



τους καθηγητές, μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Σκοπός της παρούσας μελέτης υπήρξε η αξιολόγηση του *περιβάλλοντος της τάξης* στο μάθημα της χημείας της Α΄ λυκείου στην Αττική με βάση τις αντιλήψεις και τη *στάση-ευχαρίστηση* των μαθητών στο μάθημα στην Αττική και στην Κύπρο. Αποδεικνύεται ότι οι εκπαιδευτικές έρευνες που διασχίζουν τα σύνορα μιας χώρας προσφέρουν περισσότερες ευκαιρίες στους ερευνητές να αποκομίσουν νέες, βαθύτερες γνώσεις σχετικές με τα μαθησιακά περιβάλλοντα των χωρών στις οποίες διεξάγεται η έρευνα (Fraser, 1996). Η επέκταση της έρευνας πραγματοποιήθηκε με κύριο γνώμονα την υφιστάμενη διαφορά μεταξύ των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών στο μάθημα της χημείας των δύο χωρών. Στην Ελλάδα το πρόγραμμα σπουδών του μαθήματος της χημείας παραμένει σε μεγάλο βαθμό *παραδοσιακό* με τη *νοησιарχία* να αποτελεί το επικρατές φιλοσοφικό του υπόβαθρο. Επιπλέον, η *φύση* του προγράμματος σπουδών υποχρεώνει τους μαθητές να ασχολούνται σε μόνιμη βάση με τους βαθμούς, τις αμοιβές και τις τιμωρίες εις βάρος της ενεργούς μάθησής τους (Matsagoura 1999b). Στην Κύπρο, δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στον «*ινστρουμενταλιστικό*» αναπτυξιακό ρόλο του σχολείου και της παιδείας, ως εκ τούτου τα μαθήματα της χημείας στοχεύουν, κατά κύριο λόγο, στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών στο εργαστήριο (Bouzakis et. al. 2004).

Υπόβαθρο

Σύμφωνα με το πολύ-παραγοντικό ψυχολογικό μοντέλο της *εκπαιδευτικής παραγωγικότητας* που πρότεινε ο Walberg (1981) το κοινωνικό-ψυχολογικό περιβάλλον της τάξης είναι ένας από τους εννέα παράγοντες που σχετίζονται με τη μάθηση. Συγκεκριμένα, η μάθηση αποτελεί συνάρτηση της ηλικίας του μαθητή, της ικανότητας και των κινήτρων του, της ποιότητας και της ποσότητας της διδασκαλίας, του περιβάλλοντος του σπιτιού και του περιβάλλοντος της αίθουσας διδασκαλίας, της ομάδας των συνομήλικων και τέλος, των μέσων μαζικής ενημέρωσης. Εάν ένας τουλάχιστον από τους εννέα παράγοντες βρίσκεται σε μηδενική θέση τότε προκαλεί την εμφάνιση της μηδενικής μάθησης. Ο Moos (1974) αναγνώρισε τρεις βασικές διαστάσεις στα ανθρώπινα κοινωνικά περιβάλλοντα, οι οποίες αξιοποιήθηκαν στην ταξινόμηση των ενοτήτων που υπάρχουν στα ερωτηματολόγια για το μαθησιακό περιβάλλον.

Το περιβάλλον της τάξης

Γενικά, ως εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μπορούν να εννοηθούν τα κοινωνικό – ψυχολογικά πλαίσια ή οι κοινωνικο-ψυχολογικοί παράγοντες που καθορίζουν τη μάθηση. Το *περιβάλλον της τάξης* ή του σχολείου μετριέται πολύ συχνά με βάση τις αντιλήψεις των μαθητών για την τάξη ή το σχολείο. Οι μετρήσεις των αντιλήψεων για το *περιβάλλον της τάξης* αφορούν στις διαπροσωπικές σχέσεις μεταξύ των μαθητών, μεταξύ των μαθητών και των καθηγητών, καθώς επίσης και στις σχέσεις μεταξύ των μαθητών με το μάθημα που μελετούν και στη μέθοδο με την οποία μαθαίνουν.

Τις τελευταίες δεκαετίες, στο χώρο της έρευνας για το περιβάλλον της τάξης αναπτύχθηκε ένας μεγάλος αριθμός ερωτηματολογίων με τα οποία γίνεται μέτρηση των αντιλήψεων των μαθητών για το *περιβάλλον της τάξης* τους (Fraser 1998a). Ένα βασικό γνώρισμα των ερωτηματολογίων είναι ότι διατίθενται σε δύο φόρμες *την ενεργό* και τη *φόρμα των προτιμήσεων του ερωτώμενου* (Fraser, 1994). Ο σχεδιασμός της *προσωπικής* φόρμας των ερωτηματολογίων υπήρξε μία επιπλέον προσθήκη στο σχεδιασμό των ερωτηματολογίων (Fraser, Gidding & McRobbie 1995).

Κατά παράδοση μία έρευνα στο χώρο αυτό περιλαμβάνει πέντε βήματα (Thorpe, Burden & Fraser 1994): την *αξιολόγηση των ενεργών* και αυτών που *προτιμώνται*

περιβαλλόντων των τάξεων, την *ανάδραση* πάνω στα αποτελέσματα, περιλαμβάνοντας την αναγνώριση των πλευρών των περιβαλλόντων των τάξεων για τις οποίες υπάρχουν μεγάλες ανακολουθίες ανάμεσα στις τιμές των προαναφερθέντων περιπτώσεων των περιβαλλόντων των τάξεων, τον *αναστοχασμό* και τη *συζήτηση*, την *παρέμβαση* και την *επαναξιολόγηση* του περιβάλλοντος της τάξης.

Στάσεις μαθητών

Ως *στάση* ορίζεται μία γενική και διαρκής θετική ή αρνητική συναισθηματική φόρτιση (feeling) σχετικά με ένα πρόσωπο, αντικείμενο ή θέμα/ζήτημα (Petty & Cacioppo 1981, σελ. 7). Η απόφαση να αξιολογηθούν στην παρούσα μελέτη μόνο οι *στάσεις* των μαθητών από τα μαθησιακά αποτελέσματα, οφείλεται στις εξής παραμέτρους: στο ενδεχόμενο της παρακολούθησης φροντιστηριακών μαθημάτων από κάποιους μαθητές, στις διαφορές στη διαδοχή και στο περιεχόμενο των μαθημάτων της χημείας στις δύο χώρες, στην περιορισμένη δυνατότητα μελέτης της σχέσης μεταξύ των *στάσεων* και της επίδοσης, ο αρκετά μεγάλος αριθμός των καθηγητών που δίδασκαν το μάθημα της χημείας, και ειδικά για την Αττική οι διαφορετικές ειδικότητές τους (φυσικοί, χημικοί, βιολόγοι και λίγοι φυσιολγνώστες). Διευκρινίζεται ότι η επιλογή της *ευχαρίστησης* των μαθητών στο μάθημα της χημείας υποστηρίχτηκε από τα δεδομένα της βιβλιογραφίας σύμφωνα με τα οποία οι δηλώσεις μιας τέτοιας κλίμακας στοχεύουν κυρίως στο να αναγνωρίσουν την επίδραση που ασκεί η μαθησιακή διαδικασία στην προς μελέτη *στάση* των μαθητών.

Το μάθημα της χημείας της Α' τάξης στο λύκειο

Στην Ελλάδα και την Κύπρο τα μαθήματα των φυσικών επιστημών της Α' τάξης Ενιαίου Λυκείου είναι η χημεία και η φυσική, τα οποία διδάσκονται ως ξεχωριστά μαθήματα για όλους τους μαθητές. Στα σχολεία της κάθε χώρας εφαρμόζεται το προτεινόμενο από το Υπουργείο Παιδείας πρόγραμμα σπουδών. Στην Ελλάδα, ειδικά το μάθημα της χημείας λαμβάνει χώρα μέσα στην τάξη, για 2 ώρες την εβδομάδα, με τον αριθμό των μαθητών να κυμαίνεται από 16 έως 35 άτομα. Στην Κύπρο το μάθημα γίνεται αποκλειστικά στο εργαστήριο, για μία ώρα την εβδομάδα και οι μαθητές ανά τμήμα είναι 12 με 15 άτομα, ενώ οργανώνονται σε ομάδες 4-5 ατόμων για τη διεξαγωγή των πειραμάτων. Η εκπαίδευση του μαθήματος της χημείας στις δύο χώρες παρουσιάζει διαφορές στα αναλυτικά προγράμματα, στις αναφορές για τη χημεία και την καθημερινή ζωή στα βιβλία, στις μεθόδους διδασκαλίας και στις πρακτικές (Giallousi, et. al. 2009).

Σχεδιασμός της έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη ποσοτικά και τα δεδομένα αναλύθηκαν κατάλληλα για την διερεύνηση των κάτωθι ερωτημάτων της:

1. Ποιες διαφορές υπάρχουν ανάμεσα στις αντιλήψεις των μαθητών των δύο χωρών για το περιβάλλον της τάξης τους στο μάθημα της χημείας και ποιες ανάμεσα στην ευχαρίστησή τους απέναντι στο μάθημα;
2. Ποιες είναι οι σχέσεις μεταξύ των αντιλήψεων των μαθητών για το περιβάλλον της τάξης τους στο μάθημα της χημείας με την ευχαρίστησή τους απέναντι σε αυτό, σε κάθε χώρα χωριστά;
3. Ποια είναι η σχέση του φύλου του μαθητή με την ευχαρίστησή του απέναντι στο μάθημα της χημείας, σε κάθε χώρα χωριστά;



Πλαίσιο

Η επιλογή της τάξης έγινε με τα εξής δύο κριτήρια: (α) οι μαθητές του Λυκείου πιο συχνά από τους μαθητές του Γυμνασίου ασκούν κριτική στο μάθημα της χημείας (Osborne & Collins 2001) και (β) οι μαθητές της τάξης αυτής δεν διακατέχονται από το άγχος των εξετάσεων εισαγωγής τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Μεθοδολογία

Σε πρώτο στάδιο, έγινε χρήση ενός νέου και έγκυρου ερωτηματολογίου, με τίτλο «*το μάθημα της χημείας όπως γίνεται*» (τΜΧοΓ), για τη μέτρηση των ενεργών περιβαλλόντων των τάξεων στο μάθημα της χημείας στις δύο χώρες, και μιας κλίμακας με τίτλο «*η ευχαρίστηση στο μάθημα της χημείας*» (ΕΜΧ) για τη μέτρηση της ευχαρίστησης των μαθητών. Σε δεύτερο στάδιο η μελέτη περιελάμβανε την εφαρμογή κατάλληλων σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα στατιστικών αναλύσεων, την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και τη διατύπωση των συμπερασμάτων.

Δείγματα μαθητών σε Αττική και Κύπρο

Η επιλογή του δείγματος των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα έγινε με την τεχνική της «κατά συστάδες τυχαίας» δειγματοληψίας, σε δημόσια σχολεία. Οι συστάδες περιελάμβαναν χίλιους τριακόσιους ενενήντα τέσσερις μαθητές (N=1394) από 49 τμήματα της Α' τάξης Ενιαίου Λυκείου στην Αττική, και διακόσιους είκοσι πέντε μαθητές (N=225) από 15 τμήματα της ίδιας τάξης, σε αστικά κέντρα της Κύπρου. Τα μεγέθη των δειγμάτων ανταποκρίνονταν στην αναλογία (~ 5%) του μαθητικού πληθυσμού της Α' τάξης των δημόσιων σχολείων της Αττικής (25.210) και των αντίστοιχων των πόλεων της Κύπρου (4.384), κατά το σχολικό έτος 2003-2004.

Ερωτηματολόγιο τΜΧοΓ

Το νέο ερωτηματολόγιο (τΜΧοΓ) σταθμίστηκε στις δύο χώρες και βρέθηκε έγκυρο ως προς τη χρήση του σε αυτές (Giallousi, et. al. 2009). Η ενεργός μορφή της τελικής έκδοσης του τΜΧοΓ περιελάμβανε τρεις παράγοντες με 22 δηλώσεις συνολικά και για τις δύο χώρες, οι τίτλοι των οποίων ήταν *Ζωή*, *Εμπλοκή του μαθητή*, και *Καθηγητής*. Η φόρμα των απαντήσεων υπήρξε η πέντε βαθμών κλίμακα Likert. Συνοπτικά, με βάση το περιεχόμενο των δηλώσεων των παραγόντων οι μαθητές αντιλαμβάνονταν ως βασική συνιστώσα του μαθησιακού περιβάλλοντος τη σύνδεση του περιεχομένου του μαθήματος της χημείας με την καθημερινή τους ζωή, την εμπλοκή τους στο μάθημα της χημείας και τη φιλική συμπεριφορά, αλλά και το έμπρακτο ενδιαφέρον του καθηγητή τους προς αυτούς τόσο κατά τη διάρκεια του μαθήματος όσο και εκτός αυτής.

Κλίμακα για την ευχαρίστηση

Η κλίμακα με τίτλο η *Ευχαρίστηση στο Μάθημα της Χημείας* (ΕΜΧ), η οποία προήλθε από το ευρέως χρησιμοποιούμενο και διεθνώς σταθμισμένο ερωτηματολόγιο Test Of Science Related Attitudes (TOSRA, Fraser 1982), με κατάλληλες διαδικασίες απεδείχθη έγκυρη προς χρήση. Από τις Παραγοντικές Αναλύσεις, μία σε κάθε χώρα, προέκυψε ένας παράγοντας με τις 5 αρχικές δηλώσεις της κλίμακας, και για τα δύο δείγματα. Η εσωτερικής συνέπειας αξιοπιστία (*άλφα* του Cronbach), με ελάχιστο όριο τιμών $\alpha=0.70$ (Nunnally 1978) για τον παράγοντα και η ικανότητα διαφοροποίησής του ανάμεσα στις τάξεις – με τη χρήση δύο

μονάδων ανάλυσης, το μαθητή και το μέσο όρο της τάξης – βρέθηκαν να είναι ικανοποιητικές και συγκρίσιμες με προγενέστερες μελέτες, στις οποίες είχε χρησιμοποιηθεί η κλίμακα του EMX. Η φόρμα των απαντήσεων υπήρξε η πέντε βαθμών κλίμακα Likert.

Αποτελέσματα

Διαφορές των μαθησιακών περιβαλλόντων χημείας και της ευχαρίστησης των μαθητών σε Αττική και Κύπρο.

Ο Πίνακας 1 δείχνει για κάθε δείγμα, με μονάδα ανάλυσης το μέσο όρο της τάξης, το μέσο όρο της Μέσης Τιμής του κάθε παράγοντα που προκύπτει από τις τελικές εκδόσεις των ερωτηματολογίων τΜΧοΓ και EMX, αντίστοιχα. Ακόμα, στον πίνακα εκτός από τις παραπάνω μετρήσεις διακρίνονται τα μεγέθη των διαφορών που υπολογίστηκαν σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Thompson (1998a), καθώς και οι στατιστικά σημαντικές διαφορές τους.

Πίνακας 1: Μέσος όρος Μέσης Τιμής, Τυπική Απόκλιση, Μέγεθος Επίδρασης και έλεγχος *t* ανεξαρτήτων δειγμάτων, των διαφορών στις αντιλήψεις για το περιβάλλον της τάξης και στην ευχαρίστηση ανάμεσα στους μαθητές στην Αττική και στην Κύπρο, με μονάδα ανάλυσης το μέσο όρο της τάξης.

Παράγοντας	Μέσος όρος Μέσης Τιμής		Τυπική Απόκλιση		Διαφορές μεταξύ των δειγμάτων	
	Αττική	Κύπρος	Αττική	Κύπρος	Μέγεθος <i>t</i> επίδρασης	
Ζωή	3.06	3.23	0.27	0.22	-0.69	-2.36*
Εμπλοκή	2.61	2.91	0.21	0.20	-1.46	-4.92**
Καθηγητής	2.88	3.27	0.51	0.26	-1.01	-3.97*
Ευχαρίστηση στο μάθημα της χημείας	3.14	3.37	0.34	0.41	-0.61	-2.25*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 1 οι μαθητές στην Κύπρο πρώτον αντιλαμβάνονται ως πιο *ενοϊκό το περιβάλλον της τάξης* από τους συμμαθητές τους στην Αττική, σε αναφορά με τους τρεις παράγοντες που μελετήθηκαν, και φαίνεται να *ευχαριστιούνται* περισσότερο το μάθημα της χημείας από τους συμμαθητές τους στην Αττική.

Επιδράσεις των περιβαλλόντων των τάξεων και του φύλου στην ευχαρίστηση των μαθητών στο μάθημα της χημείας, σε Αττική και Κύπρο

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά τα στατιστικά αποτελέσματα της Ανάλυσης Παλινδρόμησης Μικτών Επιδράσεων (Hedeker & Gibbons 1993) που χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση του δεύτερου και του τρίτου ερευνητικού ερωτήματος.



Πίνακας 2 : Παραμετρικοί υπολογισμοί του μοντέλου Ανάλυσης Παλινδρόμησης Μικτών Επιδράσεων για τη ευχαρίστηση των μαθητών σε Αττική και Κύπρο.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Εξαρτημένη μεταβλητή	
	<i>Η ευχαρίστηση στο μάθημα της χημείας</i>	
	Αττική	Κύπρος
Σταθερές επιδράσεις:		
Επίπεδο μαθητή		
Σταθερά	1.13***	0.97*
Ζωή	0.21***	0.40***
Καθηγητής	μσ	μσ
Εμπλοκή	0.48***	μσ
Φύλο	μσ	μσ
Τυχαίες επιδράσεις		
Σταθερά	0.06***	μσ
Υπολειπόμενη διακύμανση	0.63***	0.56***
Συσχέτιση μέσα στις ομάδες	9.1%	13.6%

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$, μσ = στατιστικά μη σημαντική

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 διαπιστώνεται ότι στην Αττική και στην Κύπρο, οι μαθητές φαίνεται να *ευχαριστούνται* το μάθημα της χημείας όταν το περιεχόμενο του μαθήματος σχετίζεται με την καθημερινή τους ζωή. Επιπλέον για τους μαθητές στην Αττική, βρέθηκε να το *ευχαριστούνται* όταν τους δίνεται η δυνατότητα να εκθέτουν τις ιδέες και τις προτάσεις τους την ώρα του μαθήματος και να μετέχουν στην επίλυση προβλημάτων. Οι επιδράσεις του *καθηγητή* και του *φύλου* δεν βρέθηκαν σημαντικές ($p > 0.05$). Επίσης, από την ανάλυση προέκυψε ότι για την Αττική και την Κύπρο το 9.1% και το 13.6% αντίστοιχα της διακύμανσης της *ευχαρίστησης* στο μάθημα της χημείας ερμηνεύεται από το μαθησιακό σκεπτικό που από κοινού βιώνουν οι μαθητές στην τάξη τους.

Συζήτηση και συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης μπορεί να φανούν χρήσιμα στους υπεύθυνους της εκπαίδευσης του μαθήματος της χημείας της Α' λυκείου, και ιδιαίτερα στους καθηγητές που διδάσκουν το μάθημα. Οι καθηγητές που επιθυμούν να βελτιώσουν τις *στάσεις* των μαθητών τους στο μάθημα της *χημείας*, αποτιμώντας τες ως αναγκαίες συνθήκες *μάθησης*, θα ήταν χρήσιμο να παρέμβουν στο μαθησιακό περιβάλλον και να το τροποποιήσουν ενισχύοντας τόσο τη *σύνδεση* του μαθήματος με τα ενδιαφέροντα και την καθημερινή *ζωή* των μαθητών τους όσο και τις μαθησιακές διαδικασίες οι οποίες αναδεικνύουν την *ακαδημαϊκή τους αποτελεσματικότητα*.

