικό πλαίσιο (το 'συγκείμενο') ή δεν έχουν τη γνωσιακή ικανότητα να διατυπώσουν μια επιστημονική ερώτηση.

2. *Ονομαστικός επιστημονικός αλφαβητισμός:* Οι μαθητές αναγνωρίζουν μια έννοια σε σχέση με τις φ.ε., αλλά το επίπεδο κατανόησης δείχνει σαφώς ότι έχουν παρανοήσεις.

3. *Λειτουργικός επιστημονικός αλφαβητισμός:* Οι μαθητές μπορούν να περιγράψουν μια έννοια σωστά, αλλά έχουν μια περιορισμένη κατανόηση σχετικά με αυτή.

4. *Εννοιολογικός επιστημονικός* αλφαβητισμός*:* Οι μαθητές αναπτύσσουν κάποια βασική κατανόηση των κύριων εννοιολογικών σχημάτων του γνωστικού αντικειμένου και συσχετίζουν αυτά τα σχήματα με τη γενική κατανόησή τους ως προς τις φ.ε..

5. *Πολυδιάστατος επιστημονικός αλφαβητισμός:* Ενσωματώνει μια κατανόηση των φ.ε. που επεκτείνεται πέρα από τις έννοιες των επιμέρους κλάδων των φ.ε. και τις διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας. Περιλαμβάνει τις φιλοσοφικές, ιστορικές, και κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας. Εδώ οι μαθητές αναπτύσσουν κάποια κατανόηση και εκτίμηση της επιστήμης και της τεχνολογίας σχετικά με τη σχέση τους με την καθημερινή ζωής τους. Περαιτέρω, αρχίζουν να κάνουν τις συνδέσεις μεταξύ των επιμέρους επιστημονικών κλάδων, καθώς και μεταξύ της επιστήμης, της τεχνολογίας και τα μειζόνων σχετικών ζητημάτων που απασχολούν εκάστοτε την κοινωνία.

Ο κύριος στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογηθεί το επίπεδο του χημικού αλφαβητισμού των Ελλήνων μαθητών και φοιτητών στη χημεία γενικής παιδείας στις δύο πρώτες τάξεις του λυκείου, καθώς και το επίπεδο του χημικού αλφαβητισμού στη χημεία πρωτοετών φοιτητών που έχουν εισαχθεί σε σχολές που έχουν άμεση σχέση με τη χημεία. Θέματα ή εργασίες σχετικές με τον επιστημονικό αλφαβητισμό έχουν δημοσιεύσει οι Βρύζας (2002), Σιάχος & Σπηλιωτοπούλου (2002), Τζιανουδάκης, Τσαπαρλής & Ομάδα PARSEL (2008), Αναγνωστοπούλου & Λάκκα (2009).

Μεθοδολογία

Το ερευνητικό σχέδιο βασίστηκε σε δύο θεωρητικά πλαίσια: (α) τον καθορισμό του χημικού αλφαβητισμού που αναπτύσσεται από τους Shwartz, Hofstein και Ben- Zvi (2005), και (β) τα διαφορετικά επίπεδα επιστημονικού αλφαβητισμού που προτείνονται από το Biological Science Curriculum Studies (1993) και από το Bybee (1997). Έγινε λεπτομερής καθορισμός για του χημικού αλφαβητισμού, με στόχο τη λήψη μιας ευρείας έρευνας μεταξύ μαθητών της α΄ Λυκείου, μαθητών της γ΄ Λυκείου και πρωτοετών φοιτητών.

- Η μελέτη περιέλαβε τις παρακάτω έξι βασικές χημικές έννοιες: *μόριο, χημική αντίδραση, οξύ, όζον, χημικός δεσμός, θερμοκρασία.* Για τις έννοιες αυτές ζητήθηκε από τους μαθητές και φοιτητές να δώσουν έναν ορισμό, με την παρατήρηση ότι μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν και συγκεκριμένο παράδειγμα ή παραδείγματα των εννοιών.
- Δόθηκαν οι έξι έννοιες χωρισμένες σε δύο ομάδες, (α) σε έξι λύκεια, δύο από τα οποία είναι στην πρωτεύουσα επαρχιακού νομού, δύο σε επαρχιακές κωμοπόλεις, ένα σε κεντρικό χωριό επαρχιακού νομού και ένα σε πειραματικό σχολείο μεγαλούπολης), και (β) σε δύο πανεπιστημιακά τμήματα θετικών επιστημών και ένα επαρχιακό πανεπιστημιακό τμήμα μηχανικών. Κάθε μαθητής/φοιτητής απαντούσε για τρεις από τις έξι έννοιες:

  «Δώστε έναν ορισμό, ή εξηγήστε με δικά σας λόγια, τους παρακάτω όρους. Σε περιπτώσεις όπου σας διευκολύνει στην εξήγησή σας, μπορείτε να προσθέσετε και ένα παράδειγμα. 1η σειρά ερωτηματολογίων: *Μόριο / Χημική αντίδραση / Οξύ*. 2η σειρά ερωτηματολογίων: *Θερμοκρασία / Όζον / Χημικός δεσμός*.

Συγκεντρώθηκε δείγμα 458 ερωτηματολογίων: α΄ Λυκείου, 134 ερωτηματολόγια, γ΄ Λυκείου, 168 ερωτηματολόγια και πρωτοετείς φοιτητές, 156 ερωτηματολόγια.

Σε πρώτο επίπεδο, οι εξηγήσεις των μαθητών/φοιτητών στις διάφορες χημικές έννοιες ταξινομήθηκαν ως εξής: (1) λανθασμένες/μη αποδεκτές ή χωρίς νόημα απαντήσεις, (2) ελλιπείς, δηλαδή περιλαμβάνουν μερικά αποδεκτά στοιχεία, αλλά η εξήγηση είναι μη ακριβής ή πλήρης, και (3) αποδεκτές απαντήσεις. Παρακάτω παραθέτουμε παραδείγματα απαντήσεων:

ΜΟΡΙΟ: «Μονάδα ύλης που αποτελείται από δύο ή περισσότερα άτομα, τα οποία συγκρατούνται με δεσμούς» (σωστή) / «Είναι η ένωση δύο ή περισσότερων ατόμων ενός ή διαφορετικών στοιχείων» (σωστή) / «Είναι σύνολο ατόμων» (ελλιπής) / «Όλα τα χημικά στοιχεία αποτελούνται από μικρά σωματίδια, τα μόρια» (ελλιπής) / «Είναι το σύνολο ατόμων και το μικρότερο κομμάτι της ύλης που μπορούμε να διακρίνουμε με γυμνό μάτι» (λανθασμένη) / «Μικρότερα σώματα στοιχείων που αν ενωθούν σχηματίζουν ένωση» (λανθασμένη).

ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ: «Είναι η διαδικασία κατά την οποία δύο ή περισσότερες ουσίες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και παράγονται προϊόντα» [μακροσκοπική / σωστή (*βέβαια μπορεί και μία μόνον ουσία να μετατραπεί σε άλλες ουσίες – αποσύνθεση/διάσπαση*)] / «Είναι η μετατροπή ενός υλικού σε ένα άλλο διαφορετικό υλικό (με διαφορετικές ιδιότητες) με ανταλλαγή ενέργειας (μακροσκοπική/ελλιπής) / «Διαδικασία όπου από τα αντιδρώντα παράγονται προϊόντα» (μακροσκοπική/ελλιπής) / «Η δημιουργία δεσμών ή ανταλλαγή ατόμων ανάμεσα σε χημικές ενώσεις» (μικροσκοπική/ελλιπής) / «Είναι μια αντίδραση μεταξύ δύο στοιχείων τα οποία παράγουν κάποιο άλλο στοιχείο είτε μέταλλο είτε αέριο» (μακροσκοπική/ λανθασμένη) .

ΟΖΟΝ: «(O_3) Ένωση η οποία βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας κι εμποδίζει την υπεριώδη ακτινοβολία να φτάσει στην επιφάνεια της γης. ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η αυξημένη συγκέντρωση O_3 στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας αποτελεί ρύπο» (σωστή) / «στρώμα της ατμόσφαιρας η οποία δεν επιτρέπει στις βλαβερές ακτινοβολίες του ήλιου να εισέλθουν στη Γη» (ελλιπής) / «Χημικό στοιχείο (Ν) βρίσκεται στην ατμόσφαιρα και μας προστατεύει από την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου» (λανθασμένη) / «Είναι στοιχείο το οποίο βρίσκεται σε αέρια μορφή στη φύση και αποτρέπει τις ραδιενεργές ακτινοβολίες του ήλιου» (λανθασμένη).

Σε δεύτερο επίπεδο, οι απαντήσεις κατηγοριοποιήθηκαν ως προς το εάν η εξήγηση των σπουδαστών περιείχε μοριακούς ή μακροσκοπικούς όρους και ως προς εάν περιελάμβανε μερικά στοιχεία της χημικής γλώσσας (ένα σύμβολο ή το σχέδιο ενός μορίου) (βλ. παραδείγματα ορισμών για τη χημική αντίδραση παρπάνω). Σημειώνεται ότι υπήρξαν και απαντήσεις που περιείχαν τόσο μακροσκοπικά όσο και μοριακά στοιχεία. Αυτές κατετάγησαν μόνο στην κατηγορία των μοριακών εξηγήσεων, λόγω του ότι μια εξήγηση σε μοριακό επίπεδο θεωρείται ως πιο απαιτητική από ότι σε μακροσκοπικό επίπεδο. Επομένως, η αξιολόγηση αποτελείται από έξι βασικές κατηγορίες: αποδεκτή / ελλιπής /λανθασμένη

μοριακή εξήγηση, αποδεκτή / ελλιπής / λανθασμένη μακροσκοπική εξήγηση. Υπάρχει ακόμα και η περίπτωση όπου δεν δόθηκαν καθόλου απαντήσεις, οι οποίες δεν καταχωρίστηκαν, αφού δεν μπορούσαν να κριθούν σαν μακροσκοπικές ή μοριακές.

Η αξιολόγηση των απαντήσεων έγινε από την τρίτη συγγραφέα (ΛΠ) που είναι έμπειρη εκπαιδευτικός και ελέχθηκε σε τμήμα απαντήσεων από τον επιβλέποντα καθηγητή (ΓΤ). Σχετικά με την ορθότητα των απαντήσεων (σωστές/ελλιπείς/λανθασμένες) η συμφωνία ήταν 80%. Ως προς το επίπεδο (μακροσκοπικό/μοριακό) η συμφωνία ήταν 76%. Οι διαφορές στα ποσοστά συμφωνίας μπορεί να αποδοθούν στη σχετική δυσκολία αξιολόγησης λόγω της φύσης των ερωτήσεων (ορισμοί εννοιών).

Τέλος, χρησιμοποιήσαμε το στατιστικό κριτήριο χ^2 προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά *στην κατανομή των απαντήσεων* χ^2 στις διάφορες μεταβλητών τις σχετικές με κάθε έννοια.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Λειτουργικός επιστημονικός αλφαβητισμός. Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα αποτελέσματα των Ελλήνων μαθητών ως προς τις εξηγήσεις των έξι χημικών εννοιών. Ο πίνακας παρουσιάζει το ποσοστό των μαθητών που παρέχουν αποδεκτές και ελλιπείς απαντήσεις. Το ποσοστό των λανθασμένων απαντήσεων δεν παρουσιάζεται στον πίνακα, αλλά λήφθηκε υπόψη στον υπολογισμό της τιμής του χ^2.

Πίνακας 1: Εξηγήσεις των μαθητών σε έξι χημικές έννοιες στην Ελλάδα.*

Έννοια	**Τύπος εξήγησης**	**Αποδεκτές εξηγήσεις (%)**		**Ελλιπείς εξηγήσεις (%)**		**Τιμή χ^2 (df=5)**	**Τιμή p**
		α΄ Λυκείου	γ΄ Λυκείου	α΄ Λυκείου	γ΄ Λυκείου		
Μόριο	Μοριακός	3.64	12.12	29.09	18.18	31.74	<0.001
	Μακρ/κός	10.91	10.61	38.18	34.85		
	Σύνολο	**14.55**	**22.73**	**67.27**	**53.03**		
Χημική αντ/ση	Μοριακός	0.00	1.43	13.73	2.86	19.46	<0.01
	Μακρ/κός	7.84	7.14	35.29	41.43		
	Σύνολο	**7.84**	**8.57**	**49.02**	**44.29**		
Οξύ	Μοριακός	2.38	29.58	23.81	28.17	418.10	<0.001
	Μακρ/κός	2.38	2.82	26.19	9.86		
	Σύνολο	**4.76**	**32.39**	**50.00**	**38.03**		
Όζον	Μοριακός	28.57	40.85	2.04	2.82	19.62	<0.01
	Μακρ/κός	8.16	4.23	42.86	36.62		
	Σύνολο	**36.73**	**45.07**	**44.90**	**39.44**		
Χημικός δεσμός	Μοριακός	6.67	3.77	0.00	7.55	60.30	<0.001
	Μακρ/κός	6.67	5.66	53.33	49.06		
	Σύνολο	**13.33**	**9.43**	**53.33**	**56.60**		
Θερμ/σία	Μοριακός	1.82	1.43	9.09	7.14	6.16	<0.3
	Μακρ/κός	18.18	14.29	49.09	52.86		
	Σύνολο	**20.00**	**15.71**	**58.18**	**60.00**		

** Α΄ Λυκείου: για την έννοια μόριο N=55, χημική αντίδραση N=51, οξύ N=42, όζον N=49, χημικός δεσμός N=15 και θερμοκρασία N=55.*

*** Γ΄Λυκείου: για την έννοια μόριο N=66, χημική αντίδραση N=70, οξύ N=71, όζον N=71, χημικός δεσμός N=53 και θερμοκρασία, N=70.*

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 1 οδηγούν στις παρακάτω ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις:

- Το ποσοστό των μαθητών που έδωσαν μια αποδεκτή εξήγηση δεν ξεπερνάει το 45% σε όλες τις τάξεις και τις περισσότερες φορές είναι ιδιαίτερα χαμηλό. Για παράδειγμα, μόνο 2 στους 10 μαθητές της α΄ Λυκείου έδωσαν αποδεκτή εξήγηση για την έννοια "οξύ".
- Για αρκετές χημικές έννοιες, το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων είναι ελλιπείς εξηγήσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν μερικά σωστά στοιχεία, αλλά οι απαντήσεις είναι ελλιπείς ή συνολικά μη ακριβείς.
- Γενικά, οι μαθητές τείνουν κατά κανόνα να εξηγήσουν τις έννοιες στο μακροσκοπικό επίπεδο περισσότερο από ό, τι στο μοριακό, ή δίνουν ίδιο ποσοστό εξηγήσεων σε μοριακό και σε μακροσκοπικό επίπεδο. Για παράδειγμα για την έννοια "μόριο" έδωσαν τον ορισμό "καθορίζει τις ιδιότητες της ύλης", ενώ μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό μαθητών ανέφερε: "ένα μόριο είναι η δομική μονάδα της ύλης". Αξίζει να σημειωθεί ότι για τις έννοιες "οξύ" και "όζον" οι εξηγήσεις ήταν σε μεγαλύτερο ποσοστό σε μικροσκοπικό επίπεδο μόνο για τους μαθητές που ξεκινούσαν τη γ΄ Λυκείου. Επίσης, για τον όρο "χημικός δεσμός", το πολύ χαμηλό (έως μηδενικό) ποσοστό απαντήσεων σε μοριακό επίπεδο, οφείλεται στην απουσία αναφοράς σε μεταφορά ή συνεισφορά ηλεκτρονίων. Ενώ, πολύ συχνά εμφανιζόταν η απάντηση "είναι ο δεσμός που δημιουργείται μεταξύ ατόμων ή στοιχείων".
- Η τιμή χ^2 αποκαλύπτει ότι για όλες τις έννοιες, εκτός από τη "θερμοκρασία", υπάρχει μια σημαντική διαφορά στη κατανομή των απαντήσεων ανάμεσα στα δύο επίπεδα τάξεων. Το ποσοστό όμως των σωστών εξηγήσεων παραμένει χαμηλό, αφού ήταν ελάχιστες οι απαντήσεις που είχαν πλήρη ορισμό με μονάδες.
- Τέλος, αξίζει να επισημανθεί ότι για όλες τις έννοιες, εκτός από τις "χημικός δεσμός" και "θερμοκρασία", τα ποσοστά των αποδεκτών απαντήσεων των μαθητών της γ΄ λυκείου είναι υψηλότερα από αυτά των μαθητών στην α΄ λυκείου στο σύνολο.

Στον Πίνακα 2 φαίνονται τα αποτελέσματα των Ελλήνων φοιτητών ως προς τις εξηγήσεις των ίδιων έξι χημικών εννοιών. Τα ποσοστά των φοιτητών στις σωστές εξηγήσεις δεν είναι μεγαλύτερα από 50%. Οι πρωτοετείς φοιτητές έχουν ήδη δώσει εξετάσεις, έχουν πετύχει αυτό τον σκοπό και ξεκινώντας τα φοιτητικά τους χρόνια έχουν ξεχάσει πολλές από τις γνώσεις που επιφανειακά απέκτησαν στα σχολικά χρόνια. Μια άλλη πιθανή εξήγηση μπορεί να είναι η έλλειψη της χημείας ως μάθημα γενικής παιδείας στη γ΄ λυκείου. Έτσι, οι φοιτητές που προέρχονται από Τεχνολογική και Θεωρητική Κατεύθυνση δεν έχουν διδαχτεί χημεία για ένα ολόκληρο έτος, με αποτέλεσμα να μην έχουν διαβάζουν τίποτα που να έχει σχέση με αυτήν.

Αξίζει να αναφερθούν μερικές απαντήσεις που δόθηκαν από τους φοιτητές που έχουν εισαχθεί σε σχολές που έχουν άμεση σχέση με τη χημεία, για να φανεί η αδυναμία να συγκεντρώσουν και να καταγράψουν σωστά τις γνώσεις που έχουν διδαχθεί. Για τον όρο "όζον" σχεδόν κανένας φοιτητής δεν ανέφερε ότι είναι αλλοτροπική μορφή οξυγόνου και με μεγάλη ευκολία έγραφαν "το όζον σε κατώτερα στρώματα είναι ρύπος ή τοξικό", και αυτό είναι γνώση που έχουν αποκτήσει από το μάθημα τη βιολογίας και όχι της χημείας. Επίσης, για την έννοια "χημική αντίδραση" σχεδόν κανένας φοιτητές δεν αναφέρεται στην ανακατανομή των ηλεκτρονίων που συμβαίνει στα άτομα στη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης, και αυτό γίνεται φανερό από το μικρό ποσοστό μοριακών απαντήσεων του Πίνακα 2. Τέλος, θα αναφέρουμε ότι οι φοιτητές για τον όρο "οξύ", έδιναν τον ορισμό μόνο κατά Arrhenius και ακόμα έγραφαν "οξύ είναι ουσία με όξινες ιδιότητες", χωρίς να αναφέρουν ποιες είναι αυτές, ενώ κάποιες από τις απαντήσεις των μαθητών του λυκείου έγραφαν ποιες είναι αυτές.

Πίνακας 2: Εξηγήσεις των ελλήνων μαθητών για έξι χημικές έννοιες.*

Έννοια	Τύπος εξήγησης	Αποδεκτές εξηγήσεις (%)	Ελλιπείς εξηγήσεις (%)	Τιμή χ^2 (df=2)
		Πρωτοετείς φοιτητές		
Μόριο	Μοριακός	9.43	39.62	0.52
	Μακρ/κός	3.77	11.32	
	Σύνολο	**13.21**	**50.94**	
Χημική αντ/ση	Μοριακός	0	4.76	1.38
	Μακρ/κός	14.29	57.14	
	Σύνολο	**14.29**	**61.90**	
Οξύ	Μοριακός	38.98	18.64	2.33
	Μακρ/κός	10.17	8.47	
	Σύνολο	**49.15**	**27.12**	
Όζον	Μοριακός	34.43	1.64	35.83
	Μακρ/κός	8.20	36.07	
	Σύνολο	**42.62**	**37.70**	
Χημικός δεσμός	Μοριακός	1.69	6.78	7.43
	Μακρ/κός	1.69	81.36	
	Σύνολο	**3.39**	**88.14**	
Θερμ/σία	Μοριακός	4.26	14.89	0.91
	Μακρ/κός	19.15	38.30	
	Σύνολο	**23.40**	**53.19**	

** Για την έννοια μόριο N=53, χημική αντίδραση N=63, οξύ N=59, όζον N=61, χημικός δεσμός N=59 και θερμοκρασία N=47.*

Συγκριτικά με την αντίστοιχη έρευνα που έγινε στο Ισραήλ, επισημαίνουμε ότι το ποσοστό των Ισραηλινών μαθητών που έδωσαν μια σωστή απάντηση πριν και μετά από τη βασική σειρά μαθημάτων είναι σχετικά χαμηλό και δεν υπερβαίνει συνολικά το 50%. Οι Ισραηλινοί ερευνητές υποστηρίζουν πως από τις απαντήσεις των μαθητών τους είναι φανερό ότι στο τέλος της βασικής σειράς μαθημάτων αυτοί έχουν περισσότερη γνώση σχετικά με τους συγκεκριμένους όρους και ότι χρησιμοποιούν ένα πλουσιότερο χημικό λεξιλόγιο σε σχέση με πριν από τη διδασκαλία. Εντούτοις, οι απαντήσεις δείχνουν ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν σωστά αυτή τη γνώση.

Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι μαθητές που τελειώνουν το λύκειο έχουν κάποια αντίληψη για το τι είναι *άτομο, μόριο,* έχουν ακούσει για *τα οξέα*, τις *βάσεις* και μπορούν να έχουν μια σωστή άποψη σχετικά με το στρώμα του *όζοντος*. Οι λόγοι των χαμηλών επιδόσεων αποδίδονται αφενός και κατά κύριο λόγο στη δυσκολία του αντικειμένου της χημείας και αφετέρου στη φτωχή σύνδεση της διδασκαλίας των φ.ε. με τη ζωή.[17] Οι λόγοι αυτοί είναι προφανώς και η αιτία για την αντιδημοτικότητα των μαθημάτων των φ.ε..

[17] Αξίζει να αναφέρουμε εδώ το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα PARSEL: Popularity And Relevance of Science Education for scientific Literacy (*Επιστημονικός Αλφαβητισμός μέσω δημοφιλών και σχετικών με τη ζωή Μαθημάτων Φυσικών Επιστημών)* που έχει αναπτύξει σχετικό πρωτοποριακό διδακτικό υλικό, μέρος του οποίου

Ένα κοινό συμπέρασμα που προκύπτει τόσο για τους μαθητές του Ισραήλ όσο και τους Έλληνες μαθητές είναι ότι τείνουν να εξηγήσουν τις έννοιες περισσότερο στο μακροσκοπικό από ό,τι στο μοριακό. Αυτή η παρατήρηση αποκαλύπτει ότι η κατανόηση των μαθητών για τις έννοιες είναι μάλλον περιορισμένη, ενώ δυσκολεύονται να κατανοήσουν βαθειά και να διατυπώσουν ορισμούς χρησιμοποιώντας χημικούς όρους.

Στον Ελλαδικό χώρο έχουν γίνει επίσης πολλές προσπάθειες για αξιολόγηση των επιστημονικών γνώσεων ανάμεσα σε μαθητές γυμνασίου και λυκείου αλλά και προτεινόμενες προσεγγίσεις και μέτρα για τη βελτίωση της διδασκαλίας των φ.ε. Είναι εκ των ων ουκ άνευ και πολύ σημαντικό να θέσουμε εξαρχής τους στόχους που πρέπει να ικανοποιεί το μάθημα της γυμνασιακής χημείας. Με άλλα λόγια, το τι επιθυμούμε και περιμένουμε να ξέρουν και να είναι ικανοί να κάνουν οι μαθητές όταν ξεκινούν το λύκειο. Δυστυχώς όμως ο τρόπος υλοποίησης των διαφόρων προγραμμάτων σπουδών στον τόπο μας απέχει παρασάγγας από την πραγμάτωση των στόχων του ουσιαστικού χημικού αλφαβητισμού τόσο στο γυμνάσιο, όσο και στο λύκειο, με συνέπεια το μάθημα να θεωρείται και αντικειμενικά να είναι δύσκολο, ανιαρό, και μη χρήσιμο. Έτσι καταλήγουμε στο χημικό αναλφαβητισμό και στην απουσία χημικής κουλτούρας (Τσαπαρλής 2001α). Οι αστοχίες και αποτυχίες αυτές έχουν πιθανότατα οπλίσει τη φαρέτρα των εχθρών της χημείας και οδηγήσει στον περιορισμό μέχρι εξοβελισμού του μαθήματος.

Στο γυμνάσιο, για πάρα πολλά χρόνια, η χημεία είναι το μοναδικό μονόωρο μάθημα, ενώ τα συναφή μαθήματα (φυσική, βιολογία, γεωγραφία και οικιακή οικονομία) έχουν διπλάσιο διδακτικό χρόνο. Στο λύκειο είναι γνωστή η τραγική κατάσταση, όπου ο διατιθέμενος διδακτικός χρόνος δεν είναι πλέον κακός, η θέση όμως του μαθήματος είναι εντονότατα υποβαθμισμένη, τόσο λόγω της απουσίας του από τα μαθήματα γενικής παιδείας της γ΄ Λυκείου, όσο και με τη γιγάντωση του ενός κλάδου της τεχνολογικής κατεύθυνσης, ο οποίος δεν περιλαμβάνει τη χημεία. (Η ειρωνεία είναι ότι η γιγάντωση αυτή οφείλεται στην προτίμηση αποφυγής της χημείας και της βιολογίας ως μαθημάτων κατεύθυνσης).

Τελειώνοντας, καταλήγουμε ότι η ανάλυση των αποτελεσμάτων από εργασίες σχετικές με την αξιολόγηση του επιστημονικού λειτουργικού αλφαβητισμού (συμπεριλαμβανομένης και της παρούσας) αλλά και από διάφορα ερευνητικά προγράμματα (όπως του PISA) μπορούν να συγκριθούν για να δοθεί η δυνατότητα νέων συζητήσεων που θα οδηγήσουν σε συμπεράσματα, ώστε να διατυπωθούν προτάσεις και να ληφθούν αποφάσεις για τη θεραπεία των αδυναμιών του εκπαιδευτικού συστήματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του τελευταίου διαγωνισμού PISA (2009), η Ελλάδα δεν διαφοροποίησε τη συνολική θέση της, αν και εμφανίζει μια σημαντική βελτίωση της επίδοσης των μαθητών στα μαθηματικά σε σχέση με τον PISA 2003, μια μικρή βελτίωση στην κατανόηση κειμένου σε σχέση με τον PISA 2000, αλλά ταυτόχρονα και μια μικρή υποχώρηση στις φυσικές επιστήμες σε σχέση με τον PISA 2006.

Ζούμε σε έναν χημικό κόσμο, όπου η προσωπική μας ευημερία, το βιοτικό μας επίπεδο αλλά και αυτό το μέλλον του πλανήτη μας είναι στενά συνδεδεμένα με τη χημεία, όπου ένα επιστημονικά εν αγνοία κοινό έχει αρχίσει, κυρίως λόγω της άγνοιάς του, να υιοθετεί εχθρική στάση απέναντι στη χημεία, όπου φοβάται και τη λέξη "χημεία" και το επίθετο "χημικός". Είναι ανάγκη το κοινό να ξέρει πότε να εκτιμά (να συμπαθεί) και πότε να φοβάται τη χημεία. Ο αυριανός πολίτης πρέπει να μπορεί να θεωρεί κριτικά τη χημική άποψη της ζωής, τις δυνατότητες και τα προβλήματα της χημείας. Είναι πασίδηλη συνεπώς η υποχρέωση ημών των δασκάλων χημικών να του προσφέρομε την απαραίτητη χημική γνώση και κρίση. Και ας μην ξεχνάμε ότι με τον τρόπο αυτόν, η χημεία θα γίνει μάθημα ενδιαφέρον, χρήσιμο, με μια λέξη επιβεβλημένο (από σχετική εισήγηση στο 12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας, Τσαπαρλής

έχει μεταφραστεί και στα ελληνικά [Τσαπαρλής Γ. και Ομάδα PARSEL (2008) - δείτε τον ιστότοπο του ΚοΔιΦΕΕΤ: http://www.kodipheet.gr].

1988). Έχουμε μακρύ δρόμο για μια ολοκληρωμένη εκπαίδευση με κέντρο τον Ενεργό Μαθητή και στόχο τον επιστημονικό αλφαβητισμό. Ας γίνει όμως η αρχή, αφού "η αρχή είναι το ήμισυ του παντός".

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Αναγνωστοπούλου Κ. & Λάκκα Κ., (2009). Επιστημονικός αλφαβητισμός (http://ekfe.kar.sch.gr/sxol_symboylos/4_ss/2.pdf), Ε.Κ.Φ.Ε. Καρδίτσας.

Βρύζας Κ. (2002). Επιστήμη και κουλτούρα: σύγκρουση ή συμφιλίωση; 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή της Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών «Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Κοινωνία της Πληροφορίας» Αθήνα, 18-21 Απριλίου.

Σιάχος, Χ. & Σπηλιωτοπούλου, Β. (2002). Διερεύνηση όψεων του επιστημονικού αλφαβητισμού: η περίπτωση της νανοτεχνολογίας. Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σσ. 337-344. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο.

Τζιανουδάκης Λεωνίδας, Επιστημονικός αλφαβητισμός με εναλλακτικές μεθόδους (http://ekfe.reth.sch.gr/index.php?option=content&task=view&id=327) Ε.Κ.Φ.Ε. Ρεθύμνου.

Τσαπαρλής Γ. (1988). Χημεία και αυριανοί πολίτες: Η χημεία ως μάθημα γενικής παιδείας στο κατώφλι του 21ου αιώνα. Πρακτικά 12ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Χημείας: Χημεία και Εκπαίδευση. Τόμος Α΄, σελ. 1-6. ΕΕΧ, Θεσσαλονίκη.

Τσαπαρλής, Γ. (1998). Χημική εκπαίδευση 2000: Ο κύκλος των χαμένων χημικών (ή της χαμένης χημείας;) Χημικά Χρονικά, Τεύχος 12, 340-343.

Τσαπαρλής Γ. (2001α). Χημεία, χημική εκπαίδευση και κοινωνία. Στο Η χημεία χωρίς τύπους, σελ. 15-23. Επιμ. Α. Βάρβογλης. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Τσαπαρλής Γ. (2001β). Πρώτες και δεύτερες σκέψεις για τη γυμνασιακή χημεία. Πρακτικά Διημερίδας ΕΔΙΦΕ, σελ. 93-104. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Τσαπαρλής Γ. και Ομάδα PARSEL (2008). Δημοφιλή και σχετικά με τη ζωή μαθήματα φυσικών επιστημών και Επιστημονικός Αλφαβητισμός: Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα PARSEL και η ελληνική συμμετοχή σε αυτό. Πρακτικά, 4ο Συνέδριο ΕΔΙΦΕ.

Biological Science Curriculum Studies (BSCS) (1993). Developing biological literacy, pp. 1-25. Kendall Hunt Publishing, Dubuque, Ia.

Bybee, R.W. (1997). Achieving scientific literacy: From purposes to practices, pp. 82-86. Heinmann Publishing, Portsmouth, NH.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD-PISA). Programme for International Student Assessment of scientific literacy in the OECD/PISA project. http://www.pisa.oecd.org/

Shwartz Y., Ben-Zvi P., & Hofstein A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy'. International Journal of Science Teaching, 27, 323-344.

Shwartz Y., Ben-Zvi P., & Hofstein A. (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. Chemistry Education Research and Practice, 7, 203-225.

Οι μαθητές, αναγνωρίζουν τη διαφορετική σημασία κοινών λέξεων στις Φυσικές Επιστήμες, στα Μαθηματικά και στην Καθημερινή Ζωή;

Μαρία Α. Βασιλείου[1], Αλεξάνδρα Καραλιώτα-Λυμπεροπούλου[2]
[1]*MSc Χημικός - Μουσικός, Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης, mr_vsl@yahoo.com*
[2]*Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Χημείας, akaraliota@chem.uoa.gr*

Περίληψη
Στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών πολλές κοινές λέξεις έχουν διαφορετικές χρήσεις και ειδικές σημασίες, ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο χρησιμοποιούνται, επιστημονικό ή της καθημερινής ζωής. Η παρούσα ερευνητική εργασία ασχολείται με την εννοιολογική προσέγγιση *πολύσημων* λέξεων στις Φυσικές Επιστήμες από μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Γ΄ Γυμνασίου, Α΄, Β΄ & Γ΄ Λυκείου). Οι λέξεις που μελετώνται είναι οι εξής: "αναγωγή", "αντίδραση", "βάρος", "βάση", "δύναμη", "εξίσωση", "ισορροπία", "κορεσμένο/κορεσμός", "περίοδος", "πυρήνας" και "ταχύτητα". Οι μαθητές αναγνωρίζουν μερικώς τη διαφορετική σημασία των λέξεων ως επιστημονικές (Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά) και στην Καθημερινή Ζωή, ενώ, δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη διδασκαλία των αντίστοιχων μαθημάτων για τις έννοιες που διατυπώνονται με πολύσημες λέξεις, αλλά προτιμούν να τοποθετούν τις λέξεις αυτές στο πλαίσιο της Καθημερινής Ζωής. Οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να συνειδητοποιήσουν το πρόβλημα, και, μέσω της διαθεματικής προσέγγισης και της εκμάθησης των επιστημονικών νοημάτων των λέξεων, να βοηθήσουν τους μαθητές να διασχίσουν το *γλωσσικό χάσμα* και να οδηγηθούν στον επιστημονικό αλφαβητισμό.

Abstract
Many common words have different uses and specific meanings according to the frame (scientific or everyday life) are being used in the field of Physical Sciences. The general objective of the research is the study of the semantic approach of polysemous words (words having many meanings) in the field of Physical Sciences by students in the Secondary Education (3rd Grade of Gymnasio, 1st, 2nd & 3rd Grade of Lykeio). The polysemous words are the following: "reduction", "reaction", "weight", "base", "power", "equation", "balance", "saturated/saturation", "period", "nucleus" and "velocity". The students recognize partially the different meanings of the words in the field of Physical Sciences, of Mathematics and in Everyday Life and they are not influenced significantly for the particular polysemous words by the instruction of those lessons. The educators' role is to realize the problem and help students through the interthematic approach to overcome the *language gap* in order to achieve the scientific literacy.

Εισαγωγή

Κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών πολλές κοινές λέξεις έχουν διαφορετικές επιστημονικές χρήσεις και ειδικές σημασίες, ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο χρησιμοποιούνται, επιστημονικό ή της καθημερινής ζωής (Κόκκοτας, 2002), και χαρακτηρίζονται ως *πολύσημες*. Το πρόβλημα που προκαλείται κατά τη διδασκαλία των εννοιών που αντιστοιχούν σε *πολύσημες λέξεις* στις Φυσικές Επιστήμες δεν οφείλεται στους επιστημονικούς όρους, αλλά στις σύντομες κοινές (καθημερινές) λέξεις που έχουν εισχωρήσει στη γλώσσα της επιστήμης δημιουργώντας σε αυτές συγκεκριμένες – ειδικές σημασίες (Ryan, 1985), το οποίο, σύμφωνα με τη Gowaty (1982), καλείται *«παράδοξη και αντιφατική γλώσσα»*. Μία λέξη αποκτά *τουλάχιστον ένα συγκεκριμένο νόημα για ένα συγκεκριμένο πλαίσιο* και μετατρέπεται σε διαφορετική έννοια, ενώ, χωρίς το πλαίσιο ή τα

συμφραζόμενα (τις συσχετίσεις των λέξεων) μία λέξη παραμένει απλώς μία λέξη (Sutton, 2002). Επίσης, όταν αναγνωριστεί η ετυμολογική ρίζα των λέξεων που χρησιμοποιούνται στις Φυσικές Επιστήμες, τότε ενισχύεται η κατανόηση προς τους αντίστοιχους όρους – έννοιες και συγκρατείται αμείωτο το ενδιαφέρον για το αντίστοιχο μάθημα των Φυσικών Επιστημών (Sarma, 2004). Στο σημείο αυτό αναφέρεται ότι οι λέξεις στις Φυσικές Επιστήμες, εκτός από τη διττή σημασία ("επιστημονική" και "καθημερινή ζωή") που μπορεί να εμφανίσουν, παρουσιάζουν και διαφορετική σημασία μεταξύ των διαφορετικών πλαισίων/τομέων της επιστήμης, π.χ. μεταξύ της Φυσικής και της Χημείας, της Φυσικής και των Μαθηματικών ή της Χημείας και της Βιολογίας, κ.λ.π.
Σημειώνεται ότι, σε επίπεδο Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, γίνεται αναφορά για πρώτη φορά στη χρήση λέξεων-εννοιών που έχουν διαφορετική σημασία μεταξύ των διαφόρων επιστημών και της καθημερινής ζωής το σχολικό έτος 2007-2008. Συγκεκριμένα, στο βιβλίο της Χημείας Β΄ Γυμνασίου (§2.7) αναφέρεται ότι η λέξη "αντίδραση" χρησιμοποιείται με τη μορφή της αλληλεπίδρασης και σε άλλες περιπτώσεις (Φυσική, Βιολογία, Φυσιολογία, Πολιτική), και, παράλληλα, στο ίδιο βιβλίο (§2.8), γίνεται μία αναλογία για τη λέξη "άτομο" ως συστατικό των χημικών ενώσεων και ως συστατικό της κοινωνίας. Επιπλέον, στο βιβλίο της Βιολογίας Γ΄ Γυμνασίου (κεφ.1, §1.3) οι μαθητές παροτρύνονται, μέσω εργασίας, στην εύρεση των κοινών χαρακτηριστικών της λέξης "συστήματος" στη Βιολογία, τα Μαθηματικά, την Ιστορία, την Κοινωνική Αγωγή και την Καθημερινή Ζωή. Τέλος, σημειώνεται ότι η μοναδική αναφορά στις πολύσημες λέξεις στις Φυσικές Επιστήμες γίνεται στο βιβλίο της Έκφρασης-Έκθεσης Α΄ Λυκείου (κεφ.: Ειδικές Γλώσσες), στο οποίο επισημαίνεται ότι διαφορετικές επιστήμες ή επαγγελματικές ομάδες χρησιμοποιούν διαφορετική ορολογία και ότι ορισμένες λέξεις-όροι μπορούν να χρησιμοποιούνται από περισσότερες ομάδες (ή στην καθημερινή ομιλία).

Σκοπός της Έρευνας

Η παρούσα εργασία ασχολείται με τον εντοπισμό και την ανάλυση πολύσημων λέξεων στις Φυσικές Επιστήμες, καθώς και με την ανάδειξη και την καταγραφή των διαφορετικών πλαισίων που τοποθετούν μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Γ΄ Γυμνασίου, Α΄, Β΄ & Γ΄ Λυκείου) λέξεις που αποκτούν διαφορετική σημασία στα διαφορετικά μαθήματα/πλαίσια των Φυσικών Επιστημών (Χημεία, Φυσική, Βιολογία), των Μαθηματικών και στην Καθημερινή Ζωή. Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος της ερευνητικής εργασίας διπλώματος ειδίκευσης που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του διαπανεπιστημιακού – διατμηματικού μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών "Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (ΔιΧηΝΕΤ)" του ΕΚΠΑ το 2008.

Οι Πολύσημες Λέξεις της Έρευνας

Οι Πολύσημες Λέξεις που αποτελούν αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης ερευνητικής εργασίας, εξετάζονται ως προς το διαφορετικό πλαίσιο που κατευθύνεται η σκέψη των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και είναι οι εξής: "**αναγωγή**", "**αντίδραση**", "**βάρος**", "**βάση**", "**δύναμη**", "**εξίσωση**", "**ισορροπία**", "**κορεσμένο/κορεσμός**", "**περίοδος**", "**πυρήνας**" και "**ταχύτητα**". Επιπλέον, αναλύονται και καταγράφονται οι διαφορετικές σημασίες τους στα διαφορετικά πλαίσια/μαθήματα των Φυσικών Επιστημών ή/και των Μαθηματικών, μέσω βιβλιογραφικής μελέτης των σχολικών εγχειριδίων της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, καθώς και οι σημασίες τους στο πλαίσιο της Καθημερινής Ζωής, και, παράλληλα, γίνεται ετυμολογική ανάλυση για κάθε μία από αυτές.
Δεδομένου ότι, η τοποθέτηση μιας λέξης σε κάποιο πλαίσιο προϋποθέτει τη γνώση όλων των διαφορετικών σημασιών που αντιστοιχούν στη δεδομένη λέξη και τη μετατρέπουν σε νέα

έννοια, οι υπό μελέτη πολύσημες λέξεις επιλέχθηκαν με βάση το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα. Η προϋπόθεση αυτή θεωρήθηκε εφικτή είτε μέσω της διδακτικής διαδικασίας (συμπεριλαμβανομένων και των προηγούμενων τάξεων), είτε μέσω των προσωπικών εμπειριών των μαθητών από την καθημερινή ζωή.

Μεθοδολογία Έρευνας

Η εμπειρική έρευνα για την ανάδειξη και την καταγραφή των διαφορετικών σημασιών των λέξεων στα διαφορετικά πλαίσια/μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Χημεία, Φυσική, Βιολογία), των Μαθηματικών και της Καθημερινής Ζωής πραγματοποιήθηκε μέσω *διερευνητικής – περιγραφικής στρατηγικής* κατά το σχολικό έτος 2007-2008.
Στα πλαίσια της έρευνας ως *πλήθος* θεωρούνται 215 μαθητές από τέσσερα σχολεία της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης: 43ο Γυμνάσιο Αθηνών, 1ο Γυμνάσιο Γέρακα, Γενικό Λύκειο Τροπαίων και 2ο Λύκειο Περιστερίου. Αναλυτικά, συμμετείχαν 46 μαθητές (21,4%) της Γ΄ Γυμνασίου, 59 μαθητές (27,4%) της Α΄ Λυκείου, 66 μαθητές (30,7%) της Β΄ Λυκείου και 44 μαθητές (20,5%) της Γ΄ τάξης του Ενιαίου Λυκείου. Η επιλογή του δείγματος πραγματοποιήθηκε με την τεχνική της *"κατά συστάδες"* τυχαίας δειγματοληψίας, η οποία αναφέρεται σε μία ολόκληρη ομάδα ατομικών περιπτώσεων που υπάρχει φυσικώς εντός της τάξης με αποτέλεσμα να μην διαταράσσεται η λειτουργία του σχολείου (Παρασκευόπουλος, 1993), και, αναλυτικά, τις *"συστάδες"* αποτέλεσαν 2 τμήματα της Γ΄ Γυμνασίου, 3 τμήματα της Α΄ Λυκείου, 4 τμήματα της Β΄ Λυκείου και 2 τμήματα της Γ΄ Λυκείου.
Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε είναι ένα *αυτοσχέδιο ερωτηματολόγιο* που αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει ερωτήσεις *ανοιχτού τύπου* (σύντομης ανάπτυξης), ώστε να διαπιστωθεί η αρχική σκέψη των μαθητών για τη σημασία και το πλαίσιο επιλογής των πολύσημων λέξεων, ενώ στο δεύτερο μέρος υπάρχουν ερωτήσεις κλειστού τύπου (*σωστού-λάθους, πολλαπλής επιλογής, "χάρτης διαθεματικών εννοιών", αντιστοίχησης*), μέσω των οποίων εξετάζονται οι σημασίες των λέξεων σε όλα τα διαφορετικά πλαίσια (Χημεία, Φυσική, Βιολογία, Μαθηματικά, Καθημερινή Ζωή) που μπορούν να τοποθετηθούν από τους μαθητές.
Προηγήθηκε πιλοτική έρευνα με 27 μαθητές από όλες τις τάξεις προκειμένου να ελεγχθεί η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου.
Η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό λογισμικό πακέτο SPSS (Statistical Package for Social Sciences) και τα στατιστικά κριτήρια που επιλέχθηκαν είναι οι *Συχνότητες*, που εφαρμόστηκαν για κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου ξεχωριστά στο σύνολο του δείγματος και ανά τάξη, και η *μη παραμετρική διαδικασία Crosstabs*, μέσω της οποίας δημιουργούνται διμεταβλητοί πίνακες που συνδυάζουν τις συχνότητες δύο μεταβλητών (ερωτήσεις ανοιχτού-κλειστού τύπου).
Ο συντελεστής αξιοπιστίας Cronbach a βρέθηκε: 0,7193, συνεπώς, παρατηρείται μεγάλη συνέπεια μεταξύ των ερωτήσεων του ερευνητικού εργαλείου και των απαντήσεων του δείγματος.

Αποτελέσματα της Έρευνας

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων παρουσιάζονται ενδεικτικά τα αποτελέσματα για τη λέξη *"βάση"*, και, συγκεκριμένα, οι κατανομές συχνοτήτων της κάθε ερώτησης του ερευνητικού εργαλείου στην οποία μελετάται η συγκεκριμένη λέξη ως προς το πλαίσιο (*άσκηση 1, ερώτηση 3στ & άσκηση 4*) και οι κατανομές συχνοτήτων της μη παραμετρικής διαδικασίας crosstabs του SPSS που πραγματοποιείται ανάμεσα στην ερώτηση ανοιχτού (*άσκηση 1*) και σε κάθε μία ερώτηση κλειστού τύπου ξεχωριστά (*ερώτηση 3στ*). Στο σημείο αυτό αναφέρεται ότι η μη παραμετρική διαδικασία δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί ανάμεσα

στην άσκηση 1 και στην άσκηση 4, διότι η κωδικοποίηση στην άσκηση 4 αφορά στις *πολύσημες λέξεις* κι όχι στο πλαίσιο που κατευθύνεται η σκέψη των μαθητών για αυτές.

Άσκηση 1: Να σχηματιστεί μία πρόταση με τη λέξη βάση ή και παράγωγα αυτής.

Με τη συγκεκριμένη άσκηση μελετάται η αρχική κατεύθυνση της σκέψης των μαθητών και το πλαίσιο επιλογής για τη συγκεκριμένη πολύσημη λέξη, δεδομένου ότι είναι γνωστές σ' αυτούς όλες οι διαφορετικές σημασίες της λέξης (βλ. *Πίνακα 1* & *Σχήμα 1*).

Πίνακας 1: Κατανομή Συχνοτήτων για τη λέξη "βάση" (N=215) (*άσκηση 1*)

	Απ. Συχν.	Σχετ. Συχν.	Αθροιστική Συχνότητα
κενό	21	9,8%	9,8%
Χημεία	**68**	**31,6%**	41,4%
Άλγεβρα	7	3,3%	44,7%
Γεωμετρία	**30**	**14,0%**	58,7%
ως βαθμολογία	**31**	**14,4%**	73,1%
Καθημερινή Ζωή (γενικά)	**55**	**25,6%**	98,6%
Χημεία & Καθ. Ζωή	2	0,9%	99,5%
Μαθηματικά & Καθ. Ζωή	1	0,5%	100,0%
Σύνολο	215	100,0%	

Σχήμα 1: Κατανομή Σχετικών Συχνοτήτων ανά τάξη (N=215)

Ερώτηση 3στ: Βάση είναι: i) ένα διάλυμα που έχει pH μεγαλύτερο του 7, ii) η επιφάνεια που υπάρχει στο κάτω μέρος ενός γεωμετρικού σχήματος, iii) ένας αριθμός (παράγοντας) που πολλαπλασιάζεται όσες φορές υποδεικνύει ένας άλλος αριθμός που βρίσκεται ως εκθέτης σ' αυτόν, iv) όλες οι περιπτώσεις που αναφέρονται στις παραπάνω προτάσεις

(Ορθή απάντηση το *iv*)

Στη συγκεκριμένη ερώτηση εξετάζονται όλα τα διαφορετικά επιστημονικά πλαίσια στα οποία τοποθετείται η λέξη "βάση" και μετατρέπεται σε διαφορετική έννοια (πλαίσιο Χημείας, Γεωμετρίας και Άλγεβρας) προκαλώντας τους μαθητές να αντιληφθούν την πολυσημία της στα διαφορετικά πλαίσια μαθημάτων (βλ. *Πίνακα 2* & *Σχήμα 2*).

Πίνακας 2: Κατανομή Συχνοτήτων στο σύνολο των μαθητών
που επέλεξαν κάποια απάντηση για τη λέξη "βάση" (N=211) (*ερώτηση 3στ*)

	Επιλογή		*κενό*	
	Απ. Συχν.	Σχ. Συχν.	Απ. Συχν.	Σχ. Συχν.
Χημεία	**64**	**29,8%**	151	70,2%
Γεωμετρία	29	13,5%	186	86,5%
Άλγεβρα	17	7,9%	198	92,1%
σε όλα τα πλαίσια	**101**	**47,0%**	114	53,0%
Σύνολο	**211**	**98,2%**		

Σχήμα 2: Κατανομή Σχετικών Συχνοτήτων στο σύνολο των μαθητών που επέλεξαν κάποια απάντηση για τη λέξη "περίοδο" ανά τάξη (N=211)

Άσκηση 4:

Σχήμα 3: Κόμβος Χάρτη (διαθεματικών) Εννοιών για τη λέξη "βάση", η οποία αναφέρεται σε διαφορετικές έννοιες ανάλογα με τα συμφραζόμενα (πλαίσιο προτίμησης) στους τρεις συνδέσμους.

Στην άσκηση 4 (βλ. *Σχήμα 3*) η λέξη "βάση" αποτελεί την ορθή απάντηση για τα πλαίσια της Καθημερινής Ζωής (ως *'το κύριο στοιχείο (η υποδομή) για τις λειτουργίες ενός κυττάρου'*), της Χημείας (ως *'χημική ένωση'*) και της Άλγεβρας (ως *'βάση «δύναμης»'*) (βλ. *Πίνακας 3* & *Σχήμα 4*).

Πίνακας 3: Κατανομή Σχετ. Συχν. για τη λέξη "βάση" (N=215) (*άσκηση 4*)

	Απ. Συχν.	Σχετ. Συχν.	Αθροιστική Συχν.
κενό	23	10,7%	10,7%
Αναγωγή	11	5,1%	15,8%
Αντίδραση	5	2,3%	18,1%
Βάρος	5	2,3%	20,5%
Βάση	**126**	**58,6%**	79,1%
Δύναμη	10	4,7%	83,7%
Εξίσωση	2	0,9%	84,7%
Ισορροπία	19	8,8%	93,5%
Κορεσμός	-	-	93,5%
Κορεσμένο	1	0,5%	94,0%
Περίοδος	5	2,3%	96,3%
Πυρήνας	2	0,9%	97,2%
Ταχύτητα	6	2,8%	100,0%
Σύνολο	215	100,0%	

Σχήμα 4: Κατανομή Σχετικών Συχνοτήτων για τη λέξη "βάση" ανά τάξη (*άσκηση 4, Χάρτης "Διαθεματικών" Εννοιών*) (N=215)

Μέσω της μη παραμετρικής διαδικασίας "crosstabs" του SPSS δημιουργούνται διμεταβλητοί πίνακες ανάμεσα στην άσκηση 1 (ανοικτού τύπου) και στην ερώτηση 3στ (κλειστού τύπου) και παρατηρείται το ποσοστό των μαθητών που παρέμειναν στην αρχική κατεύθυνση της σκέψης τους σε κάποιο πλαίσιο αγνοώντας την ορθότητα των απαντήσεων ή/και των μαθητών που αντιλήφθηκαν την ύπαρξη διαφορετικών πλαισίων για την πολύσημη λέξη (βλ. *Σχήμα 5*).

Σχήμα 5: Κατανομή Απόλυτων Συχνοτήτων μη παραμετρικής διαδικασίας *άσκησης 1-ερώτησης 3στ* (N=211)

Γενικά Συμπεράσματα

Με βάση τη στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων για κάθε μία υπό μελέτη πολύσημη λέξη προκύπτουν τα εξής γενικά συμπεράσματα της έρευνας:
Οι λέξεις *"αντίδραση"*, *"βάση"*, *"δύναμη"*, *"κορεσμένο"* και *"περίοδος"* αναγνωρίζονται από τους μαθητές ως ξεχωριστές «επιστημονικές έννοιες», σε αντίθεση με τις λέξεις *"αναγωγή"*, *"βάρος"*, *"ισορροπία"* και *"ταχύτητα"*, για τις οποίες οι μαθητές θεωρούν ότι αποτελούν έννοιες μόνο ενός επιστημονικού πλαισίου κάθε φορά και δεν είναι δυνατό να αντιπροσωπεύουν έννοιες και άλλων επιστημών (βλ. *Σχήμα 6*).

Οι περισσότερες υπό μελέτη *πολύσημες λέξεις* αναγνωρίζονται από τους μαθητές ως «επιστημονικές έννοιες» που εμφανίζουν διαφορετική σημασία στην Καθημερινή Ζωή, εκτός από τις λέξεις *"αναγωγή"* και *"εξίσωση"*, οι οποίες τοποθετούνται από τους μαθητές, κυρίως, στο πλαίσιο του μαθήματος των Μαθηματικών (βλ. *Σχήμα 7*).

Για τις λέξεις *"βάρος"*, *"βάση"*, *"ισορροπία"*, *"περίοδος"* και *"ταχύτητα"* προτιμάται από τους μαθητές το πλαίσιο της Καθημερινής Ζωής, ενώ η λέξη *"ταχύτητα"* τοποθετείται σε παρόμοιο ποσοστό και στο πλαίσιο του μαθήματος της Φυσικής μαζί με τη λέξη *"δύναμη"*. Οι λέξεις *"αντίδραση"*, *"κορεσμένο" (Ανόργανη Χημεία)* και *"πυρήνας"* τοποθετούνται στο πλαίσιο του μαθήματος της Χημείας, ενώ στο πλαίσιο του μαθήματος της Βιολογίας τοποθετείται σε παρόμοιο ποσοστό με το πλαίσιο της Χημείας η λέξη *"πυρήνας"*. Για τις λέξεις *"αναγωγή"* και *"εξίσωση"* προτιμάται από τους μαθητές το πλαίσιο του μαθήματος των Μαθηματικών (βλ. *Σχήμα 8*).

Η σκέψη των μαθητών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών για τις λέξεις *"αντίδραση"*, *"δύναμη"*, *"κορεσμένο"* και *"πυρήνας"*, ενώ η επιρροή της σκέψης των μαθητών για τις λέξεις *"αναγωγή"*, *"ισορροπία"*, *"βάρος"*, *"περίοδος"* και *"εξίσωση"* είναι ελάχιστη. Τέλος, αναφέρεται ότι η σκέψη των μαθητών επηρεάζεται στον ίδιο βαθμό με την Καθημερινή Ζωή για τις λέξεις *"βάση"* και *"ταχύτητα"* (βλ. *Σχήμα 9*).

Σχήμα 6: Αναγνώριση Πολύσημων Λέξεων ως ξεχωριστές "επιστημονικές" έννοιες

Σχήμα 7: Αναγνώριση "επιστημονικών" εννοιών ως λέξεις με διαφορετική σημασία στην Καθημερινή Ζωή

Σχήμα 8: Πλαίσιο Προτίμησης των Πολύσημων Λέξεων

Σχήμα 9: Βαθμός επιρροής της σκέψης των μαθητών από τη διδασκαλία των Φ. Ε.

Προτάσεις και Προβληματισμοί

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η γλώσσα μας, η *ελληνική γλώσσα*, περιέχει τις κατάλληλες λέξεις για την περιγραφή των διαφόρων φαινομένων και τη νοητική αναπαράσταση εννοιών στα πλαίσια μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών, καθώς και ότι η διδακτέα ύλη των Φυσικών Επιστημών που αναφέρεται σε λέξεις με πολλαπλή σημασία μετατρέπεται δύσκολα σε διδάξιμη γνώση για τους μαθητές, το μεγαλύτερο μέρος του προβλήματος εστιάζεται στο ρόλο των εκπαιδευτικών και στην *κάθετη* (και ορθή) *μεταβίβαση*

της γνώσης προς τους μαθητές (Ματσαγγούρας, 2007). Ο ρόλος των εκπαιδευτικών είναι καθοριστικός κι έγκειται στην εξέταση της *νέας* έννοιας ως λέξη που εμφανίζει πολυσημία, δηλαδή, διαφορετική σημασία στα πλαίσια της Καθημερινής Ζωής ή/και στα πλαίσια των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών (ή των Μαθηματικών), στη μελέτη της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών για τη συγκεκριμένη λέξη, και στη γνώση του πλαισίου προτίμησης των μαθητών (κατεύθυνση σκέψης) για τις λέξεις με πολλαπλή σημασία στις Φυσικές Επιστήμες.

Τρόποι διδασκαλίας εννοιών που αντιστοιχούν σε λέξεις με πολλαπλή σημασία στις Φυσικές Επιστήμες

Για τη διδασκαλία εννοιών που αντιστοιχούν σε *πολύσημες λέξεις* προτείνονται τα εξής:

Χρήση των κύριων στοιχείων της ετυμολογικής ανάλυσης της λέξης, που συνεπάγεται την απόδοση μίας γενικής σημασίας σε αυτήν (ετυμολογική σημασία), ώστε να προβλεφθεί η μεμονωμένη σημασία της *νέας* έννοιας της πολύσημης λέξης. Η *άγνωστη* έννοια μετατρέπεται σε κάτι που λειτουργεί οικεία για τους μαθητές μέσω των κατάλληλων συσχετίσεων και συνδέσεων με γνωστές εννοιολογικές δομές.

Απεικόνιση των συστατικών του νοήματος λέξεων με πολλαπλή σημασία με τη βοήθεια διδακτικών εργαλείων, και, συγκεκριμένα κατασκευή απεικονίσεων του *νοηματικού πυρήνα* και της *νοηματικής περιφέρειας των λέξεων* με δύο τρόπους σύνδεσης: των *ομόκεντρων κύκλων* και της *αγκιστροειδούς σημειογραφίας* (Sutton, 2002). Οι απεικονίσεις προτείνονται μόνο κατά την έναρξη μιας συζήτησης στη σχολική τάξη που αφορά στη σημασία μιας λέξης-έννοιας και στην παρατήρηση της αλλαγής αυτής στα διαφορετικά πλαίσια, κι όχι ως ερμηνευτικό εργαλείο, μέσω του οποίου θα μπορούσε να εξηγηθεί η χρήση άλλων λέξεων που δημιουργούν τις συσχετίσεις και τις συνδέσεις με τη λέξη που αποτελεί τον κεντρικό πυρήνα.

Ως ενδεικτικό παράδειγμα παρουσιάζεται η κατασκευή απεικονίσεων των συστατικών του νοήματος για τη λέξη *"ΠΕΡΙΟΔΟ"* μέσω *ομόκεντρων κύκλων* (βλ. *Σχήμα 10*), και για τη λέξη *"ΠΥΡΗΝΑ"* μέσω *αγκιστροειδούς σημειογραφίας* (βλ. *Σχήμα 11*):

Σχήμα 10: Απεικόνιση με *Ομόκεντρους Κύκλους* για τη λέξη "περίοδος"

Σχήμα 11: Απεικόνιση με *Αγκιστροειδή Σημειογραφία* για τη λέξη "πυρήνας"

Κατάλογος *πολύσημων λέξεων των Φυσικών Επιστημών* (λίστας) για κάθε τάξη της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ξεχωριστά, όπου θα καταγράφονται οι ήδη γνωστές σημασίες των λέξεων που πρόκειται να διδαχθούν είτε από τις εμπειρίες των μαθητών, είτε από τα διαφορετικά μαθήματα των Φυσικών Επιστημών ή/και των Μαθηματικών. Η κατασκευή του καταλόγου μπορεί να γίνει είτε από τον εκπαιδευτικό των Φυσικών Επιστημών και να δοθεί στους μαθητές στην αρχή της σχολικής χρονιάς, είτε για τον εκπαιδευτικό, ως εγχειρίδιο, στο οποίο θα καταγράφονται όλες οι διαφορετικές σημασίες

των πολύσημων λέξεων (δηλωτικές ή μεταφορικές), η ετυμολογία τους, και η τάξη που διδάσκονται κάθε φορά.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η επισήμανση των πολλών σημασιών που μπορεί να έχουν οι θεμελιώδεις επιστημονικοί όροι πρέπει να πραγματοποιείται μέσα από συνειδητή προσπάθεια των εκπαιδευτικών των Φυσικών Επιστημών, ώστε να οδηγήσουν τους μαθητές τους στην απόκτηση μεγαλύτερης ευχέρειας με τις *νέες επιστημονικές έννοιες* που πρόκειται να διδαχθούν, και συνεπώς, στην ουσιαστική μάθηση.

Βιβλιογραφία

Αβραμιώτης Σ., Αγγελόπουλος Β., Καπελώνης Γ., Σινιγάλιας Π., Σπαντίδης Δ., Τρικαλίτη Α., Φίλος Γ. (2007). Χημεία Β΄ Γυμνασίου. Έκδοση Α΄, ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Βασιλείου, Μ. Α. (2008). Πολύσημες Λέξεις στις Φυσικές Επιστήμες: Εντοπισμός, Ανάλυση και Έρευνα της επιστημονικής σημασίας τους από μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Διατριβή Ειδίκευσης, ΕΚΠΑ, Τμήμα Χημείας, ΔΔΠΜΣ-ΔιΧηΝΕΤ, Αθήνα.

Κόκκοτας, Π. (2002). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος ΙΙ. Έκδοση 3η, Αθήνα.

Μακράκης Β. (2005). Ανάλυση Δεδομένων στην Επιστημονική Έρευνα με τη χρήση του SPSS. Έκδοση 3η, Gutenberg, Αθήνα.

Ματσαγγούρας, Η. Γ. (2007). Στρατηγικές Διδασκαλίας: Η κριτική σκέψη στη διδακτική πράξη, Θεωρία και Πράξη της Διδασκαλίας. Τόμος Β΄. Έκδοση 5η, Gutenberg, Αθήνα.

Μαυρικάκη Ε., Γκούβρα Μ., Καμπούρη Α. (2007). Βιολογία Γ΄ Γυμνασίου. Έκδοση Α΄, ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Παρασκευόπουλος, Ι. (1993). Μεθοδολογία Επιστημονικής Έρευνας . Τόμος Α΄ & Β΄. Αθήνα.

Τσολάκης Χρ., Αδαλόγλου Κ., Αυδή Α., Λόππα Ε., Τάνης Δ. Έκθεση-Έκφραση για το Ενιαίο Λύκειο. Α΄ τεύχος. Αναθ. έκδοση, ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Gowaty, P. A. (1982). Sexual terms in sociobiology: Emotionally evocative and paradoxically jargon. Animal Behav., 30, 630.

Ryan, J. N. (1985). The Language Gap: Common Words with Technical Meanings. Journal of Chemical Education, 62, 1098.

Sarma, N. S. (2004). Etymology as an Aid to Understanding Chemistry Concepts. Journal of Chemical Education, 81, 1437.

Sutton, C. (2002). Οι Λέξεις, οι Φυσικές Επιστήμες και η Μάθηση. Μ. Κασούτας & Δ. Λαθούρης, Μεταφρ. Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τυπωθήτω - Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα.

Αποτελεσματικά και δημοφιλή μαθήματα και επιστημονικός αλφαβητισμός: Η περίπτωση διδακτικών παρεμβάσεων του προγράμματος PARSEL σε θέματα Τεχνολογίας, Περιβάλλοντος και Κοινωνίας (STES)

Ευφροσύνη Νάκου, Γεώργιος Τσαπαρλής
Πανεπιστήμιο Ιωαννίννων, ΔΜΠΣ «Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες / Αγροχημεία Περιβάλλοντος» ershnak@yahoo.gr
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας, gtseper@cc.uoi.gr

Περίληψη

Παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα εφαρμογής σε συνθήκες πραγματικής σχολικής τάξης τεσσάρων ενοτήτων (modules) του ευρωπαϊκού προγράμματος PARSEL («Επιστημονικός Αλφαβητισμός μέσω Δημοφιλών και Σχετικών με τη Ζωή Μαθημάτων Φυσικών Επιστημών»). Οι διδασκαλίες υλοποιήθηκαν σε λύκειο της Νότιας Κέρκυρας, σε δείγμα 38 μαθητών. Οι ενότητες αναφέρονται σε θέματα τεχνολογίας, περιβάλλοντος και κοινωνίας και ήταν οι: (1) Καλλιέργεια των φυτών. Έχει το χώμα σημασία; (2) Γάλα: διατηρήστε το στο ψυγείο, (3) Ποπ-κορν, ένα σνακ χωρίς λιπαρά, (4) Θα έπρεπε τα φυτικά έλαια να χρησιμοποιούνται ως καύσιμα; (βιοντίζελ). Η αξιολόγηση των εφαρμογών έγινε με βάση τις γνώμες των μαθητών που απάντησαν σε ερωτηματολόγιο 20 ερωτήσεων σε κλίμακα σημαντικής διαφοροποίησης. Σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία, σε όλες τις περιπτώσεις η υπεροχή του PARSEL είναι συντριπτική, δείχνοντας ότι το πρόγραμμα μπορεί να επιτύχει τους στόχους του, σημειώνοντας σαφή υπεροχή έναντι των παραδοσιακών διδακτικών προσεγγίσεων και προδιαθέτοντας τους μαθητές θετικά σε όλους τους τομείς, τον γνωστικό, τον συναισθηματικό, τη χρηστικότητα και τη διδακτική μέθοδο.

Abtract
We present the results of the application to conditions of real school classroom of four modules from the European project PARSEL (Popularity And Relevance of Science Education for scientific Literacy). The applications were carried out in an upper secondary school in the south of the island of Corfu, with a sample of 38 students. They refer to technology, environment and society topics, as follows: (1) Growing plants: does the soil matter? (2) Milk: keep refrigerated (3) Popcorn, a fat free snack (4) Should vegetable oil be used as fuel? (biodiesel). The evaluation of the applications was carried out by collecting students' opinions, who answered a 20-item semantic differential-scale questionnaire. Statistical analysis shows that in all cases there was an overwhelming superiority of PARSEL, demonstrating its capacity to fulfill its aims, being superior to traditional instructional methods, and disposing students favorably with respect to the cognitive and the affective domains, its usability, and the instructional methodology.

Εισαγωγή

Σύμφωνα με το διεθνές ερευνητικό πρόγραμμα PISA (Programme for International Students Assessment), του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Αναπτύξεως (ΟΟΣΑ), ο επιστημονικός αλφαβητισμός (ΕΑ) ορίζεται ως εξής (ΟΟΣΑ, PISA, 2005):

"Επιστημονικός αλφαβητισμός είναι η ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση, να αναγνωρίζει ερωτήματα και να βγάζει συμπεράσματα που βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα, έτσι ώστε να κατανοεί τον φυσικό κόσμο που τον περιβάλλει και να συμβάλλει στη λήψη των αποφάσεων για τις αλλαγές που η ανθρώπινη δραστηριότητα επιφέρει σε αυτόν".

Ο ΕΑ αναφέρεται καταρχήν στις επιστημονικές έννοιες αλλά και στις επιστημονικές διαδικασίες. Σημαντικός όμως είναι και ο ρόλος του *συγκειμένου* ή *πλαισίου (*context), δηλαδή οι συνθήκες εφαρμογής των επιστημονικών εννοιών (Σχήμα 1).

Σχήμα 1. «Οργανόγραμμα» του επιστημονικού αλφαβητισμού

Για την αξιολόγηση του ΕΑ των μαθητών χρησιμοποιείται μια θεωρητική κλίμακα της οποίας η ιεραρχία μπορεί να μεταφερθεί εύκολα στους εκπαιδευτικούς σκοπούς (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, 2005, 2006). Σύμφωνα με την κλίμακα αυτή, διακρίνουμε τα παρακάτω είδη ΕΑ: (1) *Επιστημονικός αναλφαβητισμός* (οι μαθητές δεν μπορούν να απαντήσουν σε μια εύλογη ερώτηση για τις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία). (2) *Ονομαστικός επιστημονικός αλφαβητισμός* (οι μαθητές αναγνωρίζουν μεν μια έννοια αλλά έχουν και παρανοήσεις). (3) *Λειτουργικός επιστημονικός αλφαβητισμός* (οι μαθητές μπορούν να περιγράψουν μια έννοια σωστά, αλλά έχουν μια περιορισμένη κατανόηση σχετικά με αυτή), (4) *Εννοιολογικός επιστημονικός αλφαβητισμός* (οι μαθητές αναπτύσσουν κάποια βασική κατανόηση των κύριων επιστημονικών εννοιών του γνωστικού αντικειμένου). (5) *Πολυδιάστατος επιστημονικός αλφαβητισμός* (επεκτείνεται πέρα από τις έννοιες των επιμέρους κλάδων, συνδέοντας την επιστήμη με τη ζωή και περιλαμβάνοντας τις φιλοσοφικές, ιστορικές, και κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας). Θέματα ή εργασίες σχετικές με τον επιστημονικό αλφαβητισμό έχουν δημοσιεύσει οι Βρύζας (2002), Σιάχος & Σπηλιωτοπούλου (2002), Τζιανουδάκης, Τσαπαρλής & Ομάδα PARSEL (2008), Αναγνωστοπούλου & Λάκκα (2009).

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα εφαρμογής σε συνθήκες πραγματικής σχολικής τάξης μερικών ενοτήτων (modules) του ευρωπαϊκού προγράμματος *Popularity And Relevance of Science Education for scientific Literacy* (PARSEL), που στα ελληνικά το αποδίδουμε ως «*Επιστημονικός Αλφαβητισμός μέσω Δημοφιλών και Σχετικών με τη Ζωή Μαθημάτων Φυσικών Επιστημών*». Οι ενότητες που εφαρμόσαμε αναφέρονται σε θέματα συνδεόμενα με την τεχνολογία, το περιβάλλον και την κοινωνία (Science, Technology, Environment, and Society, STES). Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα είναι:

(1) *Ποια η ανταπόκριση των μαθητών σε ενότητες του PARSEL;*
(2) *Πώς συγκρίνεται η διδακτική μεθοδολογία του PARSEL με την παραδοσιακή διδασκαλία των φυσικών επιστημών που έχουν βιώσει οι συγκεκριμένοι μαθητές;*

Το πρόγραμμα PARSEL

Η σύγχρονη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και στην τεχνολογία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης απαιτεί διδακτικό/μαθησιακό υλικό που να στοχεύει στην επίτευξη υψηλού επιπέδου επιστημονικού αλφαβητισμού στους μαθητές, σύμφωνα με το εποικοδομητικό/ενεργητικό μοντέλο διδασκαλίας/μάθησης. Το υλικό αυτό πρέπει να υποστηρίζει την ανάπτυξη γνωστικών και μετα-γνωστικών στρατηγικών, καθώς και την καλλιέργεια κινήτρων και συναισθηματικών διαθέσεων, μέσα σε ένα ενδιαφέρον περιβάλλον και σχετικό με τη μελλοντική ζωή και/ή τα επαγγέλματα.

Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα PARSEL έχει δημιουργήσει τέτοιο διδακτικό/μαθησιακό υλικό που είναι διαθέσιμο δωρεάν από το Διαδίκτυο (Τσαπαρλής και Ομάδα PARSEL, 2008). Στο πρόγραμμα συνεργάζονται 6 πανεπιστήμια, 2 ερευνητικά ινστιτούτα και 1 διεθνής οργανισμός από 8 ευρωπαϊκές χώρες (μεταξύ αυτών και η Ελλάδα μέσω του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων).[18] Τα μαθήματα-ενότητες (modules) καλύπτουν ένα ευρύτατο φάσμα των φ.ε. (φυσικής, χημείας, βιολογίας-βιοχημείας, γεωγραφίας και αστρονομίας) και χαρακτηρίζονται από σύνδεση με τη ζωή και το περιβάλλον και από διεπιστημονικότητα. Πιστεύουμε ότι, τουλάχιστον για τα ελληνικά δεδομένα, το πρόγραμμα είναι πρωτοποριακό.[19]

Χαρακτηριστικά της προσέγγισης PARSEL

Σε κάθε ενότητα περιλαμβάνονται τα παρακάτω τμήματα: (1) Σημειώσεις-οδηγίες για τον μαθητή, (2) Οδηγός διδασκαλίας για τον καθηγητή, (3) Σημειώσεις για τον καθηγητή, (4) Αξιολόγηση του μανθητή και της διδασκαλίας. Περαιτέρω, κάθε ενότητα περιλαμβάνει τρία στάδια ως εξής:

Στάδιο 1: Εισάγει σε ένα κοινωνικό ζήτημα, όπως απεικονίζεται στον τίτλο της ενότητας. Με βάση τις εκτιμήσεις στο στάδιο 1, οι μαθητές οδηγούνται να συνειδητοποιήσουν ότι στερούνται τις επιστημονικές ιδέες, οι οποίες είναι σημαντικές για μια περισότερο εις βάθος συζήτηση.

Στάδιο 2: Οι επιστημονικές ιδέες, τα προς λύση προβλήματα και οι σχετικές διαδικαστικές δεξιότητες ενσωματώνονται τώρα στη διδασκαλία. Το στάδιο 2 είναι, ουσιαστικά, καθαρά επιστημονικό, χωρίς να παραβλέπει όμως την ανάπτυξη εκπαιδευτικών δεξιοτήτων, όπως συνεργατική μάθηση, λύση προβλημάτων, κριτική σκέψη.

Στάδιο 3: Ίσως το σημαντικότερο στάδιο: οι μαθητές μεταφέρουν την επιστημονική τους γνώση σε επίπεδο ζωής, τεχνολογίας και κοινωνίας. Μέσω της συζήτησης και του συλλογισμού, λαμβάνουν μια κοινωνικο-επιστημονική απόφαση. Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει τις δεξιότητες της επιχειρηματολογίας και της ηγεσίας, την ανάπτυξη της επικοινωνίας με τον λόγο, χρησιμοποιώντας τις υγιείς ιδέες της επιστήμης και ισορροπώντας αυτές σε σχέση με τα σχετικά προβλήματα, όπως ηθικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά, πολιτικά και οικονομικά.

---

[18] Τα ιδρύματα αυτά είναι τα εξής: 1) Ινστιτούτο IPN Kiel, Γερμανία, 2) Ελεύθερο Πανεπιστήμιο Βερολίνου (Freie Universität Berlin), Γερμανία, 3) Πανεπιστήμιο Syddansk, Odense, Δανία, 4) Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 5) Πανεπιστήμιο Tartu, Εσθονία, 6) International Council of Associations of Science Education (ICASE) 7) Ινστιτούτο Weizman Institut, Rehovot, Ισραήλ, 8) Πανεπιστήμιο Λισαβόνας, Πορτογαλία, 9) Πανεπιστήμιο Lund, Σουηδία.

[19] Η διεύθυνση του ιστοτόπου του PARSEL είναι: http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/
Μαθήματα στα ελληνικά: http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/index.php?id=126/

Επιλεγμένες ενότητες μαθημάτων PARSEL της παρούσας εφαρμογής

Στα πλαίσια της πρακτικής εφαρμογής/δοκιμασίαςτου προγράμματος PARSEL σε ελληνικά σχολεία, εφαρμόστηκαν κατά το σχολικό έτος 2008-2009, οι παρακάτω τέσσερις θεματικές ενότητες:

1. *Καλλιέργεια των φυτών - Έχει το χώμα σημασία;* (αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων)
2. *Γάλα: διατηρήστε το στο ψυγείο* (Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων)
3. *Ποπ κορν: ένα πρόχειρο φαγητό (σνακ) χωρίς λιπαρά* (Ινστιτούτο Weizmann)
4. *Θα έπρεπε τα φυτικά έλαια να χρησιμοποιούνται ως καύσιμα; (βιοντίζελ)* (ICASE).

Ακολουθεί σύντομη περιγραφή των τεσσάρων ενοτήτων, των αντικειμενικών τους στόχων και των συνθηκών πραγματοποίησής τους. Για κάθε ενότητα, η πορεία των μαθημάτων περιγράφεται αναλυτικά στον διαδικτυακό τόπο του PARSEL .

Καλλιέργεια φυτών - Έχει το χώμα σημασία;
Ενότητα μαθημάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης με θέμα τα διαφορετικά είδη χώματος (φυσική εμφάνιση, ικανότητα υδατοσυγκράτησης, ιζηματαπόθεσης, pH).
Αντικειμενικοί στόχοι: 1) Οι μαθητές να συλλέξουν, να αναγνωρίσουν, να παρασκευάσουν διάφορα δείγματα ξηρού χώματος και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους. 2) Να κατανοήσουν τον σημαντικό ρόλο του pH του χώματος. 3) Να αποκτήσουν τη γνώση και την ικανότητα να προσδιορίζουν το pH ενός χώματος και να το τροποποιούν. 4) Να πειραματιστούν και να αποκτήσουν την πρακτική εμπειρία της εξέτασης της επίδρασης του pH στην ανάπτυξη ενός συγκεκριμένου είδους φυτού (φασολιού).
Είδος εργασίας: Στο εργαστήριο και στην τάξη, σε ομάδες 3-4 μαθητών.
Προβλεπόμενος χρόνος: 4 διδακτικές ώρες στο σχολείο, συν χρόνος στο σπίτι και εξωτερικά για τη συλλογή υλικού και πληροφοριών.
Προαπαιτούμενη γνώση: Χημεία διαλυμάτων, οξέα, βάσεις.

Γάλα: Διατηρήστε το στο ψυγείο
Ενότητα μαθημάτων χημείας α-β΄ λυκείου με θέμα το γάλα, τα είδη γάλακτος, τους τρόπους συντήρησής του και προϊόντα του γάλακτος όπως το γιαούρτι.
Αντικειμενικοί στόχοι: 1) Οι μαθητές να μάθουν τη σύνθεση του γάλακτος, να αναγνωρίσουν τα διάφορα είδη του και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους. 2) Να κατανοήσουν τον σημαντικό ρόλο της οξύτητας για την καθίζηση του γάλακτος. 3) Να μάθουν τη σημασία του γάλακτος και του γιαουρτιού στην διατροφή. 4) Να παρασκευάσουν γιαούρτι. 5) Να γίνουν ενημερωμένοι πολίτες που θα μπορούν να διακρίνουν τις υγιεινές από τις μη υγιεινές τροφές.
Είδος εργασίας: Στο σπίτι και στην τάξη.
Προβλεπόμενος χρόνος: 2 διδακτικές ώρες στο σχολείο, συν χρόνος στο σπίτι και εξωτερικά για τη συλλογή υλικού και πληροφοριών.
Προαπαιτούμενη γνώση: Βασική οργανική χημεία, οξέα, βάσεις

Ποπκορν: ένα πρόχειρο φαγητό (σνακ) χωρίς λιπαρά
Ενότητας μαθημάτων βασικής επιστήμης για όλους.
Αντικειμενικοί στόχοι: 1) Οι μαθητές να αναγνωρίσουν διάφορα είδη ποπκορν και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους. 2) Να κατανοήσουν τον σημαντικό ρόλο της θερμοκρασίας για τη παρασκευή του ποπκορν. 3) Να παρασκευάσουν ποπκορν. 3) Να μάθουν εάν η χρήση βουτύρου ή λαδιού (λιπών) είναι αναγκαία προκειμένου να παρασκευάσουν το ποπκορν. 4) Να γίνουν ενημερωμένοι πολίτες που θα μπορούν να διακρίνουν τις υγιεινές από τις μη υγιεινές τροφές.

Είδος εργασίας: Στο σπίτι και στην τάξη.
Προβλεπόμενος χρόνος: 4-5 ώρες, 2 διδακτικές ώρες στο σχολείο, συν 2 ώρες στο σπίτι και εξωτερικά για τη συλλογή υλικού και πληροφοριών.
Προαπαιτούμενη γνώση: μη απαραίτητη.

Θα έπρεπε τα φυτικά έλαια να χρησιμοποιούνται ως καύσιμα;(βιοντίζελ)
Ενότητα μαθημάτων χημείας υλικών για την παρασκευή και τον έλεγχο των βιοκαυσίμων ως καύσιμης ύλης. Περαιτέρω, η εργασία μελετά το ηθικό δίλημμα της χρήσης φαγώσιμων υλικών για την παρασκευή της καύσιμης ύλης.
Αντικειμενικοί στόχοι: 1) Να μπορούν οι μαθητές να διατυπώσουν κοινωνικο-επιστημονικά επιχειρήματα σε σχέση με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης φυτικών ελαίων ως καύσιμης ύλης και να διαμορφώνουν μια δικαιολογημένη απόφαση. 2) Να είναι ικανοί να ακολουθήσουν διαδικασίες για την πειραματική παρασκευή του βιοντίζελ, χρησιμοποιώντας συνηθισμένα και διαθέσιμα φυτικά έλαια. 3) Να δοκιμάσουν την καταλληλότητα ως καυσίμου του βιοντίζελ που παρασκεύασαν. 4) Να εξηγήσουν τον τρόπο με τον οποίο το πετρέλαιο ντίζελ και το βιοντίζελ είναι ικανά να δράσουν ως καύσιμα σε μια μηχανή εσωτερικής καύσεως. 5) Να συνεργαστούν ως μέλη μιας ομάδας στην εκτέλεση των πειραματικών διαδικασιών και να συζητήσουν τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα της χρήσης των φυτικών ελαίων. 6) Να κατανοήσουν τον σχηματισμό και την υδρόλυση των εστέρων.
Είδος εργασίας: Παρασκευή βιοντίζελ, ανάπτυξη τεχνικών διαχωρισμού, σχεδιασμός και εκτέλεση μελέτης της θερμιδικής αξίας καυσίμου, συμμετοχή σε συζήτηση σχετικά με το κατά πόσο τα φυτικά έλαια πρέπει να χρησιμοποιούνται ως καύσιμα. Εναλλακτικό σενάριο σε περίπτωση έλλειψης εργαστηρίου ή αδυναμίας πραγματοποίησης της πειραματικής διαδικασίας: προβολή βίντεο με τις δραστηριότητες (*το τελευταίο έγινε στην παρούσα εφαρμογή).*
Προβλεπόμενος χρόνος: 5 διδακτικές ώρες στο σχολείο, συν χρόνος στο σπίτι και εξωτερικά για τη συλλογή υλικού και πληροφοριών.
Προαπαιτούμενη γνώση: Οργανική χημεία, εστέρες, εστεροποίηση, βιοντίζελ, καταλύτες, θερμιδική αξία των καυσίμων.

Μέθοδος

Δείγμα
Οι διδασκαλίες των αντίστοιχων ενοτήτων του PARSEL υλοποιήθηκαν από την πρώτη συγγραφέα σε δείγμα 38 μαθητών ενιαίου λυκείου, σε ημιαστική περιοχή της Νότιας Κέρκυρας, στα πλαίσια του μαθήματος της τεχνολογίας και των προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αγωγής υγείας και αγωγής καταναλωτή. Γενικά, οι μαθητές ήταν μέτριας επίδοσης. Κάθε μαθητής ασκήθηκε σε ένα μόνο μόντιουλ. Για κάθε μόντιουλ, η διδασκαλία ακολούθησε σε γενικές γραμμές την πορεία όπως αυτή προτείνεται στο τμήμα «Οδηγός διδασκαλίας για τον καθηγητή» του αντίστοιχου μόντιουλ. Ο Πίνακας 1 δίνει αριθμούς και φύλο μαθητών για κάθε διδαχθείσα ενότητα.

Πίνακας 1. Αριθμοί και φύλο μαθητών για κάθε διδαχθείσα ενότητα.

Α/Α	*Ενότητα*	*Αριθμός μαθητών*	*Αγόρια*	*Κορίτσια*
1	Έδαφος	9	4	5
2	Γάλα	10	2	8
3	Ποπ-κορν	9	4	5
4	βιοντίζελ	10	4	6
	Σύνολα	38	14	24

Τρόπος αξιολόγησης - Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων
Η αξιολόγηση των εφαρμογών έγινε μέσα από την απάντηση-συμπλήρωση από τους μαθητές ερωτηματολογίου σε κλίμακα σημαντικής διαφοροποίησης (semantic differential scale): γνώμες των μαθητών για τη διδασκαλία και τη μάθηση των φυσικών επιστημών πριν από και μετά από τη διδασκαλία της ενότητας (module). Το ερωτηματολόγιο προέρχεται από την εφαρμογή του PARSEL στο Ισραήλ και αποτελείται από 20 ερωτήσεις. Εφαρμόστηκε δύο φορές, μία αμέσως πριν από την εφαρμογή του PARSEL και μία αμέσως μετά την εφαρμογή. Η μεθοδολογία είναι αυτή της «*εξέτασης και επανεξέτασης*» (test-retest), όπου η απάντηση στο ερωτηματολόγιο προ της εφαρμογής PARSEL δίνει πληροφορίες για τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας των φυσικών επιστημών και ισοδυναμεί με *ομάδα ελέγχου*, ενώ η απάντηση στο ερωτηματολόγιο μετά την εφαρμογή PARSEL δίνει πληροφορίες για τη μέθοδο PARSEL και ισοδυναμεί με *πειραματική ομάδα.* Το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου περιγράφεται στο Παράρτημα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι ερωτήσεις 2, 5, 8, 12, 15 και 20 ξεκινάνε από την πλήρη άρνηση και καταλήγουν στην πλήρη κατάφαση, στην επεξεργασία-μας κάναμε γι' αυτές αναστροφή της σειράς.

Για την πλήρη και ακριβή αποτύπωση της σημαντικής διαφοροποίησης, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: Αρχικά η ερευνήτρια έκανε μια πρώτη ομαδοποιήση των 20 ερωτήσεων. Έπειτα από εκτενή συζήτηση της ερευνήτριας με τον επιβλέποντα καθηγητή, οδηγηθήκαμε σε βελτιωμένη κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων σε τέσσερις ομάδες, ως εξής: α) ως προς τον *γνωστικό τομέα* (μαθαίνω), οι ερωτήσεις 2, 6, 13, 18, 20, β) ως προς τον *συναισθηματικό τομέα* (ικανοποίηση), οι ερωτήσεις 3, 5, 10, γ) ως προς την *χρηστικότητα* για την ζωή, οι ερωτήσεις 1, 4, 12, 14, 17, 19 και τέλος δ) ως προς την *διδακτική μέθοδο*, οι ερωτήσεις 7, 8, 9, 11, 15, 16.

Αποτελέσματα

Ο Πίνακας 2 δίνει τους συνολικούς αριθμούς θετικών, αρνητικών και ουδέτερων γνωμών των μαθητών, πριν από και μετά από τις εφαρμογές των διδασκαλιών PARSEL. Οι γνώμες δείχνονται κατανεμημένες στους τέσσερις εξεταζόμενους τομείς και στο σύνολο, χωριστά για καθεμιά από τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες. Ο Πίνακας 3 δίνει αθροιστικά τις γνώμες συνολικά για τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες.

Στατιστική επεξεργασία και ευρήματα
Για να καταδειχθεί η αποτελεσματικότητα των εφαρμογών του PARSEL, προχωρούμε σε στατιστική επεξεργασία της κατανομής των γνωμών των μαθητών με χρήση του στατιστικού κριτηρίου χ^2. Λόγω των πολύ μικρών δειγμάτων στις επιμέρους διδαχθείσες ενότητες, περιοριζόμαστε στο άθροισμα των γνωμών και για τις τέσσερις ενότητες (Πίνακας 3). Ο Πίνακας 4 δίνει τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας.

Παρατηρούμε την πολύ μεγάλη διαφορά των τιμών για μετά από την εφαρμογή του PARSEL σε σχέση με πριν από την εφαρμογή. Η κρίσιμη τιμή του χ^2 [για (3-1) = 2 βαθμούς ελευθερίας] είναι 5,99 για επίπεδο σημαντικότητας $p = 0,05$ και 9,21 για $p = 0,01$. Σε όλες τις περιπτώσεις, η υπεροχή των θετικών γνωμών είναι συντριπτική μετά από την εφαρμογή, ενώ όπως φαίνεται από τις κατανομές (Πίνακας 3), δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά μεταξύ αρνητικών και ουδέτερων γνωμών.

Σε σχέση με τους εξεταζόμενους τομείς, από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι ο γνωστικός τομέας και η χρηστικότητα προηγούνται, ακολουθεί η διδακτική μέθοδος και τελευταίος έρχεται ο συναισθηματικός τομέας. Σε $p = 0,05$, οι τιμές του χ^2 πριν από την εφαρμογή είναι στατιστικά σημαντικές για τον γνωστικό τομέα, τη διδακτική μέθοδο και το γενικό σύνολο, ενώ σε $p = 0,01$ η τιμή του χ^2 είναι οριακά σημαντική για τη διδακτική μέθοδο και σημαντική

για το σύνολο. Όπως όμως φαίνεται από τον Πίνακα 3, πριν από την εφαρμογή, δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ θετικών και αρνητικών γνωμών σε όλες τις περιπτώσεις, ενώ στις περιπτώσεις στατιστικής σημαντικότητας αυτή οφείλεται στον μικρότερο αριθμό των ουδέτερων γνωμών σε σχέση με τις θετικές και τις αρνητικές γνώμες.

Πίνακας 2. Συνολικοί αριθμοί θετικών, αρνητικών και ουδέτερων γνωμών των μαθητών, πριν από και μετά από τις εφαρμογές των διδασκαλιών PARSEL. Σε κάθε κελλί, οι τέσσερις αριθμοί αντιστοιχούν στις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες (βλ. Πίνακα 1). Οι γνώμες δείχνονται κατανεμημένες στους τέσσερις εξεταζόμενους τομείς και στο σύνολο, για τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες.

Τομέας	Γνώμες μαθητών					
	Προ PARSEL			Μετά PARSEL		
	Θετικές	Αρνητικές	Ουδέτ.	Θετικές	Αρνητικές	Ουδέτ.
Γνωστικός τομέας	13 19 15 21	15 21 23 16	17 10 7 13	23 35 36 29	7 11 8 11	15 4 1 10
Συναισθηματικός τομέας	11 7 8 11	9 16 11 10	7 7 8 9	7 18 22 15	6 11 1 7	14 1 4 8
Χρηστικότητα	11 22 23 20	30 18 12 24	13 20 19 16	27 39 46 31	15 10 4 11	12 11 4 18
Διδακτική μέθοδος	15 22 23 27	28 23 13 23	11 15 18 10	30 31 34 35	12 20 17 15	12 9 3 10
Σύνολα ανά ενότητα	50 70 69 79	82 78 59 73	48 52 52 48	87 123 138 110	40 52 30 44	53 25 12 46

Πίνακας 3. Συνολικοί αριθμοί θετικών, αρνητικών και ουδέτερων γνωμών των μαθητών, πριν από και μετά από τις εφαρμογές των διδασκαλιών PARSEL συνολικά για τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες.

Τομέας	Γνώμες μαθητών					
	Προ PARSEL			Μετά PARSEL		
	Θετικές	Αρνητικές	Ουδέτ.	Θετικές	Αρνητικές	Ουδέτ.
Γνωστικός τομέας	68	75	47	123	37	30
Συναισθ/κός τομέας	37	46	31	62	25	27
Χρηστικότητα	76	84	68	143	40	45
Διδακτική μέθοδος	87	87	54	130	64	34
Γενικό σύνολο	268	292	200	458	166	136

Πίνακας 4. Τιμές στατιστικού χ^2 για την σύγκριση της κατανομής των γνωμών των μαθητών πριν από και μετά από τις εφαρμογές των διδασκαλιών PARSEL συνολικά για τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες.*

Τομέας	Τιμές στατιστικού χ^2	
	Προ PARSEL	Μετά PARSEL
Γνωστικός τομέας	6,71	84,71
Συναισθ/κός τομέας	3,00	22,79
Χρηστικότητα	1,68	88,76
Διδακτική μέθοδος	9,55	63,47
Γενικό σύνολο	17,98	249,80

*Κρίσιμες τιμές χ^2 (β.ε. = 2): 5,99 (p = 0,05) και 9,21 (p = 0,01).

Συμπεράσματα

Από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων πριν από και μετά από την εφαρμογή των τεσσάρων ενοτήτων του PARSEL, προκύπτει ότι πράγματι το πρόγραμμα μπορεί να επιτύχει τους στόχους του, σημειώνοντας σαφή υπεροχή έναντι των παραδοσιακών διδακτικών προσεγγίσεων του ελληνικού σχολείου και προδιαθέτοντας τους μαθητές θετικά σε όλους τους τομείς, τον γνωστικό, τον συναισθηματικό, τη χρηστικότητα και τη διδακτική μέθοδο.

Να σημειωθεί ότι θετικά ευρήματα από εφαρμογές του PARSEL στη Γερμανία, την Εσθονία, το Ισραήλ και την Πορτογαλία έχουν δημοσιευθεί στο τεύχος 3, Τόμος 19, 2008, του περιοδικού Science Education International. Τα συμπέρασματα των παραπάνω και της παρούσας εργασίας βρίσκονται σε συμφωνία με πλειάδα διεθνών μελετών για τη δημοφιλία και την αποτελεσματικότητα εκπαιδευτικών προγραμμάτων φυσικών επιστημών που βασίζονται στη σύνδεση των μαθημάτων με τη ζωή, τις εφαρμογές και την κοινωνία [βλ. π.χ. το τεύχος 9, Τόμος 28, του 2006, του περιοδικού International Journal of Science Education, που είναι αφιερωμένο σε χημική εκπαίδευση βασιζόμενη στο συγκείμενο (context)].

Με εφαρμογές όπως αυτές του PARSEL, αλλάζουν οι ρόλοι στο σχολείο, οι μαθητές γίνονται οι *πρωταγωνιστές* και οι εκπαιδευτικοί οι *σύμβουλοι*, οι *παρατηρητές*, οι *συντονιστές*, οι *καθοδηγητές* των μαθητών. Οι αλλαγές δεν αφορούν μόνο τον γνωστικό τομέα, αλλά και εκείνον που άπτεται της συναισθηματικής σφαίρας, αφού οι μαθητές αυτενεργώντας, απολαμβάνουν την ηθική ικανοποίηση από την ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους και των αναζητήσεών τους. Αυξάνεται η παρατηρητικότητά τους και λύνονται πολλά προβλήματα, σταματάνε να θεωρούν δεδομένα κάποια στοιχεία, και μέσα από την έρευνα βλέπουν τον συνδυασμό επιστήμης και τεχνολογίας. Τελικά είναι μια διαδικασία από την οποία βγαίνουν όλοι ωφελημένοι, άμεσα οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί, έμμεσα όλη η κοινωνία.

Όταν η αδιαφορία μετατρέπεται σε ενδιαφέρον, όταν η έλλειψη καταλληλότητας και χρηστικότητας επιστημονικών γνώσεων διαφοροποιείται σε κινητοποίηση και σε ερευνητική διεργασία και αναζήτηση, και όταν οι επιστημονικές γνώσεις αγγίζουν τη σφαίρα της καθημερινότητας, τότε υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι οι μαθητές (και προφανώς και οι εκπαιδευτικοί) μπορούν να απολαμβάνουν τη διδασκαλία και τη μάθηση.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ***Ερωτηματολόγιο σημαντικής διαφοροποίησης (γνώμες των μαθητών) σε σχέση με τη μάθηση των φυσικών επιστημών πριν από και μετά από τη διδασκαλία του module του PARSEL***

Δόθηκε στους μαθητές πίνακας που περιλαμβάνει 20 προτάσεις που ζητούν τη γνώμη του μαθητή σε σχέση με τον τρόπο που διδάχθηκε το συγκεκριμένο μάθημα. Ο μαθητής καλείται να επιλέξει ην απάντηση που αντιστοιχεί στη γνώμη του, τοποθετώντας ένα **X** στη σχετική στήλη, ως εξής: 1: πολύ σημαντική, 2, 3: σημαντική, 4: ΟΧΙ πολύ σημαντική, 5: ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΚΑΘΟΛΟΥ σημαντική.

Οι 20 δηλώσεις: Ο τρόπος που διδάσκομαι ή διδάχθηκα το συγκεκριμένο μάθημα είναι:
1.Σημαντικός για μένα. 2. Μπερδεμένος. 3. Απολαυστικός. 4. Δείχνει σε μένα τη σημασία των φυσικών επιστημών στη λήψη αποφάσεων. 5. ΟΧΙ ενδιαφέρων. 6. Εύκολος να καταλάβω. 7. Μου δίνει ευκαιρίες να συμμετάσχω σε δραστηριότητες. 8. Κάνω πειράματα ακολουθώντας λεπτομερείς οδηγίες. 9. Με ενθαρρύνει να ανταλλάξω ιδέες με τους συμμαθητές μου ή την οικογένειά μου. 10. Βελτιώνει το ενδιαφέρον μου για τις φυσικές επιστήμες. 11. Με ενθαρρύνει να υποβάλλω ερωτήσεις. 12. ΔΕΝ με βοηθάει να αποφασίζω για την αξιοπιστία των επιστημονικών ειδήσεων που παρουσιάζονται στα μέσα ενημέρωσης. 13. Χρήσιμος για τη μάθησή μου. 14. Μέσω θεμάτων που ήταν σχετικά με τη ζωή μου. 15. Ελέγχεται αποκλειστικά από τον καθηγητή. 16. Αποτελείται από ποικίλες δραστηριότητες. 17. Με προετοιμάζει για τη μελλοντική ζωή μου. 18. Μαθαίνω. 19. Με βοηθάει ως μελλοντικό πολίτη. 20. ΔΕΝ μου δίνει ευκαιρίες να πάρω απαντήσεις στις ερωτήσεις.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Αναγνωστοπούλου Κ. & Λάκκα Κ., (2009). Επιστημονικός αλφαβητισμός

(http://ekfe.kar.sch.gr/sxol_symboylos/4_ss/2.pdf), Ε.Κ.Φ.Ε. Καρδίτσας.

Βρύζας Κ. (2002). Επιστήμη και κουλτούρα: σύγκρουση ή συμφιλίωση; 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή της Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών «Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Κοινωνία της Πληροφορίας» Αθήνα, 18-21 Απριλίου.

Σιάχος, Χ. & Σπηλιωτοπούλου, Β. (2002). Διερεύνηση όψεων του επιστημονικού αλφαβητισμού: η περίπτωση της νανοτεχνολογίας. Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σσ. 337-344. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο.

Τζιανουδάκης Λ., Επιστημονικός αλφαβητισμός με εναλλακτικές μεθόδους (http://ekfe.reth.sch.gr/index.php?option=content&task=view&id=327) Ε.Κ.Φ.Ε. Ρεθύμνου.

Τσαπαρλής Γ. και Ομάδα PARSEL (2008). Δημοφιλή και σχετικά με τη ζωή μαθήματα φυσικών επιστημών και επιστημονικός αλφαβητισμός: Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα PARSEL και η ελληνική συμμετοχή σε αυτό. Πρακτικά, 4ο Συνέδριο ΕΔΙΦΕ, σσ. 74-81. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη [http://www.eled.auth.gr/edife2008/praktika_EDIFE2008.pdf]

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD-PISA) (2005). Programme for International Student Assessment of scientific literacy in the OECD/Pisa project. http://www.pisa.oecd.org/

Shwartz Y., Ben-Zvi P., & Hofstein A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy'. International Journal of Science Education, 27, 323-344.

Shwartz Y., Ben-Zvi P., & Hofstein A. (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. Chemistry Education Research and Practice, 7, 203-225 [http://www.rsc.org/cerp]

Τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα στο πλαίσιο του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού: αιολικά πάρκα στην ορεινή Φθιώτιδα

Ελένη Μπενιάτα, Βασίλης Τσελφές, Μαρία Τσάπαλη
ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, eleni_beniata@yahoo.gr
ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, tselfesv@ecd.uoa.gr
ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ, mariatsapali@hotmail.com

Περίληψη
Στο πλαίσιο της σύγχρονης προοπτικής του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού (Ε&ΤΓ) γίνεται ολοένα και πιο εμφανές ότι τα θέματα και τα προβλήματα που σχετίζονται με την επιστήμη, την τεχνολογία και τις επιπτώσεις τους και απασχολούν καθημερινά το δημόσιο χώρο, δεν μπορούν να εστιαστούν αποκλειστικά στο χώρο των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ). Αναπόφευκτα με άμεσο ή έμμεσο τρόπο επηρεάζονται και συνδέονται με διάφορα πεδία γνώσης και πρακτικής όπως η Πολιτική, η Οικονομία, η Ηθική και η Αισθητική. Η κατασκευή ενός ευρύτερου παιδαγωγικού πλαισίου για την εισαγωγή διδακτικών σειρών κοινωνικο-επιστημονικού προσανατολισμού αποτελεί στόχο της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα, εξετάζονται θέματα όπως η φύση και η ποσότητα της απαραίτητης επιστημονικής γνώσης, η οργάνωση και διδακτική διαχείριση του προς διδασκαλία περιεχομένου, το είδος του γλωσσικού κώδικα. Τέλος, δίνονται ενδεικτικά παραδείγματα του εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια εμπειρικής έρευνας σε μαθητές ΣΤ΄ δημοτικού.

Abstract
In the modern perspective of scientific and technological literacy, it is becoming increasingly apparent that issues and problems related to science and their impact on everyday concerns and the public space in all kinds of societies and the media can not be focused exclusively in the field of Science. Inevitably, directly or indirectly they are affected and associated with different fields of knowledge and practice such as politics, economics, ethics and aesthetics. The construction of the pedagogical framework for the introduction of teaching series of socio-scientific orientation is the object of this work. Specifically, issues such as the nature and amount of the necessary scientific knowledge, organization and management of the teaching content, type of linguistic code are examined. Finally, some examples of educational materials developed in empirical research to students of sixth grades are given.

Εισαγωγή

Έχει υποστηριχθεί ότι για να προετοιμαστούν οι μαθητές ως υπεύθυνοι και κριτικοί πολίτες που είναι σε θέση να λαμβάνουν αιτιολογημένες αποφάσεις σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο, προκύπτει η εκπαιδευτική ανάγκη να αναδειχθεί ο θεσμικός ρόλος της επιστήμης, καθώς και οι διαδικασίες μέσα από τις οποίες αυτή παράγει την επιστημονική γνώση, (Driver et al. 2000 Μπενιάτα 2005, Osborne et al. 2004 Sadler& Donnelly, 2007). Με δεδομένο ότι η γνώση κατασκευάζεται κοινωνικά, η διδασκαλία εντάσσεται στο πλαίσιο ενός συστημικού σχεδιασμού, με την έμφαση να δίνεται στις κοινωνικές διαδικασίες παραγωγής της, στις οποίες η «διαλογική» δραστηριότητα έχει αναμφισβήτητη αξία. Εδώ, κεντρική θέση κατέχει

ο *ενεργός διάλογος, οι διαμάχες με ανταλλαγή επιχειρημάτων γύρω από αντιφατικά επιστημονικά στοιχεία, η αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων, η ερμηνεία κειμένων, η αξιολόγηση της πιθανής βιωσιμότητας των επιστημονικών αξιώσεων και τη λήψη αποφάσεων*. Στην κατεύθυνση αυτή το περιεχόμενο μειώνεται και μετασχηματίζεται για να περιλάβει ευρύτερα θέματα επιστημονικού και μετα-επιστημονικού ενδιαφέροντος με ρητή αναφορά στην ενοποίηση επιστήμης–τεχνολογίας–κοινωνίας, (AAAS 2001b).

Υπό αυτές τις συνθήκες, οι προσεγγίσεις για τη διδασκαλία των ΦΕ ξεφεύγουν από τη συνηθισμένη διαδικασία, που, αποσκοπώντας στην εκμάθηση επιλεγμένου περιεχομένου, ακολουθούσε τυποποιημένα βήματα (υπόθεση–πείραμα–επαλήθευση/απόρριψη–συμπεράσματα), θεωρώντας ότι με τον τρόπο αυτό οι μαθητές μυούνται στον επιστημονικό τρόπο σκέψης. Αντ' αυτού, η έμφαση δίνεται στις κοινωνικές διαδικασίες παραγωγής της γνώσης στις οποίες η επιστημονική μέθοδος αποτελεί ένα μόνο μέρος της. Εδώ, η εισαγωγή καινοτόμων, ολιστικών διδακτικών προσεγγίσεων για τη διδασκαλία των ΦΕ φαίνεται ουσιαστικά ως αναγκαιότητα, ενώ παράλληλα, η σύγχρονη προοπτική για τον Ε&ΤΓ έρχεται αναπόφευκτα να συναντηθεί με τις παιδαγωγικές αντιλήψεις για διαθεματική ή διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης, που πρώτοι εισηγήθηκαν με σοβαρά παιδαγωγικά κριτήρια οι Αμερικανοί και Ευρωπαίοι εκπρόσωποι της Νέας Αγωγής, (Bernstein 1991, Miller 1998, Morin 2001, Oliver et al. 2002).

Οι δυσκολίες και οι ενστάσεις προκύπτουν στην προσπάθεια να μεταφραστεί αυτή η προοπτική, για την οποία υπάρχει σχετική ομοφωνία και αποδοχή, σε κατάλληλα Προγράμματα Σπουδών. Ο σχεδιασμός μαθησιακών περιβαλλόντων αποδεικνύεται ένα δύσκολο και σύνθετο εγχείρημα, καθώς στη συγκεκριμένη κατεύθυνση συγκλίνουν μεν οι επιδιώξεις πολλών σύγχρονων διδακτικολόγων, ωστόσο, έχοντας διαφορετική προέλευση επιχειρούν να προσεγγίσουν την περιοχή μέσα από το δικό τους θεωρητικό «παράδειγμα». Τα τελευταία ιδιαίτερα χρόνια, η θεωρητική διαμάχη προσδιορίζεται κυρίως ανάμεσα σε δύο συγγενείς, αλληλο-τροφοδοτούμενες, αλλά και με διακριτούς ρόλους για την ευρύτερη σχέση διδασκαλίας–μάθησης περιοχές: αυτές της «Παιδαγωγικής» και της «Διδακτικής». Η αποδυνάμωση της ιεράρχησης των γνωστικών αντικειμένων, που φαίνεται να προωθείται μέσα από τη σύγχρονη προοπτική του Ε&ΤΓ, επιδέχεται πολλαπλές αναγνώσεις και ερμηνείες ως προς τη συγκρότηση της επιστημονικής γνώσης, αλλά και της ρύθμισης των εκπαιδευτικών σχέσεων και των μαθησιακών διαδικασιών. Το αποτέλεσμα είναι να δημιουργούνται παρερμηνείες και προβλήματα στη σύνθεση και κριτική ανάγνωση της διδακτικής διαδικασίας, που εξετάζει τη σχετική μάθηση.

Η κατασκευή της διδακτικής σειράς στην παρούσα εργασία προκύπτει ως αποτέλεσμα της θεωρητικής αναζήτησης ενός κοινού τόπου ανάμεσα στις δυο αυτές περιοχές, που επιχειρείται έχοντας ως σημείο αναφοράς επιστημολογικές παραδοχές για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης, σε συνδυασμό με τα πορίσματα της γνωσιακής επιστήμης. Η τελική της εκδοχή, τέλος, ενσωματώνει τα συμπεράσματα από την πιλοτική εφαρμογή σε μαθητές της ΣΤ΄ δημοτικού με καταληκτικό στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας και λήψης απόφασης.

Βασικές αρχές για τη διαμόρφωση της διδακτικής σειράς

Σύμφωνα με τις επιστημολογικές παραδοχές για το χειρισμό της βιωματικής γνώσης στην πορεία οικοδόμησης της επιστημονικής, όπως προκύπτουν από τη σύνθεση των απόψεων των Bachelard, Althusser, Marx και των εκπροσώπων του φαινομενολογικού ρεύματος Dewey, Husserl, Merleau & Ponty, το πέρασμα από την καθημερινή στην επιστημονική γνώση απαιτεί μια διαδικασία αντικατάστασης (ρήξης/ τομής) (Κουζέλης 1991, Κουλαϊδής 2001, Μπενιάτα 2005). Με βάση αυτές τις παραδοχές φαίνεται ότι με τη μέθοδο Project δε μπορεί να επιτευχθεί ο καταληκτικός στόχος της εκπαίδευσης των ΦΕ που είναι η οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης, καθώς η φιλοσοφία των ολιστικών προσεγγίσεων, που δέχονται την

ύπαρξη μιας συνέχειας ανάμεσα στη βιωματική και στην επιστημονική γνώση και συνεπώς τη μετάβαση από τη μια μορφή στην άλλη χωρίς «τομή», δε συμβαδίζει με το πλέγμα των επιστημολογικών παραδοχών. Από την άλλη όμως μεριά προκύπτει ότι η οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης δεν μπορεί να γίνει χωρίς τη σύνδεσή της με την καθημερινή (Buxton 2006, Gruenewald & Smith 2008), καθώς η ανακατασκευή (ρήξη/ τομή) προϋποθέτει ένα πρώτο, αλλά κρίσιμης σημασίας επίπεδο: τη διερεύνηση και εντοπισμό του προβλήματος, το οποίο για να έχει πιθανότητες επίλυσης δεν μπορεί παρά να συσχετιστεί με τις βιωματικές εμπειρίες του μαθητή (Clark 1997). Από αυτή την οπτική, οι ολιστικού χαρακτήρα προσεγγίσεις διαθέτουν πολλά στοιχεία, τα οποία φαίνεται ότι συμβάλουν αποφασιστικά στην πορεία οικοδόμησης της γνώσης. Το είδος της εμπειρίας που επαγγέλλονται και το ενδιαφέρον που συνδέεται άμεσα με αυτή διασφαλίζουν την ενεργό ανάδειξη της διαφοράς της με την επιστημονική και καταργούν πολλά από τα εμπόδια στην επιστημονική κατανόηση.