Επίσης, επισημαίνεται ότι για άλλη μια φορά, στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής έρευνας, το *εργαστηριακό* περιβάλλον αναδείχτηκε σε *συνθήκη* της μάθησης έναντι του παραδοσιακού «της ομιλίας και της κιμωλίας». Στο εργαστήριο γίνεται *χρήση της γνώσης* από τους ίδιους τους μαθητές, με την επίβλεψη του καθηγητή τους, ενώ στην τάξη επικρατεί η παθητική απόκτησή της από αυτούς. Όμως, σε ένα γνωσιο-κεντικό και εξεταστικό-κεντρικό εκπαιδευτικό σύστημα, όπως είναι αυτό της Ελλάδας, το επικρατέστερο μοντέλο της διδακτικής πράξης είναι εκείνο της *μεταβίβασης* της γνώσης, η οποία, όπως αποδεικνύεται μέσα κι από τη σχετική βιβλιογραφία δεν συμβάλλει θετικά στη μάθηση του μαθήματος της χημείας. Ως εκ τούτου, αρκετοί από τους μαθητές καταλήγουν να υποτιμούν το μάθημα, άλλοι να αδιαφορούν και αρκετοί να ανταποκρίνονται σε αυτό, έχοντας ως εξωτερικό κίνητρο την απόκτηση της καλής βαθμολογίας. Συνέπεια της ελλιπούς μάθησης, αλλά και της

επιδιωκόμενης από τους μαθητές, τους γονείς και τους καθηγητές εισόδου των πρώτων στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, αποτελεί η λειτουργία των φροντιστηρίων μέσης εκπαίδευσης. Τονίζεται ότι οι μαθητές υπομένουν στους χώρους αυτούς εκείνο τον τύπο μαθησιακής διαδικασίας τον οποίο απορρίπτουν άμεσα ή έμμεσα στο χώρο του σχολείου.

Γίνεται φανερό ότι τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης μπορούν να συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητα του *διαλόγου* της εκπαιδευτικής κοινότητας για τη λήψη αποφάσεων που να αφορούν στις αναγκαίες και ικανές αλλαγές των συνθηκών της εκπαίδευσης του μαθήματος της χημείας.

Βιβλιογραφία

Bouzakis, S., Chrisostomou, Chr, Filippou, G., Gagatsis, Ath., Kazamias, Andr., Papailiou- Keraunou, Elp. & Tsiakalos, G. (2004). Report of the educational reform committee. Nicosia, Cyprus: Ministry of Education and Culture. [In Greek].

Fraser, B. J. (1982). Test of Science Related Attitudes. Handbook. Macquarie University. Australian Council for Educational Research.

Fraser, B. J. (1994). Research on classroom and school climate. In d. Gabel (Ed.), Handbook of research on science teaching and learning (pp. 493-451). New York: Macmillan.

Fraser, B. J. (1996, March). NARST's expansion, internationalization and cross nationalization: History in the making. Presidential address presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO.

Fraser, B. J. (1998a). Science learning environments: Assessment, effects and determinants. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.). The International Handbook of Science Education (pp. 527-564). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Fraser, B. J. (2007). Classroom Learning Environments. In S. K. Abell and N. G. Lederman (Eds.). Handbook of research on science education, (pp. 103-124). Mahwah N.J. Lawrence Erlbaum.

Fraser, B.J., Giddings, G.J. & McRobbie, C.J. (1995). Evolution and Validation of Personal Form of an Instrument for Assessing Science Laboratory Classroom Environments. Journal of Research in Science Teaching, 32, 399-422.

Giallousi, M., Gialamas V., Pavlatou, A. E. & Spyrellis N. (2009). Development, Validation and Use of a Greek-Language Questionnaire for Assessing Learning Environments in Grade 10 Chemistry Classes, International Journal of Science and Mathematics Education, 8(4), 761-782.

Hedeker, D & Gibbons, R. D (1993) MIXREG: A Computer Program for Mixed Effects Regression Analysis with auto correlated Errors.

Koballa, R. T. & Glynn, Jr. (2007). Attitudinal and Motivational Constructs in Science Learning. In S. K. Abell and N. G. Ledermann (eds.). Handbook of research on science education, (pp. 75-102). Mahwah, NJ Lawrence Erlbaum.

Matsagouras, I. (1999b). School Classroom. Space. Group. Discipline. Method. Athens, Publication Gregory.

Millar, R. & Osborne, J. (1998). Beyond 2000: Science education for the future. The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation. King College London, School of Education.

- Moos, R. H. (1974). *The Social Climate Scales: An Overview*. Consulting Psychologists Press, Palo Alto, CA.
- Nunnally, J. C (1978). *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill.
- Osborne J. & Collins S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441-467.
- Petty, R. E. & Cacioppo, J. T. (1986) *Communication and persuasion: Central and peripheral routes to attitude change*. New York: Springer-Verlag.
- Salta, K. & Tzougraki, Chr. (2003). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science in Education*, 88, 535-547.
- Thompson, B. (1998a). Review of "what if there were no significance tests? *Educational and Psychological Measurement*, 58, 334-346.
- Thorpe, H., Burden, R. L. & Fraser, B. J. (1994). Assessing and improving classroom environment. *School Science Review*, 75, 107-113.
- Tsaparlis, G. (2008). The rivalry among the separate science subjects for dominance in secondary education: The case of Greece and beyond. In R. K. Coll & N. Taylor (Eds.), *Science education in context: An international examination of the influence of the context on science curricula development and implementation* (pp. 145-159). Rotterdam, The Netherlands: Sense.
- Van Aalsvoort, J. (2000). *Chemistry in products: a cultural-historical approach to initial chemical education*. Unpublished Ph. D., Utrecht University, Utrecht.
- Walberg, H. J. (1981). A Psychological Theory of Educational Productivity. In F. Farley & N.J. Gordon (eds.). *Psychology and Education: The State of the Union*. McCutchan, Berkeley, CA. 81-108.

Μάθηση σε μικρές ομάδες: Ο ρόλος της ηλικίας και των αλληλεπιδράσεων

Καλλέρη Μαρία

2^ο Γυμνάσιο Πυλαίας και Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, kallery@astro.auth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία η οποία αφορά τη μάθηση σε μικρές ομάδες παιδιών μικτών ηλικιών εξετάζεται η επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες καθώς και η ανάπτυξη της δεξιότητας της επικοινωνίας-συνεργασίας των μικρότερων παιδιών των ομάδων μιας τάξης. Στην έρευνα συμμετείχαν 4 σχολεία με τάξεις παιδιών ηλικίας από 4 έως και 6 ετών. Τα δεδομένα της έρευνας προέρχονταν από τις καταγραφές παρατηρήσεων των εκπαιδευτικών από την τάξη και από την ατομική αξιολόγηση των παιδιών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ της επίδοσης των μικρότερων παιδιών και του αριθμού των μεγαλύτερων παιδιών των ομάδων κάθε τάξης. Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίζει και η εξέλιξη του παράγοντα επικοινωνία-συνεργασία. Η γραφική παράσταση της επίδοσης των μικρών παιδιών σε σχέση με τον αριθμό των μεγάλων παιδιών των ομάδων δίνει τη δυνατότητα πρόβλεψης της αναμενόμενης επίδοσης των μικρότερων παιδιών μιας τάξης ανάλογα με την ηλικιακή σύνθεση των ομάδων της. Το τελευταίο μπορεί να αξιοποιηθεί για την ηλικιακή σύνθεση ομάδων μιας τάξης με στόχο την προώθηση της μάθησης των μικρότερων παιδιών της με γνωστικό επίπεδο χαμηλότερο αυτού των μεγαλύτερων.

Abstract

In the present work which concerns learning in mixed age small groups, we examine the performance in science and the progress of the communication-collaboration skill of the youngest students participating in the groups of a class. Four schools with classes of students 4-6 years of age participated in the study. Two sources of data were used: Teachers' recordings of classroom observations and children's individual assessments. Results showed that there is a linear relationship between the performance of the youngest children and the number of the older ones of the groups of each of the classes. Similar results were recorded for the communication-collaboration skill. The graphical representation of the youngest children's performance in science versus the number of the older children participating in the small groups, allows us to predict the expected performance of the youngest children of the class depending on the age composition of its small groups. The latter can be utilized in deciding the age composition of the small groups of a class with the aim to propel the youngest children's learning those with cognitive level lower than that of the older ones.

Εισαγωγή

Είναι πλέον αποδεκτός ο ρόλος της κοινωνικής αλληλεπίδρασης στη μάθηση και αποτελεί έναν ιδιαίτερα επιθυμητό στόχο στο περιβάλλον της μαθητικής τάξης. Οι κοινωνικές δεξιότητες επιτρέπουν στα άτομα να συμμετέχουν σε δραστηριότητες μάθησης και να ωφελούνται από τις ευκαιρίες να μαθαίνουν ο ένας από τον άλλον (Huber & Huber 2007). Ο Vygotsky και άλλοι θεωρητικοί όπως ο Dewey και ο Bruner έχουν εκφράσει την άποψη ότι οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις έχουν βασικό ρόλο στην κατανόηση της σημασίας των εννοιών και κατ' επέκταση στη μάθηση. Για να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος οι μαθητές χρειάζονται ένα μαθησιακό περιβάλλον που να προάγει τις αλληλεπιδραστικές διαδικασίες μάθησης και



μάλιστα ξεκινώντας από τις χαμηλότερες βαθμίδες της εκπαίδευσης (Schulgesetz für das Land Baden-Württemberg [Fassung vom 1.4.2004], όπως αναφέρεται στο Huber & Huber 2007). Στο κέντρο αυτής της προσέγγισης βρίσκεται η κατάσταση ή το πλαίσιο μέσα στο οποίο συντελείται η μάθηση και με το σκεπτικό ότι η μάθηση αποτελεί μια διαδικασία «συναλλαγής» θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να δημιουργεί περιβάλλοντα στα οποία οι μαθητές να μπορούν να συνεργάζονται με τους συμμαθητές τους και με τους ενήλικες (Hassard & Dias 2009). Τέτοιου είδους διευθετήσεις αποτελούν οι ‘μικρές ομάδες’ οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα ενεργητικής μάθησης μέσα από τη συνεργασία μεταξύ των μελών τους και τα προετοιμάζουν για μετέπειτα ενεργή συμμετοχή σε ευρύτερες κοινότητες. Σε διάφορες χώρες του κόσμου και σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης οι μικρές ομάδες δεν χρησιμοποιούνται μόνο για να βελτιώσουν τη μάθηση, τα κίνητρα των μαθητών και τις στάσεις τους (Blumenfeld, Marx, Soloway, Krajcik 1996, Slavin 1983) αλλά και σαν μέθοδος για το χειρισμό μεγάλου αριθμού ατόμων στην τάξη (Slavin 1983).

Ένας μεγάλος αριθμός ερευνών της διδακτικής πρακτικής στις Φυσικές Επιστήμες έχει δώσει αποτελέσματα που υποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της χρήσης μικρών συνεργατικών ομάδων παιδιών μικτών ικανοτήτων (Hassard and Dias 2009). Οι Hassard and Dias τονίζουν ότι ο όρος ‘συνεργατικός’ δίνει έμφαση στη σπουδαιότητα της λεκτικής επικοινωνίας μεταξύ των μαθητών κατά τις αλληλεπιδράσεις τους μέσα στη μικρή ομάδα, όταν δουλεύουν μαζί σε ένα συγκεκριμένο έργο. Επίσης οι Krajcik, Blumenfeld, Marx & Soloway (2000) αναφέρουν ότι ένας από τους στόχους της συνεργασίας και αλληλεπίδρασης είναι να χτιστεί η γνώση μέσα από συνομιλίες και συζήτηση. Επιπλέον η συνεργασία αυτή εισάγει τους μαθητές στη ‘γλώσσα’ του αντικειμένου μελέτης και σε τρόπους απόκτησης της γνώσης. Όμως πλην των θετικών παραγόντων που στηρίζουν τη μάθηση σε μικρές ομάδες υπάρχουν ευρήματα που υποδεικνύουν πιθανά προβλήματα που μπορεί να εμφανιστούν. Ένα από αυτά που αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία ως «social loafing» είναι η κατάσταση κατά την οποία μερικά μέλη της ομάδας αφήνουν τη δουλειά να γίνεται από τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας ενώ αυτοί απέχουν (τεμπελιάζουν). Το άλλο, που αναφέρεται ως «sucker effect», αφορά την ελλάτωση των κινήτρων των μαθητών που πιστεύουν ότι αυτοί είναι οι υπεύθυνοι για το έργο της ομάδας και έτσι κάνουν τη δουλειά συνεχώς οι ίδιοι. Τα ευρήματα αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπ’ όψη στο σχεδιασμό της διαδικασίας αλλά και στη σύνθεση και την οργάνωση της ομαδικής μάθησης.

Ενώ η μάθηση σε μικρές ομάδες έχει μακρά ιστορία (Wagner 1982), μόνο τις τελευταίες δεκαετίες οι ερευνητές έχουν εξετάσει συστηματικά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαθητών που διευκολύνουν τη μάθηση και τους παράγοντες που οδηγούν σε διαφορετικά «μοτίβα» αλληλεπίδρασης μεταξύ των ατόμων της ομάδας (Webb 1989). Ένας από τους παράγοντες είναι ο αριθμός των ατόμων που ενδείκνυται να συμμετέχουν σε μια μικρή ομάδα μάθησης. Οι Huber and Huber (2007) συγκεκριμένα συστήνουν ότι μια τέτοια ομάδα θα πρέπει να αποτελείται από τόσα άτομα όσα μπορούν να αλληλεπιδρούν απευθείας το ένα με το άλλο.

Ένας άλλος παράγοντας που φαίνεται να έχει αποδειχτεί σημαντικός είναι ο συνδυασμός των ηλικιών των μελών μιας μικρής ομάδας. Οι Furman, Rahe, Hartup (1979) ισχυρίζονται ότι η κοινωνικοποίηση σε ομάδες ‘μικτών ηλικιών’ βοηθά τα παιδιά με πολύ περισσότερους τρόπους από ότι αν αυτά συμμετείχαν σε ομάδες παιδιών της ίδιας ηλικίας. Έχει επίσης βρεθεί ότι η μάθηση και η καλλιέργεια λαβαίνει χώρα συνηθέστερα μέσα από αλληλεπιδράσεις μεγαλύτερων με μικρότερα παιδιά (Whiting and Whiting 1975, όπως αναφέρεται στο Furman, Rahe, Hartup 1979). Στις μικτές ηλικιακές ομάδες απαιτούνται προσαρμογές μεταξύ ατόμων των οποίων το αναπτυξιακό επίπεδο διαφέρει. Για τέτοιες καταστάσεις, ιδιαίτερα ενδιαφέροντα είναι τα εξής ευρήματα:

- Τα παιδιά προτιμούν να διδάσκονται από μεγαλύτερά τους (Allen and Feldman 1976).
- Τα μεγαλύτερα παιδιά αποτελούν αποτελεσματικότερα ‘υποδείγματα’ από ότι τα μικρότερα (Peifer 1971).

- Η μίμηση είναι χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης των παιδιών με μεγαλύτερά τους παρά με τα μικρότερα (Thelen & Kirkland 1976).

Στο πλαίσιο αυτό, στην παρούσα εργασία, μελετούμε τη μάθηση σε μικρές ομάδες παιδιών μικτών ηλικιών. Πιο συγκεκριμένα μελετούμε την επίδοση των μικρότερων παιδιών των ομάδων αυτών στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) καθώς και την ανάπτυξη της δεξιότητας της επικοινωνίας-συνεργασίας σε μια προσπάθεια να διαγνώσουμε αν αυτά επηρεάζονται από τον αριθμό των μεγαλύτερης ηλικίας παιδιών που συμμετέχουν στις ομάδες. Τα ερωτήματα που οδηγούν τη μελέτη μας είναι:

- Πώς μεταβάλλεται η επίδοση στις ΦΕ των μικρότερων παιδιών μιας τάξης τα παιδιά της οποίας εργάζονται σε μικρές ομάδες σε σχέση με τον αριθμό των μεγαλύτερων παιδιών που συμμετέχουν στις ομάδες της τάξης αυτής;
- Πως εξελίσσεται η επικοινωνία-συνεργασία των παιδιών αυτών καθ' όλη τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος που τα παιδιά ασχολούνται με δραστηριότητες ΦΕ;

Σχεδιασμός και πλαίσιο της μελέτης

Η έρευνα σχεδιάστηκε με σκοπό να υλοποιηθεί σε πραγματικές συνθήκες τάξης. Δεδομένου ότι στην Ελλάδα η μόνη βαθμίδα της εκπαίδευσης στην οποία οι τάξεις είναι ως επί το πλείστον μικτών ηλικιών είναι η προσχολική, η παρούσα έρευνα διεξήχθη σε τάξεις παιδιών ηλικίας από 4 έως 6 ετών (ηλικία στην οποία τα παιδιά εισέρχονται στη στοιχειώδη εκπαίδευση). Στη βαθμίδα αυτή της εκπαίδευσης οι ηλικίες ομαδοποιούνται ως εξής: 4-5 ετών προ-νήπια και 5-6 ετών νήπια. Συνολικά στην έρευνα συμμετείχαν 4 σχολεία από 4 διαφορετικούς Δήμους αστικών περιοχών της Θεσσαλονίκης, οι τάξεις των οποίων είχαν κατά μέσο όρο 20 μαθητές. Στις 3 από τις τάξεις αυτές φοιτούσαν παιδιά ηλικιών 4, 5 και 6 ετών ενώ στη μία από τις τάξεις που επελέγησαν φοιτούσαν μόνο προ-νήπια.

Σε όλες τις τάξεις τα παιδιά εργάστηκαν σε ομάδες. Παραδοσιακά στην ομαδική εργασία οι ομάδες περιλαμβάνουν έως και 6 παιδιά (βλέπε Huber and Huber 2007). Στην έρευνά μας κρίθηκε σκόπιμο να διαμορφωθούν ομάδες των 5 ατόμων θεωρώντας ότι είναι ένας αριθμός που δίνει καλή δυνατότητα αλληλεπιδράσεων. Με το σκεπτικό ότι καθένα παιδί φέρει μια πιθανότητα αλληλεπίδρασης με καθένα από τα άλλα της ομάδας, θεωρήσαμε ότι όταν ο αριθμός των προ-νηπίων είναι μικρότερος από αυτόν των νηπίων, καθένα από αυτά θα έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να αλληλεπιδράσει με ένα μεγαλύτερό του παιδί. Έτσι για το σκοπό της μελέτης μας, τροποποιήσαμε τον αριθμό των νηπίων που συμμετείχαν στις ομάδες κάθε τάξης κρατώντας το συνολικό αριθμό των παιδιών της κάθε ομάδας στα 5. Η ηλικιακή σύνθεση των ομάδων εξαρτήθηκε από τον αριθμό των παιδιών κάθε ηλικίας που φοιτούσαν στο κάθε σχολείο και ήταν ως εξής: Το σχολείο στο οποίο φοιτούσαν μόνο προνήπια οι ομάδες ήταν αμιγείς ομάδες προνηπίων. Η τάξη αυτή απετέλεσε την τάξη ελέγχου. Στο σχολείο που είχε μεγαλύτερο αριθμό προνηπίων από ότι νήπια, διαμορφώθηκαν ομάδες που αποτελούνταν από 3 προνήπια και 2 νήπια. Στα άλλα δύο σχολεία που ο αριθμός των νηπίων ήταν μεγαλύτερος από αυτόν των προνηπίων οι ομάδες αποτελούνταν στο ένα από 2 προνήπια και 3 νήπια και στο άλλο από 1 προνήπιο και 4 νήπια. Σε δύο από τα σχολεία επειδή ο αριθμός των παιδιών δεν αποτελούσε πολλαπλάσιο του 5 δημιουργήθηκε επιπλέον μία ομάδα 6 ατόμων στο καθένα.

Σε όλες τις τάξεις οι εκπαιδευτικοί υλοποίησαν δραστηριότητες ΦΕ με θέματα από τη Φυσική (βλέπε Kallery 2009, Καλλέρη 2010) και από την Αστρονομία (βλέπε Καλλέρη 2008, Kallery 2010). Οι δραστηριότητες αυτές ήταν οργανωμένες σε σειρές έτσι ώστε η ακολουθία τους να υποστηρίζει την οικοδόμηση νοήματος. Οι δραστηριότητες άρχισαν τον Οκτώβρη και ολοκληρώθηκαν το Μάιο. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στη μελέτη είχαν πολυετή πείρα στη διδασκαλία των ΦΕ στην προσχολική εκπαίδευση.



Συλλογή δεδομένων

Τα δεδομένα της έρευνας προέρχονται από δύο πηγές: τις καταγραφές των παρατηρήσεων των εκπαιδευτικών από την τάξη καθ' όλη τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος υλοποίησης των δραστηριοτήτων ΦΕ και από την αξιολόγηση των παιδιών. Για να δούμε πόσο καθένα από τα μέλη της κάθε ομάδας είχε προσωπικά ωφεληθεί ως προς την απόκτηση νέας γνώσης και την κατανόηση των εννοιών (Huber and Huber 2007) οι αξιολογήσεις των παιδιών ήταν ατομικές και για μεν τη Φυσική έγιναν με τη χρήση καρτών εννοιών (βλέπε Καλλέρη 2010) για δε την αστρονομία με ειδικά σχεδιασμένα μετα-διδασκτικά έργα (Kallery 2010). Η ατομική αξιολόγηση των δραστηριοτήτων άρχισε τον Ιανουάριο αφού τα παιδιά είχαν ολοκληρώσει τον απαιτούμενο πρώτο κύκλο (σειρές) δραστηριοτήτων και συνεχίστηκαν κάθε μήνα έως και το Μάιο με ορισμένο αριθμό δραστηριοτήτων.

Οι καταγραφές των εκπαιδευτικών από την τάξη οι οποίες συνοδεύονταν και από τα προσωπικά τους σχόλια περιλάμβαναν τα εξής:

1. Την εξέλιξη της εννοιολογικής μάθησης των παιδιών χωριστά προ-νηπίων και νηπίων σε κάθε μήνα της ενασχόλησής τους με τις δραστηριότητες ΦΕ από τον Οκτώβρη μέχρι και το Μάιο
2. Την εξέλιξη της επικοινωνίας και συνεργασίας των παιδιών στις ομάδες σε κάθε μήνα επίσης.

Οι καταγραφές για την εξέλιξη της επίδοσης των παιδιών στην τάξη προέρχονταν από την αλληλεπίδραση των εκπαιδευτικών με αυτά κατά την ώρα της εργασίας των ομάδων και από τις μεταξύ των παιδιών αλληλεπιδράσεις (συνομιλίες τους, παρατηρήσεις τους, κλπ.) και περιλάμβαναν στοιχεία όπως την άνεση στην απάντηση ερωτήσεων, την τεκμηρίωση απαντήσεων, τον αιτιολογημένο χειρισμό υλικών και την έκφραση «συνειδητής» γνώσης όπως τη χαρακτήρισαν οι εκπαιδευτικοί.

Οι καταγραφές για την εξέλιξη της επικοινωνίας- συνεργασίας προέρχονταν αποκλειστικά από τις συστηματικές παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών και περιλάμβαναν τη μηνιαία εκτίμησή τους για το βαθμό επικοινωνίας των μικρών παιδιών με τα μεγαλύτερα κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων καθώς επίσης και συμβάντα και σχόλια.

Ανάλυση των δεδομένων

Στην ανάλυση των ατομικών αξιολογήσεων οι απαντήσεις των παιδιών κατηγοριοποιήθηκαν σε αποδεκτές και μη αποδεκτές. Τα ευρήματα ποσοτικοποιήθηκαν δίνοντας την τιμή 1 στις αποδεκτές απαντήσεις και 0 στις μη αποδεκτές και υπολογίστηκε το ποσοστό επιτυχίας προ-νηπίων και νηπίων κάθε τάξης στο συγκεκριμένο έργο στο οποίο αξιολογήθηκαν. Από αυτά τα ευρήματα υπολογίστηκε ο μέσος όρος της επίδοσης για κάθε μήνα αξιολόγησης χωριστά για τα νήπια και τα προ-νήπια κάθε τάξης (για το σκοπό της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα ευρήματα μόνο για τα προ-νήπια).

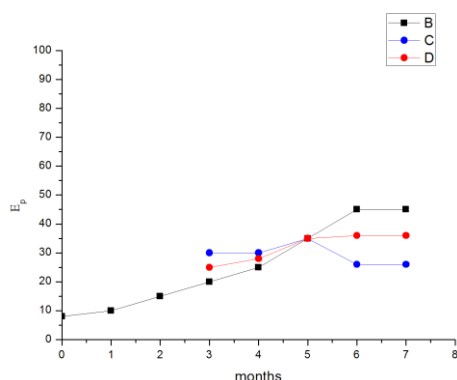
Στην ανάλυση των καταγραφών από την τάξη για την εννοιολογική μάθηση έγινε ποσοτικοποίηση των δεδομένων. Σε ομαδικές συναντήσεις των εκπαιδευτικών και της ερευνήτριας (συγγραφέα της παρούσας εργασίας) οι εκπαιδευτικοί με βάση τις παρατηρήσεις τους και την εμπειρία τους από την «πραγματικότητα της τάξης», ποσοτικοποίησαν την επίδοση των παιδιών για κάθε μήνα δίνοντας ποσοστό επίδοσης από 0 έως 100, χωριστά για τα νήπια και τα προ-νήπια κάθε τάξης (για το σκοπό της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα ευρήματα μόνο για τα προ-νήπια).

Η τελική επίδοση των παιδιών υπολογίστηκε βρίσκοντας το μέσο όρο της επίδοσης στην τάξη και της επίδοσης από τις ατομικές αξιολογήσεις για κάθε μήνα από τον Ιανουάριο έως και το Μάιο.

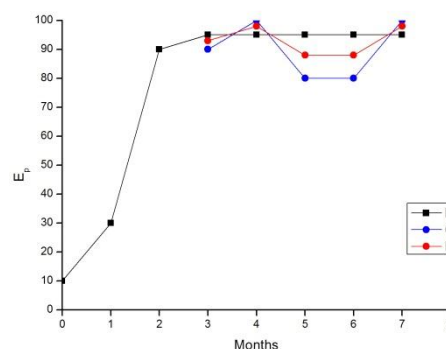
Στην ίδια βάση οι εκπαιδευτικοί ποσοτικοποίησαν τις καταγραφές που αφορούσαν την εξέλιξη του παράγοντα επικοινωνία-συνεργασία δίνοντας για κάθε μήνα ποσοστό από 0 έως 100.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων για τα μικρά παιδιά και για τους δύο παράγοντες που διερευνήθηκαν στη μελέτη μας, παραστάθηκαν γραφικά για κάθε τάξη χωριστά. Δύο ενδεικτικές γραφικές παραστάσεις που προέκυψαν είναι αυτές των σχημάτων 1 και 2. Στις παραστάσεις αυτές παρουσιάζονται στο σχήμα 1 τα ευρήματα της επίδοσης των προ-νηπίων από την αμιγή τάξη και στο σχήμα 2 από την τάξη με ομάδες που είχαν σύνθεση 1 προ-νήπιο και 4 νήπια.

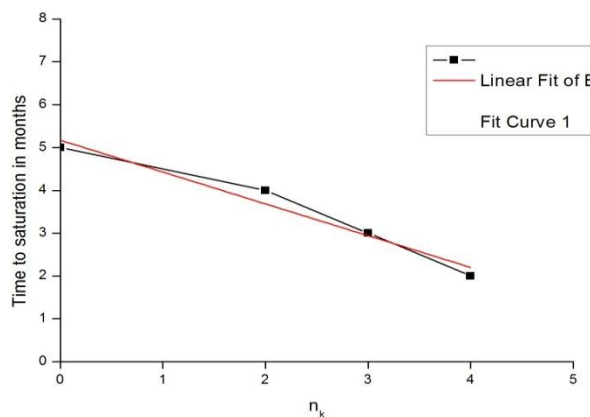


Σχήμα 1. Επίδοση μαθητών στην αμιγή τάξη



Σχήμα 2. Επίδοση προ-νηπίων στην τάξη με σύνθεση ομάδων 1 προ-νήπιο και 4 νήπια

Στις γραφικές αυτές παραστάσεις η καμπύλη B προέρχεται από τα δεδομένα της τάξης, η καμπύλη C από τις αξιολογήσεις των παιδιών και η καμπύλη D από το μέσο όρο των B και C. Επίσης φαίνεται το μέγιστο στο οποίο έφτασε η επίδοση των παιδιών αλλά και το σημείο στο οποίο αυτή άρχισε να σταθεροποιείται, δηλαδή να παρουσιάζει σχετικά μικρές διακυμάνσεις σε σχέση με τους προηγούμενους μήνες. Οι παραστάσεις αυτές παρέχουν ακόμη μία ενδιαφέρουσα πληροφορία. Δείχνουν το χρόνο που χρειάστηκε για να φτάσουν τα μικρά παιδιά κάθε τάξης στο μέγιστο της επίδοσης από τότε που άρχισαν να ασχολούνται με δραστηριότητες ΦΕ και να συνεργάζονται στις ομάδες. Είναι ενδιαφέρον ότι όσο περισσότερα είναι τα μεγάλα παιδιά που συμμετέχουν στις ομάδες μιας τάξης τόσο γρηγορότερα τα μικρά παιδιά έφτασαν στο μέγιστο της επίδοσής τους. Τα ευρήματα αυτά παραστάθηκαν γραφικά και έδωσαν την καμπύλη του σχήματος 3.



Σχήμα 3. Χρόνος προσέγγισης του μεγίστου της επίδοσης των μικρών παιδιών (προ-νήπιων) σε σχέση με τον αριθμό των μεγάλων παιδιών (νήπιων) που συμμετείχαν στις ομάδες κάθε τάξης

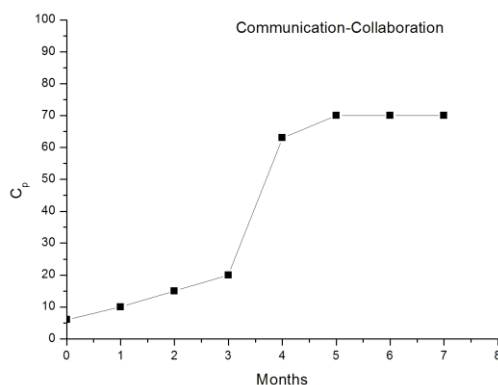
Χαρακτηριστικές είναι οι παρατηρήσεις που κατέγραψαν οι εκπαιδευτικοί. Για παράδειγμα η εκπαιδευτικός της τάξης με σύνθεση ομάδων 1 προ-νήπιο και 4 νήπια γράφει:

-Τον πρώτο μήνα προσαρμογής δηλαδή στο στάδιο συνειδητοποίησης δεν παρατήρησα τίποτα. Μετά το μήνα αυτό τα παιδιά κυριολεκτικά έφυγαν σαν σφαίρα προς τα πάνω και παρέμειναν σε ένα πολύ υψηλό επίπεδο.

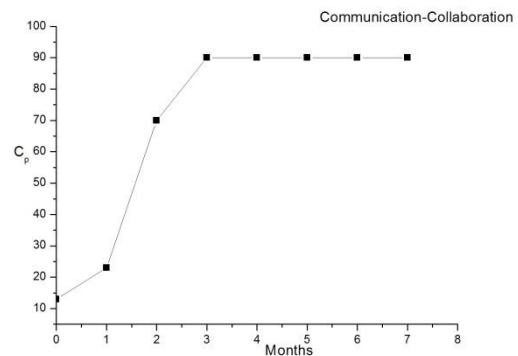
Η εκπαιδευτικός των ομάδων με σύνθεση 2 νήπια και 3 προ-νήπια γράφει:

-Τα παιδιά ήταν για καιρό αλλού για αλλού [η έκφραση εννοεί χωρίς συγκρότηση και συνείδηση του τι γινόταν]. Η επίδοση μηδαμινή, απογοητευτική. Έφτασε Φεβρουάριος και ξαφνικά συνειδητοποίησα ότι έγινε μια ξαφνική πρόοδος. Ανέβηκαν αρκετά ψηλά, όμως κάτω από αυτό που περιγράφει η Π (η εκπαιδευτικός της τάξης με σύνθεση ομάδων 1 προ-νήπιο και 4 νήπια).

Αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις με αυτές της επίδοσης των μικρών παιδιών διαμορφώθηκαν και από τις τιμές του παράγοντα επικοινωνία-συνεργασία. Δύο τέτοιες γραφικές παραστάσεις είναι αυτές των σχημάτων 4 και 5 που προέρχεται από τις τάξεις των οποίων οι ομάδες είχαν σύνθεση 3 προ-νήπια και 2 νήπια και 2 προ-νήπια και 3 νήπια αντίστοιχα.



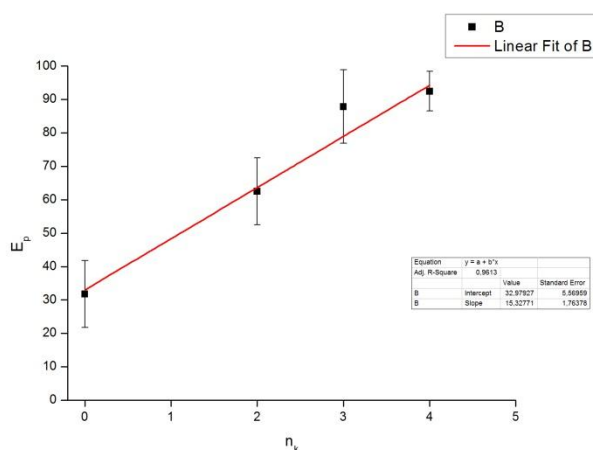
Σχήμα 4. Εξέλιξη του παράγοντα επικοινωνία-συνεργασία στην τάξη με σύνθεση ομάδων 3 προ-νήπια και 2 νήπια



Σχήμα 5. Εξέλιξη του παράγοντα επικοινωνία-συνεργασία στην τάξη με σύνθεση ομάδων 2 προ-νήπια και 3 νήπια

Από την καμπύλη D των γραφικών παραστάσεων της επίδοσης υπολογίστηκε για τα προνήπια κάθε τάξης ο μέσος όρος επίδοσης για τους μήνες από τον Ιανουάριο έως και το Μάιο καθώς και το εύρος αβεβαιότητας της τιμής του μέσου όρου.

Οι τιμές αυτές έδωσαν τη γραφική παράσταση του σχήματος 6 στην οποία παρουσιάζεται η επίδοση E_p των μικρών παιδιών (προ-νηπίων) σε σχέση με τον αριθμό n_k των μεγάλων παιδιών (νηπίων) που συμμετείχαν στις ομάδες κάθε τάξης.



Σχήμα 6. Επίδοση των μικρών παιδιών (προ-νηπίων) κάθε τάξης σε σχέση με τον αριθμό των μεγάλων παιδιών (νηπίων) που συμμετείχαν στις μικρές ομάδες της κάθε τάξης

Πολύ παρόμοια εξέλιξη παρουσιάζει και ο παράγοντας επικοινωνία-συνεργασία όπως προέκυψε από τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις. Όσο περισσότερα ήταν τα νήπια στην ομάδα τόσο γρηγορότερη και καλύτερη η επικοινωνία και η συνεργασία. Η εκπαιδευτικός της τάξης με σύνθεση ομάδων 3 προ-νήπια και 2 νήπια (η καμπύλη εξέλιξης του παράγοντα αυτού δίνεται από το σχήμα 4) γράφει σχετικά:

- Για καιρό η επικοινωνία δεν ήταν καλή. Τα μικρά φαινόταν να μην επικοινωνούν με τα μεγάλα και δεν συνεργάζονταν. Από το Φεβρουάριο και μετά τα πράγματα άλλαξαν. Τώρα όταν λείπουν κάποια μικρά έχουμε πρόβλημα. Δέθηκαν τόσο καλά που όταν λείπουν τα μικρά δεν μπορούν να δουλέψουν χωρίς αυτά.

Η εκπαιδευτικός του σχολείου με σύνθεση ομάδων 2 προ-νήπια και 3 νήπια (η καμπύλη εξέλιξης του παράγοντα αυτού δίνεται από το σχήμα 5) σχετικά γράφει:

- Στην αρχή ο καθένας έκανε ότι ήθελε, το δικό του. Συνεννόηση καμία. Μετά το χρόνο προσαρμογής τα μεγάλα άρχισαν να δείχνουν στα μικρά τι να κάνουν, τους έδιναν συμβουλές και τους ανέθεταν καθήκοντα στη συνεργασία τους όπως για παράδειγμα να βρουν και να φέρουν στην ομάδα κάποια υλικά κ.ά.

Από τη γραφική παράσταση 6 φαίνεται ότι μεταξύ της μέγιστης επίδοσης των μικρών παιδιών (προ-νηπίων) και του αριθμού των μεγάλων παιδιών (νηπίων) που συμμετείχαν στις ομάδες της κάθε τάξης υπάρχει μια γραμμική σχέση. Με βάση τη σχέση αυτή μπορούμε να προβλέψουμε τα αναμενόμενα αποτελέσματα στις επιδόσεις των μικρότερης ηλικίας παιδιών μιας τάξης ανάλογα με την ηλικιακή σύνθεση των μικρών ομάδων της τάξης αυτής. Για να ελεγχθεί το αποτέλεσμα αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα από τις δύο επιπλέον ομάδες των 6 ατόμων (αριθμός που δεν ξεπερνάει τον παραδοσιακά μέγιστο) που όπως ήδη αναφέραμε δημιουργήθηκαν σε δύο από τις τάξεις. Οι ομάδες αυτές είχαν σύνθεση η μία 4 νήπια και 2 προ-νήπια και η άλλη 4 προ-νήπια και 2 νήπια. Το αποτέλεσμα έδωσε τιμές επίδοσης των προ-νηπίων πολύ κοντά στις προβλεπόμενες από την ευθεία του σχήματος 6, με μικρές αποκλίσεις στη μία περίπτωση 4% και στην άλλη 1%.



Συμπεράσματα και επιπτώσεις

Συμπερασματικά από τη μελέτη αυτή φαίνεται ότι σε μικρές ομάδες μάθησης στις ΦΕ η σύνθεση των ηλικιών μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στους παράγοντες ‘απόκτηση νέας γνώσης’ και ‘επικοινωνία-συνεργασία’ καθώς και στο χρόνο στον οποίο τα μικρότερα παιδιά μπορούν να φτάσουν στο μέγιστο των παραγόντων αυτών. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των αλληλεπιδράσεων των μικρών παιδιών με μεγαλύτερά τους οι παραπάνω παράγοντες φαίνεται να επηρεάζονται θετικά.

Τα αποτελέσματα μπορούν να ερμηνευτούν με βάση τα ευρήματα προηγούμενων μελετών που, όπως αναφέρεται στην εισαγωγή της παρούσας εργασίας, έχουν δείξει ότι τα παιδιά διδάσκονται από τα μεγαλύτερα τα οποία και αποτελούν για αυτά μοντέλα προς μίμηση (Allen and Feldman 1976, Peifer 1971, Thelen & Kirkland 1976). Η παρούσα εργασία δεν δίνει μόνο ποιοτική επιβεβαίωση στις ερμηνείες αυτές αλλά και ποσοτικοποιεί το ρόλο της ηλικιακής σύνθεσης των μικρών ομάδων εργασίας μιας τάξης στις ΦΕ. Με βάση τα παραπάνω, η επιλεγμένη σύνθεση των μικρών ομάδων με μεγαλύτερο αριθμό μεγάλων παιδιών επιβεβαιωμένου υψηλού επιπέδου γνώσης και δεξιοτήτων στις ΦΕ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την προώθηση της μάθησης μικρότερων παιδιών μιας ηλικιακά μικτής τάξης των οποίων το γνωστικό επίπεδο είναι εμφανώς χαμηλότερο αλλά και οι κοινωνικές τους αλληλεπιδράσεις περιορισμένες (βλέπε Furman, Rahe, Hartup 1979).

Συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί

Η υλοποίηση των δραστηριοτήτων και η συλλογή των δεδομένων έγιναν από τις:
Φ. Σαρηγιαννίδου, Μ. Χωματά, Π. Πατηνιώτη, Ε. Φραγκονικολάκη.

Βιβλιογραφία

Καλλέρη, Μ. (2008). Προσεγγίζοντας το Διαστημικό Χώρο στην Προ-σχολική και Πρώτη Σχολική Ηλικία. Αρίων Εκδοτική, Θεσσαλονίκη.

Καλλέρη, Μ. (2010). Έννοιες και Φαινόμενα από τη Φυσική για την Προσχολική και Πρώτη Σχολική Ηλικία, Αρίων Εκδοτική, Θεσσαλονίκη.

Allan, V. L. and Feldman, R. S. (1976). Studies on the role of tutor. In V. L. Allen (Ed.) Children as tutors. New York: Academic Pres.

Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Soloway, E. & Krajcik, J. (1996). Learning with peers: From small group cooperation to collaborative communities. Educational Researcher, Vol. 25, No. 8, pp37-40.

Furman, W., Rahe, D. F. and Hartup, W.W (1979). Rehabilitation of socially withdrawn preschool children through mixed-age and same-age socialization. Child Development, Vol. 50, No.4 pp. 915-922.

Hassard, J and Dias, M. (2009). The art of teaching science, Inquiry and innovation in middle school and high school, 2nd Edition, Routledge, New York and London.

Huber, G. & Huber, A. (2007). Structuring group interaction to promote thinking and learning during small group learning in high school settings. *Computer supported collaborative learning*, vol. 8.

Kallery, M., (2009). Introducing Floating and Sinking in Pre-school Employing Activities Developed Through a ‘Collaborative Partnership’ Approach. Paper presented in the 7th International Conference of the European Science Education Research Association, Istanbul, Turkey, August-September 2009.

Kallery, M. (2010 in press, 1st published on line on February 10). Astronomical concepts and Events Awareness for Young Children. International Journal of Science Education, Forthcoming articles.

Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R., and Soloway, E., (2000). Instructional, Curricular, and Technological Supports for Inquiry in Science Classrooms, in Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science, Minstrell and van Zee (eds). AAAS, Washington DC.

Peifer, M. R. (1971). The effects of varying age-grade status of models on the imitative behavior of six-year-old boys. Unpublished doctoral dissertation, University of Delaware.

Schulgesetz für das Land Baden-Württemberg (Fassung vom 1.4.2004) [School law for the Land Baden-Württemberg]. Found on Sept. 08, 2005, under <http://www.leu.bw.schule.de/bild/SchG.pdf>

Slavin, R. E. (1983). Cooperative Learning, New York: Longman.

Thelen, M. H. & Kirkland, K. D. (1976). On status and being initiated: The effects on reciprocal imitation and attraction. Journal of Personality and Social Psychology, 33, 691-697.

Wagner, L. (1982). Peer Teaching: Historical Perspectives. West Point, CT: Greenwood Press.

Whiting, B. B. and Whiting, J. W. M. (1975). Children of six cultures: a psychocultural analysis. Cambridge, Mass: Harvard University Press.



Διερεύνηση διδακτικών πρακτικών που εφαρμόζονται κατά τη διδασκαλία θεμάτων Χημείας στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Αλέξανδρος Ρούμκος¹, Γιώργος Παπαγεωργίου²

¹ 2^ο Γραφείο Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Ν. Έβρου
alroumkos@hotmail.com

² Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
grapageo@eled.duth.gr

Περίληψη. Η επίτευξη των στόχων μιας διδασκαλίας θεμάτων Χημείας στο Δημοτικό Σχολείο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις πρακτικές που υιοθετεί ο δάσκαλος για τη διδασκαλία του συγκεκριμένου αντικειμένου. Στην παρούσα έρευνα, που αποτελεί μια περίπτωση χαρτογράφησης αυτών των πρακτικών σε δημοτικά σχολεία του Ν. Έβρου, συμμετείχαν πέντε εκπαιδευτικοί με διαφορετικά χρόνια υπηρεσίας και διαφορετικό προφίλ σπουδών. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δέκα διδασκαλιών που μαγνητοφωνήθηκαν, δύο για κάθε εκπαιδευτικό, ανέδειξαν τέσσερις κατηγορίες συμβατών μεταξύ τους διδακτικών πρακτικών οι οποίες δείχνουν ότι ακολουθείται κατά βάση το παραδοσιακό μοντέλο κατά τη διδασκαλία θεμάτων Χημείας, αν και διαπιστώθηκαν διαφοροποιήσεις μεταξύ των εκπαιδευτικών.

Abstract. The Primary teachers' effectiveness in teaching Chemistry topics depends, to a certain degree, on the practices that the teachers apply in the classroom. The present research is an attempt to record and study these practices during ten classes, which took place in Primary schools of the Prefecture of Evros. In those classes, five teachers with different years of service and different profiles of studies were participated. The analysis of the results from the classes led to the formation of four categories of teaching practices, compatible to each other, showing that the traditional model is the common basis for the teaching of Chemistry topics, although differences among the teachers were recorded.

Εισαγωγή

Οι διδακτικές πρακτικές σχετίζονται γενικά με ένα σύνολο από χαρακτηριστικά που αφορούν στο σχεδιασμό και στην οργάνωση της διδακτικής-μαθησιακής πορείας (Willer 1977). Σύμφωνα με τον Bleichroth (1991), χαρακτηριστικά σημεία διαφοροποίησης των διδακτικών πρακτικών στις Φυσικές Επιστήμες αφορούν στην κατανομή των δραστηριοτήτων ανάμεσα στο δάσκαλο και στους μαθητές, αλλά και στην εξέλιξη του μαθήματος, τόσο σε σχέση με τις γενικές αντιλήψεις για τη μάθηση και τις βοηθητικές δραστηριότητες των μαθητών, όσο και αναφορικά με ειδικά στοιχεία των Φυσικών Επιστημών (Αποστολάκης κ.ά. 2005). Έτσι, με βάση τις πρακτικές που εφαρμόζονται σήμερα στο χώρο των Φυσικών Επιστημών διαμορφώνονται τρία κύρια διδακτικά μοντέλα:

Α) Το παραδοσιακό μοντέλο είναι αυτό που χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '60 και που σε πολλές χώρες χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα. Θεωρεί ότι το μυαλό του μαθητή είναι κάτι σαν άγραφο χαρτί πάνω στο οποίο ο δάσκαλος μπορεί να εγγράφει οτιδήποτε ή καλύτερα να εγγράφει τη

δική του επιστήμη. Θεωρεί ότι ο μαθητής δεν έχει καμία γνώση για κάποιο θέμα πριν το διδαχτεί επίσημα στο σχολείο. Σύμφωνα με την παραπάνω άποψη η επιστήμη του δασκάλου μεταδίδεται στο μαθητή. Όσον αφορά στις διδακτικές πρακτικές, οι πιο αποτελεσματικές για τη μετάδοση της γνώσης στους μαθητές είναι εκείνες που ο δάσκαλος λέει σ' αυτούς ποια πράγματα «πρέπει» να μάθουν. Συνεπώς η έμφαση δίνεται σε κλειστές πρακτικές διδασκαλίας, που δέχονται τη ροή πληροφοριών από το δάσκαλο στους μαθητές (Newton, Driver & Osborne 1999). Είναι πιθανόν το μάθημα να περιλαμβάνει και πρακτική άσκηση με σκοπό να αυξηθεί το ενδιαφέρον των παιδιών, συνήθως όμως περιστρέφεται γύρω από την απόδειξη της θεωρίας. Το περιεχόμενο διασπάται σε μικρές ενότητες που αποτελούν μια προσεκτικά επιλεγμένη ύλη από κάποιο ειδικό (Κόκκοτας 2008).

Β) Το μοντέλο της ανακαλυπτικής διδασκαλίας στηρίζεται στην υπόθεση ότι αν στα παιδιά δοθούν τα απαραίτητα μέσα και τους υποβληθούν ερωτήσεις ανοικτού τύπου, τότε αυτά καθοδηγούμενα με κατάλληλο τρόπο θα μπορέσουν να ανακαλύψουν για τους εαυτούς τους τη γνώση (Κόκκοτας 2008). Ως προς τις διδακτικές πρακτικές, αυτές συνήθως περιλαμβάνουν δραστηριότητες οι οποίες θα παρέχουν στα παιδιά τις κατάλληλες παρατηρήσεις από τις οποίες ίσως εξαχθούν και τα κατάλληλα συμπεράσματα. Ο ρόλος του δασκάλου σ' αυτές είναι καθοδηγητικός και μπορεί να ποικίλλει ως προς το βαθμό βοήθειας (μεγάλο ή μικρό), χωρίς να είναι αποσαφηνισμένο πλήρως αν η ελάχιστη ή η μέγιστη βοήθεια είναι αυτή που οδηγεί στην καλύτερη αποτελεσματικότητα των πρακτικών αυτών (Kirschner, Sweller & Clark 2006).

Γ) Το μοντέλο της εποικοδομιστικής διδασκαλίας έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια με βάση την εποικοδομιστική υπόθεση για τη διδασκαλία και τη μάθηση, όπου κύριο χαρακτηριστικό είναι η διδακτική αξιοποίηση των αρχικών ιδεών των μαθητών για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης. Οι διδακτικές πρακτικές πραγματεύονται τις εμπειρίες, τις ιδέες και τις ερμηνείες των μαθητών ώστε να τα πειστούν για την αξία των επιστημονικά αποδεκτών ιδεών (Newton, Driver & Osborne 1999). Ένα χαρακτηριστικό διδακτικό σχήμα είναι αυτό που πρότειναν οι Cosgrove και Osborne (1985), σε συνδυασμό με αντίστοιχο των Driver και Oldham (1986), το οποίο περιλαμβάνει πέντε φάσεις: προσανατολισμού ή ανάδειξης των ιδεών των μαθητών, δοκιμασίας ιδεών ή εστίασης, εισαγωγής της επιστημονικής γνώσης, εφαρμογής της νέας γνώσης και ανασκόπηση ή σύγκριση των ιδεών.

Σύμφωνα με την Gabel (2003) οι στόχοι της διδασκαλίας των Φ.Ε. θα πρέπει σε όλα τα επίπεδα να είναι η εννοιολογική κατανόηση και η επιστημονική αναζήτηση. Για την επίτευξη αυτών των στόχων χρησιμοποιούνται διάφορες διδακτικές στρατηγικές. Οι στρατηγικές αυτές, όπως τις παραθέτει η Gabel (2003) αφορούν τη χρήση: των τριών φάσεων (εξερεύνηση, εφεύρεση, εφαρμογή) του κύκλου μάθησης, της διαδραστικής φύσης του τρίπτυχου Επιστήμη/Τεχνολογία/Κοινωνία, καταστάσεων της πραγματικής ζωής, παράδοξων γεγονότων, αναλογιών, της συνεργατικής μάθησης, του χρόνου αναμονής, της εννοιολογικής χαρτογράφησης, της έρευνας και της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων.

Ο Treagust (2007) αναφέρει ότι υπάρχει μια πολλαπλότητα διδακτικών μεθόδων και στρατηγικών που χρησιμοποιούνται στην τάξη των Φ.Ε. οι οποίες ποικίλουν από αυτές που είναι κυρίως διδακτικές ή δασκαλοκεντρικές μέχρι αυτές που είναι κυρίως μαθητοκεντρικές. Οι μέθοδοι αυτές είναι οι επιδείξεις, οι επεξηγήσεις στην τάξη, η διατύπωση ερωτήσεων, οι μορφές των αναπαραστάσεων, η ομαδική και συνεργατική μάθηση και οι απαγωγικές-επαγωγικές προσεγγίσεις όπως ο κύκλος μάθησης.

Αναφορικά με τους τρόπους προώθησης, ενίσχυσης και υποστήριξης της κατανόησης στις Φ.Ε. ο Newton (2001) τονίζει ότι αυτό που καθορίζει τη συμπεριφορά στην τάξη ενός δασκάλου της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι κάτι το περίπλοκο. Οι δάσκαλοι διατηρούν πολλές και ποικίλες πεποιθήσεις και έννοιες σχετικά με την επιστήμη, τη φύση της επιστήμης, τη διδασκαλία και τη μάθηση, τις δυνατότητες των παιδιών και την ευρύτητα και



το βάθος της γνώσης του αντικειμένου από τους ίδιους. Όλα αυτά είναι πιθανό να διαμορφώνουν τη συμπεριφορά τους στην τάξη. Επιπλέον, το είδος της κατανόησης που θέλει να ενισχύσει ένας δάσκαλος θα διαμορφώσει και το είδος της δραστηριότητας που θα επιλεγεί για να υποστηρίξει την πρόοδο στο μάθημα των Φ.Ε. Οι δραστηριότητες, οι οποίες προωθούν την κατανόηση στις Φ.Ε. σύμφωνα με τον Newton (2001) είναι: επεξηγήσεις, μοντέλα, αναλογίες, συζητήσεις, πρακτική εργασία, παιχνίδια, στοχευμένες ερωτήσεις και γεφύρωμα μεταξύ της υπάρχουσας και της νέας γνώσης.

Οι Magnusson, Krajcik, και Borko (1999) στο άρθρο τους για την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (PCK) για τη διδασκαλία των Φ.Ε. κατατάσσουν τις διδακτικές στρατηγικές σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη περιλαμβάνει τις εξειδικευμένες επί του μαθήματος στρατηγικές (Subject-specific Strategies) και η δεύτερη τις εξειδικευμένες επί μιας συγκεκριμένης ενότητας στρατηγικές (Topic-specific Strategies). Αναφορικά με την πρώτη κατηγορία οι συγγραφείς αναφέρουν ότι ένας αριθμός εξειδικευμένων επί του γνωστικού αντικειμένου στρατηγικών έχουν αναπτυχθεί στην επιστημονική εκπαίδευση, πολλές από τις οποίες αποτελούν διδακτικές πορείες τριών ή τεσσάρων φάσεων. Ενδεχομένως η ευρύτερα γνωστή από τις συγκεκριμένες στρατηγικές είναι ο «κύκλος μάθησης» μια διδακτική στρατηγική τριών φάσεων που συνίσταται από την εξερεύνηση, την εισαγωγή όρων και την εφαρμογή της έννοιας (Karplus & Thier 1967, Lawson, Abraham, & Renner 1989), Στρατηγικές που έχουν αναπτυχθεί πιο πρόσφατα όπως το μοντέλο παραγωγικής μάθησης, οι στρατηγικές της εννοιολογικής αλλαγής και η καθοδηγούμενη έρευνα, έχουν τυπικά πρόσθετες φάσεις σχεδιασμένες για να υποστηρίξουν την εννοιολογική αλλαγή.

Οι εξειδικευμένες επί μιας συγκεκριμένης ενότητας στρατηγικές είναι αυτές που χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν συγκεκριμένες επιστημονικές έννοιες. Οι στρατηγικές αυτές διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, τις αναπαραστάσεις και τις δραστηριότητες. Οι αναπαραστάσεις, που μπορεί να είναι απεικονίσεις, παραδείγματα, μοντέλα ή αναλογίες, χρησιμοποιούνται για την παρουσίαση εξειδικευμένων εννοιών και αρχών με σκοπό τη διευκόλυνση της μάθησης. Οι δραστηριότητες που μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την κατανόηση επιστημονικών εννοιών και σχέσεων είναι τα προβλήματα, οι επιδείξεις, οι προσομοιώσεις, οι εξερευνήσεις ή τα πειράματα (Magnusson, Krajcik & Borko 1999).

Σχετικά με τις αναπαραστάσεις ο Treagust (2007) επισημαίνει ότι αυτές πιθανόν να εκφράζονται με ποικίλες μορφές όπως λεκτικές, μαθηματικές, οπτικές και δραστικές-λειτουργικές. Διαφορετικοί τύποι αναπαραστάσεων χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν την εννοιολογική κατανόηση και ένας αξιοσημείωτος αριθμός ερευνών έχει διεξαχθεί για να εξετάσει τις επιδράσεις μιας απλής αναπαράστασης στη μάθηση.

Μεθοδολογία της έρευνας

Σκοπός της παρούσης έρευνας, που αποτελεί μια μελέτη περίπτωσης, είναι η αποτύπωση των διδακτικών πρακτικών που υιοθετούν εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης κατά την πραγμάτευση θεμάτων Χημείας στα πλαίσια του μαθήματος «Ερευνώ τον Φυσικό Κόσμο». Πιο συγκεκριμένα η παρούσα έρευνα επιδιώκει να διερευνήσει:

- α) τις κυρίαρχες διδακτικές πρακτικές που εφαρμόζουν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδασκαλία θεμάτων Χημείας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.
- β) το βαθμό διαφοροποίησης αυτών των πρακτικών από εκπαιδευτικό σε εκπαιδευτικό με βάση τα χρόνια υπηρεσίας τους και το προφίλ των σπουδών τους.

Στην έρευνα συμμετείχαν 5 εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης όλες γυναίκες με διαφορετικά χρόνια υπηρεσίας και διαφορετικό προφίλ σπουδών, οι οποίες δίδασκαν σε σχολεία αστικών και ημιαστικών περιοχών του Ν. Έβρου. Έχοντας υπόψη ότι τα χρόνια υπηρεσίας και το είδος των σπουδών ενδέχεται να διαφοροποιούν τις διδακτικές πρακτικές στις Φυσικές Επιστήμες και ειδικότερα σε θέματα Χημείας οι παραπάνω εκπαιδευτικοί επιλέχθηκαν ως αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις των εξής κατηγοριών: α) πτυχιούχοι Παιδαγωγικών Τμημάτων με λίγα ως μέτρια χρόνια υπηρεσίας (Σοφία, Φαίη), β) πτυχιούχοι Παιδαγωγικών Ακαδημιών με πολλά χρόνια υπηρεσίας που παρακολούθησαν πρόγραμμα εξομοίωσης(Έφη, Ελένη) γ) πτυχιούχοι Παιδαγωγικών Ακαδημιών με πολλά χρόνια υπηρεσίας που δεν παρακολούθησαν πρόγραμμα εξομοίωσης (Φανή).

Η μέθοδος έρευνας που υιοθετήθηκε στο πλαίσιο της παρούσης εργασίας είναι η μελέτη περίπτωσης, ενώ ως εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η παρατήρηση και η μαγνητοφώνηση διδασκαλιών. Συγκεκριμένα κατόπιν συνεννοήσεως με καθεμία από τις εκπαιδευτικούς που συμμετείχε στην έρευνα, μαγνητοφωνήθηκαν και απομαγνητοφωνήθηκαν δυο διδασκαλίες του κεφαλαίου «Οξέα, Βάσεις Άλατα» από το βιβλίο «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο» της ΣΤ΄ τάξης.