Οι παραπάνω διαπιστώσεις έρχονται να συμφωνήσουν με σύγχρονες απόψεις της γνωστικής επιστήμης για το ρόλο της γλώσσας στη γεφύρωση του γλωσσικού χάσματος που χωρίζει τις βιωματικές από τις επιστημονικές έννοιες. Η πρώτης γενιάς γνωστική επιστήμη υπέθεσε ότι η γλώσσα χρησιμεύει ως ένας αγωγός για την έκφραση των ήδη διαμορφωμένων ιδεών και δε συμβάλλει στη σκέψη. Αντίθετα, σήμερα είναι κυρίαρχη η άποψη ότι επειδή τα γλωσσικά σήματα αποδίδουν τις έννοιες που οι μαθητές κατασκεύασαν κοινωνικά, με την κατάλληλη χρήση μπορούν να συμβάλλουν στο να αντιληφθούν την εμπειρία τους με τον τρόπο της επιστήμης, (Klein 2006). Η μετατόπιση αυτή οδηγεί στο θεμελιώδους σημασίας για την εκπαίδευση επιστήμης σύνθημα: «χτίζοντας τις επιστημονικές σκέψεις και την επιστημονική γλώσσα στη φυσική σκέψη και γλώσσα».

Συνεπώς, μια εκπαίδευση προσανατολισμένη στον Ε&ΤΓ βρίσκεται εμβαπτισμένη ανάμεσα στην καθημερινή αφηγηματική ομιλία και την επιστημονική ομιλία και επιχειρηματολογία, συνδυάζοντας λόγο και γραφή και υποστηρίζοντας πρακτικές παραδοσιακής και εναλλακτικής εκπαίδευσης Ε&ΤΓ, (Klein 2006).

Η επιστημολογική διερεύνηση με τη συμβολή της γνωσιακής επιστήμης καθορίζουν ένα αρκετά σαφές πλαίσιο, που αποτελεί οδηγό για την εισαγωγή των ολιστικών προσεγγίσεων στην εκπαίδευση των ΦΕ. Καταλήγει, συγκεκριμένα στην περιγραφή μιας πρότασης για την οικοδόμηση των επιστημονικών εννοιών, η οποία ολοκληρώνεται στο Λύκειο μέσα από μια πορεία τριών διαδοχικών σταδίων. Φαίνεται ότι τα χαρακτηριστικά μιας διδακτικής ακολουθίας που υλοποιείται με τη μέθοδο Project είναι κατ' εξοχήν συμβατά με το πρώτο στάδιο αυτής της πορείας. Ο συνυπολογισμός των επιστημολογικών κριτηρίων έδειξε ότι σ' αυτό το πρώτο επίπεδο, που θα μπορούσε να ονομαστεί «*προεπιστημονικό στάδιο» ή «προπαιδευτικό» στάδιο των επιστημών*» (Κουζέλης, 1991) οι διδακτικές σειρές αυτού του είδους μπορούν να προσφέρουν και μάλιστα καθοριστικά, με την προϋπόθεση ότι θα τις αποδεσμεύσουμε από την ουτοπία της διδασκαλίας του επιστημονικού λόγου. Το πρώτο αυτό επίπεδο συμπίπτει με τις τελευταίες τάξεις του δημοτικού και ίσως τις πρώτες τάξεις του γυμνασίου. Η διάκριση αυτή των βαθμίδων έγινε παίρνοντας υπόψη τα κοινωνικο-γνωστικά χαρακτηριστικά αυτής της ηλικίας, όπου το κρίσιμο σημείο είναι ο πολλαπλασιασμός των βιωματικών παραστάσεων, ο ενεργητικός χαρακτήρας της μάθησης, οι πολλαπλότητες των θεάσεων και ερμηνειών της πραγματικότητας.

Τα συμπεράσματα, ειδικότερα, του θεωρητικού πλαισίου συντείνουν σε προσεγγίσεις τύπου Project με συγκεκριμένη σύλληψη και οργάνωση, που συνοψίζεται στις παρακάτω αρχές:

- *Στα πλαίσια της διδασκαλίας των ΦΕ η επιστημολογική εγκυρότητα των ολιστικών προσεγγίσεων εξασφαλίζεται με την επιλογή του θέματος από τη μεριά του εξειδικευμένου αντικειμένου, ενώ παράλληλα προτείνεται η συστηματική ανάδειξη και αξιοποίηση των συνδέσεων που σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία στο δημόσιο χώρο. Οι προσεγγίσεις αυτού του είδους, συνεπώς, έχουν σαφή κοινωνικο-επιστημονικό προσανατολισμό.*

- *Ως βασική προϋπόθεση για την κατασκευή της διδακτικής σειράς τίθεται η εκκίνηση από τις βιωματικές εμπειρίες των μαθητών. Οι λόγοι αυτής της επιλογής είναι δύο: αφενός να εξασφαλιστεί η δέσμευση και η πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών, που θεωρείται καθοριστικός παράγοντας για την επίτευξη των στόχων του «προεπιστημονικού σταδίου». Αφετέρου, γιατί η βιωματική γνώση αποτελεί τον ένα από τους δύο απαραίτητους πόλους γνώσης ανάμεσα στους οποίους θα γίνει η σύγκριση και αντιπαράθεση, ώστε να φανεί η διαφορά τους και να διευκολυνθεί η μετάβαση στην επιστημονική. Επιλέγονται, συνεπώς, προβλήματα ανοικτού τύπου, με την έννοια ότι δεν επιδέχονται μία και μοναδική απάντηση, τα οποία προέρχονται από την καθημερινή ζωή των μαθητών.*
- *Η μεθοδολογική προσέγγιση ενός κοινωνικο-επιστημονικού ζητήματος (ΚΕΖ) οργανώνεται με βάση τις αρχές της μεθόδου Project. Το κέντρο βάρος της διδασκαλίας αποσυνδέεται από το στόχο της οικοδόμησης των επιστημονικών εννοιών και της απόκτησης γνώσης με την εκμάθηση συγκεκριμένου περιεχομένου και μετατοπίζεται προς τη συστηματική ανάδειξη της διαφοράς των δύο πεδίων γνώσης, της βιωματικής με την επιστημονική. Ιδιαίτερα δίνεται βαρύτητα στην ανάδειξη της κοινωνικής διάστασης της επιστημονικής γνώσης και τις διαδικασίες παραγωγής της. Ως εκ τούτου κατάλληλα θεωρούνται τα αμφισβητούμενα ΚΕΖ, στα οποία περιλαμβάνουν τις ανησυχίες για το εάν κάποια συγκεκριμένη εφαρμογή της επιστήμης συνεπάγεται κινδύνους για την υγεία ή για το περιβάλλον, (Kolsto 2001 & 2006).*
- *Στο πλαίσιο αυτής της διαδικασίας οι μαθητές εξασκούνται συστηματικά σε δεξιότητες κριτικής, δημιουργικής και διερευνητικής σκέψης (διαδικασίες που συνδέονται στενά με την επίλυση προβλήματος) Σε αυτή την κατεύθυνση, εκτός από τη δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων, μέσα από την παρατήρηση, τη συλλογή δεδομένων και πληροφοριών, η «διαλογική» δραστηριότητα έχει αναμφισβήτητη αξία δίνοντας κεντρική θέση στον ενεργό διάλογο, τις διαμάχες με ανταλλαγή επιχειρημάτων γύρω από αντιφατικά επιστημονικά στοιχεία, την αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων, το ζύγισμα των στοιχείων, την ερμηνεία κειμένων και την αξιολόγηση της πιθανής βιωσιμότητας των επιστημονικών αξιώσεων, την επεξεργασία στοιχείων και τη λήψη αποφάσεων, (Zeidler et al, 2005). Η ποιότητα των επιχειρημάτων κατά τη διαδικασία λήψης απόφασης ενέχει και τη θέση αξιολόγησης της συμμετοχής στη συνολική διαδικασία.*
- *Η γλώσσα θεωρείται το κατ' εξοχήν «όχημα» εγγραφής στοιχείων από την επιστήμη στην προσχολική γνώση κατά το «προεπιστημονικό» στάδιο. Για το λόγο αυτό επιχειρείται συστηματικά η ενίσχυση και ο εμπλουτισμός της καθημερινής-βιωματικής γλώσσας με την εγγραφή στοιχείων από τη γλώσσα της επιστήμης, ώστε να επιτευχθεί σταδιακά η μετάβαση από τη νοηματική περιφέρεια προς τον πυρήνα των επιστημονικών εννοιών, την κατάκτηση, δηλαδή, του επιστημονικού Λόγου, που θεωρητικά ολοκληρώνεται στο δεύτερο στάδιο, (Λύκειο). Προς αυτή την κατεύθυνση η επιλογή οποιασδήποτε μορφής γλωσσικού κώδικα (γραπτή, προφορική, συμβολική, εικονιστική, τηλεοπτικές συζητήσεις κλπ) απαιτείται να κινείται σε αυτή τη λογική, να διευκολύνει, δηλαδή, τη μετάβαση από την καθημερινή, στην εξειδικευμένη και απρόσιτη στην εμπειρία γνώση, ώστε αυτή να καταστεί κατανοητή σε μη ειδικούς αναγνώστες.*

Το απαραίτητο ποσό της γνώσης για τη συμμετοχή τους σε συζητήσεις κατά την εξέταση ΚΕΖ παραλληλίζεται με τη γνώση των βασικών κανόνων ενός παιχνιδιού, πχ του σκακιού, όπου κάποιος δεν μπορεί να παίξει σκάκι χωρίς τη γνώση των κανόνων του παιχνιδιού, χωρίς, σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, η σχέση αυτή να είναι κατ' ανάγκη γραμμική. (Sadler, 2004). Οι «βασικοί κανόνες της γνώσης του παιχνιδιού», που συνεπάγονται κατανόηση του βασικού λεξιλογίου σχετικά με το υπό εξέταση ζήτημα φαίνεται να χρησιμεύουν ως το απαραίτητο κατώτατο όριο γνώσης. Αυτό που θεωρείται αναγκαίο να διερευνηθεί, ώστε να ολοκληρωθεί το προτεινόμενο θεωρητικό πλαίσιο, είναι το ποσό της γνώσης που απαιτείται και η μορφή παιδαγωγικής αλληλεπίδρασης, προκειμένου οι μαθητές να είναι σε θέση να παρακολουθούν τις συζητήσεις, να κατασκευάζουν και να αξιολογούν επιχειρήματα και να ερμηνεύουν τις αξιώσεις γνώσης που αναπόφευκτα αντιμετωπίζουν κατά την εξέταση ενός ΚΕΖ.

Οι παραπάνω γενικές αρχές αποτέλεσαν το πλαίσιο για τη διαμόρφωση της διδακτικής σειράς, στην πιλοτική και κύρια εφαρμογή, η οποία υλοποιήθηκε με τη μέθοδο Project. Στην κύρια εφαρμογή, σύμφωνα με τα πορίσματα της πιλοτικής που προέκυψαν από την ανάλυση/μελέτη των επιχειρημάτων των μαθητών (στις ατομικές τοποθετήσεις και στη συζήτηση της ομάδας), υπήρξε τροποποίηση του παιδαγωγικού πλαισίου, η οποία προτείνει να μετατοπίζεται ο έλεγχος & η διαχείριση της παιδαγωγικής διαδικασίας στο διδάσκοντα. Συγκεκριμένα, ο διδάσκον «συλλαμβάνει» σε πρώτη φάση το σχεδιασμό της παιδαγωγικής διαδικασίας όσον αφορά την επιλογή του περιεχομένου, (πτυχές του υπό διερεύνηση θέματος, κατάλληλα κείμενα, σχεδιασμός δραστηριοτήτων), τη διαχείριση του παιδαγωγικού χρόνου και στη συνέχεια μέσα από συγκεκριμένες δραστηριότητες ανακαλυπτικής /διερευνητικής μορφής καθοδηγώντας κατάλληλα και εμπλέκοντας τους μαθητές, το όλο θέμα χωρίζεται σε επί μέρους ερωτήματα με σαφείς στόχους. Με τον τρόπο αυτό αντιμετωπίζεται η μονόπλευρη εστίαση των μαθητών στο τοπικό πρόβλημα, που εντοπίστηκε στην πιλοτική και η οποία αποδόθηκε στη μερική αναπαράσταση των δεδομένων του προβλήματος και την έλλειψη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας.

Επιλογή και περιγραφή του θέματος

Το θέμα που επιλέχθηκε αφορά την εγκατάσταση αιολικών πάρκων (ΑΠ) στην κοντινή με την πόλη της Λαμίας ορεινή περιοχή, που περιλαμβάνει μέρος της δυτικής Φθιώτιδας και της Ευρυτανίας. Η περιοχή είναι γεμάτη πανέμορφα δάση, ανέγγιχτα στην πλειοψηφία τους, που αποτελούν πόλο έλξης τουριστών. Το συγκεκριμένο ζήτημα δίχασε την τοπική κοινωνία και πυροδότησε κύμα αντιπαραθέσεων με συζητήσεις στα τοπικά ΜΜΕ. Μέρος αυτών των συζητήσεων αξιοποιήθηκε ως εκπαιδευτικό υλικό. Και οι δυο πλευρές καταθέτουν στο δημόσιο διάλογο σοβαρά επιχειρήματα υπέρ ή κατά της εγκατάστασης, τα οποία συνθέτουν ένα πολύπλοκο προς επίλυση πρόβλημα.

Συμμετέχοντες και ερευνητικό σχέδιο

Από όλους τους μαθητές της ΣΤ΄ τάξης που παρακολούθησαν το πρόγραμμα στα δύο συνεχή έτη της έρευνας επιλέχθηκαν 4 μαθητές για την πιλοτική και 12 για την κύρια εφαρμογή. Μετά τη λήξη της παρέμβασης κάθε μαθητής ξεχωριστά έδωσε ατομική συνέντευξη, όπου κατέθεσε και αιτιολόγησε την προσωπική του άποψη. Στη συνέχεια σχηματίστηκαν οι ομάδες (1 ομάδα στην πιλοτική και 3 ομάδες στην κύρια εφαρμογή) με στόχο η κάθε ομάδα να συζητήσει το θέμα και να καταλήξουν σε μια κοινή απόφαση. Το μαγνητοφωνημένο υλικό από τις συνεντεύξεις και τις συζητήσεις στην ομάδα απομαγνητοφωνήθηκε και αναλύθηκε με τη μεθοδολογία της ποιοτικής έρευνας κάνοντας χρήση του μοντέλου Toulmin μέσα από δύο οπτικές: ως προς την κανονιστική εκδοχή του μοντέλου, όπου εξετάζεται η ικανότητα των μαθητών να κατασκευάζουν επιχειρήματα με ολοκληρωμένη μορφή, αν, δηλαδή, οι αιτιολογήσεις που επικαλούνται για να στηρίξουν τις αποφάσεις τους, συνδέουν με λογικό τρόπο τα δεδομένα με την απόφαση (υπέρ ή κατά). Δεύτερον, ως προς την περιγραφική οπτική του μοντέλου Toulmin, (Kolstø, 2006): αφού εντοπιστεί η αποφασιστική γνώση και η αποφασιστική αξία που καθοδηγεί την απόφαση, εξετάζεται στη συνέχεια ο τρόπος που ο γνωστικός αλληλεπιδρά με το συναισθηματικό παράγοντα και αν αυτή η αλληλεπίδραση συνιστά διαδικασία λήψης απόφασης της οποίας ο λήπτης έχει συνείδηση και έλεγχο, (Μπενιάτα, 2010), το οποίο αποτελεί και κριτήριο «καλής» απόφασης.

Δομή του προγράμματος

Το πρόγραμμα, διάρκειας 30-35 ωρών, (συμπεριλαμβάνονται και οι 8 ώρες για τη διδασκαλία των ενοτήτων του σχολικού εγχειριδίου), ολοκληρώθηκε μέσα από 4 διαδοχικά στάδια:

1ο ΣΤΑΔΙΟ: Περιβάλλον εκκίνησης. Ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών, ανάδειξη των απόψεων – παραστάσεων που έχουν για το υπό συζήτηση θέμα, πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης.

Δρ. 1: Ενδεικτικές δραστηριότητες 2ου σταδίου: Κατανόηση/ αναπαράσταση των παραγόντων του προβλήματος.

Φύλλα Εργασίας Ενδεικτικές Δραστηριότητες:

Παρατηρώ τους χάρτες και τα διαγράμματα και απαντώ στις ερωτήσεις:

- Εντοπίζω στο Χ2 τα λιγνιτορυχεία της Ελλάδας. Καταγράφω τις πληροφορίες από το γραπτό και ηλεκτρονικό υλικό για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη λειτουργία των σταθμών παραγωγής Η/Ε. Συζητώ για τον τρόπο μεταφοράς της Η/Ε σε ολόκληρη την Ελλάδα. Από ποιο σταθμό παίρνει ηλεκτρική ενέργεια η πόλη μου;
- Παρατηρώ το διάγραμμα με την ισχύ που έχει σήμερα το δίκτυο της ΔΕΗ. Καταγράφω τα αντίστοιχα νούμερα της τελευταίας δεκαετίας. Τι συμπέρασμα βγάζω;
- Στο Γ2 παρατηρώ το διάγραμμα με την ισχύ που έχει σήμερα το δίκτυο της ΔΕΗ. Παρατηρώ τα αντίστοιχα νούμερα της τελευταίας δεκαετίας. Τι συμπέρασμα βγάζω; Συζητώ στην τάξη μου τη φράση: *«Η αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας τις μεσημβρινές ώρες του Ιουλίου ενδέχεται να προκαλέσει μπλάκ άουτ στην Αττική»*
- Με τις πληροφορίες που μου δίνουν τα διαγράμματα και οι πίνακες υπολογίζω πόση ενέργεια πρέπει να παράγει η Ελλάδα από ΑΠΕ ως το 2010, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Τη συγκρίνω με αυτή που έχει πετύχει ως σήμερα.
- Από την ιστοσελίδα της ΔΕΗ και από την επιλογή Η Ελληνική αγορά Η/Ε παρατηρώ τα διαγράμματα και συγκεντρώνω πληροφορίες για:
  - Το μεγαλύτερο καταναλωτή Η/Ε στην Ελλάδα
  - Συγκρίνω το μέσο όρο αύξησης στην κατανάλωση Η/Ε στην Ελλάδα σε σχέση με άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. Τι παρατηρώ;
- Συγκρίνω το μέσο όρο κατανάλωσης Η/Ε της Ελλάδας με αυτό των άλλων Ευρωπαϊκών χωρών. Σε ποια θέση βρίσκεται η Ελλάδα; Τι μπορεί να σημαίνει αυτή η θέση για την κατανάλωση Η/Ε στο μέλλον;
- Από την ιστοσελίδα του Κέντρου ΑΠΕ αναζητώ πληροφορίες και συμπληρώνω το γλωσσάρι με τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας:

Δρ. 2: Ενδεικτική δραστηριότητα 2ου σταδίου: Κατανόηση/ αναπαράσταση των παραγόντων του προβλήματος.

1. ΓΙΑΤΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ;

Ο προβληματισμός για την ενέργεια στον πλανήτη μας

Διαβάζω τα κείμενα και προσπαθώ να οργανώσω τις πληροφορίες που περιέχουν με τον εξής τρόπο:

1. Ποιο είναι το πρόβλημα; Ομαδοποιώ τα δεδομένα που συνθέτουν το «ενεργειακό πρόβλημα» σε τρεις βασικές κατηγορίες. Αν έχω επιπλέον στοιχεία για κάποια κατηγορία την αναλύω σε υπο-προβλήματα:

1 | 2. | 3.

2ο ΣΤΑΔΙΟ: Ενέργεια και περιβάλλον. Ενημέρωση για τις πτυχές που συνθέτουν το ενεργειακό πρόβλημα στην Ελλάδα και τον κόσμο, εξοικείωση με την απαραίτητη ορολογία. Η διδασκαλία έχει τη μορφή καθοδηγούμενης ανακάλυψης κατά την επεξεργασία ποικίλου εκπαιδευτικού υλικού που προέρχεται από επιλεγμένα άρθρα (με κείμενα, πίνακες, στατιστικά στοιχεία, εικόνες κλπ), επίσημων περιβαλλοντικών οργανώσεων, κρατικών οργανισμών & φορέων και συνοδεύεται από δραστηριότητες κατανόησης και οργάνωσης των απαραίτητων πληροφοριών.

3ο ΣΤΑΔΙΟ: Η διαμάχη για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων στην ορεινή Φθιώτιδα & Ευρυτανία. Λεπτομερής πληροφόρηση για το τοπικό πρόβλημα μέσα από δραστηριότητες καθοδηγούμενης

Δρ. 3: Ενδεικτική δραστηριότητα 4ου σταδίου: Ενίσχυση δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας & λήψης απόφασης.

Φύλλο Εργασίας

Διατυπώνω την άποψή μου

Ας υποθέσουμε ότι πρέπει να πάρω μέρος σε μια τηλεοπτική εκπομπή. Για να δικαιολογήσω την απάντησή μου (υπέρ ή κατά) ακολουθώ το εξής σχέδιο:

1. Παρομοιάζω την απόψεση με μια ζυγαριά. Από τη μια μεριά βάζω όλα τα **υπέρ** για τα Α'ΤΠ. Από την άλλη βάζω όλα τα **κατά** που άκουσα για τη θέση της Ευρυτανίας/ Φθιώτιδας. (τα επιχειρήματα που δεν έχουν βάρος, δηλαδή αυτά που νομίζω ότι δεν ισχύουν ή έχουν βρεθεί λύσεις δεν τα γράφω καθόλου).

Η απόφασή μου εξαρτάται από πιο μέρος θα γείρει η ζυγαριά, ποια επιχειρήματα έχουν περισσότερο «βάρος» για μένα.

Προσπαθώ να το εφαρμόσω με τη βοήθεια μιας πραγματικής ζυγαριάς:

Υπέρ: | **Κατά:**

2. Τώρα αποφασίζω υπέρ ή κατά των ΑΠ. Προσπαθώ να δικαιολογήσω τ . απόψασή μου με τον εξής τρόπο:

Από τη μια μεριά έχω αυτά τα στοιχεία ή τα δεδομένα (τα λέω όπως τα έχω σημειώσει στη ζυγαριά.). **Από την άλλη όμως πλευρά** για μένα αυτά που μετ,μει περισσότερο είναι ότι … . Για το λόγο αυτό ψηφίζω … … .

3. Προσπαθώ να διατυπώσω γραπτά την άποψή μου με αυτό τον τρόπο:

διαφορετικών πλευρών. Χρησιμοποιείται έντυπο υλικό και βιντεοσκοπημένες συζητήσεις από τα τοπικά ΜΜΕ. Στα 2 τελευταία στάδια μπορεί να ενταχθεί και η διδασκαλία των αντίστοιχων ενοτήτων του σχολικού βιβλίου.

4ο ΣΤΑΔΙΟ: Επιχειρηματολογία & Λήψη απόφασης. Στο στάδιο αυτό, που έχει και το χαρακτήρα της αξιολόγησης, οι μαθητές ατομικά στην αρχή καταθέτουν και αιτιολογούν την τοποθέτησή τους, ως αποτέλεσμα συγκεκριμένης καθοδηγούμενης διαδικασίας που βασίζεται σε κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες αυτές περιλαμβάνουν καταγραφή των επιχειρημάτων υπέρ και κατά της εγκατάστασης με σχηματικό τρόπο (μοντέλο ζυγαριάς) και την αιτιολόγηση της απόφασης με επιχειρήματα του τύπου *αφ' ενός μεν ... αφ' ετέρου* .. Στη συνέχεια οι μαθητές ανά ομάδες με κατάλληλη σύνθεση καλούνται να καταλήξουν σε μια κοινή απόφαση για την εγκατάσταση ή μη των αιολικών πάρκων στην ορεινή περιοχή.

Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων της πιλοτικής εφαρμογής εντοπίστηκε η εμφανής αδυναμία των μαθητών να χρησιμοποιήσουν στα επιχειρήματά τους πληροφορίες που αφορούν το ευρύτερο ενεργειακό πρόβλημα, ενώ αντίθετα η επιχειρηματολογία τους εστιάστηκε στο τοπικό πρόβλημα. Το αποτέλεσμα αυτό, που παραπέμπει σε περιορισμένο «πλαίσιο απόφασης», αποδόθηκε στην αδυναμία των μαθητών να κατανοήσουν τη σημασία των συνθηκών και παραγόντων που σχετίζονται με το υπό συζήτηση θέμα, καθώς και σε έλλειψη δεξιοτήτων οργάνωσης/ διαχείρισης των πολύπλοκων δεδομένων. Σε κάθε περίπτωση παραπέμπει σε συγκεκριμένες αδυναμίες του παιδαγωγικού πλαισίου. Οι προτάσεις τροποποίησης Για το λόγο αυτό κατά τον επανασχεδιασμό της διδακτικής σειράς η εφαρμογή είχε το χαρακτήρα καθοδηγούμενης ανακάλυψης με δραστηριότητες που διευκόλυναν τους μαθητές αφενός στην νοητική αναπαράσταση όλων των δεδομένων προβλήματος, αφετέρου καθοδήγηση για την ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας και λήψης απόφασης, (δες ενδεικτικές δραστηριότητες στις ένθετες εικόνες). Η ανάλυση των δεδομένων, η οποία βρίσκεται στην τελική φάση επεξεργασίας, δείχνει εκτός από την εμφανή βελτίωση της δυνατότητας των μαθητών να παράγουν ποιοτικότερα επιχειρήματα, σαφή δείγματα ανάπτυξης «συστημικής» σκέψης, ενίσχυση, δηλαδή, της ικανότητας να κατασκευάζουν επιχειρήματα του τύπου «αφ' ενός μεν…αφ' ετέρου», στα οποία συνυπολογίζουν όλα τα δεδομένα του θέματος. Τα παραπάνω συμπεράσματα επιβεβαιώνουν και εμπειρικά ότι το προτεινόμενο πλαίσιο ανάπτυξης διδακτικών σειρών ΚΕΖ επιτρέπει τη σύνθετη και λειτουργική κατανόηση της επιστήμης, όπως αυτή προωθείται από τη σύγχρονη προοπτική του Ε&ΤΓ. Προβάλλοντας την πολλαπλότητα των εικόνων που συνθέτουν σήμερα τις ΦΕ, (μέθοδο, έννοιες, διαδικασία, προϊόν, χρήση στο κοινωνικό σύνολο), αποτελεί ένα πλαίσιο στο οποίο μπορούν να ενσωματωθούν οι αντίστοιχες ενότητες του σχολικού εγχειριδίου συνδέοντας άριστα τη σχολική γνώση με τις εμπειρίες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών προετοιμάζοντας, παράλληλα, τους κριτικούς πολίτες του αύριο για υπεύθυνη συμμετοχή σε μια δημοκρατική κοινωνία.

Βιβλιογραφία

Bernstein, B.(1991). Παιδαγωγικοί κώδικες και Κοινωνικός έλεγχος. (Εισαγωγή, μετάφραση, σημειώσεις Σολομών Ι). Αθήνα: Αλεξάνδρεια.

Κουζέλης, Γ., (1991). Από το Βιωματικό στον Επιστημονικό Κόσμο: Ζητήματα Κοινωνικής Αναπαραγωγής της Γνώσης. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική Επιστημονική Βιβλιοθήκη.

Κουλαϊδής, Β., (2001α) Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Morin, E., (2001α). Οι Εφτά Γνώσεις Κλειδιά για την Παιδεία του Μέλλοντος., (μτφρ. Θ. Τσαπακίδη). Αθήνα: Εκδόσεις Εικοστού Πρώτου.

Μπενιάτα, Ελ., (2005). Η Δαθεματικότητα στα πλαίσια του σύγχρονου προβληματισμού για τη Διδασκαλία των ΦΕ. Διδασκαλία των ΦΕ, Έρευνα και Πράξη, τ. 12

Μπενιάτα, Ε., (2010). Επιστημονικός και Τεχνολογικός Γραμματισμός: Κατασκευή διδακτικών για τις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου με αντικείμενο Κοινωνικο –επιστημονικά θέματα και στόχο την καλλιέργεια δεξιοτήτων Επιχειρηματολογίας και Λήψης Απόφασης. Εκδόσεις Οιωνός.

AAAS, 2001b, (American Association for the Advancement of Science), (2001). Atlas of science literacy. Washington, DC: Author.

Buxton, C. A. (2006). Creating contextually authentic science in a 'low-performing' urban elementary school. Journal of Research in Science Teaching, 43(7), 695-721.

Clark, A. (1997). Being there: Putting brain, body, and world together again. Cambridge, MA: The MIT Press.

Gruenewald, D. A. & Smith, G. A. (2008). Introduction: Making room for the local. In D. A. Gruenewald & G. A. Smith (Eds.), Place-based education in the global age: Local diversity (pp. 13-23). New York: Lawrence Erlbaum Associates

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. Science Education, 84, 287 – 312.

Klein, P. D. (2006).The Challenges of Scientific Literacy: From the viewpoint of second-generation cognitive science. International Journal of Science Education. Vol. 28, pp. 143–178

Kolstø, S. D. (2001): Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with controversial socio-scientific issues. Science Education 85 (3), 291-310.

Kolstø, S. D. (2006): Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. International Journal of Science Education 28 (14) 1689 - 1716.

Oliver St., Jackson, F., Chun,S., Kemp, A., (2002). The Concept of Scientific Literacy: A View of the Current Debate as an Outgrowth of the Past Two Centuries. Electronic Journal of Literacy Through Science, Current Articles. (Ηλεκτρονική Βιβλιοθήκη Π.Ι.)

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of Argumentation in School Science. Journal of Research in Science Teaching, 41, 994–1020.

Miller, K., (1998). Is Thematic Integration the Best Way to Reform Science and mathematic Education; Science Educator, v. 8(1).

Sadler, T. D. (2004b). Moral and ethical dimensions of socioscientific decision-making as integral components of scientific literacy. The Science Educator, 13, 39 –48.

Sadler, T. D., & Donnelly, L. A., (2007). Socioscientific Argumentation: The effects of Content Knowledge and Morality. International Journal of Science Education, 28:12, 1463 – 1488.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. Science Education, 89, 357– 377.

Συνεδρία 11: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

Η ανάπτυξη της συναισθηματικής εμπλοκής μαθητών/τριών δημοτικού μέσα από προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης

Χρίστος Σκάρκος, Νικόλαος Γκερτσάκης, Αριστείδης Τέγος, Γεώργιος Μαλανδράκης
Δημοτικό Σχολείο Βίβλου Νάξου, skarkchr@sch.gr
2ο Δημοτικό Σχολείο Καλαμπάκας, gernick2@gmail.com
2ο Δημοτικό Σχολείο Καλαμπάκας, ategos@thelo.gr
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ΠΤΔΕ, gmalandrakis@uowm.gr

Περίληψη
Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί η συναισθηματική εμπλοκή μαθητών/τριών με το φυσικό περιβάλλον μέσα από τις συνήθεις δραστηριότητες προγραμμάτων περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΠΕ). Συμμετείχαν 50 μαθητές/τριες Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεων από δύο διαφορετικά σχολεία. Το πρώτο σχολείο *(Νάξος)* πραγματοποίησε πρόγραμμα ΠΕ διάρκειας 40 ωρών για το νερό, ενώ το δεύτερο σχολείο *(Καλαμπάκα)* παρακολούθησε πρόγραμμα ΠΕ σχετικά με το νερό σε ΚΠΕ, διάρκειας 5 ωρών. Ως ερευνητικό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο επιδόθηκε πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Από την ανάλυση προκύπτει ότι, τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία, η πλειοψηφία των παιδιών έχει μια σαφή προτίμηση στις δραστηριότητες ενεργού συμμετοχής και στη διεξαγωγή τους στο πεδίο αντί στο σχολείο, κάτι το οποίο επίσης τους προκαλεί και μεγαλύτερη συναισθηματική ευχαρίστηση. Ακόμη, τουλάχιστον για τα παιδιά της Καλαμπάκας, στο πεδίο αντί για το σχολείο φαίνεται να λειτουργούσαν περισσότερο και τα κίνητρα μάθησης.

Abstract
Present study focuses on elementary students' affective engagement to the natural environment during the ordinary activities of school-based environmental education (EE) projects. Two case studies, one from Naxos with 17 children of 5th and 6th grades and another from Kalampaka with 33 students of 6th grade was the sample of the study. Children from Naxos were engaged in a 40 teaching hour long module, while students from the second case study participated to a half-day long module about water to an Environmental Education Center. As a research tool was used a questionnaire that was administered before and after the teaching interventions. The analysis revealed that both before and after teaching the majority of students had a clear preference to active involvement activities and the conduction of them into the field rather than in the school, stimulating greater enjoyment. Furthermore, the field activities better motivated Kalampaka's students in their learning.

Εισαγωγή

Ο όρος 'εμπλοκή' *(engagement)* έχει πολλούς ορισμούς προερχόμενους τόσο από την καθημερινή ζωή όσο και από την έρευνα. Για παράδειγμα, αναφέρεται ως *'δέσμευση' (commitment), 'το να είσαι ενεργά αφοσιωμένος (committed)'* ή *'το να αναμείξω κάποιον ή να γίνω απασχολημένος'* (Fredricks et al. 2004). Οι δύο τελευταίοι ορισμοί βασίζονται στη συμπεριφορά, ενώ ο προσδιορισμός της ως *'το να προσελκύω ή το να εμπεριέχω'* δίνει έμφαση στο συναίσθημα (Fredricks et al. 2004). Παρ' όλες τις διαφορετικές προσεγγίσεις, στη σύγχρονη βιβλιογραφία ο όρος 'εμπλοκή' είναι μια πολυδιάστατη έννοια και θεωρείται ότι αποτελείται από τρεις υποκατηγορίες: (α) τη συμπεριφορική *(behavioral, π.χ. προσπάθεια, συμμετοχή, κτλ.)*, (β) τη γνωστική *(cognitive, π.χ., αυτορύθμιση, μαθησιακοί στόχοι, κτλ.)* και

(γ) τη συναισθηματική *(affective, π.χ., ενδιαφέρον, θετική στάση, κτλ.)* (Fredricks et al. 2004, Appleton et al. 2006, Linnakylä & Malin 2008).

Ο ρόλος του βαθμού εμπλοκής των μαθητών/τριών με το σχολείο αλλά και τη γνώση γενικότερα είναι πολύ σημαντικός. Οι Linnakylä και Malin (2008) στην έρευνά τους με 15χρονους Φιλανδούς μαθητές/τριες, σημειώνουν ότι εκείνοι που είχαν τη μεγαλύτερη εμπλοκή με το σχολείο είχαν και την ισχυρότερη αυτοαντίληψη και αίσθηση αποτελεσματικότητας στα μαθηματικά, αλλά και το μικρότερο άγχος, ενώ οι μαθητές/τριες με τη μικρότερη εμπλοκή με το σχολείο είχαν και τις πιο ασθενείς πεποιθήσεις για τον εαυτό τους. Αντίθετα, ο Abrahams (2009) αναφέρει ότι αν και η πρακτική δουλειά των μαθητών/τριών καλλιεργούσε τη βραχυπρόθεσμη εμπλοκή τους, ωστόσο δεν ήταν αποτελεσματική στο να δημιουργήσει κίνητρα για τη μελέτη των φυσικών επιστημών μετά την υποχρεωτική εκπαίδευση ή μακροπρόθεσμο ενδιαφέρον για το γνωστικό αντικείμενο.

Επίσης, στην περιβαλλοντική εκπαίδευση (ΠΕ), αποτελεί μια εξίσου σημαντική έννοια, καθώς η εμπλοκή των πολιτών με τα περιβαλλοντικά ζητήματα είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επίλυσή τους. Ακόμα, θεωρείται ότι είναι εύπλαστη, καθώς προκύπτει από την αλληλεπίδραση των υποκειμένων με το πλαίσιο και επομένως υπόκειται σε διαφοροποιήσεις ανάλογα με το περιβάλλον (Fredricks et al. 2004). Επομένως, μπορεί να καλλιεργηθεί και να επηρεαστεί προς την κατεύθυνση της ενεργούς εμπλοκής και συμμετοχής στις προσπάθειες αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών θεμάτων. Ένας από τους τρόπους επηρεασμού της εμπλοκής των μαθητών/τριών με τα περιβαλλοντικά θέματα είναι και η επαφή τους με το φυσικό περιβάλλον, κάτι το οποίο, μαζί με την εκπαίδευση για το περιβάλλον και προς χάρη του περιβάλλοντος, αποτελούν τους ακρογωνιαίους λίθους της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης *(δηλ. 'about', 'through' και 'for the environment')* (Cook 2008).

Οι Dettmann-Easler και Pease (1999) στην ερευνητική τους ανασκόπηση αναφέρουν ότι η ΠΕ η οποία γίνεται μόνο στο σχολείο έχει μόνο μερική επιτυχία και ότι η καλύτερη προσέγγιση για τη διδασκαλία των περιβαλλοντικών εννοιών και της συναίσθησης της κατάστασης είναι να ενσωματωθούν και δραστηριότητες εκτός σχολείου. Για παράδειγμα, η Palmer (1999) σε έρευνα με μαθητές/τριες εννέα χωρών βρήκε ότι οι άμεσες εμπειρίες με τη φύση είχαν πολύ καλύτερες επιπτώσεις στη μετέπειτα ανάμειξή τους σε δραστηριότητες προστασίας του περιβάλλοντος από ότι είχε η τυπική εκπαίδευση.

Στην Ελλάδα, η εφαρμογή της ΠΕ μέσα από την τυπική εκπαίδευση γίνεται κυρίως με την εφαρμογή προγραμμάτων ΠΕ στις σχολικές τάξεις, συνήθως μέσα στα πλαίσια της ευέλικτης ζώνης *(ΕΖ)*, ή/και με τις επισκέψεις στα Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης *(ΚΠΕ)*. Σήμερα, λειτουργούν 69 ΚΠΕ που προσφέρουν πλήθος προγραμμάτων διάρκειας από μισή έως τέσσερις ημέρες και τα οποία περιλαμβάνουν οικονομικές, πολιτισμικές, κοινωνικές και ιστορικές όψεις του περιβάλλοντος. Ένας σημαντικός αριθμός μαθητών/τριών Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης επισκέπτεται τα ΚΠΕ κάθε χρόνο.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί η συναισθηματική εμπλοκή μαθητών/τριών Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεων με το περιβάλλον, μέσα από την εφαρμογή προγραμμάτων ΠΕ και πως αυτή επηρεάζεται και αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια συνηθισμένων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων. Η συναισθηματική εμπλοκή με το περιβάλλον προσεγγίστηκε μέσα από (α) τις προτιμήσεις των παιδιών για διάφορες δραστηριότητες στο πεδίο και στο σχολείο, (β) τα συναισθήματα, (γ) τα προσωπικά κίνητρα και (δ) τις ποιοτικές διαστάσεις των εμπειριών τους σχετικά με την εργασία στο πεδίο και στο σχολείο. Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, οι ερευνητικές ερωτήσεις οι οποίες κατεύθυναν την παρούσα έρευνα είναι οι εξής:

1. Ποια είναι τα κύρια χαρακτηριστικά της συναισθηματικής εμπλοκής των μαθητών/τριών οι οποίοι συμμετέχουν σε προγράμματα ΠΕ;
2. Πώς η περιβαλλοντική εμπλοκή των μαθητών/τριών αναπτύσσεται μέσα από τις συνήθεις εκπαιδευτικές δραστηριότητες των προγραμμάτων ΠΕ;

Μεθοδολογία έρευνας

Το πλαίσιο της έρευνας

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται εδώ αποτελούν μέρος μεγαλύτερης έρευνας στην οποία έγινε χρήση πολλαπλών ερευνητικών εργαλείων και μελετήθηκαν δύο περιπτώσεις δημόσιων δημοτικών σχολείων, ενός νησιώτικης, αγροτικής περιοχής *(Βίβλος Νάξου)* και ενός ηπειρωτικής, ημιαστικής περιοχής *(Καλαμπάκα Τρικάλων)*. Η έρευνα διεξήχθη σε τρεις φάσεις και είχε καθαρά πειραματικό σχεδιασμό *(pre/post research design)* χωρίς ομάδα ελέγχου και για τις δύο μελέτες περίπτωσης. Στην πρώτη φάση έγινε η επίδοση των κλιμάκων, στη δεύτερη φάση έλαβαν χώρα οι διδακτικές παρεμβάσεις οι οποίες είχαν σκοπό να βοηθήσουν τους μαθητές/τριες να κατανοήσουν θέματα σχετικά με το νερό και στην τρίτη φάση έγινε και πάλι η επίδοση των ίδιων κλιμάκων προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν αλλαγές στην επίδοση των μαθητών/τριών σχετικά με τα υπό εξέταση θέματα.

Τα εργαλεία έρευνας

Για τους σκοπούς της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο περιελάμβανε τόσο ανοιχτού όσο και κλειστού τύπου ερωτήσεις *(5-βάθμια Likert-type)*. Πιο συγκεκριμένα, για την αξιολόγηση της συναισθηματικής εμπλοκής των παιδιών χρησιμοποιήθηκε κλίμακα 24 ερωτήσεων σχετικά με τις προτιμήσεις των παιδιών για τις συνήθεις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στο σχολείο και στο πεδίο *(18 ερωτήσεις)*, τα συναισθήματά τους *(2 ερωτήσεις)* και τα κίνητρα *(4 ερωτήσεις)*. Η επίδοση των κλιμάκων έγινε από τους εκπαιδευτικούς της τάξης και για το λόγο του ότι τα παιδιά ήταν εξοικειωμένα με αυτούς δεν υπήρχε ο φόβος του άγνωστου ερευνητή, αντισταθμίζοντας έτσι τα μειονεκτήματα αξιοπιστίας της συγκεκριμένης μεθόδου που συχνά εμφανίζονται, όπου τα υποκείμενα της έρευνας διστάζουν ή αποφεύγουν να δώσουν αληθινές απαντήσεις.

Η Ανάλυση

Για την ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων στις ανοικτού τύπου ερωτήσεις χρησιμοποιήθηκε το λογιστικό φύλλο Excel όπου εισήχθησαν όλες οι απαντήσεις των παιδιών σε κάθε μια ερώτηση, κωδικοποιήθηκαν και δημιουργήθηκαν αναλυτικοί πίνακες. Στη συνέχεια, για κάθε ερώτηση, όλες οι συναφείς απαντήσεις των παιδιών ομαδοποιήθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν. Για την στατιστική ανάλυση των κατηγοριών που προέκυψαν από την ανάλυση των ανοικτού τύπου ερωτήσεων, χρησιμοποιήσαμε το Marginal Homogeneity Test, καθώς είχαμε ονομαστική κλίμακα με περισσότερες από δύο κατηγορίες *(multinomial)*. Για την ανάλυση των κλειστού τύπου ερωτήσεων χρησιμοποιήθηκε το sign test, καθώς η κλίμακα στις περιπτώσεις αυτές ήταν σειροθετική *(ordinal)*. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας και στις δύο περιπτώσεις ορίστηκε το 0.05 ($p<0.05$).

Η διδακτική παρέμβαση

Στην πρώτη μελέτη περίπτωσης *(Νάξος)* η διδακτική παρέμβαση έγινε στα πλαίσια της ευέλικτης ζώνης, είχε συνολική διάρκεια περίπου 40 διδακτικές ώρες σε διάστημα 4 μηνών *(Φεβρουάριος-Μάιος)* και πραγματοποιήθηκε από τον πρώτο ερευνητή, ο οποίος είχε την ευθύνη για τις τάξεις Ε΄ και ΣΤ΄. Στη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές/τριες είχαν την ευκαιρία να αναζητήσουν πληροφορίες σχετικά με τις χρήσεις του νερού, τόσο στο διαδίκτυο όσο και άλλες ηλεκτρονικές και έντυπες πηγές και να διαπιστώσουν την καίρια σημασία του για τη διατήρηση της ζωής, καθώς και τα προβλήματα που δημιουργούνται από

την έλλειψη ή την κακή του ποιότητα. Επίσης, έγινε επίσκεψη πεδίου μισής ημέρας σε υπό κατασκευή φράγματα, στις δημοτικές εγκαταστάσεις καθαρισμού νερού και σε ένα υγρότοπο. Οι μαθητές/τριες εργάστηκαν σε ομάδες, παρουσίαζαν τις εργασίες που είχαν αναλάβει είτε με power point είτε με ταμπλό παρουσίασης και έκαναν κατασκευές *(π.χ. υδροηλεκτρικό εργοστάσιο, νερόμυλο, κτλ).*

Η δεύτερη μελέτη περίπτωσης *(Καλαμπάκα)* αφορούσε δύο ΣΤ΄ τάξεις στις οποίες η διάρκεια της παρέμβασης ήταν μόνο 5 διδακτικές ώρες σε διάστημα δύο ημερών *(Ιούνιος)* και διεξήχθη από τον 2ο και 3ο ερευνητή, οι οποίοι ήταν και οι υπεύθυνοι εκπαιδευτικοί των τάξεων. Περιελάμβανε ανακεφαλαίωση βασικών εννοιών για το νερό *(ο κύκλος του, η διαχείρισή και οι περιπτώσεις κατασπατάλησης – 45΄)*, καθώς και επίσκεψη στο ΚΠΕ Αγιάς Λάρισας όπου παρακολούθησαν πρόγραμμα σχετικό με το νερό *(«Το Δέλτα του ποταμού Πηνειού» - 4 Χ 45΄)*.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Στην έρευνα συμμετείχαν 50 μαθητές/τριες Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεων. Η κατανομή του δείγματος ανά σχολείο, τάξη και φύλλο παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Οι μαθητές/τριες της 1ης περίπτωσης ήταν από αγροτικές οικογένειες και το μορφωτικό επίπεδο της πλειοψηφίας των γονέων ήταν χαμηλό *(απόφοιτοι δημοτικού)*, ενώ η μέση ακαδημαϊκή τους επίδοση ήταν μέτρια, χωρίς να σημαίνει αυτό ότι δεν υπήρχαν και παιδιά με καλές επιδόσεις. Ανάλογη ήταν και η κοινωνικο-οικονομική κατάσταση και το μορφωτικό επίπεδο των μαθητών/τριών της 2ης περίπτωσης.

Από την ανάλυση των απαντήσεων των παιδιών σχετικά με τις προτιμήσεις τους για τις διάφορες δραστηριότητες *(Γραφήματα 1)*, παρατηρούμε ότι αυτές σαφώς κλίνουν προς τις δραστηριότητες ενεργούς συμμετοχής *[(Α) χρήση οργάνων, (Β) σημειώσεις και μικρές εργασίες, (Γ) εργασία σε ομάδες]* σε σχέση με αυτές της πιο παθητικής συμμετοχής *[(Δ) παρατήρηση, (Ε) χρήση οργάνων από άλλους, (ΣΤ) οδηγίες προς άλλους, (Ζ) ομιλίες από ειδικούς/δασκάλους]*. Η τάση αυτή ισχύει τόσο όταν τα παιδιά είναι στο πεδίο *(Γράφημα 1α)* όσο και όταν είναι στο σχολείο *(Γράφημα 1β)*, όπως επίσης και για τις δύο περιπτώσεις που μελετήσαμε *(Νάξος και Καλαμπάκα)*. Επιπλέον, οι παρατηρούμενες αυτές διαφορές στις προτιμήσεις των παιδιών είναι στατιστικά σημαντικές και πριν και μετά τη διδασκαλία, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η τάση αυτή είναι ιδιαίτερα έντονη και σταθερή. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές πριν και μετά τη διδασκαλία ούτε στις δραστηριότητες ενεργούς συμμετοχής ούτε για τις μη ενεργού, τόσο για την περίπτωση της Νάξου όσο και για την περίπτωση της Καλαμπάκας. Το τελευταίο μπορεί να ερμηνευθεί ως ότι η διδακτική παρέμβαση δεν επηρέασε τις προτιμήσεις των παιδιών, αφού αυτές ήταν ήδη σαφώς και εντόνως υπέρ των δραστηριοτήτων ενεργούς συμμετοχής.

Πίνακας 1: Κατανομή δείγματος ανά μελέτη περίπτωσης, τάξη και φύλο (N=50).

	Νάξος		Καλαμπάκα		
	5η	**6η**	**6η, (α)**	**6η, (β)**	**Σύνολο**
Αγόρια	1	5	9	7	22
Κορίτσια	6	5	8	9	28
Σύνολο	7	10	17	16	**50**

Όσον αφορά τώρα τις προτιμήσεις των παιδιών για τον τόπο διεξαγωγής των δραστηριοτήτων *(βλ. Πίνακα 2)*, διαπιστώνουμε ότι στην συντριπτική τους πλειοψηφία και στις δύο περιπτώσεις της έρευνας, οι αντίστοιχες τιμές έχουν θετικό πρόσημο, πράγμα το οποίο υποδηλώνει ότι υπάρχει μια σαφής προτίμηση στην πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων αυτών στο πεδίο. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της Νάξου, η παρατήρηση πριν και μετά τη διδασκαλία και οι οδηγίες προς τους συμμαθητές τους πριν τη διδασκαλία, ήταν οι δραστηριότητες οι οποίες αναφέρθηκαν από τους

μαθητές/τριες ως οι πιο προτιμώμενες να γίνονται στο πεδίο. Αντίθετα, οι οδηγίες προς τους συμμαθητές, μετά τη διδασκαλία, και η χρήση οργάνων από άλλους, πριν από τη διδασκαλία, ήταν οι δραστηριότητες εκείνες που οι μαθητές/τριες προτιμούσαν περισσότερο να γίνονται στο σχολείο. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι για τις δύο αυτές δραστηριότητες υπάρχει μια πλήρης αντιστροφή στις προτιμήσεις μετά τη διδακτική παρέμβαση. Έτσι, για τη χρήση οργάνων και διεξαγωγή μετρήσεων από άλλους, ενώ αρχικά τα παιδιά θεωρούσαν ότι είναι προτιμότερο να γίνονται στο σχολείο *(-0.18)*, μετά τη διδασκαλία θεωρούν ότι είναι προτιμότερο να γίνονται στο πεδίο *(0.09)*, ενώ για την παρακολούθηση διαλέξεων συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο *(0.18, -0.21)*.

(α) Βαθμός προτίμησης δραστηριοτήτων στο ΠΕΔΙΟ

(β) Βαθμός προτίμησης δραστηριοτήτων στο ΣΧΟΛΕΙΟ

1=Καθόλου – **5**=Πάρα πολύ

Πριν Μετά

Ενεργός συμμετοχή
[Α]: Χρήση οργάνων από τους ίδιους
[Β]: Σημειώσεις και εργασίες
[Γ]: Εργασία σε ομάδες

Μη ενεργός συμμετοχή
[Δ]: Παρατήρηση
[Ε]: Χρήση οργάνων από άλλους
[ΣΤ]: Οδηγίες προς άλλους

*p<0.05, **p<0.01, ***p=0.001

Γράφημα 1: Βαθμός προτίμησης μαθητών/τριών για διάφορες δραστηριότητες.

Στην περίπτωση της Καλαμπάκας η παρατήρηση είναι και πάλι η πιο προτιμητέα δραστηριότητα να γίνεται στο πεδίο, τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία *(0.23, 0.16)*. Αντίθετα, η χρήση οργάνων από τους ίδιους, μετά τη διδασκαλία, και η εργασία σε ομάδες, πριν τη διδασκαλία, είναι οι δραστηριότητες που συγκεντρώνουν τις προτιμήσεις των παιδιών για το σχολείο. Οι δύο αυτές δραστηριότητες είναι που παρουσιάζουν και τη μεγαλύτερη ανατροπή στις προτιμήσεις των παιδιών μετά τη διδασκαλία, με την πρώτη να γίνεται πιο προτιμητέα για το σχολείο, ενώ η δεύτερη το αντίθετο.

Συγκριτικά τώρα για τις προτιμήσεις των παιδιών ως προς τον τόπο διεξαγωγής των δραστηριοτήτων ενεργούς συμμετοχής, διαπιστώνουμε ότι και στις δύο μελέτες περίπτωσης τα παιδιά περισσότερο επιθυμούν αυτές να λαμβάνουν χώρα στο πεδίο. Επίσης, τόσο στο πεδίο όσο και στο σχολείο τα παιδιά προτιμούν περισσότερο τις δραστηριότητες ενεργούς συμμετοχής από αυτές της παθητικής συμμετοχής. Τα θετικά πρόσημα των Μ.Ο. στις μεταβλητές αυτές διατηρούνται και μετά τη διδασκαλία, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η προτίμηση αυτή δεν άλλαξε. Ωστόσο, υπάρχει μια υποχώρηση της προτίμησης αυτής στην περίπτωση της Καλαμπάκας για το σχολείο, μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία μάλιστα είναι και στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 2: Μέσοι όροι (M) και τυπικές αποκλίσεις (SD) των μεταβλητών της έρευνας σχετικά με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών/τριών.

Μεταβλητές	**Νάξος *(n=17)***				**Καλαμπάκα *(n=33)***				**Σύνολο**			
	M		***SD***		**M**		***SD***		**M**		***SD***	
	Πριν	**Μετά**	***Πριν***	***Μετά***	**Πριν**	**Μετά**	***Πριν***	***Μετά***	**Πριν**	**Μετά**	***Πριν***	***Μετά***
1. Σχετική προτίμηση δραστηριοτήτων [α]:												
(i) παρατήρηση	.21	.25	.44	.44	.23	.16	.33	.43	.23	.16	*.33*	*.43*
(ii) χρήση οργάνων και διεξαγωγή μετρήσεων από τους ίδιους	.06	.06	.47	.21	.04	-.04	.35	.32	.04	-.04	*.35*	*.32*
(iii) χρήση οργάνων και διεξαγωγή μετρήσεων από άλλους	-.18	.09	.54	.36	.09	.11	.30	.30	.09	.11	*.30*	*.30*
(iv) κράτημα σημειώσεων και γράψιμο μικρών εργασιών	.03	.08	.38	.41	.01	.04	.31	.28	.01	.04	*.31*	*.28*
(v) δόσιμο οδηγιών σε άλλους συμμαθητές τους	.18	-.21	.33	.34	.07	.04	.15	.24	.07	.04	*.15*	*.24*
(vi) εργασία σε ομάδες	.04	.08	.22	.25	-.04	.03	.27	.34	-.04	.03	*.27*	*.34*
(vii) παρακολούθηση διαλέξεων / ομιλιών από ειδικούς	.03	-.06	.28	.36	-.09	.12	.31	.34	-.09	.24	*.31*	*.34*
1.α. Σχετική προτίμηση των δραστηριοτήτων ενεργούς συμμετοχής σε πεδίο ή σχολείο [β]	.04	.08	.22	.14	-.01	.01	.21	.22	-.01	.01	*.21*	*.22*
1.β. Σχετική προτίμηση στο ΠΕΔΙΟ των δραστηριοτήτων ενεργούς συμμετοχής έναντι των παθητικών [γ]	.13	.28	.23	.22	.18	.06	.25	.20	.16	.14	*.24*	*.23*
1.γ. Σχετική προτίμηση στο ΣΧΟΛΕΙΟ των δραστηριοτήτων ενεργούς συμμετοχής έναντι των παθητικών [γ]	.14	.25	.20	.31	.27	.16*	.21	.19	.22	.19	*.21*	*.24*
2. Συναισθηματική υπεροχή [δ]	.12	.19	.45	.40	.29	.24	.38	.37	.29	.24	*.38*	*.37*
3. Σχετική προτίμηση κινήτρων [ε]:												
(i) «Μαθαίνω πιο εύκολα και πιο γρήγορα»	-.03	-.09	.48	.38	.15	.33	.47	.64	.15	.33	*.47*	*.64*
(ii) «Περνάω ευχάριστα με τους φίλους μου»	.18	-.06	.39	.44	.27	.17	.48	.50	.27	.17	*.48*	*.50*

[α]: εύρος = -1 έως 1, **-1** = προτίμηση η δραστηριότητα να γίνεται στο ΣΧΟΛΕΙΟ, **1** = προτίμηση η δραστηριότητα να γίνεται στο ΠΕΔΙΟ.
[β]: εύρος = -1 έως 1, **-1** = προτίμηση των δραστηριοτήτων ενεργούς συμμετοχής που γίνονται στο ΣΧΟΛΕΙΟ, **1** = προτίμηση των δραστηριοτήτων ενεργούς συμμετοχής που γίνονται στο ΠΕΔΙΟ.
[γ]: εύρος = -1 έως 1, **-1** = προτίμηση των δραστηριοτήτων ΕΝΕΡΓΟΥΣ συμμετοχής, **1** = προτίμηση δραστηριοτήτων ΜΗ ΕΝΕΡΓΟΥΣ συμμετοχής.
[δ]: εύρος = -1 έως 1, **-1** = αισθάνομαι πιο ευχάριστα στο ΣΧΟΛΕΙΟ, **1** = αισθάνομαι πιο ευχάριστα στο ΠΕΔΙΟ.
[ε]: εύρος = -1 έως 1, **-1** = στο ΣΧΟΛΕΙΟ, **1** = στο ΠΕΔΙΟ.
* = p > .05, ** = p> .001

[Α]: Συμπεριφορική αντίληψη
[Β]: Γνωστική αντίληψη
[Γ]: Συναισθηματική αντίληψη
[Δ]: Περιβαλλοντική αντίληψη
[Ε]: Διαδικαστική αντίληψη
[ΣΤ]: Τεχνοκεντρική αντίληψη

Γράφημα 2: Κατηγορίες αντιλήψεων των μαθητών/τριών για το τι είναι εργασία στο πεδίο.

Σχετικά τώρα με τα συναισθήματα των παιδιών, αυτά φαίνεται να περνούν πιο ευχάριστα το πεδίο και αυτό είναι πιο ξεκάθαρο για τα παιδιά της Καλαμπάκας, τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία *(0.29, 0.24)*. Ωστόσο, ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα κίνητρα των παιδιών, όπου για τα μεν παιδιά από τη Νάξο φαίνεται ότι τα αυτά λειτουργούν καλύτερα στο σχολείο, ενώ αντίθετα για τα παιδιά από την Καλαμπάκα ότι λειτουργούν περισσότερο στο πεδίο. Στην ίδια περίπτωση *(Καλαμπάκα)* έχουμε και τις μεγαλύτερες αυξομειώσεις στις προτιμήσεις των μαθητών/τριών, με το κίνητρο της ευκολότερης και γρηγορότερης μάθησης να ενισχύεται μετά τη διδασκαλία *(0.33)*, ενώ το κίνητρο της ευχάριστης παρέας να μειώνεται *(0.17)*. Παρ΄ όλες, όμως, αυτές τις εναλλαγές στις προτιμήσεις των μαθητών/τριών, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, για καμιά από τις δραστηριότητες, τα συναισθήματα ή τα κίνητρα των παιδιών και στις δύο περιπτώσεις που εξετάσαμε.

Όσον αφορά τις αντιλήψεις των παιδιών, πριν από τη διδασκαλία, για το τι είναι εργασία στο πεδίο *(Γράφημα 2)*, στην περίπτωση της Νάξου φαίνεται να κυριαρχεί μια συναισθηματική προσέγγιση *(π.χ., 'περνάω/αισθάνομαι ωραία')* ενώ στην περίπτωση της Καλαμπάκας κυριαρχεί η γνωστική προσέγγιση *(π.χ., 'να μαθαίνω πολλά')*. Μετά τη διδασκαλία, στα παιδιά της Νάξου αντιστρέφεται η κατάσταση, όπου επικρατεί και εκεί η γνωστική θεώρηση της εργασίας στο πεδίο, ενώ τα παιδιά της Καλαμπάκας εξακολουθούν, έστω και σε μικρότερο βαθμό, να διατηρούν την αρχική γνωστική προσέγγιση. Ακόμη, η συμπεριφορική αντίληψη *(π.χ., να κάνουμε καθαριότητα)* που υπήρχε πριν από τη διδασκαλία στην Καλαμπάκα, εξαφανίζεται μετά από αυτή και εμφανίζεται στην Νάξο. Επίσης, η διαδικαστική αντίληψη *(π.χ.,θα καταγράφω, θα ερευνώ)* εμφανίζεται και στις δύο περιπτώσεις μόνο πριν από τη διδασκαλία. Η περιβαλλοντική διάσταση *(π.χ., να μελετάμε ζώα & φυτά)*, υπάρχει και στις δύο περιπτώσεις, τόσο πριν όσο και μετά από τη διδασκαλία και συνήθως συνυπάρχει με άλλες αντιλήψεις, κυρίως γνωστικές και συναισθηματικές. Ωστόσο, η ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις απαντήσεις των παιδιών, πριν και μετά τη διδασκαλία, σχετικά με τις αντιλήψεις τους για την εργασία στο πεδίο.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η αντίληψη των παιδιών για την εργασία στο πεδίο είχε πολλαπλές ή συνδυαστικές σημασίες *(π.χ., 'παίζω με τους φίλους μου και μαθαίνω καινούρια πράγματα')*, υποδεικνύοντας για μια ακόμη φορά ότι οι τρεις παράγοντες της 'εμπλοκής' δεν είναι απομονωμένοι μεταξύ τους, αλλά δυναμικά αλληλοσχετιζόμενοι (Fredricks et al. 2004).

Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω ευρήματα, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η συμμετοχή των παιδιών και στις δύο περιπτώσεις που μελετήσαμε, δεν άλλαξε σημαντικά, όπως θα ήταν το επιθυμητό, την συναισθηματική εμπλοκή τους με το περιβάλλον. Ωστόσο, διαφάνηκαν ορισμένες ενθαρρυντικές προοπτικές και στοιχεία σχετικά με το σχεδιασμό και την πραγματοποίηση προγραμμάτων ΠΕ, όπως:

- Τα παιδιά και πριν και μετά τη διδασκαλία, τόσο στο πεδίο όσο και στο σχολείο προτιμούν σαφώς τις δραστηριότητες ενεργούς συμμετοχής. Επομένως, τέτοιου είδους δραστηριότητες θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στα προγράμματα ΠΕ ώστε να προκαλούν το ενδιαφέρον των παιδιών και να ενεργοποιούν τα κίνητρά τους. Όμως, ακόμα και στην περίπτωση αυτή υπάρχει το ενδεχόμενο η διαφαινόμενη προτίμηση να μην είναι τίποτα άλλο παρά η μόνη επιλογή τους σε σχέση με άλλες, μη ενεργές δραστηριότητες, όπως π.χ. το γράψιμο (Abrahams 2009).
- Η προτίμηση, ακόμα και για τα παιδιά της αγροτικής περιοχής, των δραστηριοτήτων στο πεδίο και η συναισθηματική υπεροχή των δραστηριοτήτων αυτών επιβεβαίωσε την ανάγκη ενσωμάτωσής τους στα προγράμματα ΠΕ. Ωστόσο, δεν θα πρέπει να αγνοείται το γεγονός ότι οι προσωπικές εμπειρίες των παιδιών στη φύση, ιδιαίτερα σε μικρή ηλικία και εκτός σχολείου, είναι εξίσου σημαντικές. Ενδεχομένως, μάλιστα, η τυπική εκπαίδευση να μην μπορεί να έχει ουσιαστική επίδραση στα ενδόμυχα συναισθήματα των ανθρώπων για το περιβάλλον (Palmer 1999).
- Η εργασία στο πεδίο έδειξε, τουλάχιστον για την περίπτωση της Καλαμπάκας, ότι λειτουργούν καλύτερα και περισσότερο τα κίνητρα. Οι πιθανοί λόγοι για τους οποίους το τελευταίο δεν συμβαίνει και στη Νάξο είναι: (α) τα παιδιά εκεί είχαν την ευκαιρία να εμπλακούν στο σχολείο και σε άλλες δραστηριότητες εκτός αναλυτικού προγράμματος *(π.χ., ψάξιμο στο διαδίκτυο)*, οπότε η έξοδος στο πεδίο δεν ήταν ούτε η πρώτη ούτε η μόνη 'λειτουργία' εκτός επίσημου αναλυτικού προγράμματος, και (β) το σχολείο της Νάξου ήταν σε αγροτική περιοχή, οπότε η επαφή μέσω του σχολείου, με το φυσικό περιβάλλον, δεν ήταν κάτι νέο γι' αυτά.

Βιβλιογραφία

Abrahams, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. International Journal of Science Education, 31: 17, 2335-2353.

Appleton, J. J., Christenson, L. S., Kim, D. & Reschly, L. A. (2006). Measuring cognitive and psychological engagement: Validation of the Student Engagement Instrument. Journal of School Psychology, 44, 427–445.

Cook, V. (2008). The field as a 'pedagogical resource'? A critical analysis of students' affective engagement with the field environment. Environmental Education Research, 14(5), 507–517.

Dettmann-Easler, D. & Pease, J. (1999). Evaluating the effectiveness of residential environmental education programs fostering positive attitudes toward wildlife. Journal of Environmental Education, 31(1), 33-39.

Fredericks, J. A., Blumenfeld, P. C. & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. Review of Educational Research, 74, 59-109.

Linnakylä, P. & Malin, A. (2008). Finnish Students' School Engagement Profiles in the Light of PISA 2003, Scandinavian Journal of Educational Research, 52: 6, 583-602.

Palmer, J. A. (1999). Research Matters: a call for the application of empirical evidence to the task of improving the quality and impact of environmental education. Cambridge Journal of Education, 29(3), 379-395.

Γνώσεις, απόψεις και αντιλήψεις εκπαιδευτικών σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον και την περιβαλλοντική εκπαίδευση

Τζαμπερής Νεζάμ[1], Βασίλης Παπαβασιλείου[2]
[1]*Υπ. Διδάκτορας Πανεπιστημίου Αιγαίου, email: tzaberis@rhodes.aegean.gr*
[2]*Διδάσκων Πανεπιστημίου Αιγαίου, email: vpapavasileiou@rhodes.aegean.gr*

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση των γνώσεων, απόψεων και αντιλήψεων των εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Ρόδου, με απώτερο στόχο τη συγκριτική μελέτη ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς των θεωρητικών και θετικών κατευθύνσεων. Από την έρευνα αναδεικνύεται ότι οι γενικές περιβαλλοντικές γνώσεις του συνόλου του δείγματος κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα. Στα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα οι εκπαιδευτικοί της θετικής κατεύθυνσης παρουσιάζονται περισσότερο ενημερωμένοι σε σχέση με τους εκπαιδευτικούς της θεωρητικής, ενώ παρατηρείται σημαντική έλλειψη γνώσης και επαρκούς ενημέρωσης γύρω από τα τοπικά περιβαλλοντικά ζητήματα. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται επίσης ότι και οι δύο υπό έρευνα ομάδες έχουν σε μεγάλο βαθμό κοινές αντιλήψεις για τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Αξιοσημείωτο είναι, όμως, το γεγονός ότι παρά τις δηλώσεις υπέρ της θετικής επίδρασης των προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, και παρά τη διαφαινόμενη ευαισθητοποίηση των εκπαιδευτικών της θεωρητικής κατεύθυνσης, ένα μεγάλο ποσοστό και των δύο ειδικοτήτων, αλλά κυρίως της θετικής, δεν έχει υλοποιήσει πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Λέξεις-κλειδιά: Περιβαλλοντικά ζητήματα, γνώσεις, απόψεις, αντιλήψεις, αειφορία.

Abstract

Aim of this study is the investigation of environmental knowledge, opinions and perceptions of secondary education teachers of Rhodes, with final objective the comparative study between teachers of social and physical sciences. The research shows that the general environmental knowledge of the sample reaches high levels. On international environmental problems the teachers of physical sciences seem more informed in relation to the teachers of social sciences, while an important lack of knowledge and sufficient information about local environmental issues is observed. It is found also that the two groups have common perceptions regarding environmental issues. It is noticeable, however, that despite statements favorable about the influence of environmental programmes, and despite the appearing sensitivity of the social sciences teachers, an important percent of both groups, although larger for the physical sciences, has not undertaken any environmental education programme.

***Keywords*:** Environmental issues, knowledge, opinions, perceptions, sustainability.

Εισαγωγή

Σε μια εποχή που οι άνθρωποι απολαμβάνουν τους πολύχρωμους σχηματισμούς των πυροτεχνημάτων της οικονομικής ανάπτυξης και της τεχνολογίας, βιώνει το σύνολο της ανθρωπότητας τις δυσμενείς επιπτώσεις των δυσλειτουργιών και διαταραχών που έχουν υποστεί τα διάφορα «συστήματα υποστήριξης της ζωής». Οι απειλές για το περιβάλλον και την κοινωνία προέρχονται από τον ίδιο τον άνθρωπο και τις εφαρμογές των επιτευγμάτων του, οφείλονται σε μακροχρόνιες συνήθειές του (Κατσίκης 2009, Ξανθάκου 2007: 11-12),

επηρεάζουν την ποιότητα της ζωής και δημιουργούν κοινωνικές ανισότητες (Γεωργόπουλος 2006: 327). Η επικρατούσα πορεία δεν φαίνεται να αντιπροσωπεύει τα υποσχόμενα και έτσι, επιζητείται ένας ιδανικός κόσμος, όπου οι ανθρώπινες κοινωνίες θα λειτουργούν συλλογικά και υπεύθυνα με αλληλεγγύη και κοινωνική και οικολογική δικαιοσύνη (Φλογαΐτη 2009). Για να προσεγγιστεί, όμως, απαιτείται αλλαγή του τρόπου ζωής και αναδιαμόρφωση της συμπεριφοράς με έμφαση στη δημιουργία ενός αξιολογικού κώδικα που να διασφαλίζει το ενδιαφέρον για όλες τις μορφές ζωής και να δημιουργεί περιβαλλοντικό ήθος (Καΐλα κ.ά. 2005: 11). Στην κατανόηση αυτού του στόχου συνδράμει η εκπαίδευση, παρέχοντας στον άνθρωπο τη δυνατότητα πρόσβασης στη γνώση για να αντιλαμβάνεται και να γνωρίζει πληρέστερα τον εαυτό του και τον κόσμο (UNESCO 1999: 15-18). Η γνώση και η πληροφορία καταδεικνύονται ως σημαντική επένδυση και πηγή πλούτου για τον άνθρωπο, ιδιαίτερα λόγω της ποιοτικής επίδρασής τους (Drucker 1996: 239-249), στη διαμόρφωση συμπεριφορών βασισμένων στην αξιοπιστία, την ειλικρίνεια και την ευθύτητα, στοιχεία που αποτελούν θεμέλια της ανάπτυξης, της σταθερότητας και της βιωσιμότητας (Τζαμπερής 2008). Η αληθινή εκπαίδευση απελευθερώνει δυνατότητες, αναπτύσσει την ικανότητα αναλυτικής σκέψης, την εμπιστοσύνη, τη θέληση, τις πρακτικές για επίτευξη στόχων και ενσταλάζει το όραμα που θα επιτρέψει στα άτομα να γίνουν από μόνα τους παράγοντες αλλαγής, υπηρετώντας τα συμφέροντα της κοινωνίας (BIC 1990). Σε αυτό το πλαίσιο η εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία, ως η πλέον ασφαλής και δημοκρατική στρατηγική (Καλαϊτζίδης 2007), μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά στην εδραίωση της νέας ηθικής αντίληψης και φιλοσοφίας για τη ζωή (Τζαμπερής 2010), δίνοντας την ευκαιρία στα άτομα να ευαισθητοποιηθούν στα προβλήματα και να διαμορφώσουν περιβαλλοντική κουλτούρα, η οποία μεταφράζεται σε προστιθέμενη αξία περιβαλλοντικής γνώσης, κριτικής και δημιουργικής σκέψης και δεξιοτήτων για τη διερεύνηση, ανάλυση και αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών ζητημάτων μέσα από μια ολιστική οπτική (Λέκκας & Κολοκυθάς 2009).

Οι Brown & Kluwe (1987: 65-116) υποστηρίζουν ότι η απόκτηση της γνώσης γίνεται με τις εμπειρίες του ατόμου, την εκπαίδευσή του και τις συμπεριφορές τις οποίες αποκτά που πρέπει, όμως, να βρίσκονται υπό έλεγχο και συνεχή προσοχή, ώστε να επιτυγχάνεται η εσωτερίκευση της γνώσης. Ο Bruner (1966: 153) αντίστοιχα, υποστηρίζει ότι η γνώση σχετίζεται με το υποκείμενο της μάθησης που δομεί τις βασικές έννοιες και αρχές στις οποίες το άτομο δίνει έμφαση, και ανατροφοδοτείται από τις ενέργειες του. Κοινός τόπος σε όλες τις θεωρητικές προσεγγίσεις είναι ότι οι γνώσεις δεν είναι στατικές, αλλά μεταβάλλονται, άλλοτε ως αποτέλεσμα κάποιου ερεθίσματος, άλλοτε ως αποτέλεσμα βιολογικής ωρίμανσης και άλλοτε ως αποτέλεσμα κοινωνικών και πολιτισμικών αλλαγών (Gredler & Shields 2003: 177-187, Tryphon & Vonéche 1996: 54, Crawford 1994: 6, Cobb et al. 1990: 125-127).

Έτσι, η μάθηση φαίνεται να αποτελεί έννοια - κλειδί για την ανάπτυξή του ανθρώπου (Hasan 1996: 33) και είναι καθοριστική, ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει τόσο τις αλλαγές της εποχής όσο και της ύπαρξής του (Eurydice 2000: 9). Κατά συνέπεια, μέσα από την απόκτηση γνώσεων μπορούν να κατανοηθούν τα προβλήματα του περιβάλλοντος και να επινοηθούν λύσεις που να οδηγούν στην αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής κρίσης. Στην περιβαλλοντική εκπαίδευση η γνώση θεωρείται μοχλός διαμόρφωσης της αντίληψης για περιβαλλοντική δράση από το άτομο. Το πώς, όμως, ένα άτομο αποκτά γνώση, διερευνάται από την γνωστική ψυχολογία, η οποία προσπαθεί να ερμηνεύσει τα φαινόμενα της αντίληψης και των διανοητικών διεργασιών υποστηρίζοντας ότι έτσι μπορεί να εξηγηθεί η ανθρώπινη συμπεριφορά. Εξετάζονται ερωτήματα λειτουργίας της μνήμης, προσοχής, αντίληψης, αναπαράστασης της γνώσης, σκέψης, δημιουργικότητας και επίλυσης προβλημάτων. Η αντίληψη είναι μια νοητική ενέργεια που προκύπτει από τη διάκριση, διαμόρφωση και επαναδόμηση του κόσμου και των ετερόκλιτων στοιχείων που τον απαρτίζουν (Καΐλα & Θεοδωροπούλου 1997: 172) και αποτελεί το πρώτο στάδιο για τη μάθηση και τη γνώση (Πόρποδας 1993: 97).

Μελετώντας την αντίληψη εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο ερμηνεύονται και κατανοούνται οι πληροφορίες που προσλαμβάνονται μέσω των αισθήσεων. Είναι κοινή διαπίστωση ότι οι αντιλήψεις επηρεάζουν τις στάσεις και ότι οι στάσεις διαμορφώνουν τις πρακτικές των ατόμων. Έτσι, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η διερεύνηση των γνώσεων και η μελέτη των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τα περιβαλλοντικά ζητήματα, ώστε να ανιχνευτούν οι πρακτικές που υιοθετούν ή επιλέγουν να εφαρμόσουν, προκειμένου να καλλιεργήσουν τα κίνητρα στους μαθητές για ένα βιώσιμο μέλλον. Εξάλλου από τις γνώσεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η αποτελεσματικότητα της προσέγγισης των περιβαλλοντικών θεμάτων (UNEP 2000).

Η σπουδαιότητα της συμβολής του εκπαιδευτικού στην διαδικασία προόδου των μαθητών και η αποτελεσματικότητα του σχολείου υποστηρίζεται από πολλούς ερευνητές (Kyriakides et al. 2002: 291-292, Muijs & Reynolds 2000), καθώς και η σημασία της διδακτικής συμπεριφοράς στη μαθητική επιτυχία είναι αδιαμφισβήτητη (Ellett & Teddlie 2003). Μολονότι, ο εκπαιδευτικός αποτελεί βασική συνιστώσα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ελάχιστες έρευνες έχουν επιχειρήσει να διερευνήσουν τις γνώσεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η πρωτοτυπία της έρευνας έγκειται αφενός στον ελάχιστο αριθμό αντίστοιχων ερευνών, κυρίως στον ελλαδικό χώρο, και αφετέρου στο γεγονός ότι τα δεδομένα συνεχώς μεταβάλλονται και οι συνθήκες επιβάλλουν τη συνεχή διερεύνηση των θεμάτων που αφορούν στην εκπαίδευση και στον εκπαιδευτικό.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των γνώσεων απόψεων και αντιλήψεων των εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Ρόδου στα περιβαλλοντικά ζητήματα και η συγκριτική μελέτη μεταξύ των εκπαιδευτικών θεωρητικών και θετικών επιστημών. Τα ερεθίσματα προέρχονται από την προσέγγιση που υιοθετεί η περιβαλλοντική εκπαίδευση για αλλαγή συμπεριφοράς προς μια φιλοπεριβαλλοντική κατεύθυνση, όπου χρειάζεται, πρωτίστως, να καταγραφεί η υπάρχουσα κατάσταση, δηλαδή να διερευνηθούν οι γνώσεις, οι απόψεις και οι αντιλήψεις του υπό έρευνα πληθυσμού σε σχέση με τα περιβαλλοντικά προβλήματα και κατ' επέκταση, ειδικά στην περίπτωση των εκπαιδευτικών, σε σχέση με την ανάγκη για ενίσχυση των εργαλείων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Στο πλαίσιο αυτής της αναγκαιότητας κινείται η παρούσα εργασία, εφόσον είναι γνωστό ότι η ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής διάστασης στην εκπαίδευση πρέπει να στηρίζεται σε ερευνητικά δεδομένα.

Μεθοδολογία έρευνας

Ο ρόλος των εκπαιδευτικών ολοένα και μεταβάλλεται αποκτώντας ιδιαίτερη βαρύτητα, καθώς οι εκπαιδευτικοί είναι οι βασικοί πρωταγωνιστές στη μετάδοση γνώσεων, ανάπτυξη ικανοτήτων, δεξιοτήτων, αλλά και καλλιέργεια αξιών μέσα από τις οποίες οι μαθητές θα καταστούν αυριανοί ενεργοί πολίτες με κριτική σκέψη και ικανοί στη λήψη αποφάσεων.

Ως πληθυσμός αναφοράς της έρευνας θεωρήθηκε το σύνολο των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που υπηρετούν στα λύκεια της πόλης της Ρόδου. Το δείγμα συγκροτήθηκε με την απογραφική μέθοδο, όπου έγινε εξέταση του συνόλου των ατόμων της ομάδας και όχι επιλογή μεμονωμένων υποκειμένων (Javeau 2000: 81, Βάμβουκας 2002: 64). Ως προσφορότερο εργαλείο, επιλέχθηκε το ερωτηματολόγιο, το οποίο αποτελεί το κατεξοχήν μέσο συλλογής δεδομένων στις κοινωνικές επιστήμες (Παπαναστασίου 1996). Διανεμήθηκε πιλοτικά για να διαπιστωθούν τυχόν αδυναμίες, ελλείψεις, ασάφειες (Βάμβουκας 2002: 262), να αποφευχθούν μετέπειτα δυσκολίες, να εξασφαλισθεί η αξιοπιστία και η εγκυρότητα για το ερευνητικό εργαλείο (Κυριαζή 1999: 143). Το τελικό ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε κατά το διάστημα 5 έως 25 Μαΐου 2009 σε 180 άτομα, ενώ, συγκεντρώθηκαν 102, που αποτελεί και το σύνολο των εκπαιδευτικών που συμμετέχουν στην έρευνα, από τους οποίους 49 θεωρητικής και 53 θετικής κατεύθυνσης. Οι εκπαιδευτικοί της τεχνολογικής κατεύθυνσης, λόγω του μικρού αριθμού τους, συνυπολογίστηκαν στην κατηγορία της θετικής. Οι θεματικοί

άξονες στους οποίους κινήθηκαν οι ερωτήσεις αφορούν στα τοπικά προβλήματα, στα παγκόσμια και σε γενικά περιβαλλοντικά θέματα. Με βάση τους στόχους της έρευνας, στους οποίους εστιάστηκε η ανάλυση των αποτελεσμάτων, διατυπώθηκαν συνοπτικά τα εξής διερευνητικά ερωτήματα: Διαφοροποιούνται οι περιβαλλοντικές γνώσεις ανάλογα με τις πηγές απόκτησής τους μεταξύ των εκπαιδευτικών θεωρητικών και θετικών επιστημών; Διαφοροποιούνται οι γενικές περιβαλλοντικές γνώσεις των ανδρών και γυναικών, των θεωρητικών και θετικών επιστημών, σε τοπικό επίπεδο ή παγκόσμιο; Διαφοροποιούνται οι αντιλήψεις και οι απόψεις των εκπαιδευτικών θεωρητικών και θετικών επιστημών σχετικά με τη σημαντικότητα των περιβαλλοντικών προβλημάτων, ως προς το ενδιαφέρον τους για πραγματοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και για την αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης;

Αποτελέσματα

Τα ευρήματα από την επεξεργασία των δεδομένων παρουσιάζονται σε πίνακες διπλής εισόδου, έτσι ώστε να φαίνεται η κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών κάθε απάντησης, τόσο ανά κατεύθυνση, όσο και συνολικά. Οι εκπαιδευτικοί που συμμετέχουν στην έρευνα, ως προς το φύλο, κατά πλειοψηφία, είναι γυναίκες, με ποσοστό 52,9% και 47,1% άνδρες. Ως προς το γνωστικό αντικείμενο σπουδών, οι εκπαιδευτικοί της θεωρητικής κατεύθυνσης συμμετέχουν με ποσοστό 48%, ενώ της θετικής με ποσοστό 52%. Σε ό,τι αφορά τα έτη υπηρεσίας, συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό (37,2%) οι εκπαιδευτικοί με 6-15 έτη, ακολουθούν με σχετικά μικρή διαφορά (ποσοστό 32,4%) με 1-5. Παρατηρείται ότι στο σύνολο του δείγματος το ποσοστό των ατόμων με δίπλωμα μεταπτυχιακών σπουδών ανέρχεται σε 21,6%. Το μεγαλύτερο ποσοστό (74,5%) δεν έχει παρακολουθήσει περιβαλλοντικά συνέδρια, ημερίδες ή σεμινάρια. Επίσης, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών θεωρητικής κατεύθυνσης πιστεύει ότι οι σπουδές της ειδικότητάς τους δεν παρέχουν το επαρκές υπόβαθρο για την προσέγγιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, με συχνότητα 27 και ποσοστό 55,1%. Ενώ η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών της θετικής, αντιθέτως, απαντούν καταφατικά με συχνότητα 36 και ποσοστό 67,9%. Σε ό,τι αφορά την υλοποίηση προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, παρατηρείται ότι, τόσο της θεωρητικής όσο και της θετικής απαντούν αρνητικά, με συχνότητες 35 και 44, και ποσοστά 71,4% και 83% αντίστοιχα.

Σχετικά με το βαθμό απόκτησης γνώσεων για τα περιβαλλοντικά ζητήματα από διάφορες πηγές (Πίνακας 1), διαπιστώνεται ότι, γενικά για όλες τις πηγές εκτός από τις εφημερίδες-περιοδικά (ποσοστό 7,8%), ένα μεγάλο μέρος του δείγματος θεωρεί ότι του έχουν προσφέρει σημαντική ενημέρωση. Ειδικότερα, το διαδίκτυο, με ποσοστό 30,2%, αποτελεί την κυριότερη πηγή για τους εκπαιδευτικούς της θετικής κατεύθυνσης, ενώ για τους εκπαιδευτικούς της θεωρητικής τα επιστημονικά βιβλία, με ποσοστό 26,5%.

Πίνακας 1: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις πηγές περιβαλλοντικών γνώσεων

Πηγές	**Θεωρητικής**		**Θετικής**		**Συνολικά**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Εφημερίδες-περιοδικά	6	12,2	2	3,8	8	7,8
TV-ραδιόφωνο	9	18,4	8	15,1	17	16,7
Επιστημονικά περιοδικά	12	24,5	12	22,6	24	23,5
Επιστημονικά βιβλία	13	26,5	15	28,3	28	27,5
Διαδίκτυο	9	18,4	16	30,2	25	24,5

Τα στατιστικά δεδομένα που προέκυψαν από την ερώτηση «στην περίπτωση που οι αποικοδομητές για κάποιο λόγο εξαφανιστούν από ένα οικοσύστημα, τότε η ισορροπία του διαταράσσεται και καταρρέει» φανερώνουν ότι η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών της

θεωρητικής, αλλά και της θετικής κατεύθυνσης απαντούν καταφατικά σε ποσοστά 53,1% και 81,1% αντίστοιχα. Αρνητικά απαντά ένα ποσοστό 23,6% που αντιστοιχεί, κυρίως, σε καθηγητές της θεωρητικής κατεύθυνσης. Από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στην ερώτηση που αφορά στην εμπλοκή και των τριών διαστάσεων του περιβάλλοντος κατά τη διαπραγμάτευση ενός περιβαλλοντικού ζητήματος, παρατηρείται ότι η συντριπτική πλειοψηφία απαντά θετικά με ποσοστά 81,6% και 90,6% αντίστοιχα. Στην ερώτηση που αφορά στην ολιστική προσέγγιση του περιβάλλοντος κατά τη διαπραγμάτευση ενός περιβαλλοντικού ζητήματος και αποσκοπεί στην διερεύνηση των γενικών γνώσεων και της κατανόησης των εννοιών, παρατηρείται ότι η συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών, τόσο της θεωρητικής όσο και της θετικής κατεύθυνσης, προσεγγίζουν το θέμα σωστά με ποσοστά 81,6% και 90,6% αντίστοιχα. Σε ό,τι αφορά την κατανόηση των εννοιών σε παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα, όπου αναφέρεται ότι η όξινη βροχή οφείλεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, διαπιστώνεται ότι οι εκπαιδευτικοί της θεωρητικής κατεύθυνσης με ποσοστό 42,9% και της θετικής με ποσοστό 24,5% συμφωνούν με τη σχετική δήλωση, ενώ το ποσοστό που δηλώνει διαφωνία είναι 44,9% και 69,8% αντίστοιχα. Στο σύνολο του δείγματος οι καταφατικές απαντήσεις είναι λιγότερες με ποσοστό 33,3% ενώ οι αρνητικές συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό 57,9%.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 2, που ερευνά τις γνώσεις σχετικά με τη σύνδεση της τρύπας του όζοντος με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης, το 49% των εκπαιδευτικών της θεωρητικής κατεύθυνσης απαντούν λανθασμένα καταφατικά ότι υπάρχει άμεση σύνδεση, ενώ το 52,8% της θετικής απαντούν σωστά αρνητικά. Στο σύνολο του δείγματος, παρατηρείται ότι οι απαντήσεις είναι ακριβώς ισομοιρασμένες με ποσοστά 46,1% αντίστοιχα. Μικρά ποσοστά και από τις δύο ομάδες του δείγματος, 12,2% της θεωρητικής και 3,8% της θετικής, δηλώνουν ότι δεν γνωρίζουν ή δεν ανταποκρίνονται στην ερώτηση.

Πίνακας 2: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με την τρύπα του όζοντος

Κατεύθυνση γνωστικού αντικειμένου	**ΝΑΙ**		**ΟΧΙ**		**Δ/Γνωρ.**		**Συνολικά**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Θεωρητικής	24	49,0	19	38,8	6	12,2	49	100,0
Θετικής	23	43,4	28	52,8	2	3,8	53	100,0
Συνολικά	**47**	**46,1**	**47**	**46,1**	**8**	**7,8**	**102**	**100,0**

Στην ερώτηση που αφορά στο τοπικό περιβαλλοντικό πρόβλημα που αναγνωρίζουν ως κύριο, ανάμεσα στις πέντε προτεινόμενες -θαλάσσια ρύπανση, έλλειψη πρασίνου, ηχορύπανση, σκουπίδια, κυκλοφοριακό- προκύπτει ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί της θεωρητικής κατεύθυνσης δηλώνουν το κυκλοφοριακό, ενώ της θετικής, τα σκουπίδια με ποσοστά 79,6% και 75,5% αντίστοιχα. Από τις απαντήσεις στην ερώτηση σχετικά με τους κοινωνικούς παράγοντες που μπορούν να συμβάλουν, κυρίως, στη δημιουργία περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης παρατηρείται ότι ανάμεσα στις προτεινόμενες -σπουδές, οικογένεια και φίλοι, μέσα μαζικής ενημέρωσης, τοπικές αρχές, εκκλησιαστικές αρχές, ΚΠΕ και μη-κυβερνητικές οργανώσεις- και οι δύο ομάδες συνολικά δηλώνουν ως κύριους κοινωνικούς παράγοντες την οικογένεια και τους φίλους, καθώς και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης με ίσες συχνότητες και ποσοστά ατόμων 57 και 55,9% αντίστοιχα.

Πίνακας 3: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τους κυρίως υπεύθυνους για τα περιβαλλοντικά προβλήματα

Κύριοι υπεύθυνοι για τα περιβαλλοντικά προβλήματα	**Θεωρητικής**			**Θετικής**			**Συνολικά**		
	N	**% Απ.**	**% Ατ.**	**N**	**% Απ.**	**% Ατ.**	**N**	**% Απ.**	**% Ατ.**
Πολιτικοί	16	19,5	32,7	22	26,5	41,5	38	23,0	37,3
Κρατικός μηχανισμός	12	14,6	24,5	15	18,1	28,3	27	16,4	26,5
Εκπαιδευτικό σύστημα	16	19,5	32,7	9	10,8	17,0	25	15,2	24,5
Επιχειρηματίες	4	4,9	8,2	4	4,8	7,5	8	4,8	7,8
Εμείς οι πολίτες	33	40,2	67,3	31	37,3	58,5	64	38,8	62,7
Άλλο. Ποιο;	1	1,2	2,0	2	2,4	3,8	3	1,8	2,9
Σύνολο	**82**	**100,0**	**167,3**	**83**	**100,0**	**156,6**	**165**	**100,0**	**161,8**

Από τα στατιστικά δεδομένα του Πίνακα 3 προκύπτει ότι η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών του δείγματος θεωρεί ότι εμείς οι πολίτες ευθυνόμαστε για τα περιβαλλοντικά προβλήματα στη χώρα μας. Τα ποσοστά απαντήσεων για τους εκπαιδευτικούς θεωρητικής είναι 40,2% και για της θετικής 37,3%, ενώ τα ποσοστά ατόμων είναι 67,3% και 58,5% αντίστοιχα. Παρατηρείται, επίσης, ότι ως δεύτερη επιλογή ένα ποσοστό 32,7% των ατόμων για τους εκπαιδευτικούς της θεωρητικής δηλώνει με ίσα ποσοστά τους πολιτικούς και το εκπαιδευτικό σύστημα, ενώ οι εκπαιδευτικοί της θετικής κατεύθυνσης επιλέγουν με 41,5% τους πολιτικούς.

Όσον αφορά στο ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών για την υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, διαπιστώνεται ότι και οι δύο ομάδες θεωρούν ότι υπάρχει μέτριο ενδιαφέρον, με συνολική συχνότητα 34 και ποσοστό 33,3%. Σχετικά με την αντίληψή τους για το αν τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, τόσο οι εκπαιδευτικοί της θεωρητικής, όσο και της θετικής κατεύθυνσης απαντούν θετικά με συνολική συχνότητα 49 και ποσοστό 48%.

Συζήτηση - συμπεράσματα

Στην προσπάθεια περιγραφής και αποτίμησης του επιπέδου των γνώσεων των εκπαιδευτικών, όσον αφορά στις γενικές περιβαλλοντικές γνώσεις, το σύνολο του δείγματος κυμαίνεται σε υψηλό επίπεδο, με τους εκπαιδευτικούς της θετικής κατεύθυνσης να συγκεντρώνουν μεγαλύτερα ποσοστά και με βασικές πηγές απόκτησης γνώσεων τα επιστημονικά βιβλία και το διαδίκτυο. Η διαφοροποίηση αυτή πιθανόν οφείλεται στη μεγαλύτερη εξοικείωση που έχουν συνήθως με το διαδίκτυο οι εκπαιδευτικοί των θετικών επιστημών. Στα παγκόσμια προβλήματα, οι εκπαιδευτικοί της θετικής κατεύθυνσης, παρουσιάζονται, επίσης, περισσότερο ενημερωμένοι, ίσως λόγω του γεγονότος ότι οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου άπτονται περισσότερο του δικού τους γνωστικού αντικειμένου. Στις ερωτήσεις που αφορούν στη σύνδεση της τρύπας του όζοντος με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης και στη σχέση του φαινομένου του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής, οι εκπαιδευτικοί της θετικής στην πλειοψηφία τους προσεγγίζουν σωστά, σε αντίθεση με της θεωρητικής κατεύθυνσης. Τη λανθασμένη διασύνδεση αυτών των εννοιών καταγράφουν και άλλες έρευνες (Papadimitriou 2001, Δημητρίου 2001) και ενδέχεται να υποδεικνύει ένα έλλειμμα στη γνώση και την αντίληψη των βαθύτερων αιτίων της περιβαλλοντικής κρίσης. Όσον αφορά στα τοπικά περιβαλλοντικά ζητήματα, παρατηρείται σημαντική έλλειψη γνώσης και επαρκούς ενημέρωσης. Αυτό συνιστά, ίσως, μια ένδειξη ότι οι τοπικές πηγές και μέσα ενημέρωσης και πληροφόρησης δεν φαίνεται να εκπληρώνουν αποτελεσματικά το ρόλο τους. Η αιτιολογία, βέβαια, δεν είναι προφανής και θα πρέπει να αναζητηθεί βαθύτερα, πιθανότατα προς την κατεύθυνση του κοινωνικού συστήματος αξιών πάνω στο οποίο στηρίζεται το πλαίσιο όπου δρα ο άνθρωπος σήμερα. Σχετικά με τις γνώσεις

του δείγματος κατά φύλο, διαπιστώνεται ότι οι γυναίκες παρουσιάζουν υψηλότερο βαθμό περιβαλλοντικής γνώσης έναντι των ανδρών.

Τα αποτελέσματα της έρευνας φανερώνουν ότι οι εκπαιδευτικοί και των δύο κατευθύνσεων έχουν σε μεγάλο βαθμό κοινές αντιλήψεις και απόψεις για τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Η διαφοροποίησή τους περιορίζεται στην ιεράρχηση της σημαντικότητας ορισμένων προβλημάτων και στην αξιολόγηση του απαραίτητου υποβάθρου, που παρέχουν οι πανεπιστημιακές σπουδές στους εκπαιδευτικούς για να προσεγγίσουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Όσον αφορά στα εφόδια από τις σπουδές της ειδικότητάς τους, παρατηρείται αντίθεση. Η απόκλιση αυτή πιθανότατα οφείλεται στα γνωστικά αντικείμενα, όπως η οικολογία, ή η βιολογία, που εμπεριέχονται στα προγράμματα σπουδών των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών, οι οποίοι δηλώνουν καταφατικά. Σχετικά με την εμπλοκή και των τριών διαστάσεων του περιβάλλοντος κατά τη διαπραγμάτευση ενός περιβαλλοντικού ζητήματος, η συντριπτική πλειοψηφία του δείγματος, δηλώνει σωστά ότι ένα περιβαλλοντικό ζήτημα θα έπρεπε να προσεγγίζεται ολιστικά. Αναφορικά με τους κοινωνικούς παράγοντες, οι οποίοι μπορούν να συμβάλουν, κυρίως, στη δημιουργία περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και οι δύο ομάδες δηλώνουν ως κύριους κοινωνικούς παράγοντες την οικογένεια και τους φίλους, καθώς και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Εμείς οι πολίτες ευθυνόμαστε, κυρίως, για τα περιβαλλοντικά προβλήματα στη χώρα μας, συμφωνούν και οι δύο ομάδες. Η απάντηση αυτή υποδεικνύει ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν επίγνωση της ατομικής ευθύνης. Αξιοσημείωτο είναι ότι ένα μεγάλο ποσοστό των εκπαιδευτικών -και των δύο κατευθύνσεων, αλλά κυρίως της θετικής- δεν έχει υλοποιήσει πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, μολονότι δηλώνει ότι τα προγράμματα αυτά μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Πιθανά αίτια μπορεί να είναι η ελλιπής κατάρτιση των εκπαιδευτικών, η έλλειψη κινήτρων, οι ανεπαρκείς οικονομικοί πόροι, η έλλειψη ενδιαφέροντος. Το γεγονός ότι, κυρίως, οι εκπαιδευτικοί της θετικής δεν έχουν υλοποιήσει πρόγραμμα περιβαλλοντικής, ενώ αυτή η ειδικότητα, δηλώνει ότι έχει την καλύτερη κατάρτιση σε αυτά τα θέματα, ίσως, υποδηλώνει μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση από την πλευρά των εκπαιδευτικών της θεωρητικής. Το θέμα αυτό θα είχε ενδιαφέρον να διερευνηθεί περαιτέρω. Τέλος, σχετικά με το αν ενδιαφέρονται οι εκπαιδευτικοί για την υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, διαπιστώνεται ότι και οι δύο ειδικότητες θεωρούν ότι υπάρχει μέτριο ενδιαφέρον. Ειδικότερα, από τη διαβάθμιση των απαντήσεων της θεωρητικής κατεύθυνσης, όμως, δηλώνεται μεγαλύτερο ενδιαφέρον, το οποίο ενισχύει την πιθανότητα που εντοπίζεται οι εκπαιδευτικοί της θεωρητικής κατεύθυνσης να είναι περισσότερο ευαισθητοποιημένοι στα περιβαλλοντικά ζητήματα.

Η εργασία αυτή ευελπιστούμε να συμβάλει στον εμπλουτισμό και την ενίσχυση των εργαλείων της ΠΕ και ειδικότερα την αποτελεσματικότερη εφαρμογή περιβαλλοντικών προγραμμάτων με γνώμονα ότι η πρόοδος μπορεί να επιτευχθεί μέσα από μια συνολική προσπάθεια με συγκεκριμένους στόχους και ερευνητικά δεδομένα.

Βιβλιογραφία

Βάμβουκας, Μ. (2002). Εισαγωγή στην ψυχοπαιδαγωγική έρευνα & μεθοδολογία. Αθήνα: Γρηγόρης.

Γεωργόπουλος, Α. (2006). Γη. Ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης. Αθήνα: Gutenberg.

Δημητρίου, Α. (2001). Μοντέλα σκέψης πολιτών για το στρώμα του όζοντος. Θέματα στην εκπαίδευση/ Themes in Education, 2(2-3), 285-311.

Καΐλα, Μ. & Θεοδωροπούλου, Ε. (1997). Ο εκπαιδευτικός. Αθήνα. Ελληνικά Γράμματα.

Καΐλα, Μ., Θεοδωροπούλου, Ε., Δημητρίου, Δ., Ξανθάκου, Γ. & Αναστασάτος, Ν. (2005). Περιβαλλοντική εκπαίδευση. Ερευνητικά δεδομένα και εκπαιδευτικός σχεδιασμός. Αθήνα: Ατραπός.

Καλαϊτζίδης, Δ. (2007). Η αναγκαιότητα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Ανάσυρση στις 10/2/2008, εφημερίδα Ελευθεροτυπία http://www.enet.gr/online/online_fpage _text/id=2038920.

Κατσίκης, Α. (2009). Αξιοποίηση ανακυκλώσιμων υλικών και περιβαλλοντική εκπαίδευση. Ή πώς η ευρηματικότητα της τέχνης συναντά τη σοφία της Φύσης. 1ο πανελλήνιο διεπιστημονικό συνέδριο τέχνης και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης «Η Τέχνη ως εργαλείο εκπαίδευσης για το περιβάλλον. Παιδαγωγικές/Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για το Δάσος/Δέντρο & την Ανακύκλωση» (σσ. 131-134), Αθήνα, 29-31 Μαΐου 2009.

Κυριαζή, Ν. (1999). Η Κοινωνιολογική έρευνα. Κριτική επισκόπηση των μεθόδων και των τεχνικών. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Λέκκας, Θ. & Κολοκυθάς, Γ. (2009). Η εξέλιξη των σχολικών προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. 1ο πανελλήνιο διεπιστημονικό συνέδριο τέχνης και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης «Η Τέχνη ως εργαλείο εκπαίδευσης για το περιβάλλον. Παιδαγωγικές/Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για το Δάσος/Δέντρο & την Ανακύκλωση» (σσ. 131-134), Αθήνα, 29-31 Μαΐου 2009.

Ξανθάκου, Γ. (2007). Σχεδιάζοντας μια φανταστική οικογένεια. Αθήνα: Ατραπός.

Παπαναστασίου, Κ. (1996). Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας. Λευκωσία.

Πόρποδας, Κ. (1993). Γνωστική ψυχολογία: η διαδικασία της μάθησης. Τομ. Α. Αθήνα: του ιδίου.

Τζαμπερής, Ν. (2008). Η ηθική εκπαίδευση στη βιώσιμη ανάπτυξη, μοχλός εξάλειψης της ανισότητας, της φτώχειας και του κοινωνικού αποκλεισμού. 4ο συνέδριο ΠΕΕΚΠΕ «Προς την αειφόρο ανάπτυξη. Φυσικοί πόροι, κοινωνία, περιβαλλοντική εκπαίδευση». Ναύπλιο, 12-14 Δεκεμβρίου 2008.

Τζαμπερής, Ν. (2010). Τεχνικές και εφαρμογές για ένα αειφόρο σχολείο: το παράδειγμα των εκπαιδευτηρίων «Ροδίων Παιδεία». 4ο Πανελλήνιο συμπόσιο Ελληνικής Εταιρείας Περιβάλλοντος και Πολιτισμού «Το αειφόρο σχολείο του παρόντος και του μέλλοντος». Αθήνα, 22-24 Ιανουαρίου 2010.

Φλογαΐτη, Ε. (2009). Διερευνώντας εμπειρικά μία γόνιμη σχέση: Περιβαλλοντική εκπαίδευση και τέχνη. 1ο πανελλήνιο διεπιστημονικό συνέδριο τέχνης και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης «Η Τέχνη ως εργαλείο εκπαίδευσης για το περιβάλλον. Παιδαγωγικές/Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για το Δάσος/Δέντρο & την Ανακύκλωση» (σσ. 131-134), Αθήνα, 29-31 Μαΐου 2009.

BIC-Bahai International Community (1990). The Teacher's Situation: The Determining Factor of a Quality Education for All. United Nations World Conference on Education for All by the Year 2000, Jomtien, Thailand, 5-9 March 1990. Ανάσυρση στις 25 Ιουνίου 2010 από http://statements.bahai.org/90-0308.htm.

Brown, A. & Kluwe, R.H. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other mysterious mechanisms. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Eds.), Metacognition, motivation and understanding (pp. 65-116). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Bruner, J. (1966). Studies in cognitive growth. New York: Willey.

Cobb, P., Wood, T. & Yackel, E. (1990). Classrooms as learning environments for teachers and researchers. Journal for Research in Mathematics Education, 4, 4, 125 - 146.

Crawford, K. (1994). Vygotsky in school: the implications of Vygotskian approaches to activity, learning and development. Αδημοσίευτη ομιλία στο First International Conference "L.S. Vygotsky and School", Moscow 1994.

Drucker, F.P. (1996). Μετακαπιταλιστική κοινωνία. Gutenberg: Αθήνα.

Ellett, C.D. & Teddlie, C. (2003). Teacher evaluation, teacher effectiveness and school effectiveness. Journal of Personnel Evaluation in Education, 17 1, 101-28.

Eurydice (2000). Lifelong Learning: the contribution of education systems in the Member States of the European Union. Results of the Eurydice Survey. EU: Brussels.

Gredler, M., & Shields, C. (2003). Several bridges too far: A commentary on Richard S. Prawat's "Dewey meets the 'Mozart of Psychology' in Moscow: The untold story." American Educational Research Journal, 40, 177–187.

Hasan, A. (1996). Lifelong Learning. Στο A. C. Tuijnman, International Encyclopedia of Adult Education and Training. Paris: Pergamon.

Javeau, C. (2000). Η έρευνα με ερωτηματολόγιο-Το εγχειρίδιο του καλού ερευνητή. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Kyriakides, L., Campbell, J. & Christofidou, E. (2002). Generating criteria for measuring teacher effectiveness through a self-evaluating approach: a complementary way of measuring teacher effectiveness. School Effectiveness and School Improvement, 13, (3), 291-325.

Muijs, R. D. & Reynolds, D. (2000). School effectiveness and teacher effectiveness: some preliminary findings from the evaluation of the Mathematics Enhancement Programme. School Effectiveness and School Improvement, 11(3), 273-303.

Papadimitriou, V. (2001). Science and Environmental Education: Can they really be integrated? Proceedings of the 1st IOSTE Symposium in Southern Europe, 1, 323-332.

Tryphon, A. & Vonéche, J. (1996). Piaget - Vygotsky. The social genesis of thought. U.K.: Psychology Press.

UNEP (2000). Global Environmental Outlook, Chapter Five: Outlook and Recommendations – Recommendations for Action.

UNESCO (1999). Εκπαίδευση. Ο θησαυρός που κρύβει μέσα της. Έκθεση της Διεθνούς Επιτροπής για την Εκπαίδευση στον 21ο αιώνα (μτφρ. Ομάδα εργασίας του Κέντρου Εκπαιδευτικής Έρευνας). Αθήνα: Gutenberg.

Διερεύνηση γνώσεων και στάσεων των εκπαιδευτικών της πόλης του Ηρακλείου σχετικά με την εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία

Αντωνίου Θεόδωρος[1], Τζαμπερή Νατάσα,[2] Τζαμπερής Νεζάμ[3]

[1] *Εργαστηριακός συνεργάτης ΑΤΕΙ Ηρακλείου, email: antoniotheodore@yahoo.gr*
[2] *Τεχνολόγος Γεωπόνος, απόφοιτη ΑΤΕΙ Ηρακλείου, email: natassa.jaberi@yahoo.gr*
[3] *Υπ. Δρ Πανεπιστημίου Αιγαίου, email: tzaberis@rhodes.aegean.gr*

Περίληψη

Η σημερινή περιβαλλοντική κρίση απαιτεί, κυρίως, κοινωνικές λύσεις και όχι τεχνικές. Η εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη μπορεί να καλύψει την ανάγκη της κοινωνίας να αλλάξει οπτική γωνία για τη ζωή μέσα από μια νέα εκπαιδευτική διαδικασία που θα οδηγήσει στην αλλαγή. Η παρούσα έρευνα, έχει ως σκοπό την ανίχνευση και καταγραφή των γνώσεων και στάσεων των εκπαιδευτικών θετικών και ανθρωπιστικών επιστημών της πόλης του Ηρακλείου, σε θέματα που αφορούν στην εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία, καθώς και τη σύγκριση των δεδομένων που προκύπτουν από τις δύο ομάδες του δείγματος. Από τα αποτελέσματα της έρευνας παρατηρείται έλλειψη γνώσης γύρω από διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα. Οι εκπαιδευτικοί των θετικών επιστημών, όμως, σε σχέση με των ανθρωπιστικών, παρουσιάζονται περισσότερο ενημερωμένοι στα θέματα αυτά. Όσον αφορά στη διερεύνηση της στάσης του δείγματος, διαπιστώνεται ότι είναι σε περιορισμένο βαθμό θετικά διακείμενοι προς τα περιβαλλοντικά ζητήματα, ενώ μεγάλο ποσοστό δεν έχει υλοποιήσει προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Λέξεις-κλειδιά: Γνώσεις, στάσεις, περιβαλλοντική εκπαίδευση, αειφορία.

Abstract

The current environmental crisis requires, mainly, social solutions and not mere technological ones. Education for sustainable development can cover the need to modify the social perspective through a new educational process that will lead to change. The aim of the present research is the detection of knowledge and attitudes of sciences and humanities educators at high schools in the city of Heraklion in relation to education for the environment and sustainability, as well as the comparison of data resulting from the two groups of the study sample. From the research results it is observed that there is a lack of knowledge on various environmental issues. The teachers of science subjects seem more informed than the teachers of humanities. With regard to the investigation of the attitudes of the study's sample, it is realised that they are to a limited degree positive towards environmental issues, while a large percentage has not undertaken programs of environmental education.