Η έρευνα έλαβε χώρα κατά το εαρινό εξάμηνο του σχολικού έτους 2008-2009. Κατά τη διάρκεια της μαγνητοφώνησης ο ερευνητής καθόταν διακριτικά σε μία άκρη της αίθουσας και κρατούσε σημειώσεις, που αφορούσαν τις διδακτικές ενέργειες της δασκάλας με τη βοήθεια ειδικά διαμορφωμένου φυλλαδίου καταγραφής διδασκαλιών (βλέπε Παράρτημα). Για την κατασκευή του φυλλαδίου χρησιμοποιήθηκαν, τροποποιήθηκαν και προσαρμόστηκαν ερευνητικά εργαλεία διαφόρων ερευνών (Newton, Driver & Osborne,1999· Newton & Newton, 2000· Greatedorex & Malacova 2006· Park & Oliver 2007· Childs & McNicholl 2007).

Πριν από τη μαγνητοφώνηση των δύο διδασκαλιών κάθε δασκάλας ο ερευνητής επισκέφτηκε τις συγκεκριμένες τάξεις αρκετές φορές, ώστε να συζητηθούν οργανωτικά και διαδικαστικά θέματα με τις εκπαιδευτικούς αλλά και να διασφαλιστεί ο μεγαλύτερος βαθμός εξοικείωσης και να αναπτυχθεί ένα ικανοποιητικό κλίμα συνεργασίας και εμπιστοσύνης μεταξύ των τάξεων και του ερευνητή.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν ποιοτικά και τελικά ομαδοποιήθηκαν με βάση τέσσερεις άξονες, γύρω από τους οποίους φάνηκε να κινούνται οι πρακτικές των εκπαιδευτικών του δείγματος και συγκεκριμένα: τον τρόπο εισαγωγής και διαχείριση της γνώσης, τη διαχείριση της μαθησιακής διαδικασίας, τη διαχείριση του λάθους των μαθητών και τη διαχείριση των δραστηριοτήτων των μαθητών.



Αποτελέσματα και συζήτηση.

Εισαγωγή της γνώσης

Πίνακας 1. Διδακτικές πρακτικές που αφορούν στην εισαγωγή της γνώσης από τις εκπαιδευτικούς.

Εκπαιδευτικοί	Έφ η	Σοφία	Φαν ή	Φαί η	Ελέν η
Πρακτικές					
Κατακερματισμός του περιεχομένου σε μικρά τεμάχια	✓	✓	✓	✓	✓
Σύντομες ανακεφαλαιώσεις- γέφυρες μεταξύ των τεμαχίων της γνώσης	✓	✓	✓	✓	✓
Εισαγωγή νέας γνώσης με διάλεξη	✓	✓	✓	✓	✓
Εισαγωγή νέας γνώσης με ερωτήσεις	✓	✓	✓	✓	✓
Επαναφορά προηγούμενα εισαγμένης γνώσης		✓		✓	
Διαχείριση της γνώσης με πειράματα	✓	✓	✓	✓	✓
Διαχείριση της γνώσης με αναλογίες		✓			
Αναφορά στον μικρόκοσμο		✓			
Επεξηγήσεις πάνω στη νέα γνώση		✓			
Επιμονή στη χρήση σωστών επιστημονικών όρων		✓		✓	✓

Αναφορικά με την εισαγωγή και διαχείριση της γνώσης οι διδακτικές πρακτικές των περισσότερων εκπαιδευτικών του δείγματος δείχνουν ότι ακολουθούν το παραδοσιακό μοντέλο (Πίνακας 1). Αν και υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ τους, κυριαρχούν οι κλειστές στρατηγικές διδασκαλίας με ροή πληροφοριών από το δάσκαλο προς τους μαθητές, όπου ο δάσκαλος έχει τον πλήρη έλεγχο της όλης μαθησιακής πορείας. Το μάθημα μπορεί να περιλαμβάνει πειράματα (ή και αναλογίες) ενδεχομένως λόγω της φύσης του (οξέα –βάσεις), αλλά αυτά γίνονται ως πρακτική άσκηση με σκοπό να αυξηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών και συνήθως στρέφονται γύρω από την απόδειξη της θεωρίας (Κόκκοτας 2008). Αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι κατά τη διαχείριση των πειραμάτων δεν υπήρξε ερμηνευτική προσπάθεια των παρατηρήσεων με αναφορά στον μικρόκοσμο, παρά μόνο από μία εκπαιδευτικό (Σοφία). Σύμφωνα με τον Παπαγεωργίου (2005) αυτό μπορεί να οφείλεται είτε επειδή οι δάσκαλοι θεωρούν ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας δεν είναι σε θέση να κατανοήσουν τη μικροσκοπική δομή, λόγω της περιορισμένης αφαιρετικής ικανότητας τους, είτε επειδή λείπουν από τους ίδιους η γνώση της δομής της ύλης και των σχετικών φαινομένων που αφορούν στις αλλαγές της.

Διαχείριση της μαθησιακής διαδικασίας

Πίνακας 2. Διδακτικές πρακτικές που αφορούν στη διαχείριση της μαθησιακής διαδικασίας.

Εκπαιδευτικοί	Έφη	Σοφία	Φαν ή	Φαίη	Ελένη
Πρακτικές					
Χρήση διάλεξης	✓	✓	✓	✓	✓
Χρήση περιγραφικών ερωτήσεων	✓	✓	✓	✓	✓
Χρήση ερωτήσεων πρόβλεψης	✓	✓	✓	✓	✓
Χρήση αιτιολογικών ερωτήσεων		✓		✓	✓
Επανάληψη ορισμών από τη δασκάλα	✓		✓✓		
Ζητά επανάληψη ορισμών από τους μαθητές		✓		✓	✓
Δίνει οδηγίες για το τι πρέπει να γίνει και πώς.	✓	✓	✓	✓	✓
Επισήμανση λέξεων-κλειδιών		✓	✓	✓	✓

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι πιο συνήθεις πρακτικές των εκπαιδευτικών σε σχέση με τη διαχείριση της μαθησιακής διαδικασίας. Όπως φαίνεται, οι εκπαιδευτικοί προσπαθούν να διαχειριστούν την όλη διαδικασία μέσα στην τάξη κυρίως με διάλεξη, ερωτήσεις και επαναλήψεις ορισμών. Έτσι, η ανάλυση των διδασκαλιών επιβεβαιώνει τα δεδομένα άλλων σχετικών ερευνών σύμφωνα με τα οποία ο εκπαιδευτικός κρατά για τον εαυτό του τον κυρίαρχο ρόλο στον έλεγχο της μαθησιακής διαδικασίας. Οι εκπαιδευτικοί καθορίζουν τον προσανατολισμό του λόγου στην τάξη, ελέγχουν τη συζήτηση, καθορίζουν τι θα ειπωθεί, ποιος θα επιτραπεί να μιλήσει και πότε. Ενώ υπάρχουν αρκετές ευκαιρίες για συζήτηση οι παρεμβάσεις των μαθητών συχνά καθορίζονται αυστηρά και περιορίζονται από το δάσκαλο (Childs & McNicholl 2007). Η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις του μαθήματος, αποτελεί όμως σύμφωνα με τους Newton κ.ά (1999) κεντρικό στοιχείο για την παροχή ενός αποδοτικού περιβάλλοντος μάθησης. Η συζήτηση προσφέρει ευκαιρίες για αμφισβήτηση, επιχειρηματολόγηση και πρόκληση. Με τη συζήτηση οι μαθητές διαρθρώνουν συλλογισμούς για την υποστήριξη συγκεκριμένων ερμηνειών τους και προσπαθούν να νομιμοποιήσουν τις θεωρήσεις τους.

Σε σχέση με το είδος των ερωτήσεων που απευθύνει ο εκπαιδευτικός, μπορούμε να πούμε ότι αυτές στοχεύουν περισσότερο στη περιγραφή των φαινομένων και λιγότερο στην πρόβλεψη. Ακόμη πιο περιορισμένες είναι οι ερωτήσεις αιτιολόγησης (Σοφία, Φαίη και Ελένη) οι οποίες δίνουν και τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό μιας πιο εποικοδομιστικής προσέγγισης. Η γενικότερη συζήτηση μέσα στην τάξη είναι δηλαδή στην συντριπτική τους πλειοψηφία



περιγραφική, κινείται στα παραδοσιακά πρότυπα και τείνει σύμφωνα με τους Newton και Newton (2000) να δημιουργεί νοητικές δομές οι οποίες ομαδοποιούν γεγονότα παρά να συσχετίζουν ιδέες και γεγονότα δημιουργώντας ερμηνευτικές δομές.

Η πρόκληση ερωτήσεων, που αποσκοπούν στη διατύπωση εξηγήσεων από τους μαθητές δεν αποτελεί, σύμφωνα με τα δεδομένα της βιβλιογραφίας προτεραιότητα μέσα στην τάξη. Γενικά τους εκπαιδευτικούς δεν φαίνεται να τους απασχολεί η αιτιολογική κατανόηση ως μαθησιακός στόχος. Αυτό που συχνά μετράει είναι η ευκολία στην αναπαραγωγή πληροφοριών χωρίς εμβάθυνση στην κατανόησή τους.

Διαχείριση του λάθους των μαθητών

Πίνακας 3. Διδακτικές πρακτικές που αφορούν στη διαχείριση του λάθους.

Εκπαιδευτικοί	Έφ η	Σοφία	Φανή	Φαί η	Ελένη
Πρακτικές					
Άμεση διατύπωση του σωστού από τη δασκάλα	✓	✓	✓	✓	✓
Επανάληψη/ Τροποποίηση ερωτήσεων	✓	✓			
Εδραίωση της σωστής απάντησης με επιβεβαίωση από την ίδια	✓		✓		
Εδραίωση της σωστής απάντησης με επιβεβαίωση από άλλους μαθητές		✓		✓	✓
Η εκπαιδευτικός προβαίνει σε ανατροφοδότηση		✓			
Επεξήγηση του λάθους		✓			

Από την ανάλυση των διδασκαλιών σε σχέση με τη διαχείριση του λάθους των μαθητών (Πίνακας 3), προκύπτει ότι τα λάθη δεν αξιοποιούνται ως ευκαιρίες συζήτησης, ανάδειξης των παρερμηνειών των παιδιών και συν-οικοδόμησης της νέας γνώσης, αλλά αντιμετωπίζονται από τις δασκάλες στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης τους με τους μαθητές. Η μόνη διαφοροποίηση φαίνεται να γίνεται στην περίπτωση της Σοφίας, που σε αρκετές περιπτώσεις προχώρησε σε ανατροφοδότηση και επεξήγηση του λάθους των μαθητών. Έτσι, η πλέον συνήθης πρακτική περιλαμβάνει ερωτήσεις, με τις οποίες ο μαθητής κατευθύνεται στο σωστό και όταν αυτό δεν επιτυγχάνεται, τότε η εκπαιδευτικός στις περισσότερες περιπτώσεις δίνει τη σωστή απάντηση.

Διαχείριση των δραστηριοτήτων των μαθητών

Πίνακας 4. Διδακτικές πρακτικές που αφορούν στη διαχείριση των δραστηριοτήτων των μαθητών.

Εκπαιδευτικοί Πρακτικές	Έφ η	Σοφία	Φανή	Φαί η	Ελέν η
Εμπλέκει τους μαθητές στην πραγματοποίηση πειραμάτων και γενικότερα δραστηριοτήτων	✓	✓	✓	✓	✓
Δίνει οδηγίες στους μαθητές κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων	✓	✓	✓	✓	✓
Επιβραβεύει τους μαθητές σε επιτυχημένες τους δράσεις/ απαντήσεις	✓	✓	✓	✓	✓
Δίνει ευκαιρίες στους μαθητές να επιχειρηματολογήσουν, να αιτιολογήσουν και να ερμηνεύσουν τις απαντήσεις των άλλων		✓		✓	✓
Δίνει εργασίες για το σπίτι	✓	✓	✓	✓	✓

Αναφορικά με την ανάλυση των διδασκαλιών σε σχέση με τη διαχείριση των δραστηριοτήτων των μαθητών (Πίνακας 4), προκύπτει ότι οι μαθητές περιορίζονται συνήθως σε έναν παθητικό και εκτελεστικό ρόλο. Κατά την εκτέλεση των πειραμάτων οι μαθητές συμμετέχουν στην πραγματοποίησή τους ή ατομικά ή κατά ομάδες. Η διαδικασία είναι προκαθορισμένη από το βιβλίο κατά βάση ή από τη δασκάλα και οι μαθητές απλώς εκτελούν ή σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρούν την επίδειξη της δασκάλας. Σκοπός αυτών των πειραματισμών είναι μέσω παρατηρήσεων και καταγραφών ο μαθητής να καταλήξει σε κάποια συμπεράσματα, ώστε να μπορέσει ο ίδιος να δώσει μια εξήγηση του φαινομένου που μελετά. Ωστόσο ειδικά σε θέματα Χημείας, όπως αναφέρει και ο Παπαγεωργίου (2005), ο μαθητής δε ξεφεύγει από τη περιγραφή του φαινομένου αφού οποιαδήποτε εξήγηση προϋποθέτει την ανάπτυξη ενός σκεπτικού που αφορά τη δομή της ύλης. Στο σημείο αυτό φαίνεται να υπάρχει και το μεγαλύτερο πρόβλημα, αφού στην ηλικία των μαθητών του Δημοτικού Σχολείου (στατιστικά) δεν έχει αναπτυχθεί η αφαιρετική σκέψη, κάτι που φέρεται από πολλούς ως προϋπόθεση για την κατανόηση της μικροσκοπικής δομής της ύλης.

Οι μαθητές επομένως που συμμετέχουν στα πειράματα, δεν έχουν τις περισσότερες φορές την ευκαιρία να επιχειρηματολογήσουν, να αιτιολογήσουν και να ερμηνεύσουν τις απαντήσεις των άλλων, παρά μόνο σ' έναν αριθμό περιπτώσεων κατά τις διδασκαλίες των εκπαιδευτικών Σοφία, Φαίη και Ελένη. Τις περισσότερες φορές οι μαθητές εκτελούν τις οδηγίες της δασκάλας και ακούν όταν ο δάσκαλος και οι άλλοι μαθητές εμπλέκονται σε μια συζήτηση στα πλαίσια μιας δραστηριότητας. Οι διάλογοι που αναπτύσσονται περιορίζονται συνήθως στο δίπολο δάσκαλος-μαθητής, ενώ σπανίζει ο διαμαθητικός διάλογος. Γενικά, μέσω της ενεργοποίησης της τάξης, είτε σε ατομικό, είτε σε συλλογικό επίπεδο, επιδιώκεται κυρίως η επιβολή ή η νομιμοποίηση της προσχεδιασμένης πορείας προς τη γνώση, που «πρέπει» σύμφωνα με το βιβλίο να διδαχθεί, παρά η αξιοποίηση των ιδεών των μαθητών.

Συμπεράσματα

Οι κυρίαρχες διδακτικές πρακτικές των εκπαιδευτικών του δείγματος φαίνεται τελικά, ότι στην συντριπτική πλειοψηφία των περισσότερων περιπτώσεων των διδασκαλιών,



εντάσσονται στο παραδοσιακό μοντέλο (Newton, Driver & Osborne 1999), ενώ τα χαρακτηριστικά του εποικοδομιστικού μοντέλου, όπως ευκαιρίες για αναστοχαστική αλληλεπίδραση (συζήτηση και επιχειρηματολογία) είναι παρόντα μόνο σε μερικές περιπτώσεις που αφορούν κυρίως στις δύο εκπαιδευτικούς Σοφία και Φαίη. Οι διδασκαλίες στην πλειοψηφία τους περιλαμβάνουν και κάποιες πρακτικές εργασίες, γεγονός που βέβαια φανερώνει τη σημασία που δίνουν οι δάσκαλοι σε αυτές τις απτές εμπειρίες των παιδιών, αλλά μια πιο ενδελεχής διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο "σχεδιάζονται" αυτές οι κλειστές πρακτικές δραστηριότητες, δείχνει ότι οι μαθητές έχουν πολύ λίγες ευκαιρίες να αναστοχαστούν και να προβούν στις δικές τους γενικεύσεις. Στην πραγματικότητα αυτές οι κλειστές δραστηριότητες τείνουν να λειτουργούν ως απεικονίσεις των αρχών τις οποίες ο δάσκαλος επιθυμεί να προωθήσει, επομένως αντικατοπτρίζουν περισσότερο μια μεταδοτική (παραδοσιακή) προσέγγιση.

Σε σχέση με το βαθμό διαφοροποίησης των διδακτικών πρακτικών από εκπαιδευτικό σε εκπαιδευτικό με βάση τα χρόνια υπηρεσίας και το προφίλ των σπουδών τους, η έρευνα δείχνει μια μικρή διαφοροποίηση των πρακτικών που χρησιμοποιούν οι δύο πτυχιούχοι των Παιδαγωγικών Τμημάτων, Σοφία και Φαίη, οι οποίες σε αρκετές περιπτώσεις υιοθετούν πιο ευέλικτες και μαθητοκεντρικές πρακτικές. Κάτι ανάλογο, αλλά σε σημαντικά πιο περιορισμένο βαθμό, φαίνεται να συμβαίνει και στην περίπτωση της Ελένης. Ωστόσο η έκταση και η συχνότητα αυτών των πρακτικών, δεν επιτρέπουν να χαρακτηριστούν "εποικοδομητικές" οι διδασκαλίες αυτών των εκπαιδευτικών, καθώς οι πίνακες δείχνουν πως οι συγκριμένες εκπαιδευτικοί βρίσκονται μακριά από τέτοιες πρακτικές. Βέβαια, στη συγκεκριμένη περίπτωση έρευνας, μπορεί να γίνεται μια ανάδειξη κάποιων σημείων διαφοροποίησης στις πρακτικές των Πτυχιούχων των Παιδαγωγικών Τμημάτων ή της εκπαιδευτικού με «εξομοίωση», αλλά αυτό έχει ποιοτική αξία και δεν μπορεί φυσικά να οδηγήσει σε γενικεύσεις.

Έτσι, αυτό που φαίνεται να καταγράφεται τελικά, συνηγορεί μάλλον υπέρ των απόψεων που δείχνουν την κυριαρχία των παραδοσιακών μοντέλων διδασκαλίας στις αίθουσες των δημοτικών σχολείων. Ωστόσο, αυτό έρχεται σε διάσταση με τις απόψεις που κυριαρχούν στο χώρο της εκπαιδευτικής έρευνας και που υποστηρίζουν τις ανοικτές διαδικασίες και πρακτικές. Οι κοινωνικο-πολιτισμικές θεωρίες για παράδειγμα, που σήμερα έχουν στην έρευνα μια σημαντική αναγνώριση σε σχέση με την επίτευξη της μάθησης, συνηγορούν υπέρ του κεντρικού ρόλου που πρέπει να δοθεί στις αλληλεπιδράσεις εντός της τάξης μεταξύ δασκάλου και μαθητή αλλά και μεταξύ των μαθητών. Όπως αναφέρουν έξαλλου και οι Driver, Newton και Osborne (2000), αν θέλουμε να προωθήσουμε τον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών, τότε θα πρέπει να τους ενθαρρύνουμε στην επιχειρηματολόγηση, στην διαμόρφωση εξηγήσεων και στην αξιολόγηση των αποδείξεων.

Παραπομπές

· Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκαγέωργα, Α., Καλκάνης, Γ. (2005). *"Φυσικά" Ε' Δημοτικού. Ερευνώ και Ανακαλύπτω. Βιβλίο Δασκάλου*. Αθήνα.: ΟΕΔΒ.

· Κόκκοτας, Π. (2008): *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, μέρος II. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, Αθήνα: εκδ Γρηγόρη.

· Παπαγεωργίου, Γ. (2005). *Χημεία για Εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης*. Ξάνθη.

- Bleichroth, W. (1991). Mehr Freihandversuche im Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, Vol.2, No. 10, 168-171.
- Childs, A. & McNicholl, J. (2007). Investigating the Relationship between Subject Content Knowledge and Pedagogical Practice through the Analysis of Classroom Discourse. *International*

Journal of Science Education, Vol. 29, No 13, 1629-1653.