***Keywords*:** Knowledge, attitudes, environmental education, sustainability.

Εισαγωγή

Με τον όρο «περιβάλλον» νοούνται οι φυσικές, τεχνητές ή και κοινωνικές συνθήκες, μέσα στις οποίες ζει και αναπτύσσεται ένας οργανισμός (Μπαμπινιώτης 2002: 1376). Αποτελεί μια «έννοια πολυδιάστατη και πολυσύνθετη». Η σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον του εξαρτάται από τις εκάστοτε γνώσεις, εμπειρίες, αλλά και ανάγκες της κάθε

εποχής (Φλογαΐτη 1998: 151, 177). Η σημερινή κοινωνία, με την αυξημένη δραστηριότητα, βασισμένη στη «γνώση» του υπέρμετρου καταναλωτικού πολιτισμού (Hall et al. 2004, Taylor 2006), ρυπαίνει και διαταράσσει τη δυναμική ισορροπία της αυτοκαθαριστικής ικανότητας των φυσικών συστημάτων, αψηφώντας το γεγονός ότι οι ενέργειες του κάθε οργανισμού επηρεάζουν και καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το περιβάλλον (Βαβουγυιός κ.ά. 2005: 239). Ως μικρό δείγμα των προβλημάτων από τις επιλογές αυτές -αποτέλεσμα των εφαρμογών και των μακροχρόνιων συνηθειών του ανθρώπου (Κατσίκης 2009, Ξανθάκου 2007: 11-12)- μπορεί να αναφερθεί: η μέση αύξηση της θερμοκρασίας της γης, η μείωση της στιβάδας του όζοντος, η αλόγιστη κατανάλωση φυσικών πόρων, η διάβρωση των εδαφών, η όξινη βροχή, η αποδάσωση, η πείνα και ο υποσιτισμός στον Τρίτο Κόσμο (Larrère 2009: 43, Δημητρίου 2005: 321). Τα προβλήματα αυτά επηρεάζουν, όχι μόνο τα βιοτικά, αβιοτικά και φυσικά στοιχεία του περιβάλλοντος, αλλά και την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής (Γεωργόπουλος 2006: 327), ένα ζήτημα όχι μόνο πολιτικό, οικονομικό ή κοινωνικό, αλλά και ηθικό (Τσιρώνης 2003: 12).

Η αντιμετώπιση της διαιωνίζουσα κρίσης επιβάλλει την υιοθέτηση μιας ενιαίας συνολικής αντίληψης σε διεπιστημονική βάση (Χατζηγεωργίου 2003) και τον επαναπροσδιορισμό της σχέσης του ανθρώπου με το περιβάλλον, έτσι ώστε να επιτευχθεί η αρμονική τους συνύπαρξη (Γεωργόπουλος 2004: 480). Απαιτείται η αλλαγή του τρόπου ζωής, η αναδιαμόρφωση της συμπεριφοράς με έμφαση στη δημιουργία ενός αξιολογικού κώδικα που να διασφαλίζει το ενδιαφέρον για όλες τις μορφές ζωής, να δημιουργεί περιβαλλοντικό ήθος (Καΐλα κ.ά. 2005: 11) και «να διαμορφώνει συνειδητούς πολίτες με γνώσεις, ευαισθησίες, φαντασία και επίγνωση των σχέσεων που τους συνδέουν με το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον» (UNESCO 1975). Η τροποποίηση των αξιών μπορεί να δώσει το κίνητρο για δράση και καταλυτική αλλαγή της κοινωνίας, βασισμένη στις αρχές της κοινωνικής δικαιοσύνης με στόχο την ευημερία (Τζαμπερής 2008). Παρόλο που η βιωσιμότητα ή η αειφορία έχει τεθεί ως βασική επιδίωξη για την επίλυση των προβλημάτων του πλανήτη σε παγκόσμιο επίπεδο, η ένταξη της έννοιας *αειφορία* στην καθημερινότητα του ατόμου, όπως αποδεικνύεται, δεν έχει αποσαφηνιστεί ούτε ουσιαστικά πραγματοποιηθεί (Dillon 2009: 130). Αυτό πιθανώς οφείλεται στην ασάφεια και τη πολυσημία που εμπεριέχει η έννοια (Αθανασάκης 2000). Εντούτοις, όπως υποστηρίζεται, η δημιουργία μιας βιώσιμης ή αειφόρου ανάπτυξης «…βελτιώνει την ποιότητα ζωής στο πλαίσιο των ορίων που θέτει η φέρουσα ικανότητα των οικοσυστημάτων που υποστηρίζουν τη ζωή» (IUCN, UNEP και WWF 1991), συμβάλει στη σύζευξη της διατήρησης της φύσης με την οικονομική ανάπτυξη και «…ανταποκρίνεται στις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους» (Brundtland 1987). Πρόκειται για μια ανάπτυξη διαχρονική που απευθύνεται σε όλους τους πολίτες του πλανήτη και όχι σε μία μερίδα ανθρώπων μιας συγκεκριμένης περιοχής (Γεωργόπουλος 1998).

Προς την κατεύθυνση αυτή, η εκπαίδευση για την αειφορία παρουσιάζεται ως ένα νέο ζητούμενο, που απαιτεί από την κοινωνία να αλλάξει οπτική γωνία για τη ζωή και μια νέα εκπαιδευτική διαδικασία που θα οδηγήσει σε αυτή την αλλαγή (Νικολάου 1998). Όπως αναφέρει ο Crawford (1994: 6), «επικείμενη ανάπτυξη είναι ο τρόπος με τον οποίο η διευρυμένη γνώση, μέσα από τις διαλεκτικές διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης, γίνεται ενσυνείδητη εμπειρία». Η περιβαλλοντική εκπαίδευση επιζητεί την αλλαγή της σχέσης ανθρώπου - περιβάλλοντος, ώστε οι ανθρώπινες κοινωνίες να λειτουργούν συλλογικά και υπεύθυνα (Φλογαΐτη 2009). Κυρίαρχοι στόχοι είναι να υποβοηθείται η ανάπτυξη, να ενισχύεται η γνώση, η ευαισθησία και «οι ιδιότητες εκείνες που επιτρέπουν στο άτομο να κατανοεί, να αισθάνεται, να διαισθάνεται τους άλλους και τον κόσμο» (Σκούλος 2009). Η περιβαλλοντική εκπαίδευση έχοντας ενσωματώσει εδώ και πολλά χρόνια το εννοιολογικό πλαίσιο και τη μεθοδολογία της εκπαίδευσης για την αειφορία, είναι σημαντικό εργαλείο για τον αξιακό αναπροσανατολισμό και την απαιτούμενη αναπροσαρμογή πολιτικών και

πρακτικών σε όλα τα επίπεδα (Τζαμπερής κ.ά. 2010). Εφαρμόζοντας τις αρχές της εκπαίδευσης για την αειφορία, το σχολείο έχει τη δυνατότητα να διαμορφώνει εκείνες τις στάσεις, αξίες και δεσμεύσεις για τη διαμόρφωση μιας βιώσιμης κοινωνίας. Παρέχει την ευκαιρία για καλλιέργεια δεξιοτήτων, κατανόηση και επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, άνοιγμα νέων οριζόντων στους εκπαιδευτικούς με την εφαρμογή νέων μεθοδολογικών προσεγγίσεων (Τζαμπερής 2010). Στο πλαίσιο αυτό, τονίζεται η σημασία του ρόλου του εκπαιδευτικού (Kyriakides et al. 2002: 291-292), καθώς υποστηρίζεται ότι είναι ο πιο ισχυρός παράγοντας της αποτελεσματικότητας του σχολείου (Scheerens et al. 1997), αφού η ποιότητα της αλληλεπίδρασής του με τους μαθητές επηρεάζει την πρόοδό τους (Muijs & Reynolds 2000, Caldwell & Spinks 1993). Το ερώτημα που τίθεται είναι κατά πόσο οι εκπαιδευτικοί έχουν τις απαιτούμενες γνώσεις, ώστε να αισθάνονται αυτοπεποίθηση για τη δική τους ενεργή συμμετοχή και συμβολή στη διαμόρφωση του αυριανού πολίτη, ο οποίος θα κατανοεί τον κόσμο, θα προσαρμόζεται σε αυτόν και θα επιδρά ορθολογικά πάνω του.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση των περιβαλλοντικών γνώσεων και στάσεων των διδασκόντων στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της πόλης του Ηρακλείου σε θέματα που αφορούν στο περιβάλλον και την αειφορία, καθώς, επίσης, και η σύγκριση μεταξύ εκπαιδευτικών των θετικών και ανθρωπιστικών επιστημών. Τα ερεθίσματα για την επιλογή της έρευνας προέρχονται από τις αρχές και τους στόχους της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, με την εφαρμογή των οποίων επιδιώκεται να διαμορφωθούν άτομα ικανά να γνωρίζουν, να δρουν, και να συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων ως ενεργοί πολίτες. Μολονότι, η διερεύνηση των γνώσεων και στάσεων των εκπαιδευτικών είναι σημαντική για τη διαμόρφωση κατάλληλων εκπαιδευτικών παρεμβάσεων με στόχο την εκπαίδευση για την αειφορία, όπως προκύπτει από την ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, από ό,τι γνωρίζουμε, δεν έχει διεξαχθεί ανάλογη συγκριτική μελέτη για το Ηράκλειο.

Μεθοδολογία έρευνας

Πληθυσμό αναφοράς της παρούσας έρευνας αποτέλεσε ένα μέρος των εκπαιδευτικών των θετικών και ανθρωπιστικών επιστημών της Β/θμιας εκπαίδευσης, που υπηρετούν στα λύκεια της Κρήτης. Η έρευνα περιορίστηκε στην πόλη του Ηρακλείου για πρακτικούς λόγους και, κυρίως, για περιορισμό του κόστους της έρευνας. Η επιλογή του δείγματος βασίστηκε στις δυνατότητες αποδοχής και πρόσβασης στις σχολικές μονάδες και δεν μπορεί να χαρακτηριστεί αντιπροσωπευτικό. Το δείγμα συγκροτήθηκε με την απογραφική μέθοδο, με εξέταση του συνόλου των εκπαιδευτικών και όχι με επιλογή μεμονωμένων υποκειμένων (Javeau 2000: 81, Βάμβουκας 2002: 64). Το δείγμα αποτελείται από 189 εκπαιδευτικούς, 91 θετικών και 98 ανθρωπιστικών κατευθύνσεων, δεν θεωρείται αντιπροσωπευτικό και δεν καλύπτει όλες τις παραμέτρους του υπό εξέταση θέματος. Ως προσφορότερο εργαλείο για τις ανάγκες της έρευνας, επιλέχθηκε το ερωτηματολόγιο, που αποτελεί το κατεξοχήν μέσο συλλογής δεδομένων στις κοινωνικές επιστήμες (Παπαναστασίου 1996). Διανεμήθηκε πιλοτικά για να διαπιστωθούν τυχόν αδυναμίες, ελλείψεις, ασάφειες, να αποφευχθούν μετέπειτα δυσκολίες και να εξασφαλισθεί η εγκυρότητα για το ερευνητικό εργαλείο (Βάμβουκας 2002: 262). Το αρχικό ερωτηματολόγιο περιελάμβανε 10 γενικές ερωτήσεις και 12 ειδικές, οι οποίες, μετά τις απαραίτητες διορθώσεις, διαμορφώθηκαν σε 8 γενικές και 9 ειδικές. Οι ερωτήσεις που αφαιρέθηκαν από το αρχικό ερωτηματολόγιο επικαλύπτονταν από άλλες. Το τελικό ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε κατά το διάστημα από 8 μέχρι 28 Ιανουαρίου 2009.

Αποτελέσματα

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων αποσκοπεί στην περιγραφή των απαντήσεων των εκπαιδευτικών του δείγματος με στόχο την ανίχνευση των γνώσεων και των στάσεών τους σε θέματα που αφορούν στο περιβάλλον και την εκπαίδευση για την αειφορία.

Στο δείγμα της έρευνας συμμετέχουν 91 εκπαιδευτικοί από τη θετική κατεύθυνση με ποσοστό 48,1%, ενώ 98 από την ανθρωπιστική με ποσοστό 51,9%. Ως προς το φύλο, κατά πλειοψηφία, είναι γυναίκες με ποσοστό 60,8% και άνδρες με ποσοστό 39,2%. Σε ό,τι αφορά τα έτη υπηρεσίας τους, συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό (36%) οι εκπαιδευτικοί με 6-15 έτη, ακολουθούν με σχετικά μικρή διαφορά (ποσοστό 33,3%) με 1-5 έτη. Οι εκπαιδευτικοί στην κατηγορία 16-25 έτη ανέρχονται σε ποσοστό 20,6%, ενώ το μικρότερο ποσοστό (10,1%) έχουν οι εκπαιδευτικοί με υπηρεσία πάνω από 26. Ως προς την ηλικία, οι περισσότεροι ανήκουν στην κατηγορία 35-45 ετών με συχνότητα 79 και ποσοστό 41,8%. Στην κατηγορία 24-34 εμφανίζονται με συχνότητα 51 και ποσοστό 27% και στις ηλικίες άνω των 45 ετών με συχνότητα 58 και ποσοστό 30,7%. Σχετικά με τη συμμετοχή σε επιμορφωτικά προγράμματα ή σεμινάρια στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, καταγράφεται ότι 58 άτομα (ποσοστό 30,7%) δηλώνουν καταφατικά, ενώ 131 (ποσοστό 69,7%) δηλώνουν αρνητικά. Όσον αφορά στη μετεκπαίδευση, προκύπτει ότι μόνο 46 άτομα έχουν πραγματοποιήσει, ενώ 143 δηλώνουν αρνητικά.

Σε ό,τι αφορά τις γνώσεις σχετικά με τη ρύπανση των υδάτων, σύμφωνα με τον Πίνακα 1, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών θετικής κατεύθυνσης θεωρεί ότι τα φυτοφάρμακα και τα λιπάσματα είναι η κυριότερη πηγή ρύπανσης των υδάτων με συχνότητα 35 και ποσοστό 38,46%. Ενώ η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών της ανθρωπιστικής κατεύθυνσης επιλέγει τα εργοστάσια με συχνότητα 37 και ποσοστό 37,76%. Τα εργοστάσια αποτελούν και την επιλογή της πλειοψηφίας του δείγματος με συχνότητα 67 και ποσοστό 35,45%.

Πίνακας 1: Κατανομή απαντήσεων & ποσοστών σχετικά με την κυριότερη πηγή ρύπανσης των υδάτων

Κυριότερη πηγή ρύπανσης των υδάτων	**Θετικών**		**Ανθρωπιστικών**		**Συνολικά**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Πλοία	7	7,69	10	10,20	17	8,99
Εργοστάσια	30	32,97	37	37,76	67	35,45
ΔΕΗ	3	3,30	3	3,06	6	3,17
Ξενοδοχεία	0	,0	2	2,04	2	1,06
Αστικά λύματα	15	16,48	16	16,33	31	16,40
Φυτοφάρμακα/λιπάσματα	35	38,46	26	26,53	61	32,28
Δεν απάντησαν	1	1,10	4	4,08	5	2,65
Σύνολο	91	100,0	98	100,0	189	100,0

Από τα δεδομένα του Πίνακα 2, γίνεται φανερό ότι η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών επιλέγει την απάντηση ότι τα αστικά λύματα αποσυντίθενται στο βυθό της θάλασσας με συνολική συχνότητα 106 και ποσοστό 56,08%. Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί της θετικής κατεύθυνσης υποστηρίζουν την επιλογή αυτή με συχνότητα 57 και ποσοστό 62,64% και οι εκπαιδευτικοί των ανθρωπιστικών επιστημών με συχνότητα 49 και ποσοστό 50%.

Πίνακας 2: Κατανομή απαντήσεων & ποσοστών σχετικά με τη ρύπανση της θάλασσας

Μόνο ένα από τα παρακάτω αποσυντίθεται στο βυθό της θάλασσας	**Θετικών**		**Ανθρωπιστικών**		**Συνολικά**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Στερεά απόβλητα	4	4,40	13	13,27	17	8,99
Ναυάγια	17	18,68	20	20,41	37	19,58
Αστικά λύματα	57	62,64	49	50,00	106	56,08
Πλαστικές σακούλες	0	0,0	2	2,04	2	1,06
Χημικά λιπάσματα	6	6,59	5	5,10	11	5,82
Δεν απάντησαν	7	7,69	9	9,18	16	8,47
Σύνολο	91	100,0	98	100,0	189	100,0

Για τη στατιστική ανάλυση της σχέσης μεταξύ του βαθμού γνώσεως για τα υλικά που αποσυντίθενται στο βυθό της θάλασσας, της κύριας πηγής ρύπανσης των υδάτων και της ειδικότητας των εκπαιδευτικών έγινε χ^2 έλεγχος ανεξαρτησίας. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ελέγχων, όπου φαίνεται ότι η σχέση αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική με p-value = 0,109 και 0,475 αντίστοιχα.

Πίνακας 3: Αποτελέσματα των χ^2 ελέγχων ανεξαρτησίας

Τεστ ανεξαρτησίας ερωτήσεων με τον τομέα εκπαίδευσης		χ^2	df	p-value
Αποσύνθεση στη θάλασσα	Η κύρια ειδικότητα των εκπαιδευτικών	7,664	4	0,109
Πηγή ρύπανσης		4,536	5	0,475

Σχετικά με τη συμβολή της ΠΕ στην αειφορία, μολονότι η πλειοψηφία των ερωτωμένων απαντά ότι μπορεί να συμβάλλει «πάρα πολύ» με συχνότητα 130 και ποσοστό 68,3%, όπως φαίνεται στον Πίνακα 4, οι εκπαιδευτικοί και των δύο ομάδων δεν έχουν υλοποιήσει προγράμματα με συνολική συχνότητα 147 και ποσοστό 77,8%.

Πίνακας 4: Κατανομή των απαντήσεων & ποσοστών σχετικά με την υλοποίηση προγράμματος ΠΕ

Πραγματοποίηση προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης	**Θετικών**		**Ανθρωπιστικών**		**Συνολικά**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
ΝΑΙ	24	26,4	18	18,4	42	22,2
ΟΧΙ	67	73,6	80	81,6	147	77,8
Σύνολο	91	100,0	98	100,0	189	100,0

Όσον αφορά τη σχέση μεταξύ του βαθμού γνώσεως διαφόρων περιβαλλοντικών ζητημάτων και των στάσεων των εκπαιδευτικών που αναδεικνύουν το βαθμό περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησής τους, από την ανάλυση του Πίνακα 5, φανερώνεται ότι ο βαθμός γνώσης για τα προβλήματα της ρύπανσης των υδάτων έχει σημαντική σχέση με τη συμπεριφορά που δηλώνεται (p-value<0,05). Επίσης, όσοι είχαν επαρκή γνώση για τα προβλήματα που δημιουργεί τόσο η ρύπανση των υδάτων, όσο και η ρύπανση των εδαφών δηλώνουν ανησυχία και είναι πρόθυμοι να αναλάβουν την υλοποίηση προγραμμάτων ΠΕ.

Πίνακας 5: Διερεύνηση σχέσης μεταξύ του βαθμού γνώσεως και περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.

χ^2 **έλεγχος ανεξαρτησίας, df=5 p-values**	**Γνώση διαφόρων περιβαλλοντικών θεμάτων**					
	Κλιματική αλλαγή	Ρύπανση υδάτων	Μείωση βιοποικιλότητας	Ρύπανση εδαφών	Φτώχεια	Τοξικά
Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας	0,064	0,054	0,498	0,061	0,752	0,099
Θυμός στη σκέψη του βαθμού ρύπανσης των βιομηχανιών	0,142	**0,000**	0,154	**0,001**	0,061	0,090
Φόβος στη σκέψη των μολυσμένων τροφίμων	0,206	0,071	0,822	0,113	0,154	**0,033**
Επιθυμία υλοποίησης περιβαλλοντικού προγράμματος	0,221	**0,028**	0,108	**0,004**	0,226	0,217
Παρότρυνση για χρήση επαναχρησιμοποιούμενων τσαντών	0,484	0,562	0,842	**0,001**	0,384	0,553
Συμμετοχή σε συναντήσεις περιβαλλοντικών οργανώσεων	0,991	0,432	0,948	0,613	0,904	0,468
Δικαίωμα στο καθαρό περιβάλλον	0,129	0,239	0,183	0,166	0,667	0,234
Προσωπική ευθύνη στην ανακύκλωση	0382	0,767	0,829	0,430	0,837	0,351

Στη διερεύνηση του ερωτήματος αν διαφοροποιούνται οι γνώσεις του δείγματος για τη δημιουργία περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης ανάλογα με το φύλο, όπως παρατηρείται στον Πίνακα 6 υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά (p-value=0,030) μεταξύ ανδρών και γυναικών ως προς την επιλογή οικογένεια και φίλοι οι οποίοι μπορούν να συμβάλλουν στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Στατιστικά σημαντική διαφορά υπάρχει, επίσης, στην επιλογή των μέσων μαζικής ενημέρωσης (p-value=0,001) και των τοπικών αρχών με p-value=0,045.

Πίνακας 6: Αποτελέσματα των χ^2 ελέγχων ανεξαρτησίας μεταξύ φύλου και στάσεων.

Τεστ ανεξαρτησίας γνώσεων περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης		χ^2	Df	p-value
Φύλο	Σπουδές	4,240	3	0,237
	Οικογένεια και φίλοι	8,927	3	**0,030**
	Μέσα μαζικής ενημέρωσης	18,793	4	**0,001**
	Τοπικές αρχές	9,765	4	**0,045**
	Εκκλησιαστικές αρχές	2,577	4	0,631
	Κέντρα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης	8,777	4	0,067
	Μη-κυβερνητικές οργανώσεις	6,204	4	0,184

Συζήτηση - συμπεράσματα

Καθώς τα περιβαλλοντικά προβλήματα συνεχίζουν να αυξάνονται και ο προβληματισμός μεγαλώνει, η περιβαλλοντική εκπαίδευση δίνει την ευκαιρία στα άτομα να ευαισθητοποιηθούν απέναντι στα περιβαλλοντικά ζητήματα. Αποτελεί το μοχλό απόκτησης γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων και υιοθέτησης στάσεων που θα επιτρέψουν στους εκπαιδευτικούς να αξιοποιούν ποιοτικά τις επιστημονικές και παιδαγωγικές εξελίξεις στην εκπαιδευτική πράξη.

Όσον αφορά στο επίπεδο των γνώσεων των εκπαιδευτών θετικών και ανθρωπιστικών επιστημών του δείγματος, παρατηρείται έλλειψη γνώσης γύρω από τα θέματα ρύπανσης των

υδάτων. Οι εκπαιδευτικοί των θετικών επιστημών, ωστόσο, παρουσιάζονται περισσότερο ενημερωμένοι στα θέματα αυτά σε σχέση με των ανθρωπιστικών επιστημών. Το ίδιο εύρημα αναδεικνύει και η έρευνα των Τζαμπερή & Παπαβασιλείου (2010). Η περιορισμένη γνώση και κατανόηση γύρω από τα περιβαλλοντικά προβλήματα και την υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, που διαπιστώνεται μέσω της αποχής και των λανθασμένων απαντήσεων σχετικά με την κυριότερη πηγή ρύπανσης των υδάτων και την εφαρμογή προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αποτελεί μια σοβαρή ένδειξη ότι δεν παρέχεται στους εκπαιδευτικούς ουσιαστική περιβαλλοντική γνώση και κίνητρα μέσα από τις διάφορες πηγές ενημέρωσης και πληροφόρησης. Πολλοί παράγοντες μπορεί να έχουν συμβάλει στη ελλιπή ενημέρωση που παρατηρείται. Είναι πιθανό να μην προωθήθηκαν επαρκώς τα περιβαλλοντικά θέματα και προγράμματα στα σχολεία ή, γενικότερα, να υπάρχει σημαντική επίδραση από το σύγχρονο τρόπο ζωής, που ωθεί το ενδιαφέρον προς άλλες κατευθύνσεις. Σε κάθε περίπτωση, η αιτιολογία δεν είναι προφανής και θα πρέπει να αναζητηθεί περαιτέρω.

Από τη διερεύνηση των γνώσεων και την ανίχνευση των στάσεων σχετικά με τους παράγοντες δημιουργίας περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης, τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν σωστή προσέγγιση. Αναφορικά με τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να συμβάλλουν στη δημιουργία περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης, οι γυναίκες του δείγματος έχουν επαρκή γνώση του θέματος με σημαντική διαφορά. Όσον αφορά στα προγράμματα ΠΕ, η πλειοψηφία δεν έχει υλοποιήσει κάποιο. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην πιθανή έλλειψη γνώσης, υλικοτεχνικής υποδομής κ.ά., όπως αναφέρεται και από την έρευνα των Αναστασιάδου & Κουρκουρίδη (2008). Στο δείγμα των γυναικών, αν και εμφανίζονται περισσότερο ενημερωμένες από τους άνδρες, δεν ανιχνεύεται ουσιαστική προθυμία για ανάληψη προγράμματος. Ωστόσο, από όσους εκπαιδευτικούς έχουν υλοποιήσει προγράμματα το μεγαλύτερο ποσοστό είναι γυναίκες, οι οποίες παρουσιάζονται με περισσότερη γνώση σε θέματα που αφορούν στο περιβάλλον και την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Αυτό επιτρέπει να γίνει μια εκτίμηση της θετικής επίδρασης των προγραμμάτων που έχουν υλοποιήσει. Επίσης, παρατηρείται ότι παρόλο που οι εκπαιδευτικοί με υπηρεσία πάνω από 26 χρόνια δηλώνουν συχνά θετική πρόθεση προς το περιβάλλον, δεν συμμετέχουν σε προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Ένας πιθανός παράγοντας που τους ωθεί προς αυτή την κατεύθυνση μπορεί να είναι η «συνήθεια». Η συνήθεια, πιθανώς, συνυπάρχει με την επιθυμία τους για έναν συγκεκριμένο τρόπο ζωής που έχει υιοθετηθεί από την εμπειρία τους και δυσκολεύει την εφαρμογή νέων και πρωτότυπων ιδεών.

Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα, η αναγκαιότητα υλοποίησης παρόμοιων ερευνών σε μεγαλύτερη κλίμακα κρίνεται αναγκαία. Η περαιτέρω διερεύνηση του θέματος μπορεί να συμβάλλει στην καλύτερη τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων που καταγράφηκαν από την παρούσα έρευνα, στη σφαιρικότερη αποτύπωση της κατάστασης, αλλά και στην εξακρίβωση της δυνατότητας γενίκευσης των συμπερασμάτων που προέκυψαν σε ένα ευρύτερο πλαίσιο.

Βιβλιογραφία

Αθανασάκης, Α. (2000). Οικο-περιβαλλοντική ψυχολογία και εκπαίδευση. Αθήνα: Δαρδανός.

Αναστασιάδου, Φ. & Κουρκουρίδης, Δ. (2008). Σχολικά προγράμματα ΠΕ στην πρωτοβάθμια του Ν. Καβάλας (2003-2008), Στατιστική ανάλυση και χαρτογραφική απεικόνιση. 4ο συνέδριο Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε. «Προς την αειφόρο ανάπτυξη. Φυσικοί πόροι, κοινωνία, περιβαλλοντική εκπαίδευση». Ναύπλιο, 12-14 Δεκεμβρίου 2008.

Βαβουγυιός, Δ., Ξανθάκου, Γ. & Καΐλα, Μ. (2005). Διδασκαλία των φυσικών επιστημών και περιβαλλοντική εκπαίδευση: η διερεύνηση μιας κρίσιμης σχέσης. Στο Μ. Καΐλα, Ε. Θεοδωροπούλου, Α. Δημητρίου, Γ. Ξανθάκου & Ν. Αναστασάτος (επιμ), Περιβαλλοντική εκπαίδευση. Ερευνητικά δεδομένα και εκπαιδευτικός σχεδιασμός. Αθήνα: Ατραπός.

Βάμβουκας, Μ. (2002). Εισαγωγή στην ψυχοπαιδαγωγική έρευνα και μεθοδολογία. Αθήνα: Γρηγόρη.
Γεωργόπουλος, Α. (1998). Η προβληματική της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Στο Οικολογία και επιστήμες του περιβάλλοντος. Αθήνα: Στοχαστής / ΔΙΠΕ.
Γεωργόπουλος, Α. (2004). Περιβαλλοντική ηθική. Αθήνα: Gutenberg.
Γεωργόπουλος, Α. (2006). Γη. Ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης. Αθήνα: Gutenberg.
Δημητρίου, Α. (2005). Η περιβαλλοντική εκπαίδευση ως μέσο για την ανάπτυξη συνεργασίας των λαών, την κοινωνική δικαιοσύνη, την ειρήνη και τον πολιτισμό. Στο Α. Δ. Γεωργόπουλος (επιμ), Περιβαλλοντική εκπαίδευση: Ο νέος πολιτισμός που αναδύεται, (321-340). Αθήνα: Gutenberg. Φλογαΐτη, Ε. (1998). Περιβαλλοντική εκπαίδευση. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
Καΐλα, Μ., Θεοδωροπούλου, Ε., Δημητρίου, Δ., Ξανθάκου, Γ. & Αναστασάτος, Ν. (2005). Περιβαλλοντική εκπαίδευση. Ερευνητικά δεδομένα και εκπαιδευτικός σχεδιασμός. Αθήνα: Ατραπός.
Κατσίκης, Α. (2009). Αξιοποίηση ανακυκλώσιμων υλικών και περιβαλλοντική εκπαίδευση. Ή πώς η ευρηματικότητα της τέχνης συναντά τη σοφία της Φύσης. 1ο πανελλήνιο διεπιστημονικό συνέδριο τέχνης και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης «Η Τέχνη ως εργαλείο εκπαίδευσης για το περιβάλλον. Παιδαγωγικές/Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για το Δάσος/Δέντρο & την Ανακύκλωση» (σσ. 66-76), Αθήνα, 29-31 Μαΐου 2009.
Μπαμπινιώτης, Γ. (2002). Λεξικό της Ελληνικής Γλώσσας, β' έκδ. Αθήνα: Κέντρο Λεξικολογίας.
Νικολάου, Κ. (1998). Η αναγκαιότητα θεματικού αναπροσανατολισμού της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Θεσσαλονίκη: αυτοέκδοση.
Ξανθάκου, Γ. (2007). Σχεδιάζοντας μια φανταστική οικογένεια. Αθήνα: Ατραπός.
Παπαναστασίου, Κ. (1996). Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας. Λευκωσία.
Σκούλος, Μ. (2009). Η τέχνη ως «εργαλείο» στην εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη. 1ο πανελλήνιο διεπιστημονικό συνέδριο τέχνης και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης «Η Τέχνη ως εργαλείο εκπαίδευσης για το περιβάλλον. Παιδαγωγικές/Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για το Δάσος/Δέντρο & την Ανακύκλωση» (σσ. 25-41), Αθήνα, 29-31 Μαΐου 2009.
Τζαμπερής, Ν. (2008). Η ηθική εκπαίδευση στη βιώσιμη ανάπτυξη, μοχλός εξάλειψης της ανισότητας, της φτώχειας και του κοινωνικού αποκλεισμού. 4ο συνέδριο ΠΕΕΚΠΕ «Προς την αειφόρο ανάπτυξη. Φυσικοί πόροι, κοινωνία, περιβαλλοντική εκπαίδευση». Ναύπλιο, 12-14 Δεκεμβρίου 2008.
Τζαμπερής, Ν. (2010). Τεχνικές και εφαρμογές για ένα αειφόρο σχολείο: το παράδειγμα των εκπαιδευτηρίων «Ροδίων Παιδεία». 4ο Πανελλήνιο συμπόσιο Ελληνικής Εταιρείας Περιβάλλοντος και Πολιτισμού «Το αειφόρο σχολείο του παρόντος και του μέλλοντος». Αθήνα, 22-24 Ιανουαρίου 2010.
Τζαμπερής, Ν. & Παπαβασιλείου, Β. (2010). Διερεύνηση περιβαλλοντικών γνώσεων των εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Ρόδου. Στο Σ. Κανελλάκη, Κ. Μαριδάκη-Κασσωτάκη και Β. Παπαβασιλείου (επιμ.), Διεργασίες σκέψης στο σχολείο και το περιβάλλον (σσ. 459-490). Αθήνα: εκδόσεις Πεδίο.
Τζαμπερής, Ν., Παπαβασιλείου, Β. & Παπαδομαρκάκης, Γ. (2010). Συνεργασία εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και τοπικής αυτοδιοίκησης με στόχο την εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία: το παράδειγμα του ΠΜΣ «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση» του Πανεπιστημίου Αιγαίου. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή συμμετοχή «Τοπικές Κοινωνίες & Τριτοβάθμια Εκπαιδευτικά Ιδρύματα: Συνύπαρξη για Αειφορική Ανάπτυξη», Ρόδος, 23-24 Απριλίου 2010.
Τσιρώνης, Χ. (2003). Κοινωνικός αποκλεισμός και εκπαίδευση στην Ύστερη Νεωτερικότητα. Θεσσαλονίκη: Βάνιας.
Φλογαΐτη, Ε. (1998). Περιβαλλοντική εκπαίδευση. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
Φλογαΐτη, Ε. (2009). Διερευνώντας εμπειρικά μία γόνιμη σχέση: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Τέχνη. 1ο πανελλήνιο διεπιστημονικό συνέδριο τέχνης και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης «Η Τέχνη ως εργαλείο εκπαίδευσης για το περιβάλλον. Παιδαγωγικές/Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για το Δάσος/Δέντρο & την Ανακύκλωση» (σσ. 131-134), Αθήνα, 29-31 Μαΐου 2009.
Χατζηγεωργίου, Γ. (2003). Πρόταση για ένα Σύγχρονο Αναλυτικό πρόγραμμα: Μια ολιστική-οικολογική προοπτική. Αθήνα: Ατραπός.

Brundtland, G.H. (Chair) (1987). Our common future. Report of the World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press.
Caldwell, B., Spinks, J. (1993). Leading the self-managing school. Falmer Press, London

Crawford, K. (1994). Vygotsky in school: the implications of Vygotskian approaches to activity, learning and development. Αδημοσίευτη ομιλία στο First International Conference "L.S. Vygotsky and School", Moscow.

Dillon, P.J. (2009). Εκπαίδευση περιβάλλον και αειφορία Στο Α. Δημητρίου, Γ. Ξανθάκου, Γ. Λιαράκου, Μ. Καΐλα (επιμ), Περιβαλλοντική εκπαίδευση: ζητήματα θεωρίας, έρευνας και εφαρμογών (127-146). Αθήνα: Ατραπός.

Hall, St., Held, D. & McGrew, A. (2004). Η νεωτερικότητα σήμερα (μετάφρ. Θ. & Β. Τσακίρης). Αθήνα: Εκδόσεις Σαββάλας.

Javeau, C. (2000). Η έρευνα με ερωτηματολόγιο – Το εγχειρίδιο του καλού ερευνητή. Αθήνα: Τυπωθήτω.

IUCN, UNEP & WWF (1991). Caring for the earth: a strategy for sustainable living. Gland, Switzerland: IUCN.

Kyriakides, L., Campbell, J. & Christofidou, E. (2002). Generating criteria for measuring teacher effectiveness through a self-evaluating approach: a complementary way of measuring teacher effectiveness. School Effectiveness and School Improvement, 13, (3), 291-325.

Larrère, C. (2009). Σεβασμός ή ευθύνη; Ποια ηθική για το περιβάλλον; (Μεταφρ. Ε. Θεοδωροπούλου) Στο Ε. Θεοδωροπούλου, Μ. Καΐλα, M. Bonnett & C. Larrère (επιμ.), Περιβαλλοντική ηθική: από την έρευνα και τη θεωρία στην εφαρμογή (41-67). Αθήνα: Ατραπός.

Muijs, R. D. & Reynolds, D. (2000). School effectiveness and teacher effectiveness: some preliminary findings from the evaluation of the Mathematics Enhancement Programme. School Effectiveness and School Improvement, 11(3), 273-303

Scheerens, J., Bosker & Roel J. (1997). The foundations of educational effectiveness. International Review of Education, 45, 1,113-120.

Taylor, Ch. (2006). Οι δυσανεξίες της νεωτερικότητας (μετάφρ. Μ. Πάγκαλος). Αθήνα: Εκδόσεις Εκκρεμές.

UNESCO (1975). The international workshop on environmental education. Final report. Belgrade, Yugoslavia. Paris: UNESCO-UNEP.

Μεταφορά μάθησης και κριτική σκέψη. Σημείο σύγκλισης μεταξύ της διδακτικής της Οικολογίας και της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης

Μπαγιάτη Ειρήνη

Διδάκτωρ στις Επιστήμες της Αγωγής - Βιολόγος
Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Αρχανών
Email: eibagiat@yahoo.gr

Περίληψη
Η παρούσα έρευνα εξετάζει εάν οι γνώσεις 234 μαθητών Α΄ Λυκείου για τα τροφικά πλέγματα, που είναι απαραίτητες για την κατανόηση της οικολογικής διάστασης κρίσιμων περιβαλλοντικών ζητημάτων, επιδρούν στις περιβαλλοντικές τους στάσεις. Τα ζητήματα υπό μελέτη είναι: η χρήση παρασιτοκτόνων, το κυνήγι αρπακτικών πουλιών, η υπεραλίευση, η εισαγωγή ενός ξενικού είδους, η εξόντωση ενός «επικίνδυνου» είδους, ο κατακερματισμός ενδιαιτημάτων αλλά και η βιολογική καταπολέμηση εντόμων. Από την έρευνα προκύπτει ότι η οικολογική γνώση δείχνει να έχει μια θετική συσχέτιση με τις στάσεις για τα υπό μελέτη οικολογικά ζητήματα.

Abstract
This research studies the alternative conception and attitudes of 234 students of the first grade of Lyceum about the food webs and ecological issues, which are based on human intervention on food webs. Also, it is investigated if the specific ecological knowledge has some influence on students' attitudes towards ecological issues that presuppose this knowledge with regards to be understood. Out of the statistically polishing up of the data, it was confirmed that the specific ecological knowledge has significant positive influence on students' attitudes towards the selected ecological issues.

Εισαγωγή

Στη σημερινή εποχή, η κοινωνική απαίτηση για επιστημονικό αλφαβητισμό του ανθρώπινου δυναμικού επιβάλλει μια αλλαγή στο περιεχόμενο των εκπαιδευτικών αναλυτικών προγραμμάτων με στόχους που αφορούν κυρίως στην προετοιμασία των μελλοντικών πολιτών, προκειμένου να συμμετάσχουν ενεργά και υπεύθυνα σε μια κοινωνία που εγκυμονεί αρκετά ρίσκα (Παπαδημητρίου 1998, Μπαγιάτη 2002β). Παράλληλα, διαπιστώνεται ότι ο αριθμός των μαθητών που μελετούν ΦΕ συνεχώς μειώνεται και ότι ένα χρόνο μετά την αποφοίτηση από το σχολείο, η συντριπτική πλειονότητα των μαθητών έχει συγκρατήσει ελάχιστα απ' όσα διδάχτηκε (Gough 2002, Κουζέλης 2005). Στο πλαίσιο του γενικότερου αυτού προβληματισμού και υπό το πρίσμα νέων θεωριών που ορίζονται γενικά ως κονστρουκτιβιστικές και περιγράφουν την ανθρώπινη γνώση ως διαδικασία γνωστικής κατασκευής ή επινόησης, στην οποία εμπλέκεται το άτομο στην προσπάθειά του να κατανοήσει το κοινωνικό ή το φυσικό του περιβάλλον (Taylor 1993), αμφισβητήθηκε η παραδοσιακή σχολική πρακτική που περιορίζεται στην αποσπασματική μεταβίβαση γνώσεων και δε συνδέεται με θέματα της καθημερινής ζωής του μαθητή (Μπαγιάτη 2002β, Μπαγιάτη & Φλογαΐτη 2005α, Κουζέλης 2005). Σύμφωνα με τον

Perkins (1993), η κατανόηση ενός θέματος σημαίνει ότι ο μαθητευόμενος είναι ικανός να εκτελέσει μια ποικιλία επιδόσεων σχετικών με το αντικείμενο υπό μελέτη - όπως να κάνει προβλέψεις, να εξηγήσει, να επιλύσει προβλήματα και να κάνει συνδυασμούς ακόμη και σε πλαίσια διαφορετικά από το αρχικό πλαίσιο μάθησης - να αντιληφθεί δηλαδή πού και πότε αυτή η γνώση του είναι χρήσιμη. Οι Perkins & Salomon (1992) επισημαίνουν ότι η εκπαίδευση πρέπει να αποβλέπει στη θετική μεταφορά της μάθησης, η οποία λαμβάνει χώρα, όταν η μάθηση σ' ένα πλαίσιο βελτιώνει την απόδοση σε κάποιο άλλο πλαίσιο. Παρόλα αυτά, άφθονες αποδείξεις δείχνουν ότι πολύ συχνά η μεταφορά από τις μαθησιακές εμπειρίες δε συμβαίνει, όπως στον τομέα της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.) όπου διαπιστώνεται ότι οι μαθητές βασίζονται συχνά σε μη επιστημονικές αντιλήψεις προκειμένου να αναλύσουν τα περιβαλλοντικά ζητήματα (Hogan 2002, Μπαγιάτη 2002β, Μπαγιάτη & Φλογαΐτη 2005α).

Ενθαρρυντικά ωστόσο, είναι ερευνητικά αποτελέσματα που υποδεικνύουν ότι η οικειότητα με βασικές οικολογικές έννοιες αδιαμφισβήτητα προετοιμάζει τους μαθητές να αναλύσουν τις πληροφορίες που σχετίζονται με τη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση των οικοσυστημάτων, ακόμη και αν δε διαθέτουν αρχικά οικειότητα με τις λεπτομέρειες ενός συγκεκριμένου περιβαλλοντικού ζητήματος (Μπαγιάτη 2002β, Hogan 2002, Μπαγιάτη & Φλογαΐτη 2005α). Επίσης, διαπιστώθηκε ότι οι φιλοπεριβαλλοντικές στάσεις που αποκτούσαν οι μαθητές από την εργασία στο πεδίο, ενισχύονταν και υιοθετούνταν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, εφ' όσον οι έννοιες που αποκτούσαν στο πεδίο επανατροφοδοτούνταν κατά την επιστροφή τους στην τάξη από σχετική διδακτική παρέμβαση, καθώς η ανάπτυξη αξιών φαίνεται να συσχετίζεται με την κατανόηση των πολύπλοκων θεμάτων που εμπεριέχονται στα περιβαλλοντικά προβλήματα (Dettmann – Easler & Pease 1999, Jiménez – Aleixandre & Pereiro – Muñoz 2002). Πράγματι, η διερεύνηση περιβαλλοντικών ζητημάτων και η αξιολόγηση των προτεινόμενων λύσεων αποτελεί βασικό στόχο της Π.Ε. και απαιτεί από το μαθητή να κατακτήσει την πιο σύνθετη ιεραρχικά «νοητική δεξιότητα» (Gagné 1977), τη μάθηση σύνθεσης κανόνων ή λύσεως προβλήματος. Ο μαθητής για να κατανοήσει και να αναζητήσει οικολογικά συμβατή λύση σ' ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα, πρέπει να ανακαλέσει βασικές οικολογικές έννοιες και αρχές που δεν προκύπτουν από την εμπειρική γνώση, αλλά αναμένεται να τις αποκτήσει με τη σχολική εκπαίδευση (Μπαγιάτη 2002β).

Παρόμοιο είναι το συμπέρασμα, που εξάγεται από το μοντέλο «πιθανότητας λεπτομερούς επεξεργασίας» ή γνωστότερο ως ELM (Petty & Cacioppo 1986), σύμφωνα με το οποίο ο τρόπος που επεξεργάζεται ο δέκτης μια πληροφορία ή ένα μήνυμα έχει επιπτώσεις στην αλλαγή στάσεων. Ειδικότερα, άτομα που διαθέτουν γνώσεις και δεξιότητες, είναι πιθανότερο να επεξεργαστούν συστηματικά και λεπτομερώς την επιχειρηματολογία ενός μηνύματος και να εξάγουν συμπεράσματα που επηρεάζουν τις στάσεις τους σε σχέση με το θέμα υπό μελέτη. Μάλιστα, κάποιοι ερευνητές επιμένουν ότι η διαμόρφωση στάσεων που επέρχεται μέσω της κεντρικής οδού της πειστικότητας - που χαρακτηρίζεται από έμφαση στο περιεχόμενο του μηνύματος και λεπτομερή επεξεργασία των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτό - είναι πιθανότερο να διαρκέσει και αντιστέκεται σε περαιτέρω προσπάθειες επηρεασμού. Αντιθέτως, άτομα που έχουν λίγα κίνητρα ή ικανότητες να επεξεργαστούν την επιχειρηματολογία ενός μηνύματος, πιθανότερο είναι να επηρεαστούν από παράγοντες που εφάπτονται του μηνύματος όπως η αξιοπιστία της πηγής, η ελκυστικότητα της πηγής, το μήκος του μηνύματος κ.ά.. Στην περίπτωση αυτή η αλλαγή στάσης που επέρχεται, είναι πιο επιφανειακή και πιθανόν ευμετάβλητη (Bright & Manfredo 1997).

Στον αντίποδα των παραπάνω ερευνητικών αποτελεσμάτων, υποστηρίζεται ότι οι περιβαλλοντικές γνώσεις σχετίζονται σταθερά και θετικά με τις στάσεις ως προς τα περιβαλλοντικά ζητήματα, ωστόσο η σχέση

αυτή δεν είναι ιδιαίτερα ισχυρή (Dimopoulos, Paraskevopoulos & Pantis 2008). Εκτιμάται ως πιθανότερο, ότι οι πεποιθήσεις και οι αξίες του ατόμου παρά η αντικειμενική του γνώση καθορίζουν τη στάση του απέναντι σε διάφορα θέματα (Moscovici 1995, Bright & Manfredo, 1997). Ωστόσο, συχνά παρατηρείται πρωταρχικά κίνητρα (φιλοπεριβαλλοντικές αξίες) να υποσκελίζονται από επιλεκτικά κίνητρα (προσωπική άνεση), με συνέπεια να γίνεται διάκριση μεταξύ της αφηρημένης πρόθεσης για δράση που στηρίζεται σε αξίες και στη συγκεκριμένη πρόθεση για δράση που στηρίζεται στις συνήθειες. Προς την ίδια κατεύθυνση οι Diekmann και Preseindoerfer (1992) προτείνουν ένα μοντέλο «χαμηλού / υψηλού κόστους» βάσει του οποίου, οι άνθρωποι επιλέγουν συμπεριφορές όπου το κόστος δεν αφορά στη στενά οικονομική έννοια, αλλά στην ευρύτερη έννοια της προσπάθειας που απαιτείται να καταβάλει κάποιος για να επιδείξει μια συγκεκριμένη συμπεριφορά. Εν τούτοις, διαπιστώνεται ότι άνθρωποι με υψηλά επίπεδα περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης φαίνεται να είναι πιο πρόθυμοι να αποδεχτούν πολιτικές αλλαγές που ενισχύουν την υπεύθυνη περιβαλλοντική συμπεριφορά (π.χ. αύξηση φόρου στα καύσιμα) (Kollmuss & Agyeman 2002).

Στον προβληματισμό αυτό εστιάζεται και η παρούσα έρευνα, καθώς διερευνά, εάν οι γνώσεις των μαθητών Α΄ Λυκείου για το τροφικό πλέγμα επιδρούν στις στάσεις τους για κρίσιμα οικολογικά ζητήματα που προκύπτουν από ανθρώπινες παρεμβάσεις στα τροφικά πλέγματα όπως: χρήση παρασιτοκτόνων, κυνήγι αρπακτικών πουλιών, υπεραλίευση, εισαγωγή ενός ξενικού είδους, εξόντωση ενός «επικίνδυνου» είδους, κατακερματισμό ενδιαιτημάτων, αλλά και στη στάση τους σε σχέση με τη βιολογική ρύθμιση εντόμων.

Η έρευνα αυτή θεωρούμε ότι είναι επίκαιρη καθώς, η κριτική σκέψη που επιδιώκουν τα σύγχρονα προγράμματα σπουδών είναι η διαδικασία της σκόπιμης, αυτορυθμιζόμενης αξιολόγησης που καθοδηγεί την επίλυση προβλημάτων και τη λήψη αποφάσεων σε συγκεκριμένες και πρωτότυπες περιστάσεις, αποτελώντας δείκτη της ικανότητας του μαθητή να διαχειρίζεται γνώσεις και δεξιότητες, προκειμένου μελλοντικά να αποφασίζει αποτελεσματικά για κρίσιμες καταστάσεις (Ernst & Monroe 2006).

Κριτήρια επιλογής των τροφικών πλεγμάτων

Το τροφικό πλέγμα είναι ένα μοντέλο, μια απλοποιημένη αναπαράσταση των τροφικών σχέσεων σ' ένα οικοσύστημα και η κατανόησή του αποτελεί επιδιωκόμενο στόχο του προγράμματος σπουδών κατά τη διάρκεια της τυπικής εκπαίδευσης. Από ερευνητικά δεδομένα προκύπτει ότι η έννοια αυτή αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο για την κατανόηση οικολογικών προβλημάτων (Hogan 2000, Μπαγιάτη 2002β, Μπαγιάτη & Φλογαΐτη 2005α). Οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε πληθυσμούς, που αναπαρίστανται μ' ένα τροφικό πλέγμα, μπορεί να είναι πολύ απλές έως και ιδιαίτερα σύνθετες. Οι μαθητές πρέπει να προσφύγουν σε απλούστερους «κανόνες», όπως η σχέση λείας - θηρευτή και να κάνουν ανάλογους συνδυασμούς, προκειμένου να προβλέψουν την αλληλεπίδραση των πληθυσμών ενός τροφικού πλέγματος (κάθετη μεταφορά μάθησης) (Φλουρής 2000, Μπαγιάτη 2002β). Στη συνέχεια, θα πρέπει να διακρίνουν τα «πανομοιότυπα στοιχεία» που βοηθούν στην επιλογή της οικολογικά συμβατής λύσης στα υπό μελέτη περιβαλλοντικά ζητήματα (οριζόντια ή κοντινή μεταφορά μάθησης) (Perkins & Salomon 1992, Φλουρής 2000).

Η επιλογή του τροφικού πλέγματος για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας στηρίχθηκε και στην άποψη ότι, όταν η στάση είναι καταμέτρηση συγκεκριμένη απέναντι σε μια δοσμένη συμπεριφορά είναι καλύτερη στο να προβλέψει αυτή τη συμπεριφορά, απ' ότι γενικότερες καταμετρήσεις (Heberlein & Black 1976). Για παράδειγμα, εάν η συμπεριφορά που θέλουμε να προβλέψουμε είναι «εάν κάποιος θα

δώριζε χρήματα στον Ερυθρό Σταυρό», η στάση, που πρέπει να μετρήσουμε είναι ως προς το «να δωρίσει χρήματα στον Ερυθρό Σταυρό» και όχι γενικότερες στάσεις, όπως εάν θα δώριζε χρήματα γενικά ή εάν θα υποστήριζε τον Ερυθρό Σταυρό (Ajzen 1991). Το τροφικό πλέγμα προσφέρεται για τη διερεύνηση μιας ποικιλίας διακριτών και ιεραρχημένης δυσκολίας δεξιοτήτων (Griffiths & Grant 1985), που είναι απαραίτητο να κατέχουν οι μαθητές, ώστε να αξιολογήσουν την οικολογική διάσταση περιβαλλοντικών ζητημάτων που προκύπτουν από ανθρώπινες παρεμβάσεις σε αυτό.

Μεθοδολογία της έρευνας

Το δείγμα

Το δείγμα αποτέλεσαν 234 μαθητές Α΄ τάξης Ενιαίων Λυκείων της πόλης του Ηρακλείου ηλικίας 14 - 16 περίπου ετών. Ως μέθοδος επιλογής του δείγματος επιλέχθηκε η δειγματοληψία κατά δεσμίδες, μια και το δείγμα αποτέλεσαν φυσικά τμήματα της Α΄ τάξης από τα δώδεκα Ενιαία Λύκεια της πόλης του Ηρακλείου. Η επιλογή αυτής της μεθόδου έγινε, γιατί δεν υπήρχαν πλήρη στατιστικά στοιχεία για τον πληθυσμό των μαθητών της Α΄ τάξης των Ενιαίων Λυκείων της πόλης του Ηρακλείου. Από κάθε Ενιαίο Λύκειο κληρώθηκε ένα τμήμα της Α΄ τάξης, δηλαδή συνολικά 12 τμήματα.

Εργαλείο της έρευνας

Ως ερευνητικό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο, το οποίο συντάχθηκε από την ερευνήτρια χρησιμοποιώντας ερωτήσεις πάνω σε καταστάσεις (π.χ. πρόβλεψε τι επίδραση θα έχει η αλλαγή ενός πληθυσμού του τροφικού πλέγματος στους υπόλοιπους), που απαιτούν από το μαθητή να εφαρμόσει τη γνώση του γύρω από τα τροφικά πλέγματα και όχι απλά να ανακαλέσει μια πληροφορία (Griffiths & Grant 1985). Στις περισσότερες ερωτήσεις αποφεύγεται η χρησιμοποίηση επιστημονικών όρων, προκειμένου να διερευνήσουμε τις αντιλήψεις των παιδιών για τα οικολογικά φαινόμενα και τις εξηγήσεις, που δίνουν γι' αυτά με δικούς τους όρους και γλώσσα.

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας περιλαμβάνει συνολικά 16 ερωτήσεις που έχουν δύο σκέλη: μια ερώτηση κλειστή (πολλαπλής εκλογής στην περίπτωση της διερεύνησης γνώσεων ή τριχοτομική στην περίπτωση της διερεύνησης στάσεων) και μια ανοικτή όπου ζητείται από το υποκείμενο να αιτιολογήσει τη μία και μοναδική επιλογή του. Στην παρούσα δημοσίευση θα παραθέσουμε κυρίως, τα στοιχεία που προέκυψαν από την απαραμετρική στατιστική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στις κλειστές ερωτήσεις.

Η έρευνα των Griffiths & Grant (1985) χρησιμοποιήθηκε για την ιεράρχηση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου ως προς το βαθμό δυσκολίας τους. Επτά ζευγάρια ερωτήσεων προαπαιτούν την ίδια ειδική οικολογική γνώση για τη σωστή απάντησή τους, προκειμένου να διερευνηθεί εάν οι οικολογικές γνώσεις επιδρούν στις στάσεις των μαθητών για τα υπό μελέτη οικολογικά ζητήματα. Για παράδειγμα (διατηρήθηκε η αρίθμηση των ερωτήσεων στο ερωτηματολόγιο της έρευνας):

I. Η στάση των μαθητών ως προς την υπεραλλίευση (βλ. παράρτημα ερώτηση 12) είναι ανεξάρτητη από την ικανότητά τους να προβλέψουν την επίδραση μιας ξαφνικής αλλαγής του μεγέθους του πληθυσμού της λείας, στο μέγεθος πληθυσμού του θηρευτή; (βλ. παράρτημα ερώτηση 2).

II. Η στάση των μαθητών ως προς την εισαγωγή ενός ξενικού είδους (βλ. παράρτημα ερώτηση 10) είναι ανεξάρτητη από την ικανότητά τους να καθορίσουν την επίδραση μιας ξαφνικής

αλλαγής ενός πληθυσμού σε ένα δεύτερο «μη γειτονικό» πληθυσμό, με τον οποίο είναι ανταγωνιστικοί ως προς την τροφή, όταν η επίδραση μεταφέρεται με ένα μόνο τρόπο; (βλ. παράρτημα ερώτηση 5).

Στο ερωτηματολόγιο της έρευνας αρχικά, παρατίθενται οι ερωτήσεις που διερευνούσαν τις γνώσεις των μαθητών για τα τροφικά πλέγματα κατά αύξουσα σειρά δυσκολίας - σύμφωνα με την ιεράρχηση των Griffiths & Grant (1985) – και στη συνέχεια με τυχαία σειρά οι ερωτήσεις που διερευνούσαν τις στάσεις των μαθητών, προκειμένου να μην επηρεαστούν οι μαθητές κατά τη συμπλήρωση του.

Για τον προσδιορισμό της οικολογικά συμβατής επιλογής βασιστήκαμε στο μοντέλο των Nuttle, Bredeweg & Salles (2004), οι οποίοι προκειμένου να αποδώσουν περισσότερο οικολογικό ρεαλισμό δημιούργησαν ένα μοντέλο αναπαράστασης που λαμβάνει υπόψη του τις συνέπειες των τροφικών αλληλεπιδράσεων στις βασικές διαδικασίες του πληθυσμού, δηλαδή των γεννήσεων και των θανάτων. Για παράδειγμα, στην ερώτηση 2 (βλ. παράρτημα) η σωστή απάντηση έχει ως εξής: Εφόσον η αφθονία της λείας (σαύρες) γίνεται μικρότερη από την τιμή, που είναι απαραίτητη να στηρίξει την αρχική αφθονία του θηρευτή (νυφίτσες), η συχνότητα θανάτων του θηρευτή θα αυξηθεί λόγω έλλειψης τροφής και η αφθονία του θα μειωθεί (θα λιγοστέψουν). Αντίστοιχα, στην ερώτηση 12 (βλ. παράρτημα) η οικολογικά αποδεκτή στάση είναι (διαφωνώ), εφόσον με την υπεραλλίευση η συχνότητα θανάτων των ψαριών θα αυξηθεί λόγω έλλειψης τροφής.

Πρέπει ωστόσο, να επισημάνουμε ότι κατά την απεικόνιση των τροφικών σχέσεων με τροφικά πλέγματα, όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση γενίκευσης και σχηματοποίησης της φύσης γίνονται απλουστεύσεις. Ωστόσο, το ζητούμενο της έρευνας – και της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης - δεν είναι οι μαθητές να διαχειριστούν τα περιβαλλοντικά ζητήματα ως εξειδικευμένοι επιστήμονες, αλλά να διερευνηθεί, εάν η βασική οικολογική τους γνώση μπορεί να συντελέσει στην κατανόηση τόσο της στενής αλληλεξάρτησης των οργανισμών ενός οικοσυστήματος, όσο και των δραστικών αλλαγών που επιφέρουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες σε αυτό.

Ο χρόνος και ο τόπος συλλογής των δεδομένων

Το ερωτηματολόγιο αρχικά δόθηκε πιλοτικά, το Μάιο 2004 σε δύο τμήματα της Α΄ τάξης Ενιαίων Λυκείων, ώστε να γίνουν οι απαραίτητες βελτιώσεις. Η τελική επίδοση του ερωτηματολογίου έγινε από τις 9/10/2004 έως τις 27/11/2004. Η επίδοση έγινε κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης σχολικής μέρας, από την ίδια την ερευνήτρια, χωρίς να έχει γίνει καμιά προηγούμενη πληροφόρηση των μαθητών. Η ερευνήτρια εξήγησε στα παιδιά πόσο σημαντική θα είναι η βοήθειά τους για την έρευνα και ότι όλες οι απαντήσεις θα είναι ανώνυμες.

Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης

Στις κλειστές ερωτήσεις έγινε καταγραφή των απόλυτων και σχετικών συχνοτήτων των απαντήσεων και υπολογίστηκε ο δείκτης συνάφειας Gamma για να διερευνηθεί, εάν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της ειδικής οικολογικής γνώσης, που είναι αναγκαία για την κατανόηση ενός οικολογικού ζητήματος και της στάσης απέναντι στο ζήτημα αυτό. Ειδικότερα, εκφράσαμε τις μεταβλητές και ποσοτικά αντιστοιχίζοντας σε κάθε κατηγορία απαντήσεων μια αριθμητική τιμή. Στις ερωτήσεις γνώσεων χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές 1 - 2 (λάθος – σωστή απάντηση αντίστοιχα) και στις ερωτήσεις στάσεων οι τιμές 1 - 2 και 3, όπου η τιμή 1 αντιστοιχεί στη αντιπεριβαλλοντική, η τιμή 2 στην ουδέτερη και η τιμή 3 στη φιλοπεριβαλλοντική στάση. Ο δείκτης συνάφειας Gamma παίρνει τιμές μεταξύ –1 (αρνητική

συσχέτιση) και +1 (θετική συσχέτιση). Η αξιολόγηση του μεγέθους ενός δείκτη συνάφειας, γίνεται πάντα με βάση τη στατιστική σημαντικότητα του δείκτη.

Αποτελέσματα

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι (βλ. παράρτημα πιν. 1) θετική συσχέτιση στατιστικά πάρα πολύ σημαντική - σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας α = 0,001 – διαπιστώνεται μεταξύ της ικανότητας των μαθητών να καθορίσουν την επίδραση μιας ξαφνικής αλλαγής του μεγέθους:

i. του πληθυσμού της λείας στο μέγεθος του πληθυσμού του θηρευτή και της στάσης των μαθητών σε σχέση με την υπεραλίευση
ii. του πληθυσμού ενός ανώτερου θηρευτή στον πληθυσμό ενός φυτοφάγου - που ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα - και της στάσης των μαθητών σε σχέση με την εξολόθρευση ενός «επικίνδυνου» είδους
iii. ενός πληθυσμού στο μέγεθος του πληθυσμού του ανταγωνιστή του και της στάσης των μαθητών σε σχέση με την εισαγωγή ενός ξενικού είδους
iv. του πληθυσμού ενός ανώτερου θηρευτή στον πληθυσμό ενός φυτοφάγου - που δεν ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα - και της στάσης των μαθητών σε σχέση με το κυνήγι αρπακτικών πουλιών.

Θετική συσχέτιση στατιστικά σημαντική διαπιστώνεται μεταξύ της ικανότητας των μαθητών να καθορίσουν την επίδραση μιας ξαφνικής αλλαγής:

v. του μεγέθους του πληθυσμού του θηρευτή στο μέγεθος του πληθυσμού της λείας και της στάσης των μαθητών σε σχέση με την βιολογική ρύθμιση εντόμων - σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας α = 0,017.
vi. του πληθυσμού των φυτοφάγων στον πληθυσμό ενός ανώτερου θηρευτή - που ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα - και της στάσης των μαθητών σε σχέση με τη χρήση παρασιτοκτόνων σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας α = 0,002.

Συσχέτιση στατιστικά ασήμαντη - σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας α = 0,918 – παρατηρείται μόνο μεταξύ της ικανότητας των μαθητών να καθορίσουν:

vii. την επίδραση της εξάλειψης των παραγωγών στον πληθυσμό ενός ανώτερου θηρευτή και της στάσης των μαθητών σε σχέση με τον κατακερματισμό ενός δάσους.

Συμπεράσματα

Σημαντικό συμπέρασμα της παρούσας έρευνας είναι, ότι η οικολογική γνώση που είναι αναγκαία για την κατανόηση ενός οικολογικού ζητήματος δείχνει να έχει μια σταθερή θετική συσχέτιση που είναι στατιστικά πάρα πολύ σημαντική έως σημαντική, με τις στάσεις για την πλειοψηφία των υπό μελέτη οικολογικών ζητημάτων – όπως εξόντωση ενός «επικίνδυνου» είδους, εισαγωγή ενός ξενικού είδους, υπεραλίευση, χρήση παρασιτοκτόνων, βιολογική καταπολέμηση εντόμων και κυνήγι αρπακτικών πουλιών. Ενισχύεται συνεπώς, η άποψη ότι η ανάκληση μιας βασικής οικολογικής γνώσης συμβάλει στην κριτική σκέψη των μαθητών ενισχύοντας την ικανότητά τους να κατανοούν τις οικολογικές επιπτώσεις μιας αναπτυξιακής παρέμβασης στα οικοσυστήματα, ώστε να πειστούν για τους λόγους για τους οποίους είναι σημαντικό να υιοθετήσουν μια φιλοπεριβαλλοντική στάση.

Ακόμη, φαίνεται να ενισχύεται η άποψη των Heberlein & Black (1976) ότι η μέτρηση των δύο μεταβλητών (στάσεις, συμπεριφορά) στο ίδιο επίπεδο σαφήνειας, μπορεί να οδηγήσει στην πρόβλεψη

της συμπεριφοράς από τις στάσεις, καθώς φαίνεται να προεκτείνεται και στην περίπτωση πρόβλεψης των στάσεων από τις γνώσεις.

Μόνο στην περίπτωση κατακερματισμού ενδιαιτημάτων για την κατασκευή ενός δρόμου οι μεταβλητές ειδική οικολογική γνώση και στάση είναι ανεξάρτητες. Επιβεβαιώνεται έτσι, η άποψη ότι επιλεκτικά κίνητρα (προσωπική άνεση) υπερισχύουν των πρωταρχικών (περιβαλλοντικές αξίες) όταν το «κόστος» (π.χ. χρόνος, προσπάθεια κ.ά.) εκτιμάται ότι είναι υψηλό. Ωστόσο, πρέπει να επισημάνουμε ότι μόλις το 15,4 % των μαθητών κατανοούν πλήρως τις επιπτώσεις της ολοκληρωτικής εκχέρσωσης ενός δάσους στην αντίστοιχη ερώτηση γνώσης, ενώ στην περίπτωση κατακερματισμού οι μαθητές υποστηρίζουν ότι θα καταστραφεί μόνο ένα τμήμα του για να δικαιολογήσουν την αντιπεριβαλλοντική τους στάση.

Γενικότερα, φαίνεται ότι καταρχάς τείνουμε να αποφεύγουμε πληροφορίες για τα περιβαλλοντικά ζητήματα, διότι βάσει της θεωρίας της γνωστικής ασυμφωνίας (Festinger 1957) έρχονται σε αντίθεση ή απειλούν κάποιες από τις βασικές μας προϋποθέσεις ως προς τις υλικές μας ανάγκες. Ωστόσο, η συνεπή επιστημονικά θεώρηση των συνεπειών της εκάστοτε αναπτυξιακής μας παρέμβασης στο οικοσύστημα, διαφαίνεται σημαντικός παράγοντας από την παρούσα έρευνα, για τη διαμόρφωση στάσεων σε σχέση με την περιβαλλοντική προστασία. Άλλωστε, πλήρη επίγνωση μιας επιλογής και μας σε ένα περιβαλλοντικό ζήτημα δεν μπορούμε να έχουμε, εάν δεν κατανοούμε τις οικολογικές επιπτώσεις της εκάστοτε παρέμβασης μας στη φύση.

Προτάσεις

Οι εκπαιδευτικοί συνεπώς, όταν σχεδιάζουν ένα πρόγραμμα ΠΕ, θα ήταν χρήσιμο να λαμβάνουν υπόψη τους τις βασικές επιστημονικές έννοιες, τις απαραίτητες για την κατανόηση και διερεύνηση του ζητήματος υπό μελέτη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί συνδέοντας το πρόγραμμα σπουδών με τις περιβαλλοντικές δραστηριότητες, εξοικονομώντας ταυτόχρονα χρόνο για την Π.Ε.

Οι μαθητές θα μπορούσαν να διερευνήσουν οικολογικά ζητήματα που απαντώνται στο τοπικό περιβάλλον, παρόμοια με αυτά της έρευνας, προκειμένου να εξασκηθούν στη διαχείριση γνώσεων και δεξιοτήτων γύρω από προβλήματα της κοινότητάς τους. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας άλλωστε υποδεικνύουν ότι η μεταφορά βασικών οικολογικών γνώσεων στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής είναι εφικτή, σε αντίθεση με την πλειοψηφία των ερευνητικών αποτελεσμάτων που αφορούν στη μεταφορά και επιδεικνύουν αρνητικά ευρήματα (Perkins & Salomon 1992).

Η μεταφορά μάθησης στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής αποτελεί και το σημείο σύγκλισης στη διδακτική των ΦΕ μεταξύ της κλασσικής και της νεότερης τάσης. Οι διδάσκοντες των Φ.Ε. θα πρέπει να λάβουν υπόψη τους ότι η Π.Ε. προσφέρει στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών ένα εύρος προοπτικών για τη γνώση και τη μάθηση, καθώς συμβάλλει ώστε οι μαθητές να θεωρήσουν την επιστημονική γνώση που τους παρέχει το σχολείο χρηστικό εργαλείο για την κατανόηση των οικολογικών ζητημάτων, να συνειδητοποιήσουν τα όρια της επιστήμης που σε πολλές περιπτώσεις αδυνατεί να αποκαταστήσει την υποβάθμιση που προκαλείται από τις εφαρμογές της, αλλά και να φιλτράρουν πεποιθήσεις που χρίζουν κοινωνικής αποδοχής για την «ποιότητα ζωής» του σύγχρονου ανθρώπου.

Σημαντική ωστόσο, από τη σκοπιά της ΠΕ, είναι η διαπίστωση εκ μέρους των μαθητών για την ανεπάρκεια της πρακτικοβιωματικής τους γνώσης να μην περιοριστεί μόνο στην κριτική συμπλήρωσή της από την επιστημονική, αλλά να δώσει το έναυσμα στους μαθητές να συνειδητοποιήσουν πως αυτή η

ελλιπής γνώση επηρεάζει τις στάσεις τους για την περιβαλλοντική προστασία, ενισχύοντας παράλληλα την κριτική τους σκέψη (Μπαγιάτη 2006, 2007).

Βιβλιογραφία

Κουζέλης, Γ. (2005). *Ενάντια στα φαινόμενα, για μια επιστημολογική προσέγγιση της διδακτικής των Κοινωνικών Επιστημών*. Αθήνα, Νήσος.

Μπαγιάτη, Ε. (2002β). Διερεύνηση εναλλακτικών αντιλήψεων μαθητών της Στ΄ τάξης δημοτικών σχολείων γύρω από τις τροφικές αλυσίδες και της ικανότητάς τους να κατανοούν σχετικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Μεταπτυχιακή Εργασία. Ρέθυμνο. Π.Τ.Δ.Ε. Σχολή Επιστημών της Αγωγής. Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Μπαγιάτη, Ε. (2006). Αντιλήψεις και στάσεις μαθητών Λυκείου σε σχέση με βασικές οικολογικές έννοιες και ζητήματα στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Στο Ε. Φλογαΐτη & Μ. Δασκολιά (Επιμ.), *Πρακτικά Επιστημονικής Εκδήλωσης "Η έρευνα στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση /Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη στην Ελλάδα"* που έλαβε χώρα στο πλαίσιο της Διεθνούς Επιστημονικής Συνάντησης "Εκπαίδευση για την Αειφορία: ερευνητικές Διαστάσεις" (Αθήνα, 19 - 20/5/2006), ΚΕΜΕΠΕ και ΤΕΑΠΗ Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, 35-36.

Μπαγιάτη, Ε. (2007). Αντιλήψεις και στάσεις μαθητών Λυκείου σε σχέση με βασικές οικολογικές έννοιες και ζητήματα στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Διδακτορική Διατριβή. Αθήνα, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Μπαγιάτη, Ε. & Φλογαΐτη, Ε. (2005α). Ικανότητα μαθητών δημοτικού σχολείου να κατανοούν και να αξιολογούν οικολογικές επιπτώσεις ανθρώπινων παρεμβάσεων στα τροφικά πλέγματα, 2ο Πανελλήνιο Συμπόσιο «*Έμπνευση, Στοχασμός και Φαντασία στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*», Πανεπιστήμιο Πειραιά, 90 –99, 1 – 3 Απριλίου.

Παπαδημητρίου, Β. (1998). *Περιβαλλοντική εκπαίδευση και σχολείο*. Αθήνα, Τυπωθήτω.

Φλουρής, Γ. (2000). *Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας και η διαδικασία της μάθησης* (4η εκδ.). Αθήνα, Γρηγόρη.

Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 50, 179 – 211.

Bright, A.D. & Manfredo, M.J. (1997). The influence of balanced information on attitudes toward natural resource issues. *Society and Natural Resources*, 10 (5), 469 – 484. Available on http://web7.epnet.com.

Dettmann – Easler, D. & Pease, J.L. (1999). Evaluating the effectiveness of residential environmental education programs in fostering positive attitudes toward wildlife. *The Journal of Environmental Education*, 31 (1), 33 – 39.

Diekmann, A. & Preısendoerfer, P. (1992). Persönliches Umweltverhalten: Die Diskrepanz zwischen Anspruch und Wirklichkeit. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 44, 226 – 251.

Dimopoylos, D.I., Paraskevopoulos, St. & Pantis, J.D. (2008). The Cognitive and Attitudinal Effects of a Conservational Module on Elementary School Students. *The Journal of Environmental Education*, 39 (3), 47 61.

Ernst, J.A. & Monroe, M. (2006). The effects of environment – based education on students' critical thinking skills and disposition toward critical thinking. *Environmental Education Research*, (12) 3-4, 429 - 443.

Festinger, L. (1957). A theory of cognitive dissonance. Stanford, Stanford University Press.

Gagné, R.M. (1977). The Conditions of Learning (2nd Ed.). New York, Holt, Rinehart and Winston.

Gough, A. (2002). Mutualism: a different agenda for environmental and science education. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1201 – 1215.

Griffiths, A.K. & Grant, A.C. (1985). High school students' understanding of food webs: identification of a learning hierarchy and related misconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 22 (5), 421 – 436.

Heberlein, T.A. & Black, J.S. (1976). Attitudinal specificity and the prediction of behaviour in a field setting. *Journal of Personality and Social Psychology*, 33, 474 – 479.

Hogan K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (4), 341 –368.

Jiménez– Aleixandre, M.P. & Pereiro - Muñoz, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1171 – 1190.

Kollmuss, A. & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro – environmental behaviour? *Environmental Education Research*, 8 (3), 239 –260.

Moscovici, S. (1995). Η εποχή των κοινωνικών αναπαραστάσεων. Στο Σ. Παπαστάμου και Α. Μαντόγλου (Επιμ.), *Σύγχρονες Έρευνες στην Κοινωνική Ψυχολογία: Κοινωνικές Αναπαραστάσεις* (1η εκδ.). Αθήνα, Οδυσσέας: Σειρά Κοινωνικής Ψυχολογίας.

Nuttle, T., Bredeweg, B. & Salles, P. (2004). Qualitative Reasoning about Food Webs: Exploring Alternative Representations. In K. Forbus & J. de Kleer (eds.) *Proceedings of the 18th International Workshop on Qualitative Reasoning* (QR'04), Evanston, Illinois, 89-96, August 2 – 4.

Perkins, D.N. (1993). Teaching for understanding. *American Educator*, (17) 3, 28-35.

Perkins, D.N. & Salomon, G. (1992). Transfer of Learning. *International Encyclopaedia of Education*, Oxford (2nd ed.), England, Pergamon Press. Retrieved on 26/8/2005 from http:// learnweb.Harvard.edu.

Petty, R.E. & Cacioppo, J.T. (1986). The elaboration likelihood model of persuasion. In L. Berkowitz (Ed.), *Advanced in Experimental Social Psychology*, New York: Academic Press, 19, 123 – 205.

Taylor, P.C.S. (1993). Collaborating to reconstruct Teaching: The Influence of Researcher Beliefs, In K. Tobin (Ed.), *The Practice of Constructivism in Science Education*. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdate, 267 –297.

Παράρτημα

*Τροφικό πλέγμα **1***

ΕΡΩΤΗΣΗ 2: Εάν ξαφνικά οι σαύρες γίνουν πολύ λίγες, τι προβλέπεις ότι θα συμβεί στις νυφίτσες; (Θα λιγοστέψουν - Θα μείνουν οι ίδιες - Θα γίνουν πάρα πολλές) (βλ. Τροφικό πλέγμα 1).

ΕΡΩΤΗΣΗ 12: Οι ψαράδες ενός νησιού επιδόθηκαν στην αλίευση τεράστιων ποσοτήτων γαρίδων, μια εποχή που τα ψάρια ήταν πολύ μικρά για να τα εμπορευτούν. Πως κρίνεις την τακτική τους αυτή; (Συμφωνώ – Διαφωνώ – Δεν είμαι σίγουρος) (βλ. Τροφικό πλέγμα 2).

Φυτοπλαγκτόν ⟶ γαρίδες ⟶ ψάρια

*Τροφικό πλέγμα **2***

ΕΡΩΤΗΣΗ 5: Εάν ξαφνικά οι αράχνες γίνουν πάρα πολλές, τι προβλέπεις ότι θα συμβεί στις σαύρες; (Θα λιγοστέψουν - Θα μείνουν οι ίδιες - Θα γίνουν πάρα πολλές) (βλ. πλέγμα 1).

ΕΡΩΤΗΣΗ 10: Σ΄ ένα φαράγγι, που είναι εθνικός δρυμός, ζουν αγριοκάτσικα που ανήκουν σε ένα σπάνιο είδος. Οι άνθρωποι αποφασίζουν να μεταφέρουν ζαρκάδια στο φαράγγι, για να γίνει πιο εντυπωσιακό για τους επισκέπτες. Πως κρίνεις την απόφασή τους αυτή; (Συμφωνώ – Διαφωνώ – Δεν είμαι σίγουρος) (βλ. τροφικό πλέγμα 3).

Τροφικό πλέγμα 3

Πίνακας 1. Δείκτης συνάφειας Gamma για κάθε συσχετιζόμενο ζεύγος ερωτήσεων

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ	GAMMA	A
Ερώτηση 2 με ερώτηση 12 (βλ. αποτελέσματα περίπτωση i)	0,809	0,001
Ερώτηση 3 με ερώτηση 14 (βλ. αποτελέσματα περίπτωση v)	0,621	0,017
Ερώτηση 4 με ερώτηση 13 (βλ. αποτελέσματα περίπτωση vi)	0,652	0,002
Ερώτηση 5 με ερώτηση 10 (βλ. αποτελέσματα περίπτωση iii)	0,709	0,001
Ερώτηση 6 με ερώτηση 9 (βλ. αποτελέσματα περίπτωση ii)	0,595	0,001
Ερώτηση 7 με ερώτηση 11 (βλ. αποτελέσματα περίπτωση vii)	0,017	0,918
Ερώτηση 8 με ερώτηση 15 (βλ. αποτελέσματα περίπτωση iv)	0,788	0,001

Ιστορική αναδρομή στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ): Σχέση ανταγωνισμού ή συνεργασίας; Το παράδειγμα της «Εκπαίδευσης στα Υδάτινα Περιβάλλοντα»

Αθανάσιος Μόγιας
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Έρευνας & Εκπαίδευσης, amogias@eled.duth.gr

Περίληψη
Εδώ και αρκετά χρόνια εμφανίζεται στη βιβλιογραφία μια συζήτηση που αφορά στην κριτική που υφίσταται η Επιστήμη και η Τεχνολογία για τη συμμετοχή τους στα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Επικρίνεται η μηχανιστική–καρτεσιανή προσέγγιση, που βασίζεται κυρίως στον κατακερματισμό των επιστημονικών αντικειμένων και προτείνεται ένα νέο «παράδειγμα» ολιστικής και οικολογικής προσέγγισης της γνώσης. Ο κατακερματισμός της γνώσης γίνεται εμφανής και στο χώρο της εκπαίδευσης, με την έλλειψη κάθε σύνδεσης μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων των αναλυτικών προγραμμάτων. Η απάντηση της σύγχρονης παιδαγωγικής δίνεται με τη διαμόρφωση διαθεματικών και ολιστικών προσεγγίσεων. Η εκπαίδευση στις ΦΕ και η ΠΕ αποτελούν δύο γνωστικά πεδία με πολλά κοινά μεθοδολογικά χαρακτηριστικά, συναφείς σκοποθεσίες και με εξελικτική διαδρομή σχεδόν παρόμοια, ενώ μέσα από το νέο παράδειγμα, η σχέση τους καθίσταται περισσότερο συνεργατική. Η Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα, ως κομμάτι της ΠΕ, γεφυρώνει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα δύο πεδία, καθώς η γνωστική της κληρονομιά ανάγεται σε αντικείμενα των ΦΕ, συνδυάζοντάς τα με τις κοινωνικές/ανθρωπιστικές επιστήμες.

Abstract
For several years a discussion has been held in the scientific literature, concerning the criticism of Science and Technology for their involvement on current environmental problems. The mechanistic–Cartesian approach, based mainly on the fragmentation of subject matter disciplines has been criticized, and a new "paradigm" of holistic and ecological approach of knowledge has been proposed. This knowledge disintegration is getting obvious in formal education by the lack of linkage between the curricula subject matters. The answer from modern pedagogics is given with the formation of interdisciplinary and holistic approaches. Science and Environmental education represent two fields with many common methodological characteristics, coherent goals and with an almost same evolutionary course, whilst their relationship through the new paradigm is becoming more synergistic. Marine and Aquatic Education, as part of Environmental education, bridges these two fields, because of its cognitive legacy that goes back to natural sciences, combining them with social/humanitarian sciences.

"τα γεγονότα μάς θυμίζουν σε κάθε βήμα, πως δεν κυριαρχούμε καθόλου πάνω στη φύση,
όπως ένας κατακτητής πάνω σε έναν ξένο λαό, όπως κάποιος που θα στεκόταν έξω από τη φύση,
αλλά πως ανήκουμε στη φύση, με τη σάρκα, το αίμα μας και το μυαλό μας…"
(Φρίντριχ Ένγκελς[20] "Η Διαλεκτική της Φύσης" σελ. 159)

Εισαγωγή

[20] Ένγκελς, Φ. (2008). Η Διαλεκτική της Φύσης. 7η Έκδοση. Εκδ. Σύγχρονη Εποχή, Αθήνα

Ο αριθμός των κειμένων που χαρακτηρίζονται σήμερα ως ορόσημα στη διεθνή βιβλιογραφία και τα οποία, με ιδιαίτερο τρόπο το καθένα, επέκριναν και εξακολουθούν να το κάνουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, τα τεκταινόμενα της εποχής τους, υπήρξε αρκετά μεγάλος κατά το πρόσφατο παρελθόν. Μνημονεύουμε ενδεικτικά την "Σιωπηλή Άνοιξη" της Ρέιτσελ Κάρσον[21] που, από τις αρχές της δεκαετίας του '60, εγκαινίασε μια διαφορετική πρακτική, αυτήν της εκλαΐκευσης επιστημονικών πονημάτων με απώτερο σκοπό την καλύτερη δυνατή ενημέρωση του ευρύ κοινού. Σε αυτήν της την προσπάθεια, την ακολούθησαν πολλοί άλλοι, κατά τις επόμενες δύο δεκαετίες και από τις δύο μεριές του Ατλαντικού, όπως π.χ. ο νομπελίστας βιολόγος, γιατρός και φιλόσοφος Κόνραντ Λόρεντς[22], ο μαθηματικός Πιέρ Σάμουελ[23], ο εφευρετικός γεωεπιστήμονας Τζέιμς Λάβλοκ[24], ο βιολόγος Μπάρυ Κόμονερ[25], ο δικός μας νομικός, οικονομολόγος και φιλόσοφος Κορνήλιος Καστοριάδης[26], για να αναφέρουμε μόνο κάποιους ενδεικτικά. Και όλοι τους συναντώνται σε μια κοινή συνισταμένη, στην προβληματική που εμφανίζεται γύρω από το ρόλο της επιστήμης και τεχνολογίας στο πλαίσιο του σύγχρονου πολιτισμού. Μάλιστα, στο μνημειώδες έργο του με τον τίτλο "Η Κρίσιμη Καμπή, Επιστήμη, Κοινωνία και απαρχή ενός νέου Πολιτισμού" ο φυσικός και φιλόσοφος Fritjof Capra (1982) καυτηριάζει και απορρίπτει τη συνεχιζόμενη προσκόλληση της σύγχρονης κοινωνίας στη θετικιστική–μηχανιστική ερμηνεία του κόσμου, όπως αυτή διατυπώθηκε από τον Καρτέσιο και τον Νεύτωνα τέσσερις αιώνες νωρίτερα και αναζητάει μια νέα πιο ουσιαστική άποψη για τον κόσμο· προτείνει, δηλαδή, ότι αυτό που χρειάζεται η σύγχρονη κοινωνία είναι ένα νέο είδος επιστήμης στην οποία το παλιό «παράδειγμα» του κατακερματισμού της γνώσης αντικαθίσταται από ένα νέο παράδειγμα ολιστικής και οικολογικής προσέγγισής της.

Μέσα στη δίνη της οικολογικής κρίσης και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης όλων ανεξαρτήτως των φυσικών οικοσυστημάτων του πλανήτη μας, η επιστήμη και η τεχνολογία φαίνεται να έχουν βρεθεί, τις τελευταίες δεκαετίες, στο επίκεντρο συζητήσεων και επικρίσεων αναφορικά με το ρόλο που έχουν διαδραματίσει.

Η εκπαίδευση σε όλες τις μορφές της (τυπική, μη τυπική, άτυπη) δε θα μπορούσε να μείνει αμέτοχη στις εξελίξεις που λαμβάνουν χώρα την περίοδο αυτή, καθώς είναι εκείνη που θέτει το πλαίσιο, τους όρους και τις διαστάσεις των γνωστικών αντικειμένων τα οποία καλείται να θεραπεύσει. Ειδικότερα για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) τα Αναλυτικά Προγράμματα (ΑΠ) θέτουν πλέον ως σημαντική προτεραιότητα την εξοικείωση των μαθητευόμενων όλων των βαθμίδων με την τεχνολογία και επιπλέον, τα τελευταία χρόνια, με τη χρήση του διαδικτύου. Ο σχετικός όρος που επικράτησε διεθνώς και που εκφράζει τις απαιτήσεις των σύγχρονων ΑΠ είναι ο «Επιστημονικός αλφαβητισμός». Ο Lambert (2006) οριοθετεί τον παραπάνω όρο ως τη γνώση και την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και των διαδικασιών που απαιτούνται στη λήψη αποφάσεων και στη συμμετοχή σε πολιτικά και πολιτιστικά θέματα, ενώ και ο Bybee (2008) συμπληρώνει πως είναι η γνώση του ατόμου και η χρήση αυτής της γνώσης ώστε να είναι σε θέση να κατανοεί επιστημονικές ερωτήσεις, να εξηγεί επιστημονικά φαινόμενα και να μπορεί να καταλήγει σε συμπεράσματα βασισμένα σε αποδείξεις για θέματα που άπτονται της επιστήμης.

Σήμερα, η αναγκαιότητα να κατανοεί κάποιος το περιβάλλον γύρω του, φυσικό και ανθρωπογενές, αποδεικνύεται πολύ πιο σημαντική και επιτακτική από όσο ήταν εκατό, πενήντα, ή και δέκα χρόνια πριν. Μετατρέποντας τη σκέψη αυτή με όρους εκπαίδευσης, θα λέγαμε ότι ένας «τύπος εκπαίδευσης για το περιβάλλον» είναι όσο ποτέ άλλοτε

---

21 Κάρσον, Ρ. (1981). Σιωπηλή Άνοιξη. Εκδ. Κάκτος, Αθήνα

22 Λόρεντς Κ. (1979). Τα 8 θανάσιμα αμαρτήματα του πολιτισμού μας. Νέα έκδοση βελτιωμένη. Εκδ. Θυμάρι, Αθήνα

23 Σάμουελ Π. (1973). Οικολογία: χαλάρωση ή δαιμονικός κύκλος. 5η Έκδοση. Εκδ. Βέργος, Αθήνα

24 Λάβλοκ Τ. (1993). Γαία, μια νέα θεώρηση στη ζωή του πλανήτη. Εκδ. Aquarius-Novapress, Αθήνα

25 Κόμονερ Μ. (1990). Ο κύκλος που κλείνει. Εκδ. Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη

26 Καστοριάδης Κ. & Κον–Μπέντιτ Ν. (1981). Από την Οικολογία στην Αυτονομία. Εκδ. Κέδρος, Αθήνα

επιβεβλημένος στις μέρες μας.

Το ερώτημα που τίθεται στο σημείο αυτό είναι κατά πόσο αυτή η εκπαίδευση για το περιβάλλον είναι κάτι που έχει δοκιμαστεί, αν είναι σταθερή στο πέρασμα του χρόνου στις διάφορες επιστημολογικές και φιλοσοφικές της αναζητήσεις και κατά πόσο συνδέεται ή μπορεί να συνδεθεί με το πεδίο των ΦΕ.

Διδακτική των ΦΕ και ΠΕ: η εξελικτική πορεία

Μια γρήγορη ματιά στη σύγχρονη ιστορία των δύο εκπαιδευτικών πεδίων, της Διδακτικής των ΦΕ και της ΠΕ, αποκαλύπτει μια σχεδόν κοινή πορεία εξέλιξης ως προς το ρόλο που επιζητούν να διαδραματίσουν, τους σκοπούς και τους στόχους που καλούνται να εκπληρώσουν. Προσπαθώντας να ψηλαφίσουμε την ιστορική τους πορεία, η χρονολογία που σημαδεύει τη διδασκαλία των ΦΕ σε πολλές δυτικές χώρες μετά το Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο είναι το 1957, έτος αποστολής του σοβιετικού δορυφόρου Σπούτνικ στο διάστημα. Ο προβληματισμός στις δυτικές χώρες για την καθυστέρηση στην αποστολή επανδρωμένου δορυφόρου οδήγησε στην εκτίμηση ότι τα ΑΠ σχετικά με τις ΦΕ ήταν αναποτελεσματικά και επιχείρησαν να τα «βελτιώσουν» στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, προσανατολίζοντας τη διδασκαλία των ΦΕ στην προετοιμασία των μαθητών αποκλειστικά για πανεπιστημιακές σπουδές (Matthews 2007). Αυτή η επιστημονοκεντρικού τύπου προσέγγιση επέτεινε ακόμη περισσότερο την μηχανιστική–καρτεσιανή οπτική του κόσμου και αποτέλεσε τον οδηγό στη διδακτική των ΦΕ για τις επόμενες δύο τουλάχιστον δεκαετίες.

Την ίδια περίοδο αναπτύσσεται, εντός ή εκτός ΑΠ η «Εκπαίδευση για τη Διατήρηση της Φύσης» (π.χ. Παπαδημητρίου 1998, Φλογαΐτη 1998), η οποία ουσιαστικά αποτελεί μια ήπια μορφή εκπαίδευσης των μαθητών γύρω από τοπικά, κυρίως, θέματα του φυσικού περιβάλλοντος. Είναι η εποχή που στη χώρα μας συναντούμε το μάθημα της Πατριδογνωσίας με αντικείμενο μελέτης, μεταξύ άλλων, το άμεσο περιβάλλον του παιδιού, τη φύση και τη ζωή σε αυτό (Χριστιάς 1998).

Στον απόηχο των περιβαλλοντικών προβλημάτων που άρχισαν να γίνονται όλο και πιο ορατά και αντιληπτά από το σύγχρονο άνθρωπο, οι στόχοι της εκπαίδευσης στις ΦΕ, έτσι όπως αυτοί είχαν τεθεί τις δεκαετίες του ’60 και ’70 για την παραγωγή περισσότερων και καλύτερων επιστημόνων, αμφισβητήθηκαν και άρχισαν να διαμορφώνονται προγράμματα ΦΕ που να απευθύνονται σε όλους του μαθητές ανεξαρτήτως του επαγγέλματος που επρόκειτο να ακολουθήσουν, δίνοντας έμφαση όχι μόνο στην απόκτηση επιστημονικής γνώσης, αλλά και στις εφαρμογές της, καθώς και σε θέματα αξιών που διέπουν τη σχέση ΦΕ και κοινωνίας (Παπαδημητρίου 1998). Οι Σκορδούλης και Σωτηράκου (2005) αναφέρουν, σχετικά, ότι στη δεκαετία του ’70 και στις αρχές του ’80 η συζήτηση για τη σχέση επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας ήταν εμφανής στις συναντήσεις εκπαιδευτικών· αυτός ο νέος προσανατολισμός στη σχολική επιστήμη ονομάστηκε «Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Κοινωνία (**S**cience, **T**echnology, **S**ociety – **STS**)» και ενώ τα πρώτα κείμενα χαρακτηρίζονταν από μια μονόδρομη επίδραση της επιστήμης/τεχνολογίας προς την κοινωνία, στα κείμενα της δεκαετίας του ’90 εκφράζεται περισσότερο η αμοιβαία αλληλεπίδρασή τους.

Αντίστοιχα, προς τα τέλη της δεκαετίας του ’60, παρατηρούμε μια στροφή στη φιλοσοφία που χαρακτηρίζει την εκπαίδευση σε θέματα τα οποία σχετίζονται με το περιβάλλον. Είναι η εποχή που το σύγχρονο ενδιαφέρον για το περιβάλλον εκφράζεται στο σύνολό του από ένα ευρύ και μαζικό κοινωνικό κίνημα το οποίο ονομάζεται «οικολογικό» και προσπαθεί να «πρασινίσει» σε διάφορους τόνους τη δημόσια ζωή (Φλογαΐτη 1998). Βεβαίως ο ρόλος μιας θετικής επιστήμης, της Οικολογίας, υπήρξε καθοριστικός, καθώς εκτιμάται, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Μοδινός (1996), ότι χωρίς την καταφυγή του σ’ αυτήν το οικολογικό κίνημα θα βρίσκονταν ακόμη σε εμβρυακή μορφή. Οι ζυμώσεις που αναφέρθηκαν

παραπάνω είχαν ως αποτέλεσμα την μετακίνηση του ενδιαφέροντος από τη Φύση και τα θέματα της Διατήρησής της, στο Περιβάλλον και την αντιμετώπιση της οικολογικής κρίσης, καθώς θεωρήθηκε ότι ο όρος «Περιβάλλον» είναι ευρύτερος από αυτόν της «Φύσης», διότι περιλαμβάνει τον ίδιο τον άνθρωπο, τις δραστηριότητές του και γενικά όλες τις εκφάνσεις της ζωής του (Φλογαΐτη 1998). Ως εκ τούτου, ο όρος που ξεκίνησε να χρησιμοποιείται και θα έμενε στο λεξιλόγιο και στις καρδιές των ανθρώπων, εντός και εκτός εκπαιδευτικής κοινότητας, είναι η «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ)». Η δεκαετία του ’70 ήταν η σημαντικότερη από τη μεριά της οριοθέτησης, εγκαθίδρυσης και διάχυσης της νέας αυτής εκπαιδευτικής περιοχής. Οι πολλές και σημαντικές, σε διεθνές και εθνικό επίπεδο, συναντήσεις που πραγματοποιήθηκαν καθόλη της διάρκεια της δεκαετίας, με αποκορύφωμα τους σταθμούς του Βελιγραδίου το 1975 και της Τιφλίδας το 1977, εξυπηρέτησαν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις παραπάνω ανάγκες. Η ΠΕ εισήχθη στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση των περισσότερων χωρών και επιπρόσθετα υπήρξε, λόγω του καινοτόμου χαρακτήρα της, μία από τις σημαντικότερες αιτίες διάγνωσης των άκαμπτων ΑΠ.

Ωστόσο, τα νέα περιβαλλοντικά δεδομένα της δεκαετίας του ’80, άγνωστα μέχρι τότε στο ευρύ κοινό, κάνουν την εμφάνισή τους στο προσκήνιο, πολλές φορές με άμεσο και απειλητικό τρόπο, (π.χ. Chernobyl, μείωση του στρώματος του όζοντος, όξινη βροχή, φαινόμενο θερμοκηπίου). Υπό το πρίσμα των νέων αυτών περιβαλλοντικών και κατ’ επέκταση κοινωνικοπολιτικών και οικονομικών αλλαγών, η εκπαιδευτική πραγματικότητα αναζητά νέες προτάσεις στα ΑΠ των διαφόρων χωρών. Οι ΦΕ, ως ένα από τα δυναμικότερα πεδία της εκπαίδευσης δε θα μπορούσαν να μείνουν αμέτοχες σ’ αυτήν την προσπάθεια και, έτσι, διατυπώνονται προτάσεις για την ολοένα και μεγαλύτερη αναγκαιότητα εισαγωγής της περιβαλλοντικής συνιστώσας στη διδασκαλία τους (π.χ. Littledyke 2008). Η αλλαγή προσανατολισμού προς μια εκπαίδευση που θα χρησιμοποιεί στο χώρο των ΦΕ το περιβάλλον ως βασικό πλαίσιο μάθησης θεωρήθηκε επιτακτική, αφενός διότι κοινή εκτίμηση όλων όσων εμπλέκονταν στη διδακτική των ΦΕ ήταν η έλλειψη ενδιαφέροντος από τους μαθητές για τα αντικείμενα που διδάσκονταν, καθώς δεν μπορούσαν να ανιχνεύσουν κοινά στοιχεία με την καθημερινότητά τους, γεγονός που λειτουργούσε ως βασικός ανασταλτικός παράγοντας στο να εμπλακούν ενεργά με τις ΦΕ και αφετέρου το γεγονός ότι οι ΦΕ θεωρούνται ανεξάρτητες από προκαταλήψεις και αξίες και στηριζόμενες αποκλειστικά σε δεδομένα από τον εμπειρικό κόσμο, οδηγούν πάντα σε «ασφαλή» συμπεράσματα (Μαλανδράκης 2005). Οι μοναδικές αξίες που προβάλλονταν μέσα από τις ΦΕ για πολλά χρόνια ήταν η απόλυτη αλήθεια της επιστημονικής γνώσης, η θετικιστική όψη του κόσμου και η αντίληψη που θεωρεί ότι οι επιστημονικές και τεχνολογικές γνώσεις μπορούν να επιλύσουν οποιοδήποτε περιβαλλοντικό πρόβλημα (Αθανασάκης 2004). Το γεγονός όμως ότι εδώ και καιρό άρχισε να αμφισβητείται η άλλοτε αδιαμφισβήτητη ηγεμονία και πρωτοκαθεδρία της επιστημονικής σκέψης (Μαλανδράκης 2005) και να διαφαίνεται όλο και περισσότερο η άμεση επίδραση των επιστημονικών ανακαλύψεων στην κοινωνία και το περιβάλλον, οδήγησε τους ερευνητές της εκπαίδευσης στις ΦΕ να προτείνουν μια νέα προσέγγιση στη διδασκαλία των ΦΕ, που να υπογραμμίζει και να διερευνά τις σχέσεις μεταξύ επιστήμης, τεχνολογικής καινοτομίας, κοινωνικών ζητημάτων και περιβαλλοντικών προβλημάτων (Σκορδούλης & Σωτηράκου 2005). Αυτός ο νέος προσανατολισμός των ΦΕ, που πήρε την ονομασία «Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Κοινωνία, Περιβάλλον (**S**cience, **T**echnology, **S**ociety, **E**nvironment – **STSE**)», κάνει ουσιαστικά λόγο για προσθήκη αξιών και ταυτοχρόνως τοποθετεί τον μαθητή σε ένα πιο «οικολογικό πλαίσιο» λειτουργίας εντός των ΦΕ.

Μια αντίστοιχη εξέλιξη διαπιστώνεται από τα τέλη της δεκαετίας του ’80 και στο χώρο της ΠΕ. Νέοι όροι, όπως «Αειφορία» και «Αειφόρος ανάπτυξη» και μια σειρά παραγώγων τους, έχουν εισχωρήσει στο λεξιλόγιο όλων μας, άλλοτε ευδιάκριτα και άλλοτε όχι, σε μια προσπάθεια σύνδεσης εννοιών όπως η Κοινωνία, η Οικονομία και το Περιβάλλον.

Στην εκπαιδευτική πραγματικότητα, είναι η εποχή που κρίνεται η ΠΕ για το έως τότε έργο της ως μη αποτελεσματική και εκτιμάται ότι μια νέου τύπου ΠΕ θα μπορούσε να βοηθήσει σε αυτήν την νέα εποχή που εγκαινιάζεται, την εποχή της αειφορίας. Η «Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία (ΕΠΑ)», καλείται με τη διευρυμένη της ορολογία, προβληματική, σκοποθεσία και προσεγγίσεις να καλύψει τα κενά που φαίνεται ότι άφησε πίσω της η προκάτοχός της ΠΕ στην ανατολή αυτής της νέας εποχής για την εκπαίδευση.

Η παράλληλη διαδρομή των δύο εκπαιδευτικών πεδίων (της διδακτικής των ΦΕ και της ΠΕ), που περιγράφηκε εν συντομία παραπάνω, δίνεται παραστατικά στην Εικόνα 1.

Εικόνα 1: Η πορεία «συν-εξέλιξης» των ΦΕ και της ΠΕ κατά το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα

Εκτιμούμε ότι η «ενοποιημένη» αντιμετώπιση των ΦΕ και της ΠΕ θα βοηθήσει αποτελεσματικότερα στην επίλυση ενδογενών πρακτικών θεμάτων που διακρίνονται και στα δύο εκπαιδευτικά πεδία και συντασσόμαστε με τη φιλοσοφία που διέπει το νέο Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.), τουλάχιστον στα βασικά θεωρητικά του σημεία και στους σκοπούς που αυτό θέλει να επιτελέσει. Επιδίωξή της νεωτεριστικής αυτής προσέγγισης είναι να υπερκεράσει το σκόπελο της αυτοτελούς διδασκαλίας των διαφόρων γνωστικών αντικειμένων και να προσπαθήσει να εξασφαλίσει την «οριζόντια» διασύνδεση των μαθημάτων μεταξύ τους με κατάλληλη οργάνωση της διδακτέας ύλης κάθε επιμέρους γνωστικού αντικειμένου με τρόπο που να εξασφαλίζεται η επεξεργασία θεμάτων από πολλές οπτικές γωνίες (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο 2003).

Η καινοτόμος αυτή προσπάθεια της οριζόντιας διασύνδεσης επιμέρους αντικειμένων μπορεί να βρει την καλύτερη και επιτυχέστερη δυνατή εφαρμογή στη σχέση της διδακτικής των ΦΕ με την ΠΕ. Η νέα φιλοσοφία στις ΦΕ, έτσι όπως περιγράφεται μέσα από το κίνημα του STSE, διαθέτει πολλά κοινά σημεία με την ΠΕ και κυρίως με την σημερινή της μορφή (Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία) σε περιεχόμενο και διδακτικές προσεγγίσεις. Επισημαίνεται ότι κοινός στόχος και των δύο εγχειρημάτων είναι η προπαρασκευή του πολίτη με έντονο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη ατόμων με γνώσεις των κοινωνικών θεμάτων επιστημονικής φύσης, ικανότητες για διερεύνηση, αξιολόγηση και επίλυση αυτών των θεμάτων και διάθεση να το κάνουν (Volk 1984). Οι Bennett και Bennett (2004) προσθέτουν ότι και τα δύο εγχειρήματα είναι προσανατολισμένα στην επίλυση προβλημάτων, απαιτούν διεπιστημονική σκέψη, συνδέουν την επιστήμη με την κοινωνία, δίνουν έμφαση στη συνειδητοποίηση των προβλημάτων σε παγκόσμια κλίμακα, περιλαμβάνουν ως βασική αρχή την αποσαφήνιση των αξιών και εμπλέκουν τους μαθητές τους σε προγράμματα δράσης. Ειδικότερα για τις διδακτικές προσεγγίσεις που εφαρμόζονται και στα δύο πεδία, μια σύντομη ματιά στα αντίστοιχα εγχειρίδια αποκαλύπτουν κοινές πρακτικές σε πολύ μεγάλο βαθμό· η βιωματική μάθηση, η επίλυση προβλήματος, η πειραματική μέθοδος, η έρευνα προσανατολισμένη στη δράση, η εργασία πεδίου, η

αποσαφήνιση αξιών, η κριτική και δημιουργική σκέψη είναι κάποιες από αυτές που χρησιμοποιούνται συστηματικά.

Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα

Ο πλανήτης μας διαθέτει έναν τεράστιο όγκο υδάτων, σε τέτοια ποσότητα που αν το γνώριζαν οι προγενέστεροί μας θα τον αποκαλούσαν «Ωκεανό» και όχι «Γαία». Εξάλλου, αυτός είναι και ο λόγος που τον καθιστά μοναδικό ως προς τη ζωή, καθώς μέσα στο υδάτινο περιβάλλον πρωτοεμφανίστηκε η ζωή πριν 3,5 δις χρόνια και σ' αυτό αποκλειστικά εξελίσσονταν για τα επόμενα 3 δις χρόνια. Ειδικότερα για τα υγροτοπικά οικοσυστήματα, τις φυσικές ή τεχνητές, δηλαδή, υδατοσυλλογές με διαρκές ή προσωρινό, στάσιμο ή τρεχούμενο γλυκό ή αλμυρό νερό, περιλαμβανομένων και τμημάτων της θάλασσας με μικρό βάθος (Κούκουρας, Αριανούτσου & Γεράκης 1986), το ενδιαφέρον που παρουσιάζουν είναι πολύπλευρο, ενώ οι λειτουργίες και οι αξίες που απορρέουν από αυτά (Εικόνα 2) είναι ποικίλες (π.χ. Μόγιας, Κεβρεκίδης & Μπουμπόναρη 2005, Γεράκης, Τσιούρης & Τσιαούση 2007)

Εικόνα 2: Λειτουργίες (α) και αξίες (β) που απορρέουν από τα υγροτοπικά οικοσυστήματα.

Ταυτοχρόνως, όμως, η αντιμετώπισή τους μέχρι σχετικά πρόσφατα ως χώρων εύκολης διοχέτευσης και απόθεσης των απορριμμάτων του σύγχρονου ανθρώπου, καθώς και η παντελής έλλειψη κάθε γνώσης σχετικής με τις λειτουργίες που επιτελούν και τις αξίες που απορρέουν από αυτά, οδήγησε σε μία διαφορετική οπτική αντίληψη η οποία αναδεικνύεται στο χώρο της εκπαίδευσης μέσα από το πεδίο της ΠΕ. Η έννοια ενός τύπου εκπαίδευσης για τον υδάτινο κόσμο δεν είναι καινούρια, μολονότι εμφανίζεται επισήμως τα τελευταία 35 περίπου χρόνια, καθώς πάντοτε υπήρχαν σχετικά στοιχεία στα ΑΠ διαφόρων χωρών. Οι Fortner και Wildman (1980) αναφέρουν ότι η εκπαίδευση για τον υδάτινο κόσμο αποτελούσε μέρος μιας ευρύτερης κίνησης για πολλές δεκαετίες κάτω από τη σημαία της «Εκπαίδευσης για τη Διατήρηση», την «Εκτός Σχολείου Εκπαίδευση» και πρόσφατα την «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση». Τη δεκαετία του '70, περίοδο δηλαδή οριοθέτησης και εγκαθίδρυσης της ΠΕ, βρίσκει την ευκαιρία να αναπτυχθεί και να εξελιχθεί και η ίδια. Είναι η εποχή που οι διαστημικές αποστολές στέλνουν τις πρώτες φωτογραφίες του πλανήτη μας, οι οποίες τον εμφανίζουν για πρώτη φορά στα μάτια μας ως έναν γαλάζιο πλανήτη και ταυτοχρόνως ως έναν πλανήτη με συγκεκριμένες και περιορισμένες δυνατότητες. Υπό το πρίσμα της ολοένα και μεγαλύτερης πίεσης που υφίσταται ο υδάτινος κόσμος, κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες της τελευταίας πεντηκονταετίας, η αναγκαιότητα να κατανοήσουμε το υδάτινο περιβάλλον και πώς αυτό λειτουργεί γίνεται επιτακτική και αφορά όχι μόνο τους επιστήμονες και τα κέντρα λήψεων πολιτικών αποφάσεων, αλλά και το ευρύ κοινό και κυρίως του σημερινούς μαθητές – αυριανούς πολίτες.

Οι Goodwin και Schaadt (1978) στην προσπάθειά τους να συμπεριλάβουν στον ορισμό αυτής της νέας εκπαιδευτικής περιοχής όλους τους τύπους υδάτινων οικοσυστημάτων (ωκεανούς, θάλασσες, λίμνες, ποτάμια, εκβολές), χρησιμοποίησαν το σύνθετο όρο «Marine & Aquatic Education (MAE)». Με το γενικό όρο «Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα», ο οποίος περιλαμβάνει τις εκπαιδευτικές δράσεις που πραγματοποιούνται σε γλυκά, υφάλμυρα και θαλασσινά νερά, αποδίδουμε στη γλώσσα μας τον παραπάνω όρο (Μόγιας, Κεβρεκίδης & Μπουμπόναρη 2005). Παράλληλα με την ΠΕ, της οποίας αποτελεί τμήμα (Fortner & Mayer 1989), η Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα ακολούθησε μια αντίστοιχη πορεία ωρίμανσης, μέσα από σειρά συναντήσεων τη δεκαετία του ’70 με σκοπό την ύπαρξη συναίνεσης αναφορικά με τη φύση και το περιεχόμενό της και προκειμένου να καθοριστούν οι κατευθύνσεις για την μελλοντική της ανάπτυξη. Τα ιδρυτικά κείμενα στα οποία κατέληξαν αυτές οι συναντήσεις δε θα μπορούσαν παρά να έχουν αρκετά κοινά σημεία (Πίνακας 1), τόσο με τους διάφορους ορισμούς που έχουν κατά καιρούς διατυπωθεί στους κόλπους της ΠΕ, όσο και με τους στόχους που έχουν καταγραφεί.

Πίνακας 1: Ορισμός και στόχοι της Εκπαίδευσης στα Υδάτινα Περιβάλλοντα (σύμφωνα με τους Goodwin & Schaadt (1978)

Ορισμός:	**Στόχοι:**
Η εκπαίδευση στα Υδάτινα περιβάλλοντα αναφέρεται σε εκείνο το κομμάτι της συνολικής εκπαιδευτικής διαδικασίας που καθιστά ικανούς τους ανθρώπους ώστε να ευαισθητοποιηθούν και να κατανοήσουν συνολικά το ρόλο που διαδραματίζουν τα ύδατα (θαλάσσια και γλυκά) στα ανθρώπινα ζητήματα, καθώς και τον αντίκτυπο της κοινωνίας πάνω στα Υδάτινα περιβάλλοντα.	3. να καταστήσουν τους πολίτες ικανούς να κατανοούν τα δομικά συστατικά των υδάτινων περιβαλλόντων ως μέρος του συνολικού περιβάλλοντος και τη σημασία που έχουν για την κοινωνία 4. να δημιουργήσουν πολίτες με επίγνωση και αίσθημα υπευθυνότητας απέναντι στον υδάτινο κόσμο, να αναπτύξουν μια νέα ηθική υιοθετώντας τη σωστή χρήση, την προστασία και τη διατήρηση των θαλασσών, των παράκτιων ζωνών και του πλούτου των γλυκών νερών 5. να δώσει κίνητρα στους ανθρώπους να συμμετέχουν σε αποφάσεις που αφορούν στα υδάτινα περιβάλλοντα, ενώ ταυτόχρονα να τους εξοπλίσει με τις απαραίτητες αρχές και πληροφόρηση προκειμένου να είναι σε θέση να αξιολογούν τα προβλήματα, τις δυνατότητες που τους δίνονται και τα διάφορα γεγονότα.

Η μεγάλη ώθηση που παρατηρήθηκε στην Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα την εποχή αυτή σχετίζεται άμεσα με το έντονο ενδιαφέρον της κοινωνίας προς το υγρό στοιχείο και τις επιστημονικές μελέτες σχετικά με τους άγνωστους, ωστόσο ιδιαίτερα ενδιαφέροντες, οργανισμούς που ζουν τόσο στην υδάτινη στήλη όσο και στον πυθμένα των περιβαλλόντων αυτών. Οι συνθήκες ήταν ιδανικές για την γρήγορη εγκαθίδρυση και ανάπτυξή της, κυρίως στην δυτική πλευρά του Ατλαντικού. Ιδρύθηκε σχετική Ένωση των Εκπαιδευτικών (National Marine Educators Association) που εμφάνισαν έντονο ενδιαφέρον να δουλέψουν πάνω σε θέματα που άπτονται του υδάτινου κόσμου, ενώ ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του ’60 καταρτίστηκε ένα μεγαλόπνοο σχέδιο, γνωστό ως Sea Grant College Program, το οποίο αφορά στη συστηματική χρηματοδότηση, κυρίως Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης για τη σχεδίαση και δημιουργία προγραμμάτων και υλικού τόσο στο χώρο της επιστημονικής έρευνας όσο και της εκπαίδευσης. Το πρόγραμμα αυτό, το οποίο πραγματοποιείται ανελλιπώς τα τελευταία 40 χρόνια σε περισσότερες από 30 πολιτείες των ΗΠΑ, όπως εξάλλου και άλλα προγράμματα όπως το Project COAST (Coastal Oceanic Awareness Studies), το Project WET (Worldwide Water Education), καθώς και σχετικά δίκτυα όπως το Δίκτυο GREEN (Global Rivers Environmental Education Network), παρέχουν τα απαραίτητα κίνητρα και κατευθύνσεις για τη γρήγορη και ευρεία ανάπτυξη αυτής της καινοτόμου εκπαιδευτικής περιοχής.

Η Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα χρησιμοποιεί ως γνωστικό υπόβαθρο μια πολύ δυνατή κληρονομιά, εκείνη των θαλάσσιων επιστημών, που προηγήθηκαν κατά έναν αιώνα περίπου και μπορεί πολύ εύκολα να συνδεθεί με τις ΦΕ τόσο μέσα στο πλαίσιο της τυπικής εκπαίδευσης όσο και έξω από αυτό. Η επίδραση που έδειξε να έχουν οι ΦΕ και οι εκπαιδευτικοί που εμπλέκονται στο χώρο των ΦΕ στην Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα γίνεται εμφανής από τα πρώτα κιόλας βήματά της. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί των ΦΕ υπήρξαν πρωτοπόροι, όχι μόνο

στο συγκεκριμένο πεδίο της εκπαίδευσης που ασχολείται με τον υδάτινο κόσμο αλλά και στην ίδια την ΠΕ, την οποία και αποκλειστικά αυτοί υπηρέτησαν κατά τα πρώτα τουλάχιστον βήματά της.

Η εφαρμογή προγραμμάτων ΠΕ με σχετική θεματολογία μπορεί να πραγματοποιείται στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, είτε δι-επιστημονικά, με αυτοτελή και ανεξάρτητα προγράμματα, είτε με τη μέθοδο του εμβολιασμού (πολύ-επιστημονικά) (Fortner & Wildman 1980) σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα εντός ενός σύγχρονου διαθεματικού αναλυτικού προγράμματος (Εικόνα 3), λαμβάνοντας, όμως, σοβαρά υπόψη τα τέσσερα επίπεδα γνωστικών στόχων, όπως προτείνονται από τους Hungerford και Volk (1990) (Πίνακας 2).

Εικόνα 3: Παράδειγμα γνωστικών περιοχών του ΑΠ που μπορούν να συνεισφέρουν σε ένα πρόγραμμα ΠΕ με αντικείμενο τα Υδάτινα Περιβάλλοντα στο πλαίσιο της διαθεματικής προσέγγισης

Πίνακας 2: Επίπεδα γνωστικών στόχων διασφάλισης ενός πετυχημένου Προγράμματος Σπουδών (σύμφωνα με τους Hungerford & Volk, 1990 και Ramsey, Hungerford & Volk, 1992)

Επίπεδο I : Οικολογική θεμελίωση Επίπεδο II : Εννοιολογική συνειδητοποίηση	τα δύο πρώτα επίπεδα αφορούν στη γνώση και συνειδητοποίηση των περιβαλλοντικών ζητημάτων
Επίπεδο III : Διερεύνηση και αξιολόγηση περιβαλλοντικών ζητημάτων Επίπεδο IV : Ανάπτυξη και εφαρμογή δεξιοτήτων ανάληψης περιβαλλοντικής δράσης	τα δύο επόμενα στην ανάπτυξη και εφαρμογή των δεξιοτήτων που απαιτούνται για τη διερεύνηση, αξιολόγηση και επίλυση των ζητημάτων αυτών

Την ενσωμάτωση των παραπάνω γνωστικών στόχων κρίνουμε επιτακτική και στα Προγράμματα Σπουδών της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης και κυρίως των Τμημάτων εκείνων που έχουν ως αντικείμενο την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών. Τα γνωστικά αντικείμενα που καλούνται να θεραπεύσουν τα Τμήματα αυτά, στο πλαίσιο ενός σύγχρονου Προγράμματος Σπουδών, θα πρέπει να κινούνται προς την κατεύθυνση της προετοιμασίας περιβαλλοντικά εγγράμματων φοιτητών – μελλοντικών δασκάλων, εστιάζοντας στο μοντέλο που προτείνεται παραπάνω, καθώς μελέτες (π.χ. Paraskevopoulos, Padeliadou & Zafiropoulos 1998), έχουν δείξει την έλλειψη βασικών οικολογικών γνώσεων μεταξύ των Ελλήνων εκπαιδευτικών και κατ' επέκταση των ελλήνων μαθητών.

Εκτιμούμε ότι για τις ανάγκες της εκπαίδευσης μελλοντικών εκπαιδευτικών σε θέματα ΠΕ, ο υδάτινος κόσμος και ειδικότερα τα παράκτια και εκβολικά περιβάλλοντα, μπορούν να επιλεγούν και να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς ως πεδίο αναφοράς και δράσης. Οι Papapanagou, Tiniakou και Georgiadis (2005) αναφέρουν, σχετικά, ότι τα υγροτοπικά οικοσυστήματα παρέχουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την ευκαιρία στους εκπαιδευτικούς να εμπλέξουν μαθητές σε σημαντικά θέματα όπως η βιοποικιλότητα, η διατήρηση και διαχείριση οικοσυστημάτων κ.ά. Η άποψη ότι η εκπαίδευση σε θέματα ΦΕ και ΠΕ στέφεται από μεγαλύτερη επιτυχία όταν λαμβάνει χώρα σε πραγματικές–αυθεντικές συνθήκες μάθησης εκτός τάξης, εντρυφώντας σε αληθινές διαδικασίες και μεθόδους, όπως αυτές που

χρησιμοποιούν οι ίδιοι οι επιστήμονες (απόκτηση επιστημονικής νοοτροπίας) (π.χ. Κόκκοτας 2008), θα πρέπει να αποτελεί τον κεντρικό άξονα εκπαίδευσης γύρω από τον οποίο επικεντρώνονται τα Τμήματα αυτά. Με μαθήματα που μπορούν και πρέπει να πραγματοποιούνται συνδυαστικά (θεωρητικές διαλέξεις, εργαστηριακές συναντήσεις, μετακινήσεις στο πεδίο) οι μελλοντικοί δάσκαλοι είναι σε θέση άλλοτε να αναζητούν και άλλοτε να κατασκευάζουν οι ίδιοι τη γνώση, που αποτελεί την απαρχή μιας εποικοδομητικής διαδικασίας με απώτερο στόχο την συναισθηματική τους εμπλοκή και τελικώς την τροποποίηση ή ενδυνάμωση ενός προσωπικού κώδικα συμπεριφοράς φιλικότερου προς το περιβάλλον.

Οι σημερινοί φοιτητές – αυριανοί δάσκαλοι αναγνωρίζουν ότι οι αφορμές που θα τους δοθούν προκειμένου να μεταλαμπαδεύσουν όλες αυτές τις γνώσεις που θα εισπράξουν από ένα Πρόγραμμα Σπουδών με κατευθύνσεις όπως αυτές περιγράφηκαν παραπάνω, θα είναι πάμπολλες στην εκπαιδευτική τους καριέρα, καθώς θα κληθούν να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους σε έναν τόπο που χαρακτηρίζεται από την απεραντοσύνη των ακτογραμμών της και τα πάμπολλα υγροτοπικά οικοσυστήματα, τα περισσότερα από τα οποία εντάσσονται και προστατεύονται από μια σειρά διεθνών Συνθηκών και Συμβάσεων, όπως π.χ. η Συνθήκη Ramsar, η Σύμβαση της Βαρκελώνης, το Δίκτυο Natura 2000 κ.ά.

Αντί Επιλόγου

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται ως μια χώρα με πλούσιες περιβαλλοντικές αξίες· περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά είδη οικοσυστημάτων, κατέχει έναν υψηλό δείκτη βιοποικιλότητας και επιπλέον σε αυτήν συναντώνται πολλά προστατευόμενα είδη (Μινώτου κ.ά 2007).

Η Gough (2002) περιγράφει την αναγκαιότητα που υπάρχει στον προσανατολισμό μαθητών και φοιτητών στη δημιουργία πολιτών με οικολογική σκέψη. Η Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα με τον καλύτερο δυνατό τρόπο μπορεί να αποτελέσει τη γνωστική γέφυρα μεταξύ των δύο εκπαιδευτικών περιοχών, των ΦΕ και της ΠΕ. Με γνωστικό υπόβαθρο τις Θαλάσσιες επιστήμες, τη Βιολογία, την Οικολογία, τη Χημεία, τη Φυσική και τις Γεωεπιστήμες, αλλά ταυτοχρόνως με αναζητήσεις που κινούνται σε πολιτικές, οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις, κάνει έντονες προσπάθειες να ξεπεράσει τη διεπιστημονική της φύση εντός των τειχών των φυσικών και περιβαλλοντικών επιστημών, προς μια κατεύθυνση, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Γεωργόπουλος (2007) υπέρβασης των ορίων ανάμεσα στις φυσικές/περιβαλλοντικές και τις κοινωνικές/ανθρωπιστικές επιστήμες. Αυτή η συνεχής προσπάθεια συνάντησης και ίσης μεταχείρισης μέσα στο χώρο της επίσημης εκπαίδευσης του «Γνωστικού» στοιχείου με το «Αξιακό» αποτελεί και το μεγάλο ζητούμενο μιας σύγχρονης διαθεματικής εκπαίδευσης.

Μολονότι η διδακτική των ΦΕ και η ΠΕ διαφαίνονταν να ταυτίζονται σε αρκετά μεγάλο βαθμό από τα αρχικά κιόλας στάδια γέννησης και εξέλιξής τους, δεν αποτέλεσαν ποτέ το ίδιο σύνολο. Οι ΦΕ έτειναν να καλύψουν την ανάγκη για τη φυσική περιέργεια των μαθητών, αλλά η κάλυψη των πολιτικο-οικονομικών και κοινωνικών διαστάσεων, καθώς και η προσθήκη στην εκπαιδευτική πραγματικότητα αξιακά φορτισμένων ζητημάτων αποτελούσε αντικείμενο της ΠΕ. Οι σύγχρονες παιδαγωγικές αντιλήψεις κατάφεραν να αλλάξουν (σε θεωρητικό επίπεδο αρχικά) τη φιλοσοφία αυτών των δύο πεδίων. Υπό το νέο πρίσμα των ΦΕ (ΦΕ–Τεχνολογία–Κοινωνία–Περιβάλλον) αλλά και της ΠΕ (Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία) διαφαίνεται ότι τόσο στην πρώτη περίπτωση όσο και στη δεύτερη, χρειάζονται η μία την άλλη. Οι πρώτες χρησιμοποιούν τη δεύτερη για να επαναβεβαιώσουν τη θέση τους στα νέα αναλυτικά διαθεματικά προγράμματα και για να τις κάνει πιο προσιτές σε ένα ευρύτερο αριθμό μαθητών, ενώ και η ΠΕ χρειάζεται τις ΦΕ, προκειμένου να

υποστηρίξει την επίτευξη των σκοπών της, καθώς η τελευταία θα της παρέχει τη δυνατότητα μέσα στα ΑΠ να πραγματοποιήσει τους στόχους της, οι οποίοι μάλλον δύσκολα θα μπορούσαν να επιτευχθούν από το περιθώριο όπου βρίσκεται σήμερα (Dillon & Scott 2002, Gough 2002).

Ολοκληρώνοντας, θα υπενθυμίσουμε τα λόγια του Φ. Ένγκελς από τη «Διαλεκτική της Φύσης» με τα οποία ξεκινήσαμε, ότι δηλαδή το ανθρώπινο είδος δεν κυριαρχεί πάνω στη φύση αλλά ότι ανήκει σε αυτήν, για να συμπληρώσουμε ότι η Εκπαίδευση θα πρέπει, καταρχάς, να αποδεχτεί την παραπάνω θέση, εν συνεχεία την αποδοχή αυτή να την εκφράσει μέσω της διαμόρφωσης σύγχρονων διαθεματικών και ολιστικών αναλυτικών προγραμμάτων, ώστε να είναι σε θέση να την μετακυλήσει με τη σειρά της σε δασκάλους και μαθητές όλων των βαθμίδων και όλων των τύπων εκπαίδευσης.

Βιβλιογραφία

Αθανασάκης, Α.Μ. (2004). Η Περιβαλλοντική Αγωγή σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Εκδόσεις Χ. Δαρδανός, Αθήνα.

Γεράκης, Π.Α., Τσιούρης, & Τσιαούση Β. 2007. Υδάτινο καθεστώς και βιωτή υγροτόπων. Προτεινόμενη ελάχιστη στάθμη λιμνών και παροχή ποταμών Μακεδονίας και Θράκης. Εκδόσεις Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας – Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων, Θεσσαλονίκη.

Γεωργόπουλος, Α. (2007). Επί τέλους, πόσο διεπιστημονική καταφέραμε να κάνουμε την ΠΕ; 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Εκπαίδευση για την Αειφορία και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Κοινωνία-Οικονομία-Περιβάλλον-Πολιτισμός», 9-11 Νοεμβρίου, Αθήνα.

Κόκκοτας, Π. (2008). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Μέρος ΙΙ. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των ΦΕ. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Κούκουρας, Θ., Αριανούτσου, Μ. & Γεράκης Π.Α. (1986). Ερμηνευτικό Λεξικό Οικολογικών και Συναφών όρων. Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.

Μαλανδράκης, Γ. (2005). Σχέσεις Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες: μια αναπόφευκτη και συνάμα εποικοδομητική συνεργασία. (στο: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, ο νέος πολιτισμός που αναδύεται. Επιμέλεια Α. Γεωργόπουλος). Εκδ. Gutenberg, Αθήνα.

Μινώτου, Χ., Παντής, Ι., Μνιέστρης, Α. & Παρασκευόπουλος, Σ. (2007). Η ακουστική οικολογία και η εκπαίδευση για την προστασία και διατήρηση βιολογικών συστημάτων (conservation education) ως εργαλεία περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και εξοικείωσης με οικοσυστήματα και ηχοτοπία για ΑΜΕΑ. Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 15-18 Μαρτίου.

Μόγιας, Α., Κεβρεκίδης, Θ. & Μπουμπόναρη, Θ. (2005). Η συγκρότηση του εκπαιδευτικού υλικού «Η Λιμνοθάλασσα». Πρακτικά ΙΑ΄ Διεθνούς Συνεδρίου «Το Σχολείο στην Κοινωνία της Πληροφορίας και της Πολυπολιτισμικότητας, Παιδαγωγική Εταιρεία Ελλάδος, Ρόδος, 21-23 Οκτωβρίου.

Μοδινός, Μ. (1996). Αρχαιολογία της ανάπτυξης. Πράσινες προοπτικές. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2003). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (ΑΠΣ) Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης. Ανακτημένο από τη διεύθυνση: http://www.pi-schools.gr/programs/depps/

Παπαδημητρίου, Β. (1998). Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Σχολείο. Μια διαχρονική θεώρηση. Εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα.

Σκορδούλης, Κ. & Σωτηράκου, Μ. (2005). Περιβάλλον, Επιστήμη και Εκπαίδευση. Εκδόσεις Leader Books, Αθήνα.

Φλογαΐτη, Ε. (1998). Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.

Χριστιάς, Ι. (1998). Από την Πατριδογνωσία στη Μελέτη Περιβάλλοντος. Η παιδαγωγική και τα προβλήματα του Δημοτικού Σχολείου. Εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα.
Bennett, S.K. & Bennett, D.B. (2004). Paul F-Brandwein 2004 lecture: Regarding the ecology of science education: connnections to environmental and distance education. Journal of Science Education & Technology, 13, 137-146.

Bybee, R.W. (2008). Scientific literacy, environmental issues, and PISA 2006: the 2008 Paul F-Brandwein lecture. Journal of Science Education & Technology, 17, 566-585.

Capra, F. (1984). Η Κρίσιμη Καμπή. Επιστήμη, κοινωνία και απαρχή ενός νέου πολιτισμού. Εκδόσεις Ωρόρα, Αθήνα.

Dillon, J. & Scott, W. (2002). Editorial – perspectives on environmental education–related research in science education. International Journal of Science Education, 24, 1111-1117.

Goodwin, H.L. & Schaadt, J.G. (1978). A statement on the need for marine and aquatic education to inform Americans about the world of water. National Sea Grant Policy for Marine Education Project. Delaware Sea Grant College Program, Uni. of Delaware, Newark.

Gough, A. (2002). Mutualism: a different agenda for environmental and science education. International Journal of Science Education, 24, 1201-1215.

Fortner, R.W. & Jenkins D.B. (2009). Simulated sampling of Estuary plankton. Science Activities, 46: 26-32.

Fortner, R.W. & Mayer V.J. (1989). Marine and Aquatic Education – A challenge for science educators. Science Education, 73, 135-154.

Fortner, R.W. & Wildman, T.M. (1980). Marine Education: Progress and Promise. Science Education, 64, 717-723.

Hungerford, H.R. & Volk, T.L. (1990). Changing learner behaviour through Environmental Education. Journal of Environmental Education, 21: 8-21.

Lambert, L. (2006). High school marine science and scientific literacy: the promice of an integrated science course. International Journal of Science Education, 28, 633-654.

Littledyke, M. (2008). Science education for environmental awareness: approaches to integrating cognitive and affective domains. Environmental Education Research, 14, 1-17.

Matthews, M.R. (2007). Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες. Ο ρόλος της ιστορίας και της φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Εκδόσεις Επίκεντρο, Αθήνα.

Papapanagou, E., Tiniakou A. & Georgiadis T. (2005). Environmental Education in wetland ecosystems. Journal of Biological Education, 40, 25-30.

Paraskevopoulos, S., Padeliadou, S. & Zafiropoulos K. (1998). Environmental knowledge of

elementary school students in Greece. The Journal of Environmental Education, 29: 55-60.

Ramsey, J.M., Hungerford, H.R. & Volk T.L. (1992). Environmental education in the K-12 curriculum: Finding a niche. Journal of Environmental Education, 23, 35-45.

Volk, T.L. (1984). Project Synthesis and Environmental Education. Science Education, 68, 23-33.

Συνεδρία 12: Εφαρμογές των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες ΙΙ

Ενισχύοντας την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών Γυμνασίου στην περιοχή των θερμικών φαινομένων με μια διδακτική σειρά εμπλουτισμένη με ΤΠΕ

Λεύκος, Ι., Ψύλλος, Δ., Χατζηκρανιώτης, Ε.
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης – Α.Π.Θ., lefkos@eled.auth.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης – Α.Π.Θ., psilos@eled.auth.gr
Τμήμα Φυσικής – Α.Π.Θ., evris@physics.auth.gr

Περίληψη
Στη εργασία αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα από την εφαρμογή μιας διδακτικής σειράς για τη διδασκαλία των θερμικών φαινομένων της Β' Γυμνασίου, η οποία έχει σαν επίκεντρο τα φαινόμενα διάδοσης με αγωγή και ακτινοβολία, είναι εμπλουτισμένη με ΤΠΕ και έχει κατ εξοχήν εργαστηριακό χαρακτήρα. Κεντρική σχεδιαστική αρχή ήταν η επιλογή της θερμικής ισορροπίας σαν το φαινόμενο «κλειδί» για την ενοποιημένη αντιμετώπιση των σχετικών εννοιών όπως η θερμότητα και η θερμοκρασία. Η εργαστηριακή άσκηση των μαθητών βασίζεται στο Εικονικό Εργαστήριο θερμότητας του ΣΕΠ. Η εφαρμογή έγινε σε ένα τμήμα γυμνασίου με 14 μαθητές. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με την μεθοδολογία pre-post και βασίστηκε στις απαντήσεις των μαθητών σε επτά ομάδες έργων, οι οποίες αξιολογήθηκαν με βάση μια τριβάθμια κλίμακα. Η ανάλυση των δεδομένων ποιοτικά αλλά και στατιστικά με το τεστ Wilcoxon, φανερώνει πως παρουσιάστηκε βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης των θερμικών φαινομένων που μελετήθηκαν.

Abstract
This study presents the results from the application of a teaching sequence concerning the teaching of thermal phenomena in the secondary school, targeted in heat propagation with conduction and radiation. The sequence is ICT enriched and mainly laboratory based. Major design principle was the choice of thermal equilibrium as the "key" phenomenon in a holistic approach of the related concepts like heat & temperature. The laboratory engagement of the students was based in "Thermolab", a virtual simulated laboratory. The sequence was applied in a class of 14 secondary students. The data were collected following a pre-post methodology, based on students' answers in seven different task groups which were evaluated in a three-grade scale. Data analysis that was carried out qualitatively and also statistically using the Wilcoxon test, reveals that students' scores were improved after the application of the sequence, which suggests that their conceptual understanding of the phenomena under study was enhanced.

Εισαγωγή

Η έρευνα για την αλλαγή των εναλλακτικών απόψεων των μαθητών στην περιοχή της θερμότητας , θεωρεί πολύ σημαντικό τον ρόλο που μπορεί να παίξει το πείραμα στην κατεύθυνση αυτή. Παρότι η εργαστηριακή αντιμετώπιση των θερμικών φαινομένων στο σχολικό εργαστήριο δεν εμφανίζει ιδιαίτερες δυσκολίες, όταν οι μαθητές επιχειρούν να υπερβούν την απλή παρατήρηση & περιγραφή και να εμβαθύνουν στην ερμηνεία των φαινομένων, είτε ποσοτικά είτε ποιοτικά, η ίδια η πολυπλοκότητα των θερμικών αλληλεπιδράσεων τους οδηγεί σε προβλήματα (Linn & Songer, 1991; Kesidou et al, 1995).

Ένα πρόβλημα είναι ότι μερικά πειράματα π.χ. θερμιδομετρίας και ακτινοβολίας διαρκούν αρκετό χρόνο, με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτό συνήθως να υλοποιηθούν όλα

όσα προτείνονται από τον εργαστηριακό οδηγό. Σε πειράματα που διαρκούν αρκετή ώρα και εμπεριέχουν πολλούς χειρισμούς, η απώλεια της προσοχής των μαθητών είναι συνηθισμένη, καταλήγει σε τυπική συμπλήρωση των φύλλων εργασίας ακόμα και σε διάρρηξη των δεσμών μεταξύ των πειραματικών χειρισμών και των υπό διερεύνηση εννοιών (Psillos & Niederrer, 2002). Ακόμη και η γραφική αναπαράσταση, η οποία θεωρείται ένας σημαντικός σύνδεσμος μεταξύ του κόσμου των φαινομένων και των επιστημονικών εννοιών, όταν γίνεται σε ένα συμβατικό εργαστήριο μετά το τέλος της πειραματικής διαδικασίας έχει αποδυναμωμένη κατά πολύ την ιδιότητα αυτή της «γέφυρας» (Beichner, 1990; Μπισδικιάν, 2000).

Στα παραπάνω ζητήματα σημαντική μπορεί να αποδειχθεί η συμβολή των ΤΠΕ, καθώς αναπτύσσονται εργαλεία που μπορούν να υποστηρίξουν τις πειραματικές διαδικασίες. Μια κατηγορία λογισμικών, τα Εικονικά Εργαστήρια, εμφανίζουν ιδιαίτερα πλεονεκτήματα με την αξιοποίηση των πολυμέσων, όπως οι πολλαπλές αναπαραστάσεις των δεδομένων και η συγχρονική (real-time) γραφική αναπαράσταση (Ψύλλος, 2007), ο έλεγχος της ροής του χρόνου, με αποτέλεσμα την εκτέλεση πειραμάτων σε χρόνο πολλές φορές πιο σύντομο από τον πραγματικό και την δυνατότητα ελέγχου της κατάστασης του περιβάλλοντος, π.χ της θερμοκρασίας πράγμα αδύνατο σε ένα συμβατικό εργαστήριο.

Στο πλαίσιο αυτό, στη παρούσα εργασία παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα εφαρμογής μιας διδακτικής πρότασης διδασκαλίας των θερμικών φαινομένων της Β' Γυμνασίου αναφορικά με την κατανόηση των σχετικών εννοιών, η οποία έχει σαν επίκεντρο τα φαινόμενα διάδοσης με αγωγή και ακτινοβολία, αξιοποιεί το εικονικό εργαστήριο και έχει κατ εξοχήν εργαστηριακό χαρακτήρα.

Ο σχεδιασμός και η δομή της διδακτικής σειράς

Στην διδακτική σειρά αυτή, υιοθετούμε μια προσέγγιση ολοκλήρωσης για τις έννοιες που εμπλέκονται και προτείνουμε την χρήση της Θερμικής Ισορροπίας (Θ.Ι.) ως φαινόμενο και έννοια «κλειδί» προκειμένου να διαμορφώσουν οι μαθητές μας επεξηγηματικά μοντέλα για τις θερμικές αλληλεπιδράσεις. Η πρότασή μας εστιάζεται στην κατασκευή των επεξηγηματικών μοντέλων κυρίως πάνω στη βάση του μοντέλου «ροής θερμότητας». Αυτό το μοντέλο μπορεί να εξηγήσει τις θερμικές αλληλεπιδράσεις είτε στην περίπτωση των δυο σωμάτων, είτε του ενός σώματος και η έρευνα έχει αποδείξει ότι βρίσκεται κοντά στις απόψεις των μαθητών (Linn & Songer, 1991; Arnold & Millar, 1996; Μπισδικιάν, 2000), οπότε μπορούν εύκολα να το υιοθετήσουν ώστε να κατασκευάσουν επεξηγηματικά μοντέλα.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν και άλλες προτάσεις που θεωρούν την Θ.Ι. ως κρίσιμο φαινόμενο για την κατανόηση των θερμικών φαινομένων, όπως αυτή των Arnold & Millar (1996), του Carlton (2000) και των Clark & Jorde (2004), διότι στη θερμική ισορροπία διαπλέκονται οι έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας, οι βασικότερες δηλαδή για την περιγραφή και κατανόηση των θερμικών φαινομένων. Παρότι η Θ.Ι. αποτελεί τον πυρήνα της κατανόησης των θερμικών φαινομένων, η έρευνα απέδειξε πως δεν είναι εύκολο να ξεπεραστούν οι γνωστικές δυσκολίες των μαθητών (Erickson & Tiberghien, 1985; Kessidou & Duit, 1993; Arnold & Millar, 1994; Thomaz, 1997; Σκουμιός & Χ"Νικήτα, 2000).

Σε ένα σχολικό εργαστήριο οι μαθητές συνήθως καταλήγουν να ακολουθούν μηχανικά τις οδηγίες με σκοπό να ολοκληρώσουν τα πειράματα, χωρίς πραγματικά να δίνουν περιθώριο στην κατανόηση και την ερμηνεία των φαινομένων, γεγονός που απέχει από την προσπάθεια για καλλιέργεια δεξιοτήτων πειραματισμού και επιστημονικής σκέψης και πρακτικής Hofstein & Lunetta, 2004). Η ουσία του πειραματισμού από την άλλη μεριά θεωρεί τους μαθητές να εμπλέκονται στον κόσμο των ιδεών, αναπαριστώντας τον κόσμο των αντικειμένων, με στοχευμένες παρατηρήσεις και διερευνήσεις χρησιμοποιώντας είτε κοινά είτε εξειδικευμένα (πραγματικά ή εικονικά) εργαλεία και συσκευές (Psillos & Niedderer, 2002).

Βασιζόμενοι στα παραπάνω σημεία, αναπτύξαμε μια διδακτική πρόταση με εργαστηριακό χαρακτήρα και χρήση εργαλείων ΤΠΕ, για τη διδασκαλία των θερμικών φαινομένων σε μαθητές Β' Γυμνασίου, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τους περιορισμούς που τίθενται από το Πρόγραμμα Σπουδών (Lefkos, 2005). Στην πρόταση αυτή, θεωρούμε ότι τα παραδοσιακά εργαστηριακά πειράματα είναι κατάλληλα για την εισαγωγή στα θερμικά φαινόμενα, ενώ τα προσομοιωμένα πειράματα προσφέρονται για την εκτενέστερη παραμετρική διερεύνησή τους. Επιπλέον, καθώς η χρήση συγχρονικών διατάξεων MBL, αποδείχθηκε πως παρέχει στους μαθητές ισχυρό σύνδεσμο μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού κόσμου των πειραμάτων (Thrornton, 1999), το προτείνουμε σαν ένα ενδιάμεσο εργαλείο. Έτσι, προχωρώντας από το παραδοσιακό πείραμα στο προσομοιωμένο, αυξάνουμε σταδιακά το επίπεδο της αφαίρεσης και ταυτόχρονα μετατοπίζουμε το φορτίο από την χειρωνακτική διαχείριση των αντικειμένων, στη νοητική διαχείριση των εννοιών.

Η σειρά διακρίνεται σε 5 θεματικές περιοχές που καλύπτουν το σύνολο σχεδόν των θερμικών φαινομένων που αντιμετωπίζονται στη Φυσική της Β' Γυμνασίου και αποτελείται τόσο από θεωρητικά όσο και από εργαστηριακά τμήματα, έχοντας ως σχεδιαστικούς άξονες: (α) τον εμπλουτισμό των πειραματικών μέσων με εργαλεία ΤΠΕ και (β) την επιλογή της θερμικής ισορροπίας σαν το ζήτημα «κλειδί» για την ενοποιημένη/ ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εννοιών που αντιμετωπίζουμε στα θερμικά φαινόμενα.

Η διδακτική σειρά βασίζεται στην χρήση του Εικονικού Εργαστηρίου θερμότητας ΣΕΠ. Συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του ΣΕΠ (Λεύκος κ.α., 2000) αποδείχθηκαν πολύ χρήσιμα στον σχεδιασμό πειραμάτων που εκτελούνται σε «μη-πραγματικές» συνθήκες, όπως η θερμική μόνωση (ή όχι) των σωμάτων από το περιβάλλον, η επιτάχυνση του χρόνου (μέχρι και 100 φορές του πραγματικού), η ρύθμιση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος του εργαστηρίου (από -20 μέχρι 130° C) και η δυνατότητα διακοπής & συνέχισης των πειραμάτων (Petridou et al, 2005), που δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εστιάσουν σε κρίσιμα σημεία την ώρα διεξαγωγής του πειράματος και φυσικά η συγχρονική κατασκευή των γραφικών παραστάσεων και η πολλαπλότητα των αναπαραστάσεων των φαινομένων.

Η κεντρική ιδέα πίσω από όλα τα έργα της διδακτικής σειράς τόσο στα φύλλα εργασίας όσο και στα ερωτηματολόγια, είναι να αντιμετωπίζουν οι μαθητές καταστάσεις θερμικής αλληλεπίδρασης μεταξύ δυο σωμάτων (όπου το ένα σώμα μπορεί να είναι και το περιβάλλον). Η επιλογή τέτοιου είδους έργων, που η Viennot ονομάζει «περιορισμένα» (Viennot, 1998) έχει το πλεονέκτημα της ελαχιστοποίησης των μεταβλητών του συστήματος με αποτέλεσμα να «απαιτούνται απλούστερες προβλέψεις από τους μαθητές, μια και εμφανίζεται μόνο μια θερμική αλληλεπίδραση …Επομένως μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η ενέργεια μεταφέρεται από το θερμό προς το ψυχρό σώμα, μέχρι να αποκτήσουν ίδια θερμοκρασία.» (Viennot, 1998).

Με το σκεπτικό αυτό, σχεδιάστηκαν τα έργα της σειράς έτσι ώστε, κατά την άποψή μας, όλη σχεδόν η διδασκαλία του κεφαλαίου της Θερμότητας στη σχολική Φυσική Β' Γυμνασίου, μπορεί να παρουσιαστεί μέσα από τέτοιες καταστάσεις αλληλεπίδρασης δυο σωμάτων που φτάνουν κάποια στιγμή σε θερμική ισορροπία.

Από άποψη μορφής, τα έργα είναι ποιοτικού και ημι-ποσοτικού τύπου και δεν απαιτούνται από τη μεριά των μαθητών κανενός είδους υπολογισμοί, στο μέρος τουλάχιστο που αφορά την πρόβλεψή τους για το αποτέλεσμα των θερμικών αλληλεπιδράσεων. Οι εργαστηριακές βέβαια δραστηριότητες, είναι «αναγκαστικά» ποσοτικού τύπου, μιας και εμπλέκονται σε διαδικασίες θερμομέτρησης των σωμάτων που αλληλεπιδρούν.

Μεθοδολογία της έρευνας

Η διδακτική σειρά που περιγράφεται στην εργασία αυτή, αποτελεί τμήμα μιας ευρύτερης έρευνας για την εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδασκαλία της Φυσικής. Η έρευνα διενεργήθηκε σε σχολείο της πόλης της Κατερίνης, σε 14 μαθητές, οι οποίοι αποτελούσαν ένα τμήμα της Β' Γυμνασίου. Οι μαθητές είχαν ευχέρεια στην χρήση Η/Υ και πριν από την έναρξη των διδασκαλιών είχαν εξοικειωθεί με το λογισμικό ΣΕΠ. Οι διδασκαλίες έγιναν στο εργαστήριο Η/Υ του σχολείου, όπου οι μαθητές εργάζονταν σε ζεύγη μπροστά σε κάθε υπολογιστή. Η διάρκεια όλης της σειράς των μαθημάτων ήταν περίπου 14 ώρες.

Ο έλεγχος της γνωστικής προόδου των μαθητών ελέγχθηκε με διαφορετικά ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν από τους μαθητές πριν και μετά το τέλος της σειράς, αλλά και σε διάφορα χρονικά σημεία ενδιάμεσα, ώστε να υπάρχουν περισσότερες από μία μετρήσεις για τις περισσότερες ομάδες των έργων που περιγράφονται πιο κάτω.

Η ανάλυση που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία, αφορά μόνο στη σύγκριση μεταξύ αρχικού και τελικού ερωτηματολογίου σε έργα διάδοσης με αγωγή & ακτινοβολία.

Τα έργα, μπορούν να ταξινομηθούν σε ομάδες, όπως παρακάτω:

<u>Α – Θερμική αλληλεπίδραση εξ' επαφής. Διάδοση με αγωγή.</u>

- Αλληλεπίδραση μεταξύ 2 σωμάτων ίσων μαζών
- Αλληλεπίδραση μεταξύ 2 σωμάτων διαφορετικής μάζας
- Αλληλεπίδραση μεταξύ 2 σωμάτων από διαφορετικό υλικό

<u>Β – Θερμική αλληλεπίδραση από απόσταση. Διάδοση με ακτινοβολία</u>

- Αλληλεπίδραση μεταξύ διαφόρων σωμάτων και του περιβάλλοντος
- Αλληλεπίδραση μεταξύ ενός σώματος και του περιβάλλοντος
- Αλληλεπίδραση μεταξύ ενός σώματος και του περιβάλλοντος – εξάρτηση από το χρώμα του σώματος (απορρόφηση – εκπομπή)

Πίνακας 4: Η ταξινόμηση των απαντήσεων σε κατηγορίες, για όλες τις ομάδες έργων

	Ομάδες έργων						
	Θ.Ι. ίσων μαζών	**Θ.Ι. διαφορετικών μαζών**	**Θ.Ι. διαφορετικών υλικών**	**Θ.Ι. διάφορα σώματα με το περιβάλλον**	**Θ.Ι. ένα σώμα με το περιβάλλον**	**Θ.Ι. ψύξη θερμού σώματος (εκπομπή)**	**Θ.Ι. θέρμανση ψυχρού σώματος (απορρόφηση)**
Κ-3	Τελική θερμοκρασία στο Μ.Ο. των αρχικών	Ίδια τελική θερμοκρασία προς το μέρος της μεγαλύτερης μάζας	Το νερό πιο δύσκολα αλλάζει θερμοκρασία	Στη θερμοκρασία περιβάλλοντος	Στη θερμοκρασία περιβάλλοντος	Τα σκουρόχρωμα εκπέμπουν ευκολότερα	Τα σκουρόχρωμα απορροφούν ευκολότερα
Κ-2	Τελική θερμοκρασία διαφορετική του Μ.Ο.	Ίδια τελική θερμοκρασία στο Μ.Ο. των αρχικών ή πιο κοντά στο ζεστό σώμα	Το νερό πιο εύκολα αλλάζει θερμοκρασία	Ομάδες διαφόρων θερμοκρασιών	Στο μέσο όρο των θερμοκρασιών	Το χρώμα δεν έχει σημασία ή αμφίσημες απαντήσεις	Το χρώμα δεν έχει σημασία
Κ-1	Τελική θερμοκρασία ίδια με την αρχική του ζεστού νερού	Διαφορετική τελική θερμοκρασία στα δυο σώματα	Το υλικό δεν έχει σημασία/δεν ξερω	Τα μεταλλικά πιο ψυχρά από τα υπόλοιπα	Διαφορετική θερμοκρασία από τις παραπάνω	Τα ανοιχτόχρωμα εκπέμπουν ευκολότερα	Τα ανοιχτόχρωμα απορροφούν ευκολότερα

Για την αξιολόγηση των μαθητών, αναπτύξαμε ένα πλαίσιο ανάλυσης βασισμένο σε μια κλίμακα τριών βαθμίδων, όπου οι απαντήσεις των μαθητών κατηγοριοποιήθηκαν

ανάλογα με το περιεχόμενο τους στις παρακάτω κατηγορίες. Η «ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ-3» είναι εκείνη η κατηγορία απαντήσεων που ταυτίζεται με το επιστημονικό πρότυπο (ή το προσεγγίζει). Η «ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ-1», είναι η ομάδα απαντήσεων που χαρακτηρίζονται από τη βιβλιογραφία (όπου υπάρχει) σαν εναλλακτικές ή αυτές που απέχουν πιο πολύ από το επιστημονικό μοντέλο. Οι υπόλοιπες απαντήσεις, που βρίσκονται σε μια ενδιάμεση κατάσταση, χαρακτηρίζονται ως «ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ-2». Στη συνέχεια, για λόγους συντομίας οι παραπάνω κατηγορίες θα σημειώνονται αντίστοιχα ως Κ-1, Κ-2 & Κ-3. Στον πίνακα (**Πίνακας 4**) παρουσιάζουμε το πλέγμα ταξινόμησης όλων των κατηγοριών για όλες τις ομάδες έργων.

Αποτελέσματα

Στην εικόνα 1 παρουσιάζονται γραφικά τα αποτελέσματα από το αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο αντίστοιχα. Με το κίτρινο χρώμα σημειώνονται οι απαντήσεις που κατηγοριοποιούνται στην Κ-1, με κόκκινο οι απαντήσεις στην Κ-2 και με μπλε οι απαντήσεις στην Κ-3.

Παρατηρούμε ότι στο αρχικό ερωτηματολόγιο υπάρχουν απαντήσεις που ανήκουν και στις τρεις κατηγορίες για όλες τις ομάδες ερωτημάτων. Αντίθετα, στο τελικό ερωτηματολόγιο, οι απαντήσεις των μαθητών σε ποσοστό μεγαλύτερο του 85%, κατατάσσονται στην Κ-3 σε όλες τις ομάδες έργων, ενώ σε κάποιες φτάνουν το 100% .

Επιπλέον στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το τεστ Wilcoxon (signed-rank test), το οποίο είναι κατάλληλο για το είδος και το μέγεθος του δείγματος. Για την ανάλυση αυτή, αφού αξιολογήθηκε η επίδοση κάθε μαθητή σε κάθε ομάδα έργων στην τριβάθμια κλίμακα, κάθε απάντηση ανάλογα με την κατηγορία στην οποία κατηγοριοποιήθηκε, βαθμολογήθηκε από 1-3 αντίστοιχα (Κ-1 = 1, Κ-2 = 2, Κ-3 = 3). Στη συνέχεια, το άθροισμα κάθε μαθητή από τη βαθμολογία σε όλες τις ομάδες των έργων, τόσο στο αρχικό όσο και στο τελικό ερωτηματολόγιο, αποτέλεσε αντίστοιχα το αρχικό και το τελικό σκορ του. Με τον τρόπο αυτό, εφαρμόστηκε το τεστ Wilcoxon για τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης, ότι δηλαδή τα τελικά σκορ των μαθητών, είναι ισοδύναμα με τα αρχικά. Η ανάλυση ($z= -3,28$, $P(1) = 0.0005 < 0.001$), υποστηρίζει την άποψή ότι υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση των επιδόσεων των μαθητών μας μεταξύ του αρχικού και του τελικού ερωτηματολογίου, με ποσοστό στατιστικής σημαντικότητας μικρότερο του 0.1%, απορρίπτοντας κατά συνέπεια την μηδενική υπόθεση.

Εικόνα 1: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα από το αρχικό (αριστερά) & τελικό ερωτηματολόγιο (δεξιά). Πλήθος απαντήσεων σε κάθε κατηγορία ανά ομάδα έργων.

Πιο αναλυτικά, μπορούμε να σχολιάσουμε για την βελτίωση που εμφανίζεται σε κάθε μια από τις διάφορες ομάδες έργων τα παρακάτω:

Ομάδα 1η: Αλληλεπίδραση μεταξύ 2 σωμάτων ίσων μαζών (νερό, $m_1 = m_2$)

Τα έργα ίσων μαζών, αναμένονταν να είναι από τις ευκολότερες ομάδες. Πράγματι, οι μαθητές μας σε ποσοστό μεγαλύτερο του 60%, κατατάσσονται στην Κ-3 ήδη από το αρχικό ερωτηματολόγιο (9/14). Ενδιαφέρον είναι να σημειώσουμε ότι στους υπόλοιπους μαθητές εμφανίζεται η εναλλακτική άποψη σύμφωνα με την οποία το ζεστό νερό, ακόμη και αν αναμειχθεί με κρύο, δεν πρόκειται να αλλάξει τη θερμοκρασία του. Στο τελικό ερωτηματολόγιο παρατηρείται βέβαια βελτίωση, αφού οι απαντήσεις στην κατηγορία Κ-3 ξεπερνούν το 90% (δηλαδή 13/14).

Ομάδα 2η: Αλληλεπίδραση μεταξύ 2 σωμάτων διαφορετικών μαζών (νερό, $m1 \neq m2$)

Τα έργα ισορροπίας σωμάτων από το ίδιο υλικό αλλά διαφορετικής μάζας, αποδείχτηκαν μεγάλης δυσκολίας για τους μαθητές. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο, μόνο ένας μαθητής (1/14), απαντά σύμφωνα με την κατηγορία Κ-3. Η πλειοψηφία των μαθητών, δεν μπορεί να αναγνωρίσει το ρόλο της μάζας στο σημείο της θερμικής ισορροπίας. Εμφανίζεται και εδώ σε πολλούς μαθητές η εναλλακτική άποψη πως το ζεστό νερό διατηρεί τη θερμοκρασία του αναλλοίωτη όταν αναμειχθεί με κάποια ποσότητα κρύου νερού, όπως είχαμε σημειώσει και στα έργα της πρώτης ομάδας. Στο τελικό ερωτηματολόγιο η εικόνα διαφοροποιείται εντελώς, αφού η πλειοψηφία των μαθητών (12/14) σε ποσοστό 85% απαντούν σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή Κ-3.

Ομάδα 3η: Αλληλεπίδραση μεταξύ 2 σωμάτων από διαφορετικό υλικό (νερό- γάλα, λάδι, μέταλλα, $c1 \neq c2$)

Μεγάλη ήταν επίσης η δυσκολία των μαθητών στην αντιμετώπιση των έργων ισορροπίας μεταξύ διαφορετικών υλικών (ίσης μάζας). Στο αρχικό ερωτηματολόγιο μόνο 2 από τους μαθητές (2/14), δηλαδή ποσοστό 14%, απαντούν σύμφωνα με την κατηγορία Κ-3. Η δυσκολία εστιάζεται στο γεγονός ότι δεν μπορούσαν να αναγνωρίσουν την μεγάλη θερμοχωρητικότητα του νερού, θεωρώντας είτε ότι το νερό έχει μικρή θερμοχωρητικότητα, είτε ότι το υλικό δεν παίζει ρόλο στο σημείο της θερμικής ισορροπίας. Από την άλλη μεριά, στο τελικό ερωτηματολόγιο, όλοι οι μαθητές (100%), κατατάσσονται στην Κ-3, αναγνωρίζοντας ότι το νερό έχει την μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα μεταξύ των υπόλοιπων υλικών.

Ομάδα 4η: Αλληλεπίδραση μεταξύ πολλών σωμάτων και του περιβάλλοντος

Τα έργα ισορροπίας διαφόρων σωμάτων στο ίδιο περιβάλλον, ήταν αναμενόμενο να φέρουν δυσκολίες στους μαθητές, καθώς είναι γνωστές από την έρευνα οι εναλλακτικές απόψεις που συνδέονται με το φαινόμενο αυτό. Πολύ λίγοι μαθητές (2/14), σε ποσοστό 14%, δίνουν απαντήσεις αντίστοιχες της Κ-3 στο αρχικό ερωτηματολόγιο. Η πλειοψηφία των μαθητών θεωρεί ότι τα διάφορα σώματα ανάλογα με το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένα, θα έχουν διαφορετική θερμοκρασία στο ίδιο περιβάλλον. Από την άλλη μεριά, στο τελικό ερωτηματολόγιο όλοι οι μαθητές (14/14) απαντούν σύμφωνα με το επιστημονικό μοντέλο και κατατάσσονται στην Κ-3, δηλαδή σε ποσοστό 100%.

Ομάδα 5η: Αλληλεπίδραση μεταξύ ενός σώματος (νερού) και του περιβάλλοντος

Τα έργα ισορροπίας ενός σώματος με το περιβάλλον, παρότι βρίσκονται κοντά στην καθημερινή εμπειρία των μαθητών, αποδείχθηκε πως αρχικά εμφάνισαν δυσκολία. Πολλοί μαθητές δεν αναγνώριζαν ότι μετά την αποκατάσταση της θερμοκρασιακής ισορροπίας οι θερμοκρασία του σώματος παραμένει σταθερή. Έτσι, στο αρχικό ερωτηματολόγιο ούτε οι μισοί από τους μαθητές (5/14), δηλαδή σε ποσοστό 35%, κατατάχθηκαν στην Κ-3. Αντίθετα, στο τελικό ερωτηματολόγιο όλοι σχεδόν οι μαθητές (13/14), δίνουν απαντήσεις που ανήκουν στην Κ-3.

Ομάδα 6η: Αλληλεπίδραση μεταξύ ενός σώματος και του περιβάλλοντος – εξάρτηση από το χρώμα του σώματος (εκπομπή)

Τα έργα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας, ήταν αναμενόμενο να αποτελέσουν μια από τις πιο δύσκολες κατηγορίες, καθώς από τη μια μεριά τα φαινόμενα εκπομπής δεν βρίσκονται στην άμεση εμπειρία των μαθητών, από την άλλη δε η εμπειρία τους από τα φαινόμενα απορρόφησης τους οδηγεί συνήθως σε λανθασμένα συμπεράσματα. Κατά συνέπεια μόνο 2 μαθητές (2/14) στο αρχικό ερωτηματολόγιο, δηλαδή ποσοστό 14%, απαντούν σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη Κ-3, ενώ οι υπόλοιποι θεωρούν είτε πως το χρώμα των σωμάτων δεν επηρεάζει τη θερμική ακτινοβολία, είτε πως τα ανοιχτόχρωμα σώματα εκπέμπουν ευκολότερα από τα σκούρα. Αντίθετα, στο τελικό ερωτηματολόγιο όλοι οι μαθητές σχεδόν (13/14), δηλαδή σε ποσοστό 92%, κατηγοριοποιούνται στην κατηγορία Κ-3.

Ομάδα 7η: Αλληλεπίδραση μεταξύ ενός σώματος και του περιβάλλοντος – εξάρτηση από το χρώμα του σώματος (απορρόφηση)

Σε αντίθεση με την παραπάνω κατηγορία, τα έργα απορρόφησης θερμικής ακτινοβολίας αποδείχθηκαν από τα ευκολότερα για τους μαθητές, όπως εξάλλου ήταν αναμενόμενο. Τα έργα αυτού του τύπου αναφέρονται σε φαινόμενα που άπτονται της καθημερινής εμπειρίας των μαθητών και μάλιστα η αισθητηριακή αντίληψη είναι εδώ σύμφωνη με την επιστημονική άποψη. Έτσι, στο αρχικό ερωτηματολόγιο οι περισσότερες (11/14) από τις απαντήσεις κατηγοριοποιούνται στην Κ-3, συγκεκριμένα σε ποσοστό περίπου 80%. Στο τελικό ερωτηματολόγιο δε, το ποσοστό των απαντήσεων στην Κ-3 φτάνει το 100%, καθώς όλοι οι μαθητές (14/14) απαντούν σύμφωνα με την επιστημονική άποψη.

Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε μια ολοκληρωμένη διδακτική σειρά για την διδασκαλία των φαινομένων διάδοσης θερμότητας της Β' γυμνασίου. Ο σχεδιασμός της σειράς βασίστηκε στα ερευνητικά δεδομένα σχετικά με τις σχετικές εναλλακτικές απόψεις των μαθητών και είχε ως επίκεντρο τις καταστάσεις θερμικής ισορροπίας. Η σειρά έχει έντονο εργαστηριακό χαρακτήρα, βασίζεται σε δραστηριότητες που αφορούν φαινόμενα της «περιορισμένης κατηγορίας» (Viennot, 1998) και σε εκτεταμένη χρήση εργαλείων ΤΠΕ.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως υπήρξε μετακίνηση των απόψεων των μαθητών μας από τις Κατηγορίες-1 & 2 προς την Κατηγορια-3, δηλαδή μετακινήθηκαν από εναλλακτικές και μη αποδεκτές επιστημονικά απόψεις προς τις επιστημονικές. Επομένως, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η διδακτική σειρά και οι δραστηριότητες με τα χαρακτηριστικά που αναφέραμε παραπάνω, στις οποίες ενεπλάκησαν οι μαθητές ενίσχυσαν την εννοιολογική τους κατανόηση σχετικά με τα φαινόμενα διάδοσης θερμότητας, μετατοπίζοντας τις απόψεις τους προς τις επιστημονικά αποδεκτές.

Θεωρούμε πως τα εργαλεία ΤΠΕ που περιγράψαμε παραπάνω μας παρείχαν τη δυνατότητα του σχεδιασμού κατάλληλων δραστηριοτήτων και της άμεσης εμπλοκής των μαθητών σε έργα όπου τους δόθηκε η ευκαιρία εύκολης και γρήγορης διερεύνησης των παραμέτρων που επηρεάζουν τα υπό μελέτη φυσικά συστήματα με ταυτόχρονη παρατήρηση πολλαπλών αναπαραστάσεων της εξέλιξης των φαινομένων. Ειδικά τα χαρακτηριστικά της ταυτόχρονης προβολής των γραφικών παραστάσεων, οι οποίες αποτελούν ένα σύνδεσμο μεταξύ της θεωρίας και των φαινομένων (Beichner, 1990; Μπισδικιάν, 2000), αλλά και ορισμένων «εικονικών» δυνατοτήτων όπως η επιλογή της διακοπής της εξέλιξης των φαινομένων (Petridou et al, 2005), ο έλεγχος της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος (Λεύκος κ.ά., 2005) και η δυνατότητα της απομόνωσης ή όχι των συστημάτων από το περιβάλλον

(Αντωνιάδου , 2002), θεωρούμε ότι συνέβαλλαν σημαντικά τόσο στον σχεδιασμό, όσο και για στην υλοποίηση των δραστηριοτήτων από τους μαθητές.

Βιβλιογραφία

Αντωνιάδου, Π. (2002), Μελέτη της διδασκαλίας και της μάθησης της θερμικής ισορροπίας, σε μαθητές Γυμνασίου, με τη χρήση εικονικού εργαστηρίου πολυμέσων, Διπλωματική Εργασία για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος, Π.Τ.Δ.Ε. - Α.Π.Θ.

Λεύκος, Ι., Ρεφανίδης, Ι., Γάλλος, Λ., Μπισδικιάν, Γ., Πετρίδου, Ε., Χατζηκρανιώτης, Ε., Βλαχάβας, Ι., Αργυράκης, Π. & Ψύλλος, Δ. (2000), Εικονικό Εργαστήριο Θερμότητας, Πρακτικά του Πανελληνίου Συνεδρίου «Πληροφορική και Εκπαίδευση», Θεσσαλονίνκη, ΣΕΠΔΕΘ

Λεύκος, Ι., Ψύλλος, Δ., Χατζηκρανιώτης, Ε., & Παπαδόπουλος, Α. (2005). Μία πρόταση για την εργαστηριακή υποστήριξη της διδασκαλίας της θερμικής ακτινοβολίας με συνδυασμένη χρήση εργαλείων ΤΠΕ. Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη», 114-120.

Μπισδικιάν, Γ., (2000). Μελέτη της εφαρμογής πολυμέσων στη διδασκαλία γραφικών παραστάσεων και φυσικών εννοιών, Διδακτορική διατριβή στο ΠΤΔΕ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Σκουμιός, Μ. & Χ"Νικήτα, Β. (2000), Μοντέλα μαθητών για Θερμότητα, Θερμοκρασία και Θερμικά Φαινόμενα, Επιθεώρηση Φυσικής, περ. Γ', τομ. Η', τ. 31, Φθινόπωρο 2000, σελ. 58-71, Ε.Ε.Φ., Αθήνα.

Arnold, M., & Millar, R. (1994). Children's and lay adults' views about thermal equilibrium. International Journal of Science Education, 16(4), 405 - 419.

Arnold, M., Millar, R., (1996). Learning the scientific story: A case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. Science Education, Volume 80 Issue 3, Pages 249 – 281.

Beichner, R., (1990), The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in a kinematics lab, Journal of Research in Science Teaching, vol. 27, No 8, 803-815.

Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. Physics Education, 35, 101-105.

Clark D., Jorde D., (2004). Helping Students Revise Disruptive Experientially Supported Ideas about

Thermodynamics: Computer Visualizations and Tactile Models, JRST, v. 41, 1, pp. 1–23.

Erickson, G. L., & Tiberghien, A. (1985). Heat and temperature. In R. Driver, Guesne, E. , Tiberghien, A. (Ed.), Children's ideas in science. Milton Keynes: Open University Press

Hofstein, A. and Lunetta, V. N. (2004), The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. Science Education, 88, 28–54.

Kesidou, S., Duit, R. & Glynn, S., (1995). Conceptual Development in Physics: Students' Understanding of Heat, in: Glynn, S. & Duit, R. (ed.): Learning Science in the Schools, LEA Pub, NJ.

Kesidou, S., & Duit, R. (1993). Student's conceptions of the second law of thermodynamics - an interpretive study. Journal of Research in Science Teaching, 30(1), 85-106.

Lefkos, I., Psillos, D., Hatzikraniotis, E., (2005) Integrating ICT tools in a Laboratory Teaching Sequence of Thermal Phenomena, 7th International conference CBLIS 2005, Zilina, Slovakia.

Linn, M., & Songer, N. (1991). Teaching thermodynamics to middle school students: What are appropriate cognitive demands? Journal of Research in Science Teaching, 28(10), 885-918.

Petridou, E., Psillos, D., Lefkos, I., Fourlari, S., Hatzikraniotis, E., (2005) Investigating the use of Simulated Laboratory for Teaching Aspects of Calorimetry to Secondary Education Students, 7th International conference CBLIS 2005, Zilina, Slovakia.

Psillos, D., Niedderer, H. (ed.). Teaching and learning in the science laboratory, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Thomaz, M. F., Malaquias, I. M., Valente, M. C., & Antunes, M. J. (1995). An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature. Physics Education, 30(1), 19 – 26

Thornton, R. K., (1999). Using the results of research in Science Education to improve Science Learning. Keynote address to the International Conference on Science Education, Nicosia, Cyprus.

Viennot, L. (1998). Experimental facts and ways of reasoning in thermodynamics: Learners' common approach. In A. Tiberghien, Jossem, E. , Barojas, J. (Eds.), Connecting research in physics education with teacher education. Available from http://www.physics.ohio-state.edu/ jossem/ICPE/BOOKS.html

Ψύλλος, Δ. (2007). Μοντέλα και κόσμοι στους εικονικούς χώρους. Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών & Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», Ιωάννινα, Τεύχος Α’, 30-41.

Μπορούν τα ανοικτά εικονικά περιβάλλοντα να χρησιμοποιηθούν στη θέση των πραγματικών εργαστηρίων; Η εμπειρία του ΑΜΑΠ στο χώρο του ηλεκτρισμού

Α. Ταραμόπουλος[1], Δ. Ψύλλος[1], Ε. Χατζηκρανιώτης[2]
[1]*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Α.Π.Θ.*
[2]*Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.*

Περίληψη
Η αυξανόμενη χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας στην εκπαίδευση έχει οδηγήσει σε μία συζήτηση επαναπροσδιορισμού του ρόλου τους. Στο πλαίσιο αυτό έχει προκύψει το ερώτημα κατά πόσο ένα ανοικτό εικονικό εργαστηριακό περιβάλλον μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση του πραγματικού εργαστηρίου αντικαθιστώντας το με επιτυχία. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μία σύγκριση της εννοιολογικής βελτίωσης η οποία επέρχεται σε μαθητές Γυμνασίου στο χώρο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων μετά από μία διδασκαλία διερευνητικής προσέγγισης η οποία αξιοποιεί τις δυνατότητες του εικονικού εργαστηρίου του Ανοικτού Μαθησιακού Περιβάλλοντος (ΑΜΑΠ) σε σχέση με τη βελτίωση που επέρχεται όταν η η ίδια διδασκαλία χρησιμοποιεί το πραγματικό εργαστήριο ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Τα ευρήματα φανερώνουν ότι στο αντικείμενο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και στα πλαίσια διδασκαλίας διερευνητικής προσέγγισης η χρήση των οργάνων του εικονικού εργαστηρίου επιφέρει σε μαθητές Γυμνασίου παρόμοιες εννοιολογικές βελτιώσεις με τη χρήση των οργάνων του πραγματικού εργαστηρίου.

Abstract
The increasing use of Information and Communication Technology in education has lead to a discussion of redefinition of their role. In this framework the question has arisen as to how successfully an open virtual laboratory environment can be utilized in the place of the real laboratory. In the present study a comparison is presented between the improvement in conceptual understanding in junior high school students in the field of electric circuits when an inquiry-based teaching intervention is performed with the utilization of the equipment of the virtual laboratory of the Open Learning and Laboratory Environment (OLLE) and when it utilizes the real electric circuits laboratory equipment. Findings indicate that teaching electric circuits by inquiry to junior high school students using the virtual laboratory equipment results in an enhancement in conceptual understanding similar to the one observed when the real physics laboratory equipment is used.

Εισαγωγή

Τα εικονικά εργαστήρια (virtual laboratories) προσομειώνουν με εικονικό και λειτουργικό τρόπο, στην οθόνη του υπολογιστή, εργαστήρια Φυσικών Επιστημών, αξιοποιόντας τη δυναμική που παρέχει η σύγχρονη τεχνολογία πολυμέσων με βασικό χαρακτηριστικό την τεχνική αλληλεπίδρασης και τον άμεσο και αληθοφανή χειρισμό των αντικειμένων και των παραμέτρων (Ψύλλος κ.ά. 2008). Με την ενσωμάτωση διασυνδεδεμένων πολλαπλών αναπαραστάσεων της εξέλιξης ενός φαινομένου και συμβολικών γραφικών παραστάσεων των μεταβολών των εμπλεκομένων μεγεθών, συνεισφέρουν αποτελεσματικά στη συσχέτιση των αναπαραστάσεων με τα φυσικά φαινόμενα (Balacheff 2004) και στην κατανόηση των επιστημονικών μοντέλων και της χρήσης τους (Gilbert, Boulter & Elmer 2000). Επιπλέον, η

χρήση τους μπορεί να ξεπεράσει τεχνικούς και διδακτικούς περιορισμούς του πραγματικού εργαστηρίου που εμφανίζονται κατά το χειρισμό συσκευών στην εκτέλεση πειραμάτων με πραγματικά όργανα (Sassi 2001).

Πρόσφατα, η εισαγωγή των εικονικών εργαστηρίων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών έχει οδηγήσει σε μία συζήτηση επαναπροσδιορισμού του ρόλου του πειράματος στην επιστημονική διδασκαλία (Hofstein & Lunetta 2004) καθώς έχει βρεθεί ότι εξ' ίσου αποτελεσματικά το πείραμα μπορεί να εκτελεστεί όχι μόνο με πραγματικά αντικείμενα αλλά και με εικονικά (Klahr, Triona & Williams 2007). Σημαντικός αριθμός ερευνών έχει δείξει ότι τα εικονικά εργαστήρια, ως περιβάλλοντα μάθησης, δεν υστερούν σε σχέση με τα πραγματικά εργαστήρια (Triona & Klahr 2003, Keller et al. 2005, Klahr, Triona & Williams 2007, Jaakola & Nurmi 2008). Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα εικονικά εργαστήρια υπερτερούν έναντι των πραγματικών (Zacharia & Anderson 2003, Jaakola & Nurmi 2004, Wieman & Perkins 2005, Finkelstein et al. 2005, Gandole et al. 2006, Zacharia 2007) αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις στις οποίες τα εικονικά εργαστήρια υστερούν σε σχέση με τα πραγματικά (Steinberg 2003, Marshall & Young 2006).

Όπως επισημαίνουν και οι Ευαγγέλου και Κώτσης στη βιβλιογραφική τους ανασκόπηση (Ευαγγέλου & Κώτσης 2010), οι παραπάνω έρευνες αφορούν κυρίως φοιτητές Πανεπιστημίου (60%) και λίγες μόνο αναφέρονται σε μαθητές Δημοτικού (20%) ή Γυμνασίου (20%). Επιπλέον, από αυτές που αφορούν τους μαθητές του Γυμνασίου, καμία δε βρίσκεται στο χώρο του Ηλεκτρισμού, ο οποίος προσφέρεται ιδιαιτέρως για σύγκριση των εικονικών και των πραγματικών περιβαλλόντων, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν όμοια εικονικά και πραγματικά αντικείμενα.

Στα πλαίσια αυτά, η παρούσα εργασία στοχεύει να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας ως προς την εννοιολογική βελτίωση, όταν αυτή ακολουθεί διερευνητική προσέγγιση και αξιοποιεί τις παρεχόμενες δυνατότητες των σύγχρονων εικονικών εργαστηριακών περιβαλλόντων και όταν χρησιμοποιεί τις δυνατότητες του πραγματικού εργαστηρίου ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας διδακτικής εφαρμογής διερευνητικής προσέγγισης σε μαθητές Γυμνασίου στο χώρο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων η οποία πραγματοποιήθηκε με τον ίδιο τρόπο σε δύο διαφορετικά τμήματα. Στο ένα τμήμα χρησιμοποιήθηκε το εικονικό εργαστήριο ηλεκτρικών κυκλωμάτων του Ανοικτού Μαθησιακού Περιβάλλοντος (ΑΜΑΠ), και στο άλλο χρησιμοποιήθηκε το πραγματικό εργαστήριο ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Η διδακτική εφαρμογή επιλέχθηκε να ακολουθεί διερευνητική προσέγγιση καθώς η διερευνητική διδασκαλία παίζει κεντρικό ρόλο στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ο συνδιασμός της με εργαστηριακό περιβάλλον είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός (de Jong 2006). Μέσω ενός ερευνητικού σχήματος pre- και post-test γίνεται σύγκριση της εννοιολογικής αλλαγής των μαθητών των δύο τμημάτων και εξετάζεται αν οι διαφορές στη φύση των χρησιμοποιούμενων εργαστηριακών οργάνων (εικονικά έναντι πραγματικών) επιφέρουν ίδιες ή διαφορετικές βελτιώσεις. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, δεν έχει ξαναγίνει παρόμοια σύγκριση για μαθητές Γυμνασίου.

Μέθοδολογία της έρευνας

Ι) Το δείγμα

Συμμετείχαν 32 μαθητές της Γ' Γυμνασίου οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε δύο τμήματα των 16 ατόμων το καθένα. Στο ένα τμήμα η διδασκαλία διεξήχθηκε με τα εικονικά όργανα του εργαστηρίου του ΑΜΑΠ στο εργαστήριο Πληροφορικής (πειραματικό τμήμα, εικονικό εργαστήριο, ΕΕ) και στο άλλο με τα πραγματικά όργανα του εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών (τμήμα ελέγχου, πραγματικό εργαστήριο, ΠΕ). Οι μαθητές δεν είχαν

παρακολουθήσει προηγουμένως άλλο μάθημα σχετικά με ηλεκτρικά κυκλώματα στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

ΙΙ) Η διδακτική εφαρμογή

Είναι γνωστό ότι οι μαθητές αυτής της ηλικίας εμφανίζουν εναλλακτικές αντιλήψεις στο χώρο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, οι οποίες διατηρούνται παρά τη συμμετοχή τους σε, κατά κανόνα, παραδοσιακές διδακτικές προσεγγίσεις (Shipstone 1984, McDermott & Shaffer 1992, Psillos 1997, Κεραμυδάς & Ψύλλος 2004). Έχει προταθεί από πολλούς ερευνητές ότι η εννοιολογική κατανόηση μπορεί να επέλθει μέσα από την ενεργό οικοδόμηση γνώσεων κατά την ενασχόληση των μαθητών με διερευνητικές δραστηριότητες μέσα από τη χρήση πραγματικών ή εικονικών εργαστηριακών οργάνων (Hofstein & Lunetta 2004, Lefkos et al. 2005, Zacharia, Olympiou & Papaevripidou 2008).

Εικόνα 1. Στυγμιότυπο του εργαστηρίου ηλεκτρικών κυκλωμάτων του ΑΜΑΠ

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε διήρκεσε 7 διδακτικές ώρες και βασιζόταν στην καθοδηγούμενη διερεύνηση (McDermott & Shaffer 2002, Sadeh & Zion 2009). Οι μαθητές καθοδηγούνταν διακριτικά από τον διδάσκοντα και τα κατάλληλα φύλλα εργασίας. Το λογισμικό εικονικού εργαστηρίου που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ΑΜΑΠ, στυγμιότυπο του οποίου φαίνεται στην Εικόνα 1 (Ψύλλος κ.α. 2008). Η εφαρμογή διαπραγματεύτηκε βασικές έννοιες στο χώρο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, που περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο καλύπτοντας το μεγαλύτερο μέρος του κεφαλαίου «Ηλεκτρικό Ρεύμα» της Φυσικής Γ' Γυμνασίου (Αντωνίου Ν. κ.α., 2008) και αποτελούν μέρος της διδακτέας ύλης του μαθήματος της Φυσικής Γ' Γυμνασίου. Πιο συγκεκριμένα, η προσέγγιση στόχευε στον εμπλουτισμό της διδασκαλίας των εννοιών των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων, στη βελτίωση της κατανόησης της λειτουργίας ενός κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος, στην ενίσχυση της ικανότητας διάκρισης σχετιζομένων μεταξύ τους εννοιών όπως το ηλεκτρικό ρεύμα και η διαφορά δυναμικού (τάση), στην κατανόηση των συνδέσεων στοιχείων σε σειρά και παράλληλα και τη διαγραμματική απεικόνιση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Η διδασκαλία και στα δύο τμήματα ΕΕ και ΠΕ, έγινε από τον ίδιο διδάσκοντα, με ίδιο

τρόπο και με χρήση αντίστοιχων πραγματικών και εικονικών αντικειμένων. Οι μαθητές εργάζονταν σε ομάδες των δύο ατόμων και συμπλήρωναν τα φύλλα εργασίας τους ατομικά.

Αρχικά, με τη βοήθεια ηλεκτρικών λαμπτήρων που χρησιμοποιήθηκαν ως δείκτες, εισήχθηκε η έννοια του ηλεκτρικού κυκλώματος και βρέθηκαν οι προϋποθέσεις που πρέπει να ικανοποιεί ένα κύκλωμα για να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Στη συνέχεια, εισήχθηκε η έννοια της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και έγινε χρήση του αμπερομέτρου ως οργάνου μέτρησης. Βρέθηκε ότι η φωτοβολία ενός λαμπτήρα μπορεί να αποτελέσει δείκτη της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και με τη βοήθεια λαμπτήρων και αμπερομέτρων μελετήθηκαν οι συνδέσεις λαμπτήρων σε σειρά και παράλληλα. Ακολούθησε η εισαγωγή της έννοιας της ηλεκτρικής αντίστασης η οποία συνδέθηκε ποιοτικά με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. Τέλος, εισήχθηκε η έννοια της διαφοράς δυναμικού (τάση) ως το μέγεθος που διατηρείται σταθερό στα άκρα μιας μπαταρίας. Οι μαθητές χρησιμοποίησαν το βολτόμετρο ως όργανο μέτρησης της τάσης ενώ αναγνώρισαν ότι η φωτοβολία ενός λαμπτήρα μπορεί να αποτελέσει δείκτη της τάσης στα άκρα ενός λαμπτήρα. Με τον τρόπο αυτό οικοδομήθηκε ένα ποιοτικό-ημιποσοτικό μοντέλο με το οποίο οι μαθητές μπορούσαν να ερμηνεύσουν τη συμπεριφορά απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

III) Τα εργαλεία

Η μελέτη της βελτίωσης των γνώσεων των μαθητών στο αντικείμενο έγινε με σύγκριση των απαντήσεών τους σε πέντε ερωτήσεις πριν τη διδασκαλία των παραπάνω ενοτήτων και μετά από αυτή (pre-test, post-test αντίστοιχα). Οι ερωτήσεις ήταν ίδιες στα δύο tests, ήταν ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών και αφορούσαν τη βελτίωση των μαθητών στο γνωστικό αντικείμενο. Οι πρώτες δύο ερωτήσεις αφορούσαν τη σχετική φωτοβολία λαμπτήρων που ήταν συνδεδεμένοι σε σειρά και παράλληλα αντίστοιχα. Οι επόμενες δύο ερωτήσεις αφορούσαν την ένταση του ρεύματος που διέρχεται από μία πηγή τάσης και την τάση στα άκρα της πηγής όταν αυτή συνδέεται με έναν λαμπτήρα, ή δύο λαμπτήρες συνδεδεμένους σε σειρά ή παράλληλα. Η πέμπτη ερώτηση αφορούσε την ολική αντίσταση λαμπτήρων συνδεδεμένων σε σειρά και παράλληλα. Παρόμοιες ερωτήσεις έχουν χρησιμοποιηθεί ως εργαλεία αξιολόγησης στη βιβλιογραφία (Chang, Liu & Chen 1998, Κεραμυδάς 2004).

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν στατιστικά ως προς την εσωτερική αξιοπιστία τους με τον υπολογισμό του Cronbach α για κάθε σετ. Ο έλεγχος για διαφορές στις επιδόσεις ανάμεσα στα αποτελέσματα των pre-test και των post-test έγινε με έλεγχο t για ζευγαρωτά δείγματα (paired samples t-test), ενώ ο έλεγχος για διαφορές ανάμεσα στις επιδόσεις των δύο τμημάτων έγινε με έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων (independent samples t-test).

Επιπρόσθετα, η βελτίωση ανάμεσα στα αποτελέσματα των pre-test και των αντίστοιχων post-test ελέγθηκε και με υπολογισμό της βελτίωσης κατά Hake (Hake gain). Η βελτίωση κατά Hake ορίζεται ως η βελτίωση ανάμεσα στα αποτελέσματα του pre-test και του post-test σταθμισμένη κατά τη μέγιστη δυνατή βελτίωση (Hake 1998) και υπολογίζεται από τη σχέση

$$g = \frac{post - pre}{max_score - pre}$$

όπου *pre* και *post* είναι τα αποτελέσματα στα pre-test και post-test αντίστοιχα και *max_score* είναι η μέγιστη επίδοση που μπορεί να επιτευχθεί. Η βελτίωση κατά Hake είναι μία σημαντική παράμετρος μέτρησης της αποδοτικότητας της διδασκαλίας καθώς σταθμίζοντας τη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών, διορθώνονται οι επιδράσεις σε αυτήν που προέρχονται από τις διαφορετικές αρχικές γνώσεις τους (Lenaerts, Wieme & van Zele 2003).

Αποτελέσματα

Όσον αφορά την εσωτερική αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, στο pre-test για το τμήμα

ελέγχου το Cronbach α βρέθηκε ίσο με 0,875 ενώ για το πειραματικό τμήμα ήταν 0,846. Στο post-test το Cronbach α βρέθηκε ίσο με 0,726 και 0,802 για το τμήμα ελέγχου και το πειραματικό τμήμα αντίστοιχα. Επίσης, οι κατανομές των σωστών απαντήσεων σε όλες τις περιπτώσεις ήταν συμβατές με την κανονική κατανομή σύμφωνα με το test Kolmogorov-Smirnov. Οι σωστές απαντήσεις των μαθητών ανά ερώτηση και η βελτίωση κατά Hake κάθε τμήματος φαίνονται στον Πίνακα 1, ενώ ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων του κάθε τμήματος φαίνεται γραφικά στην Εικόνα 2.

Πίνακας 1: Οι σωστές απαντήσεις ανά ερώτηση

Ερώτηση	Pre-test		Post-test		Βελτίωση κατά Hake	
	Σωστές Απαντήσεις		Σωστές Απαντήσεις		Hake gain	
	Τμήμα ΕΕ	Τμήμα ΠΕ	Τμήμα ΕΕ	Τμήμα ΠΕ	Τμήμα ΕΕ	Τμήμα ΠΕ
Φωτοβολία λαμπτήρων σε σειρά	4	5	9	11	0.42	0.55
Φωτοβολία λαμπτήρων παράλληλα	3	4	10	10	0.54	0.50
Ένταση ρεύματος μπαταρίας	1	0	7	9	0.40	0.56
Τάση μπαταρίας	4	4	10	12	0.50	0.67
Ολική αντίσταση	0	0	6	9	0.38	0.56
Μέσος όρος σωστών απαντήσεων ανά ερώτηση	2.4	2.6	8.4	10.2	0.44	0.57

Στο pre-test οι επιδόσεις και των δύο τμημάτων ήταν παρόμοιες. Στις πέντε συνολικά ερωτήσεις το τμήμα ΕΕ πέτυχε ένα μέσο όρο 0,75 σωστών απαντήσεων ανά μαθητή με τυπική απόκλιση 1,2, ενώ το τμήμα ΠΕ πέτυχε μέσο όρο 0,8 σωστών απαντήσεων με τυπική απόκλιση 0,9. Η πιθανότητα οι διαφορές των αποτελεσμάτων στο pre-test ανάμεσα στα δύο τμήματα να οφείλονται καθαρά σε στατιστικούς λόγους ανέρχεται στο 87% ($p=0,87>0,05$) σύμφωνα με έναν έλεγχο t-test ανεξάρτητων δειγμάτων.

Στο post-test το τμήμα ΕΕ πέτυχε ένα μέσο όρο 2,6 σωστών απαντήσεων ανά μαθητή με τυπική απόκλιση 1,7. Μία σύγκριση με τα αποτελέσματα του pre-test φανερώνουν σαφή βελτίωση. Η στατιστική επεξεργασία με paired samples t-test δηλώνει ότι η υπόθεση να μην υπάρχει βελτίωση μπορεί ασφαλώς να απορριφθεί καθώς συγκεντρώνει πιθανότητα 0,2% να συμβαίνει ($p=0,002 < 0,05$). Ο μέσος όρος των μαθητών που απαντούν σωστά ανά ερώτηση αυξήθηκε από 2,4 (15%) σε 8,4 (53%) εμφανίζοντας μία βελτίωση κατά Hake ίση με 0,44.

Εικόνα 2: Μέσος όρος των δύο τμημάτων

Το τμήμα ΠΕ στο post-test πέτυχε ένα μέσο όρο 3,2 σωστών απαντήσεων ανά μαθητή με τυπική απόκλιση 1,4. Και εδώ παρατηρείται μία βελτίωση σε σχέση με τα αποτελέσματα του pre-test. Η πιθανότητα να μην υπάρχει βελτίωση περιορίζεται στατιστικά, σύμφωνα με ένα paired samples t-test, στο 0,0% ($p=0,000 < 0,05$). Ο μέσος όρος των μαθητών που απαντούν σωστά ανά ερώτηση αυξήθηκε από 2,6 (16%) σε 10,2 (64%) εμφανίζοντας μία βελτίωση κατά Hake ίση με 0.57.

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Από τους μέσους όρους των σωστών απαντήσεων παρατηρείται μεγαλύτερη βελτίωση στο τμήμα ΠΕ σε σχέση με το ΕΕ. Ένα τέτοιο όμως συμπέρασμα δεν είναι στατιστικά ισχυρό. Ο αριθμός των συμμετεχόντων μαθητών είναι μικρός ενώ οι τυπικές αποκλίσεις είναι σχετικά μεγάλες ώστε να μην μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα η διαφορά των μέσων όρων των σωστών απαντήσεων των δύο τμημάτων να έχει καθαρά στατιστική προέλευση. Ένας έλεγχος t-test ανεξάρτητων δειγμάτων ανάμεσα στα αποτελέσματα των δύο τμημάτων στις ερωτήσεις του post-test δίνει μία πιθανότητα 33% οι διαφορές να οφείλονται σε στατιστικά φαινόμενα ($p=0,33 > 0,05$) και να μην είναι αποτέλεσμα των διαφορών στη διδασκαλία των δύο τμημάτων.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι στο πλαίσιο διερευνητικής διδασκαλίας το εικονικό εργαστήριο ηλεκτρικών κυκλωμάτων του ΑΜΑΠ επιφέρει την ίδια εννοιολογική βελτίωση με το πραγματικό εργαστήριο ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Η χρήση οργάνων και δραστηριοτήτων εικονικών ή πραγματικών εργαστηρίων βελτιώνει και στις δύο περιπτώσεις την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών στο χώρο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων αλλά δε φαίνεται να διαφοροποιεί τις επιδόσεις τους. Το εύρημα αυτό είναι σύμφωνο με άλλες έρευνες σε φοιτητές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία και επεκτείνει τα συμπεράσματά τους στο χώρο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων για μαθητές Γυμνασίου (Klahr, Triona & Williams 2007, Jaakola & Nurmi 2008).

Επομένως, τα χαρακτηριστικά με τα οποία είναι σχεδιασμένο το εικονικό εργαστήριο ΑΜΑΠ φαίνεται ότι συμβάλλουν στην παιδαγωγική αξιοποίησή του στο πλαίσιο διερευνητικής προσέγγισης για την αντιμετώπιση εννοιολογικών προβλημάτων στην περιοχή των ηλεκτρικών κυκλωμάτων (Ψύλλος κ.α. 2008). Ως προς την εννοιολογική βελτίωση των μαθητών Γυμνασίου στο χώρο των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων, τα εικονικά αντικείμενα λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο με τα πραγματικά. Συνεπώς, εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα όπως το ΑΜΑΠ μπορούν να βελτιώσουν τη διδακτική διαδικασία με τρόπο παρόμοιο με το πραγματικό εργαστήριο.

Συνδιάζοντας τα παραπάνω ευρήματα με αυτά των Ταραμόπουλου, Ψύλλου και Χατζηκρανιώτη (2010) σύμφωνα με τα οποία η διερευνητική διδασκαλία μπορεί να προάγει αποτελεσματικά των εννοιολογική κατανόηση στο χώρο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων είτε χρησιμοποιεί τα εικονικά όργανα του τρισδιάστατου εργαστηρίου ηλεκτρικών κυκλωμάτων του ΑΜΑΠ (VR Lab), είτε χρησιμοποιεί τα συμβολικά αναπαριστούμενα όργανα των διδιάστατων java applets του ΑΜΑΠ (Cyber Labs), καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι, υπό προϋποθέσεις, στο πλαίσιο διερευνητικής προσέγγισης στη διδασκαλία, όργανα του πραγματικού εργαστηρίου μπορούν να αντικατασταθούν από εικονικά είτε αληθοφανή, είτε συμβολικά (μοντέλα). Η παρατήρηση αυτή ανοίγει νέες προοπτικές για τις δυνατότητες ενσωμάτωσης των εικονικών εργαστηρίων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και θα πρέπει να διερευνηθεί η ισχύς της σε γνωστικά πεδία πέρα από αυτό των ηλεκτρικών κυκλωμάτων καθώς και οι προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες η διερευνητική διδασκαλία γίνεται πλέον αποτελεσματική, όπως ο τρόπος και ο σχετικός χρόνος χρήσης του πραγματικού και εικονικού εργαστηρίου σε μια διδακτική σειρά, ή το στάδιο πέρα από το

οποίο οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδράσουν άμεσα με τα συμβολικά εικονικά αντικείμενα των Cyber Labs.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς εκφράζουν τις ευχαριστίες τους στην υποστήριξη του ΕΑΙΤΥ για την ανάπτυξη του «Ανοικτού Μαθησιακού Περιβάλλοντος, ΑΜΑΠ» στο πλαίσιο του έργου Χρυσαλλίδες.

Βιβλιογραφία

Αντωνίου Ν., Δημητριάδης Π., Καμπούρης Κ., Παπαμιχάλης Κ., & Παπατσίμπα Λ. (2008). Φυσική Γ' Γυμνασίου, Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα.

Ευαγγέλου Φ., & Κώτσης Κ. (2010). Γνωρίσματα ερευνών της Διεθνούς Βιβλιογραφίας σχετικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα από τη σύγκριση εικονικών και πραγματικών πειραμάτων στη διδασκαλία και μάθηση της Φυσικής, Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, 335-342. http://www.uowm.gr/kodifeet, ημερομηνία πρόσβασης 15/09/2010.

Κεραμυδάς Κ. (2004). Ανάπτυξη ερωτηματολογίου και μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών σε θέματα Φυσικών Επιστημών, Διπλωματική Εργασία Μεταπτυχιακού Διπλώματος, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Α.Π.Θ.

Κεραμυδάς Κ., & Ψύλλος Δ. (2004). Ανάπτυξη ερωτηματολογίου και μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών σε θέματα Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων, Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και τις Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, Αθήνα.

Ταραμόπουλος Α., Ψύλλος Δ., & Χατζηκρανιώτης Ε. (2010). Διδασκαλία ηλεκτρικών κυκλωμάτων με το εικονικό εργαστήριο και τα applets του Ανοικτού Μαθησιακού Περιβάλλοντος (ΑΜΑΠ), Πρακτικά 7ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ, Κόρινθος.

Ψύλλος Δ., Ταραμόπουλος Α., Χατζηκρανιώτης Ε., Μπάρμπας Α., Μολοχίδης Α., & Μπισδικιάν Γ. (2008). Ένα Ανοικτό Μαθησιακό Περιβάλλον (ΑΜΑΠ) στην περιοχή του Ηλεκτρισμού, 6ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Λεμεσός Κύπρου.

Balacheff N. (2004). Knowledge the keystone of TEL design, Proceedings of the 4th Panhellenic Conference ICT on Education, 4-15.

Gandole Y.B., Khandewale S.S., Amravati S.V., & Mishra R.A. (2006). A comparison of students' attitudes between computer software support and traditional laboratory practical learning environments in undergraduate electronic science, e-Journal of Instructional Science and Technology, 9, 1-13.

Chang K., Liu S., & Chen S. (1998). A testing system for diagnosing misconceptions in DC electric circuits, Computers & Education, 31, 195-210.

Finkelstein N.D., Adams W.K., Keller C.J., Kohl P.B., Perkins K.K., Podolefsky N.S., Reid S. & LeMaster R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment, Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 1, 1-8.

Gilbert K.J., Boulter J.C., & Elmer R., (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education, Developing Models in Science Education, Kluwer Academic Publishers, 3-17.

Hake R.R. (1998). Interactive-engagement vs. traditional methods: a six-thousand- student survey of mechanics test data for introductory physics, American Journal of Physics, 66(1), 64–74

Hofstein A., & Lunetta V.N. (2004). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century, Sci. Ed. 88, 28-54.

Jaakola T., & Nurmi S. (2004). Academic impact of learning objects: the case of electric circuits, British Educational Research Association Annual Conference, University of Manchester, 16-18 Sept. 2004.

Jaakola T., & Nurmi S. (2008). Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities, Journal of Computer Assisted Learning, 24, 271-283.

de Jong T. (2006). Computer simulations: technological advances in inquiry learning, Science, 312, 532–533

Keller C.J., Finkelstein N.D., Perkins K.K., & Pollock S.J. (2005). Assessing the effectiveness of a computer simulation in conjunction with tutorials in introductory physics in undergraduate physics recitations, Proceedings of the 2005 Physics Education Research Conference, AIP Press, Melville NY

Klahr D., Triona L.M., & Williams C. (2007). Hands on what? the relative effectiveness of physical versus virtual materials in an engineering design project by middle school children, Journal of Research in Science Teaching, 44, 183-203.

Lenaerts J., Wieme W. & van Zele E. (2003). Peer instruction: a case study for an introductory magnetism course, European Journal of Physics, 24, 7–14.

Lefkos I, Psillos D., Hatzikraniotis E.,& Papadopoulos A. (2005). A suggestion on laboratory teaching thermal radiation with the combined use of ICT . Proceedings of the 3rd Panhellenic Conference of Teachers of ICT in Education, (pp. 114-120), Siros, Greece (in Greek).

Marshall J.A., & Young E.S. (2006). Preservice teachers' theory development in physical and simulated environments,Journal of Research in Science Teaching, 43, 907-937.

McDermott L.C., & Shaffer P.S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding, American Journal of Physics, 60, 994.

McDermott L.C., & Shaffer P.S. (2002). In Tutorials in Introductory Physics, Prentice Hall, New Jersey.

Psillos D. (1997). Teaching Introductory Electricity. Connecting Research in Physics Education with Teacher Education, International Commission on Physics Education. Retrieved 22 July 2009 from http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/E4.html

Sadeh I., & Zion M. (2009). The Development of Dynamic Inquiry Performances within an Open Inquiry Setting: A Comparison to Guided Inquiry Setting, Journal of Research in Science Teaching, 46(10), 1137–1160.

Sassi E. (2001). Computer supported lab-work in physics education: advantages and problems, Proceedings of the International Conference Physics Teacher Education Beyond 2000, CD Production Calidos, Barcelona.

Shipstone D.M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits, International Journal of Science Education, 6(2), 185-198.

Steinberg R. (2003). Effects of computer-based laboratory instruction on future teachers' understanding of the nature of science, Journal of Computer in Mathematics and Science Teaching, 22, 185-205

Triona L.M., & Klahr D. (2003). Point and Click or Grab and Heft: Comparing the Influence of Physical and Virtual Instructional Materials on Elementary School Students' Ability to Design Experiments, Cognition and Instruction, 21, 149-173

Wieman C., & Perkins K. (2005). Transforming Physics Education, Physics Today, 58,1- 36.

Zacharia Z.C., & Anderson O.R. (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics, American Journal of Physics, 71(6), 618.

Zacharia Z.C., (2007). Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students conceptual understanding of electric circuits, Journal of Computer Assisted Learning, 23, 120-132.

Zacharia Z.C., Olympiou G., & Papaevripidou M. (2008). Effects of Experimenting with Physical and Virtual Manipulatives on students conceptual understanding in heat and temperature, Journal of Research in Science Teaching, 45(9), 1021-1035.

Οι επιστήμονες, τα τηλεσκόπια και το φεγγάρι: Ψηφιακές φωτο-ιστορίες για μαθητές Δημοτικού

Δέσπω Μιχαήλ*, Γιώργος Παπαγεωργίου & Βασιλική Σπηλιωτοπούλου*****
**ΠΤΔΕ, Παν. Πατρών, michael-despo@hotmail.com*
***ΓΕΤΠΜΑ, ΑΣΠΑΙΤΕ Πατρών gpapage@mycosmos.gr*
****ΓΕΤΠΜΑ, ΑΣΠΑΙΤΕ Πατρών, spiliot@otenet.gr*

Περίληψη
Στην εργασία αυτή αναδεικνύεται η σημασία της υιοθέτησης αφηγηματικών μορφών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών της Α/θμιας εκπαίδευσης. Σε αυτή την κατεύθυνση συζητείται η αξία των δωρεάν διαθέσιμων λογισμικών και παρουσιάζονται τα στάδια για την ανάπτυξη δυο ψηφιακών φωτο-ιστοριών για το Δημοτικό σχολείο αναφορικά με τους επιστήμονες, τα τηλεσκόπια και το φεγγάρι. Τα διδακτικά σενάρια που αναπτύχθηκαν και η διαδικασία ανάπτυξής τους σκιαγραφούνται. Πρώτες εμπειρίες από την εφαρμογή και αξιοποίηση των δυο ψηφιακών αφηγήσεων σε σχολική τάξη παρουσιάζονται επίσης, ενώ καταγράφονται θετικές και αρνητικές πλευρές σε εννοιολογικό και τεχνικό επίπεδο που έχουν διαπιστωθεί.

Abstract
This paper focuses on the meaning of narrative forms of science teaching in primary education. It is suggested that the availability of free software could support the development of digital photo-stories for teaching primary science. The process and the phases for the development of two teaching digital scenarios for scientists, telescopes and the moon are presented. The teaching scenarios that developed are outlined, while evidence from the utilization of the digital stories in classrooms is also presented. Advantages and deficiencies at both conceptual and technical level are reported.

Εισαγωγή
Η έλλειψη ενδιαφέροντος των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) είναι ένα σημαντικό ζήτημα, που έχει επισημανθεί σε πολλές αναφορές και μελέτες (Rocard et al 2007) και προσπάθειες αντιμετώπισης του θέματος είναι απαραίτητο να αναζητούνται. Η προσέλκυση ενδιαφέροντος των μαθητών του Δημοτικού στις ΦΕ έχει ιδιαίτερο νόημα, αφού σε αυτή την ηλικία κυρίως αναπτύσσονται τα ενδιαφέροντα και οι κλίσεις τους. Η αξιοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας, της αφήγησης ιστοριών και της σύνδεσης των εννοιολογικών περιοχών, όχι μόνο με τις έννοιες των επιστημών, αλλά και με τη φύση και τις διαδικασίες της ίδιας της επιστήμης μπορεί να δημιουργήσουν διαφορετικές μαθησιακές εμπειρίες πιο ενδιαφέρουσες και προκλητικές για τους μαθητές του Δημοτικού. Στην εργασία αυτή διερευνάται πως το περιβάλλον ενός ελεύθερου λογισμικού αξιοποιώντας την πολυμεσικότητα και την πολυτροπικότητα προσφέρει πλαίσιο για την ανάπτυξη μιας ψηφιακής ιστορίας που βασίζεται σε πληροφοριακό υλικό για τους επιστήμονες, το φεγγάρι και τα τηλεσκόπια.

Το σκεπτικό
Ουσιαστική ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών θεωρείται ότι έχουμε όταν στο αναλυτικό πρόγραμμα αξιοποιούνται αυθεντικές δραστηριότητες που σκόπιμα και με ενεργό τρόπο στηρίζουν τους μαθητές να κατασκευάσουν τις δικές τους σημασίες και να αναπτύξουν τη σκέψη τους από τις εμπειρίες και όταν διευκολύνεται η διεπιστημονική, βασισμένη σε

project διδασκαλία (Jonassen et al 1999). Η έρευνα δείχνει ότι μια τέτοια ενσωμάτωση στηρίζεται καλύτερα αν σχεδιασθεί υιοθετώντας μια εποικοδομιστική λογική που βοηθά τους μαθητές να μάθουν σε ένα κοινωνικό πλαίσιο, αντιμετωπίζοντας νέα προβλήματα και αναπτύσσοντας τη δημιουργικότητα και την κριτική τους σκέψη (Griest 1996, Mergendollar 1997). Τα τελευταία δέκα χρόνια η χρήση ψηφιακών καμερών, λογισμικού επεξεργασίας, εργαλείων συγγραφής, προϊόντων ηλεκτρονικών μέσων έχει γίνει δημοφιλής, τόσο ανάμεσα σε μαθητές, όσο και στους καθηγητές, καθώς τους δίνουν τη δυνατότητα να εκφράζονται, να δημιουργούν δικά τους προϊόντα και να αλληλεπιδρούν (Standley 2003). Οι δυνατότητες αξιοποίησης μιας ποικιλίας μέσων και εκφράσεων οδηγούν σε αφηγηματικές μορφές. Αν και η αφήγηση ιστοριών δεν είναι καινούργια, η αφήγηση ψηφιακών ιστοριών είναι μια νέα εκδοχή (Meadows 2003). Ο Meadows θεωρεί ότι η ψηφιακή αφήγηση ιστοριών είναι η κοινωνική πρακτική του να λες ιστορίες κάνοντας χρήση των προσφερόμενων ψηφιακών εργαλείων. Ο Σύνδεσμος Ψηφιακής Αφήγησης (The Digital Storytelling Association 2002) περιγράφει την ψηφιακή αφήγηση ως:

> *μοντέρνα έκφραση της αρχαίας τέχνης της αφήγησης ιστοριών. Δια μέσου της ιστορίας, η αφήγηση ιστοριών έχει χρησιμοποιηθεί για το μοίρασμα της γνώσης, της σοφίας και των αξιών. Οι ιστορίες έχουν πάρει διάφορες μορφές. Οι ιστορίες έχουν προσαρμοστεί σε κάθε μέσο που διαδοχικά αναδύθηκε από τον κύκλο της φωτιάς στις σκηνές, στην κινηματογραφική οθόνη και σήμερα στην οθόνη του υπολογιστή.*

Οι Lynch & Fleming (2007) επισημαίνουν "την προσαρμοστικότητα, τη δυναμική φύση της αφήγησης ιστοριών, που ενσωματώνει προφορικά, οπτικά και αισθητηριακά στοιχεία, αξιοποιεί τον μεγάλο αριθμό των γνωστικών διαδικασιών που ενισχύουν τη μάθηση από το προφορικό λεκτικό επίπεδο στο οπτικό, μουσικό, διαπροσωπικό, ενδοπροσωπικό, νατουραλιστικό και σωματικά κιναισθητικό επίπεδο" (σελ.).

Ερευνητικά δεδομένα από την ένταξη των ψηφιακών φωτο-ιστοριών στην τάξη έχουν καταγράψει θετικά αποτελέσματα. Ευρήματα από την ένταξή τους στο αναλυτικό πρόγραμμα της γλώσσας δείχνουν ότι είναι μια δημιουργική τεχνική που μπορεί να βελτιώσει το επίπεδο μάθησης των μαθητών στην ανάγνωση, γραφή ομιλία και στην προσεκτική ακρόαση (Tsou et al 2006). Επίσης, η αξιοποίηση των αφηγηματικών ιστοριών στο αναλυτικό πρόγραμμα της κοινωνιολογίας οδήγησε στην ανάπτυξη της κατανόησης των μαθητών για τα δημοκρατικά ιδεώδη, τις πολιτισμικές διαφορές και την κοινωνική συμμετοχικότητα, αλλά και στη βελτίωση των επικοινωνιακών δεξιοτήτων και ανέπτυξε τους δεσμούς στην τάξη μέσα από το μοίρασμα κοινών εμπειριών (Combs & Beach 1994). Στις θετικές επιστήμες έχουν εφαρμοστεί καθώς μπορούν να θεωρηθούν ως πλαίσιο για την επίλυση ιστοριών/προβλημάτων (Jonassen 2003), αλλά και τη διδασκαλία αλγορίθμων και την επίλυση προβλημάτων σε στάδια (Schiro 2004). Σε μια άλλη πρόταση (Papadimitriou 2003) για τη διδασκαλία του προγραμματισμού, η ψηφιακή αφήγηση προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για να παρουσιασθούν στους μαθητές η ανακάλυψη του Al Khwarizmi και οι παρατηρήσεις του για τους αριθμητικούς αλγορίθμους και το πώς μπορούν να υπολογισθούν οι αριθμοί Bernoulli. Στην τελευταία περίπτωση Υποστηρίζεται η αξιοποίηση ιστορικών πληροφοριών και γεγονότων, που πραγματικά ταιριάζει με την ψηφιακή αφήγηση, στηρίζοντας έτσι την αποτελεσματικότερη ένταξη της φύσης και της ιστορίας των επιστημών στη μάθηση και διδασκαλία.

Η ιδέα της ένταξης της ιστορίας των επιστημών με τη μορφή της αφήγησης ιστοριών δεν είναι καινούργια. Ο Egan (1989) επεσήμανε την αξία του να μπορούν οι εκπαιδευτικοί να πουν μια ενότητα με τη μορφή της αφήγησης μιας ιστορίας, καθώς και την επίδραση που μια τέτοια προσέγγιση έχει στο συναισθηματικό πεδίο των μαθητών και στην ανάπτυξη της προσοχής και του ενδιαφέροντός τους. Ο Wandersee (1992) είχε προτείνει ως μια κατάλληλη στρατηγική τις προσεκτικά επεξεργασμένες βινιέτες που η αφήγησή τους με διακοπτόμενη μορφή ιστορίας αποβλέπει στην επίτευξη των διδακτικών στόχων, ενώ επιχειρήματα για την

ένταξη επιστημικών (epistemic) στόχων στο αναλυτικό πρόγραμμα έχουν ρητά διατυπωθεί (Osborne 2005).

Η επινόηση και κατασκευή μιας φωτο-ιστορίας αποκτά ιδιαίτερη αξία αν συνδεθεί με μια διδακτική ιστορία. Μια διδακτική ιστορία μπορεί να αφηγηθεί με πολλούς τρόπους. Τα ψηφιακά εργαλεία προσφέρουν τη δυνατότητα για χρήση ενός πιο πλούσιου περιβάλλοντος που υποστηρίζει την επικοινωνία και την αύξηση του ενδιαφέροντος. Η ψηφιακή αφήγηση μιας ιστορίας είναι ο συνδυασμός της παλαιάς τέχνης της αφήγησης μιας ιστορίας με κάποιο από την υπάρχουσα ποικιλία διαθέσιμων πολυμεσικών εργαλείων, περιλαμβανομένων των γραφικών, των ακουστικών, των κινουμένων σχεδίων και Web publishing (Robin & Pierson 2005). Ένα πρώτο σημαντικό σημείο από διδακτικής πλευράς είναι ο σχεδιασμός και το σενάριο και για αυτό χρειάζεται ένα όραμα πριν την εφαρμογή. Ένα δεύτερο σημείο είναι η επιλογή ενδιαφερουσών οπτικών αναπαραστάσεων, ηχητικών στοιχείων και συνδετικών ιδεών και το τρίτο σημαντικό σημείο είναι η με νόημα σύνδεση και η σύνθεση των στοιχείων αυτών. Τα παραδείγματα φωτο-ιστοριών που μπορεί κάποιος να βρει είναι συνήθως εμπορικής προέλευσης και η ανάπτυξη καλών σεναρίων και καλών ψηφιακών διδακτικών ιστοριών είναι μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση, αφού υπάρχουν δωρεάν και εύχρηστα λογισμικά για τη δημιουργία τους. Τόσο οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αναπτύξουν τις δικές τους διδακτικές ιστορίες για να τις αφηγηθούν στους μαθητές τους, όσο και να αξιοποιηθούν με μαθητές, οι οποίοι έτσι εξοικειώνονται με τα τεχνολογικά εργαλεία και εμπλέκονται ενεργά με τις έννοιες.

Η ανάπτυξη των ψηφιακών ιστοριών

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης δυο συνδεομένων ψηφιακών ιστοριών για το φεγγάρι, τους επιστήμονες και το τηλεσκόπιο. Οι δυο ιστορίες βασίζονται σε πληροφορίες και γεγονότα σύγχρονα, αλλά και ιστορικά και ανάμεσα στους διδακτικούς στόχους περιλαμβάνονται και επιστημικοί στόχοι που σχετίζονται με τη συνειδητοποίηση εκ μέρους των μαθητών του τρόπου που η γνώση για μια οντότητα, όπως το φεγγάρι, αναπτύσσεται και οι διαφορετικές προσεγγίσεις στη μελέτη του στο παρελθόν και στο παρόν. Η ανάπτυξη μιας ψηφιακής ιστορίας ακολουθεί διάφορες διαδοχικές φάσεις και εμπεριέχει διάφορες δυσκολίες. Κάθε θέμα του αναλυτικού προγράμματος που θα επιλεχθεί χρειάζεται τη δική του επεξεργασία και οργάνωση και δυο είναι τα επίπεδα στα οποία εξελίσσεται: το εννοιολογικό και το τεχνικό. Και τα δυο είναι σημαντικά και προσθέτουν το ένα στο άλλο. Υπάρχουν διάφορα λογισμικά που μπορούν να υποστηρίξουν μια τέτοια δραστηριότητα. Ένα από τα πιο εύχρηστα και το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία είναι το Photo Story 3.

Το λογισμικό: Microsoft Photo Story

Το Photo Story 3, είναι ένα πρόγραμμα της Microsoft που διατίθεται δωρεάν και με το οποίο μπορούν να δημιουργηθούν ψηφιακές ιστορίες χρησιμοποιώντας φωτογραφίες, μουσική και κείμενο.

Ακολουθώντας μια σειρά από βήματα, δίνεται η δυνατότητα να εισαχθεί φωτογραφικό υλικό, οι εικόνες αυτές να ταξινομηθούν ώστε να εξυπηρετείται ένα σενάριο το οποίο μπορεί να έχει ήδη σχεδιάσει ο χρήστης στο χαρτί ή ηλεκτρονικά. Κατόπιν, το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας των εικόνων είτε με α) αλλαγές στη μορφή τους, π.χ. αλλαγές στο μέγεθος, περικοπή των άκρων, εισαγωγή ειδικών εφέ, είτε με εμπλουτισμό με κείμενο το οποίο μπορεί να εμφανίζεται πάνω στις εικόνες. Δίνει τη δυνατότητα μουσικής επένδυσης επιλέγοντας κάποιο αρχείο μουσικής, είτε δημιουργώντας μουσική συγκεκριμένου ύφους και ρυθμού με αυτόματο τρόπο μέσα από το πρόγραμμα. Επίσης, επιπλέον χρήσιμες δυνατότητες είναι, η δυνατότητα εμπλουτισμού της ιστορίας με αφήγηση, καθώς και η δυνατότητα

καθορισμού του τρόπου εναλλαγής των εικόνων μέσα από μια λίστα προκαθορισμένων εφέ. Σε κάθε εικόνα μπορεί να ρυθμιστεί ο χρόνος παραμονής της στην οθόνη, όπως επίσης και η ύπαρξη ή όχι μουσικής. Η ρύθμιση του χρόνου παραμονής είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην περίπτωση που κάποια εικόνα έχει κείμενο, αφού αυτή θα πρέπει να παραμείνει αρκετό χρονικό διάστημα εμφανής ώστε να διαβάζεται απρόσκοπτα.
Όταν η επεξεργασία τελειώσει, η ψηφιακή ιστορία μπορεί να αποθηκευτεί σε αρχείο ταινίας (βίντεο) το οποίο είναι συμβατό με σχεδόν όλα τα προγράμματα αναπαραγωγής βίντεο, έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα δημοσιοποίησης της ιστορίας. Οι δυνατότητες δημοσιοποίησης του παραγόμενου αρχείου ταινίας είναι πολλές και περιλαμβάνουν: α) την ανάρτηση στο youtube και κατόπιν την ενσωμάτωση σε κάποια ιστοσελίδα ή διαδικτυακό ημερολόγιο (blog), β) την ανάρτηση σαν αρχείο σε κάποια εκπαιδευτική πλατφόρμα, από όπου οι μαθητές θα μπορούν να το αναπαράγουν στον υπολογιστή τους, γ) την ενσωμάτωσή του σε ηλεκτρονική παρουσίαση (π.χ. με τη χρήση Powerpoint).

Το χτίσιμο μιας φωτο-ιστορίας

Η ανάπτυξη ψηφιακών διδακτικών υλικών γίνεται συχνά χωρίς να ακολουθεί κάποια συγκεκριμένη λογική και φιλοσοφία, ενώ και ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι τα πολυμεσικά διδακτικά υλικά αποδίδουν και έχουν νόημα μόνο όταν υπάρχει καλός σχεδιασμός στο περιεχόμενο της ενότητας στη διδασκαλία της οποίας εντάσσονται (Sun & Cheng 2005). Οι ερευνητές προτείνουν ότι χρειάζεται να αναπτυχθεί μια θεωρία μεσικού εμπλουτισμού (media richness theory) που να κατευθύνει το σχεδιασμό και την υλοποίηση των πολυμεσικών διδακτικών υλικών. Ο Clark (1985) ισχυρίζεται ότι τα μέσα δεν είναι τόσο σημαντικά, όσο το μήνυμα που εκφέρεται και ότι υπάρχει έλλειψη ερευνητικών δεδομένων στη μελέτη αυτού του θέματος.
Γεγονός είναι ότι μια διδακτική ιστορία χρειάζεται να βασίζεται σε ένα πεδίο εννοιών, οι οποίες αποτελούν το αντικείμενο της διδασκαλίας και σε μια σειρά συμβάντων/γεγονότων που αφορούν τις έννοιες του πεδίου. Οι καλές ιστορίες περιλαμβάνουν χαρακτήρες, γεγονότα και πλοκή αναφορικά με το πώς οι χαρακτήρες εμπλέκονται στα γεγονότα (Fensham 2001). Η επινόηση και κατασκευή μιας διδακτικής φωτο-ιστορίας είναι μια δύσκολη διαδικασία και περιλαμβάνει διάφορες φάσεις.
Για την ανάπτυξη των φωτο-ιστοριών ακολουθήθηκε η τεχνική τεσσάρων φάσεων και επτά βημάτων (Adobe Systems Incorporated 2008) που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1 και ισχύει για τη δημιουργία ψηφιακών ιστοριών με οποιοδήποτε κατάλληλο λογισμικό.

Σχήμα 1. Φάσεις και βήματα για δημιουργία ψηφιακής ιστορίας

Συγγραφή αφηγηματικού σεναρίου

Το αφηγηματικό σενάριο έχει δημιουργηθεί στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας στο ΠΤΔΕ του Παν. Πατρών της πρώτης συγγραφέως. Βασίστηκε στη μελέτη ερευνητικών

δεδομένων για τις ιδέες των μαθητών για τα ουράνια σώματα και στη συγκέντρωση πληροφοριακού υλικού για το φεγγάρι και την ιστορία της εξέλιξης της γνώσης σε αυτό τον χώρο. Στόχος ήταν η ανάπτυξη δραστηριοτήτων που υποστηρίζουν αυθεντικές μορφές μάθησης (Wallace 2004). Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν δύο σενάρια, τα οποία συνδέονται, καθώς το δεύτερο αποτελεί ουσιαστικά εξέλιξη του πρώτου. Στο πρώτο σενάριο αναφερόμαστε σε μια σύγχρονη ανακάλυψη για τη σελήνη, την ύπαρξη νερού, ενώ στο δεύτερο εξιστορούνται οι πρώτες προσπάθειες στη χρήση του τηλεσκοπίου για την παρατήρηση της σελήνης και άλλων ουράνιων σωμάτων με επικέντρωση στη συμβολή του Γαλιλαίου.