- Cosgrove, M. & Osborne, R.(1985). *Physical change*, LISP Working Paper 26, Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.
- Driver, R., & Oldham, V.(1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science. *Studies in Science Education*, 12, 105-122.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J.(2000). 'Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms' *Science Education* 84, (3), 287-312.
- Gabel, D. (2003). Enhancing the Conceptual Understanding of Science. *Educational Horizons*, 81(2), 70-76.
- Greator, J., Malacova, E.(2006). Can different teaching strategies or methods of preparing pupils lead to greater improvements from GCSE to A level performance? *Research Papers in Education*. Vol. 21, No. 3, 255-294.
- Karplus, R., & Thier, H D. (1967). *A new look at elementary school science. Science curriculum improvement study*, Chicago, Rand McNally.
- Kirschner, P., Sweller, A.J., & Clark, R.E. (2006). "Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching". *Educational Psychologist* 41 (2): 75–86.
- Lawson, A. E., Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1989). A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills (Monograph of the National Association for Research in Science Teaching, No. 1), Cincinnati, OH, NARST
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H.(1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (Eds.) *PCK and Science Education*, 95-132. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Newton, L.D.(2001). Teaching for Understanding in Primary Science. *Evaluation and Research in Education*, Vol. 15, No 3, 143-153.
- Newton, P., Driver, R. & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Research Science Education*. Vol 21, No 5, 553-576.
- Newton, D.P. Newton, L.D. (2000). Do teachers Support Causal Understanding through their Discourse when Teaching Primary Science? *British Educational Research Journal*. Vol 26, No. 5. 599-612.
- Park, S. & Oliver, S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research Science Education*, 38, 261-284.
- Treagust, F., D.(2007). General Instructional Methods and Strategies. Elementary Science teaching. *Handbook of Research on Science Education*. Edited by Sandra, K. Abell, Norman, G., Lederman, 373-391.
- Willer, J. (1977). *Repetitorium Fachdidaktik Physik*. Klinkhardt, Bad Heilbrunn.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Φυλλάδιο καταγραφής διδασκαλιών

Εκπαιδευτικός	1 ^η διδασ καλία	2 ^η διδασ κα λία	Σχόλια
Κατακερματισμός του περιεχομένου σε μικρά τεμάχια			
Παρουσίαση της νέας γνώσης με δραστηριότητες:			
Προβλήματα			
Επιδείξεις			
Προσομοιώσεις			
Έρευνες			
Πειράματα			
Έμπρακτες δραστηριότητες			
Χρήση πολυμέσων			
Παρουσίαση της νέας γνώσης με αναπαραστάσεις			
Εικόνες			
Παραδείγματα			
Μοντέλα			
Αναλογίες			
Περιγραφικές ερωτήσεις			
Αιτιολογικές			
Πρόβλεψης			
Μονολεκτικής απάντησης			
Ρητορικές			
Σύντομες ανακεφαλαιώσεις- γέφυρες μεταξύ των τεμαχίων γνώσης			
Ο δάσκαλος δίνει οδηγίες, Τί πρέπει να γίνει			
Ο δάσκαλος δίνει οδηγίες, πώς πρέπει να γίνει			
Υπαγόρευση τρόπου λύσης			
Εξηγήσεις πάνω στη νέα γνώση			

Εκπαιδευτικός	1 ^η διδασκαλία	2 ^η διδασκαλία	Σχόλια
Παρουσίαση του τρόπου λύσης στον πίνακα			
Ο δάσκαλος δίνει ευκαιρίες στους μαθητές να επιχειρηματολογήσουν να αιτιολογήσουν και να ερμηνεύσουν τις απαντήσεις των άλλων			
Ο δάσκαλος προβαίνει σε ανατροφοδότηση			
Δίνει βοήθεια στους μαθητές			
Δίνει εργασίες για το σπίτι			
Ενθαρρύνει τους μαθητές να χρησιμοποιούν το δικό τους λεξιλόγιο			
Επιμένει στη χρήση των σωστών επιστημονικών όρων			
Επανάληψη /Τροποποίηση ερωτήσεων			
Επισήμανση των λέξεων – κλειδιών			
Διατύπωση ερωτήσεων για επαναφορά προηγούμενης γνώσης			
Αναπαράσταση της λανθασμένης γνώσης στον πίνακα με ποικίλους τρόπους			
Επεξήγηση του λάθους			
Επανάληψη ορισμών			
Εδραίωση της σωστής απάντησης με την επιβεβαίωση της από άλλους μαθητές			
Άμεση διατύπωση του σωστού			
Επιβράβευση των μαθητών σε επιτυχημένες ενέργειες τους			
Διάθεση ικανού χρόνου			
Έλεγχος από θρανίο σε θρανίο			



Η «εικονικότητα» του σχολικού περιβάλλοντος και η διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών

Βασίλης Τσελφές και Αντιγόνη Παρούση
ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, tselfesv@ecd.uoa.gr
ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, aparous@ecd.uoa.gr

Περίληψη

Οι εκπαιδευτικές δομές της Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης (ΥΕ) αποτελούν κοινωνικές/ πολιτισμικές υπο-δομές με μακρόχρονη και παγκόσμια παρουσία. Οι δομές αυτές, όπως και κάθε δομή που αντέχει στο χρόνο, τείνουν να αναπαράγουν εσωτερικά τον εαυτό τους, μέσω της διαχείρισης των μέσων που τα δρώντα πρόσωπα έχουν στη διάθεσή τους. Στην εργασία αυτή επιχειρούμε να συλλέξουμε τεκμήρια που ενισχύουν την υπόθεση ότι: οι δομές της σημερινής ΥΕ έχουν εξασφαλίσει τη σταθερότητά τους διαχειριζόμενες στο εσωτερικό τους *εικονικά μέσα* (που στην περίπτωση των ΦΕ δεν έχουν ουσιαστική σχέση με *πραγματικά επιστημονικά και τεχνολογικά μέσα*) και αναπαράγοντας *σχήματα* και *πρακτικές* συνδεδεμένες με τη διαχείρισή τους. Αν τα πράγματα είναι έτσι, τότε η στροφή της εκπαίδευσης προς στόχους σχετικούς με την παραγωγή σχημάτων και πρακτικών χρήσιμων στην καθημερινή ζωή είναι σοβαρά παγιδευμένη.

Abstract

Educational structures of compulsory education are social/ cultural sub-structures. As every social/ cultural structure enduring in time, educational structures tend to reproduce their self as actors (students and teachers) manipulate available resources. In this paper we collect evidence testing the assumption that: today, educational structures are stable because actors manipulate in them virtual resources (e.g. resources in science education have more or less no relation to the resources manipulated by scientists) and reproduce schemas and practices connected to this very virtuality. If this assumption is correct then the educational term to aims related to the production of schemas and practices connected to everyday life is seriously trapped.

Εισαγωγή

Η τρέχουσα αντίληψη για τις δομές της ΥΕ θεωρεί ότι μέσα απ' αυτές (οι εκπαιδευτικές δομές ως μέσο) αλλά κυρίως μέσα σ' αυτές (στο εσωτερικό τους), επιχειρείται η αναπαραγωγή ενός συγκεκριμένου πλήθους από ομόλογα ή ετερογενή *σχήματα* και *πρακτικές*, συνδεδεμένα με πολιτισμικές κυρίως υπο-δομές, των οποίων οι μαθητές είναι ή θα γίνουν μέλη ως δρώντα άτομα στην ενήλικη ζωή τους. Οι πολιτισμικές αυτές υπο-δομές παρουσιάζονται στο χώρο της ΥΕ ως γνωστικά αντικείμενα (Γλώσσα, Μαθηματικά, Φυσικές Επιστήμες, Ιστορία, Λογοτεχνία, Τέχνες, Θρησκεία κλπ), συγκροτημένα στη βάση των ανάλογων *σχημάτων* (έννοιες, θεωρίες κλπ) και *πρακτικών* (δεξιότητες, μέθοδοι κλπ). Αυτά τα σχήματα και πρακτικές, στο πλαίσιο του στόχου της αναπαραγωγής τους, παράγονται καθημερινά μέσα στο σχολικό περιβάλλον από τα δρώντα υποκείμενα, μαθητές και δασκάλους. Εδώ, όλοι γνωρίζουν ότι αυτή η διαδικασία κινείται κάτω από την πίεση μιας έντασης/ αντίθεσης μεταξύ παραγωγής και αναπαραγωγής (Sewell 1992). Ποτέ η παραγωγή ενός μαθητή δεν επαναλαμβάνει ακριβώς το προς αναπαραγωγή. Αν το επαναλάβει, όλοι είναι πεισμένοι ότι ο μαθητής «αντιγράφει», «παπαγαλίζει» κ.ο.κ. Πώς διαχειριζόμαστε αυτή

την αναπόφευκτη ένταση; Το παραδοσιακό σχολείο στρέφει την ένταση αναπαραγωγής-παραγωγής στην κατεύθυνση της εγκαθίδρυσης ανισοτήτων: «Παγώνει» τα σχήματα και τις πρακτικές, που συγκροτούν τα προς αναπαραγωγή γνωστικά αντικείμενα, μέσα σε κείμενα που αποκαλεί «περιεχόμενα των γνωστικών αντικειμένων» ή «ύλη» και εστιάζει στις «αποστάσεις» που εμφανίζουν τα παραγόμενα από τους μαθητές σχήματα και πρακτικές από τα «παγωμένα» (μονοσήμαντα τάχα) περιεχόμενα. Ονομάζει τη διαδικασία της εστίασης στις «αποστάσεις» αυτές αξιολόγηση του μαθητή και το προϊόν της «βαθμό». Βαθμό, που είναι αντιστρόφως ανάλογος προς την αξιολογούμενη «απόσταση». Με την πρακτική αυτή κατασκευάζει την περίφημη ανισότητα: «καλός» και «κακός» μαθητής, που είναι αδύνατο να μην υπάρχει «αντικειμενικά» μιας και η ένταση γνωστικής αναπαραγωγής-παραγωγής δεν μπορεί να καταργηθεί.

Τα γνωστικά αντικείμενα, επίσης, υποτίθεται ότι έχουν προκύψει εκτός των εκπαιδευτικών δομών και περιλαμβάνουν σχήματα και πρακτικές κατάλληλες για τη διαχείριση συγκεκριμένων μέσων/ πόρων (π.χ. στις ΦΕ, αυτά τα μέσα τα διαχειρίζονται οι επαγγελματίες επιστήμονες). Το «πάγωμά» τους, μέσω του περιεχομένου-κειμένου τα μετατρέπει σε μέσα αξιολόγησης-κατάταξης των μαθητών: *τους αλλάζει, δηλαδή, τη φύση και τη λειτουργία*. Με τον τρόπο αυτό είναι εξαιρετικά πιθανό ότι τα μετασχηματίζει σε *εικονικά* σύνολα σχημάτων και πρακτικών που είναι *ουσιαστικά και αντικειμενικά αποσυνδεδεμένα* από τα μέσα/ πόρους που τα σχήματα και οι πρακτικές υποτίθεται ότι αναπαριστούν ή καθοδηγούν τη διαχείριση τους!

Μια μελέτη περίπτωσης

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε για να συλλέξει εμπειρικά τεκμήρια σχετικά με το αν οι μαθητές που τελειώνουν το Ελληνικό Λύκειο έχουν αποδεχθεί και οικειοποιηθεί την παραπάνω γενικευμένη κατάσταση της εκπαιδευτικής «εικονικότητας», τουλάχιστον για την περίπτωση της διδασκαλίας-μάθησης των ΦΕ.

Μεθοδολογία

Η μελέτη έχει δύο σκέλη. Το πρώτο πραγματοποιήθηκε με 102 και το δεύτερο με 143 φοιτητές/ τριες του Πανεπιστημίου Αθηνών που ξεκινούσαν να παρακολουθούν μαθήματα του 1^{ου} εξαμήνου των σπουδών τους: είχαν δηλαδή μόλις πετύχει στις εισαγωγικές τους εξετάσεις στο Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία (ΤΕΑΠΗ). Ως εκ τούτου θεωρούμε ότι τα όσα υποστηρίζουν προκύπτουν ως συνέπεια της μύησής τους στη σχολική κουλτούρα (της ΥΕ και του Λυκείου), πέρα ασφαλώς από όσα υπαγορεύει η τοπική, καθημερινή τους κουλτούρα. Από τις δύο αυτές πηγές (και κυρίως από την πρώτη) περιμένουμε να προκύπτουν και όσα διδακτικά-μαθησιακά σχήματα ή σχήματα περί επιστήμης χρησιμοποιούν.

Την περίοδο της μελέτης οι 102 φοιτήτριες του πρώτου σκέλους παρακολουθούσαν τα πρώτα μαθήματα σχετικά με τη Διδακτική των ΦΕ. Σε αυτά ο διδάσκων είχε υποστηρίξει ότι ένας αρκετά αποτελεσματικός τρόπος για να οικειοποιηθούν παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας επιστημονικά σχήματα και πρακτικές αποτελεί η προσωπική και ενεργητική εμπλοκή τους με δραστηριότητες που περιλαμβάνουν διαχείριση φυσικών φαινομένων (είχαν αναφερθεί μερικά μόνο παραδείγματα, κυρίως σε αντιδιαστολή με προσεγγίσεις μεταφοράς γνώσεων ή παροχής πληροφοριών). Η προσωπική και ενεργητική εμπλοκή είχε υποστηριχθεί ότι μπορεί να εξασφαλιστεί σε μεγάλο βαθμό αν οι δραστηριότητες είναι οικείες στα παιδιά και έχουν συγκεκριμένο στόχο: αν δηλαδή είναι δραστηριότητες με τις οποίες έχουν συνηθίσει να εμπλέκονται με ευχαρίστηση στην καθημερινή τους ζωή και μέσα από τις οποίες κάτι πετυχαίνουν. Για παράδειγμα, δραστηριότητες παιχνιδιού (όπου «κερδίζουν» ή «χάνουν»), ακρόασης αφηγήσεων (όπου μπορούν να απολαμβάνουν μια καλή αφήγηση),



αξιοποίησης των ιδιαίτερων δεξιοτήτων τους (δεξιοτήτων που τα ίδια εκτιμούν και μέσω των οποίων τροποποιούν κάτι στο περιβάλλον τους) κλπ.

Στο σημείο αυτό, ζητήθηκε από τις φοιτήτριες να χωριστούν σε ομάδες (3–4 ατόμων) και να «κατασκευάσουν» μια κατάλληλη δραστηριότητα η οποία θα μπορούσε να εμπλέξει παιδιά προσχολικής ηλικίας και να τα οδηγήσει στη (μεγαλύτερη ή μικρότερη) επιτυχία του στόχου: τα παιδιά να προβλέπουν την εξάτμιση ως αποτέλεσμα της έκθεσης στη ζέση και τον άνεμο. Να αναγνωρίζουν, επίσης, ότι το νερό όταν εξατμίζεται δεν «χάνεται». Οι φοιτήτριες έπρεπε να συσχεφθούν και να κατασκευάσουν ένα κείμενο που θα αναπαριστούσε τη διδακτική τους πρόταση/ δραστηριότητα μέσα σε διάστημα δύο ωρών και να το παραδώσουν στο διδάσκοντα. Με τον τρόπο αυτό συλλέξαμε 34 κείμενα, από ισάριθμες ομάδες. Με βάση τη θεωρία του Sewell (1992) για τις κοινωνικές/ πολιτισμικές δομές, υποθέσαμε ότι η ανάλυση αυτών των κειμένων μπορεί να δώσει αποτελέσματα σχετικά με χαρακτηριστικά της εκπαιδευτικής/ σχολικής κουλτούρας (κυρίως σχημάτων και πρακτικών) που ενστερνίζονται οι φοιτήτριες.

Οι 143 φοιτήτριες του δεύτερου σκέλους παρακολουθούσαν μαθήματα θεατρικής έκφρασης. Η διδάσκουσα, αφού εξήγησε επαρκώς τα ελάχιστα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει μια θεατρική αφήγηση για να μην «προσβάλλει» το θεατή της, ζήτησε από τις φοιτήτριες να χωριστούν σε ομάδες των 4–5 ατόμων και να σχεδιάσουν ένα μικρό σενάριο σχετικό με περιβαλλοντικά προβλήματα. Το σενάριο αυτό στη συνέχεια οι φοιτήτριες θα το ολοκλήρωναν σε παράσταση θεάτρου σκιών κατάλληλη να «μεταφέρει» σε παιδιά προσχολικής ηλικίας ένα σχετικό οικολογικό μήνυμα. Εδώ, μέσα σε τρεις ώρες κατασκευάστηκαν 36 σενάρια που παραδόθηκαν γραπτά στη διδάσκουσα. Στα σενάρια αυτά αναμενόταν να φαίνονται οι κυρίαρχες απόψεις των φοιτητριών για τα περιβαλλοντικά προβλήματα, για τα οικολογικά μηνύματα, καθώς και οι αντιλήψεις τους για το ρόλο του θεάτρου στη σχολική κουλτούρα.

Μεθοδολογικά, και στα δύο σκέλη της έρευνας, στηριζόμαστε στο να εντοπίζουμε τα σχήματα και τις πρακτικές διαχείρισης των εκπαιδευτικών μέσων, καθώς και την ταυτότητα που προσδίδουν στα μέσα οι πρακτικές και τα σχήματα που προτείνουν οι φοιτητές/τριες και να επισημαίνουμε εκείνα τα σχήματα, πρακτικές και μέσα που *δεν φαίνεται* ότι μπορούν να λειτουργούν στην καθημερινή τοπική κουλτούρα των φοιτητών/τριών. Τα τελευταία δεν μπορεί παρά να προέρχονται από τη σχολική τους κουλτούρα. Ιδιαίτερη προσοχή δώσαμε στα κείμενα όπου οι φοιτήτριες επιλέγουν να προβάλλουν δραστηριότητες ή γεγονότα «καθημερινής ζωής» χρησιμοποιούν δηλαδή σχήματα, πρακτικές και μέσα από τις τοπικές κοινωνικές/ πολιτισμικές δομές και τα μετασχηματίζουν για να «ταιριάξουν» στο σχολικό περιβάλλον (στις εκπαιδευτικές δομές). Αν η «εικονικότητα» των εκπαιδευτικών δομών είναι ένα διαδεδομένο χαρακτηριστικό τους, τότε οι λειτουργίες της θα πρέπει να προκύπτουν από αυτούς τους μετασχηματισμούς. Η ανάλυση υποθέτουμε ότι θα αναδεικνύει την «εικονικότητα» των εκπαιδευτικών δομών, αν δείχνει ότι πρακτικές που χρησιμοποιούνται στο σχολείο αποτελούν μετασχηματισμούς κοινωνικών πρακτικών στην κατεύθυνση της «εικονικότητας» ή αποτελούν αυτούσιες «εικονικές-υποκριτικές» κοινωνικές πρακτικές. Ταυτόχρονα περιμένουμε να φανεί από τις σημασίες των σχημάτων που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής κουλτούρας και το τι περιμένουμε στην καλύτερη περίπτωση να «μάθουν» οι μαθητές μας.