Σενάριο 1. Η ιστορία ξεκινάει περιγράφοντας την επιχείρηση επιστημόνων που περιλαμβάνει τον βομβαρδισμό της σελήνης από το μη επανδρωμένο διαστημικό σκάφος LCROSS της

Σχήμα 2. Μέρος του storyboard με την αρχή του σεναρίου 1

NASA με σκοπό την ανίχνευση νερού (Σχήμα 2). Η συγκεκριμένη επίκαιρη ιστορία αποσκοπεί στην προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών, πριν γίνει αναφορά σε θεωρητικά στοιχεία σχετικά με τη σελήνη. Στη δεύτερη φάση παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με την επιφάνεια της σελήνης στην ορατή και αόρατη από τη γη πλευρά της. Πρόκειται κυρίως για τεχνικές λεπτομέρειες, ποσοστά και αριθμούς. Η ιστορία κλείνει με αναφορά σε στοιχεία, για το τι σκέφτονταν στα πολύ παλιά χρόνια οι άνθρωποι, πως αντιλαμβάνονταν την υφή του, αστικούς μύθους και προκαταλήψεις που ίσχυαν και θέτει το ερώτημα για το πώς οι άνθρωποι κατάφεραν να μάθουν τόσα πολλά για το φεγγάρι. Αυτό αποτελεί προετοιμασία των θεατών για το δεύτερο μέρος της ιστορίας που αναφέρεται στα τηλεσκόπια.

Σενάριο 2. Στο δεύτερο μέρος η ιστορία επικεντρώνεται στην ανακάλυψη του τηλεσκοπίου. Επιστήμονες όπως ο Hevelius, ο Lipperhey, ο Harriot και ο Γαλιλαίος, άνθρωποι που συνέβαλαν ο καθένας με διαφορετικό τρόπο στην ανακάλυψη του τηλεσκοπίου, παρελαύνουν στο σενάριο της ιστορίας μας. Στη συνέχεια επιλεγμένα στοιχεία από τη ζωή του Γαλιλαίου και η σημασία της συνεισφοράς του αναδεικνύονται. Οι παρατηρήσεις του, τα συγγράμματά του που σώζονται, ο τρόπος που χρησιμοποίησε τα ευρήματα άλλων επιστημόνων για να καταλήξει στα δικά του ευρήματα, ακόμα και οι μέθοδοι που χρησιμοποίησε για να αποδείξει τους ισχυρισμούς του, το κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο έζησε και οι αντιπαλότητες που βίωσε περιλαμβάνονται στην πλοκή (Σχήμα 3).

Σχεδιασμός έργου

Αφού ολοκληρώθηκε η συγγραφή του σεναρίου, επόμενο βήμα ήταν ο σχεδιασμός του έργου με τη χρήση storyboard και λίστας με τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν. Δεδομένης της

διάρκειας των δύο σεναρίων δημιουργήθηκαν ξεχωριστά storyboards για κάθε σενάριο. Ως storyboard νοείται ένα πλαίσιο που παρουσιάζει τη σειρά διαδοχικών εικόνων και αναπαριστά βήμα-βήμα την εξέλιξη μιας ιστορίας. Στον Πίνακα 1 εμφανίζεται ο αριθμός των εικόνων που χρησιμοποιήθηκε για κάθε τμήμα των δύο σεναρίων, καθώς και η διάρκεια του κάθε τμήματος και του κάθε σεναρίου.

Σχήμα 3. Απόσπασμα του storyboard του σεναρίου 2

Οργάνωση των φακέλων του έργου

Οι φάσεις από το σημείο αυτό και στη συνέχεια, η δημιουργία της ψηφιακής εκδοχής των διδακτικών ιστοριών δηλαδή, αποτέλεσαν αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας στην ΑΣΠΑΙΤΕ του δεύτερου συγγραφέα. Έτσι, οργανώθηκαν ο φάκελος, στον οποίο τοποθετήθηκαν τα μέσα της εφαρμογής, καθώς και τα παράγωγα, δηλ. δημιουργήθηκαν υποφάκελοι για τις εικόνες, τη μουσική και τα αρχεία του photostory που αποθηκεύθηκαν (Σχήμα 4).

Πίνακας 1: Διάρκεια και τμήματα ψηφιακών ιστοριών

Σενάριο	Τμήμα	Εικόνες	Διάρκεια Φάσεων (sec)	Διάρκεια Σεναρίων (sec)
1	1	24	173	414
	2	16	103	
	3	21	138	
2	1	16	219	459
	2	32	240	

Σχήμα 4. Οργάνωση φακέλων του έργου

Δημιουργία αφήγησης

Οι τεχνικές δυνατότητες του Photo Story έθεσαν κάποιους περιορισμούς. Έτσι, ενώ σε άλλες περιπτώσεις εξειδικευμένων προγραμμάτων για την δημιουργία της αφήγησης, δηλαδή την εγγραφή και την επεξεργασία του ήχου, η φάση της δημιουργίας αφήγησης προηγείται της φάσης της συλλογής και επεξεργασίας των μέσων, στην εργασία αυτή επιλέχθηκε να ηχογραφηθεί το κείμενο, που υλοποιήθηκε τοποθετώντας παράλληλα τις αντίστοιχες εικόνες στο photostory, σύμφωνα πάντα με το storyboard που έχει ήδη δημιουργηθεί. Εμφανίσθηκε, επίσης, αδυναμία να αντιγραφεί κάποια αφήγηση σε

άλλη εικόνα σε περίπτωση που επιλεγεί να αλλάξει η εικόνα, καθώς και να γίνει οποιουδήποτε είδους επεξεργασία, όπως η κανονικοποίηση του ήχου, η αυξομείωση της έντασης, η χρήση ηχητικών εφέ για τη μετάβαση από το ένα απόσπασμα στο άλλο. Το γεγονός αυτό, καθώς και η απουσία δυνατότητας να δημιουργηθεί ενιαία αφήγηση για δύο ή περισσότερες εικόνες είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ατελειών στον ήχο και στην αφήγηση από εικόνα σε εικόνα. Επίσης, προέκυψε η αναγκαιότητα για προσθήκη πρόσθετων βοηθητικών εικόνων ώστε να μπορεί να ολοκληρωθεί η αφήγηση σε ορισμένα σημεία

Συλλογή και επεξεργασία media resources

Στη φάση αυτή επιλέχθηκαν τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν στην ψηφιακή μας ιστορία. Καταρχήν, επιλέχθηκαν οι εικόνες σύμφωνα με τον προγραμματισμό που είχε γίνει στο κάθε storyboard, προσθέτοντας την αφήγηση σε καθεμία ξεχωριστά. Ακολούθησε επεξεργασία αφαιρώντας τμήματα των εικόνων που δεν προσέφεραν στην αφήγηση. Στη συνέχεια επιλέχθηκε η μουσική υπόκρουση των ιστοριών, ώστε να ταιριάζει με το κλίμα της ιστορίας (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Μουσικές επιλογές ανά τμήμα και σενάριο

Σενάριο	Τμήμα	Μουσική
1	1	Star Wars (theme)
	2	2001 - A Space Odyssey (theme)
	3	Fly me to the moon (instrumental)
2	1	4 εποχές (Vivaldi)
	2	Radetzky March (Strauss)

Ένωση όλων των παραπάνω

Στη φάση αυτή συγκροτήθηκε η τελική ιστορία και παρά τη δυσκολία έγιναν κάποιες τελευταίες αλλαγές, όταν διαπιστώθηκαν ελλείψεις στη ροή της αφήγησης, για παράδειγμα αναζητήθηκε μια φωτογραφία του υπεύθυνου επιστήμονα της αποστολής Κολαπρίτ, ώστε να δώσει νόημα στην αφήγηση και αυθεντικότητα στην ιστορία.

Χειροκρότημα: εφαρμογή σε τάξη

Τα δυο βίντεο που παράχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν σε μια έκτη τάξη Δημοτικού σχολείου της Πάτρας, με 16 μαθητές. Η διδακτική παρέμβαση είχε διάρκεια 2 ωρών και έγινε συστηματική παρατήρηση (3 παρατηρητές, βιντεοσκόπηση) με φύλλα καταγραφής των εμπειριών των μαθητών τόσο πριν, όσο και μετά από την κάθε φωτο-ιστορία. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε και με 30 μαθητές από διάφορες τάξεις σε Δημοτικό σχολείο της Αθήνας, με τους οποίους έγιναν τμηματικά προφορικές συζητήσεις πριν και μετά από την παρακολούθηση των βίντεο και κρατήθηκαν προσωπικές σημειώσεις από τις παρατηρήσεις του διδάσκοντα. Η εφαρμογή ανέδειξε τόσο τη δύναμη των φωτο-ιστοριών, όσο και τις αδυναμίες τους. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός της προσηλωμένης παρακολούθησης των βίντεο από τους μαθητές και στα δυο διαφορετικά περιβάλλοντα εφαρμογής, αν και ο ήχος της αφήγησης δεν ήταν αρκετά δυνατός, αλλά και του ενδιαφέροντός τους για τα θέματα που παρουσιάστηκαν. Η μελέτη των καταγεγραμμένων εμπειριών των μαθητών έδειξε μια αλλαγή στο επίπεδο αναφοράς των μαθητών σε πιο εξειδικευμένα θέματα που τα βίντεο περιλάμβαναν. Για παράδειγμα περισσότεροι μαθητές μετά την προβολή των βίντεο μίλησαν για τη σελήνη ως δορυφόρο, για την αποστολή LCross, για τις πεδιάδες και ηπείρους στην επιφάνεια της σελήνης, για τα τηλεσκόπια, τη ζωή και το ρόλο του Γαλιλαίου και ασφαλώς όλοι δήλωσαν την ύπαρξη νερού στη σελήνη, που κάποιοι μόνο γνώριζαν ή πίστευαν πριν το βίντεο. Μια απρόβλεπτη διαπίστωση ήταν η επικέντρωση της προσοχής των μαθητών στο τελευταίο μέρος της πρώτης φωτο-ιστορίας, όπου υπήρχε αναφορά σε περίεργα σχήματα, τα οποία διάφοροι λαοί πίστευαν ότι έβλεπαν στη σελήνη πριν την ανακάλυψη του τηλεσκοπίου.

Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη ενδιαφερόντων διδακτικών υλικών αποτελεί αιχμή στη διδακτική σήμερα και η αξιοποίηση ελεύθερων λογισμικών μπορεί να υποστηρίξει και την ουσιαστική ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία. Οι προσπάθειες συνδυασμού διδακτικών επιλογών και διαθέσιμων λογισμικών οδήγησε στην ανάπτυξη δυο ψηφιακών διδακτικών ιστοριών, που αναδεικνύουν τη σημασία των αυθεντικών διδακτικών δραστηριοτήτων. Οι μαθητές Δημοτικού ήρθαν σε επαφή με σημερινές επιστημονικές μεθοδολογίες και ανακαλύψεις σχετικά με το φεγγάρι, αλλά και με ιστορικά στοιχεία για την εξέλιξη των ιστορικών εργαλείων, όπως αυτό του τηλεσκοπίου. Επίσης, παρακολούθησαν κάποια στιγμιότυπα από τη ζωή του Γαλιλαίου και τις κοινωνικές συνθήκες που στάθηκαν εμπόδιο στην επιστημονική του πορεία. Η ανάπτυξη τέτοιων διδακτικών σεναρίων δεν είναι μια εύκολη διαδικασία, καθώς η επιλογή και σύνθεση του πληροφοριακού υλικού για να δημιουργηθεί μια ενδιαφέρουσα αφήγηση είναι μια δύσκολη υπόθεση. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι εύκολο στη χρήση του για τους εκπαιδευτικούς, που θα μπορούσαν να αναπτύξουν τις δικές τους ιστορίες, αλλά και για τους μαθητές. Θέτει περιορισμούς στο τεχνικό επίπεδο και ιδιαίτερα στο επίπεδο του ήχου και της αφήγησης δεν στηρίζει την αρτιότητα του τελικού προϊόντος. Δεν είναι σαφές σε ποιο βαθμό οι μαθητές συνειδητοποιούν τα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης της επιστήμης, αλλά η πρόκληση του ενδιαφέροντος είναι αδιαμφισβήτητη και το επίπεδο της σκέψης τους όπως καταγράφεται μετά την παρακολούθηση του βίντεο είναι σε θέματα και έννοιες πιο συγκεκριμένες και επιστημονικές από ότι πριν την παρέμβαση. Η διαπίστωση ότι σε ένα διδακτικό βίντεο πληροφορίες και στοιχεία που μπορεί να μην συμβάλλουν στον διδακτικό στόχο, αλλά να αποβλέπουν σε συναισθηματική η αισθητική ενεργοποίηση ίσως αποτελούν εμπόδια, ήταν μη αναμενόμενη και θεωρείται ότι πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην ανάπτυξη των φωτο-ιστοριών. Πολύ σημαντική, επίσης, πέρα από τη βασικής ιδέα του σεναρίου, αναδείχθηκε ότι είναι η ακρίβεια με την οποία περιγράφεται η αφήγηση στο storyboard. Τα κενά δημιούργησαν προβλήματα και κατά την κατασκευή του ψηφιακού υλικού. Αδιαμφισβήτητη κρίνεται η αξία των ψηφιακών αφηγήσεων από το υψηλό επίπεδο εμπλοκής των μαθητών (Lim et al. 2006) και προτείνεται η περαιτέρω ανάπτυξη παρόμοιου ψηφιακού διδακτικού υλικού και σε άλλες γνωστικές περιοχές.

Αναφορές

Adobe Systems Incorporated (2008). Digital photography and video guide - Digital Storytelling**.** http://www.adobe.com/education/instruction/adsc/pdf/digital_storytelling.pdf

Clark, R. (1985). Evidence for confounding in educational computing research. Journal of Educational Computing Research, 1(2), 137-48. Computing Conference, San Diego, CA.

Combs, A., & Beach, D. (1994). Stories and storytelling: Personalizing the social studies. The Reading Teacher, 47, 464–471.

Egan, K. (1989). Teaching as story telling: An alternative approach to teaching and curriculum in the elementary school. Chicago: University of Chicago Press.

Fensham, P. (2001), Science as Story: Science Education by Story. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 2(1).

Griest, G. (1996). Computer education as an obstacle to integration and Internet working. Learning and Leading with Technology, 24(8), 59–63.

Jonassen, D., Peck, K., & Wilson, B. (1999). Learning with technology: A constructivist perspective. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Jonassen, D. H. (2003). Designing research-based instruction for story problems. Educational Psychology Review, 15(3), 267–296.

Lim, P., Nonis, D., & Hedberg, J. (2006). Gaming in a 3D multiuser virtual environment: Engaging students in science lessons. British Journal of Educational Technology, 37(2), 211–231.

Lynch, G., & Fleming, D. (2007). Innovation through design: A constructivist approach to learning. LAB 3000, RMIT University. http://lab.3000.com.au/research/research/index.jsp. Retrieved 5 March 2007.

Meadows, D. (2003). Digital storytelling: Research-based practice in new media. Visual Communication, 2(2), 189–193.
Mergendollar, J. (1997). Technology and learning: The research. Education Digest, 62(8), 12–15.
Osborne, J. (2005), The role of Argument in Science Education. In K. Boerska, M. Goedhart, O. De Jong & H. Eijkelhof (eds.), Research and the Quality of Science Education (pp. 367-380). Dordrecht: Springer.
Papadimitriou, C. (2003). MythematiCS: In praise of storytelling in the teaching of CS and Math, in The International Conference on CS Education, ITICSE, Thessaloniki, Greece, July 2.
Robin, B. & Pierson, M. (2005). A Multilevel Approach to Using Digital Storytelling in the Classroom. In C. Crawford et al. (eds.), Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2005 (pp. 708-716). Chesapeake, VA: AACE.
Rocard,M., Csermely,P., Jorde,D., Lenzen,D., Walberg-Henriksson,H. & Hemmo,V. (2007). Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. Belgium: Official Publications of the European Communities. http://ec.europa.eu/research/science-society/.
Schiro, M. (2004). Oral storytelling and teaching mathematics. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
Standley, M. (2003). Digital storytelling using new technology and the power of stories to help our students learn and teach. Cable in the Classroom. http://www.ciconline.org/home. Retrieved 5 December 2006.
Sun, P.C. & Cheng, H.K. (2007). The design of instructional multimedia in e-Learning: A media richness theory-based approach. Computers & Education, 49, 662-676.
The Digital Storytelling Association. (2002). The center for digital storytelling. http://www.dsaweb.org. Retrieved 18 February 2007.
Tsou, W., Wang, W., & Tzeng, Y. (2006). Applying a multimedia storytelling website in foreign language learning. Computers & Education, 47, 17–28.
Wallace, C. (2004) Framing New Research in Science Literacy and Language Use: Authenticity, Multiple Discourses, and the 'Third Space'. Science Education, 88(6), 901-914.
Wandersee, J. H. (1992). The historicality of cognition: Implications for science education research. Journal of Research in Science Teaching, *29*(4), 423-434.

Μελέτη των παρανοήσεων στη χρήση γραφικών παραστάσεων κινηματικών φαινομένων με MBL

Κ. Γεωργόπουλος, Ι. Μπέλλου, Κ. Κώτσης, Τ. Α. Μικρόπουλος
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, kgeorgop@gmail.com
Σχολική Σύμβουλος Πληροφορικής Ιωαννίνων Άρτας, ibellou@sch.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, kkotsis@cc.uoi.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, amikrop@uoi.gr

Περίληψη
Οι περισσότεροι φοιτητές ενώ έχουν τις απαραίτητες μαθηματικές δεξιότητες (σχεδιασμός γραφικών παραστάσεων, υπολογισμός κλίσεων, εμβαδών, κλπ) και κατανοούν τις αντίστοιχες έννοιες της φυσικής, δυσκολεύονται να συσχετίσουν τη χρονική εξέλιξη ενός φυσικού φαινομένου με τις γραφικές παραστάσεις των φυσικών μεγεθών που το αναπαριστούν, με αποτέλεσμα την εμφάνιση παρανοήσεων. Στην παρούσα εργασία λαμβάνοντας υπόψη τη δυναμική του συστήματος MBL να συσχετίζει τις γραφικές παραστάσεις των φυσικών μεγεθών με κινηματικά φαινόμενα που εξελίσσονται, μελετάται η επίδραση της υπάρχουσας μαθηματικής γνώσης σε διαφορετικές δραστηριότητες της επιταχυνόμενης κίνησης στη μείωση των εμφανιζομένων παρανοήσεων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο τρόπος αλλαγής των αναπαραστάσεων στις διαφορετικές δραστηριότητες δεν επιδρά στη μείωση των παρανοήσεων, ενώ καθοριστικός είναι ο ρόλος του μαθηματικού επιπέδου, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ελάχιστων παρανοήσεων στους φοιτητές με καλή γνώση μαθηματικών.

Abstract
Although students have mathematical skills (e.g., graph design, slope and area computation) and understand the corresponding physics principles, have difficulties in relating the time progress of a natural phenomenon with the graphs of the corresponding physical magnitudes thus appearing various misunderstandings. This work relates graphs with the natural phenomenon under study by using MBL and investigates the effect of mathematical knowledge in different activities in the reduction of misunderstandings. Results show that the way representations change in the different activities does not affect the reduction of misunderstandings. Moreover, the role of mathematical knowledge is very important for the reduction of misunderstandings, especially for students with good mathematical knowledge.

Εισαγωγή

Κατά τη μελέτη φυσικών φαινομένων στην εισαγωγική φυσική, πολλοί φοιτητές ενώ κατανοούν τις έννοιες της φυσικής και έχουν τις απαραίτητες μαθηματικές δεξιότητες (σχεδιασμός γραφικών παραστάσεων, υπολογισμός κλίσεων, κλπ), δυσκολεύονται να εφαρμόσουν τη γνώση που διαθέτουν στις γραφικές παραστάσεις κατά την επίλυση προβλημάτων και να συνδέσουν τις γραφικές παραστάσεις των φυσικών μεγεθών με την εξέλιξη της πειραματικής διαδικασίας (Hale, 2007; McDermott, Rosenquist, & Van Zee, 1987; Svec, 1999). Οι ανωτέρω διαπιστώσεις συνδέονται με τη δυσκολία διάκρισης μεταξύ των οπτικών χαρακτηριστικών μιας φυσικής κατάστασης και των ανάλογων χαρακτηριστικών της γραφικής παράστασης της συνάρτησης που μοντελοποιεί τη φυσική κατάσταση (Hale, 2000). Ειδικότερα στη μελέτη της κινηματικής πολλοί φοιτητές συγχέουν

την αλγεβρική σχέση δύο μεταβλητών τόσο με τη μορφή της γραφικής παράστασης (graph as a picture) όσο και με την εικόνα της πειραματικής διαδικασίας που μελετούν (graph shape and path of motion confusion), με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να θεωρήσουν τη γραφική παράσταση των φυσικών μεγεθών ως μια αφαιρετική αναπαράσταση σχέσεων (Beichner, 1994; Hadjidemetriou & Williams, 2000; Lapp, 1999; Simpson, Hoyles & Noss, 2006; Trumper, & Gelbman, 2002; Widjaja & Heck, 2003). Σαν παράδειγμα αναφέρεται ότι κατά τη μελέτη των κινηματικών φαινομένων πολλοί μαθητές και φοιτητές θεωρούν ότι οι γραφικές παραστάσεις διαφορετικών φυσικών μεγεθών που ερμηνεύουν την ίδια κίνηση πρέπει να έχουν την ίδια μορφή, ενώ δυσκολεύονται να διακρίνουν μεταξύ της διαδρομής του κινητού, της μορφής των γραφικών παραστάσεων και του είδους της κίνησης. (Simpson, Hoyles, & Noss, 2006; Widjaja & Heck, 2003)

Συνοπτικά, οι δυσκολίες που συναντούν οι φοιτητές στη χρήση των γραφικών παραστάσεων της κινηματικής ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες (Araujo, Veit, & Moreira, 2008; McDermott, Rosenquist, & van Zee, 1987). Η πρώτη περιλαμβάνει τις δυσκολίες των φοιτητών να συνδέσουν τις γραφικές παραστάσεις με τις φυσικές έννοιες: 1) να διακρίνουν την κλίση με το ύψος, 2) να ερμηνεύσουν τις αλλαγές στην κλίση και το ύψος, 3) να συνδέσουν ένα τύπο γραφικής παράστασης με άλλον, 4) να συσχετίσουν την προφορική πληροφορία με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά της γραφικής παράστασης και 5) να ερμηνεύσουν το εμβαδόν που σχηματίζεται σε μια γραφική παράσταση. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει πέντε δυσκολίες που συνδέονται με τη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ των γραφικών παραστάσεων και του αντίστοιχου φυσικού φαινομένου: 6) να αναπαραστήσουν την κίνηση που εξελίσσεται με μια συνεχή γραμμή, 7) να ξεχωρίσουν τη μορφή μια γραφικής παράστασης με τη διαδρομή της κίνησης, 8) να αναπαραστήσουν μια αρνητική ταχύτητα σε μια γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου, 9) να αναπαραστήσουν τη σταθερή επιτάχυνση σε μια γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου και 10) να διακρίνουν μεταξύ των διαφορετικών μορφών γραφικών παραστάσεων ανάλογων φυσικών μεγεθών. Από τα παραπάνω αναδεικνύεται ότι μαθητές και φοιτητές πρέπει να μπορούν να διακρίνουν τις δύο εικόνες της κατάστασης του προβλήματος και της γραφικής παράστασης του φυσικού μεγέθους που αναπαρίσταται. Αυτή η δυσκολία απαιτεί εργαστηριακή εμπειρία για να δημιουργηθούν συνδέσεις μεταξύ των πραγματικών κινήσεων και των αντίστοιχων αναπαραστάσεων (Murphy, 1999; Svec, 1999).

Για τη διευκόλυνση των αντίστοιχων συνδέσεων, σημαντικό εργαλείο αποτελεί ο σχηματισμός των γραφικών παραστάσεων ταυτόχρονα με την εξέλιξη της πειραματικής διαδικασίας. Οι γραφικές παραστάσεις που σχηματίζονται δημιουργούν μια από τις αποτελεσματικότερες προσεγγίσεις για την άμεση σύνδεση φαινομένου - αναπαράστασης - μαθηματικού συμβολισμού (Cicero & Spagnolo, 2009; Svec, 1999; Unesco, 2003; Γεωργόπουλος, Μπέλλου & Μικρόπουλος, 2009a). Η υλοποίηση του ανωτέρω μαθησιακού περιβάλλοντος πραγματοποιείται με πειραματικές διατάξεις που καταγράφουν πειραματικά δεδομένα (Microcomputer Based Laboratories, MBL) και εμφανίζουν τις αναπαραστάσεις (γραφικές παραστάσεις και αλγεβρικές εξισώσεις) των αντίστοιχων φυσικών μεγεθών σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον η εφαρμογή των συστημάτων MBL βοηθά μαθητές και φοιτητές να ελέγχουν ενεργά τις γραφικές παραστάσεις που σχηματίζονται, συνδέοντας τις παραμέτρους του πειράματος με τις αναπαραστάσεις των φυσικών μεγεθών (συσχετίζοντας τις αντίστοιχες μεταβολές), δημιουργώντας τις προϋποθέσεις για τη βελτίωση της μεταξύ τους αμφίδρομης μετάβασης (Ellis & Turner, 2002; Gipps, 2002; Widjaja & Heck, 2003).

Η παρούσα εργασία μελετά τις δυσκολίες που συναντούν οι φοιτητές κατά τη μελέτη κινηματικών φαινομένων στις ακόλουθες περιπτώσεις:

1. να διακρίνουν τα φυσικά μεγέθη που εμπλέκονται στις διαφορετικές γραφικές παραστάσεις κατά την εξέλιξη ενός φυσικού φαινομένου

2. να συνδέσουν τη μορφή μια γραφικής παράστασης με άλλη διαφορετικού φυσικού μεγέθους που αναφέρονται στο ίδιο φυσικό φαινόμενο
3. να αντιστοιχίζουν τη μορφή μια γραφικής παράστασης με το είδος της κίνησης.

Μεθοδολογία της έρευνας

Η εργασία μελετά την επίδραση δύο παραγόντων που πιθανά επηρεάζουν τις εμφανιζόμενες παρανοήσεις στις γραφικές παραστάσεις φυσικών μεγεθών κατά τη μελέτη κινηματικών φαινομένων σε κεκλιμένο επίπεδο. Οι παράγοντες είναι: α) οι διαφορετικές δραστηριότητες (αλλαγή της κλίσης του επιπέδου και του συστήματος αναφοράς παρατήρησης) και β) το μαθηματικό επίπεδο των φοιτητών.

Το δείγμα ήταν 92 πρωτοετείς φοιτητές και φοιτήτριες Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Οι φοιτητές χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες με βάση την κατεύθυνση που είχαν επιλέξει στο Γενικό Λύκειο. Η πρώτη αποτελούνταν από 56 φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης με ικανοποιητικό βαθμό επίδοσης στα μαθηματικά γενικής παιδείας της Γ' Λυκείου, ενώ η δεύτερη από 38 φοιτητές θετικής και τεχνολογικής κατεύθυνσης. Κάθε κατηγορία χωρίσθηκε σε δύο ισοδύναμες πειραματικές ομάδες ως προς την επίδοσή τους στα μαθηματικά γενικής παιδείας της Γ' Λυκείου. Η μία ομάδα της κάθε κατηγορίας εφάρμοσε την αλλαγή της κλίσης και η άλλη την αλλαγή του συστήματος αναφοράς.

Το μαθησιακό πλαίσιο περιλαμβάνει τη μελέτη ρεαλιστικών προβλημάτων με τη χρήση των αναπαραστάσεων διαφορετικών φυσικών μεγεθών. Οι αναπαραστάσεις δημιουργούνται από τα πειραματικά δεδομένα πραγματικών κινήσεων με τη βοήθεια του συστήματος MBL. Στις καθοδηγούμενες δραστηριότητες οι φοιτητές αντιμετωπίζουν τις συχνότερα εμφανιζόμενες παρανοήσεις και εφαρμόζουν τις αντίστοιχες μαθηματικές έννοες της κλίσης και του εμβαδού στις σχηματιζόμενες αναπαραστάσεις, ενώ ταυτόχρονα τις συνδέουν με τα αντίστοιχα φυσικά μεγέθη. Τα κύρια χαρακτηριστικά του ανωτέρω πλαισίου είναι:

1. η πρόβλεψη
2. ο πειραματισμός – επαλήθευση
3. η ερμηνεία – συσχέτιση της χρονικής εξέλιξης φαινομένου – αναπαραστάσεων και
4. η εφαρμογή των μαθηματικών εννοιών και η συσχέτιση τους με τα αντίστοιχα φυσικά μεγέθη.

Η πειραματική διαδικασία αποτελείται από ένα κεκλιμένο επίπεδο, ένα όχημα που κινείται κατά μήκος του με ελάχιστες τριβές και προς τις δύο κατευθύνσεις, ένα εμπόδιο στα άκρο του οποίου είναι προσαρμοσμένο ένα ελατήριο στο οποίο το κινητό προσκρούει και αλλάζει φορά κίνησης και έναν αισθητήρα κίνησης που καταγράφει τα πειραματικά δεδομένα (Γεωργόπουλος κ. ά., 2009a). Σκοπός των δραστηριοτήτων είναι να διευκολυνθούν οι φοιτητές στην αμφίδρομη μετάβαση μεταξύ κινηματικού φαινομένου και αναπαραστάσεων, καθώς επίσης και στις μεταβάσεις μεταξύ των διαφορετικών αναπαραστάσεων που ερμηνεύουν το ίδιο κινηματικό φαινόμενο.

Οι φοιτητές συμμετείχαν σε δύο ωριαίες δραστηριότητες με το σύστημα MBL. Η πρώτη δραστηριότητα συνδεόταν με τη μελέτη της επιταχυνόμενης κίνησης και ήταν κοινή για όλους, ενώ η δεύτερη ήταν διαφορετική για κάθε μία από τις δύο ομάδες. Οι φοιτητές σε πρώτο επίπεδο πραγματοποιούσαν τις αντίστοιχες κινήσεις και κατέγραφαν τα πειραματικά δεδομένα. Σε δεύτερο επίπεδο με τη βοήθεια του λογισμικού του συστήματος εφήρμοζαν στις εμφανιζόμενες αναπαραστάσεις τις μαθηματικές έννοιες και τις συσχέτιζαν με τα αντίστοιχα φυσικά μεγέθη τονίζοντας τον διαφορετικό τρόπο εφαρμογής τους στο πλαίσιο της φυσικής (Heck & Ellermeijer, 2010; Sassi, 2003).

Η καταγραφή των απαντήσεων των φοιτητών έγινε μέσω ερωτηματολογίου, το οποίο περιελάμβανε 10 ερωτήσεις με τις συνοδευτικές τους γραφικές παραστάσεις (Πίνακας 1). Οι

τρεις πρώτες αφορούν τη μετάβαση από το φαινόμενο στις γραφικές παραστάσεις, οι τέσσερις επόμενες τη μετάβαση μεταξύ διαφορετικών γραφικών παραστάσεων φυσικών μεγεθών που απεικονίζουν το ίδιο κινηματικό φαινόμενο και οι τρείς τελευταίες τη μετάβαση μεταξύ γραφικών παραστάσεων και πιθανών κινήσεων. Ο πίνακας 1 δείχνει τις 10 ερωτήσεις με τις αντίστοιχες αιτούμενες απαντήσεις με την αιτιολόγησή τους.

Πίνακας 1: Περιγραφή των ερωτήσεων του ερευνητικού εργαλείου

Ερώτηση	**Αιτούμενη απάντηση**
(1) Περιγραφή μιας κατακόρυφης βολής προς τα πάνω	Ο προσδιορισμός της γραφικής παράστασης θέσης-χρόνου μέσα από μια ποικιλία γραφικών παραστάσεων
(2) Περιγραφή μιας κατακόρυφης βολής προς τα πάνω	Ο προσδιορισμός της γραφικής παράστασης ταχύτητας-χρόνου μέσα από μια ποικιλία γραφικών παραστάσεων
(3) Περιγραφή μιας κατακόρυφης βολής προς τα πάνω	Ο προσδιορισμός της γραφικής παράστασης επιτάχυνσης-χρόνου μέσα από μια ποικιλία γραφικών παραστάσεων
(4) Δίνεται η γραφική παράσταση θέσης-χρόνου για σύνθετη κίνηση	Ο προσδιορισμός της γραφικής παράστασης ταχύτητας-χρόνου μέσα από μια ποικιλία γραφικών παραστάσεων
(5) Δίνεται η γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου για σύνθετη κίνηση	Ο προσδιορισμός της γραφικής παράστασης θέσης-χρόνου μέσα από μια ποικιλία γραφικών παραστάσεων
(6) Δίνεται η γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου για σύνθετη κίνηση	Ο προσδιορισμός της γραφικής παράστασης επιτάχυνσης-χρόνου μέσα από μια ποικιλία γραφικών παραστάσεων
(7) Δίνεται η γραφική παράσταση επιτάχυνσης-χρόνου για σύνθετη κίνηση	Ο προσδιορισμός της γραφικής παράστασης ταχύτητας-χρόνου μέσα από μια ποικιλία γραφικών παραστάσεων
(8) Δίνονται οι γραφικές παραστάσεις θέσης-χρόνου, ταχύτητας-χρόνου και επιτάχυνσης-χρόνου	Η επιλογή των αντίστοιχων γραφικών παραστάσεων που αφορούν την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση
(8) Δίνονται οι γραφικές παραστάσεις θέσης-χρόνου, ταχύτητας-χρόνου και επιτάχυνσης-χρόνου	Η επιλογή των αντίστοιχων γραφικών παραστάσεων που αφορούν την ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση
(10) Δίνεται η γραφική παράσταση θέσης-χρόνου	Ο προσδιορισμός του είδους της κίνησης, μέσα από μια ποικιλία εναλλακτικών υποθέσεων

Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε πριν και μετά τη διεξαγωγή του πειράματος. Οι φοιτητές επέλεξαν με τη διαδικασία της πολλαπλής επιλογής και αιτιολόγησαν την επιλογή τους με απαντήσεις ανοιχτού τύπου που περιλαμβάνουν τις ακόλουθες τρεις συνιστώσες (Γεωργόπουλος, 2010):

1. τον εντοπισμό και την αναφορά των στοιχείων ή παραγόντων που διαδραματίζουν ενεργό ρόλο στο υπό μελέτη φαινόμενο (είδος κίνησης – αναπαραστάσεις)
2. τους συσχετισμούς των δεδομένων (στοιχείων ή παραγόντων) και
3. την εξαγωγή τεκμηριωμένου συμπεράσματος, σύμφωνα με τα προηγούμενα.

Η αιτιολόγηση των απαντήσεων είχε ως στόχο την εμφάνιση των αναμενόμενων παρανοήσεων.

Αποτελέσματα

Η αιτιολόγηση των απαντήσεων των φοιτητών είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση των παρακάτω κατηγοριών παρανοήσεων:

α) οι γραφικές παραστάσεις των φυσικών μεγεθών ή το είδος της κίνησης έχουν την ίδια μορφή με τη διαδρομή του κινητού και
β) οι γραφικές παραστάσεις διαφορετικών φυσικών μεγεθών που ερμηνεύουν το ίδιο κινηματικό φαινόμενο έχουν την ίδια μορφή.
Στην πρώτη κατηγορία που περιλαμβάνει την ταύτιση των αναπαραστάσεων και του είδους της κίνησης με την εικόνα της τροχιάς του κινητού, ο αριθμός των παρανοήσεων ανά κατηγορία φοιτητών (μαθηματικό επίπεδο) και ανά ομάδα εργασίας (Α: αλλαγή κλίσης και Β: αλλαγή συστήματος αναφοράς), φαίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Αριθμός παρανοήσεων σχετικά με την ταύτιση των αναπαραστάσεων και του είδους της κίνησης με την εικόνα της τροχιάς του κινητού.

	ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ			ΘΕΤΙΚΗ/ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ			ΣΥΝΟΛΟ		
	ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ			ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ			ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ		
	Α ΟΜΑΔΑ	Β ΟΜΑΔΑ	ΣΥΝΟΛΟ	Α ΟΜΑΔΑ	Β ΟΜΑΔΑ	ΣΥΝΟΛΟ	Α ΟΜΑΔΑ	Β ΟΜΑΔΑ	ΣΥΝΟΛΟ
x(t)_διαδρομή_πριν	1	1	2	1	0	1	2	1	3
x(t)_διαδρομή_μετά	1	0	1	0	0	0	1	0	1
u(t)_διαδρομή_πριν	12	11	23	1	4	5	13	15	28
u(t)_διαδρομή_μετά	8	10	18	0	0	0	8	10	18
a(t)_διαδρομή_πριν	3	0	3	0	1	1	3	1	4
a(t)_διαδρομή_μετά	0	1	1	0	0	0	0	1	1
κίνηση_διαδρομή_πριν	8	8	16	0	0	0	8	8	16
κίνηση_διαδρομή_μετά	3	3	6	0	0	0	3	3	6

Παρατηρείται ότι η παρανόηση της διαδρομής του κινητού (τροχιά κίνησης) επιδρά σημαντικότερα σε δύο παράγοντες. Πρώτο στη γραφική παράσταση u(t) και δεύτερο στην ταύτιση της κίνησης με τη διαδρομή του κινητού.
Στην κατηγορία που αναφέρεται στη λανθασμένη συσχέτιση μεταξύ των αναπαραστάσεων, ο αριθμός των παρανοήσεων ανά κατηγορία φοιτητών (μαθηματικό επίπεδο) και ανά ομάδα εργασίας (Α: αλλαγή κλίσης και Β: αλλαγή συστήματος αναφοράς), παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Αριθμός παρανοήσεων σχετικά με τη λανθασμένη συσχέτιση μεταξύ των αναπαραστάσεων

	ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ			ΘΕΤΙΚΗ/ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ			ΣΥΝΟΛΟ		
	ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ			ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ			ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ		
	Α ΟΜΑΔΑ	Β ΟΜΑΔΑ	ΣΥΝΟΛΟ	Α ΟΜΑΔΑ	Β ΟΜΑΔΑ	ΣΥΝΟΛΟ	Α ΟΜΑΔΑ	Β ΟΜΑΔΑ	ΣΥΝΟΛΟ
x(t)_u(t)_πριν	11	8	19	1	2	3	12	10	22
x(t)_u(t)_μετά	5	3	8	0	1	1	5	4	9
u(t)_x(t)_ πριν	36	31	67	2	2	4	38	33	71
u(t)_x(t)_ μετά	10	13	23	0	2	2	10	15	25
x(t)_a(t)_ πριν	0	1	1	0	0	0	0	1	1
x(t)_a(t)_ μετά	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a(t)_x(t)_ πριν	16	14	30	5	4	9	21	18	39
a(t)_x(t)_ μετά	3	3	6	0	0	0	3	3	6
u(t)_a(t)_ πριν	4	6	10	0	1	1	4	7	11
u(t)_a(t)_ μετά	2	1	3	0	1	1	2	2	4
a(t)_u(t)_ πριν	6	9	15	0	0	0	6	9	15
a(t)_u(t)_ μετά	3	1	4	0	0	0	3	1	4

Παρατηρείται ότι οι περισσότερες παρανοήσεις αναφέρονται στη γραφική παράσταση x(t) που συνδέεται με την τροχιά του κινητού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι άλλες γραφικές παραστάσεις, u(t) και a(t) να θεωρούνται ότι αποτελούν απλά αντίγραφα αυτής.

Συμπεράσματα

Στην εργασία μελετώνται οι παρανοήσεις που εμφανίζονται σε γραφικές παραστάσεις της κινηματικής από φοιτητές με διαφορετικό μαθηματικό επίπεδο, καθώς και η συμβολή των διαφορετικών δραστηριοτήτων στη μείωση των παρανοήσεων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι περισσότερες παρανοήσεις εμφανίζονται κυρίως στους φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης και ελάχιστες στους φοιτητές της θετικής και τεχνολογικής κατεύθυνσης. Με βάση αυτή την παρατήρηση, ο σχολιασμός που ακολουθεί αναφέρεται στους φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης.

Για τις παρανοήσεις που συνδέονται με την ταύτιση των αναπαραστάσεων και του είδους της κίνησης με την εικόνα της πειραματικής διαδικασίας, οι φοιτητές απαιτείται να κατανοήσουν την διαδρομή: φαινόμενο – είδος κίνησης – αναπαραστάσεις. Επισημαίνεται ότι στο αναλυτικό πρόγραμμα της Φυσικής του Γενικού Λυκείου τονίζεται κυρίως μόνο η μετάβαση είδος κίνησης – αναπαραστάσεις, χωρίς να δίνεται έμφαση στην αναγνώριση των κινήσεων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η διαδρομή του κινητού (τροχιά κίνησης) επιφέρει παρανοήσεις κυρίως στη γραφική παράσταση u(t) και στην ταύτιση του είδους της κίνησης με τη διαδρομή του κινητού. Η παρέμβαση μας με το MBL είχε ως συνέπεια τη μείωση της εμφάνισης των ανωτέρω δύο παρανοήσεων κατά 21.7% και 62.5% αντίστοιχα. Η μείωση των παρανοήσεων αυτών συμφωνεί με τη βελτίωση στην επίδοση φοιτητών θεωρητικής κατεύθυνσης κατά τη μετάβαση φαινόμενο – αναπαραστάσεις (Γεωργόπουλος, Μπέλλου & Μικρόπουλος, 2009a).

Για τις παρανοήσεις που συνδέονται με την λανθασμένη επιλογή μεταξύ διαφορετικών αναπαραστάσεων φυσικών μεγεθών που ερμηνεύουν το ίδιο κινηματικό φαινόμενο, οι φοιτητές απαιτείται να κατανοήσουν τη διαδρομή αρχικές αναπαραστάσεις – είδος κίνησης – τελικές αναπαραστάσεις. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι σημαντικότερες παρανοήσεις για αυτή την κατηγορία αποτελούν οι ταυτίσεις των αναπαραστάσεων u(t) με x(t) και a(t) με x(t).
Η παρέμβαση μας με το MBL είχε ως συνέπεια τη μείωση της εμφάνισης των ανωτέρω δύο παρανοήσεων κατά 65.7% και 80.0% αντίστοιχα. Η μείωση των παρανοήσεων αυτών συμφωνεί με τη βελτίωση στην επίδοση φοιτητών θεωρητικής κατεύθυνσης κατά τις μεταβάσεις μεταξύ διαφορετικών αναπαραστάσεων που ερμηνεύουν την ίδια κίνηση (Γεωργόπουλος, Μπέλλου & Μικρόπουλος, 2009b).
Επιπλέον συμπεραίνεται ότι το επίπεδο μαθηματικών γνώσεων που είναι υψηλότερο στους φοιτητές της θετικής και τεχνολογικής κατεύθυνσης επιδρά καθοριστικά στη μειωμένη εμφάνιση των παρανοήσεων και όπου υπάρχουν βελτιώνονται θεαματικότερα σε σχέση με τους φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης. Επίσης, οι διαφορετικές δραστηριότητες που συνδέονται με τον διαφορετικό τρόπο αλλαγής των αναπαραστάσεων δεν επηρεάζει τη βελτίωση των παρανοήσεων, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων ($p>0.005$ για όλες τις περιπτώσεις). Αυτό οφείλεται στο ότι και οι δύο ομάδες χρησιμοποίησαν στις δραστηριότητες τη διαδικασία της αιτιολόγησης και συσχέτισης των αλλαγών μεταξύ φαινομένου και αναπαραστάσεων. Η μεθοδολογική αυτή προσέγγιση έχει δειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική (Ainley, 2001, 2000; Ainley, Nardi & Pratt, 1999; Ellis & Turner, 2002), επαληθεύεται δε και στην παρούσα έρευνα.
Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη το διαφορετικό βαθμό δυσκολίας που εμφανίζεται στην αμφίδρομη μετάβαση από τα κινηματικά φαινόμενα στις αναπαραστάσεις, προτείνεται ως μελλοντική έρευνα ο έλεγχος της επίδρασης των δύο διαφορετικών μεταβάσεων στη βελτίωση των εμφανιζομένων παρανοήσεων.

Βιβλιογραφία

Γεωργόπουλος, Κ. (2010). Ο ρόλος των αναπαραστάσεων στην κατανόηση των μαθηματικών εννοιών που εμφανίζονται σε φαινόμενα του φυσικού κόσμου, μέσα από περιβάλλοντα ΤΠΕ. (Διδακτορική διατριβή). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.
Γεωργόπουλος, Κ., Μπέλλου, Ι., Μικρόπουλος, Τ. Α. (2009a). Η συμβολή των MBL στην κατανόηση κινηματικών φαινομένων και των αντίστοιχων αναπαραστάσεων, στο Π. Πολίτης (επ). Πρακτικά 1ου Εκπαιδευτικού Συνέδριου ΄Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία’, 458-464, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, ISSN 1791-9215
Γεωργόπουλος, Κ., Μπέλλου, Ι., Μικρόπουλος, Τ. Α. (2009b)., Μελέτη της μετάβασης σε διαφορετικές αναπαραστάσεις μεταβαλλόμενης κίνησης με την εφαρμογή μαθηματικών εννοιών, στο Πρακτικά 6ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Φλώρινα.

Ainley, J., Pratt, D., and Nardi, E. (2001). Normalising: children's activity to construct meanings for trend. Educational Studies in Mathematics, 45 (1-3), 131-146.
Ainley, J., Nardi, E., & Pratt, D. (2000). The Construction of Meanings for Trend in Active Graphing, The International Journal of Computers for Mathematical Learning. Vol:5 No:2, p.p. 85-114.
Ainley, J., Nardi, E., & Pratt, D. (1999). Constructing Meaning for Formal Notation in Active Graphing, in I. Scwank (Ed.) Proceedings of the First Conference of the European Society for Research in Mathematics Education, Forschungsinstitut fuer Mathematikdidaktik, Osnabrueck, Vol. 1. ISBN 3-925386-50-5, http://www.fmd.uni-osnabrueck.de/ebooks/erme/cerme1-proceedings/cerme1_contents1.html
Araujo, I., Veit, E., & Moreira, M. (2008). Physics students’ performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation Computers & Education 50(2008),

1128-1140.
Beichner, R., (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs, American Journal of Physics, 62 (8), 750-762.
Cicero Maria Lucia Lo & Spagnolo Filippo (2009) The use of motion sensor can lead the students to understanding the Cartesian graph Proceedings of CERME 6, January 28th-February 1st 2009, Lyon France © INRP 2010 p.p. 2106-2114 www.inrp.fr/editions/cerme6
Ellis, G.W. & W.A. Turner, Improving the conceptual understanding of kinematics through graphical analysis, Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition, Montreal, Canada, June 15-19,
Gipps, J. (2002). Data Logging and Inquiry Learning in Science. Proceedings of the Seventh world conference on computers in education conference on Computers in education: Australian topics-Volume 8 Pages: 31 – 34, Denmark
Hadjidemetriou, C., & Williams, J. S. (2000). Assessing Graphical Literacy In Year 10 Mathematics pupils, British Educational Research Association Student Symposium.
Hale, P. (2007). They know the math, but the words get in the way. Focus on Learning Problems in Mathematics, 29(1), 28-47.
Hale P., (2000). Kinematics and Graphs: Students' Difficulties and CBLs, Mathematics Teacher, 93(5), 414-417.
Heck A., & Ellermeijer T., (2010). Mathematics assistants: meeting the needs of secondary school physics education Volume 3 Number 2, 2010 Acta Didactica Napocensia, ISSN 2065-1430
Lapp, D. A. (1999). Using Calculator-Based Laboratory Technology: Insights from Research, Presented at the Fourth International Conference on Technology in Mathematics Teaching, Plymouth, United Kingdom, 9-13 August 1999
McDermott, L.C., M.L., Rosenquist and E.H., Van Zee. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics, American Journal of Physics, 55 (6), 503-513.
Murphy L., (1999). Graphing Misinterpretations and Microcomputer-Based Laboratory Instruction, with Emphasis on Kinematics. This page last revised February 3, 1999 http://www.mste.uiuc.edu/users/Murphy/Papers/GraphInterpPaper.html
Sassi, E. (2003). Real-Time Experiments and Images (RTEI) approaches in basic physics education in secondary school. STEDE (Science Teacher Education Development in Europe) Final report 2002-2003 Micronetwork, 6a April-2003
Simpson, Gordon, Hoyles, Celia & Noss, Richard (2006) Exploring the mathematics of motion through construction and collaboration. Journal of Computer Assisted Learning. 22, pp.114-136
Svec, M. T. (1999). Improving graphing interpretation skills and understanding of motion using microcomputer-based laboratories. Electronic Journal of Science Education, 3 (4) . Available: http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/ejse.html.
Trumper, R.,. & Gelbman, M. (2002). What Are Microcomputer-Based Laboratories (MBLs) for? An Example from Introductory Kinematics. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching. 21(3), 207-227.
Turner, W., & Ellis, G.(1999). The Energetics of a Bouncing Ball, The Physics Teacher, 36(8).
Unesco, Cairo Office (2003). Integrating Technology in Teaching Secondary Science and Mathematics. Effectiveness, Models of Integration, and Illustrative Examples. UNESCO, Cairo Office, CI/INF & ED, http://www.unesco-cairo.org
Widjaja, Y.-B., & Heck A. (2003). How a Realistic Mathematics Education Approach and Microcomputer-Based Laboratory Worked in Lessons on Graphing at an Indonesian Junior High School. Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia, 26(2), 1 – 51.

Ηλεκτρονική μάθηση για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με χρήση ενός Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης

Σαράντος Ψυχάρης[1], Γεώργιος Χαλατζογλίδης[2], Μιχαήλ Καλογιαννάκης[3]
Psycharis Sarantos , Xalatzoglidis George and Kalogiannakis Michael
[1]*Αναπληρωτής Καθηγητής, ΑΣΠΑΙΤΕ, spsycharis@gmail.com*
[2]*Εκπαιδευτικός ΠΕ0401, ΓΕ.Α. Σιδηροκάστρου, halatzos@gmail.com*
[3]*Λέκτορας, ΠΤΠΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης, mkalogian@edc.uoc.gr*

Περίληψη. Η πρακτική εφαρμογή της διαδικτυακής μάθησης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και ειδικότερα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, αποτελεί το βασικό αντικείμενο της παρούσας έρευνας. Ειδικότερα, πραγματοποιείται χρήση του διαδικτυακού συστήματος διαχείρισης μάθησης Moodle για τη δημιουργία μιας εικονικής τάξης και εφαρμόζονται στρατηγικές αναδόμησης των λανθασμένων αντιλήψεων των μαθητών σε θέματα ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Το δείγμα της έρευνας αποτελούν μαθητές της Β΄ Λυκείου και οι διδακτικές ενέργειες αφορούν το μάθημα Φυσικής γενικής παιδείας. Εφαρμόζεται το μοντέλο της μικτής μάθησης και επιχειρείται σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία κυρίως μεταξύ των μαθητών αλλά και μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού, για την επίτευξη συνεργατικής μάθησης. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των φύλλων εργασίας και των ερωτηματολογίων μεταγνωστικής εμπειρίας, φανερώνουν μια μικρή βελτίωση της επίδοσης των μαθητών και σχετική εννοιολογική αλλαγή μετά από την εφαρμογή των διδακτικών στρατηγικών. Από τα αρχεία καταγραφής του συστήματος παρατηρείται μείωση της συμμετοχής στην πλατφόρμα με το χρόνο.

Abstract. The main purpose of this paper is the implementation of the e-learning for secondary education for the teaching and learning of natural sciences. The Learning Management System (LMS) named Moodle was used for the creation of the virtual classroom. Strategies against students' misconceptions on electrical circuit's matters were put into research. The sample of the research was consisted of students of the Second Grade of General Lyceum of Sidirokastro and the teaching methods were related to the subject of "General Physics". The model of blended learning was used and synchronous and a-synchronous communication was implemented especially among the students as well as between students and the teacher - instructor aiming at cooperative learning. The analysis of the worksheets and the meta-cognitive questionnaires results showed a small improvement in the performance of students and a relative conceptual change. The system's log files showed that students' participation in the attendance of internet courses was decreased in the course of time.

Εισαγωγικά στοιχεία

Τα τελευταία χρόνια το ερευνητικό ενδιαφέρον στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών έχει επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στην ανίχνευση των ιδεών/αντιλήψεων των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (Psillos, Koumaras & Tiberghien 1988, Shipstone 1993, Van der Berg & Grosheide 1997, Χατζηνικήτα & Χρηστίδου 2001, Τσιχουρίδης & Βαβουγιός 2007). Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας επιχειρείται η εφαρμογή ενός διαδικτυακού Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης (ΣΔΜ) - ο όρος στα αγγλικά είναι LMS (Learning Management System) - σ' ένα ελληνικό σχολείο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Χρησιμοποιείται η πλατφόρμα Moodle και αναπτύσσονται μια σειρά μαθημάτων, δραστηριοτήτων και ηλεκτρονικών φύλλων εργασίας, σε διαδικτυακό

περιβάλλον, για το μάθημα Φυσικής γενικής παιδείας της Β΄ Λυκείου.

Βασικό σκοπό της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης αποτελεί η εξοικείωση των μαθητών στην εφαρμογή του μοντέλου μικτής μάθησης με χρήση του περιβάλλοντος Moodle. Επίσης, διερευνάται, κατά πόσο βελτιώθηκε η μαθησιακή επίδοση, ποιές στάσεις ανέπτυξαν οι μαθητές απέναντι στη χρήση ενός υπολογιστικού συστήματος συνεργατικής μάθησης για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών καθώς και ο βαθμός συμμετοχής τους στα διαδικτυακά μαθήματα.

1. Θεωρητικό πλαίσιο

1.1 Χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες

Στις σύγχρονες κοινωνίες οι μαθητές μεγαλώνουν μέσα σ' ένα περιβάλλον που οι ψηφιακές τεχνολογίες είναι παντού. Οι νέοι, σε καθημερινή βάση κάνουν ευρεία χρήση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) με στόχο τη ψυχαγωγία, τη διασκέδαση και την κοινωνική δικτύωση. Αυτό έχει σημαντικό αντίκτυπο στις ανάγκες τους, στις απαιτήσεις τους καθώς και στις προσδοκίες τους για μάθηση. Δημιουργείται έτσι μία «νέα γενιά μάθησης» καθώς και νέοι τρόποι μάθησης. Το νέο μαθησιακό τοπίο περιλαμβάνει μια νέα σειρά εργαλείων των ΤΠΕ, εφαρμογές κοινωνικής πληροφορικής (Web 2.0 και Learning 2.0), ευκαιρίες για μάθηση μέσω κινητών συσκευών ή μέσω διαδικτυακών παιχνιδιών.

Παρά τις γενικές διαπιστώσεις για το τι περιμένουμε από τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση, από την καθημερινή πρακτική και με βάση έρευνες του πεδίου (Δερτούζος 1997, Aviram 2001, Şahinkayası 2003) παρατηρείται μια σχετική βελτίωση στη γνωστική επίδοση ενώ στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική, δεν ευνοείται σε μεγάλο βαθμό η εννοιολογική αλλαγή. Για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών έχει αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός εφαρμογών ΤΠΕ, όπως λογιστικά φύλλα, λογισμικά παρουσίασης, συγχρονικές διατάξεις, πολυμέσα, προσομοιώσεις, διερευνητικά και διαδικτυακά μαθησιακά περιβάλλοντα. Ειδικότερα, σύμφωνα με τους Carlsen & Andre (1992) η προσομοίωση ηλεκτρικών κυκλωμάτων δεν αυξάνει την αποτελεσματικότητα διδακτικών στρατηγικών σχεδιασμένων για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής παρ' ότι βελτιώνει μερικώς την επίδοση των μαθητών.

1.2 Αντιλήψεις των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα

Κυρίαρχο ρόλο στη μάθηση παίζουν οι ιδέες των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα. Αποτελούν τα εργαλεία με τα οποία θα επιχειρήσουν να αποκωδικοποιήσουν και να κατανοήσουν τη σχολική γνώση. Σχετικά με το ηλεκτρικό ρεύμα σε απλά κυκλώματα έχουν καταγραφεί 5 βασικά μοντέλα: (α) το μονοπολικό, (β) των συγκρουόμενων ρευμάτων, (γ) της εξασθένισης του ρεύματος, (δ) το μεριστικό (οι περιπτώσεις γ, δ αποτελούν το καταναλωτικό μοντέλο) και (ε) το επιστημονικό (Shipstone 1993). Έρευνες δείχνουν ότι σταδιακά με την ηλικία και τη διδασκαλία οι αντιλήψεις των μαθητών μετατοπίζονται από το μονοπολικό προς το επιστημονικό μοντέλο. Ο Shipstone διαπίστωσε ότι σχεδόν το 50% των μαθητών ηλικίας 12 ετών σε Γυμνάσιο, υιοθετεί το καταναλωτικό μοντέλο ρεύματος, το ποσοστό αυτό αυξάνεται στο 60% για μαθητές 14 ετών και μειώνεται λιγότερο από 40% στους μαθητές 17 ετών. Το επιστημονικό μοντέλο κατέχουν λιγότερο από 10% των μαθητών ηλικίας 12 ετών, λιγότεροι από 40% των μαθητών ηλικίας 15 ετών και μόνο τα 60% των μαθητών ηλικίας 17 ετών. Ωστόσο, ακόμη και μετά την αποφοίτησή τους από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών υποστηρίζουν τόσο την κατανάλωση όσο και τη διατήρηση του

ρεύματος (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου 2001).

Οι δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές δεν μπορούν να αντιμετωπισθούν με τη παραδοσιακή διδασκαλία. Η χρήση των ΤΠΕ για την επίλυση ενός προβλήματος απαιτεί την εφαρμογή των αρχών της υπολογιστικής επιστήμης σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα: πρόβλημα ↔ θεωρία ↔ μοντέλο ↔ μέθοδος-προσομοίωση ↔ υλοποίηση (με γλώσσες προγραμματισμού ή λογισμικά) ↔ αξιολόγηση (σύγκριση με πραγματικά δεδομένα) (Sloot 1994, όπ. αναφ. στο Ψυχάρης 2009). Αυτό που επιδιώκεται είναι ο μετασχηματισμός του φαινόμενου από το επίπεδο της αφαίρεσης στο επίπεδο του μοντέλου και στη συνέχεια στο επιστημονικό μοντέλο που θα κριθεί για την αποτίμηση και την εγκυρότητά του (Ψυχάρης 2009). Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στη σχετική βιβλιογραφία η αντίληψη ότι οι ΤΠΕ δεν έχουν ακόμη ενσωματωθεί ικανοποιητικά στα εκπαιδευτικά συστήματα (Aviram 2001). Οι τοπικοί και χρονικοί περιορισμοί, αλλά και ζητήματα δυσκολίας εφαρμογής ενός διαφορετικού παιδαγωγικού πλαισίου στο φυσικό χώρο του σχολείου, θα μπορούσαν ίσως να παρακαμφθούν με τη χρήση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης μέσω ενός συστήματος διαχείρισης μάθησης. Ένα διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης που θα είναι διαθέσιμο στο μαθητή όπου και όταν το χρειάζεται.

1.3 Το Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης Moodle

Τα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης (Learning Management System, LMS) είναι πλατφόρμες λογισμικού που διεκπεραιώνουν τη διαχείριση ενός ολοκληρωμένου συστήματος ηλεκτρονικής εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα, μέσω του LMS πραγματοποιείται η διαχείριση ηλεκτρονικών μαθημάτων και γενικότερα του εκπαιδευτικού υλικού, για παράδειγμα η δημιουργία μαθημάτων μέσω εργαλείων της πλατφόρμας (authoring tools), η εισαγωγή έτοιμων μαθημάτων, η τροποποίηση, ο εμπλουτισμός και η διαγραφή τους. Αυτοματοποιείται η εγγραφή χρηστών και ελέγχεται η πρόσβασή τους στα μαθήματα. Παρακολουθούνται οι ενέργειες των χρηστών από τη στιγμή που εισέρχονται στην πλατφόρμα μέχρι τη στιγμή εξόδου τους από το σύστημα. Τα δεδομένα παρακολούθησης είναι διαθέσιμα σε διαχειριστές της πλατφόρμας και σε εκπαιδευτές των μαθημάτων.

Το Moodle (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment) είναι ένα περιβάλλον ηλεκτρονικής μάθησης που δημιουργήθηκε τη δεκαετία του ’90 από τον Martin Dugiamas. Ο σχεδιασμός του Moodle έχει βασιστεί στη φιλοσοφία μάθησης που ονομάζεται «κοινωνική εποικοδομητική μάθηση». Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκε εγκατάσταση της πλατφόρμας στο web server www.hostgator.com στην ιστοσελίδα με domain name: www.e-sxoleio.net, που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της έρευνας, με τη παρακάτω σύνθεση: Apache 2 (version 2,2,11), Mysql5 (version 5.1.35), Php5 (version 5.3.0), Moodle (version 1.9.5), PhpAdmin (version 3.1.2).

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, το κάθε μάθημα περιλαμβάνει διάφορα μέσα μεταβίβασης της πληροφορίας ανάλογα με τους διδακτικούς στόχους όπως κείμενο, εικόνες, κινούμενες εικόνες, ηχητικές πληροφορίες, video. Υπάρχουν υπερσυνδέσεις (links) που παραπέμπουν σ’ άλλες ελληνικές και ξένες ιστοσελίδες, με επιπλέον πληροφορίες και προσομοιώσεις σχετικές π.χ. με την κίνηση των ηλεκτρονίων στο ηλεκτρικό ρεύμα, το νόμο του Ohm κ.λπ. Με τη συγκεκριμένη διαδικασία παρουσιάζονται τα γνωστικά αντικείμενα της διδακτέας ύλης με πολυμορφικό τρόπο που έχει κοινά γνωρίσματα αλλά και διαφορές με την παραδοσιακή διδασκαλία. Ευνοείται η ενεργητική συμμετοχή του μαθητή κατά την ανεύρεση πηγών στο διαδίκτυο, με τη δυνατότητα να ακούσει όσες φορές θέλει την παράδοση του καθηγητή, επαναλαμβάνοντας την προβολή του video, χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις ηλεκτρικών κυκλωμάτων που παρέχουν τη δυνατότητα παραμετροποίησης και διατίθενται ελεύθερα στις ιστοσελίδες διαφόρων πανεπιστημιακών ιδρυμάτων (π.χ. http://phet.colorado.edu/simulations/ τελευταία πρόσβαση 01/10/2010).

Οι δραστηριότητες κάθε εβδομάδας αποσκοπούσαν στην αυτοαξιολόγηση του μαθητή σε επίπεδο γνώσης, κατανόησης και εφαρμογής και στην κοινωνική αλληλεπίδραση (σύγχρονα και ασύγχρονα) μεταξύ των μαθητών και μεταξύ μαθητών και καθηγητή, εκτός σχολικού ωραρίου. Οι δραστηριότητες υποστηρίζονται από εργαλεία του περιβάλλοντος Moodle αλλά και άλλων εργαλείων συμβατών με το Moodle όπως το Hot Potatoes (http://hotpot.uvic.ca/) για τη δημιουργία τεστ και το eXe (http://www.exelearning.org) για τη δημιουργία SCROM πακέτων. Δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν ήταν: Quiz με ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου, Forum (ομάδες συζητήσεων), Chat (ζωντανή συζήτηση) για σύγχρονη επικοινωνία μεταξύ των μαθητών και σε καθορισμένη ώρα της ημέρας με τον καθηγητή για λύση αποριών, υπερσύνδεσμοι με προσομοιώσεις με βασικό σκοπό την επαλήθευση ή διάψευση των προβλέψεων που έχουν πραγματοποιήσει.

Επίσης, δημιουργήθηκαν ερωτηματολόγια ανίχνευσης ιδεών, δεξιοτήτων στους Η/Υ και μεταγνωστικής εμπειρίας, γλωσσάρι για την ενεργοποίηση των μαθητών με την παραίνεση να συμπληρώσουν-προσθέσουν μόνοι τους ορισμούς των μεγεθών της ενότητας, φύλλα εργασίας με συνεργατικές δυνατότητες και στόχο την εννοιολογική αλλαγή. Τα φύλλα εργασίας περιλαμβάνουν τις παρακάτω διακριτές φάσεις: προσανατολισμού, ανάδειξης ιδεών, αναδόμησης ιδεών, εφαρμογής, πρόβλεψης και ανασκόπησης. Συνολικά συμπληρώνονται 3 φύλλα εργασίας. Με την ολοκλήρωση της προσπάθειας και μετά από 20 ημέρες επαναλαμβάνεται η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ανίχνευσης αντιλήψεων των μαθητών που είχε αρχικά δοθεί. Στόχος είναι να διαπιστωθεί αν οι εκπαιδευόμενοι παραμένουν συνεπείς ή όχι στην εννοιολογική αλλαγή που είχαν πετύχει μέσω των δραστηριοτήτων, των φύλλων εργασίας και γενικά της συμβολής της χρήσης του περιβάλλοντος Moodle.

Εφαρμόζεται το μοντέλο μικτής μάθησης, όπου διεξάγεται το παραδοσιακό μάθημα στη σχολική αίθουσα, και στη συνέχεια με τη συνδρομή του διαδικτύου, η διδακτική υποστήριξη των μαθητών ξεπερνά τα στενά τοπικά και χρονικά όρια του σχολείου. Οι μαθητές μελετούν ατομικά το εκπαιδευτικό υλικό συνδεόμενοι στην ιστοσελίδα του μαθήματος από το σπίτι τους. Χωρισμένοι σε ομάδες απαντούν διαδικτυακά, στα φύλλα εργασίας συζητώντας κοινές λύσεις, καταλήγοντας σε κοινά συμπεράσματα, αξιοποιώντας τα εργαλεία του Moodle που ενισχύουν τη συνεργατική μάθηση. Ο συνδυασμός διαφορετικών τεχνολογιών και αντίστοιχων παιδαγωγικών προσεγγίσεων, η διδασκαλία πρόσωπο με πρόσωπο, η μάθηση και η εκτέλεση εργασιών μέσω διαδικτύου, αποτελεί ένα από τους καλύτερους τρόπους μετάβασης του μαθητή από την παραδοσιακή τάξη στην ηλεκτρονική μάθηση, με μικρά βήματα, ώστε να αποδεχτεί πιο εύκολα αυτή την αλλαγή.

2. Μεθοδολογία της έρευνας

2.1Ερευνητικοί ερωτήματα

Η έρευνα, η οποία αποτελεί μια μελέτη περίπτωσης, είναι προσανατολισμένη στα παρακάτω βασικά ερευνητικά ερωτήματα: (α) ποιος ο βαθμός συμφωνίας των μετρήσεων με τη σχετική βιβλιογραφία για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών; (β) ποιος είναι ο βαθμός επιτυχίας των διδακτικών παρεμβάσεων για την εννοιολογική αλλαγή μέσω του ΣΔΜ; (γ) ποιες στάσεις, πρακτικές και προθέσεις για χρήση απέναντι στο εικονικό περιβάλλον και στο μοντέλο μικτής μάθησης ανάπτυξαν οι μαθητές;

2.2 Ερευνητική διαδικασία

Το δείγμα της έρευνας αποτελούν 25 μαθητές, 12 αγόρια και 13 κορίτσια της Β΄ Λυκείου στο

Γενικό Λύκειο Σιδηροκάστρου κατά το σχολικό έτος 2009-10. Το μαθησιακό επίπεδο των συμμετεχόντων με βάση τη βαθμολογία τους χαρακτηρίζεται από καλό ως άριστο. Η κάθε ομάδα περιλαμβάνει μαθητές με βαθμολογία από 14 έως 19,9 από όλες τις κατευθύνσεις. Η επιλογή του σχολείου βασίζεται στο γεγονός ότι αποτελεί ένα τυπικό επαρχιακό σχολείο. Ένα μέσον παρακίνησης για συμμετοχή, αποτελεί η επιβράβευση του βαθμού συμμετοχής τους, με ποσοστό 40% στην τελική βαθμολογία αυτών που συμμετέχουν (60% από την επίδοσή τους στην τάξη και 40% από τη συμμετοχή και επίδοση στο υπολογιστικό περιβάλλον).

Στην πρώτη φάση, μελετήθηκε η υλοποίηση και η εφαρμογή ενός αρθρωτού εβδομαδιαίου πλάνου μαθημάτων και δραστηριοτήτων, βασισμένο στις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, στα μοντέλα οργάνωσης μαθημάτων και σχεδιασμού υλικού και συστήματος της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, στις οδηγίες του Αναλυτικού Προγράμματος, στο παιδαγωγικό πλαίσιο του εποικοδομητισμού καθώς και στο θεωρητικό πλαίσιο για τις αντιλήψεις των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα. Καθορίστηκαν οι απαιτήσεις σε υλικό (hardware) και λογισμικό (software). Έγινε η επιλογή διακομιστή (server) για το ανέβασμα της ιστοσελίδας που περιέχει το περιβάλλον διδασκαλίας και μάθησης και εγκαταστάθηκε η πλατφόρμα Moodle.

Στη δεύτερη φάση εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων, με τα αποτελέσματα από τα φύλλα εργασίας. Επίσης, αξιολογήθηκε η χρήση και η συμμετοχή των μαθητών μέσω των log files του συστήματος. Πραγματοποιήθηκε συλλογή δεδομένων από διάφορες πηγές (ερωτηματολόγια, αρχεία καταγραφής συμμετοχής του Moodle, εργαλεία Quiz στα φύλλα εργασίας), που αναφέρονται σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο (3 μήνες) εφαρμογής του συστήματος. Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν, θεωρούνται ικανοποιητικά για να περιγράψουν τις υπάρχουσες συνθήκες και να προσδιορίσουν τις σχέσεις που υπάρχουν ανάμεσα στα γεγονότα (Cohen & Manion 1994).

3. Αποτελέσματα

3.1 Αλλαγή Αντιλήψεων

Σχετικά με την ανίχνευση εναλλακτικών ιδεών για το ηλεκτρικό κύκλωμα, διαπιστώνεται ότι, τα ευρήματα του ερωτηματολογίου ανίχνευσης των αντιλήψεων συμφωνούν με την υπάρχουσα βιβλιογραφία και φανερώνουν ότι στην ηλικιακή ομάδα που πραγματοποιήθηκε η έρευνα οι λανθασμένες ιδέες περιορίζονται σε συγκεκριμένα εμπόδια του γραμμικού αιτιακού συλλογισμού. Η επανάληψη της ανίχνευσης των ιδεών 20 ημέρες μετά την λήξη των μαθημάτων και τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας, έδειξε ότι τα ποσοστά υιοθέτησης λανθασμένων αντιλήψεων παραμένουν μειωμένα σε σχέση με τα αρχικά (Σχήμα 1). Γεγονός που επιβεβαιώνει τις έρευνες που υποστηρίζουν τη μείωση του βαθμού υιοθέτησης των μοντέλων με την επίδραση των στρατηγικών αντιμετώπισης των αντιλήψεων. Παρόλα αυτά παρατηρείται επίσης, ανθεκτικότητα σε κάποιες αντιλήψεις ακόμη και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.

Σχήμα 1: Αντιλήψεις μαθητών του δείγματος

Η αύξηση της επίδοσης των μαθητών κατά τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική, στα δύο από τα τρία φύλλα εργασίας (πίνακας 1, σχήμα 2). Στον πίνακα 1 συγκρίνεται η βαθμολογία των μαθητών μεταξύ των σταδίων της πρόβλεψης και της ανασκόπησης. Παρατηρείται οριακά στατιστικά σημαντική βελτίωση στα δύο τελευταία φύλλα εργασίας ($p= 0,037 < 0,05$ και $p= 0,025 < 0,05$).

Πίνακας 1: Βελτίωση επίδοσης μαθητών στα φύλλα εργασίας και σύγκριση της βαθμολογίας τους μεταξύ των σταδίων της πρόβλεψης και ανασκόπησης.

Απαντήσεις μαθητών στο στάδιο της πρόβλεψης και ανασκόπησης	**Μεταβολή στη βαθμολογία**	**N**	**Μέσος όρος βαθμολογίας**	**Άθροισμα βαθμολογίας**
Φύλλο εργασίας 1	Αρνητική	2	5,50	11,00
	Θετική	6	4,17	25,00
	Καμία	17		
	Σύνολο	25		
Φύλλο εργασίας 2	Αρνητική	3	6,67	17,00
	Θετική	10	7,40	74,00
	Καμία	12		
	Σύνολο	25		
Φύλλο εργασίας 3	Αρνητική	2	11,00	22,00
	Θετική	12	6,92	83,00
	Καμία	11		
	Σύνολο	25		

Η εποικοδομητική προσέγγιση μέσω της πλατφόρμας Moodle στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης θεωρείται σχετικά ικανοποιητική.

Σχήμα 2: Βελτίωση επίδοσης στα φύλλα εργασίας των μαθητών

Η στάση των μαθητών απέναντι στον τρόπο αυτό διδασκαλίας ήταν θετική. Σχετικές εργασίες (Crippen & Earl 2007 όπ. αναφ. στο Martin-Blas & Serrano-Fernandez, 2009), διαπιστώνουν ότι τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης δεν δείχνουν γενικά, στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους βαθμολογίας στο μάθημα της Φυσικής μέσω διαδικτύου. Η επίδοση όμως βελτιώνεται σε εργασίες στο σπίτι που τους ανατέθηκαν. Η στάση των μαθητών στη διαδικτυακή μελέτη από το σπίτι παρουσιάζεται να είναι θετική.

Η συνεργασία μεταξύ των μαθητών που εργάζονται σε ομάδες, επηρέασε το 1/3 περίπου του δείγματος στο να αλλάξει γνώμη προς την επιστημονικά δεκτή απάντηση, όπως φανερώνει η μελέτη των απαντήσεων στα ερωτηματολόγια μεταγνωστικών εμπειριών. Το στοιχείο αυτό εκτιμούμε ότι οφείλεται σε πολλούς παράγοντες όπως η φύση των δραστηριοτήτων, η μειωμένη εξοικείωση στο συγκεκριμένο τρόπο μάθησης, η έλλειψη διάθεσης για συνεργασία, ο κοινός τρόπος σκέψης μαθητών που γνωρίζονται καλά μεταξύ τους. Το τελευταίο στοιχείο αποτελεί και ένα βασικό περιορισμό της παρούσας έρευνας.

3.2 Συμμετοχή των μαθητών στο LMS

Τα δεδομένα από τα log files έδειξαν ότι αρχικά στην πιλοτική εφαρμογή του συστήματος υπήρχε μια αυξημένη συμμετοχή αλλά κατά τη διάρκεια της ερευνητικής εφαρμογής του συστήματος η συμμετοχή όπως φαίνεται παρουσίασε μείωση (σχήμα 3).

Σχήμα 3: Βαθμός συμμετοχής των μαθητών του δείγματος στο LMS

Οι εξωσχολικές υποχρεώσεις που είχαν οι μαθητές, αποτελούσαν αποτρεπτικό παράγοντα για τη συνεπή συμμετοχή τους. Ο βαθμός (40% της τελικής βαθμολογίας) ως μέσον παρακίνησης και επιβράβευσης της συμμετοχής, δε φάνηκε να διαδραματίζει ιδιαίτερα σοβαρό ρόλο. Αυτό προφανώς οφείλεται στην παρατηρούμενη τα τελευταία χρόνια, μικρή

σημασία που δίνουν οι μαθητές στα μαθήματα γενικής παιδείας και τη προσήλωσή τους στα μαθήματα της κατεύθυνσης λόγω του υπάρχοντος συστήματος εισαγωγής στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

4. Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η αξιοποίηση της δικτυακής πλατφόρμας Moodle στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών έχει τη δυνατότητα να συμβάλλει στην υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ακόμη και σε μεταγνωστικό επίπεδο. Παρόλα αυτά ο βαθμός βελτίωσης της επίδοσης μέσω της εποικοδομητικής προσέγγισης, προϋποθέτει μεγάλη προσπάθεια στη δόμηση και στον προγραμματισμό των διδακτικών ενεργειών, αλλά και στην εκπαίδευση - εξοικείωση των μαθητών σε καινοτόμους τρόπους μάθησης. Η χρήση δικτυακών εκπαιδευτικών πλατφόρμων, είναι δυνατόν να πετύχει τους στόχους της μόνο αν οι μαθητές ενεργοποιηθούν απέναντι στην εκπαιδευτική διαδικασία και εκμεταλλευτούν πλήρως τις δυνατότητες των ΤΠΕ για σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία. Το στοιχείο αυτό είναι σε συνάρτηση με το Αναλυτικό Πρόγραμμα το οποίο θα πρέπει να αναδιαμορφωθεί και να προσανατολιστεί στις ΤΠΕ (Καλογιαννάκης & Παπαδάκης 2007).

Η δημιουργία και αξιοποίηση ενός μαθητοκεντρικού και εποικοδομητικού εκπαιδευτικού λογισμικού δεν είναι απλή υπόθεση. Οτιδήποτε καινούριο δε συνεπάγεται πάντα ότι είναι και καινοτόμο και ότι πρέπει να υιοθετείται χωρίς έλεγχο και άλλων παραγόντων. Κάποια συμπεράσματα που προέρχονται από την επεξεργασία των δεδομένων του προγράμματος PISA 2003 τονίζουν την αρνητική και μικρή σχέση που υπάρχει ανάμεσα στη χρήση των ΤΠΕ στη μάθηση και στην επίδοση των μαθητών (Şahinkayası 2003). Το στοιχείο αυτό προκύπτει επίσης και από την μελέτη της επίδοσης στα φύλλα εργασίας που διανεμήθηκαν στους μαθητές στα πλαίσια της παρούσας έρευνας.

Η επιλογή του παιδαγωγικού πλαισίου, ο σχεδιασμός, η διάρθρωση και ο προγραμματισμός της διδασκαλίας, μέσω των Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης απαιτούν εκπαιδευτικούς με εξειδικευμένη και πολύπλευρη επιμόρφωση σε παιδαγωγικά θέματα, στις ΤΠΕ για να μπορούν να υποβοηθηθούν στην επίτευξη των διδακτικών στόχων. Εκτός από τον προσεκτικό σχεδιασμό και τη στοχοθέτηση οράματος, απαιτείται να δοθεί μεγάλη σημασία σε διάφορους άλλους παράγοντες όπως το προσωπικό, το υλικό καθώς και στην εκπόνηση διαδικασιών (Καρακύριος κ.ά. 2009). Η έλλειψη συνεργατικών εμπειριών, στο υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα που «θέλει» τον κάθε μαθητή απομονωμένο στο εαυτό του χωρίς κοινωνική διάδραση με τους συμμαθητές του κατά τη μαθησιακή διαδικασία είναι ο σημαντικότερος παράγοντας αποτυχίας των νέων προτάσεων της e-εκπαίδευσης βασισμένων στον κοινωνικό εποικοδομητισμό.

Η παρούσα εργασία αφήνει αρκετά θέματα για περαιτέρω μελέτη όπως την ανίχνευση παραγόντων που επηρεάζουν τη συμμετοχή και αποτελεσματικότητα της εκπαίδευσης μέσω αναλόγων διαδικτυακών συστημάτων, τη διερεύνηση των δεξιοτήτων που απαιτεί ο ρόλος του διαχειριστή - εκπαιδευτή ενός LMS, την καταγραφή και μελέτη πετυχημένων παραδειγμάτων εφαρμογής παρόμοιων ερευνητικών προσπαθειών. Τα αποτελέσματα της online διδακτικής στήριξης δεν φαίνονται ιδιαίτερα ενθαρρυντικά στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Η χρήση όμως των διδακτικών εργαλείων που μας προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία είναι μια ευκαιρία για να κάνουμε τις Φυσικές Επιστήμες περισσότερο οικείες και ελκυστικές, ώστε σταδιακά να ωριμάσουν οι κατάλληλες συνθήκες και στάσεις που θα οδηγήσουν στην ενσυνείδητη, υπεύθυνη και ενεργή συμμετοχή των μαθητών.

The paper was supported by the project Pathway,
Project full title: " The Pathway to Inquiry Based Science Teaching "
Grant agreement no: 266624

5. Βιβλιογραφία

- Καλογιαννάκης, Μ. & Παπαδάκης, Στ. (2007). Οι φοιτητές της ΑΣΠΑΙΤΕ απέναντι στις ΤΠΕ: στάσεις και προοπτικές. Επιστήμες της Αγωγής, 1/2007, 191-211.
- Καρακύριος, Χ., Παλιόκας, Ι., Ψυχάρης, Σ., Κέκκερης, Γ. & Ρέππα, Α. (2009). Τεχνολογικές Υποδομές για το e-learning. Στο Α. Λιοναράκης (επιμ.) Πρακτικά 4ο Διεθνούς συνεδρίου για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση (ICODL 2009), (τόμ. Β΄) 16-26, Αθήνα 26-29 Νοεμβρίου 2009.
- Ψυχάρης, Σ. (2009). Εισαγωγή των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην Εκπαίδευση - Παιδαγωγικές Εφαρμογές των ΤΠΕ. Αθήνα: Παπαζήσης.
- Τσιχουρίδης, Χ. & Βαβουγιός, Δ. (2007).Το λογισμικό μέσα από τα μάτια των μαθητών και των μαθητριών - Αξιολογώντας εκπαιδευτικό λογισμικό διδασκαλίας ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, Γ. Τσαπαρλής (επιμ.) Πρακτικά του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, 5(Γ), 1104-1113, http://www.kodipheet.gr
- Χατζηνικήτα, Β. & Χρηστίδου, Β. (2001). Σημασία της Έρευνας σχετικά με τις Αντιλήψεις των μαθητών. Στο: Κ. Δημόπουλος & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Τόμος 1, Μέρος Α΄), Πάτρα: ΕΑΠ.
- Cohen, Z. & Manion, L. (1994). Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Shipstone, D. (1993). Ηλεκτρισμός σε απλά κυκλώματα. Στο R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (επιμ.), Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες, Αθήνα: Ένωση Ελλήνων Φυσικών & Τροχαλία.

- Aviram, A. (2001). From ‘computers in the classroom’ to mindful radical adaptation by education systems to the emerging cyber culture. Journal of Educational Change, 1, 331-352.
- Carlsen, O. & Andre, T. (1992). Use of a microcomputer simulation and conceptual change text to overcome student preconceptions about electric circuits. Journal of Computer-based Instruction, 19(4), 105-109.
- Dertouzos, M. (1997). What Will Be in the New Century? San Francisco: Harper Edge.
- Martin-Blas, T. & Serrano-Fernandez, A. (2009). The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics. Computers & Education, 52, 35-44.
- Psillos, D., Koumaras, P. & Tiberghien, A. (1988). Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching sequence on DC circuits. International Journal of Science Education, 10(1), 29-43.
- Şahinkayası, Y. (2003). Modeling the ICT related factors with the mathematical literacy and problem solving skills of the students in the PISA 2003. http://sites.google.com/site/eonas1/ekpaideutika/tpe1/PISA_2003.doc?attredirects=1&d=1

Van der Berg, E. and Grosheide, W. (1997). Learning and teaching about energy, power, current and voltage. School Science Review, 78(284), 89-94.

Συνεδρία 13: Διδασκαλία και Μάθηση Θεμάτων του Μικρόκοσμου

Οι κύριες συνιστώσες της κατανόησης της σωματιδιακής δομής και των αλλαγών κατάστασης της ύλης

Γεώργιος Τσιτσιπής[α], Δημήτριος Σταμοβλάσης[β] και Γεώργιος Παπαγεωργίου[α]
[α]*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης*
[β]*Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής*
e-mails: g_tsits@otenet.gr / stadi@phil.auth.gr / gpapageo@eled.duth.gr

Περίληψη
Στην εργασία αυτή γίνεται ανάλυση κυρίων συνιστωσών (Principal Components Analysis-PCA), μέσω της οποίας αναδεικνύονται οι κύριες συνιστώσες της κατανόησης από μαθητές γυμνασίου, της Σωματιδιακής Δομής και των Αλλαγών Κατάστασης της Ύλης (ΣΔΑΚΥ). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με την συμμετοχή 329 μαθητών τρίτης γυμνασίου (ηλικία 14-15). Η *σωματιδιακή* και η *συλλογική* διάσταση της κατανόησης της ΣΔΑΚΥ, ο κενός χώρος ανάμεσα στα δομικά σωματίδια της ύλης καθώς και οι εγγενείς κινήσεις των δομικών αυτών σωματιδίων αντιπροσωπεύουν μερικές από τις κύριες συνιστώσες που αναδεικνύονται από τη στατιστική ανάλυση (PCA). Οι κύριες συνιστώσες συζητούνται και συγκρίνονται με τις διαστάσεις κατανόησης της ΣΔΑΚΥ που αναφέρονται στη βιβλιογραφία και που έχουν προταθεί από ποιοτικές έρευνες ή έχουν καθοριστεί στη βάση ενός εννοιολογικού περιεχομένου. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, σε συνδυασμό με ευρήματα άλλων εργασιών μπορούν να στηρίξουν τον σχεδιασμό αποτελεσματικών διδακτικών παρεμβάσεων σχετικών με τη ΣΔΑΚΥ.

Abstract
In this study, a Principal Components Analysis is performed, by means of which the principal components of junior high-school students' understanding of the Particulate Nature of Matter (ParNoMa) and its Changes of State are investigated. The study was conducted with the participation of 329 ninth-grade junior high school Greek pupils. The *particulate* and the *collective* dimensions of students' understanding of ParNoMa, the empty space between particles as well as the intrinsic motion of the particles represent some of the principal components extracted by the statistical analysis. The principal components are discussed and compared with the dimensions of understanding of the particulate nature of matter and its physical changes reported in the literature and proposed by qualitative methods or determined on a conceptual basis. Besides, the present PCA analysis in combination with findings of other studies could support efficient teaching interventions for the particulate nature of matter and its physical changes.

Εισαγωγή

Οι ιδέες των μαθητών σχετικά με τη Σωματιδιακή Δομή και τις Αλλαγές Κατάστασης της Ύλης (ΣΔΑΚΥ) έχουν διερευνηθεί και παρουσιαστεί μέσα από έναν μεγάλο αριθμό ερευνητικών μελετών. Εν συντομία, οι ιδέες αυτές αφορούν στα παρακάτω:
Οι μαθητές συχνά θεωρούν ότι η ύλη είναι συνεχής. Παρόλα αυτά, αυτοί που υιοθετούν ένα σωματιδιακό μοντέλο για τη δομή της ύλης δείχνουν δυσκολίες κατανόησης σε σημαντικές πλευρές της σωματιδιακής θεωρίας οι οποίες κυρίως σχετίζονται με το χώρο μεταξύ των δομικών σωματιδίων, τις εγγενείς κινήσεις των δομικών σωματιδίων, τη σχετική αραίωση των δομικών σωματιδίων στις τρείς καταστάσεις της ύλης, τις δυνάμεις μεταξύ των δομικών

σωματιδίων και τη φύση των σωματιδίων αυτών (Dow, Auld & Wilson 1978, Novick & Nussbaum 1978, Lee et al. 1993, Johnson 1998a). Σε μία προσπάθεια να διερευνήσει τις ποικίλες αντιλήψεις των μαθητών που σχετίζονται με τη φύση της ύλης και να τις οργανώσει σε εννοιολογικές κατηγορίες, μια διαχρονική μελέτη που διεξήχθη από τον Johnson (1998a) οδήγησε στον σχηματισμό διακριτών μοντέλων για την κατάταξη των μαθητών στη βάση της «σωματιδιακής» τους σκέψης. Αυτά τα διακριτά μοντέλα ορίζονται παρακάτω:
Μοντέλο Χ: Η ουσία είναι συνεχής. Οι σωματιδιακές ιδέες δεν έχουν κανένα νόημα.
Μοντέλο Α: Σωματίδια υπάρχουν μέσα σε μία συνεχή ουσία. Τα σωματίδια αυτά είναι πρόσθετα στην ουσία.
Μοντέλο Β: Τα σωματίδια είναι η ουσία αλλά τα σωματίδια αυτά έχουν μακροσκοπικό χαρακτήρα. Θεωρούνται της ίδιας ποιότητας όπως και το μακροσκοπικό δείγμα, δηλαδή κυριολεκτικά μικρά κομμάτια από αυτό. Δεν υπάρχει τίποτα μεταξύ των σωματιδίων.
Μοντέλο C: Τα σωματίδια είναι η ουσία. Οι ιδιότητες κατάστασης γίνονται αντιληπτές ως συλλογικές ιδιότητες των σωματιδίων.
Εκτός από τα παραπάνω, υπάρχουν και ενδιάμεσα μοντέλα. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα σωματιδιακά μοντέλα, ο Johnson (1998a) διέκρινε δύο διαστάσεις ανάπτυξης των ιδεών των μαθητών: μια *συνεχή-σωματιδιακή* διάσταση και μια *μακροσκοπική-συλλογική* διάσταση. Εξ άλλου, οι δύο αυτές διαστάσεις κατανόησης ή γενικά η κατανόηση της σωματιδιακής δομής των ουσιών βρέθηκαν να αποτελούν ουσιαστικές προϋποθέσεις για την *κατανόηση των αλλαγών κατάστασης* ή την ικανότητα *μικροσκοπικών ερμηνειών των αλλαγών κατάστασης,* είτε μέσω ποιοτικών μεθόδων (Johnson 1998b,c, Papageorgiou & Johnson 2005) είτε μέσω ποσοτικών μεθόδων (Papageorgiou, Stamovlasis & Johnson 2010, Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou 2010).
Σε όλες τις παραπάνω έρευνες, οι διαστάσεις κατανόησης που χρησιμοποιήθηκαν (*σωματιδιακή διάσταση, συλλογική διάσταση, μικροσκοπικές ερμηνείες των αλλαγών κατάστασης*) είτε είχαν οριστεί στη βάση ενός εννοιολογικού περιεχομένου ή προτάθηκαν μετά από ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών. Το ερώτημα το οποίο εγείρεται στη συνέχεια είναι το κατά πόσο οι παραπάνω διαστάσεις μπορούν να προκύψουν από τις απαντήσεις των υποκειμένων μέσα από ποσοτική στατιστική ανάλυση, όπως επίσης το κατά πόσο μέσα από μια τέτοια ποσοτική ανάλυση μπορούν να αναδειχθούν νέες διαστάσεις.

Η ταυτότητα της έρευνας

Στην παρούσα ερευνητική εργασία πραγματοποιείται *ανάλυση κυρίων συνιστωσών* (Principal Components Analysis-PCA), η οποία οδηγεί στην ανάδειξη των *κυρίων συνιστωσών* της κατανόησης της ΣΔΑΚΥ με βάση τα δεδομένα που αποκτήθηκαν από τη συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου από τους μαθητές. Πρόκειται για μια ποσοτική ανάλυση με την οποία μπορεί να διερευνηθεί το κατά πόσο οι διαστάσεις κατανόησης της ΣΔΑΚΥ όπως αυτές που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα επιβεβαιώνονται –όλες ή μερικές από αυτές- ως κύριες συνιστώσες της εν λόγω κατανόησης. Πέραν της πιθανής επιβεβαίωσης, η PCA μπορεί να αναδείξει και νέες κύριες συνιστώσες, πράγμα το οποίο μπορεί να είναι χρήσιμο σε μελλοντικές ερευνητικές προσεγγίσεις. Επιπλέον, όλες οι κύριες συνιστώσες για την κατανόηση της ΣΔΑΚΥ που αναδεικνύονται παρουσιάζουν ξεχωριστό ενδιαφέρον για τη διδακτική πράξη αφού υποδεικνύουν θεματικές ενότητες που αξίζουν ιδιαίτερης διδακτικής προσοχής.

Η μεθοδολογία της έρευνας

Τα υποκείμενα

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή 329 μαθητών τρίτης γυμνασίου (ηλικία 14-15) από τους οποίους 160 ήταν αγόρια και 169 κορίτσια. Το δείγμα απαρτίστηκε από όλους τους μαθητές 18 τμημάτων Γ΄ τάξης, κάθε ένα από τα οποία ανήκε σε ένα διαφορετικό σχολείο. Όλα τα σχολεία βρίσκονται στο νομό Φθιώτιδας. Επτά από αυτά βρίσκονται στην πρωτεύουσα (Λαμία), ενώ τα υπόλοιπα 11 είναι σκορπισμένα σε άλλους δήμους του νομού. Σχεδόν όλα τα γυμνάσια της πρωτεύουσας και σχεδόν τα μισά από τα υπόλοιπα γυμνάσια του νομού πήραν μέρος στην έρευνα.

Το εργαλείο

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ενός γραπτού τεστ. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ελέγχει την *κατανόηση της σωματιδιακής δομής και των αλλαγών κατάστασης της ύλης* εκ μέρους των *μαθητών*. Αποτελείται από 9 τμήματα που καλύπτουν τα ακόλουθα θέματα: τη σωματιδιακή φύση της ύλης, τις ιδιότητες κατάστασης ως αποτέλεσμα της συλλογικής συμπεριφοράς των μορίων, την τήξη, τον βρασμό, την εξάτμιση και την συμπύκνωση. Συγκροτήθηκε από επιλεγμένες ερωτήσεις οι οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί για να ελέγξουν την κατανόηση των παραπάνω θεμάτων σε μια σειρά από έρευνες (Osborne & Cosgrove 1983, Johnson 1998a,b,c, Papageorgiou, Stamovlasis & Johnson 2010).

Οι ερωτήσεις του τεστ αφορούν στα παρακάτω:

<u>Μέρος πρώτο:</u> Η σωματιδιακή φύση της ύλης.

Οι τρείς πρώτες ερωτήσεις (1Α, 1Β και 1C) αφορούν στη στερεή κατάσταση.

1Α. Δομή της ζάχαρης.

1Β. Κενός χώρος ανάμεσα στα μόρια της ζάχαρης.

1C. Κινήσεις των μορίων της ζάχαρης.

Οι επόμενες τρείς ερωτήσεις (2Α, 2Β και 2C) αφορούν στην υγρή κατάσταση.

2Α. Δομή του νερού.

2Β. Κενός χώρος ανάμεσα στα μόρια του νερού.

2C. Κινήσεις των μορίων του νερού.

Οι επόμενες τρείς ερωτήσεις (3Α, 3Β και 3C) αφορούν στην αέρια κατάσταση.

3Α. Δομή του οξυγόνου.

3Β. Κενός χώρος ανάμεσα στα μόρια του οξυγόνου.

3C. Κινήσεις των μορίων του οξυγόνου.

<u>Μέρος δεύτερο:</u> Οι ιδιότητες της ύλης ως αποτέλεσμα της συλλογικής συμπεριφοράς των σωματιδίων (μορίων).

Οι επόμενες τρείς ερωτήσεις (4Α, 4Β και 4C) αφορούν στην ίδια ουσία σε τρείς διαφορετικές θερμοκρασίες.

4Α. Δυνατότητα προσδιορισμού του κατά πόσο ένα μόριο νερού προέρχεται από πάγο, νερό ή ατμό.

4Β. Δυνατότητα προσδιορισμού μιας φυσικής κατάστασης για ένα μόριο πάγου, ένα μόριο νερού και ένα μόριο ατμού.

4C. Σύγκριση μεταξύ ενός μορίου πάγου, ενός μορίου νερού και ενός μορίου ατμού.

Οι επόμενες δύο ερωτήσεις (5Α και 4Β) αφορούν σε τρείς διαφορετικές ουσίες ευρισκόμενες στην ίδια θερμοκρασία.

5Α. Δυνατότητα προσδιορισμού μιας φυσικής κατάστασης για ένα μόριο ζάχαρης, ένα μόριο νερού και ένα μόριο οξυγόνου.

5Β. Σύγκριση μεταξύ ενός μορίου ζάχαρης, ενός μορίου νερού και ενός μορίου οξυγόνου.

<u>Μέρος τρίτο:</u> Οι αλλαγές κατάστασης της ύλης.

Οι επόμενες τρείς ερωτήσεις (6Α, 6Β και 6C) αφορούν στην τήξη.

6Α. Προσδιορισμός της ουσίας που προκύπτει μετά την τήξη του κεριού.

6Β. Δομή του κεριού πριν και μετά τη τήξη.

6C. Μικροσκοπική ερμηνεία της τήξης του κεριού.

Οι επόμενες δύο ερωτήσεις (7Α και 7Β) αφορούν στον βρασμό.
7Α. Προσδιορισμός των ουσιών μέσα και έξω από τις φυσαλίδες στο νερό που βράζει.
7Β. Δομή των ουσιών μέσα και έξω από τις φυσαλίδες στο νερό που βράζει.
Οι επόμενες τρείς ερωτήσεις (8Α, 8Β και 8C) αφορούν στην εξάτμιση.
8Α. Διαφορές μεταξύ βρασμού και εξάτμισης.
8Β. Δομή του εξατμισμένου νερού.
8C. Μικροσκοπική ερμηνεία της εξάτμισης του νερού.
Οι επόμενες δύο ερωτήσεις (9Α και 9Β) αφορούν στην συμπύκνωση.
9Α. Προσδιορισμός της ουσίας των σταγόνων που προέρχονται από τη συμπύκνωση των υδρατμών.
9Β. Μικροσκοπική ερμηνεία της συμπύκνωσης των υδρατμών.
Ο συντελεστής αξιοπιστίας Cronbach's alpha που υπολογίστηκε για το παραπάνω εργαλείο και το παρών δείγμα είναι 0,86. Το παραπάνω εργαλείο έχει χρησιμοποιηθεί και σε άλλη προηγούμενη έρευνα (Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou 2010) όπου γίνεται αναλυτική και λεπτομερής παρουσίαση του.

Η στατιστική μέθοδος
Η στατιστική επεξεργασία κατά την ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) συνίσταται στην αντικατάσταση του συνόλου των ερωτήσεων του χρησιμοποιηθέντος ερωτηματολογίου που αποτελούν συσχετισμένες μεταβλητές με έναν όσο το δυνατόν μικρότερο αριθμό ασυσχέτιστων μεταβλητών (*κύριες συνιστώσες*) στις οποίες περιλαμβάνεται όσο το δυνατόν περισσότερη πληροφορία από το σύνολο των αποτελεσμάτων των ερωτήσεων.

Στατιστική ανάλυση και αποτελέσματα

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, από την ανάλυση προκύπτουν έξι κύριες συνιστώσες με *ιδιοτιμές* (eigenvalues) μεγαλύτερες της μονάδας. Και οι έξι κύριες συνιστώσες μαζί ερμηνεύουν το 58,0% της διακύμανσης του συνόλου των ερωτήσεων. Οι υπόλοιπες συνιστώσες μετά την έκτη παραλείπονται αφού κάθε μια από αυτές ερμηνεύει μικρό μέρος της υπόλοιπης διακύμανσης. Αυτό φαίνεται παραστατικά στο διάγραμμα ιδιοτιμών ή διάγραμμα scree του Σχήματος 1, το οποίο σχηματίζει έναν μικρό «αγκώνα» στην 6η κύρια συνιστώσα, σημείο μετά από το οποίο παρατηρείται μια σαφής μείωση της κλίσης.

Σχήμα 1: Διάγραμμα scree των ιδιοτιμών σε σχέση με τις κύριες συνιστώσες.

Πίνακας 1: Η εξηγημένη διακύμανση για τις έξι πρώτες κύριες συνιστώσες

Συνιστώσες	Ιδιοτιμές	Εξηγημένη Διακύμανση %	Αθροιστική Εξηγημένη Διακύμανση %
1	6,727	28,030	28,030
2	1,770	7,376	35,405
3	1,672	6,968	42,374
4	1,438	5,990	48,364
5	1,308	5,448	53,812
6	1,004	4,183	57,995

Πίνακας 2: Τα *φορτία* των έξι πρώτων κυρίων συνιστωσών

Κοινό γνώρισμα των ερωτήσεων	Ερωτήσεις	Συνιστώσες					
		1	2	3	4	5	6
Σωματιδιακή δομή της ύλης	1A	**0,690**	0,168	0,008	-0,028	-0,040	0,016
	2A	**0,699**	0,088	0,033	0,057	0,125	0,001
	3A	**0,679**	0,093	0,139	0,196	-0,041	0,164
	6B	**0,638**	0,133	0,226	0,104	0,209	0,168
	7B	**0,567**	0,047	0,355	0,106	0,056	0,315
	8B	**0,554**	0,114	0,098	0,170	0,115	0,300
Ερμηνείες	6C	0,380	**0,515**	0,337	0,005	0,276	0,107
	8C	0,190	**0,803**	0,133	0,165	0,119	0,128
	9B	0,055	**0,840**	0,017	0,143	0,038	0,100
Συλλογική διάσταση	5A	0,231	**0,625**	0,400	-0,099	-0,151	0,096
	5B	-0,080	0,134	**0,507**	0,135	0,274	-0,012
	4A	0,137	0,139	**0,564**	0,060	0,083	0,153
	4B	0,303	0,389	**0,584**	0,040	-0,053	0,076
	4C	0,419	0,069	**0,617**	0,175	0,042	-0,090
Ταυτοποίηση ουσιών	7A	-0,020	-0,114	**0,567**	-0,040	0,090	0,470
Κενός χώρος	1B	-0,002	0,042	0,117	**0,845**	0,045	-0,009
	2B	0,099	0,082	0,100	**0,817**	0,064	0,107
	3B	0,358	0,119	0,014	**0,673**	-0,036	0,146
Κινήσεις μορίων	1C	-0,048	-0,011	0,110	0,061	**0,810**	0,056
	2C	0,479	0,046	0,057	-0,038	**0,650**	0,040
	3C	0,503	0,202	0,241	0,053	**0,562**	0,047
Ταυτοποίηση ουσιών / /φαινομένων	6A	0,165	0,075	0,199	0,034	0,033	**0,676**
	8A	0,186	0,141	0,355	0,047	0,068	**0,399**
	9A	0,113	0,170	-0,085	0,137	0,008	**0,680**

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται όλα τα *φορτία* ή *επιβαρύνσεις* των έξι κύριων συνιστωσών για κάθε μια από τις 24 ερωτήσεις (συσχετισμένες μεταβλητές) του ερωτηματολογίου. Με βάση τα *φορτία* αυτά διαπιστώνεται ότι η πρώτη ($1^η$) κύρια συνιστώσα συγκροτείται ολοκληρωτικά από τις ερωτήσεις 1Α, 2Α, 3Α, 6Β, 7Β και 8Β, οι οποίες στο σύνολό τους ελέγχουν την κατανόηση της σωματιδιακής δομής των ουσιών στις τρείς καταστάσεις της ύλης. Έτσι, το όνομα που δίνεται στην $1^η$ κύρια συνιστώσα είναι: *σωματιδιακή δομή της ύλης*. Η δεύτερη ($2^η$) κύρια συνιστώσα συντίθεται πρωταρχικά από τις ερωτήσεις (6C, 8C και 9Β) που ελέγχουν την ικανότητα των μαθητών για μικροσκοπική ερμηνεία των αλλαγών κατάστασης μέσω της περιγραφής των μηχανισμών μετάβασης από τις καταστάσεις πριν τις αλλαγές στις καταστάσεις μετά, με βάση τις σωματιδιακές δομές των ουσιών. Γι αυτό η $2^η$ κύρια συνιστώσα παίρνει το όνομα: *ερμηνείες*. Η ερώτηση 5Α που περιλαμβάνεται στη συνιστώσα αυτή ανήκει εννοιολογικά στην επόμενη κύρια συνιστώσα (*συλλογική διάσταση)* που όμως αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για μια ικανότητα στις ερμηνείες των αλλαγών κατάστασης. Από την άλλη πλευρά, η ερώτηση 5Α επιβαρύνει με αρκετό *φορτίο* και την τρίτη ($3^η$) κύρια συνιστώσα (0,400) η οποία συγκροτείται κυρίως από όλες τις άλλες ερωτήσεις (5Β, 4Α, 4Β και 4C) που ελέγχουν την κατανόηση των μακροσκοπικών ιδιοτήτων κατάστασης ως αποτέλεσμα της συλλογικής συμπεριφοράς των δομικών σωματιδίων σε μικροσκοπικό επίπεδο. Γι αυτό το λόγο δίνεται στην $3^η$ κύρια συνιστώσα το όνομα: *συλλογική διάσταση*. Η συμμετοχή στην $3^η$ συνιστώσα της ερώτησης 7Α, η οποία ελέγχει την ταυτοποίηση ουσιών, δεν φαίνεται να έχει κάποιο ιδιαίτερο νόημα. Όμως η ερώτηση 7Α επιβαρύνει με μεγάλο φορτίο (0,470) και την κύρια συνιστώσα: *ταυτοποίηση ουσιών/ φαινομένων* στην οποία ανήκει εννοιολογικά. Η τέταρτη ($4^η$) κύρια συνιστώσα συντίθεται ολοκληρωτικά από τις ερωτήσεις 1Β, 2Β και 3Β που ελέγχουν την κατανόηση της ύπαρξης κενού χώρου ανάμεσα στα μόρια των ουσιών και επομένως θα ονομαστεί: *κενός χώρος*. Η πέμπτη ($5^η$) κύρια συνιστώσα συγκροτείται πλήρως από τις ερωτήσεις 1C, 2C και 3C που σχετίζονται με την κατανόηση της εγγενούς κίνησης των μορίων και παίρνει το όνομα: *κίνηση μορίων*. Τέλος, η έκτη ($6^η$) κύρια συνιστώσα συντίθεται από τις ερωτήσεις 6Α, 8Α και 9Α. Από αυτές, οι 6Α και 9Α αναφέρονται σε ταυτοποίηση ουσιών ενώ η 8Α αναφέρεται στη διάκριση μεταξύ των φαινομένων του βρασμού και της εξάτμισης. Επειδή αυτή η διάκριση συντελεί στην ταυτοποίηση του καθενός από τα δύο αυτά φαινόμενα, η 8Α ερώτηση μπορεί να θεωρηθεί ότι σχετίζεται ακριβώς με την ταυτοποίηση των δύο φαινομένων. Έτσι το όνομα της $6^{ης}$ συνιστώσας στην οποία υπάγονται οι τρείς τελευταίες ερωτήσεις θα είναι: *ταυτοποίηση ουσιών/φαινομένων*. Σημειώνεται και πάλι ότι η ερώτηση 7Α που αναφέρεται και αυτή στην ταυτοποίηση ουσιών και που η υπαγωγή της στην $3^η$ κύρια συνιστώσα φαίνεται χωρίς σημασία, επιβαρύνει με αρκετό *φορτίο* την $6^η$ συνιστώσα.

Συμπεράσματα, συζήτηση και συνέπειες για τη διδασκαλία

Από την παραπάνω στατιστική ανάλυση επιβεβαιώνονται ως κύριες συνιστώσες οι διαστάσεις κατανόησης της ΣΔΑΚΥ: *συλλογική διάσταση* ($2^η$) και *ερμηνείες* ($3^η$) οι οποίες, όπως προαναφέρθηκε και στην εισαγωγή της εργασίας αυτής, έχουν καθοριστεί στη βιβλιογραφία στη βάση ενός εννοιολογικού περιεχομένου ή έχουν προταθεί μέσα από ποιοτική ανάλυση (Johnson 1998a,c, Papageorgiou, Stamovlasis & Johnson 2010, Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou 2010). Η $1^η$ κύρια συνιστώσα (*σωματιδιακή δομή της ύλης*) σχετίζεται με την κατανόηση της σωματιδιακής δομής των ουσιών στις τρείς καταστάσεις της ύλης κυρίως σε ότι αφορά την ύπαρξη και τη διάταξη των δομικών σωματιδίων. Η ύπαρξη κενού χώρου ανάμεσα στα δομικά σωματίδια και η εγγενής κίνηση των σωματιδίων αυτών βρέθηκαν να συγκροτούν ξεχωριστές νέες κύριες συνιστώσες κατανόησης, δηλαδή τις ομώνυμες συνιστώσες: *κενός χώρος* ($4^η$) και *κινήσεις μορίων* ($5^η$).

Και οι τρείς παραπάνω κύριες συνιστώσες (1η, 4η και 5η) αντιστοιχούν σε εννοιολογικές περιοχές στενότερες από εκείνη της αναφερόμενης στη βιβλιογραφία *σωματιδιακής διάστασης*, η οποία και τις περιλαμβάνει (Johnson 1998a, Papageorgiou, Stamovlasis & Johnson 2010, Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou 2010).
Όσον αφορά στην 6η κύρια συνιστώσα με την ονομασία *ταυτοποίηση ουσιών/φαινομένων,* είναι και αυτή μια νέα κύρια συνιστώσα. Η ανάδειξή της είναι σε συμφωνία με ένα 'ουσιοκεντρικό' πλαίσιο διδασκαλίας της σωματιδιακής θεωρίας που εισάγεται από τους Johnson & Papageorgiou (2010), το οποίο δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στην έννοια της ουσίας ως βάσης για την κατανόηση των σωματιδιακών δομών και των αλλαγών κατάστασης.
Πέραν του ερευνητικού ενδιαφέροντος, οι κύριες συνιστώσες της κατανόησης της ΣΔΑΚΥ που αναδείχτηκαν στην παρούσα έρευνα παρουσιάζουν επίσης και ιδιαίτερο εκπαιδευτικό ενδιαφέρον αφού υποδεικνύουν θεματικές ενότητες με ξεχωριστό διδακτικό βάρος. Αυτές οι κύριες συνιστώσες προτείνονται ως βασικές συστατικές θεματικές ενότητες μιας σειράς διδασκαλιών για τη σωματιδιακή δομή και τις αλλαγές κατάστασης της ύλης. Έτσι, προτείνεται ιδιαίτερη προσοχή και έμφαση στη διδασκαλία των θεματικών ενοτήτων:

- ✓ Σωματιδιακή δομή της ύλης για τη στερεή, υγρή και αέρια κατάσταση.
- ✓ Κενός χώρος μεταξύ των δομικών τους σωματιδίων.
- ✓ Εγγενείς κινήσεις των δομικών σωματιδίων στις τρείς καταστάσεις της ύλης.
- ✓ Οι ιδιότητες κατάστασης ως αποτέλεσμα της συλλογικής συμπεριφοράς των δομικών σωματιδίων.
- ✓ Ταυτοποίηση των ουσιών πριν και μετά τις αλλαγές των φυσικών καταστάσεων καθώς και διάκριση μεταξύ βρασμού-εξάτμισης.
- ✓ Μικροσκοπικές ερμηνείες των φαινομένων των αλλαγών κατάστασης μέσω της περιγραφής των μηχανισμών μετάβασης από τις καταστάσεις πριν τις αλλαγές στις καταστάσεις μετά, με βάση τις σωματιδιακές δομές των ουσιών.

Επιπλέον, προτείνεται μία συγκεκριμένη σειρά διδασκαλίας για τις παραπάνω έξι θεματικές ενότητες σχετικά με τη ΣΔΑΚΥ η οποία φαίνεται στο Σχήμα 2. Στη σειρά αυτή οι τρείς πρώτες θεματικές ενότητες είναι θεμελιακές και αντιστοιχούν σε πλήρη κάλυψη όλων των εννοιών που σχετίζονται με τις σωματιδιακές δομές των ουσιών.

Σχήμα 2: Η διδακτική σειρά των έξι (6) θεματικών ενοτήτων

Εξ άλλου, από προγενέστερες έρευνες προκύπτει ότι η συλλογική διάσταση της κατανόησης της δομής της ύλης έπεται της σωματιδιακής (Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou 2010)

ενώ και οι δύο παραπάνω διαστάσεις (σωματιδιακή και συλλογική) προηγούνται της κατανόησης των αλλαγών κατάστασης και της ικανότητας για μικροσκοπικές ερμηνείες των αλλαγών αυτών (Johnson 1998b,c, Papageorgiou & Johnson 2005, Papageorgiou, Stamovlasis & Johnson 2010, Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou 2010). Τα παραπάνω υποστηρίζουν τη διδακτική σειρά της 4^{ης}, 5^{ης} και 6^{ης} θεματικής ενότητας (Σχήμα 2).

Βιβλιογραφία

Dow, W. M., Auld, J. & Wilson, D. (1978). Pupils' Concepts of Gases, Liquids and Solids (Dundee: Northern College of Education, Dundee Campus).

Johnson, P. M. (1998a). Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory: A longitudinal study. International Journal of Science Education, 20, 393–412.

Johnson, P. M. (1998b). Children's understanding of state involving the gas state, Part 2. Evaporation and condensation below boiling point. International Journal of Science Education, 20, 695–709.

Johnson, P. M. (1998c). Children's understanding of state involving the gas state, Part 2: evaporation and condensation below boiling point. International Journal of Science Education, 20, 695–709.

Johnson, P. & Papageorgiou, G. (2010). Rethinking the Introduction of Particle Theory: A Substance-Based Framework. Journal of Research in Science Teaching, 47(2), 130-150.

Lee, O., Eichinger, D., Anderson, C., Berkheimer, C. & Blakeslee, T. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. Journal of Research in Science Teaching, 30, 249–270.

Novick, S. & Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: an interview study. Science Education, 62, 273-281.

Osborne, R. J. & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. Journal of Research in Science Teaching, 20, 825–838.

Papageorgiou, G. & Johnson, P. (2005). Do particle ideas help or hinder pupils' understanding of phenomena? International Journal of Science Education, 27(11), 1299–1317

Papageorgiou, G., Stamovlasis, D. & Johnson, P. (2010). Primary teachers' particle ideas and explanations of physical phenomena: the effect of an in-service training course. International Journal of Science Education, 32(5), 629-652.

Tsitsipis, G., Stamovlasis, D. & Papageorgiou, G. (2010). The effect of three cognitive variables on students' understanding of the particulate nature of matter and its changes of state. International Journal of Science Education, 32(8), 987-1016.

Θερμική διαστολή στερεών και στατικός ηλεκτρισμός. Γνωριμία των παιδιών της Ε' Δημοτικού με ένα απλό σωματιδιακό μοντέλο της δομής της ύλης με τη βοήθεια εκπαιδευτικών λογισμικών

Ευθύμιος Τζήμος

Εκπαιδευτικός (Δημοτικό Σχολείο Ελαιοχωρίου Καβάλας), efthtzimos@sch.gr

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μια προσπάθεια να διερευνηθεί η φύση των αντιλήψεων των μαθητών/ριών τη Ε' τάξης Δημοτικού γύρω από τα φαινόμενα της θερμικής διαστολής των στερεών και του στατικού ηλεκτρισμού και κατά πόσο αυτά μπορούν να προσεγγιστούν με τη χρήση σύγχρονων περιβαλλόντων μάθησης. Χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια (αρχικό και τελικό), φύλλο εργασίας, καθώς και το λογισμικό «Φαινόμενα και μοντέλα του φυσικού κόσμου». Οι ερευνητικές υποθέσεις της έρευνας εστιάστηκαν στο εάν οι μαθητές/ριες είναι σε θέση:

- να κατανοήσουν τη μεταβολή στον όγκο ενός στερεού μετά την επίδραση της θερμότητας, μέσω της γνωριμίας τους με ένα απλό σωματιδιακό μοντέλο της δομής της ύλης
- να προσεγγίσουν το μικροσκοπικό μοντέλο υλικού οικοδομήματος που περιλαμβάνει πυρήνες και ηλεκτρόνια, καθώς και τα φαινόμενα ηλέκτρισης λόγω τριβής και από επαγωγή.

Γεγονός αποτέλεσε η σημαντική τροποποίηση, εν τέλει, των αντιλήψεών τους προς το επιστημονικό μοντέλο σχετικά με τα υπό μελέτη μαθησιακά αντικείμενα, κάτι που διαφαίνεται και στις απαντήσεις τους.

Abstract

The present research represents an attempt to explore the nature of fifth grade student's apprehension as far as the phenomenon of expansion of solids and static electricity are concerned. Also it examines if it would be possible to approach them using the current learning environments .Questionnaires (pre and post test), work papers and the software called "Phenomenon and natural world's models". The hypothesis of the research concentrated on whether the students are able to:

- Understand the change of volume of a solid object after the impact of heat, through their acquaintance with a simple particle model of content's conformation.
- Approach the microscopic model of material construction which includes nucleus and electrons as well as the electricity apparitions due to attrition and epagoge.

Fact was the important modification, ultimately, their apprehension towards the scientific model in point of the under study learning objects ,something that comes dimly into sight through their answers.

Εισαγωγή

Το θέμα το οποίο διαπραγματεύεται η παρούσα έρευνα, εμπεριέχεται επίσης και σε δύο καθόλα σημαντικά κεφάλαια του μαθήματος «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε' Δημοτικού. Ξεκινώντας από αυτό της Θερμότητας, γίνεται μια προσπάθεια να προσεγγιστεί από τους/ις μαθητές/ριες για πρώτη φορά ένα σωματιδιακό μοντέλο της δομής της ύλης κατά

τη θερμική διαστολή των στερεών. Κατόπιν, και μέσω αυτού, πραγματοποιείται μια μετάβαση και συνάμα πρώτη γνωριμία των παιδιών με το φαινόμενο του στατικού ηλεκτρισμού. Το γεγονός και μόνο, λοιπόν, τις πρώτης γνωριμίας των παιδιών με δύο τόσο νευραλγικούς άξονες των Φυσικών Επιστημών σηματοδοτεί από μόνο του την αναγκαιότητα μιας περαιτέρω έρευνάς του.

Μέσα από την πειραματική διδασκαλία που θα ακολουθηθεί και σε συνδυασμό με τους ειδικότερους στόχους του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών, αναμένεται από τους/ις μαθητές/ριες:

- να αποκτήσουν μια πρώτη επαφή με τη σωματιδιακή φύση ενός στερεού
- να διαπιστώσουν τις αλλαγές στη σωματιδιακή δομή ενός στερεού κατά τη θέρμανσή του
- να κατανοήσουν πότε ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο και ποια είναι τα είδη των φορτίων
- να ανακαλύψουν και να αναπαραστήσουν τι συμβαίνει όταν δύο ηλεκτρισμένα σώματα πλησιάσουν μεταξύ τους.

Η πραγματοποίηση της ανασκόπησης στη βιβλιογραφία σχετικά με τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των παιδιών πάνω στα εξεταζόμενα θέματα, αποτελεί εφαλτήριο για κάθε εκπαιδευτικό που θέλει να προωθήσει νέα μαθησιακά περιβάλλοντα μάθησης. Οι παρανοήσεις των παιδιών, η αδρανής γνώση, τα λάθη και οι αντιφάσεις τους κατά την εξήγηση φυσικών φαινομένων, λαμβάνονται υπόψη και χρησιμοποιούνται εποικοδομητικά για την προσέγγιση του επιστημονικού μοντέλου ερμηνείας.

Τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης από τη στιγμή που αδυνατούν να έχουν οπτική επαφή με μόρια, άτομα, ηλεκτρομαγνητικά πεδία και τις αλλαγές που συμβαίνουν σε αυτά (Βλάχος, 2004). πιστεύουν ότι η αύξηση του όγκου σε ένα στερεό μετά από τη θερμική του διαστολή, συνοδεύεται και από ταυτόχρονη αύξηση των μορίων του (Κόκκοτας, 2002). Έρευνες δείχνουν ότι τα παιδιά δυσκολεύονται στην κατανόηση της σωματιδιακής φύσης της ύλης (Σταυρίδου, 1995). Πιστεύουν καταρχήν ότι τα υλικά είναι φτιαγμένα από «μικρά κομματάκια» ή «μόρια» ή «άτομα». Λέγοντας άτομα όμως, θεωρούν πως αυτά είναι και πάλι «μικρά κομματάκια στερεού» (ή «μικρές σταγόνες νερού») τα οποία είναι ακίνητα, ανομοιόμορφα και χωρίς συνεκτική δύναμη (Driver, 2000). Προσπαθώντας οι μαθητές/ριες να ερμηνεύσουν σωστά φαινόμενα του στατικού ηλεκτρισμού σε εργασία των Furio et al. (2004, αναφ. σε Κολυμένου 2006), θεώρησαν ότι *τα ουδέτερα σώματα δεν έχουν ηλεκτρικά φορτία αλλά αυτά δημιουργούνται μετά από την τριβή του σώματος με κάποιο άλλο σώμα (creationist)* και ότι *ένα φορτισμένο σώμα δεν ασκεί καμία επίδραση σε ένα ουδέτερο σώμα (δεν έχει ηλεκτρικά φορτία)*. Ακόμη, για τους/ις μαθητές/ριες ο ηλεκτρισμός είναι σαν ένα ρευστό που αποτελείται από σωμάτια που διαδίδονται μέσω των αγωγών. Μόνο όταν το «ηλεκτρικό ρευστό» περάσει από το ένα σώμα στο άλλο θεωρούν ότι συντελείται ηλεκτρική αλληλεπίδραση. *«Η ιδέα ότι ο ηλεκτρισμός μπορεί να "ρέει" μέσα από διάφορα σώματα όπως ακριβώς το νερό μέσα σ' έναν σωλήνα μάς είναι ιδιαίτερα οικεία σήμερα»* διαβάζουμε στον ιστότοπο του κέντρου διάδοσης επιστημών και μουσείου τεχνολογίας.

Εδώ είναι που έρχονται να συμβάλουν δημιουργικά οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ), προσφέροντας στο/η μαθητή/ρια ένα νέο, συνεργατικό, διαδραστικό και αλληλεπιδραστικό περιβάλλον. Το παιδί μπορεί πλέον με τη βοήθεια του Η/Υ να υποθέσει, να πειραματιστεί, να εκφραστεί δημιουργικά και σε

συνεργασία, αλλά και να καταλήξει σε συμπεράσματα ανοικοδομώντας τις γνώσεις του. Με τα ανοιχτού τύπου λογισμικά δίνεται επίσης η δυνατότητα να αναπτυχθούν σημαντικές μεταγνωστικές δεξιότητες, καθώς εντοπίζεται έμφαση στη διαδικασία της μάθησης και όχι τόσο στο περιεχόμενο (Papert 1980).

Μεθοδολογία της έρευνας

Σκοπός

Ο γενικός σκοπός της έρευνας αυτής, θα μπορούσε να συμπυκνωθεί στην προσπάθεια να κατανοήσουν τα παιδιά τις αλλαγές στη φυσική κατάσταση ενός στερεού όπως και το φαινόμενο του στατικού ηλεκτρισμού μέσα από την επαφή τους για πρώτη φορά με ένα απλό σωματιδιακό μοντέλο της δομής της ύλης. Είναι πρωταρχικής σημασίας η παραπάνω προσπάθεια να λάβει χώρα σε ένα εποικοδομητικό περιβάλλον μάθησης όπου η συνεργασία και η αλληλεπίδραση των παιδιών παίζουν κυρίαρχο ρόλο, λαμβάνονται υπόψη οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις τους για το αντικείμενο που μελετάται και όλα αυτά με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Ειδικότερα επιδιώκεται:

- Να αναδειχθούν οι πρώιμες (μικροσκοπικές όπου είναι δυνατόν) αντιλήψεις των παιδιών της Ε’ τάξης σχετικά με το φαινόμενο θερμικής διαστολής των στερεών και αυτό του στατικού ηλεκτρισμού.
- Να έρθουν σε επαφή για πρώτη φορά τα παιδιά με ένα απλό σωματιδιακό μοντέλο της δομής ύλης μέσα από ηλεκτρονικές προσομοιώσεις.
- Μέσα από τη χρήση του υπολογιστή και των ηλεκτρονικών εφαρμογών που θα τον συνοδεύουν, να εντοπιστεί κατά πόσο προκύπτουν αλλαγές στις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των παιδιών σχετικά με τα φαινόμενα που εξετάζονται.

Δείγμα της έρευνας

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 14 παιδιά από Δημοτικό Σχολείο του Βόλου (πειραματική ομάδα) του νομού Μαγνησίας και 9 παιδιά από τμήμα της Ε’ τάξης χωριού του νομού Σερρών (ομάδα ελέγχου).

Μέθοδος συλλογής ερευνητικών δεδομένων

Προκειμένου να εντοπιστούν αρχικά οι πρώιμες αντιλήψεις των παιδιών σχετικά με τα φαινόμενα που εξετάζονται, τους δόθηκε στις 18/02/09 ένα ερωτηματολόγιο (pre-test) με έξι ερωτήσεις στο οποίο και αναμενόταν από τα παιδιά να απαντήσουν σε μια διδακτική ώρα. Οι ερωτήσεις είχαν άμεση σύνδεση με τους επιμέρους σκοπούς της έρευνάς μας και προτού τη σύνταξή τους λήφθηκαν υπόψη οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις των παιδιών όπως αυτές αναδείχθηκαν σε παλαιότερες έρευνες (Κόκκοτας 2002, Driver 2000, Furio et al. 2004, Park et al. 2001, Κολυμένου 2006).

Ακολούθησε στις 19/02/09 η δίωρη διδακτική παρέμβαση κατά την οποία τα παιδιά μέσα σε ένα συνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον, θα ακολουθούσαν και θα συμπλήρωναν ανά ομάδες των δύο και των τριών τις οδηγίες-δραστηριότητες ενός φύλλου εργασίας με την παράλληλη χρήση του υπολογιστή και των εφαρμογών του. Μια εβδομάδα μετά τη διδασκαλία (26/02/09), δόθηκε στα παιδιά και ένα δεύτερο ερωτηματολόγιο (post-test) ίδιο με το αρχικό για να συγκριθούν οι απαντήσεις τους και να ελεγχθεί το επίπεδο κατανόησης.

Ερευνητικά δεδομένα για το επίπεδο κατανόησης των παιδιών συλλέχθηκαν επίσης και από ηλεκτρονικά αρχεία ζωγραφικής των παιδιών όπου με το τέλος της δίωρης διδακτικής παρέμβασης και πριν το τελικό ερωτηματολόγιο αναπαρέστησαν μετακίνηση ηλεκτρικών φορτίων κατά την τριβή δύο σωμάτων.

Διδακτικά υλικά

Κατά την πειραματική διδασκαλία επιλέχθηκε ως βασικό εκπαιδευτικό λογισμικό εποικοδομητικού τύπου το «Φαινόμενα και μοντέλα του φυσικού κόσμου». Η εργασία της Σταυρίδου (1995), έδειξε ότι το λογισμικό αυτό *συντελεί σημαντικά στην κατανόηση της ερμηνείας των τρόπων ηλέκτρισης των σωμάτων και στη δημιουργία των κατάλληλων αναπαραστάσεων* (Κολυμένου 2006). Το περιβάλλον του λογισμικού είναι εύκολο στο χειρισμό του και δίνει τη δυνατότητα στο/η μαθητή/ρια να πειραματιστεί και να συζητήσει τις απόψεις του στην ομάδα.

Αφού τα παιδιά έχουν ολοκληρώσει την περιήγησή τους στο παραπάνω λογισμικό, βγαίνουν από την εφαρμογή και συνδέονται διαδικτυακά με τον ιστότοπο του Πανεπιστημίου του Κολοράντο που ονομάζεται ‘’PhET’’. Ο χώρος αυτός στο διαδίκτυο επιλέχθηκε, γιατί προσφέρει στα παιδιά την ευκαιρία να πειραματιστούν εποικοδομητικά και με παιγνιώδη τρόπο επάνω σε διαδραστικές προσομοιώσεις πειραμάτων στατικού ηλεκτρισμού.

Η δίωρη διδασκαλία ολοκληρώνεται με το ανοιχτού τύπου πρόγραμμα ζωγραφικής ‘’Drawing for Children’’. Εδώ ζητείται από τα παιδιά να ζωγραφίσουν το «ταξίδι» που κάνουν τα ηλεκτρόνια όταν τρίβεται ένας μαρκαδόρος σε ένα χαρτομάντιλο. Μπορούν να εκφραστούν ελεύθερα και σε συνεργασία, αποτυπώνοντας τη νέα γνώση που έχουν οικοδομήσει σε ένα σχέδιο.

Παράλληλα με τη λειτουργία των παραπάνω εφαρμογών, δόθηκε στα παιδιά και Φύλλο Εργασίας το οποίο τα καθοδηγούσε κατά την περιήγησή τους στα λογισμικά και το διαδίκτυο, αλλά και περιείχε ερωτήσεις στις οποίες έπρεπε να απαντήσουν με στόχο:

- Να ενθαρρυνθεί η αλληλεπίδραση, η συζήτηση και η συνεργασία μεταξύ τους
- Να καταγράψουν ό,τι προβαλλόταν στην οθόνη καθώς και τα συμπεράσματά τους
- Να διερευνηθεί εάν οι μαθητές/ριες έχουν τροποποιήσει ή αλλάξει τις παλαιότερες αντιλήψεις τους σχετικά με τα επίμαχα φαινόμενα, οικοδομώντας συνάμα τη νέα γνώση που είναι πλησιέστερη προς το επιστημονικό μοντέλο.
- Να συνδέσουν τη νέα γνώση με τους προβληματισμούς και τις ερωτήσεις που τους είχαν τεθεί στο αρχικό ερωτηματολόγιο
- Να αναπαραστήσουν σχηματικά τη μετακίνηση ηλεκτρικών φορτίων κατά την τριβή δύο σωμάτων

Μέθοδος επεξεργασίας ερευνητικών δεδομένων

Αφού με το αρχικό ερωτηματολόγιο αναδείχθηκαν οι πρώιμες αντιλήψεις των παιδιών σχετικά με μια απλή σωματιδιακή προσέγγιση της θερμικής διαστολής των στερεών και του στατικού ηλεκτρισμού, αυτές καταγράφηκαν και κωδικοποιήθηκαν. Μέσα από την ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε και η ένταξή τους σε κατηγορίες.

Αποτελέσματα της έρευνας

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συγκεντρωτικοί πίνακες με την τελική ομαδοποίηση των μαθητικών απαντήσεων στα δύο ερωτηματολόγια (αρχικό και τελικό), συμπεριλαμβανομένων και αυτών του τμήματος ελέγχου. Αυτά σε συνδυασμό με τη μελέτη

των απαντήσεών τους στο φυλλάδιο εργασίας εξαγάγουν χρήσιμα συμπεράσματα για το κατά πόσο οι δύο διδασκαλίες επηρέασαν ή τροποποίησαν τις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών/ριών.

Θερμική διαστολή στερεών

Με την ερώτηση του Πίνακα 1 αναμενόταν από τα παιδιά να φανταστούν τι μπορεί να συμβαίνει στο εσωτερικό ενός σύρματος όταν αυτό διαστέλλεται. Μεγάλο ήταν το ποσοστό των μαθητών/ριών της πειραματικής ομάδας (35,7%) οι οποίοι/ες αναφέρθηκαν σε μοριακή κίνηση πλησιάζοντας το επιστημονικό μοντέλο για να εξηγήσουν τη θερμική διαστολή. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι παρόλο που ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό παιδιών της ομάδας ελέγχου (66,7%) προσπάθησε μετά τη διδασκαλία (χωρίς τη χρήση υπολογιστή) να αναφερθεί σε μοριακή κίνηση, αυτή η αναφορά κρίνεται μη ικανοποιητική προσδίδοντας συχνά στα μόρια ιδιότητες του στερεού (π.χ. «τα μόρια τραβάν θερμότητα», «τα μόρια διαστέλλονται, «τα μόρια χαλαρώνουν/μαζεύονται», «τα μόρια ζεσταίνονται», «τα μόρια διαλύονται»).

Πίνακας 1: Απαντήσεις στην ερώτηση «Τι συμβαίνει στο εσωτερικό του σύρματος και διαστέλλεται το καλοκαίρι;»

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΡΙΩΝ			
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ		ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	
	πριν	μετά	πριν	μετά
Αναφορά σε μοριακή κίνηση (ικανοποιητική)	4	5	1	2
Μεγάλη θερμοκρασία στο εσωτερικό/μπαίνει θερμότητα/ζέστη στο εσωτερικό	3	1	0	0
Αναφορά σε μοριακή κίνηση (όχι ικανοποιητική)	2	3	4	6
Το σύρμα παίρνει θερμότητα (και χαλαρώνει)	1	2	1	0
Ασαφείς – αταξινόμητες απαντήσεις	2	2	2	1
Καμιά απάντηση	2	1	1	0
ΣΥΝΟΛΟ	14	14	9	9

Οι αναπαραστάσεις των παιδιών έδειξαν ότι το λογισμικό βοήθησε τους/ις μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας να σχηματοποιήσουν το εσωτερικό ενός στερεού (βλ. πίνακα 5). Ένα 50% αυτών των παιδιών, λοιπόν, ζωγράφισε μικρές μπάλες ή κύκλους κατανεμημένες/ους ομοιόμορφα στο σχήμα. Πολλά από την άλλη είναι τα παιδιά της ομάδας ελέγχου που είτε τα σχέδιά τους ήταν ασαφή (π.χ. ένα χαμογελαστό ανθρωπάκι) είτε δεν προσπάθησαν να σχεδιάσουν κάτι.

Πίνακας 2: Σχέδια δραστηριότητας «Σχεδίασε στην παρακάτω πέτρα πώς φαντάζεσαι ότι είναι κατασκευασμένο ένα στερεό αντικείμενο; Από τι αποτελείται;»

ΣΧΕΔΙΟ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΡΙΩΝ			
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ		ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	
	πριν	μετά	πριν	μετά
Μικρές μπάλες/κύκλοι κατανεμημένες/οι ομοιόμορφα	5	7	1	0
Μικρές κουκίδες κατανεμημένες ομοιόμορφα	1	2	1	0
Κύκλοι/κουκίδες κατανεμημένοι/ες ανομοιόμορφα	3	0	4	2
Η πέτρα είναι κούφια	1	0	0	0
Ασαφή – αταξινόμητα σχέδια	1	2	2	3
Κανένα σχέδιο	3	3	1	4
ΣΥΝΟΛΟ	14	14	9	9

Στατικός ηλεκτρισμός

Σε επόμενη ερώτηση ο «ήρωας» του ερωτηματολογίου (Ιβάν), αισθάνεται ένα τίναγμα καθώς προσπαθεί να βγάλει το μεσημέρι την μπλούζα του. Ρωτήσαμε το παιδί, λοιπόν, να μας απαντήσει για το τι κατά τη γνώμη του έπαθε ο Ιβάν όταν έπιασε την μπλούζα και να κάνει και ένα σχήμα για να το δείξει. Πολλά παιδιά ανέφεραν στις απαντήσεις τους τις λέξεις «ηλεκτρισμός» και «ηλεκτρίζομαι», χωρίς βέβαια συχνά οι ερμηνείες που τους δίνουν να συγκλίνουν στο επιστημονικό μοντέλο. Ενώ κανενός παιδιού η απάντηση από τα δύο τμήματα αρχικά δεν αναφερόταν σε ηλεκτρικά φορτία, η χρήση του υπολογιστή άλλαξε δραματικά το ύφος των απαντήσεων στην πειραματική ομάδα (βλ. πίνακα 6). 35,7% πλέον των παιδιών αυτών προσπαθεί να κάνει αναφορά σε ηλεκτρικά φορτία για να προσεγγίσει το φαινόμενο και παράλληλα παρουσιάζεται μείωση των ασαφών και αταξινόμητων απαντήσεών τους.

Πίνακας 3: Απαντήσεις στην ερώτηση «Τι έπαθε, κατά τη γνώμη σου το χέρι του Ιβάν όταν έπιασε την μπλούζα;»

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΡΙΩΝ			
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ		ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	
	πριν	μετά	πριν	μετά
Προσπάθεια προσέγγισης με αναφορά σε ηλεκτρικά φορτία	0	5	0	0
Ο Ιβάν/το χέρι του ηλεκτρίστηκε/ένιωσε ηλεκτρισμό/τον χτύπησε το ρεύμα	5	6	5	7
Η μπλούζα απορρόφησε/είχε ηλεκτρισμό	2	0	0	1
Τα μαλλιά ηλεκτρίστηκαν	0	0	1	0
Ασαφείς – αταξινόμητες απαντήσεις	6	2	3	1
Καμιά απάντηση	1	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	14	14	9	9

Η παραπάνω προσπάθειά τους φάνηκε και στα σχέδιά τους (βλ. πίνακα 4). Το 28,6% της πειραματικής ομάδας σχεδιάζει πλέον θετικά και αρνητικά φορτία στο παιδί και την μπλούζα, ενώ μειώθηκε ο αριθμός των παιδιών που προτίμησαν να μην κάνουν κανένα σχέδιο. Αντίστοιχα αποτελέσματα δεν είχαμε για την ομάδα ελέγχου, παρά μόνο μια τάση μετά τη διδασκαλία να χρησιμοποιούν περισσότερο τις λέξεις «ηλεκτρισμός» και «ηλεκτρίζομαι». Στα σχέδιά τους δεν υπήρχαν θετικά ή αρνητικά φορτία και αρκετοί/ές ήταν αυτοί/ές πλέον (33,3%) που ζωγράφισαν ένα παιδί με σηκωμένα τα χέρια ή/και τα μαλλιά.

Πίνακας 4: Σχέδια της δραστηριότητας «Κάνε ένα σχήμα για να το δείξεις»

ΣΧΕΔΙΟ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΡΙΩΝ			
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ		ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	
	πριν	μετά	πριν	μετά
Σχεδίαση θετικών-αρνητικών φορτίων	0	4	0	0
Παιδί να ακουμπά την μπλούζα με σκούρο μαύρο/συννεφάκι/κεραυνό/γραμμές στο σημείο επαφής	5	5	2	1
Παιδί με σηκωμένα χέρια ή/και μαλλιά	1	1	1	3
Παιδί να ακουμπά την μπλούζα του	1	0	0	0
Ασαφή – αταξινόμητα σχέδια	4	3	4	3
Κανένα σχέδιο	3	1	2	2
ΣΥΝΟΛΟ	14	14	9	9

Μετά τη διδακτική παρέμβαση με τη χρήση των λογισμικών οι απαντήσεις της πειραματικής ομάδας παρουσίασαν ριζική διαφοροποίηση. Οι μισές από αυτές (50%) εστίασαν είτε σε ένα σώμα φορτισμένο θετικά ή αρνητικά είτε στην ύπαρξη θετικών ή αρνητικών φορτίων.

Από τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα γίνεται φανερό ότι οι μαθητές/ριες του τμήματος ελέγχου αδυνατούσαν και μετά τη διδασκαλία (χωρίς τη χρήση υπολογιστή) να δώσουν ερμηνείες για τον ηλεκτρισμό που να βασίζονται στα μικρότερα σωματίδια της ύλης (ηλεκτρόνια, πρωτόνια).

Πίνακας 5: Απαντήσεις στην ερώτηση «Τι εννοούμε, κατά τη γνώμη σου, όταν λέμε ότι ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο;»

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΡΙΩΝ			
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ		ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	
	πριν	μετά	πριν	μετά
Ότι είναι φορτισμένο αρνητικά	0	3	0	0
Ότι είναι φορτισμένο αρνητικά ή θετικά	0	1	0	0
Ότι είναι φορτισμένο αρνητικά και θετικά	0	1	0	0
Ότι έχει αντίθετα φορτία με ένα άλλο σώμα	0	1	0	0
Ότι μέσα υπάρχουν θετικά και αρνητικά φορτία	0	2	0	0
Ότι έχει πάρει/απορροφήσει ενέργεια/ηλεκτρική ενέργεια/ηλεκτρισμό από αλλού	4	0	0	1
Ότι περιέχει ηλεκτρισμό/ηλεκτρική ενέργεια/κύματα ηλεκτρισμού/ρεύμα	5	2	4	3
Ασαφείς – αταξινόμητες απαντήσεις	1	1	4	5
Καμιά απάντηση	4	3	1	0
ΣΥΝΟΛΟ	14	14	9	9

Συζήτηση - συμπεράσματα

Προκειμένου να επιτευχθεί η ενοποιητική και συνεκτική θεώρηση του κόσμου μας, κρίνεται σκόπιμο ακόμα και στο Δημοτικό Σχολείο η όποια ερμηνευτική μας προσέγγιση να αναφέρεται και στο μικρόκοσμο (παράγραφος 1.7.3 βιβλίο δασκάλου Φυσικής Ε' τάξης Ο.Ε.Δ.Β.). Παρόλα αυτά όμως είναι αναμενόμενο τα παιδιά της Ε' τάξης να αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες κατά την προσέγγιση ενός σωματιδιακού μοντέλου της δομής της ύλης (Σταυρίδου 1995). Κάτι τέτοιο φάνηκε και από τα αρχικά ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν. Σε πολλές απαντήσεις τους αναφέρουν αρχικά ότι ένα αντικείμενο αποτελείται είτε από «μόρια ξύλου» είτε «από πλαστικό/μέταλλο/σίδερο». Εδώ επαληθεύονται τα πορίσματα των ερευνών στο βιβλίο της Driver (2000) για τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των παιδιών όπου παρουσιάζεται μια αντίστοιχη σωματιδιακή προσέγγιση από αυτά («υλικά φτιαγμένα από μικρά κομματάκια ή μόρια», «τα μόρια είναι μικρά κομματάκια στερεού»).

Η θεαματική διαφοροποίηση που παρουσιάστηκε στις αντιλήψεις των παιδιών μετά την πειραματική διδασκαλία καθώς και οι κοινωνικές δεξιότητες που ανέπτυξαν, καταδεικνύουν πως οι στόχοι της έρευνας επιτεύχθηκαν. Ειδικά στον τομέα του στατικού ηλεκτρισμού, αποδείχθηκε πως η χρήση των κατάλληλων εποικοδομητικών λογισμικών όπως είναι το «Φαινόμενα και Μοντέλα του Φυσικού Κόσμου», συντελεί σημαντικά σε μια πρώτη και καθοριστική γνωριμία των παιδιών του Δημοτικού με τη σωματιδιακή φύση της ύλης. 35,7% των απαντήσεων της πειραματικής ομάδας στα τελικά ερωτηματολόγια περιείχε αναφορές σε ηλεκτρικά φορτία, τη στιγμή που τα παιδιά και των δύο τμημάτων αρχικά περιορίζονταν μόνο στις λέξεις «ηλεκτρισμός» και «ηλεκτρίζομαι». Αντιθέτως δεν υπήρξαν σε καμιά φάση της έρευνας παιδιά από την ομάδα ελέγχου που να προσέγγισαν με μικροσκοπικό τρόπο (π.χ. αναφορά σε ηλεκτρικό φορτίο) το φαινόμενο.

Δεν πρέπει να παραλειφθεί στο σημείο αυτό το χρονικό πρόβλημα που παρουσιάστηκε κατά τη διάρκεια της δίωρης πειραματικής διδασκαλίας. Οι δύο διδακτικές ώρες με τη χρήση των λογισμικών δεν αποδείχθηκαν τελικά αρκετές με αποτέλεσμα τη βεβιασμένη παράτασή τους εις βάρος του διαλείμματος. Τα παιδιά, ωστόσο δεν αποσυντονίστηκαν, δείγμα της προσήλωσης και τις αφοσίωσης που έδειχναν κατά τη διάρκεια της δημιουργικής τους έκφρασης.

Οι προσομοιώσεις βοήθησαν τους/ις μαθητές/ριες να οικοδομήσουν τη νέα γνώση μέσα από την αλληλεπίδραση και την επικοινωνία μεταξύ τους, αλλά και μεταξύ αυτών και της εκπαιδευτικού. Με κυρίαρχη τη συνεργατική μάθηση, όλα ανεξαιρέτως τα παιδιά ενεπλάκησαν στη διδακτική διαδικασία, πήραν πρωτοβουλίες και τροποποίησαν το επίπεδο κατανόησής τους στα γνωστικά επίπεδα. Αποκτούν μια πιο θετική στάση απέναντι στη γνώση και τη μάθηση συγκροτώντας τον επιθυμητό βαθμό αυτονομίας κατά την πορεία οικοδόμησης της επιστημονικής γνώσης.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί ώστε η συμμετοχή του υπολογιστή στη διδασκαλία να μην καταστεί αποσπασματική και μη οργανωμένη. Εποικοδομητικού τύπου λογισμικά που χρησιμοποιούνται ως συμπλήρωμα στην παραδοσιακή διδασκαλία φαίνεται ότι οδηγούν σε βελτίωση της απόδοσης. Ο/η εκπαιδευτικός ως συνεργάτης και καθοδηγητής, βοηθά τους/ις μαθητές/ριες να εμπεδώσουν τη νέα γνώση μέσα από πολλαπλές (ηλεκτρονικές) αναπαραστάσεις χωρίς τις οποίες θα ήταν δύσκολο να αισθητοποιήσουν ένα φαινόμενο (όπως αυτό του στατικού ηλεκτρισμού) του οποίου δεν έχουν άμεση εποπτεία (Κολιάδης 2002). Προκειμένου να ενταχθούν οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση, είναι αναγκαίο να τεθούν ορισμένες βασικές προϋποθέσεις όπως: η υλικοτεχνική υποδομή, οι προσαρμογές στο αναλυτικό και ωρολόγιο πρόγραμμα, η διαρκής επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και η υποστήριξη σε παιδαγωγικό και τεχνικό επίπεδο.

Βιβλιογραφία:

Βλάχος, Ι. (2004). Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της Εποικοδόμησης. Αθήνα: Γρηγόρη.

Κόκκοτας, Π. (2002). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση τη διδασκαλίας και της μάθησης. Μέρος ΙΙ. Αθήνα: Αυτοέκδοση.

Κολιάδης, Ε. (2002). Γνωστική Ψυχολογία Γνωστική Νευροεπιστήμη και Εκπαιδευτική Πράξη. Αθήνα

Κολυμένου, Μ. (2006). Η επίδραση του λογισμικού ‘’Φαινόμενα και μοντέλα του φυσικού κόσμου’’ στην κατανόηση και ερμηνεία ηλεκτροστατικών φαινομένων από μαθητές/ριες Γυμνασίου. Βόλος.

Μακράκης, Β. (2000). Υπερμέσα στην εκπαίδευση. Μια κοινωνικο-εποικοδομιστική προσέγγιση. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Μικρόπουλος, Τ. Α. (2006). Ο υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (2004). Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας: Ολική προσέγγιση. Τόμος Α’: Αθήνα.

Σολομωνίδου, Χ. (2001). Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία. Υπολογιστές και Μάθηση στην Κοινωνία της Γνώσης. Θεσσαλονίκη: Κώδικας.

Σολομωνίδου, Χ. (2006). Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Σταυρίδου, Ε. (1995). Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης. Αθήνα: Σαββάλας.

Σταυρίδου, Ε. (2000). Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Μια εφαρμογή στο Δημοτικό Σχολείο. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλία.
ΥΠ.Ε.Π.Θ. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2002). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών. Αθήνα. Ο.Ε.Δ.Β.
ΥΠ.Ε.Π.Θ. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2003). Ερευνώ και ανακαλύπτω. Τάξη Ε'. Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β.

Ausubel, D. (1968). Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Reinhart and Winston.
Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (2000). Οικο-δομώντας τις Έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα: Τυπωθήτω.
Driver, R. & Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science. Studies in Science Education, 13, 105-122.
Furio, C., Guisasola, J. & Almudi, J. (2004). Elementary Electrostatic Phenomena: Historical Hindrances and Students' Difficulties. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, v4, n3, pp.291-313.
Gilbert, J., Osborne, R. & Fensham, P. (1982). Children's Science and its Consequences for Teaching. Science Education, 66 (4).
Lebrun, M., (1999). Des technologies pour enseigner et apprendre. Bruxelles, De Boeck & Larcier, s.a.
Papert, S. (1980). Mindstorms, Children, Computers and Powerful Ideas. New York: Basic Books
Park, J., Kim, I., Kim, M. & Lee, M. (2001). Analysis of students' processes of confirmation and falsification of their prior ideas about electrostatics. International Journal of Science Education, v23, n12, pp.1219-1236.
Poole, B.J. (1997, 2nd ed.). Education for an information age. Teaching in the computerized classroom. USA: Mc Grow-Hill.

«Ο μικρόΚοσμος στον κόσμο των μικρών» - Δραστηριότητες με ΤΠΕ για τη σωματιδιακή δομή της ύλης στην Ε' Δημοτικού.

Δέσποινα Ιμβριώτη
Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος, Π.Τ.Δ.Ε., Ε.Κ.Π.Α.
dimvrioti@sch.gr

Περίληψη
Στη βιβλιογραφία υποστηρίζεται ότι η σωματιδιακή δομή της ύλης (πρότυπο του μικρόΚοσμου) είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την κατανόηση πολλών σύγχρονων τομέων των Φυσικών Επιστημών. Η εισαγωγή της στην εκπαίδευση παρουσιάζει δυσκολίες και απαιτεί μακροχρόνια διαπραγμάτευση από τους μαθητές. Ωστόσο, παρατηρείται συνεχής προσπάθεια σε διεθνές επίπεδο να καταγραφούν οι βέλτιστοι τρόποι εκπαιδευτικής προσέγγισης του σωματιδιακού προτύπου. Στην κατεύθυνση αυτή και χωρίς να παραγνωρίζουμε τις δυσκολίες που ενέχει η προσέγγιση του προτύπου του μικρόΚοσμου από παιδιά ηλικίας 10-12 ετών, δοκιμάσαμε με μια σειρά αλληλεπιδραστικών δραστηριοτήτων στον υπολογιστή να εισάγουμε πολύ απλές έννοιες του μικρόΚοσμου σε μαθητές της Ε' Δημοτικού αξιοποιώντας την εκπαιδευτική αξία των αναλογιών, των πολλαπλών αναπαραστάσεων και των εννοιών του μοντέλου και της κλίμακας, που εισάγονται από άλλα γνωστικά αντικείμενα της συγκεκριμένης τάξης.

Abstract
It is supported by scientists and researchers of science education that Particulate Nature of Matter (PNM) is a valuable tool for anyone to approach several branches of Science. The introduction of PNM to education seems to be a difficult and longterm issue. However, a great deal of effort is spent worldwide so as the best way of PNM education is reached. In this direction and bearing in mind the difficulties that pupils of 10-12 years old face when approaching the particulate model, we tried to introduce a very simple version of this model to pupils of the fith class of greek primary school taking into account the learning value of analogies, multiple representation and using the concepts of model and scale that are taught to the same class through other subject-lessons.

Το Πλαίσιο – Τα Ερωτήματα – Οι Στόχοι

Πρόσφατα έχει παρατηρηθεί στον ελληνικό εκπαιδευτικό χώρο προβληματισμός σχετικά με τη διδασκαλία ή όχι του εκπαιδευτικού προτύπου του μικροΚόσμου, ή όπως καταγράφεται στη διεθνή βιβλιογραφία, της σωματιδιακής δομής της ύλης (particulate nature of matter). Ήδη από τη δεκαετία του 1960, ο νομπελίστας Φυσικός Richard P. Feynman (1977) εξαίρει τη σημασία του σωματιδιακού μοντέλου για την επιστήμη. Τις τελευταίες δεκαετίες στο χώρο της εκπαιδευτικής έρευνας, είναι πολλοί αυτοί που χαρακτηρίζουν το σωματιδιακό πρότυπο ένα πολύτιμο εργαλείο για τους μαθητές και αναζητούν το βέλτιστο τρόπο διδασκαλίας του στους μαθητές από όλο και μικρότερη ηλικία. Στη βιβλιογραφία διατυπώνεται η θέση ότι η κατανόηση της σωματιδιακής δομής της ύλης είναι εξέχουσας σημασίας για τους μαθητές προκειμένου να προσεγγίσουν όλους τους τομείς των Φυσικών Επιστημών (Bouwma-Gearhart et al. 2009). Υποστηρίζεται μάλιστα ότι το σωματιδιακό μοντέλο βοηθά τους μαθητές να προσεγγίσουν φαινόμενα για τα οποία δεν έχουν εποπτεία όπως αυτά που σχετίζονται με τα αόρατα αέρια (Löfgren & Helldén 2009, Papageorgiou et al. 2010).

Πρόσφατα στο Ηνωμένο Βασίλειο η κυβέρνηση (DfES. (2002) Framework for teaching science: Years 7, 8 and 9. Key Stage 3 National Strategy, London: Department for Education and Skills) χρηματοδότησε την πρωτοβουλία ανάπτυξης παιδαγωγικών στρατηγικών και υποστήριξης του Εθνικού Αναλυτικού Προγράμματος. Σε αυτό το πλαίσιο όσον αφορά στις Φυσικές Επιστήμες, το αναλυτικό πρόγραμμα οργανώθηκε γύρω από πέντε ιδέες-κλειδιά, μία εκ των οποίων είναι και τα «σωματίδια» (Franco & Taber 2009). Έτσι, η διδασκαλία της σωματιδιακής δομής της ύλης πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια τριών τάξεων από την αρχή της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, σε μαθητές ηλικίας 11 έως 14 ετών.

Βέβαια, δεν παραγνωρίζονται οι δυσκολίες που ενέχει το σωματιδιακό πρότυπο για την αντίληψή του από τους μαθητές, ιδιαίτερα των μικρών τάξεων ακόμα και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι Franco & Taber (2009) που μελέτησαν τα αποτελέσματα της εφαρμογής του προαναφερθέντος αναλυτικού προγράμματος του Ηνωμένου Βασιλείου, διαπίστωσαν ερευνητικά ότι η μειοψηφία των μαθητών είναι πιθανό να έχουν κατανοήσει τη βασική σωματιδιακή θεωρία στο τέλος της παραπάνω εκπαιδευτικής πορείας. Όπως καταγράφεται και σε άλλη έρευνα (Georgousi et al. 2001), το σωματιδιακό μοντέλο έχει καλά αποτελέσματα στους πιο ικανούς μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Στην ίδια λογική και άλλη ερευνητική ομάδα (Löfgren & Helldén 2009) παραδέχεται ότι ο σκοπός της διδασκαλίας της σωματιδιακής φύσης της ύλης στην έρευνά τους ήταν να προσφερθεί η δυνατότητα σε όσους μαθητές το επιθυμούν και το θεωρούν γόνιμο και παραγωγικό, να χρησιμοποιούν το μοριακό μοντέλο όταν προσεγγίζουν μεταβολές της ύλης σε διάφορες περιστάσεις.

Ωστόσο καταγράφεται η απαίτηση για περισσότερη έρευνα προκειμένου να γνωρίζουμε πώς να υποστηρίξουμε τους μαθητές από νωρίς στα σχολικά τους χρόνια ώστε στην ηλικία των 16 ετών να έχουν δομήσει το σωματιδιακό μοντέλο και να αναπτύξουν την ικανότητα να το χρησιμοποιούν σε πραγματικές καταστάσεις (Löfgren & Helldén 2009). Και στον ελληνικό χώρο προκύπτουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα και υποστηρίζεται ερευνητικά ότι η σωματιδιακή ιδέα δεν είναι ακατόρθωτο επίτευγμα για τους νεαρούς μαθητές (Papageorgiou et al. 2010). Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι μια πρώτη έκδοση του σωματιδιακού μοντέλου που ερμηνεύει φυσικές μεταβολές φαίνεται να είναι κατάλληλη για μαθητές στο επίπεδο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και μάλιστα από την ηλικία των εννέα ετών και μετά (Papageorgiou & Johnson 2005).

Φαίνεται να διαμορφώνεται μια συμφωνία των ερευνητών του χώρου στην ανάπτυξη από νωρίς στους μαθητές ενός απλού σωματιδιακού μοντέλου, το οποίο αργότερα στην εκπαίδευσή τους θα τους οδηγήσει στην κατανόηση ενός περισσότερο πολύπλοκου υποατομικού σωματιδιακού μοντέλου (Bouwma-Gearhart et al. 2009). Μάλιστα, η κατανόηση ενός βασικού σωματιδιακού προτύπου από τους μαθητές, αποτελεί προϋπόθεση για την προσέγγιση της δομής του ατόμου που διδάσκεται αργότερα (Papageorgiou et al. 2010). Κατά τους Eshach & Fried (2005) οι Φυσικές Επιστήμες των μικρών σχολικών τάξεων είναι ένα αποτελεσματικό πλαίσιο για την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης και αναμένεται να συνεισφέρει στη διαμόρφωση των θεμελίων που θα οδηγήσουν στην κατανόηση δύσκολων επιστημονικών εννοιών και φαινομένων που θα μελετηθούν αργότερα σε μια πιο τυπική μορφή.

Η προσέγγιση των φαινομένων που περιλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμα των Φυσικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Ε' και Στ' τάξη) αποκλειστικά και μόνο με την εκτέλεση πειραμάτων, χωρίς φυσικά να παραγνωρίζεται η αξία τους, οδηγεί τους μαθητές στην προσέγγιση και περιγραφή του «πώς» συμβαίνει ένα φαινόμενο, αλλά αφήνει αναπάντητο το «γιατί» συμβαίνει το φαινόμενο. Από τις πρώτες μάλιστα ενότητες της Ε' Δημοτικού όταν οι μαθητές διδάσκονται για τις έννοιες της μάζας και της πυκνότητας, δημιουργούνται απορίες όπως: «Πώς μπορώ να μιλώ για την πυκνότητα μιας πέτρας αφού η πέτρα είναι ένα πράγμα και όχι πολλά μικρά όπως η ζάχαρη;» (ερώτηση μαθήτριας Ε'

Δημοτικού). Οι μαθητές δείχνουν να χρειάζονται ένα μηχανισμό, ένα πρότυπο, που να ερμηνεύει τα φαινόμενα που παρατηρούν στα πειράματα (Papageorgiou et al. 2010).
Συμβάλλοντας στην έρευνα που πραγματοποιείται σε διεθνές επίπεδο σχετικά με το βέλτιστο τρόπο εισαγωγής του σωματιδιακού μοντέλου ήδη από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, μελετήσαμε τη διδασκαλία ενός απλού προτύπου του μικροΚόσμου χρησιμοποιώντας τις αναλογίες με φαινόμενα από τον κόσμο των αισθήσεων, το μακρόκοσμο, και αξιοποιώντας τις νέες τεχνολογίες στο πλαίσιο της δυνατότητας που προσφέρουν να οργανώσουμε δραστηριότητες για τους μαθητές με μοντέλα σωματιδίων στο μικρόΚοσμο.
Αναφορικά με τις αναλογίες ως μαθησιακό εργαλείο, στηριζόμαστε σε ερευνητές του χώρου οι οποίοι εδώ και δεκαετίες τις θεωρούν ως αποφασιστικούς μηχανισμούς εννοιολογικής αλλαγής και αναδιοργάνωσης της γνώσης (Vosniadou & Brewer 1987, Thiele & Treagust 1992) αλλά ως μέσα για την εξερεύνηση, περιγραφή και ερμηνεία επιστημονικών και μαθηματικών ιδεών (Harrison & Treagust 2000). Δίνουμε ιδιαίτερη προσοχή μάλιστα, ώστε αυτές οι αναλογίες να έχουν νόημα για τους μαθητές. Αναλυτικότερα, χρησιμοποιούμε εικόνες με ζώα από τη φύση αλλά και έργα ζωγραφικής των ίδιων των μαθητών και διεξάγουμε συζήτηση στην τάξη, εστιάζοντας στις ομοιότητες και διαφορές των αναλογιών από τον κόσμο των σωματιδίων. Τέλος, ζητάμε από τους μαθητές να καταγράψουν και οι ίδιοι δικά τους παραδείγματα αναλογιών με το σωματιδιακό πρότυπο. Στο ίδιο πλαίσιο των αναλογιών αξιοποιούμε και το βιωματικό παιχνίδι, όπου οι μαθητές σε ρόλους σωματιδίων παρουσιάζουν μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας μια αναλογία του σωματιδιακού προτύπου.
Ως προς το δεύτερο διδακτικό εργαλείο της παρέμβασής μας, τις οπτικοποιήσεις, στη διεθνή βιβλιογραφία υποστηρίζεται η εκπαιδευτική αξία και η μαθησιακή υπεροχή των κινούμενων εικόνων συγκρινόμενων με τις στατικές (Girwidz 2004, Aiello–Nicosia & Sperandeo–Mineo 2000, Korobilis et al. 2003).
Διατυπώνουμε στη συνέχεια τα βασικά ερευνητικά μας ερωτήματα: 1) Σε ποιο βαθμό μπορούν να προσεγγίσουν οι μαθητές της Ε' Δημοτικού την έννοια της σωματιδιακής δομής της ύλης; 2) Μπορούν οι αναλογίες να συνεισφέρουν στην εισαγωγή του σωματιδιακού προτύπου; 3) Μπορεί η χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού να τους βοηθήσει σε αυτό;
Οι στόχοι της διδακτικής παρέμβασης είναι: α) Οι μαθητές να περιγράφουν ένα απλό σωματιδιακό πρότυπο (μέγεθος και κίνηση μορίων), β) Να περιγράφουν όλα τα σώματα ως αποτελούμενα από σωματίδια, γ) Να συνδέουν την ενέργεια με την κινητικότητα των σωματιδίων, δ) Να ερμηνεύουν τη διαστολή ως μεταβολή των αποστάσεων μεταξύ των σωματιδίων. Από αυτούς, στόχοι της ερευνητικής μας προσπάθειας αποτελούν κυρίως οι δύο πρώτοι. Η έννοια της ενέργειας και ο ρόλος της στο σωματιδιακό πρότυπο καθώς και η χρήση του προτύπου αυτού για την ερμηνεία φαινομένων αποτελούν δευτερεύοντες ερευνητικούς στόχους, καθώς εκτιμάται ότι σε αυτή την πρώτη εισαγωγή του σωματιδιακού προτύπου δεν πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα, όπως θα πρέπει να συμβεί σε επόμενη διδακτική παρέμβαση στο πλαίσιο της εξελικτικής δόμησης του σωματιδιακού προτύπου.

Η Διδακτική Παρέμβαση – Η Μεθοδολογία

Το σωματιδιακό πρότυπο ενέχει δύο βασικές δυσκολίες. Πρώτον, είναι ένα μοντέλο / πρότυπο και όχι πραγματικό αντικείμενο και κατά δεύτερον λειτουργεί σε κλίμακα που οι μαθητές αδυνατούν να αντιληφθούν με τις αισθήσεις τους. Για το λόγο αυτό προσπαθήσαμε κατά το χρόνο της διδακτικής μας παρέμβασης να αξιοποιήσουμε και άλλα διδακτικά αντικείμενα για να αντιληφθούν οι μαθητές καλύτερα την έννοια του μοντέλου και της κλίμακας. Ως τέτοια αντικείμενα χρησιμοποιήσαμε τα Μαθηματικά, όπου τα παιδιά διδάσκονται πώς να μοντελοποιούν ένα πρόβλημα για να φθάσουν ευκολότερα στην επίλυσή του. Επίσης στη Γεωγραφία κατά την αρχή των μαθημάτων στην Ε' Δημοτικού οι μαθητές διδάσκονται την κλίμακα του χάρτη και λαμβάνουν μέρος σε δραστηριότητες σύγκρισης των

λεπτομερειών που αποτυπώνονται σε χάρτες με διαφορετικές κλίμακες. Τέλος, αξιοποιήθηκε το γνωστικό αντικείμενο της Αισθητικής Αγωγής, όπου με δραστηριότητες πουαντιγισμού, οι μαθητές δημιούργησαν σχέδια τα οποία από κάποια απόσταση φαίνονταν χρωματισμένα με συμπαγή χρώματα, ενώ σε μικρότερη απόσταση γινόταν εμφανής η χρήση πολλών χρωματιστών κουκίδων.
Κατά τη διδακτική μας παρέμβαση, στο μάθημα των Φυσικών διδάχθηκαν οι εξής τρεις ενότητες: 1. Η έννοια του μοντέλου (1 διδακτική ώρα) 2. Αναλογίες μη συμπαγών σωμάτων (2 διδακτικές ώρες) 3. Σωματιδιακό πρότυπο (4 διδακτικές ώρες). Αργότερα όταν διδάχθηκε η ενότητα της διαστολής των σωμάτων, έγινε και πάλι αναφορά στο σωματιδιακό πρότυπο και επιχειρήθηκε η ερμηνεία του φαινομένου με την αξιοποίηση αυτού του προτύπου κατά τη διάρκεια μίας διδακτικής ώρας με τη χρήση υπολογιστή. Πριν την έναρξη των παραπάνω ενοτήτων πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία της ενότητας της Ενέργειας από το σχολικό εγχειρίδιο. Οι μαθητές της ομάδας πειραματισμού κατά τη διάρκεια της παρέμβασης βρίσκονταν στο Εργαστήριο Κοινωνίας της Πληροφορίας του σχολείου και εργάζονταν σε ομάδες των τριών σε οκτώ ηλεκτρονικούς υπολογιστές με την καθοδήγηση φύλλων εργασίας. Υπήρχε επίσης ένας data projector για τον εκπαιδευτικό.

Εικόνες 1 και 2: Η ομάδα πειραματισμού στο Εργαστήριο Κοινωνίας της Πληροφορίας

Για τις ανάγκες της παρέμβασης δημιουργήθηκε και χρησιμοποιήθηκε απλό εκπαιδευτικό λογισμικό αλληλεπιδραστικού τύπου.
Κατά την παρέμβαση οι μαθητές οδηγήθηκαν στην ανακάλυψη ότι τα αντικείμενα του μακρόκοσμου αποτελούνται από σωματίδια, τα οποία είναι τόσο μικρά που δεν μπορούμε να τα δούμε, βρίσκονται σε διαρκή κίνηση, δεν έρχονται σε επαφή μεταξύ τους και όταν τους προσφέρεται ενέργεια, κινούνται περισσότερο.
Τονίζεται ότι οι μαθητές καλούνταν σε κάθε δραστηριότητα στον υπολογιστή ή στη συζήτηση να κάνουν τη διάκριση μεταξύ του αισθητού και του σωματιδιακού επιπέδου, καθώς υποστηρίζεται ότι ένας λόγος για τον οποίο οι μαθητές αποτυγχάνουν στην προσέγγιση του σωματιδιακού προτύπου, είναι ότι δεν ενθαρρύνονται να διακρίνουν μεταξύ αυτών των δύο επιπέδων (Gabel 1993) και ότι ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να βοηθά τους μαθητές να αναγνωρίζουν τους περιορισμούς που θέτει η μακροσκοπική αναπαράσταση των σωματιδίων και φαινομένων (Bouwma-Gearhart et al 2009).
Οι αναλογίες με οντότητες που κινούνται συνεχώς και δίνουν την εντύπωση συμπαγούς σώματος, όπως τα σμήνη πτηνών ή ψαριών, επιλέχθηκαν καθώς μια βασική εναλλακτική άποψη που έχουν οι μαθητές είναι ότι τα σωματίδια βρίσκονται τοποθετημένα μέσα στα σώματα. Ωστόσο, καθώς στον κόσμο των αισθήσεων δεν είναι εύκολο να εντοπισθούν κινούμενα σμήνη στο κενό (απουσία αέρα ή νερού), διατυπώνουμε την επιφύλαξή μας ότι οι μαθητές δεν θα ξεπεράσουν με τον προτεινόμενο τρόπο μια δεύτερη εναλλακτική άποψη που έχουν, ότι δηλαδή ανάμεσα στα σωματίδια υπάρχει αέρας. Πιθανόν να βοηθήσει στην αντιμετώπιση αυτής της άποψης των μαθητών η χρήση μαύρου φόντου στις οπτικοποιήσεις των σωματιδίων στον υπολογιστή, αντί λευκού φόντου που παραπέμπει στην παρουσία κάποιας ουσίας. Επιπλέον στα φύλλα εργασίας υπήρχε ερώτηση που κατεύθυνε τους μαθητές να παρατηρήσουν το μαύρο χρώμα και να διατυπώσουν τις υποθέσεις τους σχετικά με το λόγο για τον οποίο επιλέχθηκε αυτό το χρώμα. Ακολούθησε συζήτηση στην τάξη όπου

τονίστηκε στους μαθητές ότι μεταξύ των σωματιδίων δεν υπάρχει κάποια ουσία παρά μόνο κενό.
Καθώς οι πολλαπλές αναπαραστάσεις υποστηρίζεται ότι βελτιώνουν την ικανότητα των μαθητών να οπτικοποιούν τα σωματίδια (Myers 1990, Mayer 2001, 2003), αξιοποιήσαμε τις οπτικοποιήσεις στον υπολογιστή, τις ζωγραφιές σε χαρτί από τους μαθητές και τη δραματοποίηση στο μάθημα της Θεατρικής Αγωγής ως διαφορετικές / πολλαπλές αναπαραστάσεις του προτύπου του μικρόΚοσμου.

Η Έρευνα – Η Εφαρμογή – Η Αξιολόγηση

Το δείγμα της έρευνάς μας αποτέλεσαν 45 μαθητές και μαθήτριες Ε' τάξης του 1ου Δημοτικού Σχολείου Νέων Μουδανιών Χαλκιδικής. Η ομάδα ελέγχου περιλάμβανε 23 παιδιά τα οποία διδάχθηκαν το σωματιδιακό πρότυπο με τη βοήθεια των στατικών εικόνων του Βιβλίου για το Μαθητή «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» για δύο διδακτικές ώρες στην αίθουσα διδασκαλίας. Οι μαθητές της ομάδας πειραματισμού πρώτα διδάχθηκαν την ενότητα της Ενέργειας στο πλαίσιο του μαθήματος των Φυσικών, καθώς και τις ενότητες της μοντελοποίησης προβλημάτων στα Μαθηματικά, της κλίμακας του χάρτη στη Γεωγραφία και του πουαντιγισμού στην Αισθητική Αγωγή. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία των τριών ενοτήτων με θέμα το σωματιδιακό πρότυπο σε μια σειρά επτά μαθημάτων διάρκειας 45 λεπτών το καθένα. Ακολούθησε η διδασκαλία του κεφαλαίου της Θερμότητας και Θερμοκρασίας, όπου μετά το τέλος του Φύλλου Εργασίας από το Τετράδιο Εργασιών για τη διαστολή των στερεών σωμάτων, αξιοποιήθηκε το σωματιδιακό πρότυπο για την ερμηνεία των σχετικών φαινομένων.
Ως όργανο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν γραπτά ερωτηματολόγια και στις δύο ομάδες (πειραματισμού και ελέγχου) πριν τη διδακτική παρέμβαση. Οι κυριότερες ερωτήσεις που περιλαμβάνονταν αναφέρονταν στον ορισμό του «μορίου» και στη σχεδίαση σωμάτων στην κλίμακα του μικρόκοσμου: «Τι νομίζεις ότι είναι ένα μόριο;», «Σχεδίασε μερικά μόρια όπως νομίζεις ότι αυτά μοιάζουν». Μετά τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις για τη διευκρίνιση κάποιων από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές. Μετά από την παρέμβαση δόθηκαν και πάλι γραπτά ερωτηματολόγια. Η επιλογή της σχεδίασης σωματιδίων στηρίχθηκε στην πρόταση των Van Meter και Garner (2005) οι οποίοι ισχυρίζονται ότι όταν ζητούμε από τους μαθητές να σχεδιάσουν τα σωματίδια, τους βοηθούμε να αναπτύξουν τη δεξιότητα της παρατήρησης εξίσου όπως όταν κάνουμε διαλόγους μαζί τους και όταν τους ζητάμε να τα περιγράψουν γραπτά. Τα σχέδια και οι ζωγραφιές των μαθητών θεωρούνται ένα αξιόλογο εργαλείο για την προσέγγιση και οπτική αποκωδικοποίηση επιστημονικών εννοιών.
Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι οι μαθητές έχουν ακούσει τη λέξη «μόριο» και πριν τη διδακτική παρέμβαση σε ποσοστό 63% στο σύνολο του δείγματος (ομάδα ελέγχου και ομάδα πειραματισμού). Από τη συνέντευξη φάνηκε ότι έχουν ακούσει για τα μόρια από εκπομπές της τηλεόρασης, από τους γονείς ή από μεγαλύτερα αδέρφια τους. Όταν τους ζητήθηκε να περιγράψουν τι είναι ένα μόριο, πάνω από το 60% δεν απάντησαν, ενώ μόνο ένα ποσοστό 13,6% έγραψαν ότι πρόκειται για κάποιο σωματίδιο.
Μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση «τι νομίζετε ότι είναι ένα μόριο» οι απαντήσεις των μαθητών στις δύο ομάδες κυμάνθηκαν όπως αποτυπώνεται στο παρακάτω γράφημα, όπου με «Σωματίδια-Σ» χαρακτηρίζονται οι ορθές απαντήσεις σωματιδιακού τύπου, με «Σωματίδια-ΜΣ» οι απαντήσεις σωματιδιακού τύπου που είναι μερικά σωστές και με «Άλλο» οι απαντήσεις που δεν αναφέρουν τη λέξη σωματίδιο αλλά «οργανισμός», «πραγματάκι» κλπ.:

Στις ερωτήσεις που απαιτούσαν από τους μαθητές να σχεδιάσουν τα μόρια όπως αυτοί νομίζουν ότι είναι, πριν τη διδακτική παρέμβαση περίπου το 50% δεν έκανε κανένα σχέδιο. Ένα ποσοστό ύψους 30%, ωστόσο, σχεδίασε μοντέλα σωματιδίων που προσεγγίζουν την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση. Από τη συνέντευξη διαπιστώσαμε ότι τέτοιου είδους οπτικοποιήσεις έχουν παρατηρήσει σε βιβλία ή σε εκπομπές της τηλεόρασης. Δεν γνωρίζουν όμως τι ακριβώς είναι τα σύμβολα που χρησιμοποίησαν στα σχέδιά τους. Μετά τη διδακτική παρέμβαση, οι αναπάντητες ερωτήσεις μειώθηκαν στο 10% και στο σύνολο του δείγματος, ενώ στο τμήμα πειραματισμού το μεγαλύτερο ποσοστό σημειώθηκε στη σωστή σχεδίαση (52,6%). Στο τμήμα ελέγχου οι περισσότερες απαντήσεις (47,6 %) συγκεντρώθηκαν στη σχεδίαση όπου εμπλεκόταν το επίπεδο του ΜακρόΚοσμου με αυτό του μικρόΚοσμου.

Για την κατηγοριοποίηση των αποτελεσμάτων της έρευνας για την έννοια της διαστολής, όπου οι μαθητές της ομάδας πειραματισμού ήταν ελεύθεροι να χρησιμοποιήσουν ή όχι το πρότυπο του μικρόκοσμου, ακολουθήθηκε η πρόταση του Johnson (1998a) στην οποία αναφέρονται τέσσερις βασικές κατηγορίες απαντήσεων: 1. Το σωματιδιακό πρότυπο δεν χρησιμοποιείται από τους μαθητές, 2. Οι μαθητές αναφέρουν τα σωματίδια αλλά τα θεωρούν τοποθετημένα μέσα στο υλικό, 3. Αποδέχονται ότι τα σωματίδια είναι το σώμα, αλλά τους προσδίδουν μακροσκοπικές ιδιότητες, 4. Τα σωματίδια με τις δικές τους μικροσκοπικές ιδιότητες αποτελούν την ουσία και προσδίδουν σε αυτή μακροσκοπικές ιδιότητες. Διευκρινίζουμε ότι στην έρευνά μας, στην πρώτη ομάδα απαντήσεων καταχωρήθηκαν απαντήσεις στις οποίες είτε δεν αναφερόταν το σωματιδιακό πρότυπο είτε το χρησιμοποιούσαν οι μαθητές με εντελώς λανθασμένο τρόπο. Πριν τη διδακτική παρέμβαση κανένας από τους μαθητές της ομάδας πειραματισμού δεν χρησιμοποίησε το πρότυπο του μικρόΚοσμου για την ερμηνεία του φαινομένου της διαστολής. Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι απαντήσεις τους αποτυπώνονται στο παρακάτω γράφημα:

Τα Συμπεράσματα – Οι Προτάσεις

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι οι μαθητές στην ηλικία 10-11 ετών έχουν ακούσει για το σωματιδιακό πρότυπο από διάφορες πηγές και έχουν σχηματίσει εναλλακτικές παραστάσεις για το συγκεκριμένο πρότυπο πριν έρθουν στην Ε' τάξη του Δημοτικού Σχολείου. Αυτή η διαπίστωση ενισχύει τις προσπάθειες που καταβάλλονται για την εισαγωγή του προτύπου του μικρόΚοσμου στη διδακτέα ύλη της συγκεκριμένης βαθμίδας.
Σύμφωνα με τους αρχικούς μας ερευνητικούς στόχους, φαίνεται ότι μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων οι μαθητές της ομάδας πειραματισμού είναι σε θέση να περιγράφουν ένα απλό σωματιδιακό πρότυπο σε ικανοποιητικό βαθμό (50%), ενώ ένα ικανοποιητικό ποσοστό παιδιών αναφέρουν ότι όλα τα σώματα του μακρόκοσμου αποτελούνται από σωματίδια. Από τις διαφορές στην ομάδα πειραματισμού και στην ομάδα ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι τα ανάλογα που χρησιμοποιήθηκαν και η αξιοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού σε συνδυασμό με την αφιέρωση διδακτικού χρόνου στο πρότυπο του μικρόΚοσμου, συνεισφέρουν σημαντικά στην πρώτη αυτή προσέγγιση του προτύπου.
Ωστόσο, επιβεβαιώθηκε η αρχική μας εκτίμηση ότι η ιδέα των μαθητών πως υπάρχει «κάτι» μεταξύ των σωματιδίων, όπως αέρας, παρέμεινε σε κάποιους μαθητές της ομάδας πειραματισμού. Ακόμα, παρά το ότι στην ενότητα της διαστολής διδάχθηκε η ερμηνεία του φαινομένου με βάση το σωματιδιακό πρότυπο, λίγοι μαθητές (22,7 %) καταφέρνουν επιτυχώς να χρησιμοποιούν το σωματιδιακό πρότυπο για ερμηνευτικούς σκοπούς με έναν επιστημονικά αποδεκτό τρόπο.
Βέβαια, αναγνωρίζουμε ότι μια πρώτη εισαγωγή του σωματιδιακού προτύπου θα οδηγήσει σε εναλλακτικές απόψεις που καταγράφονται και σε άλλες έρευνες και οι οποίες με τη διδασκαλία του προτύπου σε μεγαλύτερες τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης θα αντιμετωπιστούν. Υπάρχουν ήδη αρκετές έρευνες που δείχνουν αφενός γιατί η σωματιδιακή δομή της ύλης αποτελεί ένα δελεαστικό θέμα, αφετέρου δε πού οι μαθητές αποτυγχάνουν. Η προσπάθεια εισαγωγής των σωματιδιακών ιδεών νωρίς στην εκπαίδευση των μαθητών, και στη συνέχεια η συχνή επαναδιαπραγμάτευσή τους και βελτίωσή τους κατά την ερμηνεία διαφόρων φαινομένων, όντως φαίνεται να οδηγεί σε βάθος χρόνου στη χρήση του σωματιδιακού προτύπου από ικανοποιητικό ποσοστό μαθητών ως ενός ερμηνευτικού προτύπου στις φυσικές επιστήμες, χωρίς ωστόσο να ξεπερνά τα γνωστά προβλήματα εναλλακτικών απόψεων των μαθητών στην κατανόηση και χρήση του προτύπου (Franco & Taber 2009). Φαίνεται ότι η πρόοδος προς την επιστημονική κατανόηση του σωματιδιακού προτύπου θα είναι μια ακόμα πιο αργή διαδικασία όταν αργούμε να διδάξουμε τη σωματιδιακή δομή και όταν δεν δίνουμε έμφαση στην εφαρμογή της στις ερμηνείες των διαφόρων φαινομένων. Θεωρούμε ότι η πρότασή μας με την εισαγωγή του προτύπου του μικρόκοσμου στην Ε' τάξη του δημοτικού σχολείου αξιοποιώντας τις αναλογίες και τις δραστηριότητες στον υπολογιστή συμβάλει σε μια επιτυχή πρώτη εισαγωγή της σωματιδιακής δομής της ύλης με ταυτόχρονη αντιμετώπιση κάποιων από τις σοβαρές εναλλακτικές απόψεις των μαθητών για το θέμα αυτό.

Βιβλιογραφία

Adadan, E., Irving, K.E., Trundle, K.C. (2009). Impacts of Multi-representational Instruction on High School Students' Conceptual Understandings of the Particulate Nature of Matter. International Journal of Science Education, 31[13], 1743–1775.

Aiello–Nicosia, M.L. & Sperandeo–Mineo, R.M., (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), pp. 1085-1097.

Bouwma-Gearhart, J., Stewart, J., Brown, K. (2009). Student Misapplication of a Gas-like Model to Explain Particle Movement in Heated Solids: Implications for curriculum and instruction towards students' creation and revision of accurate explanatory models. International Journal of Science Education, 31[9], 1157–1174.

Eshach, H. & Fried, M. (2005). Should science be taught in early childhood?. Journal of Science Education and Technology, 14[3], 315–336.

Feynman, R., Leighton R. & Sands, M. (1977). *The Feynman Lectures on Physics* (6th reprint), Reading MA: Addison-Wesley.

Francoa, A.G. & Taberb, K.S. (2009). Secondary Students' Thinking about Familiar Phenomena: Learners' explanations from a curriculum context where 'particles' is a key idea for organising teaching and learning. International Journal of Science Education, 31[14], 1917–1952.

Gabel, D. (1993). Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. Journal of Chemical Education, 70[3], 193–194.

Georgousi, K., Kampourakis, C., Tsaparlis, G. (2001). Physical-science knowledge and patterns of achievement at the primary-secondary interface, Part 2: Able and top-achieving students. Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 2[3], 253–263.

Girwidz, R. (2004). “Illustrations and Animated Visual Presentations”, paper read to the International Conference of Groupe International de Researche sur l’ Enseignement de la Physique, July, Ostrava, Czech Republic.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000). “A typology of school science models”, International Journal of Science Education 22(9), pp. 1011-1026.

Johnson, P. M. (1998a). Progression in children’s understanding of a ‘basic’ particle theory: A longitudinal study. International Journal of Science Education, 20(4), 393–412.

Kallery, M., Psillos, D., Tselfes, V. (2009). Typical Didactical Activities in the Greek Early-Years Science Classroom: Do they promote science learning?. International Journal of Science Education, 31 [9], 1187–1204.

Korobilis, K., Hatzikraniotis, E. & Psillos, D. (2003). "A study on science teachers’ use of design features of a simulated visual laboratory to develop active involvement of students in the teaching of thermodynamics at senior high school", in Constantinou, C.P. & Zacharias, Z.C. (eds), Proceedings of conference on Computer based learning in Science, Nicosia: Department of Educational Sciences.

Löfgrena, L. & Helldéna, G. (2009). A Longitudinal Study Showing how Students use a Molecule Concept when Explaining Everyday Situations. International Journal of Science Education, 31[12], 1631–1655.

Mayer, R. E. (2001). Multimedia learning. New York: Cambridge University Press.

Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. Learning and Instruction, 13, 125–139.

Myers, G. (1990). Every picture tells a story: Illustrations in E.O. Wilson’s sociobiology. In M.Lynch & S. Woolgar (Eds.), Representation in scientific practice (pp. 231–266.). Cambridge, MA: The MIT Press.

Papageorgiou, G., Grammaticopoulou, M., Johnson, P.M. (2010). Should we Teach Primary Pupils about Chemical Change?. International Journal of Science Education, 32[12], 1647–1664.

Papageorgiou, G., & Johnson, P. M. (2005). Do particle ideas help or hinder pupils’ understanding of phenomena?. International Journal of Science Education, 27[11], 1299–1317.

Thiele R. & Treagust D. (1992). Analogies in senior high school chemistry text-books: A critical analysis, in H. J. Schmidt (Ed.), Empirical Research Chemistry and Physics Education, 175-192, Hong Kong: ICASE.

Vosniadou S. & Brewer W. (1987). Theories of knowledge restructuring in development, Review of Educational Research, 57(1), 51-67.

Από τον ΜΕΓΑΛΟ στον μικρό Κόσμο: τα Στερεά, Υγρά, Αέρια Σώματα - Ένα ΕκΠαιδευτικό Πρόγραμμα για την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση με Πληροφορίες, Πειράματα, Σχέδια και Προσομοιώσεις

Σοφία Στράγκα, Ουρανία Γκικοπούλου, Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Αθηνών, http://micro-kosmos.uoa.gr
sofiastraga@gmail.com, gikopoulou@gmail.com, kalkanis@primedu.uoa.gr

Περίληψη
Περιγράφεται ένα εκ-παιδευτικό πρόγραμμα (με εκπαιδευτικούς και παιδευτικούς στόχους) για μετεκπαιδευόμενους / επιμορφούμενους δασκάλους και εκπαιδευόμενους / μελλοντικούς εκπαιδευτικούς / φοιτητές των παιδαγωγικών τμημάτων, καθώς και μαθητές της ύστερης πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης το οποίο εφαρμόζεται / αξιολογείται με σκοπό τη διερεύνηση της κατανόησης των μικροσκοπικών δομών και διαδικασιών της ύλης από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές, καθώς και της εφικτότητας και αποτελεσματικότητας της αξιοποίησης αυτών των μικροσκοπικών διαδικασιών για την ερμηνεία των μακροσκοπικών φαινομένων του κόσμου μας. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει εκπαιδευτικό υλικό πειραματισμού (από απλά υλικά και μέσα) και εκπαιδευτικό λογισμικό (με στατικές εικόνες και δυναμικές προσομοιώσεις / οπτικοποιήσεις) το οποίο εφαρμόζεται με μια εκπαιδευτική διαδικασία στην οποία ακολουθούνται τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση (ή το ερευνητικά εξελισσόμενο εκπαιδευτικό πρότυπο), σύμφωνα με τα αναλυτικά προγράμματα του μαθήματος των «Φυσικών» και τα εγχειρίδια «Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Παρουσιάζονται τα έως τώρα αποτελέσματα και η αξιολόγηση της τρέχουσας ερευνητικής διαδικασίας και αξιολόγησης του προγράμματος στο μέρος του το οποίο αφορά τα στερεά, υγρά και αέρια σώματα.

Abstract
It is described an educational program (with educational and instructive objectives) for the continuing education/practicing of schoolteachers and future schoolteachers/students of primary education departments, as well as pupils of later primary education, which is applied/evaluated with the purpose to be investigated the comprehension of microscopic structures and processes of the matter from teachers and students, as well as the feasibility and effectiveness of utilization of these microscopic processes for the interpretation of microscopic phenomena of our world. The program includes educational material of experimentation (made from simple materials and means) and educational software (with static pictures and dynamic simulations/visualizations) which is applied with an educational process in which are followed the steps of scientific/educational methodology with investigation (or inquiry educational model), according to the curriculum of science lesson in primary school and handbooks “Science – I Inquire ή Investigate and Discover” of Pedagogical Institute. We are presenting here the up to date results and the evaluation of the current inquiry process and program, part of which concerns the three states of matter.

Το Πλαίσιο – Τα Ερωτήματα – Οι Στόχοι

Τα βιβλία "Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω" του 2006 για την Ε΄ και Στ΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου (Αποστολάκης κά 2006) αναδεικνύουν και υποστηρίζουν –σύμφωνα με

το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών και το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών του 2003 (ΔΕΠΠΣ 2003)– τόσο τον εκπαιδευτικό / γνωσιακό / μαθησιακό όσο και τον παιδευτικό / παιδαγωγικό / μορφωτικό χαρακτήρα και ρόλο των φυσικών επιστημών. Ο εκπαιδευτικός / γνωσιακός χαρακτήρας και ρόλος τους υποστηρίζεται από το πλήθος και την ποικιλία των περιλαμβανομένων θεματικών ενοτήτων και φυσικών-χημικών-βιολογικών φαινομένων, ενώ ο παιδευτικός / παιδαγωγικός χαρακτήρας και ρόλος τους υποστηρίζεται με την εφαρμοζόμενη μεθοδολογία (με απαραίτητο στοιχείο τον αποδεικτικό –επιβεβαιωτικό ή απορριπτικό– πειραματισμό, για την ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας των μαθητών), την προτεινόμενη διαθεματικότητα (για την ευρύτερη δυνατή μόρφωσή τους) καθώς και την αξιοποίηση της γνώσης του μικροκόσμου για την ερμηνεία των φαινομένων του μακροκόσμου. Οι αναφορές στον μικρόκοσμο, με μικρής έκτασης κείμενα και σχέδια τα οποία απεικονίζουν στιγμιότυπα των δομών και των διαδικασιών του μικροκόσμου και αντιστοιχούν σε διάφορες καταστάσεις και φαινόμενα του μακροκόσμου περιλαμβάνονται στα «Βιβλία του Μαθητή» τα οποία είναι βοηθητικά / συμπληρωματικά των «Τετραδίων Εργασιών» και ο κάθε δάσκαλος αποφασίζει πότε, ποια και πόσα στοιχεία (όπως οι ερμηνευτικές αναφορές στον μικρόκοσμο) από τα βιβλία μαθητή θα αξιοποιήσει κατά την εκπαιδευτική διαδικασία (Καλκάνης, 2003).

Η αξιοποίηση του «προτύπου του μικροκόσμου» (Καλκάνης 2007α) ή όπως αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία της «σωματιδιακής δομής της ύλης» έχει αντιμετωπισθεί θετικά –όπως και αρνητικά– από ερευνητές, με πρωτοπόρο τον νομπελίστα R. Feynman (1995), ο οποίος εξαίρει τη σημασία του σωματιδιακού μοντέλου για την επιστήμη και την κατανόηση του μακροκόσμου με τον μικρόκοσμο. Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η κατανόηση της σωματιδιακής δομής της ύλης είναι εξέχουσας σημασίας για τους μαθητές προκειμένου να προσεγγίσουν όλους τους τομείς των Φυσικών Επιστημών (Bouwma-Gearhart et al. 2009). Οι Wiser και Smith (2008) υποστηρίζουν ότι το να μαθαίνουν οι μαθητές για τα σωματίδια της ύλης νωρίς (στο τέλος του δημοτικού ή στο γυμνάσιο) είναι σημαντικό τόσο γιατί τους βοηθά να παγιώσουν την αρχική τους κατανόηση για την ύλη όσο και γιατί τους παρέχει μια σημαντική βάση για την κατανόηση άλλων σημαντικών μακροσκοπικών εννοιών που δεν μπορούν να αναπτυχθούν εύκολα χωρίς την ατομική-μοριακή θεωρία ή για την προσέγγιση φαινομένων για τα οποία δεν έχουν εποπτεία όπως αυτά που σχετίζονται με τα αόρατα αέρια (Löfgren & Helldén 2009, Papageorgiou et al. 2010).

Οι Snir, Smith & Raz (2003) έδειξαν, εξάλλου, ότι οι μαθητές που κατανοούν πώς τα άτομα/μόρια ερμηνεύουν μερικά μακροσκοπικά φαινόμενα είχαν επίσης κατανοήσει σωστά μακροσκοπικά τις βασικές ιδιότητες της ύλης (βάρος, όγκος, πυκνότητα). Άλλες έρευνες σε μαθητές της ύστερης πρωτοβάθμιας και πρώιμης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Hwang 2000) έδειξαν ότι η αντίληψη του σωματιδιακού μοντέλου εξελίσσεται σταδιακά σε αυτές τις ηλικίες και το συμπέρασμα που προκύπτει από την έρευνα είναι ότι η έννοια της σωματιδιακής δομής της ύλης αναδεικνύεται σε θεμελιώδη έννοια για τη Φυσική, ωστόσο, για να καταλάβουν οι μαθητές τις αφηρημένες έννοιες της σωματιδιακής θεωρίας χρειάζεται να έχουν ένα επίπεδο τυπικής σκέψης.

Βέβαια, δεν παραγνωρίζονται οι δυσκολίες που ενέχει το σωματιδιακό πρότυπο για την αντίληψή του από τους μαθητές, ιδιαίτερα των μικρών τάξεων ακόμα και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι Franco & Taber (2009) που μελέτησαν τα αποτελέσματα της εφαρμογής ενός αναλυτικού προγράμματος στο Ηνωμένο Βασίλειο (για μαθητές 11 έως 14 ετών) που έχει οργανωθεί γύρω από πέντε ιδέες-κλειδιά, μία εκ των οποίων είναι και τα «σωματίδια», διαπίστωσαν ερευνητικά ότι η μειοψηφία των μαθητών είναι πιθανό να έχουν κατανοήσει τη βασική σωματιδιακή θεωρία στο τέλος της παραπάνω εκπαιδευτικής πορείας. Στην ίδια λογική άλλη ερευνητική ομάδα (Löfgren & Helldén 2009) παραδέχεται ότι ο σκοπός της διδασκαλίας της σωματιδιακής φύσης της ύλης στην έρευνά τους ήταν να προσφερθεί η δυνατότητα σε όσους μαθητές το επιθυμούν και το θεωρούν γόνιμο και παραγωγικό, να

χρησιμοποιούν το μοριακό μοντέλο όταν προσεγγίζουν μεταβολές της ύλης σε διάφορες περιστάσεις. Ωστόσο προκύπτει η ανάγκη για εκτενέστερη έρευνα προκειμένου να γνωρίζουμε πώς να υποστηρίξουμε τους μαθητές από νωρίς στα σχολικά τους χρόνια ώστε στην ηλικία των 16 ετών να έχουν δομήσει το σωματιδιακό μοντέλο και να αναπτύξουν την ικανότητα να το χρησιμοποιούν σε πραγματικές καταστάσεις (Löfgren & Helldén 2009). Και στον ελληνικό χώρο προκύπτουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα και υποστηρίζεται ερευνητικά ότι η σωματιδιακή ιδέα δεν είναι ακατόρθωτο επίτευγμα για τους νεαρούς μαθητές καθώς μια πρώτη έκδοση του σωματιδιακού μοντέλου που ερμηνεύει φυσικές μεταβολές φαίνεται να είναι κατάλληλη για μαθητές στο επίπεδο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και μάλιστα από την ηλικία των εννέα ετών και μετά (Papageorgiou & Johnson 2005, Papageorgiou et al. 2010). Πολλοί ερευνητές συμφωνούν ότι η ανάπτυξη από νωρίς στους μαθητές ενός απλού σωματιδιακού μοντέλου μπορεί να τους οδηγήσει αργότερα στην κατανόηση ενός περισσότερο πολύπλοκου υποατομικού σωματιδιακού μοντέλου (Bouwma-Gearhart et al. 2009) καθώς η κατανόηση ενός βασικού σωματιδιακού προτύπου από τους μαθητές, αποτελεί προϋπόθεση για την προσέγγιση της δομής του ατόμου που διδάσκεται αργότερα (Papageorgiou et al. 2010). Σύμφωνα με τους Eshach & Fried (2005) η Φυσική των μικρών σχολικών τάξεων είναι ένα αποτελεσματικό πλαίσιο για την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης και αναμένεται να συνεισφέρει στη διαμόρφωση των θεμελίων που θα οδηγήσουν στην κατανόηση δύσκολων επιστημονικών εννοιών και φαινομένων που θα μελετηθούν αργότερα σε μια πιο τυπική μορφή.

Σε κάθε περίπτωση η έννοια της σωματιδιακής δομής της ύλης αναδεικνύεται σε θεμελιώδη έννοια για τις φυσικές επιστήμες, ενώ αποδεικνύεται ότι οι μαθητές και του δημοτικού σχολείου είναι σε θέση να διδαχθούν το μοντέλο του μικροκόσμου, αφού μετά τη διδακτική παρέμβαση φτάνουν στο επίπεδο να χειρίζονται έννοιες του μοντέλου του μικροκόσμου με σωστό τρόπο σε ικανοποιητικό βαθμό. Το γεγονός ότι έχουν εναλλακτικές απόψεις για τη σωματιδιακή δομή της ύλης δεν αντιμετωπίζεται με την άρνηση της διδασκαλίας της, αλλά πολύ περισσότερο με τη συστηματική διδασκαλία εννοιών και διαδικασιών που θα βοηθήσουν τους μαθητές να μετακινηθούν προς το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο σταδιακά και σε βάθος χρόνου (Ιμβριώτη 2006). Παρά τις προθέσεις των βιβλίων, όμως, και τις προβλέψεις των αναλυτικών προγραμμάτων, στην πράξη έχει αποδειχθεί ότι η αξιοποίηση του μοντέλου του μικροκόσμου στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών δεν γίνεται στην τάξη, καθώς δεν χρησιμοποιούνται επαρκώς ή από όλους τους εκπαιδευτικούς οι πληροφορίες και τα μοντέλα που παρέχονται στα σχολικά εγχειρίδια ή άλλες πηγές ή η αναφορά στο μοντέλο του μικροκόσμου είτε γίνεται πολύ επιφανειακά και μη συστηματικά είτε παραλείπεται τελείως, καθώς οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι θα δυσκολέψει τους μαθητές.

Γι' αυτό τα ερευνητικά ερωτήματα και οι στόχοι της εφαρμογής ενός οποιουδήποτε –συμπληρωματικού και βοηθητικού των αναλυτικών προγραμμάτων και των εγχειριδίων– εκπαιδευτικού προγράμματος για το μικρόκοσμο (όπως αυτό το οποίο προτείνεται και εφαρμόζεται), πρέπει να αφορούν:

- στους εκπαιδευτικούς –καταρχήν– για το κατά πόσο μπορούν (ή όχι) να κατανοούν τις σωματιδιακές δομές της ύλης, καθώς και τις αλληλεπιδράσεις, κινήσεις και διαδικασίες των σωματιδίων οι οποίες προκαλούν τις όποιες μακροσκοπικές καταστάσεις και μακροσκοπικά φαινόμενα της ύλης, ώστε να ερμηνεύουν το μακρόκοσμο με το μικρόκοσμο
- στους μαθητές –κατά δεύτερο λόγο– για το κατά πόσο μπορούν (ή όχι) να «πειστούν» για την αόρατη και άγνωστη σωματιδιακή δομή της ύλης και να «φανταστούν» τις κινήσεις των σωματιδίων της ώστε –ευκταίο– να την «ερμηνεύουν»
- στα επιπλέον στοιχεία (υλικό, λογισμικό, πειραματισμούς, …) τα οποία μπορούν να υποβοηθήσουν εκπαιδευτικούς και μαθητές.

Για το συγκεκριμένο ερευνητικό πρόγραμμα τα ερευνητικά ερωτήματα και οι στόχοι της εφαρμογής του παραμένουν τα ίδια όσον αφορά στους εκπαιδευτικούς αλλά περιορίζονται

στις ερμηνείες των μακροσκοπικών ιδιοτήτων και φαινομένων που σχετίζονται με τις τρεις καταστάσεις (στερεά, υγρά, αέρια) της ύλης, αλλά εξειδικεύονται όσον αφορά στους μαθητές, στο κατά πόσο μπορούν (ή όχι) να «πειστούν» / κατανοούν (;) ότι και οι τρεις καταστάσεις (στερεή, υγρή, αέρια) της ύλης συγκροτούνται από σωματίδια (μόρια ή άτομα), τα σωματίδια αυτά είναι τα ίδια για κάθε σώμα είτε είναι στη στερεή, τη υγρή ή την αέρια κατάστασή του, τα σωματίδια αυτά κινούνται με διαφορετικό τρόπο στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια σώματα, οι κινήσεις τους δε αυτές ερμηνεύουν τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά (κατάσταση, όγκο, σχήμα, …) των σωμάτων. Όσον αφορά στα επιπλέον στοιχεία τα οποία μπορούν να υποβοηθήσουν εκπαιδευτικούς και μαθητές, δοκιμάζεται πρόσθετο υλικό, λογισμικό, πειραματισμοί, μέθοδοι και πρακτικές για τη συγκεκριμένη θεματική.

Η Πρόταση – Η Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο των παραπάνω ερευνητικών ερωτημάτων και στόχων, σχεδιάσαμε και προτείνουμε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα το οποίο συνίσταται από:

α. τις λεκτικές αναφορές στο μικρόκοσμο και τις στατικές εικονικές αναπαραστάσεις του οι οποίες περιλαμβάνονται στο βιβλίο μαθητή «Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου (Αποστολάκης κά 2006) και οι οποίες αφορούν στη συγκρότηση των υλικών σωμάτων από σωματίδια και στη διαφοροποίηση των σωμάτων σε στερεά, υγρά και αέρια λόγω των κινήσεων των σωματιδίων τους

β. τα κείμενα και τις εικόνες τριών από τα είκοσι «μικρο-Αναγνώσματα» (Καλκάνης 2006) που αφορούν στη συγκρότηση των σωμάτων (στερεών, υγρών, αερίων) από σωματίδια:

Στο πρώτο μικρο-Ανάγνωσμα αποδεικνύουμε με την αίσθηση της όσφρησης και την ιδιότητα της οσμής των σωμάτων (και των στερεών και των υγρών και των αερίων), όπως και την αίσθηση της αφής και την ιδιότητα της αντίστασης των σωμάτων (όλων των ακίνητων στερεών και των κινούμενων υγρών και αερίων), ότι «όλα τα σώματα (ακόμη και τα αόρατα αέρια) αποτελούνται από μικρότερα σώματα (τα μόρια), τόσο μικρά ώστε να είναι αόρατα».

Στο δεύτερο μικρο-Ανάγνωσμα γνωρίζουμε ότι όχι μόνο «τα μόρια όλων των σωμάτων (στερεών, υγρών, αερίων) κινούνται συνεχώς και άτακτα αλλά με διαφορετικό τρόπο» αλλά και τον διαφορετικό τρόπο με τον οποίο τα μόρια κινούνται στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια σώματα. Μαθαίνουμε, επίσης ότι «πρέπει να θυμόμαστε ότι ακόμη και οι πιο μικρές αποστάσεις στις οποίες είναι δυνατό να πλησιάσουν τα μόρια (είτε των στερεών, είτε των υγρών, είτε των αερίων) είναι πολύ μεγαλύτερες από τις διαστάσεις τους! Ο χώρος μεταξύ τους είναι κενός!»

Στο τρίτο μικρο-Ανάγνωσμα εκτελούμε ένα πείραμα: διαλύουμε κομμάτια ζάχαρης σε νερό, αυτά εξαφανίζονται, όταν όμως δοκιμάσουμε το διάλυμα είναι γλυκό και όταν βράσουμε το νερό ώστε να εξατμιστεί εμφανίζεται και πάλι η ζάχαρη. Έτσι αποδεικνύουμε ότι τα αόρατα μόρια ζάχαρης ήταν πάντα εκεί.

γ. τα επεισόδια της σειράς «Με το μικρόΚοσμο εξηγώ…» της εκπαιδευτικής τηλεόρασης (Καλκάνης κά 2007β) όπου εκτελούνται στο εργαστήριο πειράματα στα οποία αποδεικνύεται από την αντίσταση στην κίνηση του χεριού μας σε νερό ή στον αέρα η ύπαρξη των «αόρατων» σωματιδίων από τα οποία όλα τα σώματα αποτελούνται:

όπως και πειράματα στα οποία παγάκια θερμαίνονται και μετατρέπονται σε νερό, το νερό εξατμίζεται με βρασμό και μετατρέπεται σε υδρατμούς, οι υδρατμοί ψύχονται και υγροποιούνται σε νερό, το νερό στη συνέχεια με βαθύτερη ψύξη στο ψυγείο μετατρέπεται σε πάγο, ώστε να αποδειχθεί ότι τα μόρια του πάγου, του νερού και των υδρατμών είναι τα ίδια, απλώς κινούνται διαφορετικά όπως μάθαμε:

δ. Στα ίδια επεισόδια περιέχονται δυναμικές προσομοιώσεις / οπτικοποιήσεις των κινήσεων των μορίων των στερεών, των υγρών και των αερίων σωμάτων.

Σχεδιάσαμε στη συνέχεια μια εκπαιδευτική διαδικασία εφαρμογής των παραπάνω (με υλικά και οδηγίες πειραματισμού, υποστηρικτικό λογισμικό) παρέχοντας στους εκπαιδευτικούς / φοιτητές / μαθητές σχέδια εργασίας / αξιολόγησης δομημένα σύμφωνα με τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση (Straga 1999, Καλκάνης 2007α): έναυσμα ενδιαφέροντος, διατύπωση υποθέσεων, αποδεικτικός πειραματισμός, διατύπωση συμπερασμάτων / σύνθεση προτύπου και γενίκευση, συστημική συσχέτιση, ερμηνείες.

Η Έρευνα – Η Εφαρμογή – Η Αξιολόγηση

Η ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του

Πανεπιστημίου Αθηνών κατά τα ακαδημαϊκά έτη 2008-2009 και 2009-2010 για τους μετεκπαιδευόμενους / εν ενεργεία εκπαιδευτικούς και τους εκπαιδευόμενους φοιτητές / μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, σε Περιφερειακά Κέντρα Επιμόρφωσης και σε σχολεία κατά τα σχολικά έτη 2008-2009 και 2009-2010 για τους επιμορφούμενους εκπαιδευτικούς, ενώ η ερευνητική διαδικασία για τους μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης πραγματοποιήθηκε σε Δημοτικά σχολεία της Α' Διεύθυνσης Π.Ε. Αθήνας κατά τα ίδια σχολικά έτη.
Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν:
α. 20 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί μετεκπαιδευόμενοι στο Μαράσλειο Διδασκαλείο Δημοτικής Εκπαίδευσης (στο πλαίσιο υποχρεωτικού θεωρητικού μαθήματος και εργαστηριακού μαθήματος επιλογής στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών) και 42 επιμορφούμενοι εκπαιδευτικοί (στο πλαίσιο επιμορφωτικών σεμιναρίων σε Περιφερειακά Επιμορφωτικά Κέντρα της Αττικής και επιμορφώσεις σχολικών συμβούλων σε σχολεία)
β. 106 δευτεροετείς και τριτοετείς προπτυχιακοί φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, (στο πλαίσιο υποχρεωτικού θεωρητικού μαθήματος και υποχρεωτικής εργαστηριακής άσκησης στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών) και
γ. 38 μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου (στο πλαίσιο του μαθήματος των Φυσικών, πριν όμως την έναρξή του)
οι οποίοι διδάχθηκαν / εξετάστηκαν σε ερωτήσεις (επί 4 ώρες) και στη συνέχεια παρακολούθησαν εκπαιδευτικά λογισμικά, εκτέλεσαν πειράματα, συμπλήρωσαν σχέδια εργασίας κατά την άσκησή τους και απάντησαν σε ερωτήσεις, σύμφωνα με το πρόγραμμα (επί 4 ακόμη ώρες).
Η εκπαιδευτική διαδικασία διαρθρώθηκε / συστηματοποιήθηκε σύμφωνα με τα παραπάνω βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση. Για την αξιολόγησή της χρησιμοποιήθηκαν γραπτά ερωτηματολόγια τα οποία δόθηκαν πριν και μετά την εκπαιδευτική διαδικασία, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και αναλυτικά σχέδια εργασίας τα οποία συμπλήρωνα οι εκπαιδευτικοί / φοιτητές / μαθητές κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασία. Πριν την εφαρμογή της έρευνας προηγήθηκε μία πιλοτική διαμορφωτική έρευνα σε μικρότερο δείγμα για τη βελτιστοποίηση των ερωτηματολογίων. Τα ερωτηματολόγια περιελάμβαναν ερωτήσεις σχετικές με τη μακροσκοπική διάκριση των καταστάσεων (στερεής, υγρής και αέριας) των σωμάτων, τις μακροσκοπικές ιδιότητές τους (ποιες;), τη συγκρότηση των στερεών, υγρών και αερίων σωμάτων από σωματίδια / μόρια (είναι ίδια ή διαφορετικά σε κάθε κατάσταση; μπορούμε να τα δούμε; πώς μπορούμε να τα αντιληφθούμε αφού είναι αόρατα;), τις μικροσκοπικές κινήσεις των σωματιδίων / μορίων στα στερεά, υγρά και αέρια σώματα (πώς κινούνται σε κάθε κατάσταση; πώς δικαιολογεί η κίνησή τους τις ιδιότητες των σωμάτων σε κάθε κατάσταση;).
Η αξιολόγηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας έγινε με βάση τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών / φοιτητών / μαθητών στα ερωτηματολόγια καθώς και στα σχέδια εργασίας τα οποία συμπλήρωσαν και η επίδοσή τους χαρακτηρίστηκε ως «ελλειμματική» (όταν απαντούσαν επαρκώς σε λιγότερα από τα μισά ερωτήματα), «ικανοποιητική» (όταν απαντούσαν επαρκώς σε περισσότερα από τα μισά ερωτήματα), «πλήρης» (όταν απαντούσαν επαρκώς σε όλα τα ερωτήματα) και «εξαιρετική» (όταν απαντούσαν πλήρως σε όλα τα ερωτήματα και είχαν διαπραγματευτεί επιτυχώς όλα τα βήματα των σχεδίων εργασίας).
Τα αποτελέσματα και στις τρεις κατηγορίες πριν και μετά την εκπαιδευτική διαδικασία με το προτεινόμενο πρόγραμμα φαίνονται στα παρακάτω ραβδογράμματα:

Τα Συμπεράσματα – Οι Προτάσεις

Από τις απαντήσεις στα ερωτηματολόγια και τα φύλλα εργασίας των εκπαιδευτικών / φοιτητών / μαθητών προκύπτει ότι οι εκπαιδευτικοί και οι φοιτητές / μελλοντικοί εκπαιδευτικοί κατανοούν τη σωματιδιακή δομή της ύλης, συσχετίζουν τις μικροσκοπικές διαδικασίες με τα μακροσκοπικά φαινόμενα και –σύμφωνα με τα σχόλιά τους στα φύλλα εργασίας– πιστεύουν ότι μπορούν να αξιοποιήσουν το πρότυπο του μικροκόσμου κατά τη διδασκαλία τους στους μαθητές τους. Οι μαθητές σε μικρότερο βαθμό φαίνεται, επίσης, να κατανοούν τη σωματιδιακή φύση της ύλης, σε ακόμη μικρότερο βαθμό όμως φαίνεται να είναι σε θέση να συσχετίσουν τις μικροσκοπικές διαδικασίες με τα μακροσκοπικά φαινόμενα. Όσον αφορά στο προτεινόμενο υλικό και λογισμικό, τη μεθοδολογία και τη διάρθρωση του προγράμματος φαίνεται να είναι εφικτή και αποτελεσματική η εφαρμογή τους.
Προτείνεται ως εκ τούτου η συνέχιση της εφαρμογής αυτού ή άλλων προγραμμάτων, με συμπληρωματικές πληροφορίες, υλικό, λογισμικό και διαδικασίες –ιδιαίτερα με διαδικασίες οι οποίες είναι ελκυστικές και αποτελεσματικές για τους μαθητές– ώστε να βελτιστοποιηθεί ο εκπαιδευτικός και παιδευτικός χαρακτήρας και ρόλος του προτύπου του μικροκόσμου το οποίο όχι μόνο διευρύνει την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες με σύγχρονες απόψεις και θεωρίες, αλλά και συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση και ερμηνεία των φυσικών φαινομένων της καθημερινής ζωής, αναδεικνύει την αξία των γνώσεων των διαδικασιών έναντι των γνώσεων των ορισμών και απαξιώνει την πρακτική της απομνημόνευσης.

Βιβλιογραφία, Αναφορές

Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου Ε., Σάββας Σ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ., Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Αθ., Καλκάνης Γ. Θ. (2006). "ΦΥΣΙΚΑ Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού - Ερευνώ και Ανακαλύπτω", Βιβλίο Μαθητή, Τετράδιο Εργασιών, Βιβλίο Δασκάλου, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα

ΔΕΠΠΣ και ΑΠΣ (2003). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών των Φυσικών Επιστημών (για το Δημοτικό και το Γυμνάσιο) και Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο», ΦΕΚ 303Β/13-03-2003 και ΦΕΚ 304Β/13-03-2003

Ιμβριώτη Δ. (2006), «Το Μοντέλο του μικροΚόσμου ως Ενοποιητικό και Ερμηνευτικό Στοιχείο των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση – Λογισμικό και Αξιολόγηση», Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα 2006

Καλκάνης Γ. Θ. (2003). "μικρο-Αναγνώσματα", http://micro-kosmos.uoa.gr (→ τα ΦΥΣΙΚΑ Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού), Αθήνα

Καλκάνης Γ. Θ. (2006). "Οδηγίες / Επιστολή προς τους Εκπαιδευτικούς (και τους Γονείς) για τη βέλτιστη εφαρμογή της εκ-παιδευτικής διαδικασίας σύμφωνα με τα Βιβλία «Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ και Στ΄ Τάξης του Δημοτικού Σχολείου", http://micro-kosmos.uoa.gr (→ τα ΦΥΣΙΚΑ Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού), Αθήνα

Καλκάνης Γ. Θ. (2007α). "Πρωτοβάθμια ΕκΠαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ" (Ι. οι Θεωρίες, ΙΙ. τα Φαινόμενα), "ΕκΠαιδευτικό ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Φυσικών Επιστημών, ΕκΠαιδευτικές ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ και οι Εφαρμογές τους" (Ι. το Εργαστήριο, ΙΙ. οι Τεχνολογίες), Αθήνα

Καλκάνης Γ. Θ. κά. (2007β). Σειρά Επεισοδίων Εκπαιδευτικής Τηλεόρασης: "με το μικρόΚοσμο εξηγώ … 1. τη Θερμότητα και τη Θερμοκρασία των Σωμάτων, 2. την Εξάτμιση, το Βρασμό και την Υγροποίηση των Σωμάτων, 3. την Τήξη και την Πήξη των Σωμάτων, 4. τις Δυνάμεις μεταξύ των Σωμάτων, 5. τις Ανανεώσιμες Αποθήκες Ενέργειας"» (βλ. http://www.edutv.ypepth.gr), Εργαστήριο ΦΕΤΠ Πανεπιστημίου Αθηνών, Ερευνητές Α.Ε., Εκπαιδευτική Ραδιοτηλεόραση / Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Αθήνα

Bouwma-Gearhart, J., Stewart, J., Brown, K. (2009). Student Misapplication of a Gas-like Model to Explain Particle Movement in Heated Solids: Implications for curriculum and instruction towards students' creation and revision of accurate explanatory models. International Journal of Science Education, 31[9], 1157–1174

Eshach, H. & Fried, M. (2005). Should science be taught in early childhood?. Journal of Science Education and Technology, 14[3], 315–336

Feynman, R., (1995). Six Easy Pieces, Addson-Wesley, California Institute of Technology

Francoa, A.G. & Taberb, K.S. (2009). Secondary Students' Thinking about Familiar Phenomena: Learners' explanations from a curriculum context where 'particles' is a key idea for organising teaching and learning. International Journal of Science Education, 31[14], 1917–1952

Georgousi, K., Kampourakis, C., Tsaparlis, G. (2001). Physical-science knowledge and patterns of achievement at the primary-secondary interface, Part 2: Able and top-achieving students. Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 2[3], 253–263

Hwang B. T., (2000), “Students’ understandings and misconceptions of particulate natures in gaseous phase and their science achievement”, Proceedings of the International Conference of Groupe International de Research sur l’ Enseignement de la Physique, Spain 2000

Löfgrena, L. & Helldéna, G. (2009). A Longitudinal Study Showing how Students use a Molecule Concept when Explaining Everyday Situations. International Journal of Science Education, 31[12], 1631–1655

Papageorgiou, G., & Johnson, P. M. (2005). Do particle ideas help or hinder pupils’ understanding of phenomena?. International Journal of Science Education, 27[11], 1299–1317

Papageorgiou, G., Grammaticopoulou, M., Johnson, P.M. (2010). Should we Teach Primary Pupils about Chemical Change?. International Journal of Science Education, 32[12], 1647–1664

Snir, J., Smith, C., and Raz, G., (2003), Linking phenomena with competing underlying models: A software tool for introducing students to the particulate model of matter, *Science Education*, 87, 794-830

Straga, S., Kalkanis, G. (1999). "The scientific method enhanced by systemic analysis -fieldwork - educational material - information technologies, as a sequence of supportive approaches in present and future Environmental Education", International Conference on Environmental Education for Sustainable Future, Indian Environmental Society, New Delhi, India.

Wiser M.& Smith C., (2008). Teaching about matter in grades K-8: When should the atomic-molecular theory be introduced?, International Handbook of Research on Conceptual Change, Edited by Stella Vosniadou

http://micro-kosmos.uoa.gr

Αναζήτηση ενός εκπαιδευτικού μοντέλου του ατόμου για την προσομοίωση / οπτικοποίηση φυσικών φαινομένων

Ανάργυρος Δρόλαπας, Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα .Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Αθηνών
adrolapas@primedu.uoa.gr, kalkanis@primedu.uoa.gr, http://micro-kosmos.uoa.gr

Περίληψη
Η αποτελεσματικότητα ή μη της χρήσης εκπαιδευτικών μοντέλων προκειμένου να επιτευχθεί η κατανόηση βασικών εννοιών των φυσικών επιστημών είναι μόνιμα υπό εξέταση. Ειδικά σε ότι έχει να κάνει με την παρουσίαση των βασικών δομών της ύλης όπως: τα υπο-ατομικά σωματίδια, το εσωτερικό του πυρήνα, τα στοιχειώδη σωμάτια, το δυϊσμό της ύλης. Στην παρούσα εργασία στόχος είναι η επιλογή του καταλληλότερου εκπαιδευτικού μοντέλου του ατόμου προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σαν δομικό στοιχείο για τη δημιουργία οπτικοποιήσεων / προσομοιώσεων. Η επιλογή αυτού του δομικού στοιχείου θα πρέπει να γίνει με γνώμονα το ότι θα χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση φυσικών φαινόμενων στα οποία ιδιαίτερη έμφαση θα δίνεται στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων κι όχι απλά η παρουσίαση ενός και μόνο κινούμενου ατόμου όπως συναντάμε συνήθως σε αντίστοιχα λογισμικά (διαδικτυακά ή μη) και στη διεθνή βιβλιογραφία

Abstract
The effectiveness of the use of educational models in order to achieve comprehension of basic concepts of science is continuously under review. Especially when it is about the representation of the basic structures of matter such as: the atomic model, particle physics, the duality of matter. The objective of this study is to select the most appropriate educational model of the atom so that it can be used as the basic component for computer simulations. Based on that educational atomic model we will construct many simulations aimed to depict many physical phenomena with particular emphasis on interactions among atoms and not only the movement of only one atom as a wide range of software packets usually does.