Αποτελέσματα πρώτου σκέλους

Θα παρουσιάσουμε, ενδεικτικά, την ανάλυση της απάντησης που έδωσε μια ομάδα φοιτητριών, που φαίνεται να διαθέτει ικανοποιητικά σχολικά-επιστημονικά σχήματα για την αναπαράσταση των φυσικών φαινομένων. Η απάντηση ήταν η ακόλουθη:

Μια μέρα που είχε πολύ κρύο, αποφασίσαμε να πραγματοποιήσουμε μια δραστηριότητα σχετική με το φαινόμενο της εξάτμισης. Την ώρα του φαγητού που τα παιδιά συγκεντρώνονται στην

τραπεζαρία, επινοήσαμε ένα τυχαίο λάθος. Σκεφτήκαμε να χύσουμε το ποτήρι με το νερό ενός παιδιού πάνω στην πετσετούλα του. Ρωτήσαμε τα παιδιά πώς θα στεγνώσουμε την πετσετούλα γρήγορα, ώστε το παιδί να μπορέσει να τη χρησιμοποιήσει στεγνή την επόμενη μέρα. Κάθε παιδί ξεκίνησε να λέει την άποψή του. Καταλήξαμε να τη στεγνώσουμε στο καλοριφέρ. Έτσι κι έγινε. Ακουμπήσαμε την πετσέτα πάνω στο καλοριφέρ. Τα παιδιά παρακολουθούσαν τη διαδικασία της εξάτμισης ως αποτέλεσμα της έκθεσης στη ζέστη που πηγάζει από το καλοριφέρ. Ως αποτέλεσμα είχαμε το στέγνωμα της πετσέτας, η οποία μεταφερόταν σε κάθε παιδί χέρι-χέρι. Με την επαφή τους διαπίστωναν με έκπληξη ότι η πετσέτα είχε στεγνώσει...

Η εισαγωγική πρόταση (1): *Μια μέρα που είχε πολύ κρύο αποφασίσαμε να πραγματοποιήσουμε μια δραστηριότητα, σχετική με το φαινόμενο της εξάτμισης...* φαίνεται να έχει νόημα μόνο στη σχολική ζωή. Δύσκολα μπορεί να σκεφτεί κάποιος, κυρίως στην επιστήμη και λιγότερο στο σπίτι, καταστάσεις όπου «αποφασίζεται να πραγματοποιηθεί μια δραστηριότητα». Αντίθετα, στη σχολική ζωή τα σχήματα που στηρίζουν την πρόταση αυτή έχουν νόημα. Συνήθως σημαίνουν ότι ο δάσκαλος παίρνει μια απόφαση που αφορά την «οικοδόμηση» ενός περιβάλλοντος δράσης, όπου μαθητές και εκπαιδευτικός έχουν συγκεκριμένους ρόλους (εκ των προτέρων σχεδιασμένους από τον εκπαιδευτικό), που οι μαθητές θα τους μάθουν και θα τους «παίξουν» κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας. Ενδεικτικός του «εικονικού» χαρακτήρα της «δραστηριότητας» είναι ο πληθυντικός «αποφασίσαμε» που χρησιμοποιείται στην πρόταση. «Αποφασίζουμε» στη σχολική ζωή, σημαίνει συνήθως αποφασίζει ο εκπαιδευτικός και συμπεριφέρεται ως εάν με την απόφαση αυτή να συμφωνούν και οι μαθητές του. Είναι γεγονός πάντως, ότι στο «παιχνίδι» αυτό (και στο πλαίσιο της σχολικής κουλτούρας) δεν αντιστέκονται, τουλάχιστον ρητά, οι μαθητές.

Έτσι, στο εκπαιδευτικό πλαίσιο και για τους μαθητές «αποφασίζω» τείνει να σημαίνει «υπακούω στην απόφαση του εκπαιδευτικού»: ο πληθυντικός υποδηλώνει μια πρακτική συλλογικής λήψης απόφασης που όμως δεν πραγματοποιείται. Αν πραγματοποιείτο (με τη σημασία που κυριαρχεί στις κοινωνικές δομές), θα έπρεπε να συζητηθεί τουλάχιστον η σχέση της «κρύας μέρας» με το «φαινόμενο της εξάτμισης», που αναφέρουν οι φοιτήτριες και μάλλον την «κρατάνε για... έκπληξη», την οποία σημειωτέον δεν αποκαλύπτουν μέχρι το τέλος της δραστηριότητας. Μια ευρύτατα διαδεδομένη εκπαιδευτική πρακτική: οι λόγοι και οι σκοποί για τους οποίους οι εκπαιδευτικοί «κατασκευάζουν» ένα διδακτικό πλαίσιο δεν αποκαλύπτονται ποτέ, τουλάχιστον ρητά, στους μαθητές.

Στην επόμενη πρόταση, η εισαγωγή (2): *Την ώρα του φαγητού που τα παιδιά συγκεντρώνονται στην τραπεζαρία...* μας μεταφέρει σε ένα περιβάλλον σχολικής τάξης (π.χ. ενός Νηπιαγωγείου με διευρυμένο ωράριο). Έτσι η πρόταση (3): *Την ώρα του φαγητού που τα παιδιά συγκεντρώνονται στην τραπεζαρία επινοήσαμε ένα τυχαίο λάθος...* υποδηλώνει απερίφραστα («επινοήσαμε ένα τυχαίο λάθος») μια πρακτική δημιουργίας μιας «εικονικής» κατάστασης η οποία τόσο από τον προσδιορισμό που προηγείται όσο και από τη δομή της κατάστασης φαίνεται να έχει νόημα μόνο μέσα σε σχολικές τάξεις. Οι μετασχηματισμοί εδώ είναι προφανείς. Το σχήμα «τυχαίο λάθος» δεν μπορεί να «επινοηθεί» στην καθημερινή κουλτούρα, παρά μόνο σε καταστάσεις υποκριτικής δράσης πάνω σε ανθρώπινους πόρους που συνειδητά θέλουμε να ξεγελάσουμε. Ένα «τυχαίο λάθος» δεν μπορεί να «επινοηθεί» ούτε στην επιστημονική κουλτούρα. Μπορεί να πυροδοτήσει τη συγκρότηση μιας υπόθεσης, να εντοπιστεί, να απαλειφθεί κ.ο.κ.

Στην επόμενη πρόταση περιγράφεται η «εικονική» κατάσταση που δημιουργείται με την παρέμβαση του δασκάλου πάνω στα μέσα στα οποία έχουν πρόσβαση αυτός και οι μαθητές του στο ομαδικό τους γεύμα. (4): *Σκεφτήκαμε να χύσουμε το ποτήρι με το νερό ενός παιδιού πάνω στην πετσετούλα του.* Η κατάσταση αυτή στο μυαλό του δασκάλου (και στην περίπτωση των φοιτητών/τριών μας) συγκροτεί διδακτική στρατηγική και ασφαλώς εμπεριέχει πρακτικές αναμενόμενες στο σχολικό περιβάλλον (σχολική κουλτούρα): ταυτόχρονα εμπεριέχει και στοιχεία της καθημερινής κουλτούρας. Συγκεκριμένα τα μέσα: ποτήρι, νερό και πετσετούλα,



στα οποία έχουν πρόσβαση οι μαθητές στο πλαίσιο του γεύματός τους, έχουν νόημα σχετικό με τη δραστηριότητα και τις πρακτικές που χρησιμοποιούν οι μαθητές για να φάνε και στο σπίτι τους. Τα ίδια μέσα στην «εικονική» κατάσταση που δημιουργεί ο δάσκαλος έχουν άλλο νόημα, τουλάχιστον γι' αυτόν. Λειτουργούν για να δημιουργήσουν ένα βρεγμένο ύφασμα. Συμβάλλουν σε μια πρακτική εσκεμμένης πρόκλησης κάποιας «ζημιάς» με τρόπο που να φαίνεται ότι δεν είναι εσκεμμένη, ούτε επιθετική. Στις κοινωνικές δομές η πρακτική της εσκεμμένης πρόκλησης «ζημιών» δεν συνηθίζεται. Το σχήμα «το νερό χύνεται πάνω στην πετσετούλα» παραπέμπει σε «ζημιά» και δεν επιδιώκεται, εκτός από επιθετικές συμπεριφορές ή πρακτικές «χοντρών» αστείων, που δεν θα συναντήσουμε καθόλου στις επιστημονικές δομές.

Το αν τα παιδιά θα αντιληφθούν αυτή την αλλαγή στη διαδικασία του γεύματός τους και θα περάσουν στη διαδικασία «διερεύνησης», που έχει στο μυαλό του ο δάσκαλος, είναι ένα ερώτημα που δύσκολα μπορεί κάποιος να απαντήσει με ασφάλεια και εκ των προτέρων. Θεωρούμε ότι αν τα παιδιά το καταφέρουν είναι μάλλον μνημένα στην εικονική σχολική ζωή. Μπορούν να μετασχηματίζουν άμεσα τα σχήματα αναπαράστασης των μέσων που διαχειρίζονται όταν γευματίζουν και έτσι να αποδέχονται την «καταστροφική» αλλαγή της δραστηριότητας «τρώω» σε δραστηριότητα «διερευνώ», με τη σχολική σημασία.

Οι εισηγητές της δραστηριότητας φαίνεται ότι θεωρούν πως τα παιδιά μπορούν να το κάνουν στο σχολικό πλαίσιο (δεν φανταζόμαστε ότι θα το επιχειρούσαν σπίτι τους) και ως εκ τούτου παραθέτουν την επόμενη πρόταση, η οποία έχει επίσης νόημα μόνο μέσα στο σχολικό πλαίσιο· με αυτή ελπίζουν ότι θα καθοδηγήσουν τα παιδιά να λειτουργήσουν ελεγχόμενα. (5): *Ρωτήσαμε τα παιδιά πώς θα στεγνώσουμε την πετσετούλα γρήγορα, ώστε το παιδί να μπορέσει να τη χρησιμοποιήσει στεγνή την επόμενη μέρα...* Εδώ έχει ενδιαφέρον να σκεφτούμε την κατάσταση σε περιβάλλον καθημερινής ζωής. Παίρνουμε το ποτήρι με το νερό που το παιδί χρησιμοποιεί για να πίνει στη διάρκεια του γεύματός του και το αδειάζουμε πάνω στην πετσέτα που χρησιμοποιεί για να σκουπίζεται ή να προστατεύεται από το να λερωθεί. Και ενώ έχουμε καταστρέψει το γεύμα του ρωτάμε όλα τα παιδιά (ανεμίζοντας ίσως τη βρεγμένη πετσέτα), πώς θα τη στεγνώσουμε γρήγορα· τόσο «γρήγορα», μάλιστα, ώστε να μπορέσει να τη χρησιμοποιήσει... την επόμενη μέρα! Είναι ή όχι –σε πλαίσιο καθημερινής ζωής– μια παρανοϊκή κατάσταση; Θα οδηγούσε ή όχι σε πλήρη αταξία το οικογενειακό μας, για παράδειγμα, γεύμα; Τι συμβαίνει και οι συγγραφείς του συγκεκριμένου σχεδιασμού (έμπειροι μαθητές/τριες) θεωρούν ότι η κατάσταση αυτή μπορεί να εξελιχθεί ομαλά μέσα στη σχολική κουλτούρα;

Πρόκειται μάλλον για την πεποίθηση ότι η συγκεκριμένη πρακτική διατύπωσης ερωτήσεων από τον εκπαιδευτικό προς τους μαθητές είναι πανίσχυρη. Πρόκειται, πάλι για μια «εικονική» πρακτική: μια πρακτική διατύπωσης ερώτησης, που συντακτικά φαίνεται ότι τείνει να συλλέξει απόψεις για τρόπους δράσης αλλά που το περιεχόμενό της (αιτιολόγηση της δράσης) δείχνει ότι κάτι τέτοιο δεν ενδιαφέρει τον ερωτώντα. Η πετσετούλα να στεγνώσει *γρήγορα*. Δηλαδή; Μέσα σε *μια μέρα*; Αντίθετα, στις κοινωνικές δομές η πρακτική του «και τώρα τι κάνουμε;» χρησιμοποιείται ως ερώτημα όταν υποθέτουμε ότι έχουμε περισσότερες από μια επιλογές ή δεν διαθέτουμε καμία επιλογή, για να λύσουμε ένα πρόβλημα. Το σχήμα «πώς θα στεγνώσουμε την πετσετούλα μέσα σε μια μέρα;» έχει εδώ άμεση απάντηση: «άπλωσέ τη να στεγνώσει»· απάντηση που την ξέρουν και τα παιδιά προσχολικής ηλικίας και η δασκάλα τους· και κυρίως τα παιδιά ξέρουν ότι η δασκάλα τους το ξέρει. Το να αποτελέσει θέμα συζήτησης δεν αποτελεί κοινωνική πρακτική (με τη συγκεκριμένη σημασία του σχήματος), παρά μόνο σε κάποιες περιπτώσεις όπου οι γονείς ζητούν από τα παιδιά τους να δίνουν «φωτοαντιγραφικές» απαντήσεις, μπροστά σε κοινό συγγενών ή φίλων, για να επιδείξουν τις προσωπικές τους «παιδαγωγικές επιτυχίες».

Επίσης, στις επιστημονικές δομές, η πρακτική που σχετίζεται με το σχήμα «στéγνωσέ το» μπορεί να αποτελέσει αφορμή συζήτησης, συνήθως όμως σε σχέση με το τι δεν θα θέλαμε να

συμβεί κατά τη διάρκεια του στεγνώματος: για παράδειγμα, αλλοιώσεις του «δείγματος» από την αλληλεπίδρασή του με το νερό για κάποιο χρονικό διάστημα, από τη θερμοκρασία, από μηχανικές βλάβες που θα μπορούσε να προκαλέσει ένα ρεύμα αέρα κλπ. Εδώ, το σχήμα «στέγνωσέ το» θα συγκροτούσε ένα μάλλον τεχνο-επιστημονικό πρόβλημα.

Η πορεία του μαθήματος, πάντως, για τις φοιτήτριες αναμένεται να εξελιχθεί ομαλά, όπως υποδεικνύει η επόμενη και η μεθεπόμενη πρόταση (6, 7): *Κάθε παιδί ξεκίνησε να λέει την άποψή του. Καταλήξαμε να τη στεγνώσουμε στο καλοριφέρ, κ.ο.κ.*

Συνολικά, και δυστυχώς χωρίς καμία εξαίρεση, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές στο σχολείο μαθαίνουν πρακτικές όπως: να κατανοούν-διστάζουν τότε ο δάσκαλος υποκρίνεται (χύνει το νερό που έχουν για να πιουν πάνω στην πετσέτα τους την ώρα του φαγητού) και αντί να βάλουν τις φωνές ή τα κλάματα να στρέφονται και να περιμένουν να απαντήσουν στο τι θα τα ρωτήσει: να κατανοούν τότε τους ζητούν να υποκριθούν τα ίδια (να παρακολουθούν την εξάτμιση που δεν φαίνεται, να την αποδίδουν στη ζέστη –που επίσης δεν φαίνεται– και όχι στο καλοριφέρ, και να εκπλήσσονται από το γεγονός ότι η πετσέτα στέγνωσε πάνω στο καλοριφέρ): να μπορούν να υποκρίνονται συντονισμένα μεταξύ τους και με επιτυχία: να μην αρχίζουν να πετούν νερά το ένα στο άλλο, αλλά να απαντούν στο πώς θα στεγνώσουμε την πετσετούλα και να μη λένε ότι μέχρι αύριο η πετσέτα θα στεγνώσει μόνη της κ.ο.κ.

Και οι σημασίες των σχημάτων που χρησιμοποιούνται στη σχολική τάξη; «Αποφασίζουμε» σημαίνει συμφωνούμε αυτόματα και συντονισμένα με την πρόταση της δασκάλας; «Τυχαίο λάθος» είναι ένα λάθος που επινοείται και κατασκευάζεται; Η «εσκεμμένη ζημιά» αποτελεί αφορμή για σχολική διερεύνηση: μια διαδικασία διαδοχικών ερωτήσεων και απαντήσεων; «Ερώτηση του δασκάλου» είναι απλά η αιτία διατύπωσης απάντησης; «Απάντηση του μαθητή» είναι μάντεμα του τι έχει στο μυαλό της η δασκάλα ως «σωστό»; «Αποψη» είναι πρόβλεψη του τι θέλει να απαντήσουμε η δασκάλα; «Καταλήγουμε σε μια απόφαση» σημαίνει πληροφορούμαστε τι θέλει η δασκάλα να κάνουμε; «Παρακολουθούμε» σημαίνει ότι δείχνουμε στη δασκάλα ότι παρακολουθούμε; «Συμμετέχουμε» σημαίνει ότι κάνουμε συντονισμένα αυτό που η δασκάλα δείχνει ότι θέλει να κάνουμε; «Εκπλήσσομαι» σημαίνει ότι δείχνω στη δασκάλα ότι εκπλήσσομαι;

Τέλος, τα υλικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν απέκτησαν τοπικά και για περιορισμένο χρόνο διαφορετικές ταυτότητες: το ποτήρι, το νερό και η πετσετούλα λειτούργησαν σαν εργαλεία κατασκευής του «τυχαίου λάθους»: το καλοριφέρ δεν ζεσταίνει μόνο, στεγνώνει με έναν τρόπο που μπορούμε να τον δούμε κιόλας. Στην ίδια κατεύθυνση κάποιες ομάδες φοιτητριών, που γνώριζαν σε ικανοποιητικό βαθμό τα σχολικά επιστημονικά σχήματα, έστησαν πειράματα που παραποιούσαν τα εμπειρικά δεδομένα «για να τα καταλάβουν οι μαθητές»! Και, βέβαια, τίποτα απ' αυτά δεν φαίνεται να δημιουργεί πρόβλημα στους διδακτικούς-μαθησιακούς χειρισμούς.

Αποτελέσματα δεύτερου σκέλους

Εδώ, θα αρκεστούμε πάλι να παρουσιάσουμε την ανάλυση μιας επίσης αντιπροσωπευτικής περίπτωσης. Η ομάδα των φοιτητριών πρότεινε το εξής σενάριο:

Είναι νύχτα και ακούγεται ο ήχος πριονιών. Ξημερώνει στο δάσος και φαίνονται κορμοί από δέντρα που έχουν κοπεί να είναι πεσμένοι στο έδαφος. Ο κεντρικός ήρωας ένα μικρό δεντράκι που δεν το έχουν κόψει. Το δεντράκι νοιώθει φόβο και φεύγει από το δάσος. Κατευθύνεται προς το διπλανό βουνό: όμως ανακαλύπτει πως έχει πάρει φωτιά. Και όλα τα δέντρα είναι καμένα. Προχωράει ψάχνοντας να βρει ένα μέρος να μείνει. Ωσπου φτάνει σε μια πόλη γεμάτη θόρυβο και αυτοκίνητα. Βλέπει ένα σπίτι με μια μικρή αυλή, δεν μπορεί όμως να περάσει το δρόμο από τα πολλά αυτοκίνητα. Πιο πέρα είναι ένα παρκάκι, τρέχει προς τα κει αλλά το πάρκο είναι όλο τσιμέντο και δεν έχει χώρο για τις ρίζες του. Απελπισμένο φεύγει από τη πόλη και δρόμο παίρνει



δρόμο αφήνει φτάνει σε ένα χωριό. Εκεί στην άκρη του χωριού είναι ένα μικρό σπιτάκι με αυλή. Η οικογένεια με το που το βλέπει το παίρνει και το φροντίζει.

Από την πλευρά της θεατρικής αφήγησης το συγκεκριμένο σενάριο κινείται οριακά μεταξύ μιας απλής περιγραφής και μιας αφήγησης με ήρωα που κάτι επιθυμεί και κάπως επιχειρεί να το αποκτήσει. Το ζήτημα είναι το αν η αφήγηση αυτή σέβεται τελικά το θεατή της: θα μπορούσε δηλαδή να οδηγήσει σε μια παράσταση που οι ενήλικοι θεατές θα πλήρωναν για να τη δουν ή σε μια παράσταση που είναι «για μικρά παιδιά»; Η απάντηση εδώ κλίνει προς τη δεύτερη περίπτωση: όλα τα κλισέ των περιβαλλοντικών απειλών κατά του δάσους (υλοτόμηση, πυρκαγιές, τσιμεντοποίηση κλπ) παρατίθενται ως διαδοχικά σκηνικά και κάνουν το ήρωα να «φεύγει» προς το ιδανικό μικρό αγροτικό σπίτι/ οικογένεια, όπου «υπάρχουν ακόμη άνθρωποι» που αγαπούν τα δέντρα.