Εισαγωγή (Το Πλαίσιο – Τα Ερωτήματα – Οι Στόχοι)

Ένα βασικό κομμάτι της διδακτέας ύλης των φυσικών επιστημών για όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης αποτελεί το θέμα της δομής της ύλης. Ένα θέμα που είναι υπό διερεύνηση, ως προς τον τρόπο προσέγγισης του. Έρευνες έχουν δείξει ότι για να επιτευχθεί η κατανόηση του αντικειμένου απαιτείται η χρήση επιστημολογικών αναφορών, εκπαιδευτικών μοντέλων καθώς και οι αναφορές σε ερευνητικά δεδομένα της σύγχρονης φυσικής. (Kalkanis G., Stavroy D. et al 2002, Mikelskis-Seifert S. 2002, Mikelskis-Seiferth S. and Leisner A.J. 2005, Clement J. 2000, Harrison Allan G. and Treagust David F. 1996). Η διδασκαλία με αναφορές στο μικρόκοσμο δημιουργεί πολλές φορές παρανοήσεις στους μαθητές που έχουν συνηθίσει να σκέφτονται με έναν πιο μακροσκοπικό τρόπο. Για παράδειγμα η συνήθης αναγωγή όταν σκέφτονται τη δομή του ατόμου με το πλανητικό μοντέλο είναι ενδεικτική, όπου ο Ήλιος παίζει το ρόλο του πυρήνα του ατόμου και οι πλανήτες το ρόλο των ηλεκτρονίων. Η αλληλεπίδραση με τους μαθητές ή φοιτητές και η διερεύνηση του κατά πόσον μπορούν να αντιληφθούν ή όχι τι αντιπροσωπεύει ένα εκπαιδευτικό μοντέλο καταλήγει πολλές φορές σε

παρόμοια συμπεράσματα. Ότι δηλαδή υπάρχουν κάποιες, συγκεκριμένες παρερμηνείες που συναντάμε συχνότερα από άλλες. (Νταλαούτη Π. και Τσαπαρλής Γ. 2004, Warren J. 2003, Petri Juergen and Niedderer Hans 1998)

Αυτή η συχνότητα με την οποία συναντάμε τις συνήθεις παρερμηνείες των μαθητών /φοιτητών για τη δομή της ύλης και πιο συγκεκριμένα για το ατομικό πρότυπο οδηγεί σε συγκεκριμένα ερωτήματα:

- Μπορούν οι μαθητές/φοιτητές να αντιληφθούν αν ένα ατομικό πρότυπο είναι σύμφωνο με τις αρχές της σύγχρονης φυσικής;
- Μπορούν με κάποιο ατομικό πρότυπο, σαν δομικό στοιχείο της ύλης, να περιγράψουν κάποιο φυσικό φαινόμενο μικροσκοπικά;
- Υπάρχει κάποιο ατομικό πρότυπο που να μπορούν να το επιλέξουν (με δικά τους κριτήρια) και ταυτόχρονα να το χρησιμοποιούν με σωστό, επιστημονικά, τρόπο;

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η επιλογή ενός μοντέλου για τη δομή του ατόμου που να αποφεύγει την πρόκληση παρερμηνειών. Επιλογή ενός προτύπου μέσα από όσα μπορεί να συναντήσει κανείς στην διεθνή βιβλιογραφία και σε διάφορα λογισμικά που περιλαμβάνουν προσομοιώσεις. Ένα βασικό στοιχείο που κάνει αυτή την έρευνα να διαφέρει από προγενέστερες της βιβλιογραφίας είναι ότι δεν αφορά το άτομο του υδρογόνου. Δε μένει στην απλή εφαρμογή ενός προτύπου στο πιο απλό άτομο της φύσης, αλλά επιδιώκει να χρησιμοποιήσει ένα άτομο με περισσότερα ηλεκτρόνια ώστε να είναι ικανό να προσομοιώσει σε μεταγενέστερο στάδιο τη δομή στερεών, υγρών και αερίων, καθώς και αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων. Η χρήση αυτού του προτύπου, σαν δομικό στοιχείο για την κατασκευή προσομοιώσεων που θα παρουσιάζουν πλήθος φυσικών φαινομένων και θα συμβάλει στην ερμηνεία τους μέσα από το πρίσμα του μικροκόσμου είναι ο καταληκτικός στόχος της έρευνας.

Η Πρόταση – Η Μεθοδολογία

Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία είτε αυτή έχει να κάνει με τα σύγχρονα σχολικά και πανεπιστημιακά συγγράμματα, είτε έχει να κάνει με τις επιστημονικές δημοσιεύσεις και ανακοινώσεις των τελευταίων ετών, οι τρόποι που επιλέγονται για να παρασταθεί ένα άτομο χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

1. Πρότυπα που παραπέμπουν στο άτομο του Bohr
2. Πρότυπα που παρουσιάζουν το άτομο σύμφωνα με τις αρχές της κβαντικής θεωρίας (σε διαφορετικό βαθμό το κάθε ένα)

Οι δύο αυτές κατηγορίες παρουσιάζουν κάποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε ότι αφορά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας επιλέχθηκαν κάποια από τα πιο διαδεδομένα ατομικά πρότυπα που μπορεί να συναντήσει κανείς στη βιβλιογραφία. Υπάρχουν φυσικά και άλλα, που όμως σε γενικές γραμμές βασίζονται στις ίδιες αρχές με αυτά που έχουν επιλεγεί. Σκοπός της έρευνας δεν ήταν το να επιλεγεί κάποιο μοντέλο που να αναπαριστά απλά με επιτυχία την εικόνα ενός ατόμου, αλλά και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσομοιώσει βασικά φαινόμενα των φυσικών επιστημών όπως: τους χημικούς δεσμούς καθώς και τις αλλαγές στην κατάσταση της ύλης. Τα μοντέλα που επιλέχτηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Οι παρατηρήσεις στον πίνακα, σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του κάθε μοντέλου προκύπτουν από τη σχετική βιβλιογραφία.

Πίνακας 5: Συγκριτική παρουσίαση των ατομικών μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα

Μοντέλο Α		**Κύρια χαρακτηριστικά:** Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα σε καθορισμένες τροχιές.
		Πλεονεκτήματα: Ακολουθεί το πρότυπο του Bohr ένα ευρέως διαδεδομένο εκπαιδευτικό μοντέλο
		Μειονεκτήματα: • Δεν εξηγεί τη σταθερότητα του ατόμου, •Δε μπορεί να προσομοιώσει τη δημιουργία χημικών δεσμών •Δεν είναι σε συμφωνία με τα σύγχρονα επιστημονικά δεδομένα
Μοντέλο Β		**Κύρια χαρακτηριστικά:** Τα ηλεκτρόνια παριστάνονται σαν μια εκτεταμένη συνεχή κατανεμημένη ουσία που ονομάζεται ”Electronium” η οποία είναι γύρω από τον πυρήνα βάσει την πυκνότητα πιθανότητας. Τα ηλεκτρόνια δεν κινούνται. Μεταβολές στο χρώμα που εκφράζει την πυκνότητα πιθανότητας δίνοντας την εντύπωση ενός υγρού που μεταβάλλεται.. Η εικόνα του ατόμου σε τομή
		Πλεονεκτήματα: • Αποτελεί μια προσπάθεια παρουσίασης των λύσεων της εξίσωσης του Schrödinger • Μπορεί να προσομοιώσει χημικούς δεσμούς • Σε συμφωνία με τις αρχές της κβαντικής θεωρίας
		Μειονεκτήματα: • Δημιουργεί παρερμηνείες στους μαθητές για την αναπαράσταση των ηλεκτρονίων και του πυρήνα • Δεν μπορεί να αποδώσει τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις μεταξύ ηλεκτρονίων και μεταξύ ηλεκτρονίων και πυρήνα
Μοντέλο Γ		**Κύρια χαρακτηριστικά:** Τα ηλεκτρόνια παριστάνονται σαν σημεία που παρουσιάζουν συγκεκριμένη πυκνότητα πιθανότητας να βρεθεί ένα ηλεκτρόνιο στη θέση αυτή ανάλογα με το πόσο πυκνά είναι. Τα σημεία αυτά αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου σαν να αφήνουν ίχνη τα ηλεκτρόνια με την πάροδο του χρόνου. Η εικόνα του ατόμου σε τομή
		Πλεονεκτήματα: • Αποτελεί μια προσπάθεια παρουσίασης των λύσεων της εξίσωσης του Schrödinger • Μπορεί να προσομοιώσει χημικούς δεσμούς • Σε συμφωνία με τις αρχές της κβαντικής θεωρίας
		Μειονεκτήματα: • Δημιουργεί παρερμηνείες στους μαθητές για την αναπαράσταση των ηλεκτρονίων • Δε μπορεί να αποδώσει κινήσεις ατόμων με επιτυχία

Μοντέλο Δ		**Κύρια χαρακτηριστικά:** Τα ηλεκτρόνια παριστάνονται σαν τελείες που αλλάζουν τυχαία θέσεις. Ο πυρήνας παρουσιάζεται με την παρουσία νουκλεονίων. Τα ηλεκτρόνια και τα νουκλεόνια κινούνται σε τυχαίες θέσεις μέσα σε μια καθορισμένη περιοχή.
		Πλεονεκτήματα: • Τα ηλεκτρόνια παρότι παριστάνονται σαν σωματίδια μπορούν να κινούνται σε περιοχές μεγάλης πυκνότητας πιθανότητας • Μπορεί να προσομοιώσει χημικούς δεσμούς
		Μειονεκτήματα: • Δεν είναι σύμφωνο με τις αρχές της κβαντικής θεωρίας • Η κίνηση των νουκλεονίων και οι διαστάσεις του πυρήνα σε σχέση με τα ηλεκτρόνια δημιουργούν παρερμηνείες στους μαθητές
Μοντέλο Ε		**Κύρια χαρακτηριστικά:** Τα ηλεκτρόνια παριστάνονται σαν τελείες που αλλάζουν τυχαία θέσεις. Ο πυρήνας είναι σημειακός Τα ηλεκτρόνια κινούνται σε τυχαίες θέσεις μέσα σε μια καθορισμένη περιοχή.
		Πλεονεκτήματα: • Τα ηλεκτρόνια παρότι παριστάνονται σαν σωματίδια μπορούν να κινούνται σε περιοχές μεγάλης πυκνότητας πιθανότητας • Μπορεί να προσομοιώσει χημικούς δεσμούς
		Μειονεκτήματα: • Δεν είναι σύμφωνο με τις αρχές της κβαντικής θεωρίας • Ο πυρήνας παρουσιάζεται σαν σημείο

(Δημόπουλος 2005, Mikelskis-Seifert S. 2005, Dimopoulos V. and Kalkanis G. 2004-5, Budde M., Niedderer H et al 2002)

Η επιλογή των μοντέλων έγινε από ατομικά πρότυπα που παριστάνονται σε δύο διαστάσεις (2D). Κάποια από αυτά παρουσιάζονται σαν τομές της τρισδιάστατης πραγματικότητας (Μοντέλα Α,Β,Γ), ενώ τα υπόλοιπα παρουσιάζονται σαν την εικόνα του ατόμου εξωτερικά και από απόσταση (Μοντέλα Δ,Ε).

Το Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών, οι οποίοι μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκονται κοντά στο γνωστικό επίπεδο μαθητών λυκείου. Είναι όμως και μια κατηγορία φοιτητών που είναι εκκολαπτόμενοι εκπαιδευτικοί, που γνωρίζουν ότι κάποια στιγμή στο μέλλον θα κληθούν να εξηγήσουν διάφορα φυσικά φαινόμενα στους μαθητές τους. Το θέμα της έρευνας, για αρκετούς φοιτητές, συνέπιπτε με δικούς τους προβληματισμούς, σχετικά με το πώς φανταζόντουσαν τη δομή του ατόμου και το πώς θα το διδάξουν στους μελλοντικούς μαθητές τους. Στην έρευνα συμμετείχαν 18 τελειόφοιτοι φοιτητές (αναλογία: 4 άντρες, 14 γυναίκες) με τους οποίους πραγματοποιήσαμε 5 συναντήσεις.

Μεθοδολογία της Έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε παράλληλα με το εργαστήριο φυσικής, που είναι υποχρεωτικό για το ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ και το οποίο διαρκεί 2 ώρες την εβδομάδα, για 2 εξάμηνα. Σε κάθε συνάντηση υπήρχαν 3 φοιτητές, όσοι είναι και σε κάθε ομάδα του εργαστηρίου. Ο χρόνος συμμετοχής στην έρευνα ήταν περίπου μια ώρα την εβδομάδα για 5 εβδομάδες.
Στην πρώτη συνάντηση δόθηκε στους φοιτητές ένα pre-test (με τη μέθοδο των πολλαπλών επιλογών) που περιλάμβανε πέντε ερωτήσεις γύρω από τη δομή του ατόμου, το αν κινούνται τα άτομα που αποτελούν ένα στερεό σώμα, το πώς μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια (και οι αποστάσεις μεταξύ) των ατόμων ανάλογα με τις αλλαγές της φυσικής κατάστασης των σωμάτων και το πώς συμπεριφέρονται τα ελεύθερα ηλεκτρόνια στο εσωτερικό ενός μετάλλου.

Ανεξαρτήτως των απαντήσεων που έδιναν οι φοιτητές, στη συνέχεια παρακολουθούσαν μια διάλεξη γύρω από το ποιες ήταν οι παλιότερες ατομικές θεωρίες, γιατί εγκαταλείφθηκαν και τι πιστεύουμε σήμερα. Πώς πραγματοποιούνται οι χημικοί δεσμοί. Τι είναι το δυναμικό Lennard-Jones. Πώς κινούνται τα άτομα στο εσωτερικό ενός στερεού, ενός υγρού κι ενός αερίου. Και τέλος πως κινούνται τα ελεύθερα ηλεκτρόνια στο εσωτερικό ενός μετάλλου. Ο σκοπός αυτής της μικρής διάλεξης ήταν το να λυθούν τυχόν απορίες σχετικά με την ατομική θεωρία καθώς και για μια σειρά σημαντικών φυσικών φαινομένων που μπορούν να εξηγηθούν μικροσκοπικά.

Στο τέλος της πρώτης συνάντησης (και σε κάθε μια από τις υπόλοιπες τέσσερεις στη συνέχεια της έρευνας) ζητούσαμε από τους φοιτητές να χρησιμοποιήσουν ένα από τα πέντε υποψήφια μοντέλα. Χρησιμοποιούσαν δηλαδή ένα σε κάθε συνάντηση αφού πρώτα τους το παρουσιάζαμε. Υπήρχε πάντα μια προσομοίωση του εκάστοτε προτύπου με σκοπό να εξοικειωθούν με το κινούμενο ατομικό μοντέλο.

Το φύλλο αξιολόγησης του κάθε ατομικού προτύπου ζητούσε από τους συμμετέχοντες να περιγράψουν συνοπτικά αν όντως μπορεί να θεωρηθεί ότι το μοντέλο παρουσιάζει επιτυχημένα ένα άτομο. Και να εκφράσουν αν έχουν κάποια ένσταση ή απορία ως προς το σχεδιασμό του. Στη συνέχεια τους ζητούσαμε να σχεδιάσουν στιγμιότυπα από μια σειρά φαινομένων. Η αναγκαιότητα σχεδίασης στιγμιότυπων, όταν πρόκειται για προσομοιώσεις, είναι προφανής. Οποιαδήποτε κινούμενη αναπαράσταση αποτελείται από ένα πλήθος σταθερών εικόνων που εναλλάσσονται με τέτοια ταχύτητα που να δίνουν την ψευδαίσθηση στο μάτι ότι είναι κάτι κινούμενο. Αν σχεδιάσεις επιτυχημένα τα επιμέρους στιγμιότυπα, έχεις ουσιαστικά συνθέσει μια οπτικοποίηση. Τα στιγμιότυπα που ζητήθηκαν από τους φοιτητές να σκεφτούν και να σχεδιάσουν αφορούσαν:

- το πρότυπο του ατόμου με βάση το συγκεκριμένο μοντέλο
- τέσσερα (τουλάχιστον) άτομα με τα οποία να δείξουν τις κινήσεις που θα κάνουν αυτά καθώς αυξάνει η θερμοκρασία και κατά συνέπεια αυξάνει η κινητική τους ενέργεια (στο εσωτερικό ενός στερεού/υγρού/αερίου)
- δύο άτομα που σχηματίζουν έναν χημικό δεσμό (ομοιοπολικό)
- το εσωτερικό ενός μετάλλου και την αλληλεπίδραση των ατόμων με τα ελεύθερα ηλεκτρόνια (με ή με χωρίς την παρουσία δυναμικού)

Όταν οι φοιτητές σχεδίαζαν στιγμιότυπα από τα πιο πάνω φαινόμενα, γινόταν σαφές το πώς φαντάζονται τις κινήσεις των ατόμων, τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους και τις τυχόν αδυναμίες του κάθε μοντέλου.

Τελικό στάδιο της κάθε συνάντησης λοιπόν ήταν να βαθμολογήσουν οι συμμετέχοντες με μια κλίμακα 5 επιπέδων (Καθόλου, Λίγο, Μέτρια,. Πολύ, Ιδανικά) το πόσο κατάλληλο/αποτελεσματικό έκριναν το εκάστοτε πρότυπο, στα επιμέρους φαινόμενα που έπρεπε να εξετάσουν, αλλά και συνολικά για όλα. Μπορούσαν να επιλέξουν σαν «Ιδανικό» περισσότερα του ενός.

Στο τέλος των πέντε εβδομάδων οι φοιτητές είχαν δοκιμάσει όλα τα υποψήφια ατομικά πρότυπα της έρευνας και τα επεξεργάστηκαν εντοπίζοντας με αυτόν τον τρόπο τις εκπαιδευτικές αδυναμίες και τα επιστημονικά σφάλματα του εκάστοτε μοντέλου στο να περιγράψει τα πιο πάνω φυσικά φαινόμενα.

Τα Αποτελέσματα της Έρευνας

Ξεκινώντας από τα αποτελέσματα του προελέγχου (pretest) στην συντριπτική τους πλειοψηφία οι φοιτητές απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις δείχνοντας ότι διαθέτουν τις απαραίτητες γνώσεις για να περιγράψουν μικροσκοπικά τη δομή της ύλης. Σε ότι αφορά τα φύλλα αξιολόγησης των ατομικών προτύπων, όλοι οι συμμετέχοντες έδειξαν ότι αναγνώριζαν πως θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το εκάστοτε μοντέλο σαν ατομικό πρότυπο. Εντόπιζαν τα δομικά του στοιχεία και τον τρόπο που κινούνται επιμέρους. Στο κομμάτι της σχεδίασης των στιγμιότυπων καθώς και της αξιολόγηση του κάθε ατομικού μοντέλου τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί. Στον Πίνακα βέβαια φαίνεται μόνο η βαθμολογία που έβαλαν οι φοιτητές χωρίς να κρίνεται αν τα στιγμιότυπα που σχεδίαζαν ήταν επιστημονικώς ορθά.

Πίνακας 6: Συγκεντρωτική παρουσίαση της αξιολόγησης του κάθε μοντέλου από τους φοιτητές

Σχεδιάστε:	Τι ποσοστό των φοιτητών βαθμολόγησαν ως «Αρκετά αποτελεσματικό» ή «Ιδανικό» το εκάστοτε μοντέλο				
	Μοντέλο Α	Μοντέλο Β	Μοντέλο Γ	Μοντέλο Δ	Μοντέλο Ε
το πρότυπο του ατόμου	78%	11%	33%	83%	78%
κινήσεις ατόμων καθώς αυξάνει η θερμοκρασία και κατά συνέπεια αυξάνει η κινητική τους ενέργεια	72%	6%	6%	83%	78%
δύο άτομα που σχηματίζουν έναν χημικό δεσμό	39%	6%	22%	78%	83%
το εσωτερικό ενός μετάλλου	56%	6%	6%	83%	83%

Παρατηρήθηκε μια προτίμηση σε ατομικά μοντέλα που τα ηλεκτρόνια παρουσιάζονται σαν σωματίδια και συγκεκριμένα στα μοντέλα Δ και Ε που η βασική τους διαφορά είναι το αν θα φαίνεται η δομή του πυρήνα ή όχι. Η προτίμηση σε αυτά τα δύο μοντέλα φάνηκε περισσότερο όταν τους ζητήθηκε να περιγράψουν σύνθετα φαινόμενα, ενώ στην απλή αναπαράσταση του ατόμου κατάλληλο κρίθηκε και το μοντέλο Α που είναι ουσιαστικά το πρότυπο του Bohr.

Στην πορεία της μελέτης των φύλλων αξιολόγησης που συμπλήρωσαν οι φοιτητές παρατηρήθηκαν επιστημονικά σφάλματα. Ειδικά όταν τους ζητήθηκε να σχεδιάσουν τον χημικό δεσμό μεταξύ δύο ατόμων. Συνηθισμένο σφάλμα ήταν, ειδικά με χρήση του μοντέλου Α, το να παρουσιάζονται τα ηλεκτρόνια, που συμμετέχουν στον ομοιοπολικό δεσμό σαν ακίνητα. Σαν ένα ζευγάρι ηλεκτρονίων που τα μοιράζονται τα δύο άτομα. Μια εικόνα που συναντάμε πολύ συχνά στη διδασκαλία της χημείας στο Λύκειο. Κάτι ανάλογο όμως δε φαινόταν να παρουσιάζεται, για τους ίδιους συμμετέχοντες στα στιγμιότυπα που σχεδίασαν για τα υπόλοιπα μοντέλα. Εκεί φαινόταν να υπάρχει μια μεγαλύτερη πυκνότητα στην παρουσία των ηλεκτρονίων ανάμεσα στα δύο άτομα που συμμετείχαν στο δεσμό.

Ανάλογα σφάλματα υπήρχαν και για το σχεδιασμό του εσωτερικού ενός μετάλλου, όπου πολλοί φοιτητές όταν υπήρχε μια διαφορά δυναμικού στο μέταλλο σχεδίαζαν όλα τα ηλεκτρόνια (ατομικά κι ελεύθερα) να κινούνται προσανατολισμένα αφήνοντας τους πυρήνες των ατόμων μόνο στις αρχικές τους θέσεις. Με βάση τις πιο πάνω παρατηρήσεις κι αν αφαιρέσουμε από τον Πίνακα 2 τις αξιολογήσεις των ατόμων που είχαν εσφαλμένα στιγμιότυπα προκύπτει ο Πίνακας 3.

Πίνακας 7: Συγκεντρωτική παρουσίαση της αξιολόγησης του κάθε μοντέλου από τους φοιτητές (που είχαν επιστημονικώς ορθά σχεδιασμένα στιγμιότυπα)

Σχεδιάστε:	Τι ποσοστό των φοιτητών βαθμολόγησαν ως «Αρκετά αποτελεσματικό» ή «Ιδανικό» το εκάστοτε μοντέλο				
	Μοντέλο Α	Μοντέλο Β	Μοντέλο Γ	Μοντέλο Δ	Μοντέλο Ε
το πρότυπο του ατόμου	78%	11%	33%	72%	78%
κινήσεις ατόμων καθώς αυξάνει η θερμοκρασία και κατά συνέπεια αυξάνει η κινητική τους ενέργεια	61%	6%	6%	78%	78%
δύο άτομα που σχηματίζουν έναν χημικό δεσμό	11%	6%	22%	72%	83%
το εσωτερικό ενός μετάλλου	44%	6%	0%	67%	83%

Οι παρατηρήσεις που προκύπτουν από τον Πίνακα 3 είναι ότι το Μοντέλο Ε χρησιμοποιήθηκε σωστά από όσους το επέλεξαν και για τα τέσσερα ερωτήματα. Ενώ σχεδόν σε όλα τα υπόλοιπα παρατηρήθηκε ότι είχαν ένα ή και περισσότερα εσφαλμένα στιγμιότυπα. Όμοια δεν υπήρχαν σφάλματα και στο Μοντέλο Β, αλλά είχε πολύ μικρή αποδοχή από τους συμμετέχοντες.

Συμπεράσματα– Η Εφαρμογή - Η Αξιολόγηση

Στην εργασία έγινε ένα πρώτο βήμα προκειμένου να υιοθετηθεί ένα εκπαιδευτικό μοντέλο του ατόμου, κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί σαν δομικό στοιχείο σε προσομοιώσεις του μικροκόσμου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 3 οι φοιτητές έδειξαν ότι επιλέγουν ατομικά πρότυπα διαφορετικά από αυτό του Bohr, ειδικά για σύνθετα φαινόμενα. Για φαινόμενα δηλαδή που θα είναι και πιο χρήσιμες αυτού του είδους οι προσομοιώσεις από την άποψη ότι σε αυτά θα αντιμετωπίζει μεγαλύτερη πρόκληση ένας εκπαιδευτικός στο έργο του,

προκειμένου να τα εξηγήσει στους μαθητές του. Τα ερωτήματα που είχαμε θέσει λοιπόν στην αρχή απαντήθηκαν από τους φοιτητές καταφατικά. Υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο ατομικό πρότυπο που επέλεξαν και που μπορούν να το χρησιμοποιούν επιστημονικώς ορθά.
Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από φοιτητές του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ που είναι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί είναι όμως και ταυτόχρονα φοιτητές που προσπαθούν και οι ίδιοι να καταλάβουν τις βασικές αρχές της Σύγχρονης Φυσικής. Ήδη μέσα από τα μαθήματα της σχολής τους έχουν ξεκινήσει να μπαίνουν στη διαδικασία της προσαρμογής της διδακτέας ύλης στα δικά τους μέτρα σαν δάσκαλοι και στο πως θα την παρουσιάσουν. Προσπαθούν να προσαρμόσουν τα επιστημονικά πρότυπα που διδάσκονται, στα εκπαιδευτικά πρότυπα που θα διδάξουν με τη σειρά τους στη σχολική τάξη. Σε επόμενη εργασία θα αναφερθούμε στη δημιουργία των προσομοιώσεων που παρήχθησαν με βάση αυτό το μοντέλο.

Βιβλιογραφία

Δημόπουλος Βασίλειος (2005) «Εκπαίδευση με τεχνολογίες πληροφόρησης στις φυσικές επιστήμες: προτάσεις και εφαρμογές κβαντικών προσεγγίσεων» Διδακτορική Διατριβή ΠΤΔΕ / ΕΚΠΑ

Νταλαούτη Π., Τσαπαρλής Γ. (2004) «Επιδιώκοντας την αποφυγή προσκόλλησης στο ατομικό μοντέλο του Bohr: Διδασκαλία ενός κβαντομηχανικού μοντέλου του ατόμου στο Δημοτικό Σχολείο», 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.

Budde M., Niedderer H., Scott P. and Leach J.(2002). The quantic atomic model ‘Electronium’: a successful teaching tool Physics Education IOP Publishing Ltd

Budde M., Niedderer H., Scott P. and Leach J.(2002). ‘Electronium’: a quantum atomic teaching model. Physics Education IOP Publishing Ltd

Clement J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. Int. J Sci. Educ. Vol.22 No.9

Dimopoulos V., Kalkanis G., (2005). Simulating quantum states of the atom of hydrogen - A simulation program for non-physics major's students, European Conference on Research in Science Education (ESERA), August 28 – September 1, Barcelona, Spain

Dimopoulos V., Kalkanis G.,(2004). Quantum Physics for all – Using ICT to experiment and simulate quantum Principles. Physics and ICT in Teaching and Learning Process GIREP Ostrava

Harrison Allan G. and Treagust David F. (1996) Secondary Students’ Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry. Science Education

Kalkanis G., Hadzidaki P., Stavroy D., (2002). An Instructional Model for a Radical Conceptual ChangeTowards Quantum Mechanics Concepts, Science Education.

Mikelskis-Seiferth S., Leisner A.J.(2005). Investigation of effects and stability in teaching model competence. Springer

Petri Juergen and Niedderer Hans, (1998). A learning pathway in high-school level quantum atomic physics. International Journal of Science Education

Warren J (2003) 'Electronium'? No,thanks. Physics Education,

Mikelskis-Seifert, S. (2002). Die Entwicklung von Metakonzepten zur Teilchenvorstellung bei Schólern. Untersuchung eines Unterrichts óber Modelle mithilfe eines Systems multipler Reprδsentationsebenen. Logos Verlag Berlin

Συνεδρία 14: Αναλυτικά Προγράμματα και Εγχειρίδια ΙΙ

Ο μεταβαλλόμενος ρόλος των εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: Ιστορικές και φιλοσοφικές προοπτικές

Κωνσταντίνος Ταμπάκης, ΠΤΔΕ/ΕΚΠΑ, konstantinos.tampakis@gmail.com
Καθηγητής Κωνσταντίνος Σκορδούλης, ΠΤΔΕ/ΕΚΠΑ, kostas4skordoulis@gmail.com

Περίληψη: Η παρούσα εργασία έχει στόχο να καταγράψει τα χαρακτηριστικά των διδακτικών εγχειριδίων των φυσικών επιστημών από το 1834 μέχρι το 1936 και να προσπαθήσει να εξηγήσει τη λειτουργία τους στον ελληνικό χώρο. Η ανάλυση μας βασίστηκε στην αναγνώριση πέντε παραγόντων. Το ελληνικό κράτος φαίνεται να καθόρισε το πεδίο στο οποίο τα εγχειρίδια έδρασαν, με την καθιέρωση ή μη εκπαιδευτικών θεσμών. Οι εκδότες, εκτός από διαμεσολαβητές μεταξύ του εγχειριδίου και του οικονομικού περιβάλλοντος του, συχνά έπαιξαν διαμορφωτικό ρόλο. Η ταυτότητα των συγγραφέων μεταβλήθηκε συν τω χρόνω, ενώ η πράξη της συγγραφής υπάκουε σε μια σειρά από νόρμες, ρητές ή άρρητες. Το αναγνωστικό κοινό ήταν οιονεί παρών στη διαδικασία, λειτουργώντας ως το σταθερό σημείο γύρω από το οποίο ελισσόταν η έκδοση των εγχειριδίων. Τέλος, οι επιστημονικοί κλάδοι παρουσιάζονται να αλλάζουν και να μεταβάλλονται συνεχώς υπό το πρίσμα των αλλαγών στην διανοητική κίνηση της Ελλάδας και της εκπαιδευτικής δραστηριότητας ειδικότερα.

Abstract: This paper aims to document the characteristics and explain the function of science textbooks, appearing in Greece between 1834 and 1936. Our analysis was based on the recognition of five factors. The Greek government seems to have set the field in which the textbooks were active, by establishing educational institutions. Publishers, other than acting as intermediaries between the textbook and the economic context, often played an additional formative role. The identity of the authors changed over time, while the act of writing followed a set of norms, explicit or implicit. The audience was virtually present, acting as the fixed point for the creation of textbooks. Finally, the scientific disciplines themselves appear to change continuously, following the intellectual and educational activity of each period.

Εισαγωγή

Η αλληλεπίδραση των σχολικών εγχειριδίων με την διδακτική των Φυσικών Επιστημών είναι ένας τομέας έρευνας με μακρά ιστορία και αναγνωρισμένη σημασία. Η προβληματική που έχει αναπτυχθεί είναι εκτεταμένη και έχει αποφέρει σημαντικά ερευνητικά αποτελέσματα (ενδεικτικά Καψάλης κα. 2007, Dimopoulos 2005, Stylianidou 2002). Παρά την ποικιλομορφία των αποτελεσμάτων και των μεθοδολογικών προσεγγίσεων, η μελέτη των διδακτικών εγχειριδίων γίνεται υπό τη σιωπηρή παραδοχή μιας σειράς ιστορικών και φιλοσοφικών προκείμενων, ακούσιων τις περισσότερες φορές. Το εγχειρίδιο γενικά αντιμετωπίζεται ως το αποτέλεσμα μιας αυτόνομης πράξης μιας ανεξάρτητης επιστημονικής πρακτικής. Εν ολίγοις, η συγγραφή ενός εγχειριδίου και ο μετέπειτα ρόλος του θεωρούνται ανεξάρτητα από την ίδια τη λειτουργία της επιστήμης. Ο σκοπός της παρούσας εργασίας

είναι να καταδείξει πώς, στον ελλαδικό χώρο τουλάχιστον, μια ιστορική μελέτη του ρόλου των εγχειριδίων αναδεικνύει μια πιο σύνθετη εικόνα.

Στοχοθεσία και μεθοδολογία

Στόχος της έρευνας μας ήταν η καταρχάς η αποδελτίωση όλων των διδακτικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών από την ίδρυση του νεοελληνικού κράτους έως και τα πρόθυρα του Δεύτερου Παγκόσμιου Πολέμου. Έλλειψη όμως στοιχείων οδήγησε στην επιλογή του 1838 ως ημερομηνία έναρξης. Ως διδακτικά εγχειρίδια θεωρήθηκαν όλα τα βιβλία που είτε χρησιμοποιήθηκαν για διδασκαλία σε κάποιο θεσμό τυπικής εκπαίδευσης είτε προορίζονταν να χρησιμοποιηθούν ως τέτοια. Μεθοδολογικά, βασιστήκαμε σε μια υβριδική ποσοτική/ ποιοτική διαδικασία. Η πρώτη κατηγοριοποίηση έγινε χρονολογικά, με βάση τις περιόδους που αναγνωρίζει η σύγχρονη ιστοριογραφία της ελληνικής εκπαίδευσης (Δημαράς 2003, Κυπριανός 2004). Ακολούθησε μια αναλυτικότερη δεύτερη κατηγοριοποίηση, όπου με βάση τον τίτλο της έκδοσης, αναγνωρίστηκαν σε αυτά θεματικές ενότητες που να αντιστοιχούν σε μια από τις Φυσικές Επιστήμες της εποχής, όπως και ο συγγραφέας, ο εκδότης, ο τόπος έκδοσης και το κοινό για το οποίο προοριζόταν το εγχειρίδιο. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 1. Η δεύτερη, ποιοτική φάση της ανάλυσης βασίστηκε στη μελέτη της αλληλεπίδρασης πέντε παραγόντων: Τη δραστηριότητα των εκδοτών, τον ρόλο των συγγραφέων, τις απαιτήσεις του αναγνωστικού κοινού, το πλαίσιο του Ελληνικού κράτους και την εσωτερική πορεία των Φυσικών Επιστημών. Σε αυτούς τώρα θα στραφούμε.

Το καθοριστικό αναγνωστικό κοινό

Τα διδακτικά εγχειρίδια συχνά ορίζονται μέσω του αναγνωστικού τους κοινού (Patiniotis 2006). Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές στα ελληνικά εγχειρίδια, στα οποία ο τίτλος, το εξώφυλλο και η εισαγωγή συστηματικά περιείχαν ενδείξεις για το είδος του αναγνώστη στον οποίο στόχευαν. Δραστηριοποιούμενοι σε μια σχετικά μικρή αγορά, οι εκδότες φρόντιζαν το εγχειρίδιο να λειτουργεί και ως διαφήμιση, περιέχοντας στα πιο εμφανή του μέρη στοιχεία τα οποία θα το παρουσίαζαν ως αξιόλογο (Μπώκος 1982). Η εξέταση της εικόνας που στοιχειοθετούν τα ίδια τα εγχειρίδια σε συνδυασμό με την πορεία του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος θα μας επιτρέψει να ιχνηλατήσουμε την πορεία των εγχειριδίων στην Ελλάδα.

Ο πιο μαζικός θεσμός εκπαίδευσης καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης μας είναι το Δημοτικό Σχολείο, με τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Ελληνικό Σχολείο, Γυμνάσιο και διάφορες επαγγελματικές σχολές όπως κατά καιρούς τα Διδασκαλεία) να είναι σαφώς πιο περιορισμένη (ειδικά κατά τον 19ο αιώνα) Το δε μοναδικό Πανεπιστήμιο στον ελλαδικό χώρο, το Πανεπιστήμιο Αθηνών, είχε συγκριτικά ελάχιστους μαθητές. Με την πρώτη ματιά, λοιπόν, το παραπάνω διάγραμμα είναι δύσκολο να εξηγηθεί. Το αίνιγμα λύνεται, όμως, αν συνυπολογίσουμε ότι για την περίοδο 1838-1864, ο αριθμός των εγχειριδίων είναι συνολικά μικρός, και ότι η οργάνωση του Δημοτικού Σχολείου είναι ευθύνη λίγων, αλλά ισχυρών παιδαγωγών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο Ι. Κοκκώνης, του οποίου ο *Οδηγός* είναι ταυτόχρονα οδηγός διδακτικής, νομοθετική συλλογή και υπόδειγμα για τη διεξαγωγή των μαθημάτων. Έτσι, τα εγχειρίδια που εγκρίνονται από τις επιτροπές τις εποχής, όταν αυτές λειτουργούν, είναι συγκεκριμένα (όπως το *Παιδική βιβλιοθήκη- Μαθήματα Φυσικής* του ίδιου) και δεν απαιτούν ειδική μνεία για να αναγνωριστούν. Τα λίγα ανταγωνιστικά πονήματα που υπάρχουν είναι που φέρουν το βάρος της απόδειξης της αξίας του, και άρα τιτλοδοτούνται αναλόγως. Στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, το Αναλυτικό Πρόγραμμα από

την ίδρυσή της και μετά περιλαμβάνει Φυσικές Επιστήμες και κάποια σχολεία έχουν εργαστήρια. Η έλλειψη, όμως, τόσο εξειδικευμένων καθηγητών όσο και ενός εγκεκριμένου εγχειριδίου (που θα επέτρεπε σε μη ειδικούς να διδάξουν απλώς χρησιμοποιώντας το), ουσιαστικά οδήγησε στην παραγκώνιση των Φυσικών Επιστημών και στην μικρή εκδοτική δραστηριότητα. Ομοίως και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, μια που οι καθηγητές του πανεπιστημίου Αθηνών δε χρησιμοποιούσαν εγχειρίδια στη διδασκαλία τους (Στεφανίδης 1948, Λάππας 2004). Τέλος, τα εναπομείναντα, χωρίς σαφή στόχευση, εγχειρίδια, είναι κυρίως μεταφράσεις Γαλλικών και Γερμανικών εκδόσεων, γεγονός που αντικατοπτρίζει το πρόταγμα του φθίνοντος Νεοελληνικού Διαφωτισμού για εκμοντερνισμό μέσω των Φυσικών Επιστημών και αργότερα την ανάγκη να επιδείξει το 'Πρότυπο Βασίλειο της Ανατολής' την πολιτιστική του ρώμη.
Το σημείο καμπής για όλη την ελληνική εκπαιδευτική δραστηριότητα ήταν η Έξωση του Όθωνα το 1862. Το διαστρωμένο δημόσιο εκπαιδευτικό σύστημα συνέχισε να επεκτείνεται καθ' όλη τη διάρκεια του 19ου αιώνα (Κυπριανός 2004) και η εκδοτική δραστηριότητα αυξήθηκε γεωμετρικά. Ειδικά για τα διδακτικά εγχειρίδια, η κατάσταση αυτή εντείνεται από το άτυπο πλαίσιο της ελεύθερης αγοράς που επικρατεί, η οποία επιτρέπει την κυκλοφορία πολλών εγχειριδίων για τις ίδιες τάξεις (Καψάλης κα 2007). Ίσως και για αυτό τον λόγο, ο προσανατολισμός των εγχειριδίων γίνεται πολύ πιο σαφή στον τίτλο τους. Στο Δημοτικό, η εικόνα δεν αλλάζει ιδιαίτερα, λόγω της μικρής παρουσίας των Φυσικών Επιστημών και της παγιωμένης πρακτικής του θεσμού. Σε αντιδιαστολή, στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση επικρατούσε μεγαλύτερη κινητικότητα. Τα εγχειρίδια των Γυμνασίων παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ποικιλία, ακολουθούμενα από αυτά των Ελληνικών Σχολείων. Η καθοριστική εξέλιξη ήταν η κρατική έγκριση το 1875 ενός μόνο εγχειριδίου Φυσικής για τα Γυμνάσια, με αποτέλεσμα από την εποχή αυτή αρχίζουν να διδάσκονται πιο συστηματικά οι Φυσικές Επιστήμες. Παρ' όλ' αυτά, δεν υπήρχε ένα καθορισμένο Αναλυτικό Πρόγραμμα, με αποτέλεσμα το εγχειρίδιο να καθορίζει πλήρως και την ύλη. Καταυτόν τον τρόπο, μια πληθώρα εγχειριδίων για όλες τις θεματικές εμφανίζεται σε διάστημα είκοσι ετών. Μια κάποια σταθεροποίηση παρατηρείται μόλις τις πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα, με τα Γυμνάσια να νέμονται την πλειοψηφία των εγχειριδίων. Σε αυτό βοηθούσε το γεγονός ότι παραδοσιακά, οι επαγγελματικές σχολές όπως τα Διδασκαλεία περιείχαν τις Φυσικές Επιστήμες στο πρόγραμμά τους, με αποτέλεσμα οι εκδότες να προσπαθούν να επεκτείνουν το αναγνωστικό τους κοινό με το να διαφημίζουν το εγχειρίδιο ως κατάλληλο και για αυτές. Το τελικό αποτέλεσμα ήταν η Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση να παραμείνει ως το 1934 η πιο επιθυμητή αγορά για τους εκδότες. Όσον αφορά την πανεπιστημιακή εκπαίδευση, τα εγχειρίδια γραφόντουσαν από τους ίδιους τους καθηγητές και έφεραν γενικούς τίτλους, μια που το κοινό τους ήταν καθορισμένο και μικρό και δεν είχαν ανάγκη διαφήμισης.

Οι εκδότες και το εθνικό πλαίσιο

Πριν ακόμα την Επανάσταση του 1821, οι Έλληνες λόγιοι είχαν μια αξιόλογη εκδοτική δραστηριότητα, που οδήγησε στην υιοθέτηση του ελληνικού αλφαβήτου από τους τοπικούς εκδότες (Τσικνάκης 1993). Το τυπωμένο κείμενο άλλωστε έπαιξε σημαντικό ρόλο στη διάδοση των ιδεών του Νεοελληνικού Διαφωτισμού (Καράς 2003). Η εκδοτική δραστηριότητα αυτή συνεχίστηκε και μετά την ίδρυση του νεοελληνικού κράτους, με νέους εκδοτικούς οίκους να εμφανίζονται τόσο τη νέα πρωτεύουσα των Αθηνών, όσο και σε πλούσιες πόλεις της επικράτειας, όπως η Σύρος και η Καλαμάτα. Από το 1838 έως το 1914, η εκδοτική δραστηριότητα στις Φυσικές Επιστήμες κάθε χρόνο σχεδόν διπλασιάζεται, από 2 εκδόσεις ανά τρία χρόνια την περίοδο από το 1838 έως το 1864 σε 8 εγχειρίδια ανά έτος την περίοδο 1879-1914, για να σταθεροποιηθεί σε 6 εκδόσεις ανά έτος την τελευταία περίοδο 1915-1934. Η πορεία αυτή δε μπορεί να εξηγηθεί μόνο από την αύξηση της οικονομικής

δραστηριότητας του κράτους, ούτε από την επέκταση της δημόσιας εκπαίδευσης. Πρέπει λοιπόν να συνυπολογισθεί και το γεγονός ότι από το 1865 και μετά και ειδικά μετά το 1880, ο αριθμός των αποφοίτων του Πανεπιστημίου με ειδικότητα τις Φυσικές Επιστήμες αυξάνεται από ένας σε τριάντα. Ούτε φυσικά είναι τυχαίο ότι την δεκαετία πριν την απότομη αυτή εμφάνιση των Φυσικών Επιστημόνων στον ελλαδικό χώρο άρχισαν να διδάσκονται οι Φυσικές Επιστήμες σε όλο το φάσμα της εκπαίδευσης. Οι νέοι αυτοί ειδικοί προσλήφθηκαν άμεσα από τους εκδότες για τη συγγραφή επιστημονικών διδακτικών εγχειριδίων, ενώ ταυτόχρονα ο αριθμός των εκδοτών που δραστηριοποιείται στο χώρο μειώθηκε, πάρά την αύξηση της συνολικής δραστηριότητας. Ο ανταγωνισμός επίσης οδήγησε στη υιοθέτηση νέων τεχνολογιών εκτύπωσης, αλλά και στην καθιέρωση συγκεκριμένου σχήματος και μεγέθους για τα εγχειρίδια. Σε αυτό το κλίμα, οι εκδότες διασφάλιζαν με ακόμη μεγαλύτερη αυστηρότητα τα δικαιώματα που τους έδινε μια επίσημη κρατική έγκριση ενός εγχειριδίου τους για κάποια βαθμίδα εκπαίδευσης. Μια τέτοια απόφαση εμφανιζόταν πάντα στον εξώφυλλο, ενώ αργότερα η ίδια η υπουργική απόφαση τυπωνόταν μέσα στο εγχειρίδιο.
Η γεωγραφία της εκδοτικής δραστηριότητας άλλαξε επίσης, ακολουθώντας τις αλλαγές στη δομή του νέου κράτους. Για πολλές δεκαετίες μετά την ίδρυση του ελληνικού κράτους, ελληνικές κοινότητες άκμαζαν τόσο σε μεγάλες πόλεις του εξωτερικού όσο και στην Οθωμανική Αυτοκρατορία. Οι παροικίες αυτές είχαν μια αξιόλογη εκπαιδευτική παράδοση, που έφτανε μέχρι και την ίδρυση πρώτο-πανεπιστημιακών θεσμών. Άλλωστε, η νεοϊδρυθείσα ουσιαστικά Αθήνα δεν είχε αστική ιστορικότητα, ούτε μπορούσε αρχικά να συναγωνιστεί την οικονομική ευμάρεια μεγάλων πόλεων της περιφέρειας. Από την άλλη, η εκούσια συγκέντρωση όλων των διοικητικών και εκπαιδευτικών θεσμών στην πρωτεύουσα οδήγησε στο να εκδίδονται σε αυτή η πλειοψηφία, αλλά όχι η ολότητα, των εγχειριδίων. Η σταδιακή όμως εξέλιξης της Αθήνας σε οικονομικό και οικιστικό κέντρο της Ελλάδας και η συγκέντρωση όλων των εξειδικευμένων εκδοτικών οίκων σε αυτή, οδήγησε σε παρακμή την εκδοτική δραστηριότητα στην περιφέρεια. Ως αποτέλεσμα, από τις πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα και μετά, σχεδόν κανένα εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών δεν εκδόθηκε αλλού. Μόνο οι πλούσιες παροικίες της διασποράς συνέχισαν την εκδοτική τους δραστηριότητα για εσωτερική κατανάλωση, ώσπου η Μικρασιατική Καταστροφή διέκοψε μια εκπαιδευτική παράδοση αιώνων. Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 1 κανένα διδακτικό εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών δεν εκδίδεται εκτός ορίων του ελληνικού κράτους μετά το 1914.

Η μεταβαλλόμενη ταυτότητα του συγγραφέα

Ο συγγραφέας των διδακτικών εγχειριδίων είναι ιστοριογραφικά ένα αμφιλεγόμενη πρόσωπο. Σε αντίθεση με τον συγγραφέα μιας φημισμένης επιστημονικής μονογραφίας, ο συγγραφέας ενός εγχειριδίου συχνά δεν είναι ένας παγκοσμίου φήμης επιστήμονας, αλλά ένας συνήθως περιορισμένης αναγνωρισιμότητας ειδικός, ο οποίος εργάζεται σε πολύ συγκεκριμένο εκπαιδευτικό και πολιτισμικό περιβάλλον, συχνά υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Ο ρόλος του λοιπόν δεν είναι μονοσήμαντος. Μπορεί να λειτουργεί ως ο ειδικός που αναπαράγει το Παράδειγμα της επιστήμης του, ως ο διανοούμενος που προσπαθεί να συγκεντρώσει 'συμβολικό κεφάλαιο' (Bourdieu 1984) ή ως ο παιδαγωγός που ολοκληρώνει την εκπαιδευτική του δραστηριότητα με το να εκδίδει ένα εγχειρίδιο σε ένα αντικείμενο που διδάσκει. Μέσω της χρονολογικής ταξινόμησης και της ποιοτικής ανάλυσης, θα προσπαθήσουμε να καταγράψουμε την μεταβαλλόμενη συν τω χρόνω ταυτότητα του συγγραφέα.
Στα χρόνια της Βαυαρικής Αντιβασιλείας, δεν υπήρχαν πολλοί εξειδικευμένοι συγγραφείς που να είχαν τη δυνατότητα να συγγράψουν κάποιο εγχειρίδιο, όπως δεν υπήρχαν και επαγγέλματα που να απαιτούν επιστημονικές γνώσεις. Το πιο συχνό φαινόμενο ήταν ο συγγραφέας της περιόδου να είναι στην πραγματικότητα μεταφραστής, συνήθως ενός

γαλλικού εγχειριδίου, το οποίο προσάρμοζε στις ανάγκες του. Η έλλειψη ενός λεπτομερούς Αναλυτικού Προγράμματος οδηγούσε τον συγγραφέα, παιδαγωγό κατά κύριο λόγο να μεταφράσει ένα αναγνωρισμένο ξένο εγχειρίδιο, το οποίο θα λειτουργούσε ταυτόχρονα και ως οδηγός για την ύλη και ως εχέγγυο επιστημονικότητας. Σπανιότερα, ο συγγραφέας ήταν λόγιος ο οποίος ακολουθούσε το πρόταγμα του Νεοελληνικού Διαφωτισμού για τη σημασία των φυσικών Επιστημών στην παλλιγγένεση του έθνους. Τέλος, υπήρχαν και συγγραφείς οι οποίοι προχωρούσαν στη συγγραφή/ μετάφραση ώστε να υπάρχουν εγχειρίδια για κάθε θεματική του προγράμματος που υποστήριζαν, όπως στην περίπτωση του Ι. Κοκκώνη. Όπως δείχνει η συγκεκριμένη περίπτωση, ο παιδαγωγός ήταν ταυτόχρονα και μια πολιτική προσωπικότητα, η οποία με την έκδοση εγχειριδίων διασφάλιζε την αυθεντία επί παντός του εκπαιδευτικού επιστητού, ακόμα και σε αντικείμενα στα οποία δεν είχε εξειδικευμένη εκπαίδευση.

Κατά την επόμενη περίοδο από το 1865 μέχρι το 1878, και εν μέσω σαρωτικών πολιτικών και κοινωνικών αλλαγών, εμφανίζονται οι πρώτοι απόφοιτοι Φυσικών Επιστημών από το Πανεπιστήμιο Αθηνών, οι οποίοι και συσχετίστηκαν άμεσα με την εκδοτική δραστηριότητα. Άτομα όπως ο Β. Λάκων και ο Α. Δαμασκηνός θα εκτοπίσουν σταδιακά τους παλιότερους συγγραφείς-παιδαγωγούς και θα εμφανιστούν ως οι εξειδικευμένοι επιστήμονες, οι οποίοι γράφουν εγχειρίδια πάνω στην ειδικότητα τους, συνήθως για όλες τις βαθμίδες τις εκπαίδευσης. Ταυτόχρονα, συνεχίζονται να μεταφράζονται ξένα εγχειρίδια αναγνωρισμένης αξίας, όπως αυτά των L Figuier, V. Regnault και H. E. Roscoe, ενισχύοντας το κύρος των νέων ειδικών.

Η διαδικασία αυτή συνεχίστηκε και την περίοδο μεταξύ 1874 και 1914. Ο συγγραφέας της εποχής πλησιάζει όλο και περισσότερο το ευρωπαϊκό αρχέτυπο: Είναι ο καθηγητής στο πανεπιστήμιο, ο αναγνωρισμένος ειδικός στο πεδίο του και συνήθως με μεγάλη διδακτική πείρα στην εκπαιδευτική βαθμίδα για την οποία γράφει. Η έγκριση ενός εγχειριδίου του λειτουργούσε και ανατροφοδοτικά, ενισχύοντας το κύρος του ως ειδήμονα, με αποτέλεσμα πολύ συχνά τα ίδια άτομα να γράφουν εγχειρίδια για πάνω από είκοσι χρόνια. Τέτοια ήταν η περίπτωση, για παράδειγμα του Σ. Μιλιαράκη, του Α. Δαμασκηνού και του Τιμ. Αργυρόπουλου. Με αυτή τη διαπίστωση συνάδουν και δυο ακόμα στοιχεία. Πρώτον, ότι οι εκδόσεις μεταφράσεις ξένων εγχειριδίων εκλείπουν την εποχή αυτή και δεύτερον, ότι ο αριθμός των συγγραφέων ανά εγχειρίδιο μειώνεται, παρά την αύξηση της εκδοτικής δραστηριότητας. Ο κλάδος πια ανδρώνεται, οι ειδικοί είναι λίγοι και θεωρούν την συγγραφή εγχειριδίου τόσο απαραίτητο όσο και ευκταίο δικαίωμα, λόγω του κύρους και των οικονομικών απολαβών που αποφέρει. Άλλωστε, δημόσιες διαμάχες γύρω από την κρίση και απόρριψη συγκεκριμένων εγχειριδίων υπάρχουν αρκετές την περίοδο.

Κατά την τελευταία περίοδο της μελέτης, από το 1915 έως το 1934, ο συγγραφέας πλέον είναι ο οικείος 'άγνωστος ειδικός'. Οι Έλληνες Φυσικοί Επιστήμονες είναι πια αρκετά πολυπληθείς. Επιπλέον, έχουν κερδίσει το δικαίωμα να είναι οι μόνοι που διδάσκουν τα μαθήματα της ειδικότητάς τους στη δημόσια εκπαίδευση, πλην της πρωτοβάθμιας. Η έλλειψη επαγγελματικών εναλλακτικών λύσεων οδήγησε τους περισσότερους Φυσικούς Επιστήμονες στην εκπαίδευση. Ως αποτέλεσμα, πολλοί γράφουν εγχειρίδια, συχνά σε συνεργασία, ακολουθώντας σαφείς κρατικές οδηγίες. Ο συγγραφές δεν είναι πια ο πανεπιστημιακός καθηγητής, αλλά ο ενεργός εκπαιδευτικός της αντίστοιχης βαθμίδας. Ούτε πια η απλή μετάφραση ενός εγχειριδίου είναι μια ικανοποιητική λύση. Η ταυτότητα του συγγραφέα είναι αυτή που θα αναγνώριζαν και οι σημερινοί μαθητές: Εκπαιδευμένος στην επιστήμη του, ενεργός εκπαιδευτικός και σχετικά άγνωστος στο ευρύ κοινό.

Προς μια ταξινομία των επιστημών

Τελευταία φάση της ανάλυσης μας είναι η μελέτη των ίδιων των θεματικών ενοτήτων που εμφανίζονται στα εγχειρίδια και η σχετική στατιστική επεξεργασία τους. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 2.

Όπως είναι εμφανές, κατά την πρώτη περίοδο 1838-1864, η Φυσική ήταν η κυριαρχούσα επιστήμη στα εγχειρίδια, παρόλο που η παρουσία στην εκπαίδευση και στο Πανεπιστήμιο ήταν σχεδόν μηδαμινή. Η εξήγηση πρέπει μάλλον να αναζητηθεί στην επιρροή του φθίνοντος Νεοελληνικού Διαφωτισμού, για τον οποίο ήταν η κατεξοχήν εκμοντερνιστική επιστήμη (Καράς 2003). Η μετέπειτα όμως Οθωνική διακυβέρνηση στράφηκε, κατά τα γερμανικά πρότυπα, στον κλασικισμό, τη φιλολογία και την ιστορία, με αποτέλεσμα αυτή η άποψη για τις Φυσικές Επιστήμες να μην ριζώσει στην ελληνική διανόηση. Ομοίως, η οικονομική κατάσταση και η κοινωνική δομή της ελληνικής κοινωνίας της εποχής δεν δημιούργησαν κάποιο έρεισμα για την ανάπτυξή της. Από το 1881 και μετά, η Φυσική θα έχει μια σταθερή πορεία χωρίς εκλάμψεις, έχοντας καθιερωθεί ως μια εξωτική και θεωρητική συνιστώσα του Αναλυτικού Προγράμματος.

Σε αντιδιαστολή, η Φυσική Ιστορία εμφανίζει μια ταραχώδη πορεία. Αρχικά, ο συγκεκριμένος κλάδος είναι σχεδόν συνώνυμος με τη φυσική φιλοσοφία, περιέχοντας για παράδειγμα τόσο τη Βοτανική όσο και τη Φυσική. Την ίδια εποχή οι κυβερνήσεις προσπαθούσαν να εισαγάγουν νέες τεχνικές γεωργίας και οι έρευνες των ολιγάριθμων Ελλήνων επιστημόνων αφορούσαν κυρίως την ελληνική χλωρίδα και πανίδα (Στεφανίδης 1948, Κρητικός 1995), γεγονότα που συνάδουν με την ισχυρή παρουσία της Φυσικής Ιστορίας στην εκδοτική δραστηριότητα. Με την πάροδο του χρόνου, όμως, οι επιστημονικές συνιστώσες της Φυσικής Ιστορίας (Βοτανική, Ζωολογία, Γεωλογία) αυτονομούνται, με αποτέλεσμα η Φυσική Ιστορία ως αυτάρκης επιστήμη να γίνεται πιο σπάνια. Το 1881, με την καθιέρωση συγκεκριμένου σχολικού προγράμματος, το οποίο περιλάμβανε και καθόριζε την έννοια της Φυσικής Ιστορίας, ο κλάδος και πάλι εμφανίζεται συχνά στην εκδοτική δραστηριότητα, αλλά ως ένα μάλλον ασαφές αμάλγαμα Ζωολογία, Γεωλογίας , Βοτανικής κι ενίοτε Ανθρωπολογίας. Από αυτή την περίοδο και μέχρι το 1934, η εκδοτική παρουσία της Φυσικής Ιστορίας ακολουθεί τις αλλαγές στο Αναλυτικό Πρόγραμμα.

Η περίπτωση της Χημείας είναι επίσης χαρακτηριστική. Χωρίς να έχει τη φιλοσοφική αίγλη της Φυσικής, αλλά και χωρίς να είναι παραγνωρισμένη από τους λόγιους του Νεοελληνικού Διαφωτισμού (Παπαδημητρίου κ.α. 2003), η Χημεία έχει αρχικά μια πολύ μικρή παρουσία στα εγχειρίδια. Όταν εμφανίζεται, είναι σε εκδόσεις των ελληνικών κοινοτήτων του εξωτερικού ή ως μετάφραση ξένου εγχειριδίου. Με την πάροδο των δεκαετιών, όμως, ο επαναπροσανατολισμός της ελληνικής επιστημονικής δραστηριότητας και η εμφάνιση χαρισματικών επιστημονικών προσωπικοτήτων όπως ο Χρηστομάνος οδηγεί στην εμφάνιση μονοθεματικών εγχειριδίων που απευθύνονται σε ειδικούς. Από το 1881, η Χημεία εμφανίζεται στο σχολικό πρόγραμμα, αλλά στη σκιά της Φυσικής, με τα λίγα αφιερωμένα αποκλειστικά σε αυτή εγχειρίδια να τυπώνονται στη Σμύρνη ή στην Κωνσταντινούπολη. Τέλος, από το 1914 και μετά, η επιστημική αναβάθμιση της Χημείας στην Ελλάδα θα οδηγήσει σε μια ισχυρότερη παρουσία της στο σχολείο και σε μια πιο έντονη εκδοτική δραστηριότητα.

Τέλος, η Βοτανολογία, Ζωολογία και Γεωλογία, παρά την εμφανή τους οικονομική σημασία, ακολουθούν μια πορεία συναρτημένη με αυτή της Φυσικής Ιστορίας. Αρχίζουν να εμφανίζονται συστηματικά μόνο όταν το Αναλυτικό Πρόγραμμα της αναγνωρίζει συγκεκριμένα ως συνιστώσες της Φυσικής Ιστορίας. Η αναλογία μεταξύ τους θα αλλάζει με

βάση τις επιταγές του σχολικού προγράμματος, αλλά και με βάση τις ικανότητες των εκάστοτε συγγραφέων, προκαλώντας τη θυμηδία των συναδέλφων τους[27].

Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία έχει στόχο να καταγράψει τα χαρακτηριστικά των διδακτικών εγχειριδίων από το 1834 μέχρι το 1936 και να προσπαθήσει να εξηγήσει τη λειτουργία τους στον ελληνικό χώρο. Η ανάλυση μας βασίστηκε στην αναγνώριση πέντε παραγόντων, των οποίων η αλληλεπίδραση καθόρισε το ρόλο των εγχειριδίων. Το ελληνικό κράτος φαίνεται να καθόρισε το πεδίο στο οποίο τα εγχειρίδια έδρασαν, με την καθιέρωση ή μη εκπαιδευτικών θεσμών. Οι εκδότες, εκτός από διαμεσολαβητές μεταξύ του εγχειριδίου και του οικονομικού περιβάλλοντος του, συχνά έπαιξαν διαμορφωτικό ρόλο. Η ταυτότητα των συγγραφέων και η πηγή του κύρους τους μεταβλήθηκε συν τω χρόνω, ενώ η πράξη της συγγραφής υπάκουε σε μια σειρά από νόρμες, ρητές ή άρρητες. Το αναγνωστικό κοινό, το οποίο συνήθως θεωρείται το πρώτο κινούν αίτιο στην εκδοτική δραστηριότητα, στη συγκεκριμένη περίπτωση ήταν οιονεί παρών στη διαδικασία, λειτουργώντας ως το σταθερό σημείο γύρω από το οποίο ελισσόταν η έκδοση των εγχειριδίων. Τέλος, οι επιστημονικοί κλάδοι, ιδωμένοι μέσα από το πρίσμα των εγχειριδίων, παρουσιάζονται να αλλάζουν και να μεταβάλλονται συνεχώς υπό το πρίσμα των αλλαγών στην διανοητική κίνηση της Ελλάδας και της εκπαιδευτικής δραστηριότητας ειδικότερα. Με βάση αυτά τα ευρήματα, είναι δύσκολο να συνεχίζουμε να υποστηρίζουμε, τουλάχιστον για την περίπτωση της Ελλάδας, ότι τα εγχειρίδια είναι η τελευταία υπαρξιακή πράξη της επιστημονικής κοινότητας, όταν τα εγχειρίδια εμφανίζονται και να προϋπάρχουν της επιστημονικής κοινότητας και να καθορίζουν πολλές από τις βασικές παραδοχές λειτουργίας της. Η δε λειτουργία τους στον ελληνικό εκπαιδευτικό χώρο φαίνεται να καταδεικνύει ότι τα εγχειρίδια εν πολλοίς όρισαν την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και αντικατέστησαν το Αναλυτικό Πρόγραμμα, με τη συναίνεση τόσο της πολιτείας, όσο και των εκπαιδευτικών και των συγγραφέων. Ο ρόλος λοιπόν των εγχειριδίων για τη διαμόρφωση της επιστημονικής πρακτικής πρέπει να επανεξεταστεί.

Βιβλιογραφία

Αντωνίου, Δ. (1989). Τα προγράμματα της Μέσης Εκπαίδευσης (1833-1929), Τρεις τόμοι, Αθήνα, ΚΝΕ/ΕΙΕ

Δημαράς, Αλ. (2003). Η μεταρρύθμιση που δεν έγινε, Δυο Τόμοι , Αθήνα, Εστία

Καράς, Γ. (2003). Η επιστημονική σκέψη κατά την περίοδο της Νεοελληνικής Αναγέννησης στο Καράς, Γ., επ. (2003). Ιστορία και φιλοσοφία των επιστημών στον ελληνικό χώρο, Αθήνα, Μεταίχμιο

Κρητικός, Θ., (1995). Η πρόσληψη της επιστημονικής σκέψης στην Ελλάδα- Η φυσική μέσα από πρόσωπα, πράγματα και ιδέες (1900-1930), Αθήνα, Παπαζήση

Κονδύλης, Π. (2000). Ο νεοελληνικός Διαφωτισμός- Οι φιλοσοφικές ιδέες, Αθήνα, Θεμέλιο

Κυπριανός, Π., (2004). Συγκριτική Ιστορία της Εκπαίδευσης, Αθήνα, Βιβλιόραμα

Λάππας, Κ., (2004). Πανεπιστήμιο και Φοιτητές στην Ελλάδα κατά τον 19ο αιώνα, Αθήνα, ΚΝΕ/ΕΙΕ

Μπώκος, Γ. Δ. (1982). Η «διαφημιστική» προβολή του βιβλίου κατά την Τουρκοκρατία, Το βιβλίο στις προβιομηχανικές κοινωνίες-Πρακτικά Ά Διεθνούς Συμποσίου του Κέντρου Νεοελληνικών Ερευνών, Αθήνα, ΚΝΕ/ΕΙΕ

[27] Είναι χαρακτηριστική η περίπτωση του Π. Κονδύλη, συγγραφέα πολλών εγχειριδίων και διδάσκοντα σε πολλά Διδασκαλεία, όπου, στη Γυμνασιακή του *Γεωλογία και Βοτανολογία* του 1892, σαρκάζει τους συναδέλφους του και το Υπουργείο για τη μη πιστή αντιγραφή των γαλλικών προτύπων.

Παπαδημητρίου, Αλ., Βλαχάκης, Γ. (2003). Οι επιστήμες της Φύσης-Χημεία στο Καράς, Γ., (επ.) 2003. Ιστορία και φιλοσοφία των επιστημών στον ελληνικό χώρο, Αθήνα, Μεταίχμιο
Στεφανίδης, Μ. (1948). Η Ιστορία της Φυσικομαθηματικής Σχολής, Αθήνα, Βασιλικό Τυπογραφείο
Τσικνάκης, Κ., (1993). Ο Ελληνισμός της Βενετίας (13ος – 18ος αιώνας), στο Μαλτέζος, Χρ. Α., επ., (1993). Όψεις της ιστορίας του Βενετοκρατούμενου Ελληνισμού, Αρχειακά τεκμήρια, Αθήνα, Ίδρυμα Ελληνικού Πολιτισμού

Brock, W.H. (1975). From Liebig to Nuffield: A Bibliography of the History of Science Education, *Studies in Science Education*, 2(1), pp. 67-99
Bourdieu, P., 1979. *Distinction: A social critique of the judgement of taste,* transl. by R. Nice, London, Routledge & Kegan Paul.
Dimopoulos K., Koulaidis V., Sklaveniti S. (2005). Towards a Framework of SocioLinguistic Analysis of Science Textbooks: The Greek Case, Research in Science Education, 3, pp. 173-195
Kaiser, D. (2005). Introduction: Moving pedagogy from the periphery to the centre in Kaiser, D., ed. (2005). Pedagogy and the practice of science - Historical and contemporary perspectives, Cambridge/London: MIT
Mody, C,. & Kaiser, D. (2008). Scientific Training and the Creation of Scientific Knowledge: Historical, Sociological, and Anthropological Perspectives, in Hacket, E., Amsterdamska, O., Lynch, M. & Wajcman, J., ed. (2008), The handbook of science and technology studies, Third edition, Cambridge/ London: MIT Press
Patiniotis, M., (2006), Textbooks at the Crossroads: Scientific and Philosophical Textbooks in 18th Century Greek Education, Science & Education, 15(7-8), pp. 801-822
Stylianidou, F. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them, International Journal of Science Education, 24 (3), pp. 257 - 283

Η παρουσία εννοιών της εξέλιξης στα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Λ. Πρίνου, Λ. Χαλκιά, Κ. Σκορδούλης
Εκπαιδευτικός lprinou@primedu.uoa.gr
ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ, kxalkia@primedu.uoa.gr
ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ, kostas4skordoulis@gmail.com

Περίληψη
Η γνώση της θεωρίας της βιολογικής εξέλιξης είναι σημαντική για να θεωρούνται οι σύγχρονοι πολίτες επιστημονικά εγγράμματοι. Όμως όπως δείχνουν πολλές έρευνες η κατανόηση της φυσικής επιλογής συναντά δυσκολίες. Θεωρείται ότι οι δυσκολίες αυτές προέρχονται από αντιλήψεις που έχουν αναπτυχθεί από την παιδική ηλικία. Διεθνείς εκπαιδευτικοί οργανισμοί προτείνουν την εισαγωγή εννοιών χρήσιμων για την μελλοντική κατανόηση της εξέλιξης από τις τάξεις της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σκοπός της έρευνας ήταν να αναδείξει τι συμβαίνει στην ελληνική πρωτοβάθμια εκπαίδευση σε ότι αφορά την εισαγωγή προαπαιτουμένων εννοιών της εξελικτικής θεωρίας. Για τον σκοπό αυτό αναλύθηκαν όλα τα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια με θέματα βιολογίας. Διαπιστώθηκε ότι η παρουσία προαπαιτουμένων εννοιών της εξέλιξης είναι πολύ περιορισμένη, η δε παρουσίαση της «προσαρμογής» των οργανισμών είναι προβληματική. Θα μπορούσαν τα προγράμματα (και τα εγχειρίδια) να συμπληρωθούν ή τροποποιηθούν, γεγονός που θα βοηθούσε τους μαθητές να αρχίσουν να μαθαίνουν έννοιες που θα τους χρησιμεύσουν αργότερα να καταλάβουν ευκολότερα την ενοποιητική θεωρία της βιολογίας.

Abstract
The knowledge of the theory of biological evolution is fundamental to basic scientific literacy. However as many studies indicate the understanding of natural selection encounters difficulties. It is assumed that these derive from biases that have been developed during childhood. Worldwide educational organizations propose that precursor concepts should be introduced in primary education science curricula, and by extension in textbooks. It is considered crucial that pupils should be exposed to aspects of biological evolution at an early stage. The purpose of this research was to bring to light how the theory of evolution is presented in Greek primary school curricula and textbooks. It was found that in primary education concepts and prerequisite concepts concerning the theory of evolution are not included, apart from the presentation of “adaptation”, which is problematic. Thus curricula (and textbooks) can be complemented or modified and that would help pupils to begin to learn key concepts useful for the understanding of the unifying theory of biology.

Εισαγωγή – Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Η γνώση της βιολογικής εξέλιξης είναι απαραίτητη και αναγκαία για να θεωρούνται οι πολίτες επιστημονικά εγγράμματοι (Wandersee σε Good 1992, Sadler 2005, IAP 2006). Όμως η εκπαιδευτική έρευνα που γίνεται εδώ και αρκετά χρόνια για αυτό το θέμα - και συνεχίζεται μέχρι σήμερα - δείχνει ότι η εκμάθηση της θεωρίας της εξέλιξης με φυσική επιλογή παρουσιάζει δυσκολίες (μια ανασκόπηση των ερευνών σε Gregory 2009). Οι μαθητές έχουν πλήθος παρανοήσεων μεταξύ των οποίων και οι λαμαρκιανές υπογράμμισαν οι Enderle et al. (2009), ενώ έρευνες έχουν δείξει (π.χ. Lucas 1971, Halldén 1988, Bishop&Anderson 1990, Greene 1990, Beardsley 2004) ότι αυτές οι παρανοήσεις παραμένουν και μετά την διδασκαλία.

Οι Bloom & Weisberg (2007) και Gregory (2009) θεωρούν ότι οι παρανοήσεις που εμποδίζουν την μάθηση της φυσικής επιλογής έχουν τις ρίζες τους στην παιδική ηλικία και απορρέουν από καλά διατηρημένες αντιλήψεις που αναπτύσσονται κατά την διάρκεια της. Πράγματι, ένας αριθμός ερευνών από τον χώρο της εκπαίδευσης στις επιστήμες και της γνωστικής ψυχολογίας έχει δείξει ότι υπάρχουν βασικές εννοιολογικές προκαταλήψεις – όπως οι ουσιοκρατικές και τελεολογικές - που χαρακτηρίζουν τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά αντιμετωπίζουν τον κόσμο (Sinatra et al. 2008, Kelemen 1999, Evans 2008 κ.ά.) και που φυσικά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη διδασκαλία της εξέλιξης.

Οι Shtulman & Schulz (2008) στην μελέτη τους διαπίστωσαν την ύπαρξη των ουσιοκρατικών αντιλήψεων των παιδιών σύμφωνα με τις οποίες τα διάφορα είδη των οργανισμών έχουν μια αόρατη «ουσία» που τους προσδίδει την ίδια εμφάνιση και συμπεριφορά. Παράλληλα αγνοούν την ύπαρξη της ποικιλότητας ανάμεσα στα άτομα του ίδιου είδους, που είναι φυσικά απαραίτητη προϋπόθεση για την αντίληψη της εξέλιξης με φυσική επιλογή. Η αδυναμία να αντιλαμβάνονται την ύπαρξη της ποικιλότητας ανάμεσα στα άτομα του ίδιου είδους ακόμη και αν είναι αποδεκτή η αντίληψη για την εξέλιξη των ειδών οδηγεί στην προ-δαρβινική αντίληψη για την μετασχηματιστική εξέλιξη και όχι την δαρβινική ποικιλομορφική που την αντικατέστησε.

Επίσης σύμφωνα με τους Tamir & Zohar (1991), Abrams et al. (2001), Southerland et al (2001) κ.ά. η τελεολογική λογική είναι η επικρατέστερη λογική που χρησιμοποιούν οι μαθητές για να εξηγούν τις προσαρμογές των οργανισμών και σύμφωνα με αυτή το όφελος από τη χρήση π.χ. μιας συγκεκριμένης δομής είναι επαρκές ως εξήγηση της προέλευσής της. Με βάση αυτή τη λογική τα διάφορα γνωρίσματα των οργανισμών (οι προσαρμογές) προήλθαν αρχικά για να εξυπηρετούν τις συγκεκριμένες ανάγκες των οργανισμών.

Πρέπει να επισημάνουμε επίσης (όπως διαπίστωσε η Evans 2008 για την ηλικία περίπου των δέκα ετών) ότι τα παιδιά είναι ικανά να δέχονται ότι μεγάλες εξελικτικές αλλαγές συμβαίνουν στους οργανισμούς, ιδίως μάλιστα τα παιδιά που διδάσκονται ότι τα ζώα αλλάζουν (όταν διδάσκονται για την μεταμόρφωση, τα απολιθώματα κ.ά.). Αποδέχονται ότι ένα είδος ζώου μπορεί να έχει προέλθει από προγενέστερα και πολύ διαφορετικά είδη ζωντανών όντων, μολονότι έχουν πολλές παρανοήσεις. Όπως π.χ. να εξηγούν την προέλευση των βιολογικών χαρακτηριστικών με βάση τη λειτουργία που εξυπηρετούν, υπονοώντας ότι αυτά προέκυψαν ώστε / για να επιτελούν τη συγκεκριμένη λειτουργία.

Σύμφωνα επίσης και με τους Hatano και Inagaki (1997) τα παιδιά «με βάση την αφελή βιολογία που διαθέτουν δέχονται ότι τα έμβια όντα, σε αντίθεση με τα άβια, είναι ικανά να προσαρμόζονται στον τόπο που ζουν. Αυτό αποτελεί τη βάση, για να δεχτούν στη συνέχεια οποιεσδήποτε βαθμιαίες αλλαγές προσαρμογής που γίνονται σε διαδοχικές γενιές και έτσι να αναπτύξουν μια λαμαρκιανή ιδέα για την εξέλιξη. Όμως καθώς τα παιδιά μαθαίνουν τις επιστημονικές έννοιες στη σχολική βιολογία, οι τρόποι κατανόησης του βιολογικού κόσμου αλλάζουν επίσης. Όχι μόνο η βιολογία μαθαίνεται ουσιαστικά με την αφομοίωση των νέων εννοιών της στην προϋπάρχουσα γνώση αφελούς βιολογίας, αλλά επίσης αναδιοργανώνεται η αφελής βιολογία με την προσθήκη των φυσιολογικών μηχανισμών και της εξελικτικής άποψης και προοπτικής, έτσι ώστε το αναδιοργανωμένο σώμα της γνώσης να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά».

Συνεπώς θα είχε ενδιαφέρον να διαπιστώσει κανείς εάν και με ποιους τρόπους συμβάλλει η πρωτοβάθμια εκπαίδευση στην αναδιοργάνωση της αφελούς βιολογίας των παιδιών.

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει ήδη επισημανθεί η ανάγκη να κτίζεται μια εννοιολογική υποδομή από τα Αναλυτικά Προγράμματα και τα σχολικά εγχειρίδια των μικρών τάξεων της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης η οποία αποβαίνει χρήσιμη για την εμπέδωση της θεωρίας της εξέλιξης σε μεγαλύτερες τάξεις (Keown 1988, Fisher in Good et al. 1992) και προτείνονται διάφοροι τρόποι για να γίνεται αυτό (Fail 2008, Nadelson et al. 2009, Chanet & Lusignan 2009, Eldredge and Eldredge 2009).

Στην εργασία που παρουσιάζουμε διερευνήσαμε με ποιο τρόπο «συμβάλλει» σήμερα η πρωτοβάθμια σχολική εκπαίδευση στο να αρχίσουν τα παιδιά να μαθαίνουν τη θεωρία της βιολογικής εξέλιξης στην Ελλάδα. Για τον σκοπό αυτό θέσαμε τα ακόλουθα επί μέρους ερευνητικά ερωτήματα: Υπάρχουν στα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια έννοιες της θεωρίας της εξέλιξης; Αν υπάρχουν με ποιο τρόπο γίνεται η παρουσίαση τους;[28] Λαμβάνονται υπόψη οι διαισθητικές αντιλήψεις που αναφέρει η βιβλιογραφία και αποτελούν εννοιολογικά εμπόδια για την μεταγενέστερη κατανόηση της θεωρίας της εξέλιξης;

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την απάντηση του ερευνητικού ερωτήματος ήταν η εξής : Εντοπίστηκαν τα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια με επιστημονικές έννοιες και ειδικότερα έννοιες βιολογίας που χρησιμοποιούνται σήμερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση της Ελλάδας (στα μαθήματα «Μελέτη Περιβάλλοντος» – «Ερευνώ τον Φυσικό Κόσμο»). Έγινε καταγραφή όλων των εξελικτικών εννοιών και οι έννοιες που εντοπίστηκαν εισήχθησαν σε πίνακα. Στη συνέχεια αξιολογήθηκε ο τρόπος με τον οποίο οι έννοιες παρουσιάζονται. Στην έρευνα αναλύθηκαν όλα τα βιβλία Μαθητή και Δασκάλου.

Αποτελέσματα

Τα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια που ισχύουν σήμερα εισήχθησαν το 2006. Στα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια για την Α΄, Β΄, Γ΄ και Στ΄ τάξεις περιλαμβάνεται μόνο το θέμα «Προσαρμογή των φυτών και των ζώων στο περιβάλλον τους» όπως φαίνεται στις διατυπώσεις στον Πίνακα που ακολουθεί. Στα εγχειρίδια όλων των τάξεων χρησιμοποιείται το ρήμα προσαρμόζομαι στον ενεστώτα και στην ενεργητική φωνή. Όλα τα παραδείγματα προσαρμογής που χρησιμοποιούνται αφορούν κληρονομικά γνωρίσματα π.χ. είδος ανθέων, φύλλων, αποδημία, χειμερία νάρκη κ.ά.

Στο βιβλίο Δασκάλου της τελευταίας τάξης (Στ΄) η εξήγηση που δίνεται είναι ότι «κάθε ζώο για να επιβιώσει, προσαρμόζεται στο περιβάλλον στο οποίο ζει. Η προσαρμοστική ικανότητα του κάθε ζώου είναι αποτέλεσμα της δράσης της φυσικής επιλογής και φαινοτυπικά εκφράζεται στο χρώμα του ζώου, …, στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαθέτει, καθώς και στις ειδικές συμπεριφορές που αναπτύσσει». Εν συνεχεία αναφέρεται στο χρώμα των ζώων: «Το χρώμα είναι προσαρμοστικός μηχανισμός τον οποίο αναπτύσσουν πολλά ζώα. Η πολική αρκούδα για παράδειγμα είναι λευκή, ενώ η αρκούδα που ζει στα δάση ..έχει καφέ χρώμα…».Ακολουθούν και άλλα παραδείγματα π.χ. «…Τα ψάρια και τα πτηνά

[28] Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν είναι η πρώτη φορά που ασχολούμαστε με την παρουσίαση των εξελικτικών εννοιών στην ελληνική πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Σύντομες αναφορές και για προγενέστερες περιόδους της παρουσίασης της εξέλιξης σε Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν γίνει και αλλού (σε Prinou et al. 2010, Πρίνου κ.ά. 2008) ενώ πιο αναπτυγμένη είναι η παρουσίαση σε Πρίνου κ.ά. (2009). Σε αυτή την εργασία όμως αντιμετωπίζεται μέρος των ίδιων δεδομένων υπό την οπτική νέων ερωτημάτων που προέκυψαν από την μελέτη της προαναφερθείσας σχετικής βιβλιογραφίας.

των τροπικών περιοχών διαθέτουν έντονα χρώματα, για να εναρμονίζονται με το περιβάλλον τους.……».

Άλλες έννοιες σχετικές με την εξέλιξη δεν περιλαμβάνονται σε καμία τάξη, εκτός από μία «πρόχειρη» αναφορά στους δεινοσαύρους στο εγχειρίδιο για τον μαθητή της Στ΄ τάξης. Η ανάλυση σε όλα τα εγχειρίδια και όπου περιέχονται βιολογικά θέματα έδειξε επίσης ότι ο τρόπος παρουσίασης των οργανισμών έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

- Οι οργανισμοί κάθε είδους παρουσιάζονται ως απολύτως όμοιοι με τους «γονείς» τους. Οι οργανισμοί ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες που φαίνονται ομοιόμορφες και που αντιπροσωπεύονται από έναν εκπρόσωπο.
- Η έννοια της ποικιλομορφίας ανάμεσα στα άτομα του πληθυσμού ενός είδους - η ύπαρξη διαφορών ανάμεσα στα άτομα ενός πληθυσμού ενός είδους - δεν υφίστανται καθόλου δεν περιλαμβάνονται σε κανένα Αναλυτικό πρόγραμμα και εγχειρίδιο.

Πίνακας			
Τάξεις	Αναλυτικά Προγράμματα	Εγχειρίδια δασκάλου	Εγχειρίδια μαθητή
Β΄	*Προσαρμογή των ζώων στο περιβάλλον*	*….Γίνεται μια σύνοψη των βασικών αναγκών των ζώων ..και εισάγεται η καινούργια έννοια της προσαρμογής στο περιβάλλον.*	*«Τα ζώα προσαρμόζονται στο περιβάλλον. Για να τα καταφέρουν τα ζώα να επιβιώσουν βρίσκουν διάφορους τρόπους προσαρμογής ...Μερικά πουλιά αποδημούν….κ.ά. Μερικά όμως δυσκολεύονται».*
		Τα φυτά στην εξελικτική τους πορεία τελειοποίησαν τους ..μηχανισμούς και τις λειτουργίες που απαιτούνται για την παραγωγή της τροφή τους κ.ά.……όπως και την προσαρμογή τους στο φυσικό περιβάλλον.	*«Τίποτα δεν είναι τυχαίο… στα φυτά…Τα φυτά βρίσκουν έξυπνους τρόπους για να προστατεύουν τον εαυτό τους, … και να προσαρμόζονται στο περιβάλλον…. Τα φυτά χρησιμοποιούν «έξυπνους» τρόπους για να τραφούν, να προφυλαχθούν από τους εχθρούς τους…. Προσαρμόζονται, δηλαδή, στο περιβάλλον».* Παραδείγματα
Γ΄	Οι μαθητές πρέπει «*να κατανοήσουν ότι τα φυτά διαμορφώνουν τα χαρακτηριστικά τους ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο φύονται»* Και *ότι τα ζώα «προσαρμόζονται στο περιβάλλον στο οποίο ζουν προκειμένου να επιβιώσουν».*	*«Να διαπιστώσουν ορισμένους τρόπους με τους οποίους τα φυτά προσαρμόζονται στο περιβάλλον όπου ζουν. Οι μαθητές συζητούν επίσης για τον τρόπο προσαρμογής του ανθρώπου στις καιρικές συνθήκες…* *…Να αναδειχθούν οι μηχανισμοί προσαρμογής των ζώων της θάλασσας στο φυσικό περιβάλλον*	*«Όταν οι άνθρωποι δεν μπορούμε να ζήσουμε σε ένα μέρος, αποφασίζουμε να φύγουμε. Όμως τα φυτά, που δεν μπορούν να κάνουν κάτι τέτοιο, κατορθώνουν με άλλους τρόπους να προσαρμόζονται στο περιβάλλον ώστε να καταφέρνουν να ζουν. … Πώς οι άνθρωποι προσαρμοζόμαστε στο κρύο του χειμώνα και στη ζέστη του καλοκαιριού;… …Κάθε ζώο προσαρμόζεται στο περιβάλλον, δηλαδή έχει βρει τη δική του «λύση» για να ζει σ' αυτό. Π.χ. τα ψάρια έχουν*

		(π.χ. ψάρια - ουρά, πτερύγια, σχήμα σώματος».	*μακρόστενο σώμα, πτερύγια και ουρά, για να κολυμπούν γρήγορα στο νερό. Όλα προσαρμόζονται για να ζουν στο περιβάλλον του νερού. »* Παραδείγματα
Στ΄	*Χαρακτηριστικά μεγάλων θηλαστικών, προσαρμογές στο περιβάλλον που ζουν, φυτοφάγα – σαρκοφάγα.*	«*Κάθε ζώο για να επιβιώσει, προσαρμόζεται στο περιβάλλον στο οποίο ζει. Εισάγουμε τις έννοιες «προσαρμογή» και «επιβίωση» και τις εξηγούμε στους μαθητές».*	*«Προσαρμογή των ζώων στο περιβάλλον»* Παραδείγματα
	Τα σπονδυλόζωα	Τα σπονδυλόζωα	*«Ένα από τα εντυπωσιακότερα ζώα που έχουν όμως εξαφανιστεί εδώ και αιώνες είναι οι δεινόσαυροι…».*

Συζήτηση και Συμπεράσματα

Όπως διαπιστώθηκε από την έρευνα μας η παρουσίαση της βιολογικής εξέλιξης στα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι τόσο περιορισμένη που δικαιολογημένα μπορούμε να ισχυριστούμε ότι σχεδόν δεν υπάρχει καθόλου.

Όμως διαπιστώσαμε επίσης ότι η μόνη έννοια που περιέχεται σε αυτά είναι η «προσαρμογή» φυτών και ζώων. Αυτή παρουσιάζεται με προβληματικό τρόπο που αναπαράγει τις διαισθητικές αντιλήψεις των μαθητών σύμφωνα με τις οποίες, όπως προαναφέρθηκε στην Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, τα γνωρίσματα των οργανισμών προκύπτουν για να ικανοποιούνται οι ανάγκες τους. Πράγματι έρευνες στις αντιλήψεις των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Καμπουράκης 2009, Πρίνου κ.ά. 2009) έχουν δείξει ότι οι μαθητές έρχονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση με τελεολογικές αντιλήψεις.

Η έννοια «προσαρμογή» δεν εξηγείται στα εγχειρίδια για τους εκπαιδευτικούς, όπως συμβαίνει με άλλες επιστημονικές έννοιες π.χ. της φυσικής. Η εξήγηση της θεωρείται περιττή ως αυτονόητη, μάλλον επειδή η λέξη χρησιμοποιείται και στην καθημερινή γλώσσα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, στα εγχειρίδια των μαθητών των μικρών τάξεων, να χρησιμοποιείται πλήθος αντιεπιστημονικών απλουστευτικών διατυπώσεων στις εξηγήσεις τους : η «προσαρμογή» παρουσιάζεται ως μια ενεργητική διαδικασία εκ μέρους των οργανισμών για να επιτύχουν το στόχο τους. Αλλά και στις μεγάλες τάξεις ενώ στο εγχειρίδιο των εκπαιδευτικών αναφέρεται η έννοια «φυσική επιλογή», δεν εξηγείται, και η «προσαρμογή» περιγράφεται σαν να πραγματοποιείται από κάθε ζώο, στο περιβάλλον που ζει, για να επιβιώσει.

Είναι πιθανό οι συγγραφείς των εγχειριδίων του Δημοτικού σχολείου να έχουν παρανοήσεις γύρω από το νόημα της «προσαρμογής». Το θέμα για το οποίο οι συγγραφείς έχουν γράψει στα εγχειρίδια - αλλά όχι με ακριβή τρόπο – είναι η βιολογική προσαρμογή (ή βιολογική εξέλιξη) που είναι ένα πληθυσμιακό φαινόμενο. Αυτή η προσαρμογή είναι η βελτίωση της μέσης ικανότητας των μελών του πληθυσμού των οργανισμών να επιβιώνουν και να αναπαράγονται στο περιβάλλον τους. Ο όρος «προσαρμογή» ή προσαρμοστικό γνώρισμα χρησιμοποιείται επίσης για ένα γνώρισμα που έχει εξελιχθεί ως συνέπεια της φυσικής επιλογής (Meagher and Futuyma 2001, Mayr 2001).

Όμως οι συγγραφείς ίσως έχουν παραπλανηθεί από τα άλλα νοήματα της «προσαρμογής», όπως είναι η λειτουργική (functional), η μεταβολική (metabolic) προσαρμογή κλπ. ή φυσικά και από το νόημα που έχει η λέξη στην καθημερινή γλώσσα. Η λειτουργική (functional) προσαρμογή, αναφέρεται σε άμεσες ρυθμίσεις που οφείλονται σε φυσιολογικές διαδικασίες ή συμπεριφορά. Η μεταβολική προσαρμογή πραγματοποιείται μέσω αύξησης στον βασικό μεταβολισμό κλπ. (The Cambridge Dictionary of Human Biology and Evolution Dictionary 2007).

Γενικότερα η «προσαρμογή» - έννοια που εισήχθη από τον Δαρβίνο, ο οποίος την «δανείστηκε» από το βιβλίο «Φυσική Θεολογία» του W. Paley αφού την άλλαξε ριζικά - και τα νοήματα της, έχουν προκαλέσει μεγάλη συζήτηση που έχει προηγηθεί στο χώρο των ειδικών της εξελικτικής βιολογίας (αναλυτικά σε Κριμπά 1986). Μάλιστα «για να αποφευχθούν οι συγχύσεις τόσο στη γλωσσική έκφραση όσο και στη σκέψη» προτείνεται «να εξοβελιστεί αυτός ο όρος από τα επιστημονικά κείμενα» (Κριμπάς 1986).

Πράγματι για την αποφυγή των συγχύσεων και των δυσκολιών που η χρήση της λέξης προκαλεί ιδιαίτερα στις μικρές ηλικίες (NAS 1998) αλλά όχι μόνο, δεν νομίζουμε ότι θα αποτελούσε πρόβλημα να αποφεύγεται εντελώς η ίδια η λέξη και να αναφερόμαστε περιφραστικά στα γνωρίσματα των οργανισμών. Ή αν θεωρείται τόσο αναγκαίο, να χρησιμοποιείται η λέξη «προσαρμογές», ως προσαρμοστικά γνωρίσματα δηλαδή μόνο με το δεύτερο νόημα που προαναφέραμε.

Αυτό που είναι γενικά αναγκαίο επίσης να γίνει κατά την γνώμη μας στα μαθήματα που έχουν έννοιες βιολογίας και από τις μικρές τάξεις, είναι να εισαχθεί η εξελικτική λογική στην αντιμετώπιση των οργανισμών. Να αρχίσουν να διδάσκονται απαραίτητες εισαγωγικές έννοιες κλειδιά και έτσι να «προπονούνται» – εκπαιδευτικοί και μαθητές - σε ένα μη τελεολογικό τρόπο εξήγησης της προέλευσης των γνωρισμάτων τους. Για την διαμόρφωση των Αναλυτικών Προγραμμάτων και εγχειριδίων μπορεί να είναι χρήσιμη και η διεθνής εμπειρία : στα Benchmarks for Science Literacy (1993 και 2008) ή και στο Understanding Evolution website (2010) μπορεί κάποιος να βρει «τι» είναι χρήσιμο να μαθαίνουν οι μαθητές για την βιολογική εξέλιξη σε κάθε βαθμίδα ή τάξη, αρχίζοντας από το Νηπιαγωγείο, και κατά συνέπεια τι πρέπει να περιέχεται στα Αναλυτικά Προγράμματα και τα εγχειρίδια όλων των τάξεων. Μπορούν να εισάγονται σταδιακά έννοιες-κλειδιά και να διευρύνεται η διδασκαλία τους από τάξη σε τάξη ανάλογα με την ηλικία των μαθητών.

Επίσης το γεγονός ότι στα σχολικά εγχειρίδια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης επικρατεί ένας τρόπος παρουσίασης των οργανισμών που μοιάζει να είναι τυπολογικός (ο όρος του Mayr 2001) έχει ως αποτέλεσμα οι μαθητές να μην εξοικειώνονται με έννοιες όπως π.χ. η *ποικιλότητα στα άτομα του πληθυσμού*, που όπως προαναφέρθηκε είναι η έννοια κλειδί για την μεταγενέστερη κατανόηση της φυσικής επιλογής. Όπως γράφει ο Mayr (2001) *«ακόμη και σήμερα πολλοί άνθρωποι δυσκολεύονται να καταλάβουν πως λειτουργεί η φυσική επιλογή. Εν τούτοις όταν εφαρμόζεται η πληθυσμική σκέψη γίνεται εύκολα κατανοητή».* Η διδασκαλία εννοιών βιολογίας δίνει μεν έμφαση κατά την μελέτη των οργανισμών στα κοινά σημεία - στις ομοιότητες τους, αλλά η ποικιλότητα ανάμεσα στα άτομα του ίδιου είδους φαίνεται ότι είναι μία έννοια που δεν αναδεικνύεται. Έτσι, οι μαθητές μαθαίνουν να αντιμετωπίζουν τους οργανισμούς ενός είδους ως ομοιόμορφο σύνολο. Με αποτέλεσμα, ακόμη και αν υιοθετήσουν την εξελικτική λογική, να εξηγούν την εμφάνιση νέων γνωρισμάτων στους πληθυσμούς επικαλούμενοι την *μετασχηματιστική εξέλιξη* (Shtulman 2006,2008) ή σχήματα του *μεταλλαξισμού* ή *μεταμορφισμού* όπως οι εισηγητές των αντίστοιχων θεωριών για την εξέλιξη (Mayr 2001) οι οποίοι δεν σκέπτονταν πληθυσμιακά. Αυτές οι προδαρβινικές εξηγήσεις που βασίζονται στην ουσιοκρατική σκέψη, επιμένουν να χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα, επειδή δεν έχει αρχίσει να καλλιεργείται η *πληθυσμική* σκέψη.

Τα προαναφερθέντα ελπίζουμε να ανέδειξαν την αναγκαιότητα να συμπληρωθεί και εκσυγχρονισθεί η διδασκαλία των βιολογικών θεμάτων και στο Δημοτικό σχολείο. Μπορούν και πρέπει να γίνουν και σε αυτή τη βαθμίδα βήματα για να αρχίσουν τα παιδιά να μαθαίνουν την εξέλιξη, όπως άλλωστε προτείνουν οι Εθνικές Ακαδημίες πολλών χωρών του κόσμου μεταξύ των οποίων και η Ακαδημία Αθηνών (I.A.P. 2006).

Βιβλιογραφία

Αναλυτικά Προγράμματα 2006-σήμερα : http://www.pi-schools.gr/programs/depps/12deppsaps_mel_per[1],http://www.pischools.gr/download/programs/depps/24aps_erebno_to_fisiko_kosmo.pdf

Καμπουράκης, Κ. & Ζόγκζα, Β. (2009). Πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις: ένα βασικό πλαίσιο για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής κατά την διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης, στο Η διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά Ζητήματα, Εκπαιδευτήρια Γείτονα, Επιμέλεια Β. Ζόγκζα κ.ά. Αθήνα.

Κριμπάς, Κ. (1986). Δαρβινικά, Ερμής, Αθήνα.

Πρίνου, Λ., Χαλκιά, Κρ., & Σκορδούλης Κ. (2009). Η διδασκαλία της εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο: παρελθόν και παρόν, στο Η διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά Ζητήματα, Εκπαιδευτήρια Γείτονα, Επιμέλεια Β. Ζόγκζα κ.ά. Αθήνα.

Πρίνου, Λ., Χαλκιά, Κρ., & Σκορδούλης, Κ. (2008). Η υποδοχή της εξελικτικής θεωρίας στο ελληνικό σχολείο στο Ζητήματα Επιστήμης: Ιστορία, Φιλοσοφία και Διδακτική, Επιμέλεια Κ.Σκορδούλης, νήσος, Αθήνα.

Σχολικά εγχειρίδια περιόδου 2006-σήμερα : ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Abrams, E, Southerland, S., & Cummins, C. (2001). The How's and Why's of Biological Change: how Learners Neglect Physical Mechanisms in their Search for Meaning. International Journal of Science Education, 12, 1271-1281.

Beardsley, P.M. (2004). Middle School Student Learning in Evolution: Are Current Standards Achievable? The American Biology Teacher 66,9, 604-612.

Benchmarks for Science Literacy (2008) http://www.project2061.org/publications.

Bishop, B., & Anderson, C. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. Journal of Research in Science Teaching, 27, 415-427.

Bloom, P., & Weisberg, D.S. (2007). Childhood origins of Adult Resistance to Science. Science, 316, 996-997.

Chanet, B., & Lusignan, F. (2009). Teaching Evolution in Primary Schools: An Example in French Classrooms. Evo Edu Outreach, 2, 136-140.

Enderle, P.J., Smith, M.U., & Southerland, S. (2009). Does Prior Knowledge Matter? Do Lamarckian misconceptions exist? A critique of Geraedts and Boersma (2006). International Journal of Science Education, 31:18, 2527-2532.

Eldredge, N., & Eldredge, G. (2009). Lessons from EEO: Toward a Universal Evolutionary Curriculum. Evo Edu Outreach,2, 643-654.

Evans, E.M. (2008). Conceptual change and evolutionary biology: A developmental analysis. In S. Vosniadou (Ed.), International handbook of research on conceptual change (pp. 263–294). New York, NY: Routledge.

Fail, Jr. J.(2008). A No-Holds-Barred Evolution Curriculum for Elementary and Junior High School Students. Evo Edu Outreach, 1, 56-64.

Good, R. G., Trowbridge, J. E., Demastes, S.S., Wandersee, J.H., Hafner, M. S. & Cummins, C. L. (1992). Proceedings of the 1992 Evolution Educational Research Conference Baton-Rouge

Greene, E. D. (1990). The Logic of University Students' Misunderstanding of Natural Selection. Journal of Research in Science Teaching 27:9 875–885.

Gregory, T.R. (2009). Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. Evo Edu Outreach 2156-175.

Halldén, O. (1988). The evolution of species: Pupils' perspectives and school perspectives. International Journal of Science Education, 10 541-552.

Hatano, G., Inagaki, K. (1997). Qualitative changes in intuitive biology. European Journal of Psychology of Education, 12: 2, 111-130.

IAP, (2006) http://www.interacademies.net/.

Kelemen, D. (1999). Functions, goals and intentions: Children's teleological reasoning about objects. Trends in Cognitive Sciences, 12, 461-468.

Keown, D. (1988). Teaching Evolution. Improved Approaches for Unprepared Students. The American Biology Teacher, 50:7, 407-410.

Lucas, A. (1971). The teaching of adaptation. J Biol Educ., 5, 86-90.

Mayr, E. (2001). What Evolution is. Basic Books.

Meagher, T. R., & Futuyama, D.J. (2001). The American Naturalist, 158, Supplement, October, 2001.

Nadelson, L., Culp, R., Bunn, S., Burkhart, R., Shetlar, R., Nixon, K. & Waldron, J. (2009). Teaching Evolution Concepts to Early Elementary School Students. Evo Edu Outreach, 2, 458-473.

National Academy of Sciences (1998). Teaching about Evolution and the Nature of Science, National Academy Press.

Prinou, L., Halkia, L., Skordoulis, C (2009). La réception de la théorie de l'évolution dans l'enseignement grec. Archives Internationales d'Histoire des Sciences, 59, 162, 255-272.

Sadler, T.D. (2005). Evolutionary Theory as a guide to socioscientific decision-making. Journal of Biological Education, 39(2), 68-72.

Shtulman, A.(2006). Qualitative differences between naïve and scientific theories of evolution, Cognitive Psychology, 52, 170-194.

Shtulman, A. & Schulz, L. (2008). The relation between Essentialist beliefs and evolutionary reasoning Cognitive Science, 32, 1049-1062.

Sinatra, G.M., Brem S. K., Evans E. M (2008) Changing Minds? Implications of Conceptual Change for Teaching and Learning about Biological Evolution. Evo Edu Outreach, 1, 189 - 195

Southerland, S. A., Abrams, E., Cummins, C. & Anzelmo, J. (2001). Understanding students' explanations of biological phenomena: conceptual frameworks or P-prims? Science Education, 85,328-348.

Tamir, P. & Zohar, A. (1991). Anthropomorphism and Teleology in Reasons about Biological Phenomena. Science Education, 75:1 57-67

The Cambridge Dictionary of Human Biology and Evolution (2007), Cambridge University Press.

Understanding Evolution (2010) University of California Museum of Palaeontology. 22 February 2010 http://evolution.berkeley.edu/evosite/Lessons/IIConcepts.

Ιστορικές αναφορές στα εγχειρίδια Βιολογίας Λυκείου

Βασιλική Γιαννίτσιου*, & Βασιλική Σπηλιωτοπούλου**
**Γενικό Τμήμα Παιδαγωγικών Μαθημάτων, ΑΣΠΑΙΤΕ, Πάτρα bikigiannitsiou@yahoo.gr,*
***Γενικό Τμήμα Παιδαγωγικών Μαθημάτων, ΑΣΠΑΙΤΕ, Πάτρα, spiliot@otenet.gr*

Περίληψη
Η εργασία αυτή επικεντρώνει το ενδιαφέρον της στις ιστορικές αναφορές των εγχειριδίων Βιολογίας Λυκείου και μελετά τα χαρακτηριστικά τους. Η σημασία της ένταξης της ιστορίας στη διδακτική πράξη αναγνωρίζεται ως μια προτεραιότητα στην εκπαίδευση γιατί αφενός κάνει φανερό το άλλο πρόσωπο της επιστήμης, της ανθρώπινης προσπάθειας, στους μαθητές και αφετέρου δημιουργεί ενδιαφέροντα διδακτικά περιβάλλοντα. Η επαγωγική ανάλυση περιεχομένου υιοθετήθηκε για τη μελέτη των ιστορικών αναφορών στα σχολικά βιβλία και τρεις από τις διαστάσεις που εντοπίστηκαν συζητούνται στην παρούσα εργασία. Το είδος των ιστορικών αναφορών, η σχέση τους με το περιεχόμενο που εντάσσονται και τα χαρακτηριστικά της επιστήμης που αναδεικνύουν μελετώνται. Τα ευρήματα δείχνουν ότι ο τρόπος ένταξης των ιστορικών αναφορών στα εγχειρίδια έχει ενδιαφέρον και το ζήτημα της αξιοποίησης εκ μέρους των εκπαιδευτικών αποκτά ιδιαίτερη σημασία.

Abstract
This paper focuses on the historical notes of the Biology textbooks of upper Secondary education. The aim is to examine the characteristics of these historical notes. This is connected to the inclusion of history of science in the classroom teaching as such an approach shows to the student the humanized face of science. The inductive content analysis has been adopted for the study of the notes and three dimensions identified among others are presented: The kind of historical notes, their relationship to the content and the characteristics of science exhibited. Findings show that the way history is included in the biology textbooks up to a certain extend meet the epistemic goals and a new question is posed to what extend these are utilized by the science teachers in classroom teaching.

Εισαγωγή

Τα σχολικά βιβλία, και όχι μόνο στην Ελλάδα, εξακολουθούν να αποτελούν την κύρια πηγή μάθησης στις σχολικές τάξεις. Είναι γνωστό ότι η διδασκαλία και η μάθηση στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση κυριαρχείται από προσεγγίσεις που στηρίζονται στα εγχειρίδια και αυτό ισχύει όχι μόνο για τα μαθήματα των Θεωρητικών επιστημών, αλλά και γι' αυτά των Θετικών επιστημών (Tobin 1990). Οι μαθητές αφιερώνουν μεγάλο μέρος του χρόνου τους στη μελέτη και αφομοίωση του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων, ενώ και οι εκπαιδευτικοί προστρέχουν κυρίως σ' αυτά για το διδακτικό τους έργο, καθιστώντας έτσι τα σχολικά βιβλία καθοριστικό παράγοντα για τον επιστημονικό αλφαβητισμό των μαθητών (Κυριακού, Σταύρου & Σκορδούλης 2007).

Αν και έχουν περάσει πολλά χρόνια από τότε που οι Verhave & Sherman (1968) έλεγαν ότι το πεδίο της ανάλυσης βιβλίων ήταν ελάχιστα ανεπτυγμένο και ανώριμο, ακόμη και σήμερα απουσιάζει κάποιο επίπεδο συστηματικότητας στη μελέτη και ανάλυσή τους. Το πεδίο είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξερεύνητο και ασφαλώς το νόημα, η χρήση και η αξία των σχολικών βιβλίων έχουν σήμερα διαφορετικό νόημα. Η ανάπτυξη από την άλλη πλευρά της ποιοτικής διάστασης στην εκπαιδευτική έρευνα έχει φέρει το θέμα της ανάλυσης των σχολικών βιβλίων στην επικαιρότητα, αφού ερευνητές ισχυρίζονται ότι συχνά τα βιβλία είναι πηγές

παρανοήσεων για τους μαθητές (Haidar 1997), αλλά και ότι αποτελούν μέσο επικοινωνίας μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή.
Η μελέτη των εγχειριδίων πέρα από το ότι προσφέρει πρωτογενείς μαρτυρίες για το τι ακριβώς διδάσκεται στις τάξεις, αποκαλύπτει με τις διάφορες επιλογές, εισαγωγή, υποσημειώσεις, ή πρόσθετες πληροφορίες και τους σκοπούς των συγγραφέων, τις αξίες ή τις προκαταλήψεις των ιδίων ή και της εποχής τους, ενώ ευρύτερη συζήτηση αναπτύσσεται γύρω από την άποψη ότι τα ίδια "τα σχολικά βιβλία είναι ιστορία" (Michael 1998). Στο περίφημο βιβλίο του "Η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων" (1962), ο Kuhn αμφισβητώντας την γραμμική συσωρευτική αντίληψη για την επιστήμη διατύπωσε μομφή στα βιβλία ότι έχουν υποβαθμίσει την ιστορία της επιστήμης σε ιστορία ηρώων ή κατεργάρηδων, ενώ έχουν τη δύναμη και την αξία να προσφέρουν ένα παράθυρο στην επιστημονική δραστηριότητα μιας περιόδου. Η αλήθεια είναι ότι τα εγχειρίδια εκτός από το ότι παρουσιάζουν περιεχόμενο του κάθε επιστημονικού χώρου, ταυτόχρονα μπορούν να αποκαλύψουν και τις όψεις εκείνες αυτού του επιστημονικού χώρου ως ενός πεδίου, όπου εκτυλίσσεται η ανθρώπινη διανοητική προσπάθεια για αιώνες. Το να μπορέσει ένα βιβλίο να αποδώσει αυτή τη διάσταση των Φυσικών Επιστημών δεν είναι μια εύκολη υπόθεση. Ο συνήθης τρόπος για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η υιοθέτηση από τους συγγραφείς των εγχειριδίων κάποιων ιστορικών παρεμβάσεων. Ο ρόλος τους δεν είναι πάντα σαφής και καθορισμένος και συχνά μένουν μαθησιακά ανενεργές. Η μελέτη των ιστορικών παρεμβάσεων θεωρείται ότι μπορεί να συνεισφέρει στη συνειδητοποίηση της σημασίας τους και της δυναμικής που εμπεριέχουν. Στην εργασία αυτή επίκεντρο της μελέτης αποτελούν οι ιστορικές αναφορές των βιβλίων Βιολογίας Λυκείου.

Η ιστορία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στη διδακτική πράξη

Μια από τις σύγχρονες οπτικές στη διδασκαλία των ΦΕ είναι αυτή που θεωρεί κρίσιμο το συσχετισμό των εννοιών και θεωριών που διδάσκονται με το ιστορικό πλαίσιο που αυτές οι έννοιες ή θεωρίες αναπτύχθηκαν, εξελίχθηκαν ή άλλαξαν. Η ιστορία των ΦΕ δεν είναι ένας περισπασμός της 'πραγματικής' επιστήμης, ούτε απλά μια βοήθεια στην επιστήμη. Μάλλον, η ιστορία της επιστήμης είναι ένα ουσιώδες κομμάτι της ίδιας της επιστήμης (Creath 2010). Αρκετά και ενδιαφέροντα είναι τα επιχειρήματα που έχουν διατυπωθεί για τη σημασία της ένταξης της ιστορίας των επιστημών στο αναλυτικό πρόγραμμα (Matthews 1994). Ένα από τα πιο σημαντικά είναι ότι η ενασχόληση των μαθητών με την ιστορία των ΦΕ μπορεί να αποκαλύψει πλευρές της φύσης και της ανάπτυξης της επιστημονικής σκέψης. Οι μαθητές, δηλαδή, χρειάζεται να μαθαίνουν όχι μόνο έννοιες και διαδικασίες των ΦΕ, αλλά και *για* τις ΦΕ, δηλαδή να μαθαίνουν για τη φύση, τις μεθόδους και την εξέλιξη των εννοιών και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ΦΕ ως επιστήμης. Μια τέτοια προοπτική σχετίζεται με τους αποκαλούμενους *επιστημικούς* (epistemic) στόχους της εκπαίδευσης (Osborne 2005). Ως επιστημικούς στόχους χαρακτηρίζουμε αυτούς, οι οποίοι αποβλέπουν στο να εξετάσουν οι μαθητές και να συνειδητοποιήσουν τους λόγους αποδοχής και αιτιολόγησης επιστημονικών πεποιθήσεων που έχουν καθιερωθεί. Μια σχετική προσέγγιση των Chamany, Allen, & Tanner (2008) στη Βιολογία αναδεικνύει, επίσης, την αξία στη χρήση της ιστορίας της Βιολογίας για να τονισθεί το κοινωνικό πλαίσιο, καθώς θεωρείται ότι "παρακολουθώντας τα βήματα μιας ανακάλυψης στον χρόνο, οι μαθητές μπορούν να δουν ότι η βιολογική γνώση είναι το αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας, όπου ο ένας ερευνητής χτίζει στη δουλειά του άλλου μέσα από την επικοινωνία, τον ανταγωνισμό και την συνεργασία" (σ. 270). Κάτω από μια τέτοια οπτική, προσπάθειες αξιοποίησης της ιστορίας έχουν χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία της Βιολογίας, όπως για παράδειγμα η αξιοποίηση του μικροσκοπίου του Leeuwenhoek (Sepel, Loreto & Rocha 2009), ή η χρησιμοποίηση προσωπογραφιών διαφόρων διάσημων επιστημόνων, αρχειακού υλικού, διάφορων «επεισοδίων» κριτικής σημασίας στην ιστορία των επιστημών, ιστορικών και επίκαιρων παραθεμάτων, ακόμη και ιστορικών

μικρόκοσμων (Solomon 1991, Kafai & Gilliland 2001, Oslon et al. 2005, Masson & Vazquez - Abad 2006). Στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια, ενώ άρχισε η ένταξη ενός επαρκούς αριθμού στοιχείων της ιστορίας της επιστήμης στη δεκαετία του 90, η πρακτική αυτή εγκαταλείφθηκε μετά το 1996 (Kindi 2000) και φαίνεται να αναβιώνει στα σχολικά εγχειρίδια των τελευταίων ετών. Ιδιαίτερα στα βιβλία της Βιολογίας Λυκείου έχουν ενταχθεί αρκετές ιστορικές παρεμβάσεις, οι οποίες στη συνέχεια μελετώνται. Ποια είδη ιστορικών παραδειγμάτων εμπεριέχονται στα βιβλία Βιολογίας Λυκείου; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους και ποιος ο ρόλος τους; Ποιες πλευρές της επιστήμης της Βιολογίας αναδεικνύουν και φανερώνουν στους μαθητές;

Μεθοδολογία

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν οι ιστορικές αναφορές τριών σχολικών βιβλίων Βιολογίας του Γενικού Λυκείου. Οι ιστορικές αυτές αναφορές εντάσσονται στο κυρίως κείμενο των βιβλίων, αναφέρονται ως ανεξάρτητα παραθέματα, ή περιλαμβάνονται στο ένθετο και τον πρόλογο των σχολικών βιβλίων. Από το βιβλίο Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ΄ Τάξης Γενικού Λυκείου (ΓΠΓ) μελετήθηκαν 45 ιστορικές αναφορές, που εκτείνονται στις σελίδες 7 – 157, από το αντίστοιχο βιβλίο της Β΄ Τάξης (ΓΠΒ) 27 (σελίδες 8 – 163) και από το βιβλίο Θετικής Κατεύθυνσης της Γ΄ Τάξης (ΘΚΓ) 53 (σελίδες 8 – 189). Δεν υπολογίστηκαν, δηλαδή, οι σελίδες που αναφέρονται στα περιεχόμενα, στη βιβλιογραφία και το λεξιλόγιο όρων ή γλωσσάρι. Οι 5 αναφορές προέρχονται από τον πρόλογο των σχολικών βιβλίων, οι 2 από το ένθετο και οι υπόλοιπες από το κείμενο. Η ανάλυση, επομένως, έγινε σε συνολικά 125 ιστορικές αναφορές, από τις οποίες 3, για λόγους έκτασης και διαφορετικότητας στο περιεχόμενο και ύφος, διασπάστηκαν σε επιμέρους αναφορές. Ως μονάδα ανάλυσης έχει θεωρηθεί κάθε ιστορικό σημείωμα, εκλαμβανόμενο ως ολότητα κειμένου και οπτικής αναπαράστασης, που έχει μια εννοιολογική ενότητα, εκτός από τις τρεις προαναφερόμενες περιπτώσεις, όπου οι παράγραφοι των σημειωμάτων είχαν διαφορετικό εννοιολογικό προσανατολισμό, διασπάστηκαν και μετρήθηκαν ως ξεχωριστές μονάδες. Έτσι, προέκυψε ένας συνολικός αριθμός 129 ιστορικών αναφορών. Για την ανάλυση των ιστορικών αναφορών υιοθετήθηκε η ποιοτική επαγωγική ανάλυση περιεχομένου (Mayring 2000), ενώ τόσο κατά την ανάλυση, όσο και για την παρουσίαση χρησιμοποιείται η τεχνική του συστημικού δικτύου (Bliss et al 1983). Οι δυο συμβολισμοί ({) και ([) των συστημικών δικτύων, που χρησιμοποιούνται, αντιστοιχεί ο μεν πρώτος ({) στο λογικό σύνδεσμο 'και', ο δε δεύτερος στο 'ή' και σημαίνουν στην πρώτη περίπτωση ανάλυση αναφορικά με όλες (αν είναι δυνατόν) τις υποκατηγορίες που ακολουθούν, ενώ στη δεύτερη περίπτωση με μια αποκλειστικά κατηγορία. Οι δυο ερευνητές συμμετείχαν στην ανάλυση και κωδικοποίηση των ιστορικών αναφορών ανεξάρτητα, ενώ σε περιπτώσεις που διαπιστώθηκαν ασυμφωνίες, έγινε επανεξέταση και λήφθηκε από κοινού απόφαση για την τελική κωδικοποίηση σε κατηγορία.

Ανάλυση - Ευρήματα

Οι κατηγορίες

Η ανάλυση περιεχομένου οδήγησε στον εντοπισμό ενός αριθμού διαστάσεων και κατηγοριών. Το σχήμα κατηγοριοποίησης παρουσιάζεται με τη μορφή συστημικού δικτύου στο Σχ. 1. Τρεις από τις διαστάσεις ως προς τις οποίες οι ιστορικές αναφορές εξετάσθηκαν είναι το *είδος* της ιστορικής αναφοράς, της *σχέσης τους με το περιεχόμενο* του βιβλίου και το ποια *χαρακτηριστικά της επιστήμης* αναδεικνύονται μέσα από αυτή. Ως προς το **είδος** οι ιστορικές αναφορές διακρίνονται σε 1) *σύντομες ιστορικές παρεμβάσεις:* πρόκειται για μικρής έκτασης ιστορικές αναφορές, οι οποίες δεν αναφέρονται σε ιστορικά γεγονότα, χρονολογικές αναδρομές ή ιστορικές εξελίξεις, 2) *ιστορικά στιγμιότυπα/γεγονότα*: αναφέρονται σε κοινωνικά ή πολιτικά ιστορικά γεγονότα, τα οποία επηρέασαν την ανθρωπότητα, 3)

χρονολογική αναδρομή/αναφορά ιστορικών σταθμών: θεωρείται η απλή αναφορά κατά χρονολογική σειρά σημαντικών σταθμών της επιστήμης, 3) *ιστορική εξέλιξη*: διακρίνεται σε ιστορική εξέλιξη είτε *ιδεών/διαδικασιών*, όταν αποτυπώνεται η διαχρονική εξέλιξη μίας επιστημονικής ιδέας ή διαδικασίας στο πέρασμα του χρόνου και σε ιστορική εξέλιξη, είτε *καταστάσεων*, όταν περιγράφεται η βαθμιαία διαμόρφωση μίας κοινωνικής κατάστασης από εποχή σε εποχή. Ένα άλλο είδος είναι τα *βιογραφικά στοιχεία* που αφορούν σημαντικές φυσιογνωμίες της Ιστορίας των Επιστημών. Σε κάποιες περιπτώσεις οι ιστορικές αναφορές είναι μόνο βιογραφίες. Βιογραφικά στοιχεία, όμως μπορεί να περιλαμβάνονται και στα είδη των ιστορικών αναφορών, που έχουν ήδη παρουσιασθεί. Τα βιογραφικά στοιχεία διακρίνονται περαιτέρω αν αναφέρονται σε στοιχεία *επινοήσεων/επιτευγμάτων* των επιστημόνων, σε *κοινωνικά στοιχεία* που τους αφορούν και σε *χαρακτηρισμούς* τους. Τα πρώτα αναφέρονται στο επιστημονικό έργο και τη συνεισφορά των ατόμων αυτών (επινόηση μίας ιδέας, μίας θεωρίας, ανακάλυψη μίας δομής κ.τ.λ.), ενώ τα *κοινωνικά στοιχεία* στη ζωή τους γενικότερα.[29] Ως *χαρακτηρισμοί* λαμβάνονται οι διάφοροι επιθετικοί προσδιορισμοί, που προσδίδονται σε ένα άτομο (π.χ. διάσημος, μεγάλος, για πρώτη φορά κ.τ.λ.). Τα βιογραφικά στοιχεία, επίσης, διακρίνονται σε *ενσωματωμένα* και σε *ανεξάρτητα*. Ως ενσωματωμένα εκλαμβάνονται τα στοιχεία εκείνα που αναφέρονται ρητά ή υπονοούνται στα πλαίσια μίας σύντομης ιστορικής παρέμβασης, μίας ιστορικής εξέλιξης ή χρονολογικής αναδρομής. Ως ανεξάρτητα θεωρούνται τα βιογραφικά στοιχεία που αποτελούν αμιγείς βιογραφικές αναφορές και οι οποίες παρουσιάζονται είτε ως ανεξάρτητες ενότητες, είτε λαμβάνονται ως ανεξάρτητες, όταν συνιστούν δομικά αυτοτελείς ενότητες και δεν παρουσιάζουν μία λογική ενιαιότητα ή συνέχεια με την ευρύτερη ενότητα, στην οποία εντάσσονται.

Στο επίπεδο της εννοιολογικής **σχέσης** με το κείμενο οι ιστορικές αναφορές διακρίνονται σε 1) *διακοσμητικές*: δεν έχουν γνωστική αξία και δεν σχετίζονται εννοιολογικά με το κυρίως κείμενο, αλλά αποβλέπουν στην αισθητική παρουσίαση των βιβλίων, 2) *παραδειγματικές*: συσχετίζονται εννοιολογικά με το κυρίως κείμενο των βιβλίων, συνήθως πρόκειται για ιδανικές περιπτώσεις ιστορικών γεγονότων ή διαδικασιών του παρελθόντος, που εντάσσονται στο πλαίσιο ενός θέματος, το οποίο εξετάζει η αντίστοιχη ενότητα των βιβλίων, 3) *επεξηγηματικές*: συσχετίζονται εννοιολογικά με το κυρίως κείμενο των βιβλίων, αλλά στην περίπτωση αυτή αναφέρονται εκτενέστερα σε επιμέρους ιστορικές πτυχές ενός θέματος, που εξετάζεται από την αντίστοιχη ενότητα των βιβλίων, 4) *συμπληρωματικές:* παρέχουν επιπλέον πληροφορίες για ένα θέμα, οι οποίες δεν αναφέρονται στην αντίστοιχη ενότητα των βιβλίων.[30]

Τέλος, η διάσταση που αναφέρεται στα χαρακτηριστικά της επιστήμης που αναδεικνύονται σε κάθε ιστορική μπορεί να εκφράζεται ως ακολούθως: 1) *Η επιστήμη σχετίζεται με εμπειρικά δεδομένα*: όταν τα ιστορικά παραδείγματα περιλαμβάνουν πληροφορίες και δεδομένα που συλλέγει η επιστήμη στα πλαίσια μελέτης ενός κοινωνικού φαινομένου ή της παρατήρησης απλών φυσιολογικών φαινομένων. 3) *Η επιστήμη προχωρά υιοθετώντας διαφορετικές μεθοδολογίες, πειραματικές, εμπειρικές, λογικές*: όταν στις ιστορικές αναφορές παρουσιάζεται η εφαρμογή μίας νέας πειραματικής διαδικασίας, η χρησιμοποίηση μίας νέας τεχνικής, η εμπειρική μελέτη ή η παρατήρηση ενός νέου για την επιστήμη φαινομένου, καθώς και η νοητική διαδικασία διατύπωσης νέων σκέψεων μέσω λογικών συνειρμών. 4) *Η επιστήμη αναπτύσσει θεωρίες*: όταν στην ιστορική αναφορά διατυπώνεται κάποια θεωρία ή μοντέλο. 5) *Η επιστήμη έχει δημιουργικά στοιχεία*: ιστορικές αναφορές που περιγράφουν την ανάπτυξη μίας νέας τεχνικής, ή την ανακάλυψη ενός επιστημονικού εργαλείου ή την παραγωγή

[29] Σαν κοινωνικά στοιχεία λαμβάνονται και τα στοιχεία που αναφέρονται στην ιδιότητα, την εθνότητα ή την περίοδο που έζησε ένα άτομο.

[30] Μία ιστορική αναφορά μπορεί να έχει παραδειγματικό ή επεξηγηματικό χαρακτήρα – συγχρόνως, όμως, να εμπεριέχει και επιπλέον πληροφοριακά στοιχεία, που δεν αναφέρονται στην αντίστοιχη ενότητα των βιβλίων, οπότε λειτουργεί και συμπληρωματικά.

προϊόντων μέσω επιστημονικών μεθόδων. 6) *Η επιστήμη βελτιώνει προηγούμενες ιδέες/διαδικασίες*: όταν παρουσιάζεται πως οι προγενέστερες ιδέες καθίστανται σαφέστερες και πληρέστερες με την προσθήκη νέων στοιχείων ή πως ήδη εφαρμοζόμενες διαδικασίες καθίστανται αποδοτικότερες. 7) *Η επιστήμη δέχεται πολιτισμικές, πολιτικές και κοινωνικές επιρροές*: αυτές αφορούν την εμφάνιση κοινωνικών φαινομένων ή την παρουσία καταστάσεων και προβλημάτων της καθημερινότητας, που χρήζουν επιστημονικής εξήγησης ή αντιμετώπισης. Επίσης, στην κατηγορία αυτή εντάσσονται ιστορικές αναφορές στους περιορισμούς, που μπορεί να έχει δεχθεί η επιστήμη από διάφορους θεσμικούς φορείς, σχετικά με το πλαίσιο διεξαγωγής και εφαρμογής της επιστημονικής έρευνας. 8) *Η επιστήμη βασίζεται στη συμβολή επιστημόνων και συνεργασιών*: όταν η εξέλιξη της επιστήμης σ' ένα συγκεκριμένο τομέα παρουσιάζεται ως αποτέλεσμα της συνεργασίας δύο ή περισσοτέρων επιστημόνων ή της ξεχωριστής συμβολής τους, στην περίπτωση που η συνεισφορά του ενός αποτέλεσε σημαντικό και αναμφισβήτητο υπόβαθρο για τους επόμενους. 9) *Η επιστήμη διακατέχεται από αντικρουόμενες απόψεις και αμφισβητήσεις*: όταν περιγράφονται οι αντίθετες απόψεις που ισχύουν σε μία εποχή, ή περιπτώσεις όπου μία νέα θεωρία αμφισβητείται έντονα, εξαιτίας των ισχυρά εδραιωμένων απόψεων, με αποτέλεσμα να μην καθίσταται δυνατή η ανάδειξή της.

Σχήμα 1. Κατηγοριοποίηση των ιστορικών παρεμβάσεων στα εγχειρίδια

Παράδειγμα ανάλυσης

Η θεωρία του Μάλθους για το ρυθμό αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού

Η θεωρία του Δαρβίνου βασίστηκε στις προσωπικές του παρατηρήσεις αλλά και σε εργασίες άλλων επιστημόνων. Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του ο Δαρβίνος διάβασε το βιβλίο *Οι αρχές της Γεωλογίας*, γραμμένο από το διάσημο γεωλόγο της εποχής, τον Τσαρλς Λάυελ (Charles Lyell). Στο βιβλίο αυτό παρουσιαζόταν η άποψη ότι η επιφάνεια της Γης διαμορφώθηκε βαθμιαία από τη δράση της βροχής, των ανέμων, των σεισμών, των ηφαιστειακών εκρήξεων και άλλων φυσικών δυνάμεων που δρουν ακόμη και σήμερα. Αφού λοιπόν η Γη εξελίχθηκε στη διάρκεια του χρόνου, γιατί να μην έχει συμβεί το ίδιο και με τους οργανισμούς της;

Τσάρλς Λάυελ

Όμως, εκτός από τις *Αρχές της Γεωλογίας*, ο Δαρβίνος επηρεάστηκε και από ένα άλλο σύγγραμμα, το *Δοκίμιο επί των αρχών του πληθυσμού*, του οικονομολόγου Τόμας Μάλθους (Thomas Malthus). Στο σύγγραμμα αυτό ο Μάλθους υποστήριζε ότι ο ανθρώπινος πληθυσμός αυξάνεται με ρυθμό γεωμετρικής προόδου, εν αντιθέσει με τα διαθέσιμα αγαθά, τα οποία αυξάνονται με ρυθμό αριθμητικής προόδου.

Σύγκριση του ρυθμού αύξησης των πληθυσμών με το ρυθμό αύξησης των διαθέσιμων τροφίμων σύμφωνα με το Μάλθους

Κατά την άποψη του Μάλθους, ο έλεγχος του μεγέθους του ανθρώπινου πληθυσμού ήταν απαραίτητος, προκειμένου να διατηρείται το ισοζύγιο ανάμεσα σ' αυτόν και τις διαθέσιμες ποσότητες φυσικών αγαθών. Ο Δαρβίνος απέδωσε τη σταθερότητα του μεγέθους των πληθυσμών στη δράση της φυσικής επιλογής.

Πάντως ο Μάλθους, αν και επιβεβαιώθηκε ως προς το ρυθμό αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού, διαψεύστηκε ως προς το ρυθμό αύξησης των φυσικών αγαθών. Οι σύγχρονες μέθοδοι γεωργίας και κτηνοτροφίας έχουν αυξήσει με πολύ μεγαλύτερους ρυθμούς την παραγωγή της τροφής, μια δίκαιη κατανομή της οποίας θα μπορούσε να

Σχήμα 2. Ιστορική αναφορά Γ΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας

Ένα παράδειγμα ιστορικής αναφοράς παρουσιάζεται στο σχήμα 2 και περιγράφεται ο τρόπος ανάλυσης της. Προέρχεται από το εγχειρίδιο Γενικής παιδείας της Γ΄ Τάξης του Ενιαίου Λυκείου (σελίδα 128). Το ιστορικό αυτό παράθεμα αναφέρεται στις θεωρίες και τις εργασίες των Τσαρλς Λάυελ και Τόμας Μάλθους, πάνω στις οποίες βασίστηκε η θεωρία του Δαρβίνου. Η ιστορική αυτή αναφορά χαρακτηρίζεται ως ιστορική εξέλιξη ιδεών/διαδικασιών, δεδομένου ότι αναφέρεται στη βαθμιαία διαμόρφωση των απόψεων για τη σταθερότητα του πληθυσμού της γης. Επίσης, εμπεριέχει ενσωματωμένα βιογραφικά στοιχεία επινοήσεων/επιτευγμάτων (όπως η θεωρία του Μάλθους), κοινωνικά στοιχεία (π.χ. οικονομολόγος της εποχής, γεωλόγος) και χαρακτηρισμούς (διάσημος). Ως προς τη θέση της συνιστά ανεξάρτητη αναφορά, με αποτέλεσμα η διδακτική της αξιοποίηση να εναπόκειται στη βούληση του εκπαιδευτικού και των μαθητών. Ως προς τη εννοιολογική σχέση με το κυρίως κείμενο λειτουργεί συμπληρωματικά, παρέχοντας στοιχεία που δεν αναφέρονται σ' αυτό, όπως είναι οι απόψεις του Τσαρλς Λάυελ και η θεωρία του Μάλθους. Ο κύριος τρόπος παρουσίασής της είναι το κείμενο, παράλληλα, όμως, συνοδεύεται από την προσωπογραφία του Τσαρλς Λάυελ και ένα διάγραμμα του ρυθμού αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού συναρτήσει του ρυθμού αύξησης των διαθέσιμων αγαθών, που χαρακτηρίζεται ως μια αναπαράσταση κοινωνικών καταστάσεων. Ο απώτερος σκοπός της είναι επιστημικός, αποβλέποντας αφενός στην ανάδειξη της συνεισφοράς των Τσαρλς Λάυελ και Τόμας Μάλθους και αφετέρου στην επισήμανση της θεωρίας του Μάλθους για το ρυθμό αύξησης του πληθυσμού (ανακάλυψη). Τέλος, σημαντική κρίνεται η συμβολή της αναφοράς αυτής και στην ανάδειξη σημαντικών χαρακτηριστικών της επιστήμης. Αναλυτικότερα, αναφέροντας ότι ο Δαρβίνος βασίστηκε στις προσωπικές του παρατηρήσεις, αλλά και τις εργασίες άλλων επιστημόνων, καταδεικνύεται, αφενός, η ενασχόληση της επιστήμης με εμπειρικά δεδομένα και αφετέρου, η συμβολή επιστημόνων στη διαδικασία της επιστημονικής αναζήτησης (οι θεωρίες των Λάυελ και Μάλθους συνέβαλαν στη θεωρία του Δαρβίνου). Επιπλέον, παρατηρείται η εφαρμογή μίας νέας μεθοδολογίας από το Δαρβίνο που αναφέρεται στο συνδυασμό παρατήρησης και λογικής θεώρησης άλλων απόψεων και θεωριών (εμπειρική και λογική μεθοδολογία). Επιπρόσθετα, επισημαίνεται η ανάπτυξη θεωριών (θεωρία Μάλθους και Δαρβίνου), η βελτίωση ιδεών (ο Δαρβίνος απέδωσε τον έλεγχο του μεγέθους του ανθρώπινου πληθυσμού, όπως ισχυριζόταν ο Μάλθους, στη δράση της φυσικής επιλογής) και η επίδραση κοινωνικών επιρροών (κατά κάποιο τρόπο, τόσο ο Μάλθους, όσο και ο Δαρβίνος δέχτηκαν κοινωνικές επιρροές,

ασχολούμενοι με κοινωνικές καταστάσεις και φαινόμενα της εποχής τους). Τέλος, θεωρούμε, ότι η ιστορική αυτή αναφορά δύναται να αποτελέσει αντικείμενο περαιτέρω διερεύνησης (αναζήτησης π.χ. στοιχείων για το ρυθμό μεταβολής του πληθυσμού στη σημερινή εποχή και τους παράγοντες που ενδεχομένως τον καθορίζουν).

Συχνότητες εμφάνισης ιστορικών αναφορών και των κατηγοριών τους

Αρχικά καταγράφηκαν οι συχνότητες των ιστορικών αναφορών ανά βιβλίο, οι οποίες διαμορφώνονται ως εξής: 0,30 ιστορικές αναφορές ανά σελίδα για το βιβλίο Γενικής Παιδείας της Γ΄ Τάξης, 0,17 για το αντίστοιχο βιβλίο της Β΄ Τάξης και 0,29 ιστορικές αναφορές ανά σελίδα για το βιβλίο Θετικής Κατεύθυνσης της Γ΄ Τάξης. Διαπιστώνεται ότι το βιβλίο της Β΄ Τάξης υπολείπεται σε ιστορικές αναφορές σε σύγκριση με τα άλλα δύο βιβλία. Στοιχεία για τη συχνότητα εμφάνισης των κατηγοριών των ιστορικών αναφορών (ΙΑ) στα βιβλία Βιολογίας Λυκείου, ανά βιβλίο και συνολικά, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Παρατηρούμε ότι αναφορικά με το είδος, πιο συχνά (68,99%), εμφανίζονται αυτές που περιλαμβάνουν βιογραφικά στοιχεία και παρουσιάζουν τις επινοήσεις ή τα επιτεύγματα των επιστημόνων στα οποία αναφέρονται, κυρίως στο βιβλίο της θετικής κατεύθυνσης, ενώ ακολουθούν οι κατηγορίες των σύντομων ιστορικών παρεμβάσεων (35,66%) και η ιστορική εξέλιξη ιδεών ή επιστημονικών διαδικασιών (35,66%). Επίσης, το ένα τέταρτο των ιστορικών αναφορών, είναι αυτές που αναφέρονται σε βιογραφίες επιστημόνων, δίνοντας έμφαση στις κοινωνικές παραμέτρους.

Πίνακας 1. Συχνότητα εμφάνισης διαστάσεων/κατηγοριών ΙΑ ανά βιβλίο

Διαστάσεις/Κατηγορίες			**Αριθμός ΙΑ/Βιβλίο**			**%**
			ΓΠΒ	**ΓΠΓ**	**ΘΚΓ**	**Σύνολο**
Είδος	Σύντομες ιστορικές παρεμβάσεις		9	18	19	35,66
	Ιστορικά στιγμιότυπα / γεγονότα		1	4	1	4,65
	Χρονολογική αναδρομή/ιστορικοί σταθμοί		-	1	10	8,53
	Ιστορική εξέλιξη	Ιδεών/διαδικασιών	12	11	22	35,66
		Καταστάσεων	1	9	-	7,75
	Βιογραφικά στοιχεία	Επινοήσεις/επιτεύγματα	22	23	44	68,99
		Κοινωνικά στοιχεία	9	12	12	25,58
		Χαρακτηρισμοί	3	7	5	11,63
Σχέση με περιεχόμενο		Διακοσμητική	1	4	1	4,65
		Παραδειγματική	3	13	23	30,23
		Επεξηγηματική	7	8	7	17,07
		Συμπληρωματική	23	28	40	70,54
Χαρακτηριστικά της επιστήμης		Εμπειρικά δεδομένα	4	27	8	30,23
		Διαφορετικές μεθοδολογίες	18	20	35	56,59
		Αναπτύσσει θεωρίες	7	12	9	21,71
		Δημιουργικά στοιχεία	11	12	31	41,86
		Βελτιώνει ιδέες/διαδικασίες	24	29	27	60,02
		Δέχεται επιρροές	4	20	25	37,98
		Συμβολή επιστημόνων/συνεργασιών	4	2	10	13,18
		Αντικρουόμενες απόψεις	2	12	3	3,1
		Απουσία				13,18

Αναφορικά με τη σχέση των ιστορικών αναφορών με το περιεχόμενο παρατηρούμε ότι σε μεγαλύτερο βαθμό λειτουργούν συμπληρωματικά (70,54%), ενώ η επόμενη λειτουργία τους είναι η παραδειγματική (30,23%). Αναφορικά με τα χαρακτηριστικά της επιστήμης που σε

κάθε ιστορική αναφορά αναδεικνύονται, βρέθηκε ότι σε ποσοστό (13,18%) δεν υπάρχει τέτοια σκοπιμότητα, ενώ έμφαση δίνεται κυρίως στη βελτίωση των ιδεών ή των διαδικασιών (60,02%), στις διαφορετικές μεθοδολογίες που περιγράφονται στην ιστορική αναφορά (56,59%), σε πλευρές που αναδεικνύουν δημιουργικά στοιχεία (41,86%), κυρίως στο βιβλίο της θετικής κατεύθυνσης, στις επιρροές που ασκούνται κατά την ανάπτυξη της επιστήμης (37,98%) και στη σημασία των εμπειρικών δεδομένων (30,23%), κυρίως στο βιβλίο της Β΄ Λυκείου.

Συμπεράσματα

Η μελέτη των ιστορικών αναφορών έδειξε ότι το είδος τους παρουσιάζει ευρύτητα με κυρίαρχες τις σύντομες ιστορικές παρεμβάσεις, τις ιστορικές εξελίξεις ιδεών και διαδικασιών και τα βιογραφικά στοιχεία, ενώ σε μικρότερο βαθμό αντιπροσωπεύονται οι χρονολογικές αναδρομές, οι ιστορικές εξελίξεις καταστάσεων και τα ιστορικά γεγονότα. Η αναλογία αυτή των ιστορικών στοιχείων δεν προκαλεί εντύπωση, αν λάβουμε υπόψη, ότι ενίοτε η Ιστορία των Επιστημών εντασσόταν στα σχολικά εγχειρίδια υπό τη μορφή σύντομων ιστορικών παρεμβάσεων και παράθεσης στείρων βιογραφιών. Επίσης, ο μικρός αριθμός των ιστορικών γεγονότων εξηγείται δεδομένης της φύσης του γνωστικού αντικειμένου της Βιολογίας.

Αναφορικά με το είδος των βιογραφικών στοιχείων, υπερτερούν σημαντικά εκείνα που αναφέρονται σε επινοήσεις και επιτεύγματα, ενώ σε μικρότερο συγκριτικά ποσοστό παρουσιάζονται τα κοινωνικά στοιχεία και οι χαρακτηρισμοί. Η παράθεση, δηλαδή, των βιογραφικών αυτών στοιχείων επικεντρώνεται, κυρίως, στην ανάδειξη του επιστημονικού έργου σημαντικών προσωπικοτήτων, όπως η διατύπωση μίας θεωρίας ή ενός μοντέλου, η ανακάλυψη μίας δομής κ.α. και της συνεισφοράς τους στο επιστημονικό στερέωμα. Η διαπίστωση αυτή καταδεικνύεται και από το γεγονός, ότι στη συντριπτική τους πλειοψηφία τα βιογραφικά στοιχεία δε συνιστούν ανεξάρτητες αναφορές, αλλά εντάσσονται στο πλαίσιο μίας σύντομης ιστορικής παρέμβασης, χρονολογικής αναδρομής, ή ιστορικής εξέλιξης. Επιπλέον, ο μικρός αριθμός των χαρακτηρισμών, μάλλον, αποβλέπει στη διακριτική επισήμανση της αξίας και της συμβολής των σπουδαιότερων επιστημονικών φυσιογνωμιών.
Τέλος, σχετικά με τα χαρακτηριστικά της επιστήμης, διαφαίνεται η εσωτερική της λειτουργία μέσω της κατάδειξης της υιοθέτησης διαφορετικών μεθοδολογιών από αυτήν, προάγοντας την εξέλιξή της, της συμβολής και της συνεργασίας διαφορετικών επιστημόνων, της ύπαρξης διαφόρων επιρροών σ' αυτήν, πολιτικών και κοινωνικών, της ενασχόλησης της με εμπειρικά δεδομένα και της ύπαρξης πολλές φορές αντικρουόμενων απόψεων και αμφισβητήσεων στο επιστημονικό «γίγνεσθαι». Επισημαίνεται, τέλος, ο δημιουργικός της χαρακτήρας και η συνεισφορά της στη βελτίωση προηγούμενων ιδεών και διαδικασιών.
Συμπερασματικά στα συγκεκριμένα εγχειρίδια Βιολογίας Λυκείου έχει ενταχθεί ένας επαρκής ποσοτικά και ποικίλος, από άποψη ευρύτητας τύπων, αριθμός ιστορικών στοιχείων, συμβάλλοντας, αφενός, στην ποιοτική επάρκεια αυτών και καθιστώντας, αφετέρου, δυνατή την προσέλκυση και την ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών. Ο τρόπος παρουσίασης των βιογραφικών στοιχείων είναι ενδιαφέρων, δεδομένου ότι η πλειοψηφία αυτών είναι ενσωματωμένη στις επιμέρους ιστορικές αναφορές, παρέχοντας τη δυνατότητα της επιλεκτικής παρουσίασης των επιτευγμάτων των προσωπικοτήτων της επιστήμης. Δε διακρίνεται, δηλαδή, μία ρηχή και άνευ σημασίας παράθεση βιογραφιών υπό τη μορφή παροχής ασήμαντων πληροφοριών. Το ερώτημα σε ποιο βαθμό οι ιστορικές αναφορές αξιοποιούνται εκπαιδευτικά υφίσταται και είναι σημαντικό να διερευνηθεί και αντιμετωπισθεί, καθώς και οι πιο ενδιαφέρουσες ιστορικές αναφορές των σχολικών βιβλίων μπορεί να μείνουν ανενεργές από έναν εκπαιδευτικό που δεν αναγνωρίζει τη σημασία τους.

Βιβλιογραφία

Αδαμαντιάδου, Σ., Γεωργάτου, Μ., Γιαπιτζάκης, Χ., Λάκκα, Λ., Νοταράς, Δ., Φλωρεντίν, Ν., Χατζηγεωργίου, Γ. & Χαντηκώντη, Ο. (2003). Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ΄ τάξης Ενιαίου Λυκείου (2η έκδ.). Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα. Διαθέσιμο και στην ιστοσελίδα του Π.Ι. http://www.pi-schools.gr/lessons/biology/

Αλεπόρου – Μαρίνου, Β., Αργυροκαστρίτης, Α., Κομητοπούλου, Α., Πιαλόγλου, Π. & Σγουρίτσα, Β. (2008). Βιολογία Θετικής κατεύθυνσης Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου (Θ΄ έκδ.). Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα.

Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι., Περάκη, Β., & Σαλαμαστράκης, Σ., (2007). ΒΙΟΛΟΓΙΑ γενικής παιδείας Β΄ τάξης γενικού λυκείου. Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα.

Κυριακού, Κ., Σταύρου, Ι. & Σκορδούλης, Κ. (2007). Όροι της Οικολογίας στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικής Ιστορίας και Βιολογίας από το 1866 έως σήμερα. Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου, Τεύχος Β΄, 759-766.

Bliss, J., Monk, M. & Ogborn, J. (1983). Qualitative Data Analysis for Educational Research. Croom Helm, London.

Chamany, K., Allen, D. & Tanner, K. (2008). Making Biology Learning Relevant to Students: Integrating People, History, and Context into College Biology Teaching. CBE - Life Sciences Education, 7(3), 267-278.

Creath, R. (2010). The role of history in Science. Journal of the History of Biology, 43, 2, 207-214.

Haidar, A. H (1997). Prospective chemistry teachers´ conceptions of the conservation of matter and related concepts. Journal of Research in Science Teaching, 34, 181-197.

Kafai, B.Y. & Gilliland-Swetland A.J.: 2001, 'The Use of Historical Materials in Elementary Science Classrooms', Science Education, 85, 349-367.

Kindi, V.: 2005, 'Should Science Teaching Involve the History of Science? An assessment of Kuhn's View', Science & Education 14, 721-731.

Masson, S. & Vázquez-Abad, J.: 2006, 'Integrating History of Science through Historical Microworlds to Promote Conceptual Change', Journal of Science Education and Technology, 15(3), 257-268.

Matthews, M.R. (1994). Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science, Routledge, NY.

Mayring, Ph. (2000). Qualitative Content Analysis [28 paragraphs]. Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research [On-line Journal], 1(2), Available at: http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/2-00/2-00mayring-e.htm [Date of Access: 25/3/2007].

Michael, I. (1998). Textbooks as history: the work of the Colloquium. Paradigm, 25.

Olson, J.K., Clough, M.P., Bruxvoort, C.N. & Vanderlinden, D.W. (2005). Improving Students' Nature of Science Understanding Through Historical Short Stories in an Introductory Geology Course, Spring 2005 CFCS/COE Student Presentations and Papers at National and International Meetings and Conferences, Available at: http://www.hs.iastate.edu/students/2005/springpapers [Date of Access: 27 April 2007].

Osborne, J. (2005). The role of Argument in Science Education, in K. Boerska, M. Goedhart, O. De Jong & H. Eijkelhof (eds.), Research and the Quality of Science Education, Springer, Dordrecht, pp. 367-380.

Sepel, L.M.N., Loreto, E.L.S., & Rocha, J.B.T. (2009). Using a Replica of Leeuwenhoek's Microscope to Teach the History of Science and to Motivate Students to Discover the Vision and the Contributions of the First Microscopists. CBE - Life Sciences Education, 8, 338–343.

Solomon, J.: 1991, 'Teaching about the Nature of Science in the British National Curriculum', Science Education, 75(1), 95-103.

Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. School Science and Mathematics, 90, 403-418.

Verhave, T. & Sherman, J.G. (1968). Principles of Textbook Analysis. Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 11, 641-649.

Αξιολόγηση σχολικών βιβλίων Βιολογίας: Η Φωτοσύνθεση στο σχολικό βιβλίο της Β΄ Λυκείου

Ειρήνη Πετράτου, Αλεξάνδρα Κουλουμπαρίτση*, Ντία Γαλανοπούλου
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Διδακτικής της Χημείας και
Εργαστήριο Βιοχημείας, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ζωγράφου, 15771 Αθήνα
**Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Τμήμα Ερευνών, Τεκμηρίωσης και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας*

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκαν τα κείμενα και οι οπτικές αναπαραστάσεις του κεφαλαίου της Φωτοσύνθεσης στο βιβλίο «Βιολογία Γενικής Παιδείας» της Β΄ Τάξη του Ενιαίου Λυκείου. Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις ομάδες κριτηρίων: τα κριτήρια της αναπλαισίωσης, τα κειμενογλωσσικά, τα παιδαγωγικά κριτήρια και τα κριτήρια για την αξιολόγηση των οπτικών αναπαραστάσεων. Στα θετικά του κεφαλαίου συγκαταλέγονται: η αναπλαισίωση της σχολικής γνώσης και οι δραστηριότητες που ευνοούν την ενεργό μάθηση. Στα αρνητικά συγκαταλέγεται τα χαμηλά ποσοστά στους δείκτες κατανοητότητας (comprehensibility) και η παρωχημένη διδακτική προσέγγιση που υιοθετούνται. Οι οπτικές αναπαραστάσεις, ανάλογα με τον σκοπό που επιτελούν, άλλοτε είναι περισσότερο και άλλοτε λιγότερο παιδαγωγικά επιτυχείς. Τα ευρήματα αυτά συνηγορούν στο ότι η αξιολόγηση των σχολικών βιβλίων και η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στον τομέα των σχολικών βιβλίων έχει καταλυτική σημασία για την κατάλληλη αξιοποίησή τους.

Abstract

In this study, texts and visual representations of Photosynthesis of 11th grade Biology textbook were evaluated. Four criteria were used: recontextualization, the textual criteria, the pedagogical and visual representations criteria. Photosynthesis texts gathered moderately fair scores in recontextualization and the activities' majority favor the active learning. They score low in comprehensibility and critical pedagogical criteria such as outdated teaching approaches. Considering the goal that visual representations achieve, sometimes they approach their target more and other times less successfully. These findings have implications for teacher training and textbook evaluation research.

Εισαγωγή

Το σχολικό βιβλίο είναι το βασικό μέσο υλοποίησης των στόχων του Αναλυτικού Προγράμματος (ΑΠ) επειδή ανάμεσα στ' άλλα: α) κατευθύνει την πορεία της διδασκαλίας, β) ρυθμίζει τους ρόλους μαθητή και καθηγητή, δηλαδή την παιδαγωγική τους σχέση, γ) προδιαγράφει τα κίνητρα για μάθηση και δ) παρέχει ευκαιρίες για εμπέδωση της διδακτέας ύλης (Πετράτου 2009).

Η έρευνα στον χώρο των σχολικών βιβλίων στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση έχει αναδείξει σημαντικά προβλήματα τόσο στη σχέση του βιβλίου με την εκπαιδευτική διαδικασία όσο και στον τρόπο με τον οποίο τα βιβλία επηρεάζουν το επιθυμητό επιστημονικό επίπεδο γνώσεων. Για παράδειγμα, οι Gottfried και Kyle (1992) έδειξαν ότι, αν και τα σχολικά βιβλία παίζουν κεντρικό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία, δεν οδηγούν πάντοτε σε αποτελεσματική διδασκαλία. Είναι ενδιαφέρον ότι, ενώ η συντριπτική πλειονότητα των μαθητών μαθαίνει Φυσικές Επιστήμες κυρίως από κάποια μορφή κειμένου, το ίδιο το κείμενο δεν συνεισφέρει σημαντικά στην ποιοτική μάθηση (Peacock & Gates

2000). Ανησυχίες εξάλλου έχουν εκφραστεί για το ότι οι πληροφορίες στα σχολικά βιβλία δεν είναι πάντοτε ακριβείς και για το ότι αυτό έχει αρνητική επίδραση στις ιδέες των μαθητών (Irez 2009). Οι εννοιολογικές παρανοήσεις των μαθητών μπορεί να δημιουργηθούν από την προχειρότητα με την οποία γράφονται τα σχολικά βιβλία (Devetak, Vogrinc & Glazar 2010), αλλά και από τις διδακτικές παρεμβάσεις που είναι ανεπαρκείς κατά τη διαδικασία κατανόησης των εικόνων που περιέχουν τα βιβλία (Billings & Klanderman 2000). Είναι γνωστό ότι ο συνδυασμός λεκτικής και οπτικής παρουσίασης μιας πληροφορίας διευκολύνει τη μάθηση (Vasu & Howe 1989), καθώς οι εικόνες συντείνουν σε καλύτερη κατανόηση του κειμένου με το οποίο συνδέονται (Dimopoulos, Koulaidis & Sklaveniti 2003). Έχει διαπιστωθεί, δυστυχώς, ότι πολλές αναπαραστάσεις απεικονίζουν επιστημονικές διαδικασίες που προϋποθέτουν γνώσεις από πλευράς των μαθητών, τις οποίες αυτοί δεν έχουν (Cook 2008). Ειδικότερα, στη διδασκαλία της Βιολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, ο Jablon (1992) μελέτησε το περιεχόμενο 17 βιβλίων Βιολογίας. Κοινό χαρακτηριστικό των βιβλίων αυτών ήταν ότι εμφάνιζαν παρόμοιο περιεχόμενο και ότι, ενώ στα εισαγωγικά τους σημειώματα ευαγγελίζονταν μαθητοκεντρικές θεωρίες και παιδαγωγικές πρακτικές όπως η διερευνητική συνεργατική μάθηση, τα ίδια τα κείμενα των βιβλίων δεν εφάρμοζαν τις στρατηγικές αυτές. Ούτε οι εργαστηριακές δραστηριότητες είχαν τον διερευνητικό χαρακτήρα που όφειλαν να έχουν, αλλά έμοιαζαν με βιβλία μαγειρικής όπου οι μαθητές δεν είχαν την ευκαιρία να δράσουν ως ερευνητές. Τις εργαστηριακές δραστηριότητες σε δυο βιβλία Βιολογίας μελέτησαν και οι Lumpe και Scharmann (1991), οι οποίοι κατέληξαν στο ότι, ενώ οι δραστηριότητες έδιναν ευκαιρίες στους μαθητές να χειριστούν τα εργαστηριακά όργανα και να αναπτύξουν ικανότητες παρατήρησης, αποτύγχαναν στο να προσεγγίσουν άλλους στόχους όπως η ικανότητα διατύπωσης υποθέσεων.

Όσο σημαντικός είναι ο ρόλος του σχολικού βιβλίου τόσο σημαντική είναι και η αξιολόγηση του, καθώς με τα ευρήματά της δίνεται η ευκαιρία στους εκπαιδευτικούς να γνωρίζουν τα προβλήματα και τα όρια των βιβλίων και έτσι να μπορούν να αναλαμβάνουν αντισταθμιστικές πρωτοβουλίες κατά την εκπαιδευτική διαδικασία.

Στην παρούσα εργασία αξιολογήσαμε τα κείμενα και τις οπτικές αναπαραστάσεις του κεφαλαίου για τη Φωτοσύνθεση στο βιβλίο της Βιολογίας της Β΄ Τάξης του Ενιαίου Λυκείου των Καψάλη κ.ά. (2000). Σκοπός μας ήταν να δούμε πώς λειτουργούν κάποια κριτήρια αξιολόγησης σχολικών βιβλίων στην περίπτωση βιβλίων Φυσικών Επιστημών και να δείξουμε στους εκπαιδευτικούς τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να τα χρησιμοποιούν όταν εκείνοι το κρίνουν απαραίτητο. Το κεφάλαιο επιλέχτηκε με βάση δυο κριτήρια: α) τη σημασία της Φωτοσύνθεσης ως ζωτικής μεταβολικής πορείας για όλους τους οργανισμούς και β) την πληθώρα των πολλών καταγεγραμμένων παρανοήσεων των μαθητών γύρω από το φαινόμενο αυτό (Marmaroti & Galanopoulou 2006).

Μεθοδολογία της έρευνας

Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκαν τα κείμενα και οι οπτικές αναπαραστάσεις του κεφαλαίου της Φωτοσύνθεσης στις εξής έξι ενότητες: «Αυτότροφοι και ετερότροφοι οργανισμοί», «Σημασία της φωτοσύνθεσης», «Το φύλλο ως όργανο φωτοσύνθεσης των φυτών», «Ορατό φως - φωτοσυνθετικές χρωστικές», «Πορεία της φωτοσύνθεσης» και «Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της φωτοσύνθεσης». Δεν αξιολογήθηκαν τα κείμενα και οι εικόνες σε πλαίσιο, καθώς δεν ανήκουν στη διδακτέα ύλη. Όσον αφορά στις παρανοήσεις των μαθητών για τη Φωτοσύνθεση, διερευνήθηκε αν λαμβάνονται υπόψη όχι μόνο στο βιβλίο του μαθητή αλλά και στο αντίστοιχο βιβλίο του καθηγητή.

Μελετώντας τη βιβλιογραφία (Καψάλης & Χαραλάμπους 1995, Lumpe & Beck 1996, Κουλαϊδής κ.ά. 2001, Κουλουμπαρίτση 2003, Ματσαγγούρας 2004), καταλήξαμε σε εκείνα τα κριτήρια αξιολόγησης τα οποία συναρτώνται άμεσα με τη διαδικασία πρόσκτησης της

γνώσης και την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και άρα είναι κρίσιμα κριτήρια που προδιαγράφουν εν τέλει και τη χρησιμότητα του εκπαιδευτικού υλικού. Τα κριτήρια αυτά τα ταξινομήσαμε στις εξής τέσσερις ομάδες: σε κριτήρια αναπλαισίωσης της γνώσης, κειμενογλωσσικά, παιδαγωγικά κριτήρια και κριτήρια για την αξιολόγηση των οπτικών αναπαραστάσεων.

Κριτήρια αναπλαισίωσης της επιστημονικής γνώσης σε σχολική είναι η ταξινόμηση, η τυπικότητα και η περιχάραξη (Κουλαϊδής κ.ά. 2001). Με το *κριτήριο της ταξινόμησης*, που χαρακτηρίζεται ως ισχυρή, ενδιάμεση ή ασθενής, ελέγχεται η εξειδίκευση του περιεχομένου. Συγκεκριμένα, ελέγχεται αν η πρόταση γενικής ισχύος υποστηρίζεται από λογικούς συλλογισμούς. Με *το κριτήριο της τυπικότητας*, που χαρακτηρίζεται ως υψηλή, μέτρια ή χαμηλή, ελέγχεται ο βαθμός εξειδίκευσης του γλωσσικού κώδικα (η επιστημονική ορολογία, η ονοματοποίηση, ο τρόπος σύνδεσης των προτάσεων και η φωνή των ρημάτων). Με το *κριτήριο της περιχάραξης*, που χαρακτηρίζεται ως ισχυρή, μέτρια ή χαλαρή, ελέγχεται αν είναι φανερός ο έλεγχος του βιβλίου κατά τη μετάδοση της σχολικής γνώσης και αν δίνει το βιβλίο δυνατότητες στους μαθητές να συμμετέχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία (εξετάζεται ο τύπος των προτάσεων και το πρόσωπο του ρήματος). Η κλίμακα για τη ταξινόμηση είναι 1-2, για την τυπικότητα 4-12 και για την περιχάραξη 2-6.

Τα **κειμενογλωσσικά κριτήρια** είναι η δομή, η γλωσσική συνοχή και η νοηματική συνεκτικότητα. Η *δομή* αφορά στα δομικά στοιχεία του κειμένου και στο πώς αυτά σχετίζονται μεταξύ τους ώστε να αποδίδουν το νόημα με πληρότητα. Κατά την αξιολόγηση της δομής των κειμένων ελέγχουμε αν υπάρχουν όλα τα δομικά στοιχεία και αν είναι πλήρες το σχήμα υπερδομής. Ελλείψεις σ' αυτούς τους τομείς καθιστούν το κείμενο δομικά μη άρτιο. Οι τύποι κειμένων στα σχολικά κείμενα των Φυσικών Επιστημών είναι συνήθως τα κείμενα επεξηγηματικής περιγραφής και τα κείμενα ανάπτυξης εννοιών. Στα κείμενα επεξηγηματικής περιγραφής δομικά στοιχεία είναι η περιγραφή του αντικειμένου, ο τρόπος λειτουργίας και οι εφαρμογές που μπορεί να έχει (Ματσαγγούρας 2004). Στα κείμενα ανάπτυξης έννοιας / εννοιών δομικά στοιχεία είναι ο ορισμός της έννοιας, οι χαρακτηριστικές ιδιότητές της, θετικά και αρνητικά παραδείγματα αυτών των ιδιοτήτων, οι ταξινομήσεις και οι εφαρμογές της έννοιας / των εννοιών (Κουλουμπαρίτση 2003).

Η *γλωσσική συνοχή* αναφέρεται στα ποικίλα γλωσσικά μέσα (γραμματικά, λεξιλογικά, φωνολογικά), με τα οποία συνδέονται προτάσεις και παράγραφοι σε ενιαίο κείμενο. Αναζητούνται συνεκτικές λέξεις και τυπογραφικοί δείκτες και ελέγχεται αν είναι ευκρινής ο κύριος άξονας συσχέτισης των δεδομένων (συνοχή υψηλή, ενδιάμεση ή χαμηλή). Για τα σχολικά κείμενα των Φυσικών Επιστημών, κύριος άξονας συσχέτισης των δεδομένων είναι είτε ο επαγωγικός (από το παράδειγμα / εμπειρία προς τον κανόνα), είτε ο απαγωγικός άξονας συσχέτισης (από τον κανόνα προς το παράδειγμα / εμπειρία). Η γλωσσική συνοχή χαρακτηρίζεται ως υψηλή αν υπάρχουν συνεκτικές φράσεις ή λέξεις, αν υπάρχουν τυπογραφικοί δείκτες και αν είναι ευκρινής ο κύριος άξονας συσχέτισης των δεδομένων, ενδιάμεση αν υπάρχουν δυο από τους προαναφερθέντες παράγοντες και χαμηλή αν υπάρχει μόνο ένας από τους παράγοντες αυτούς.

Η *νοηματική συνεκτικότητα* ενός κειμένου αφορά στη στρωτή σύνδεση των νοημάτων. Για την συνεκτικότητα ελέγχονται η ύπαρξη συσχετισμών ανάμεσα στα δομικά στοιχεία του κειμένου, η συγκρότηση ολοκληρωμένου σχήματος υπερδομής, η χρήση συνεκτικών φράσεων ή λέξεων, η ύπαρξη ευκρινούς άξονα συσχέτισης δεδομένων, η ομοιομορφία στην ορολογία, η συσχέτιση του κειμένου με τις οπτικές αναπαραστάσεις και η ύπαρξη δευτερευουσών πληροφοριών που επεξηγούν και ολοκληρώνουν το κείμενο. Χαρακτηρίζεται ως υψηλή αν υπάρχουν και οι επτά παράγοντες, μεσαία εάν υπάρχουν τέσσερις από τους επτά παράγοντες και χαμηλή εάν υπάρχουν ένας έως τρεις παράγοντες. Η προαναφερθείσα κλίμακα αξιολόγησης είναι εμπειρική. Η κλίμακα για τη δομή είναι 0-2, για τη συνοχή 0-3 και για τη συνεκτικότητα 0-7.

Το ισχύον ΑΠ έχει σχεδιαστεί με βάση τις θεωρίες του ατομικού εποικοδομητισμού, του κοινωνικού εποικοδομητισμού και της διερευνητικής μάθησης (Κουλουμπαρίτση 2005). Θεωρήσαμε, λοιπόν, σκόπιμο τα **παιδαγωγικά κριτήρια** της παρούσας έρευνας να βασιστούν σ' αυτές τις τρεις θεωρίες. Τα παιδαγωγικά κριτήρια που χρησιμοποιήσαμε είναι οκτώ και παρατίθενται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Τα παιδαγωγικά κριτήρια της έρευνας

Παιδαγωγικά κριτήρια	Αντικείμενο προσδιορισμού
Συνέπεια με τους στόχους του ΑΠ	Ελέγχεται η συνέπεια των στόχων του κεφαλαίου με τους αντίστοιχους στόχους του ΑΠ
Παρανοήσεις	Ελέγχεται αν ο τρόπος που αντιμετωπίζει το κεφάλαιο στο βιβλίο του μαθητή και του καθηγητή τις έννοιες ευνοεί ή όχι τη δημιουργία παρανοήσεων
Κοινωνική οργάνωση της σχολικής εργασίας	Ελέγχεται αν ο προσανατολισμός των δραστηριοτήτων του κεφαλαίου ωθεί προς την ατομική ή την ομαδική ενασχόληση
Δραστηριότητες και ενεργός μάθηση	Ελέγχεται αν ο προσανατολισμός των δραστηριοτήτων του κεφαλαίου ευνοεί ή όχι την ενεργό μάθηση
Σύνδεση της νέας γνώσης Με την καθημερινή ζωή	Ελέγχεται η σύνδεση της νέας γνώσης με την καθημερινή ζωή τόσο στο κείμενο του κεφαλαίου, όσο και στις δραστηριότητες που προτείνει
Εργαστηριακές ασκήσεις	Ελέγχεται αν προτείνονται ή όχι εργαστηριακές ασκήσεις στο βιβλίο του καθηγητή
Σύνδεση ερωτήσεων με στόχους	Ελέγχεται η σύνδεση των ερωτήσεων με τους στόχους του βιβλίου
Κατάθεση προϋπαρχουσών ιδεών	Ελέγχεται αν παρέχει ή όχι το σχολικό κείμενο ευκαιρίες στους μαθητές να καταθέσουν τις προϋπάρχουσες ιδέες τους

Τέλος, για τις **οπτικές αναπαραστάσεις** καταλήξαμε στα εξής κριτήρια (Pozzer & Roth 2003, Αμαριωτάκης, Σπηλιωτοπούλου & Ιωαννίδης 2007):

α) Το είδος της αναπαράστασης. Τις διακρίναμε σε: *Φωτογραφίες* (ρεαλιστικές απεικονίσεις ενός αντικειμένου ή ενός φαινομένου, ανεξάρτητα από το αν αυτό παρουσιάζεται σε μεγέθυνση ή σε σμίκρυνση. Εδώ ανήκουν και οι φωτογραφίες βιολογικών δειγμάτων στο μικροσκόπιο), *Σκίτσα* (με χρήση μολυβιού ή ηλεκτρονικού υπολογιστή), *Διαγράμματα*, *Συμβατικές-επιστημονικές* αναπαραστάσεις (εδώ ανήκουν όσες περιλαμβάνουν χημικούς και μαθηματικούς τύπους, σύμβολα και χημικές ή μαθηματικές εξισώσεις) και *Πολλαπλές* αναπαραστάσεις (όσες περιέχουν δυο ή περισσότερες από τις παραπάνω κατηγορίες).

β) Το περιεχόμενο της αναπαράστασης. Τα βιβλία Βιολογίας έχουν αναπαραστάσεις σε τρία επίπεδα: μακροσκοπικό (πολυκύτταροι οργανισμοί ή τμήματα τους), μικροσκοπικό (κύτταρα) και βιοχημικό (μόρια και άτομα) (Johnstone 1991). Με αυτό το δεδομένο, διακρίναμε τις οπτικές αναπαραστάσεις σε Μακροσκοπικές, Μικροσκοπικές, Βιοχημικές, Συμβολικές και Μεικτές. Στις *Μακροσκοπικές* εντάξαμε επίσης φαινόμενα και εργαστηριακές διαδικασίες π.χ. τη σύνθεση μιας πεπτιδικής αλυσίδας. *Συμβολικές* θεωρήσαμε αυτές που περιλαμβάνουν συγκεκριμένους συμβολισμούς (π.χ. τη συνολική αντίδραση της Φωτοσύνθεσης) και, τέλος, *Μεικτές* όταν περιλαμβάνουν δυο τουλάχιστον από τις παραπάνω κατηγορίες.

γ) Την ύπαρξη ή όχι λεζάντας και το χαρακτηρισμό της λεζάντας (*Ονομαστική*, αν μόνο περιγράφει τι απεικονίζεται, *Επεξηγηματική* αν αυτή παρέχει στο μαθητή λεπτομέρειες ή περαιτέρω πληροφορίες).

δ) Το σκοπό χρήσης της αναπαράστασης. Έτσι, οι αναπαραστάσεις διακρίνονται σε: *Διακοσμητικές*, όταν οι πληροφορίες που περιέχουν δεν σχετίζονται άμεσα με το κείμενο της σελίδας ή της παραγράφου στις οποίες αυτές αντιστοιχούν. *Παραδειγματικές*, όταν οι

πληροφορίες σχετίζονται, οι λεξάντες όμως δεν παρέχουν περισσότερες πληροφορίες πέραν αυτών που υπάρχουν στο κείμενο. Και *Επεξηγηματικές*, όταν παρέχονται επιπλέον πληροφορίες στον αναγνώστη.
ε) Το αν υπάρχει ή όχι ερμηνεία των επιφανειακών χαρακτηριστικών της αναπαράστασης. Η ερμηνεία των επιφανειακών χαρακτηριστικών μιας αναπαράστασης γίνεται με λεκτικές πληροφορίες που υπάρχουν στην αναπαράσταση.

Αποτελέσματα

Α) Η αναπλαισίωση της γνώσης

Τα αποτελέσματα του ελέγχου των κριτηρίων αναπλαισίωσης για το κεφάλαιο της Φωτοσύνθεσης στο βιβλίο της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Β΄ Λυκείου φαίνονται στο πίνακα 2. Το περιεχόμενο στις δυο πρώτες από τις έξι ενότητες του κεφαλαίου (βλ. Μεθοδολογία της έρευνας) εμφανίζεται εξειδικευμένο, ενώ στις δυο επόμενες δεν εμφανίζει εξειδίκευση. Οι δυο τελευταίες ενότητες εμφανίζουν μερική εξειδίκευση. Η εξειδίκευση του γλωσσικού κώδικα είναι υψηλή στην τρίτη και στην πέμπτη ενότητα, ενώ οι υπόλοιπες ενότητες παρουσιάζουν μέτρια εξειδίκευση. Τέλος, η περιχάραξη είναι παντού χαλαρή. Από τα ευρήματα συνάγουμε ότι δυο ενότητες (τέταρτη και έκτη) που έχουν ασθενή και ενδιάμεση εξειδίκευση περιεχομένου αντίστοιχα αλλά και μέτρια εξειδίκευση γλωσσικού κώδικα αναμένεται να είναι περισσότερο κατανοητές στους μαθητές.

Πίνακας 2: Τα αποτελέσματα ελέγχου των κριτηρίων αναπλαισίωσης για τις έξι ενότητες του κεφαλαίου της Φωτοσύνθεσης

	1η	**2η**	**3η**	**4η**	**5η**	**6η**
Ταξινόμηση	1.8/ισχυρή	2/ισχυρή	1.3/ασθενής	1.3/ασθενής	1.6/ενδιάμεση	1.5/ενδιάμεση
Τυπικότητα	8/μέτρια	8/μέτρια	10/υψηλή	8/μέτρια	12/υψηλή	9/μέτρια
Περιχάραξη	2/χαλαρή	2/χαλαρή	2/χαλαρή	2/χαλαρή	2/χαλαρή	2/χαλαρή

Β) Τα κειμενογλωσσικά κριτήρια

Τρεις από τις έξι ενότητες του κεφαλαίου έχουν μη άρτια δομή με τη συνοχή να είναι ενδιάμεση, χαμηλή και ενδιάμεση αντίστοιχα και τη συνεκτικότητα να είναι και στις τρεις ενότητες χαμηλή (Πίνακας 3). Έτσι, στις ενότητες αυτές, οι μαθητές αναμένεται να αντιμετωπίσουν προβλήματα κατανόησης. Υπάρχουν βέβαια και τρεις ενότητες με άρτια δομή. Στις δυο από αυτές η συνοχή είναι ενδιάμεση και στην άλλη (πέμπτη ενότητα) υψηλή. Η συνεκτικότητα είναι υψηλή στην τέταρτη ενότητα του σχήματος και μεσαία στην τρίτη και την πέμπτη ενότητα. Συγκρίνοντας την τέταρτη και την πέμπτη ενότητα (που έχουν και οι δυο άρτια δομή) αναμένεται η τέταρτη ενότητα, που έχει ενδιάμεση συνοχή και υψηλή συνεκτικότητα, να είναι κατανοητή, τουλάχιστον πιο κατανοητή από την πέμπτη ενότητα, που έχει υψηλή γλωσσική συνοχή και μεσαία συνεκτικότητα, αφού η άρτια γλωσσική συνοχή δεν διασφαλίζει άρτια νοηματική συνεκτικότητα.

Πίνακας 3: Τα αποτελέσματα ελέγχου των κειμενογλωσσικών κριτηρίων

	1η	**2η**	**3η**	**4η**	**5η**	**6η**
Δομή	0/μη άρτια	0/μη άρτια	2/άρτια	2/άρτια	2/άρτια	0/μη άρτια
Συνοχή	2/ενδιάμεση	1/χαμηλή	2/ενδιάμεση	2/ενδιάμεση	3/υψηλή	2/ενδιάμεση
Συνεκτικότητα	3/χαμηλή	3/χαμηλή	4/μεσαία	5/υψηλή	4/μεσαία	3/χαμηλή

Γ) Τα παιδαγωγικά κριτήρια

Τα αποτελέσματα του ελέγχου των παιδαγωγικών κριτηρίων παρατίθενται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4: Τα αποτελέσματα ελέγχου των παιδαγωγικών κριτηρίων

Παιδαγωγικά κριτήρια	Αποτελέσματα
Συνέπεια με τους στόχους του ΑΠ	Υπάρχει συνέπεια
Παρανοήσεις	Βιβλίο του μαθητή: Διευκρινίζονται όλες οι έννοιες Βιβλίο του καθηγητή: Δεν διευκρινίζεται καμμιά έννοια
Κοινωνική οργάνωση της σχολικής εργασίας	Η πλειονότητα των δραστηριοτήτων ωθούν προς την ατομική ενασχόληση
Δραστηριότητες και ενεργός μάθηση	Η πλειονότητα των δραστηριοτήτων ευνοεί την ενεργό μάθηση
Σύνδεση της νέας γνώσης με την καθημερινή ζωή	Για το κείμενο: Δεν υπάρχει σύνδεση Για τις δραστηριότητες: Η πλειονότητα των δραστηριοτήτων δεν συνδέεται με την καθημερινότητα
Εργαστηριακές ασκήσεις	Δεν προτείνονται
Σύνδεση ερωτήσεων με στόχους	Υπάρχει σύνδεση
Κατάθεση προϋπαρχουσών ιδεών	Δεν παρέχονται ευκαιρίες

Δ) Τα κριτήρια των οπτικών αναπαραστάσεων

Στο κεφάλαιο της Φωτοσύνθεσης που μελετά η παρούσα εργασία υπάρχουν εννέα οπτικές αναπαραστάσεις. Από αυτές, οι δυο είναι φωτογραφίες, υπάρχει ένα σκίτσο, τα διαγράμματα είναι τέσσερα και οι πολλαπλές αναπαραστάσεις είναι δυο. Ως προς το περιεχόμενο, μια αναπαράσταση είναι μακροσκοπική, δυο είναι μεικτές και οι υπόλοιπες έξι μικροσκοπικές. Ως προς τη λεξάντα, δυο αναπαραστάσεις δεν διαθέτουν λεξάντα, έξι περιέχουν ονομαστική λεξάντα και μια έχει επεξηγηματική λεξάντα. Και οι εννέα αναπαραστάσεις χαρακτηρίζονται ως παραδειγματικές. Τέλος, σε επτά από αυτές υπάρχει ερμηνεία επιφανειακών χαρακτηριστικών, ενώ σε δυο δεν υπάρχει. Από τα ευρήματα αυτά συνάγουμε ότι υπάρχει ποικιλία ως προς το είδος και το περιεχόμενο των αναπαραστάσεων κάτι που είναι θετικό διότι έτσι γίνεται πληρέστερα η παρουσίαση μιας έννοιας. Οι περισσότερες οπτικές αναπαραστάσεις είναι μικροσκοπικές γεγονός που είναι όχι μόνο αποδεκτό αλλά και επιθυμητό στο πλαίσιο της εξοικείωσης των μαθητών με τέτοιου είδους αναπαραστάσεις αφού οι μαθητές σε αυτή την ηλικία έχουν ήδη αναπτύξει την αφαιρετική σκέψη που είναι απαραίτητη για την κατανόηση του μικρόκοσμου. Επίσης, στην πλειοψηφία τους οι λεζάντες δεν παρέχουν περαιτέρω πληροφορίες στο μαθητή-αναγνώστη. Αυτό δεν είναι κατ' ανάγκη αρνητικό μιας και σε αυτή την ηλικία οι λεζάντες χρησιμοποιούνται κυρίως για την εμβάθυνση μιας έννοιας και λιγότερο για την προσέλκυση ενδιαφέροντος. Όμως, καμία οπτική αναπαράσταση δεν συνδέεται με τις ενότητες, κάτι που ενδεχομένως θα δημιουργήσει προβλήματα κατανόησης στους μαθητές. Τέλος, ενώ στις περισσότερες οπτικές αναπαραστάσεις υπάρχει ερμηνεία των επιφανειακών τους χαρακτηριστικών, αυτή η ερμηνεία δεν είναι πλήρης και αυτό πιθανόν να δημιουργήσει πρόσθετα προβλήματα στην κατανόηση των εννοιών που αναπαριστούν (Stylianidou, Ormerod & Ogborn 2002).

Συμπεράσματα και συζήτηση

Όπως προκύπτει από τον έλεγχο των κριτηρίων αναπλαισίωσης, το περιεχόμενο του

κεφαλαίου εμφανίζει μερική έως καθόλου εξειδίκευση στις τέσσερεις από τις έξι ενότητες που περιέχει. Με δεδομένο ότι μια αναγκαία προϋπόθεση για τη συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι το περιεχόμενο των βιβλίων να μην είναι αυστηρά εξειδικευμένο (Τσατσαρώνη & Κουλαϊδής 2001) και λαμβάνοντας υπόψη ότι το υπό μελέτη κεφάλαιο περιέχεται σε βιβλίο γενικής παιδείας, θεωρούμε ότι θα ήταν προτιμότερο και οι έξι ενότητες να είχαν ασθενή ή έστω ενδιάμεση ταξινόμηση. Φυσικά, έχει σημασία να δούμε σε ποιους τομείς του επιστημονικού περιεχομένου γίνεται αυτή η εξειδίκευση, επειδή, από την άλλη μεριά, τα σχολικά κείμενα καλό είναι να ικανοποιούν τη «Θεωρία του +1», κατά Βυγκότσκυ (Ματσαγγούρας 2002) και να προκαλούν και να κινητοποιούν τον μαθητή στην κατάκτηση της γνώσης.

Ως προς τον γλωσσικό κώδικα, τέσσερις από τις έξι ενότητες παρουσιάζουν μέτρια εξειδίκευση και αυτό είναι μια ακόμη αναγκαία προϋπόθεση για τη συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία (Τσατσαρώνη & Κουλαϊδής 2001). Στην ανάγκη χαμηλής τυπικότητας συμφωνούν και οι Lump και Beck (1996) που υποστηρίζουν ότι η αυξημένη εξειδίκευση του γλωσσικού κώδικα δεν συμβάλλει θετικά στην ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού. Τέλος, η χαλαρή περιχάραξη ως προς τις σχέσεις ισχύος και συμμετοχής είναι ένα ακόμα θετικό στοιχείο του κεφαλαίου, γιατί έτσι δημιουργούνται οι προϋποθέσεις, από την πλευρά του βιβλίου τουλάχιστον, να καθορίσουν οι μαθητές τους όρους συμμετοχής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Τα ευρήματα αυτά συνηγορούν σε ικανοποιητική αξιολόγηση του κεφαλαίου αυτού στον τομέα της αναπλαισίωσης της επιστημονικής γνώσης σε σχολική. Την αξιολόγηση ωστόσο στον τομέα αυτό θα τη συνεξετάσουμε με τα ευρήματα και στους άλλους τομείς που μελετήσαμε.

Ως προς τα παιδαγωγικά κριτήρια, παρατηρούμε ότι υπάρχει συνέπεια μεταξύ των στόχων του κεφαλαίου και των αντίστοιχων στόχων του ΑΠ που έχει συγγραφεί με βάση το Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών, όχι όμως το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Σπουδών που προωθεί τις διεπιστημονικές διασυνδέσεις ανάμεσα στα γνωστικά αντικείμενα (Κουλουμπαρίτση 2005). Στα θετικά του κεφαλαίου συμπεριλαμβάνεται το ότι διευκρινίζονται όλες οι έννοιες που ενδεχομένως να δημιουργήσουν παρανοήσεις στους μαθητές. Αυτό είναι θετικό εύρημα, αν αναλογιστούμε ότι το σχολικό βιβλίο συχνά ενοχοποιείται για τη δημιουργία παρανοήσεων (Devetak, Vogrinc & Glazar 2010). Στο βιβλίο του καθηγητή, ωστόσο, δεν υπάρχει καμιά αναφορά σε παρανοήσεις ούτε στο συγκεκριμένο αλλά ούτε και στα υπόλοιπα κεφάλαια, άρα οι καθηγητές δεν έχουν την ευκαιρία να ενημερωθούν σ' αυτόν τον τομέα. Ανάμεσα στα αρνητικά, επίσης, είναι το ότι δεν δίνονται ευκαιρίες στους μαθητές να καταθέσουν τις προϋπάρχουσες ιδέες τους και να συνδέσουν τη νέα γνώση με την καθημερινή ζωή παραθεωρώντας κατ' αυτόν τον τρόπο βασικές προϋποθέσεις για την επίτευξη του επιστημονικού εγγραμματισμού (Chiapatta, Fillman & Sethna 1991). Άλλο αρνητικό στοιχείο είναι ότι δεν προτείνονται εργαστηριακές ασκήσεις στο βιβλίο του καθηγητή. Έτσι ο καθηγητής, που πολλές φορές συμβουλεύεται το βιβλίο για να εμπλουτίσει τη διδασκαλία του με νέες ιδέες, είναι πιθανό να παραμελήσει τις εργαστηριακές ασκήσεις, ενώ αναγνωρίζει την σημασία τους. Η βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι μαθητές οι οποίοι έκαναν πειράματα αποκτούσαν στέρεες γνώσεις σε σχέση με μαθητές που δεν έκανα πειράματα, αλλά και σε σχέση με μαθητές που έκαναν πειράματα χωρίς όμως να τους εξηγηθούν οι πειραματικές διαδικασίες (Tamir, Stavy & Ratner 1998). Τέλος, όσον αφορά τις ερωτήσεις σε κάθε ενότητα που αξιολογούν το κατά πόσο επιτεύχθηκαν οι στόχοι της ενότητας, αυτές συνδέονται άμεσα με τους στόχους του βιβλίου.

Κλείνοντας, θα θέλαμε να τονίσουμε ότι οι αξιολογικές κρίσεις και τα συμπεράσματά μας αφορούν το συγκεκριμένο κεφάλαιο της Φωτοσύνθεσης. Από τα ευρήματα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το κεφάλαιο της Φωτοσύνθεσης προσφέρεται ως ένα βαθμό κατά τρόπο εύληπτο για τους μαθητές και διδάξιμο για τους καθηγητές. Η χαμηλή βαθμολογία του κεφαλαίου σε κρίσιμα κριτήρια, όπως είναι η δομή, μας καθιστά ωστόσο επιφυλακτικούς

στην θετική μας κρίση. Γι' αυτά χρειάζεται περαιτέρω αξιολόγηση που θα εμπλέκει τους χρήστες του υλικού (μαθητή και εκπαιδευτικό) και θα επιτρέψει τη διασταύρωση δεδομένων, ώστε να μπορούμε να καταλήξουμε σε τελικά συμπεράσματα. Οι αδυναμίες που εντοπίσαμε στον παιδαγωγικό τομέα αφορούν σε ελλείψεις στην οργάνωση της σχολικής εργασίας και σε στρατηγικές μάθησης που φαίνεται να οφείλονται στο ίδιο το ΑΠ βάσει του οποίου έχει συγγραφεί το εν λόγω βιβλίο. Μην ξεχνάμε ότι είναι ένα βιβλίο που έχει συμπληρώσει ήδη δυο κύκλους ζωής (2x5 έτη). Οι αδυναμίες που παρουσιάζει μπορούν να καλυφθούν από τους ενημερωμένους εκπαιδευτικούς, εκπαιδευτικούς με κατάλληλη παιδαγωγική κατάρτιση. Αυτό δείχνει την ιδιαίτερη σημασία που έχει ο σχεδιασμός και η υλοποίηση επιμορφωτικών προγραμμάτων προσαρμοσμένων στις ανάγκες της σχολικής τάξης.

Βιβλιογραφία

Αμαριωτάκης, Β., Σπηλιωτοπούλου, Β. & Ιωαννίδης, Γ. (2007). Οπτικές αναπαραστάσεις στα σχολικά βιβλία Χημείας και Βιολογίας Γυμνασίου. Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου ΚοΔιΦΕΕΤ, Ιωάννινα.

Καψάλης, Α. & Χαραλάμπους, Δ. (1995). Σχολικά εγχειρίδια-Θεσμική εξέλιξη και σύγχρονη προβληματική. Έκφραση, Αθήνα.

Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι.Ε., Περάκη, Β. & Σαλαμαστράκης, Σ. (2000). Βιολογία Γενικής Παιδείας Β΄ τάξη Ενιαίου Λυκείου. ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Κουλαϊδής, Β., Δημόπουλος, Κ., Σκλαβενίτη, Χ. & Χρηστίδου, Β. (2001). Τα κείμενα της τεχνο-επιστήμης στον δημόσιο χώρο. Μεταίχμιο, Αθήνα.

Κουλουμπαρίτση, Α.Χ. (2003). Η κατανόηση στο αναλυτικό πρόγραμμα, στα σχολικά βιβλία και στη διδακτική πράξη. Γρηγόρης, Αθήνα.

Κουλουμπαρίτση, Α.Χ. (2005). Εφαρμογή της διαθεματικής προσέγγισης στα προγράμματα σπουδών στη διδασκαλία και στα σχολικά βιβλία. Νέα Παιδεία, 116, 30-44.

Ματσαγγούρας, Η.Γ. (2002). Στρατηγικές διδασκαλίας. Gutenberg, Αθήνα.

Ματσαγγούρας, Η.Γ. (2004). Κειμενοκεντρική προσέγγιση του γραπτού λόγου ή αφού σκέφτονται γιατί δεν γράφουν; Γρηγόρης, Αθήνα.

Πετράτου, Ε. (2009). Η Φωτοσύνθεση στα βιβλία Βιολογίας Γυμνασίου και Λυκείου. Ερευνητική Εργασία Διπλώματος Ειδίκευσης στη Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες. Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Τσατσαρώνη, Α. & Κουλαϊδής, Β. (2001). Επιστημονική και σχολική φυσικο-επιστημονική γνώση: απλοποίηση ή αναπλαισίωση; Διδακτική Φυσικών Επιστημών, τόμος Α, Ελληνικό Ανοιχτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.

Billings, E.M.H. & Klanderman, M. (2000). Graphical representations of speed: Obstacles in preservice K-8 teachers experience. School Science and Mathematics, 100, 440-451.

Chiapatta, E.L., Fillman, D.A. & Sethna, G.H. (1991). A method to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks. Journal of Research in Science Teaching, 28, 713-725.

Cook, M. (2008). Students' comprehension of science concepts depicted in textbook illustrations. Electronic Journal of Science Education, 12, 1-14.

Devetak, I., Vogrinc, J. & Glazar, S.A. (2010). States of matter explanations in slovenian textbooks for students aged 6 to 14. International Journal of Environmental & Science Education, 5, 217-235.

Dimopoulos, K., Koulaidis, V. & Sklaveniti, S. (2003). Towards an analysis of visual images in school science textbooks and press articles about Science and Technology. Research in Science Education, 33, 189-216.

Gottfried, S.S. & Kyle, W.C. (1992). Textbook use and the Biology education desired state. Journal of Research in Science Teaching, 29, 35-49.

Irez, S. (2009). Nature of Science as depicted in turkish Biology textbooks. Science Education, 93, 422-447.

Jablon, P.C. (1992). A generic Biology textbook review. The American Biology Teacher, 54, 72-74.

Johnstone, A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. Journal of computer assisted learning, 7, 75-83.

Lumpe, A.T. & Scharmann, S.C. (1991). Meeting contemporary goals for lab instruction: A content analysis of two secondary Biology textbooks. School Science and Mathematics, 91, 231-235.

Lumpe, A. & Beck, J. (1996). A profile of high school Biology textbook using scientific literacy recommendations. The American Biology Teacher, 58, 147-153.

Marmaroti, P. & Galanopoulou, D. (2006). Pupils' understanding of Photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. International Journal of Science Education, 28, 383-403.

Peacock, A. & Gates, S. (2000). Newly qualified primary teachers' perceptions of the role text material in teaching Science. Research in Science & Technological Education, 18, 155-171.

Pozzer, L.L. & Roth, W.M. (2003). Prevalence, function and structure of photographs in high school Biology textbooks. Journal of Research in Science Teaching, 40, 1089-1114.

Stylianidou, F., Ormerod, F. & Ogborn, J. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' reading of them. International Journal of Science Education, 24, 257-283.

Tamir, P., Stavy, R. & Ratner, N. (1998). Teaching science by inquiry: assessment and learning. Journal of Biological Education, 33, 27-32.

Vasu, E.S. & Howe, A.C. (1989). The effect of visual and verbal representations on children's retention of images and words. Journal of Research in Science Teaching, 26, 401-407.

Συνεδρία 15: Διδακτικές Πρακτικές και Μαθησιακά Περιβάλλοντα

Διδακτικές πρακτικές που εφαρμόζονται στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στο αντικείμενο της Χημείας

Αικατερίνη Ε. Μαυροδή[1] και Γιώργος Παπαγεωργίου[2]
[1] *2ο Λύκειο Ξάνθης, kmavrodi2004@yahoo.gr*
[2] *Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, gpapageo@eled.duth.gr*

Περίληψη
Η παρούσα έρευνα εντάσσεται στο γενικότερο πλαίσιο της διερεύνησης των παραγόντων που επηρεάζουν τη συγκρότηση της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (PCK) και στοχεύει στη χαρτογράφηση των διδακτικών πρακτικών που εφαρμόζονται σε σχολεία της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο αντικείμενο της Χημείας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Θράκης και συμμετείχαν πέντε εκπαιδευτικοί οι οποίοι δίδασκαν Χημεία σε διαφορετικές τάξεις. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δέκα διδασκαλιών που καταγράφηκαν, δύο για κάθε εκπαιδευτικό, μελετήθηκαν ως προς τρείς άξονες: τον καθηγητή, τον μαθητή και τον προσανατολισμό της διδασκαλίας. Η μελέτη αυτή ανέδειξε πέντε κατηγορίες διδακτικών πρακτικών. Οι διδακτικές αυτές πρακτικές φάνηκε από την μία, να προκρίνουν τη διαδικαστική μάθηση έναντι της εννοιολογικής μάθησης ανεξάρτητα του εκπαιδευτικού, της τάξης και του αντικειμένου της διδασκαλίας, αλλά από την άλλη εμφάνισαν διαφοροποιήσεις που αποδόθηκαν στο διαφορετικό προφίλ του κάθε καθηγητή.

Abstract
Five science teachers, who teach in secondary schools of Thrace (Northeastern Greece), were the participants of this research, which took place in the context of an exploration of the factors that affect the Pedagogical Content Knowledge (PCK) in Chemistry classes. The main objective was to study the teaching practices that are implemented in Secondary schools of Thrace in Chemistry classes. The results of the analysis of ten lessons, two for each teacher, were studied towards three directions: the teacher, the student and the teaching orientation. Five categories of teaching practices were revealed. On the one hand, the teaching practices appeared to be more procedural than conceptual, independently of the teacher, the grade and the items that are taught. On the other hand, there were differences related to each teacher's profile.

Εισαγωγή

Κατά τα τελευταία χρόνια, στο πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, αυξάνεται συνεχώς η τάση διερεύνησης των καταστάσεων που εξελίσσονται μέσα στην τάξη και περιλαμβάνουν τις διδακτικές πρακτικές που οι εκπαιδευτικοί ακολουθούν για την επίτευξη της μάθησης. Σύμφωνα με τον Hashweh (1985), οι διδακτικές πρακτικές των εκπαιδευτικών σχετίζονται με την παιδαγωγική γνώση περιεχομένου (PCK) και συνδέονται με τη γνώση περιεχομένου, τη γνώση και τις απόψεις για τους μαθητές και την μάθηση, την παιδαγωγική γνώση, τη γνώση του πλαισίου, τη γνώση των πηγών, τη γνώση του αναλυτικού προγράμματος και τέλος τους σκοπούς και την φιλοσοφία του διδάσκοντα. Κατά συνέπεια, η διαμόρφωση των διδακτικών πρακτικών είναι ένα πολύπλοκο θέμα που σχετίζεται με πολλές παραμέτρους και κριτήρια. Άρα οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να ασχολούνται συστηματικά και

μακροχρόνια με το θέμα αυτό. Ερευνητές υποστηρίζουν (Borko & Putnam, 1996, Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999) ότι οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να έχουν την ευκαιρία να επιμορφώνονται τακτικά για τις νέες διδακτικές πρακτικές σε πραγματικές καταστάσεις τάξεων. Σε μια τέτοια πρόταση-μοντέλο επιμόρφωσης, για παράδειγμα, που περιγράφεται από τους Krajcik, Blumenfeld, Marx και Soloway (1994) υποστηρίζονται οι επαναλαμβανόμενοι κύκλοι συνεργασίας, πραγματοποίησης διδασκαλιών και αναστοχασμού. Η συνεργασία επιτυγχάνεται σε συσκέψεις εργασίας στις οποίες οι δάσκαλοι ενημερώνουν, ασκούν κριτική, και υποστηρίζουν ο ένας τον άλλο. Η εκτέλεση περιλαμβάνει το προγραμματισμό και τη πραγματοποίηση των νέων πρακτικών, και τέλος, ο αναστοχασμός περιλαμβάνει συζητήσεις σχετικά με περιστατικά που συνδέονται με την εμπειρία τους ή την παρακολούθηση βιντεοταινιών με διδασκαλίες άλλων εκπαιδευτικών.
Ωστόσο, το ερώτημα είναι, ποια είναι η σημερινή πραγματικότητα που διέπει την εκπαιδευτική πράξη σε σχέση με τις διδακτικές πρακτικές των εκπαιδευτικών. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία αφορά στη διερεύνηση των διδακτικών πρακτικών που υιοθετούνται από τους εκπαιδευτικούς της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης κατά τη διδασκαλία του αντικειμένου της Χημείας. Η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος, όπου αποτυπώνεται το βιβλιογραφικό - θεωρητικό πλαίσιο, περιλαμβάνει τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη αναφορά στις θεωρίες μάθησης που κυριάρχησαν στο πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, στο συμπεριφορισμό, στην ανακαλυπτική μάθηση, στον κονστρουκτιβισμό και στις προεκτάσεις τους, την κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση την πλαισιοθετημένη μάθηση και την εννοιολογική αλλαγή. Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά σε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που επικεντρώνεται στη παρουσίαση των διδακτικών μοντέλων και συγκεκριμένα του παραδοσιακού πρότυπου, του προτύπου της ανακαλυπτικής και της εποικοδομητικής διδασκαλίας. Το τρίτο κεφάλαιο διαπραγματεύεται θεωρητικές προσεγγίσεις στο μάθημα της Χημείας εστιάζοντας ειδικότερα στη τριγωνική σχέση του Johnstone και στη παιδαγωγική γνώση περιεχομένου.
Στο δεύτερο μέρος της εργασίας, το ερευνητικό, παρουσιάζεται η έρευνα που πραγματοποιήθηκε, συγκεκριμένα η μεθοδολογία που υιοθετήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας, η ανάλυση των δεδομένων και τα αποτελέσματα της, η συζήτηση και συμπεράσματα που προέκυψαν.

Μεθοδολογία της έρευνας

Ερευνητικό πρόβλημα και Ερευνητικά ερωτήματα

Η εργασία αφορά στη διερεύνηση των διδακτικών πρακτικών που ακολουθούνται στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση σε διδασκαλίες που αφορούν στο μάθημα της Χημείας. Στο πλαίσιο αυτό διακρίνονται δύο ερευνητικά ερωτήματα:
1° Πως διαμορφώνεται η διδασκαλία με βάση τις πρακτικές που ακολουθεί ο εκπαιδευτικός μέσα στην τάξη με την συμμέτοχη των μαθητών;
2° Ποιες ομοιότητες και διαφορές υπάρχουν στις διδακτικές πρακτικές από εκπαιδευτικό σε εκπαιδευτικό, από τάξη σε τάξη και από ενότητα σε ενότητα του Αναλυτικού Προγράμματος της Χημείας;

Μέθοδος έρευνας, υποκείμενα και συλλογή των δεδομένων

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας είναι μια μελέτη περίπτωσης, ενώ ως εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η παρατήρηση. Μαγνητοφωνήθηκαν και απομαγνητοφωνήθηκαν δέκα διδασκαλίες Χημείας, το εαρινό εξάμηνο του σχολικού έτους 2008-2009. Το δείγμα ήταν 5 εκπαιδευτικοί της Δευτεροβάθμιας

Εκπαίδευσης, 4 άνδρες και 1 γυναίκα, με διαφορετικά χρόνια υπηρεσίας, απόφοιτοι φυσικομαθηματικής σχολής διαφορετικών τμημάτων, οι οποίοι δίδασκαν σε σχολεία αστικών και αγροτικών περιοχών του Ν. Ξάνθης. Για την ανάλυση καθεμιάς από τις απομαγνητοφωνημένες διδασκαλίες ακολουθήθηκε η εξής πορεία:

- Διαχωρισμός κάθε διδασκαλίας σε τρία μέρη, την εισαγωγή, το κυρίως μέρος και το κλείσιμο.
- Διαχωρισμός σε αυτόνομα από άποψη νοήματος επεισόδια, και παράθεση των αυθεντικών διαλόγων σε κάθε ένα από αυτά.
- Εντοπισμός των διδακτικών πρακτικών σε κάθε επεισόδιο και σχολιασμός αυτών.
- Δημιουργία διαγραμμάτων για κάθε ζεύγος διδασκαλιών χωριστά με βάση τρείς γενικούς άξονες: τον εκπαιδευτικό, τον μαθητή και τον προσανατολισμό της διδασκαλίας.
- Κατασκευή αντίστοιχων πινάκων.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Με βάση τον τρόπο ανάλυσης που περιγράφηκε πιο πάνω, οι κυρίαρχες διδακτικές πρακτικές που υιοθετούν οι εκπαιδευτικοί της έρευνας κατά τη διδασκαλία της Χημείας οριοθετούν πέντε κατηγορίες, (Πίνακας 1), οι οποίες αναφέρονται:

1. Στη διαχείριση της γνώσης,
2. Στη διαχείριση της μαθησιακής διαδικασίας,
3. Στη διαχείριση του λάθους,
4. Στη διαχείριση της συμβολής των μαθητών στη διδασκαλία και
5. Στη διαχείριση της εργασίας που ανατίθεται στους μαθητές στο πλαίσιο της διδασκαλίας

Συγκεντρωτικά τα χαρακτηριστικά αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Τα κριτήρια με τα οποία οι εκπαιδευτικοί του δείγματος επιλέγουν τις διδακτικές πρακτικές που υιοθετούν φαίνεται να συνδέονται σε μεγάλο βαθμό με τον ίδιο τον εκπαιδευτικό. Η προσωπικότητα του καθηγητή, αλλά και το γνωστικό περιεχόμενο, φαίνεται πως επηρεάζουν την υιοθέτηση ή την απόρριψη συγκεκριμένων διδακτικών πρακτικών, γιατί οι πρακτικές αυτές, όπως ισχυρίζεται και ο Hashweh (1985), είναι βασισμένες σε μεμονωμένες εμπειρίες, αλλά και στη συνολική ιστορία που ο έμπειρος εκπαιδευτικός έχει κατακτήσει ως το αποτέλεσμα της επαναλαμβανόμενης προγραμματισμένης διδασκαλίας και της ανατροφοδότησης από τα πλέον συχνά διδασκόμενα αντικείμενα. Αυτό δικαιολογεί και την ανομοιομορφία των διδακτικών πρακτικών που υιοθετούν οι εκπαιδευτικοί του δείγματος μας (Πίνακας 1).

Οι μαθητές φαίνεται να συμμετέχουν περισσότερο ενεργά με την μορφή σειράς ερωτήσεων – απαντήσεων. Η άποψη που εκφράζει ο Newton (1999), ότι οι ερωτήσεις του καθηγητή δεν είναι «αυθεντικές», φαίνεται να ισχύει και εδώ. Οι καθηγητές φαίνεται να εκτελούν έναν έλεγχο ρουτίνας με φανερή την πρόθεση να προσδιορίσουν εάν και κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να αναπαράγουν τις απαντήσεις που έχουν στο μυαλό τους. Ο μαθητής πρέπει να καταλαβαίνει κάθε φορά τι είναι αυτό που περιμένει σαν απάντηση από αυτόν ο καθηγητής. Αυτή η μορφή της αλληλεπίδρασης περιγράφεται συχνά ως μονόλογος (Newton, 2001) και ακολουθεί ένα καλά καθορισμένο μοτίβο όπου ο καθηγητής κάνει μια ερώτηση (Q), έπειτα ακολουθεί η απάντηση του μαθητή (R), και στη συνέχεια ακολουθεί η αξιολόγηση από τον καθηγητή (E). Αυτή η τριπλέτα QRE, συνεχίζεται κάτω από την καθοδήγηση του καθηγητή με σκοπό να διαλευκάνει σημεία που αυτός θεωρεί σημαντικά. Αυτή η μορφή αλληλεπίδρασης που φαίνεται να είναι «πανταχού παρούσα» στις πρακτικές που μελετήθηκαν, διαφέρει σημαντικά από αυτή που η βιβλιογραφία αναφέρει ως προμελετημένη αλληλεπίδραση (Newton, 2001), όπου οι εκπαιδευτικοί μπορεί να κάνουν φαινομενικά

παρόμοιες ερωτήσεις, αλλά ενδιαφέρονται πραγματικά να ανακαλύψουν την αντίδραση των μαθητών πάνω στα θέματα που διαπραγματεύονται και τους ενθαρρύνουν να δίνουν εκτενείς εξηγήσεις της λογικής τους.

Αναφορικά με τις ομοιότητες και τις διαφορές στις κυρίαρχες διδακτικές πρακτικές από εκπαιδευτικό σε εκπαιδευτικό, από τάξη σε τάξη και από ενότητα σε ενότητα του Αναλυτικού Προγράμματος της Χημείας διαπιστώνονται τα εξής:

Το σύνολο των διδακτικών πρακτικών περιλαμβάνει τον κατακερματισμό της γνώσης, την ανάπτυξη της νέας γνώσης μέσω παραδειγμάτων, τη παρουσίαση της νέας γνώσης με διάλεξη και τις σύντομες ανακεφαλαιώσεις - γέφυρες μεταξύ των τεμαχίων της γνώσης. Σχετικά με τη διαχείριση της μαθησιακής διαδικασίας, η διατύπωση ερωτήσεων σύντομης ή/ και μονολεκτικής απάντησης μαζί με τις ρητορικές εμφανίζονται ιδιαίτερα συχνά, όπως το ίδιο συχνά εμφανίζεται και η επανάληψη των ορισμών. Γενικά, εμφανίζεται μια τάση για λεπτομερείς οδηγίες προς τους μαθητές, εξαιρετικά καθοδηγητικές, που συνηγορούν σε αυτό που χαρακτηρίζεται ως καθοδηγούμενη δραστηριότητα (Magnusson, Krajcik και Borko, 1999).

Στις διδασκαλίες που μελετήθηκαν εντοπίστηκαν μια σειρά από τρόπους διαχείρισης του λάθους, κατά κανόνα συμπεριφοριστικού τύπου όπως η επανάληψη ή τροποποίηση της ερώτησης, η άμεση διατύπωση του σωστού, η διατύπωση ερωτήσεων για επαναφορά προηγούμενης γνώσης κ.α.. Γενικά, οι πρακτικές των εκπαιδευτικών στην πλειοψηφία τους, φαίνεται να απηχούν την αντίληψη ότι το λάθος θα πρέπει να αποφεύγεται και όταν εμφανίζεται, να διορθώνεται αμέσως δηλώνοντας έτσι, την έλλειψη εμπιστοσύνης στις δυνατότητες των μαθητών, αλλά ενδεχομένως και την πίεση χρόνου που ασκείται από το αναλυτικό πρόγραμμα.

Αναφορικά με τις πρακτικές διαχείρισης της συμβολής των μαθητών στη διδασκαλία, ως επικρατέστερη εμφανίζεται η επιβράβευση των μαθητών σε επιτυχημένες ενέργειες τους, η επανάληψη της σωστής απάντησης και η ανάθεση εργασιών για το σπίτι, πρακτικές που φαίνεται να επιδιώκουν την επιβολή της πορείας προς τη γνώση που επιθυμεί ο εκπαιδευτικός, παρά την αξιοποίηση των ιδεών των μαθητών.

Οι πρακτικές διαχείρισης της εργασίας που ανατίθεται στους μαθητές στην τάξη. φαίνεται να είναι κατά κανόνα, σε ατομικό επίπεδο, με μέτριο έως λίγο χρόνο στους μαθητές για την ολοκλήρωση της, ελέγχεται η πρόοδος της από τον εκπαιδευτικό από θρανίο σε θρανίο και προτιμάται η δημόσια παρουσίαση της εργασίας στον πίνακα, πρακτική που προωθεί αλληλεπιδράσεις με ολόκληρη την τάξη, που, ωστόσο μπορεί να ανήκουν σε ένα πολύπλοκο δίκτυο σχέσεων και ίσως και να μην είναι παραγωγικές (Webb, 2007).

Σε σχέση με τη διαφοροποίηση των διδακτικών πρακτικών από εκπαιδευτικό σε εκπαιδευτικό, υπάρχουν αποκλίσεις μεταξύ των διδακτικών πρακτικών που αφορούν κυρίως στη διαφοροποίηση της εκπαίδευσης και της εμπειρίας τους. Φαίνεται να χρησιμοποιούν διαφορετικά διδακτικά εργαλεία (πείραμα, χρήση υπολογιστή, πραγματικά υλικά) και επιπλέον υπάρχει διαφοροποίηση ως προς την χρήση των τριών προοπτικών που είχε εισάγει ο Johnstone (1991), δηλαδή την μακροσκοπική προοπτική, που εστιάζει στις ουσίες και τα φαινόμενα που μπορούν να παρατηρηθούν με γυμνό μάτι, την μικροσκοπική προοπτική, που εστιάζει στα μόρια, άτομα, και ιόντα και τη συμβολική προοπτική, που εστιάζει στους τύπους, τις εξισώσεις, τις παραστάσεις των ιόντων. Οι εκπαιδευτικοί του δείγματος εμφανίζονται άλλοτε να χρησιμοποιούν με επιτυχία τα τρία αυτά επίπεδα σε συνδυασμό μεταξύ τους, άλλοτε μεμονωμένα κάποια από αυτά και άλλοτε δείχνουν να μην αντιλαμβάνονται πάντα τη σημασία της μοντελοποίησης των σχέσεων, ώστε να γίνονται σαφείς στη μέθοδο που χρησιμοποιούν.

Επιπλέον το διαφορετικό υπόβαθρο σπουδών (διαφορετικές σχολές της Φυσικομαθηματικής Σχολής) φαίνεται να έχει επιπτώσεις στη γνώση του περιεχομένου και κατ' επέκταση στις διδακτικές τους πρακτικές. Σύμφωνα με τους Park και Oliver, (2008), οι διδακτικές πρακτικές

των εκπαιδευτικών επηρεάζονται από τις αντιλήψεις τους για την PCK πάνω σε πέντε τομείς: στους προσανατολισμούς στην διδασκαλία των Φ.Ε., στη γνώση της κατανόησης της Επιστήμης από τους μαθητές, του προγράμματος σπουδών των Φ.Ε., των διδακτικών στρατηγικών και των αναπαραστάσεων για τη διδασκαλία των Φ.Ε. και της αξιολόγησης της μάθησης των Φ.Ε. (Knowledge of assessment of science learning). Οι αντιλήψεις αυτές φαίνεται να είναι η αιτία για τις διαφοροποιήσεις που εμφανίζονται.
Εξάλλου, ο μετασχηματισμός της γενικής γνώσης σε παιδαγωγική γνώση περιεχόμενου δεν είναι ένα απλό θέμα παρά μια σκόπιμη πράξη στην οποία οι εκπαιδευτικοί επιλέγουν να αναδημιουργήσουν την αντίληψη τους για μια κατάσταση (Magnusson, Krajcik & Borko, 1999).

Συμπεράσματα και προεκτάσεις στην εκπαίδευση

Κάνοντας μια γενική θεώρηση των διδασκαλιών που μελετήθηκαν, φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί ασπάζονται μια συμπεριφοριστικού τύπου θεώρηση της διδασκαλίας, ενώ απουσιάζει ή σπανίζει η δυνατότητα εννοιολογικής αλλαγής και η Ανακάλυψη. Συνολικά επιλέγουν να εκτελούν έναν έλεγχο ρουτίνας με λεπτομερείς οδηγίες προς τους μαθητές, μεγάλες διαλέξεις, συμπεριφοριστικού τύπου διαχείριση του λάθους και επιβολή της πορείας προς τη γνώση που οι ίδιοι επιθυμούν. Οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να επηρεάζονται από τη σχολική βαθμίδα και τον αριθμό των μαθητών σε συνδυασμό με το χώρο διδασκαλίας (εργαστήριο ή κανονική αίθουσα). Επιπλέον οι διαφοροποιήσεις στις διδακτικές πρακτικές που χρησιμοποιούν μπορεί να αποδοθούν στη προσωπικότητα τους και το γνωστικό περιεχόμενο τους λόγο διαφορετικών σπουδών (η γνώση του περιεχομένου είναι αλληλένδετη με την ικανότητα για διδασκαλία και μάθηση, Bucat, 2004), που οδηγεί ακόμη και σε γνωστικά λάθη, αλλά και των αντιλήψεων τους για την παιδαγωγική γνώση περιεχομένου. Ακόμη, η εμπειρία εμφανίζεται ως παράγοντας διαφοροποίησης καθώς σύμφωνα με τον Hashweh (1985), οι διδακτικές πρακτικές των εκπαιδευτικών δημιουργούνται μέσα από αυτήν. Τέλος η διαφοροποίηση στην κατανόηση της μεταπήδησης από το μακροσκοπικό επίπεδο των παρατηρήσιμων ιδιοτήτων στο μικροσκοπικό επίπεδο των σωματιδίων όπως οριοθετήθηκε από τον Johnstone (1991), φαίνεται να συνηγορεί στην εμφάνιση διαφοροποιημένων πρακτικών.
Τα τελευταία χρόνια η διδακτική των Φυσικών Επιστημών, ουσιαστικά ζητά από τους εκπαιδευτικούς να διδάξουν με ένα τρόπο που είναι αντίθετος από αυτό που έχουν συνηθίσει. Επιπλέον για πολλούς εκπαιδευτικούς, οι εποικοδομητικές προσεγγίσεις διαφέρουν από τους προσανατολισμούς τους πάνω στην διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Όπως δηλαδή είναι σημαντικό για ένα εκπαιδευτικό να γνωρίζει τις αντιλήψεις και τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών του, έτσι είναι εξίσου σημαντικό για αυτόν που διδάσκει τους εκπαιδευτικούς να γνωρίζει τις δικιές τους αντιλήψεις και εναλλακτικές ιδέες για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Magnusson, Krajcik & Borko, 1999).
Οι εκπαιδευτικοί της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης κατά τη διάρκεια των σπουδών τους, καλό θα ήταν να έχουν περισσότερες ευκαιρίες να μαθαίνουν νέες διδακτικές στρατηγικές σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα και πραγματικές τάξεις. Στις αντίστοιχες πανεπιστημιακές σχολές θα μπορούσαν να ενθαρρύνονται να μελετούν διδασκαλίες ώστε να γίνεται και η απαραίτητη ανατροφοδότηση. Αλλά και στη συνέχεια, όταν οι εκπαιδευτικοί εργάζονται στα σχολεία θα πρέπει να έχουν τις ευκαιρίες να μετέχουν σε προγράμματα επιμόρφωσης με σκοπό την ενσωμάτωση νέων διδακτικών τακτικών και δραστηριοτήτων στη σχολική τους πρακτική.

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά των διδακτικών πρακτικών.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ											
		Καθηγ. 1		Καθηγ. 2		Καθηγ. 3		Καθηγ. 4		Καθηγ. 5	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Διαχείριση της γνώσης	Κατακερματισμός της γνώσης	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Ανάπτυξη της νέας γνώσης μέσω πειραμάτων	√	√								
	Ανάπτυξη της νέας γνώσης μέσω παραδειγμάτων	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Παρουσίαση της νέας γνώσης με προσομοιώσεις, μοντέλα, αναλογίες	√	√								
	Παρουσίαση της νέας γνώσης με πραγματικά υλικά	√	√							√	√
	Παρουσίαση της νέας γνώσης με διάλεξη	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Παρουσίαση της νέας γνώσης με χρήση πολυμέσων	√	√							√	√
	Παρουσίαση της νέας γνώσης με αναπαραστάσεις(σχέδια)	√	√	√	√			√	√	√	√
	Παρουσίαση της νέας γνώσης με προβλήματα, αντιδράσεις		√	√	√	√	√	√	√		
	Σύντομες ανακεφαλαιώσεις - γέφυρες μεταξύ των τεμαχίων γνώσης	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Διαχείριση της μαθησιακής διαδικασίας	Ερωτήσεις σύντομης/ μονολεκτικής απάντησης	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Ερωτήσεις περιγραφικές(descriptive)			√	√	√	√	√	√	√	√
	Ερωτήσεις κρίσεως					√	√				
	Ερωτήσεις πρόβλεψης					√	√				
	Ερωτήσεις ρητορικές	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Υπαγόρευση τρόπου λύσης			√	√	√	√	√	√		
	Καταιγισμός πληροφοριών					√	√	√	√		
	Επανάληψη ορισμών	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Καθοδηγούμενες δραστηριότητες	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Υπαγόρευση αποτύπωση του τρόπου εργασίας			√	√	√	√			√	√
	Εμμονή στη χρήση ορισμών-σωστών επιστημονικών όρων					√	√				
	Επισήμανση λέξεων- κλειδιών	√	√	√	√			√	√	√	√
	Προμελετημένη αλληλεπίδραση (deliberative interaction)	√									

Διαχείριση λάθους	Επανάληψη τροποποίηση ερωτήσεων δεδομένων	√	√	√	√			√	√	√	√
	Διατύπωση ερωτήσεων για επαναφορά προηγούμενης γνώσης	√	√	√	√			√	√	√	√
	Άμεση διατύπωση του σωστού			√	√	√	√	√	√	√	√
	Επεξήγηση του λάθους	√	√	√	√	√	√				
	Εδραίωση της σωστής απάντησης με την επιβεβαίωση της από άλλους μαθητές	√	√	√	√			√	√	√	√
	Βήμα βήμα καθοδήγηση προς το σωστό	√	√	√	√			√	√		
Διαχείριση της συμβολής των μαθητών	Δημόσια παρουσίαση της λύσης στο πίνακα	√	√	√	√	√	√				
	Επιβράβευση των μαθητών σε επιτυχημένες ενέργειες τους	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Επιβράβευση των μαθητών σε πρωτότυπες ενέργειες τους					√	√				
	Επανάληψη της σωστής απάντησης	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Δίνει βοήθεια στους μαθητές	√	√	√	√			√	√	√	√
	Δίνει εργασίες για το σπίτι με φυλλάδια		√	√	√						
	Δίνει εργασίες για το σπίτι από το βιβλίο	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
Διαχείριση εργασίας μαθητών	Έλεγχος από θρανίο σε θρανίο			√	√	√	√	√	√	√	√
	Διάθεση ικανού χρόνου							√	√	√	√
	Διάθεση σύντομου χρόνου	√	√	√	√	√	√				
	Ανάθεση ανάγνωσης της εκφώνησης σε μαθητή				√		√			√	√
	Παροχή βοήθειας οπού χρειάζεται	√	√				√	√	√		
	Επανάληψη δεδομένων	√	√	√	√		√			√	√

Βιβλιογραφία

Borko, H. & Putnam. R. T. (1996). Learning to teach, In D. C. Berliner & R. C. Calfee (eds.) Handbook of Educational Psychology, p. 673-708, New York, MacMillan.

Bucat, R. (2004). Pedagogical content knowledge as a way forward: applied research in chemistry education. Chemistry education: research and practice, Vol. 5, No. 3, pp. 215-228.

Hashweh, M.Z. (1985). An exploratory study of teacher knowledge and teaching: The effects of science teachers' knowledge of subject-matter and their conceptions of learning on their teaching. *Dissertation Abstracts International*, 46, 12A (UNI No. 8602482).

Johnstone, A.H. (1991). Why is science so difficult to learn? Things are seldom what they seem. Journal of Computer-Assisted Learning, 7, 701-703.

Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project-based instruction. *The Elementary School Journal*, *94*(5), 483-497.

Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Delelopment of pedagogical content knowledge for science teaching., in Gess -Newsome J. and Lederman, N.G.(Eds), PCK and Science Education, 95-132., Kluwer Academic Publishers ,Netherlands.

Newton, P. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science, International Journal of Science Education, Vol. 21, No. 5, p 553– 576.

Newton, L.D. (2001). Teaching for Understanding in Primary Science. Evaluation & Research in Education 15(3): 143-53.

Park, S. & Oliver, J.S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals, Research in Science Education, Vol. 38, No. 3, pp. 261-284.

Webb, M.N. (2007). Teacher Practices and Small-Group Dynamics in Cooperative Learning Classrooms, in Gillies, R. M., Ashman, A., Terwel, J.(Eds), The Teacher's Role in Implementing Cooperative Learning in the Classroom, Chapter 10, pages 201-221. Springer US.

Αξιολόγηση Μαθησιακού Περιβάλλοντος Χημείας

Μαρία Γιαλλούση[1], Βασίλης Γιαλαμάς[2], Ευαγγελία Παυλάτου[1],
[1] *Εργαστήριο Γενικής Χημείας, Σχολή Χημικών Μηχανικών,*
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο 45giallu@otenet.gr
[2] *Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία*

Περίληψη: Σκοπός της μελέτης υπήρξε η αξιολόγηση του περιβάλλοντος της τάξης στο μάθημα της χημείας της Α΄ λυκείου στην Αττική με βάση τις αντιλήψεις και την ευχαρίστηση των μαθητών στο μάθημα σε Αττική και Κύπρο. Τα δεδομένα προήλθαν από 1.394 μαθητές από 49 τμήματα στην Αττική και 225 μαθητές από 15 τμήματα στην Κύπρο, δημοσίων σχολείων, τη σχολική χρονιά 2003-04. Για τη συλλογή τους χρησιμοποιήθηκαν ένα νέο, έγκυρο ερωτηματολόγιο (τΜΧοΓ) για το μαθησιακό περιβάλλον της χημείας, σταθμισμένο στις δύο χώρες, και μία κλίμακα για την ευχαρίστηση από ευρέως χρησιμοποιημένο διεθνώς ερωτηματολόγιο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι Κύπριοι μαθητές αντιλαμβανόντουσαν ως πιο ευνοϊκό το περιβάλλον της τάξης από τους συμμαθητές τους στην Αττική και ένιωθαν μεγαλύτερη ευχαρίστηση από εκείνους στο μάθημα. Επίσης, η ευχαρίστηση των μαθητών στις δύο χώρες σχετιζόταν θετικά με τη σύνδεση του μαθήματος με την καθημερινή τους ζωή καθώς και με την εμπλοκή των μαθητών της Αττικής στη μαθησιακή διαδικασία.

Abstract: The purpose of this study has been the assessment of the classroom environment in Grade 10 chemistry classes in Attica based on the perceptions and enjoyment of the students both in Attica and Cyprus. The research was carried out in public schools in the school year 2003-04. The participants were 1394 students of 49 classes of Attica, 225 students of 15 classes of Cyprus. The data were collected using a new and valid in the two countries questionnaire for the learning environments and one scale from a widely used questionnaire for the students' enjoyment. The results showed that Cypriot students perceived their classroom environment more favourable and enjoyed the lesson more than their fellow students in Attica, and the students' enjoyment was positively related with the lesson's connection to every day life in both countries. Also Attica students enjoyed it because they were involved in the learning process.

Εισαγωγή

Τα αποτελέσματα της σύγχρονης εκπαιδευτικής έρευνας δείχνουν μεταξύ άλλων ότι ο *παραδοσιακός* τύπος της διδασκαλίας των μαθημάτων των φυσικών επιστημών, τον οποίο υιοθετεί μεγάλος αριθμός καθηγητών σε διάφορες χώρες, αποτυγχάνει να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας και δεν τους βοηθά να κατανοήσουν τις έννοιες που τα υποστηρίζουν (Millar & Osborne 1998, Van Aalsvoort 2000, Salta & Tzougraki, 2004, Tsaparlis, 2008). Ως εκ τούτου, αποτελεί αναγκαιότητα η συστηματική διερεύνηση των δεικτών της ποιότητας της μαθησιακής διαδικασίας στα μαθήματα των φυσικών επιστημών στο χώρο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με τις *στάσεις* των μαθητών να συνιστούν έναν από αυτούς (Koballa & Glynn 2007).

Από την άλλη πλευρά, ο Fraser (2007) υποστηρίζει ότι υφίσταται σταθερή και αδιαμφισβήτητη απόδειξη, που προκύπτει από αντίστοιχες μελέτες, σύμφωνα με την οποία το *περιβάλλον της τάξης* επηρεάζει ισχυρά τα μαθησιακά αποτελέσματα. Πράγματι, η έρευνα δείχνει ότι ή απόδοση της αρμόζουσας προσοχής στο *περιβάλλον της τάξης,* ιδιαίτερα από