Αν και η εικονικότητα είναι κάτι που η θεατρική έκφραση διαχειρίζεται εκ φύσεως ικανοποιητικά (με βάση τη *θεατρική σύμβαση*), στην περίπτωσή μας φαίνεται να παραβιάζονται οι κανόνες μιας επαρκούς θεατρικής αναπαράστασης για να ικανοποιηθούν πρακτικές της σχολικής κουλτούρας. Αντί η θεατρική αφήγηση να δώσει έμφαση σε μια ιδέα γύρω από την οποία οικοδομείται ένα μήνυμα, παραθέτει ανεπεξέργαστα γεγονότα/ πληροφορίες, αποσυνδεδεμένα από αιτίες και συνέπειες, με τη μορφή μιας παρατεταμένης και μάλλον απρόσωπης απειλής. Ένα εκτεταμένο «κακό» πλανιέται πάνω από τα δάση· και το «καλό» βρίσκεται κρυμμένο κάπου μακριά.

Ποια είναι η σχέση της παραπάνω κατάστασης με την «καθημερινή πραγματικότητα»; Είναι η ουσιαστική άγνοια για την ουσία των περιβαλλοντικών προβλημάτων που οδηγεί στο μήνυμα «όπου φύγει, φύγει» ή η αντίληψη πως «παιδιά είναι· ας τους δείξουμε λίγο απ' όλα γι να 'χουν το φόβο και θα τα μάθουν όταν μεγαλώσουν»; Ότι από τα δύο και αν συμβαίνει, οδηγεί ή όχι η ταύτιση με τον ήρωα-δεντράκι στην αποσύνδεση των παιδιών από το πρόβλημα; Αν ο άνθρωπος και οι επιθυμίες του αποτελούν μέρος των περιβαλλοντικών προβλημάτων, ποια σχέση των παιδιών με τον άνθρωπο προτείνει το σενάριο;

Συζήτηση κάτω από την πίεση ενός διαφανόμενου αδιεξόδου

Η παραπάνω κατάσταση είναι πιθανό ότι θα μπορούσε να ανατραπεί σε κάποιο βαθμό αν πραγματοποιηθεί μια «έξοδος του σχολείου στην κοινωνία» ή, ισοδύναμα, η πρόσβαση των μαθητών και των εκπαιδευτικών στα κοινωνικά μέσα/πόρους, σύμφωνα με το εκπαιδευτικό ρεύμα του (επιστημονικού και τεχνολογικού) γραμματισμού. Παρόλα αυτά η εσωτερική ζωή των εκπαιδευτικών δομών δεν φαίνεται ότι μπορεί να αποδυναμωθεί πλήρως. Κάτι τέτοιο θα αποσταθεροποιούσε, ίσως, τις ίδιες τις δομές, που η ύπαρξή τους μάλλον αποτελεί προϋπόθεση και για την «έξοδο στην κοινωνία», καθώς και για την ευρύτερη κοινωνική συνοχή. Όσα άρρητα σχήματα και πρακτικές μαθαίνουν οι εκπαιδευόμενοι για να διαχειρίζονται τους ανθρώπινους πόρους μέσα στο σχολείο είναι εξίσου σημαντικά (αφορούν τις κοινωνικές σχέσεις) με όσα θα θέλαμε να μάθουν και για τη ρητή διαχείριση μέσω/πόρων σχετικών με τα γνωστικά αντικείμενα. Όσο σημαντική είναι η προσπάθεια παραγωγής χρήσιμων στην καθημερινή ζωή μετασχηματισμένων σχημάτων και πρακτικών άλλο τόσο σημαντική είναι και η προσπάθεια αναπαραγωγής των αφηρημένων κλασικών σχημάτων και πρακτικών, που πυροδοτεί την κατασκευή/ οικοδόμηση των μετασχηματισμένων. Και αυτή η εσωτερική ζωή των εκπαιδευτικών δομών, μια ζωή που μπορεί να συνδεθεί με την παλιά ιδέα-σκοπό της «μόρφωσης», δεν μπορεί παρά να στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στη διαχείριση εικονικών μέσων.

Η άποψή μας για μια «υγιή» διέξοδο σε μια τέτοια διαδικασία αναπαραγωγής-παραγωγής, που πραγματοποιείται με εικονικά μέσα/ πόρους είναι απλή: η αναπόφευκτη εικονικότητα δεν πρέπει να αποκρύπτεται· πρέπει να δηλώνεται και να πραγματοποιείται ως τέτοια. Διαφορετικά η εικονικότητα μετατρέπεται σε υποκρισία. Και κατά την άποψή μας, η

ειλικρινής διαχείριση εικονικών καταστάσεων και μέσων, που σέβεται την πολυσημία των τελευταίων, διαφέρει ριζικά από την υποκριτική διαχείριση δήθεν πραγματικών καταστάσεων και μονοσήμαντων μέσων. Ασκήνουν τους εκπαιδευόμενους σε πρακτικές πολύσημης διαχείρισης της «αλήθειας» και της «πραγματικότητας» προετοιμάζοντας ίσως και την αντιμετώπιση ουσιαστικότερων κοινωνικών προβλημάτων, όπως για παράδειγμα αυτών που εμφανίζονται στην επικοινωνία της επιστημονικής με την καθημερινή τοπική κουλτούρα (Van Eijck & Roth 2007).

Στη βιβλιογραφία της Διδακτικής των ΦΕ η κατάσταση αυτή έχει εντοπιστεί και διερευνηθεί περιφερειακά σε θεωρητικό και εν μέρει και σε εμπειρικό επίπεδο, από τις προσεγγίσεις του *Διδακτικού παιχνιδιού* (π.χ. Τσελφές 2005) και της *Θεατρο-παιδαγωγικής* (π.χ. Paroussi & Tselfes 2008, Τσελφές & Παρούση 2009). Ένα πρώτο γεγονός που μπορούμε να επισημάνουμε σχολιάζοντας αυτές τις προσεγγίσεις είναι ότι και οι δύο σχετίζονται με ανθρώπινες δραστηριότητες που διαχειρίζονται τελικά εικονικές καταστάσεις με τρόπους απόλυτα «πραγματικούς»: το *παιχνίδι* και το *θέατρο* λειτουργούν και τελικά υπάρχουν μέσω των δικών τους συμβάσεων. Διαθέτουν εκτεταμένη και έγκυρη θεωρητική στήριξη. Επιπλέον, η εμπειρία λέει ότι και στα δύο αυτά περιβάλλοντα ενεργοποιείται η φαντασία και η δημιουργικότητα των μαθητών, διεγείρεται το ενδιαφέρον τους, αυξάνει η συμμετοχή τους ενώ καθίσταται περίπου αδύνατη η αξιολόγησή τους με «βαθμούς» που μετρούν την απόσταση των παραγωγών τους από «παγωμένα» περιεχόμενα. Εκείνο που σπανίζει στη σχετική βιβλιογραφία της Διδακτικής των ΦΕ είναι η ανάπτυξη και διερεύνηση ολοκληρωμένων διδακτικών προτάσεων συνδεδεμένων με τις εκπαιδευτικές δομές της υποχρεωτικής εκπαίδευσης· και κυρίως προτάσεων που θα σέβονται τις βασικές αρχές και λειτουργίες του παιχνιδιού και του θεάτρου και θα αποδέχονται το πρώτο ως ανθρώπινη δραστηριότητα εξίσου σοβαρή με οποιαδήποτε άλλη και το δεύτερο ως πρακτική τέχνη με μακρόχρονη παράδοση· κάτι που στις μέρες μας και τουλάχιστον για το θέατρο (λιγότερο για το παιχνίδι), το συναντάμε συχνά στις προθέσεις των εκπαιδευτικών θεσμών αλλά σπάνια στο πεδίο. Στην κατεύθυνση αυτή υλοποιούνται σήμερα ερευνητικά προγράμματα (Καποδίστριας, ΕΛΚΕ, ΕΚΠΑ) με ενδιαφέροντα αποτελέσματα που μέρος τους έχει ήδη δημοσιευτεί (π.χ. Paroussi & Tselfes 2008, Tselfes & Paroussi 2009).

Βιβλιογραφία

Τσελφές, Β. (2005). Η εκπαιδευτική δέσμευση και το «παιχνίδι» της νέας γνώσης: Πόσο ελεύθερος μπορεί να είναι ο δάσκαλος των φυσικών επιστημών; Στο Κ. Βρατσάλης (Επιμ), *Διδακτική εμπειρία και παιδαγωγική θεωρία*. Αθήνα: Νήσος, 157-174.

Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2009). Θεατρική αφήγηση επιστημονικών ιδεών: Αφορμή για μια διαλεκτική προσέγγιση της μάθησης, *Κριτική Επιστήμη & Εκπαίδευση*, 9, 33-57.

Paroussi, A. & Tselfes, V. (2008). Shadow Theatre and Physics in Early Childhood Teachers' Education. *Education and Theatre* (Special Edition), 9, 83-94.

Sewell, W. (1992). A Theory of Structure: Duality, Agency, and Transformation. *The American Journal of Sociology*, 98, 1-29.

Tselfes, V. & Paroussi, A. (2009). Science and Theatre Education: A Cross-disciplinary Approach of Scientific Ideas Addressed to Student Teachers of Early Childhood Education. *Science & Education*, 18, 1115-1134.

Van Eijck, M. & Roth, W-M. (2007). Keeping the local local: recalibrating the status of science and Traditional Ecological Knowledge (TEK) in education, *Science Education*, 91, 926-947.



Συνεδρία 16: Διδασκαλία και Μάθηση στη Χημεία II

Εμπόδια στη διά βίου μάθηση της Χημείας: Μια συγκριτική μελέτη ενηλίκων χωρίς σπουδές στις Φυσικές Επιστήμες και εκπαιδευτικών που διδάσκουν Χημεία

Κατερίνα Σάλτα, Διονύσης Κουλουγλιώτης, Μιχάλης Γκέκος, Ειρήνη Πετσιμέρη

Τμήμα Χημείας Ε.Κ.Π.Α., ksalta@chem.uoa.gr

Τμήμα Τεχνολογίας Περιβάλλοντος και Οικολογίας, ΤΕΙ Ιονίων Νήσων, dkoul@teiion.gr

Τμήμα Χημείας Ε.Κ.Π.Α., mgekoss@yahoo.gr

2ο Γυμνάσιο Καισαριανής, areinita@hotmail.com

Περίληψη

Η εργασία αυτή επικεντρώνει το ενδιαφέρον της στην ερμηνεία των εμπειριών ενηλίκων χωρίς σπουδές στις Φυσικές Επιστήμες και εκπαιδευτικών που διδάσκουν Χημεία σε σχέση με το μάθημα της Χημείας, ώστε να αναδειχτούν τα εμπόδια στη διά βίου μάθηση της Χημείας. Τα δεδομένα μας προήλθαν από ατομικές δομημένες συνεντεύξεις. Από την ανάλυση των απαντήσεων δέκα ενηλίκων και δέκα καθηγητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης φάνηκε ότι η θεωρητική διδασκαλία μίας επιστήμης βασικά πειραματικής, η μη ανάδειξη της σύνδεσης της Χημείας με την καθημερινή ζωή, η ελλιπής κυρίως πρακτική κατάρτιση των εκπαιδευτικών στις μεθόδους διδασκαλίας, η υπερβολικά απαιτητική σε κάποιες περιπτώσεις ύλη σε συνδυασμό με τον ελάχιστο διαθέσιμο χρόνο διδασκαλίας είναι μερικές από τις χαρακτηριστικές δυσκολίες στη μάθηση της Χημείας. Το αποτέλεσμα αυτών των δυσκολιών είναι το φτωχό ως μέτριο γνωστικό υπόβαθρο των ενηλίκων, το οποίο δυσκολεύει την κατανόηση των διαθέσιμων πληροφοριών από τα ΜΜΕ και το διαδίκτυο και τελικά στήνει ανυπέρβλητα εμπόδια στη διά βίου μάθηση.

Abstract

This study aims at identifying barriers to lifelong learning of Chemistry by analyzing the experiences of adults who have not pursued studies related to Science and Chemistry teachers. Data collection was done with the method of personal structured interviews. The analysis of the answers of 10 adults and 10 Chemistry teachers in secondary education, resulted in the following main difficulties of Chemistry learning: theoretical teaching approach of a mainly experimental subject, very limited reference to the connection of Chemistry with everyday life, insufficient in-class practical training of Chemistry teachers, overly demanding chemistry curriculum in combination with very little allocated teaching time. Due to these difficulties, the average adult possesses a poor to moderate knowledge background in chemistry, he/she cannot easily comprehend the rapidly increasing amount of the relevant information available in the media and encounters major barriers to lifelong learning.

Εισαγωγή

Η διά βίου μάθηση περιλαμβάνει κάθε είδους μαθησιακή δραστηριότητα στη διάρκεια της ζωής του ανθρώπου, που αποσκοπεί στην απόκτηση ή στη βελτίωση γνώσεων και δεξιοτήτων, χρήσιμων στη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης προσωπικότητας, στην ενεργό συμμετοχή στα κοινά και στην επαγγελματική ένταξη και εξέλιξη. Η διά βίου μάθηση θεμελιώνεται στην προσχολική αγωγή και δε σταματά με το πέρας της αρχικής εκπαίδευσης και την ενηλικίωση του ατόμου αλλά είναι μια διαρκής διαδικασία που λαμβάνει χώρα σε όλες τις φάσεις της ζωής ενός ανθρώπου.

Σε έναν κόσμο που διαμορφώνεται όλο και περισσότερο από τις επιστήμες και την τεχνολογία, οι βασικές επιστημονικές γνώσεις και δεξιότητες αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία μιας γενικής παιδείας σύμφωνης με τις απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής. Το περιεχόμενο αυτών των γνώσεων και δεξιοτήτων αποτελεί διεθνώς αντικείμενο συζητήσεων και περιγράφεται με τον όρο *επιστημονικός εγγραμματισμός (scientific literacy)* (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein 2006a). Ειδικότερα για την εκπαίδευση στη Χημεία χρησιμοποιείται ο όρος *χημικός εγγραμματισμός (chemical literacy)* (Holman 2002) που περιλαμβάνει συνοπτικά: την κατανόηση του αντικειμένου μελέτης της Χημείας και βασικών χημικών εννοιών, την αναγνώριση της χρήσης γνώσεων Χημείας στην εξήγηση καθημερινών φαινομένων, τη χρήση της Χημείας στην καθημερινή λήψη αποφάσεων και στη συμμετοχή σε δημόσιες συζητήσεις (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein 2006b). Ανάμεσα στα χαρακτηριστικά των επιστημονικά εγγράμματων πολιτών είναι η διά βίου μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και επομένως και στη Χημεία (Roth & Lee 2004).

Σήμερα όμως, όπως σε όλο τον κόσμο έτσι και στην Ελλάδα, όλο και λιγότεροι μαθητές επιλέγουν τη Χημεία ως μάθημα και ελάχιστοι είναι εκείνοι που επιλέγουν να συνεχίσουν σπουδές στη Χημεία αφού αποφοιτήσουν από το Λύκειο. Το ποσοστό των μαθητών που έχουν ως πρώτη προτίμηση να συνεχίσουν σπουδές στα τμήματα Χημείας είναι κατά πολύ μικρότερο από εκείνο που επιλέγουν τα τμήματα Μαθηματικών αλλά και Φυσικής. Πολλές έρευνες έχουν προσπαθήσει να ρίξουν φως στο φαινόμενο αυτό, και πολλές είναι οι αιτίες που έχουν προσδιοριστεί. Συνοπτικά περιγράφονται παρακάτω.

Η Χημεία ως γνωστικό αντικείμενο έχει μία ιδιαίτερη τριπλή φύση (Gilbert & Treagust 2009). Πολλά καθημερινά φαινόμενα τα αντιλαμβανόμαστε μακροσκοπικά, εντούτοις η κατανόησή τους προϋποθέτει γνώσεις του μικρόκοσμου. Ταυτόχρονα, η Χημεία χρησιμοποιεί μια ιδιαίτερη συμβολική γλώσσα. Πολλές από τις δυσκολίες των μαθητών στη μάθηση της Χημείας σχετίζονται άμεσα με την ιδιαίτερη φύση του αντικειμένου καθώς απαιτεί από τους μαθητές να μεταβαίνουν από το μακροσκοπικό στο μικροσκοπικό επίπεδο, να χρησιμοποιούν χημικά σύμβολα, αλλά και να οπτικοποιούν αφηρημένες έννοιες όπως το σχήμα ενός μορίου σε μία σελίδα δύο διαστάσεων (Chittleborough & Treagust 2008). Οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με διάφορα χημικά φαινόμενα, που στηρίζονται συνήθως στη διαίσθηση, αποτελούν πολύ συχνά ένα σχεδόν ανυπέρβλητο εμπόδιο στη μάθηση της Χημείας (Κουκά, Βοσνιάδου, & Τσαπαρλής 2009, Τσιτσιπής, Σταμοβλάσης & Παπαγεωργίου 2009, Marmaroti & Galanopoulou 2006, Stefani & Tsaparlis 2009). Οι δυσκολίες στη μάθηση της Χημείας σχετίζονται, επίσης, με τους παρακάτω παράγοντες: ανεπάρκεια των μαθητών στην τυπική συλλογιστική (Τσιτσιπής, Σταμοβλάσης & Παπαγεωργίου 2009), αφηρημένη και αυστηρή επιστημονική γλώσσα των σχολικών εγχειριδίων (Halkia & Mantzouridis 2005), διδασκαλία με έμφαση στη θεωρία και χωρίς σύνδεση με την καθημερινή πραγματικότητα (Salta & Tzougraki 2010, Σπυρέλλης 2007).

Οι στάσεις και τα κίνητρα αποτελούν δομές του συναισθηματικού τομέα που έχουν συσχετισθεί με τη μάθηση. Γενικά, μια αρνητική στάση απέναντι σε ένα αντικείμενο οδηγεί στην έλλειψη ενδιαφέροντος και, στη συνέχεια, στην αποφυγή του όταν υπάρχει δυνατότητα επιλογής. Αντίθετα, μια θετική στάση των μαθητών απέναντι στη Χημεία οδηγεί σε μια θετική προδιάθεση για την επιστήμη που επηρεάζει το διά βίου ενδιαφέρον και τη μάθηση στο συγκεκριμένο τομέα (Koren & Bar 2009). Στην Ελλάδα οι μαθητές έχουν μία ουδέτερη στάση όσον αφορά στη δυσκολία του μαθήματος της Χημείας και το ενδιαφέρον τους για αυτό και μάλλον αρνητική στάση όσον αφορά στη χρησιμότητα του. Εμφανίζουν μία περισσότερο θετική στάση σχετικά με τη σημαντικότητα της Χημείας ως επιστήμης. Οι ερευνητές αποδίδουν τις παρατηρούμενες στάσεις των μαθητών απέναντι στη Χημεία σε παράγοντες όπως το περιεχόμενο των αναλυτικών προγραμμάτων, τον περιορισμένο διαθέσιμο χρόνο διδασκαλίας της Χημείας, τις μη ελκυστικές μεθόδους διδασκαλίας και την μικρή ως μηδαμινή πρακτική εργαστηριακή ενασχόληση (Salta & Tzougraki 2004).



Επίδραση στη διά βίου μάθηση στη Χημεία έχουν και τα κίνητρα των μαθητών για να συνεχίσουν να μαθαίνουν. Μερικοί μαθητές αντιμετωπίζουν το μάθημα της Χημείας ως κάτι αναπόφευκτο που με πολύ χαρά θα σταματούσαν να ασχολούνται με αυτό. Κάποιοι άλλοι μελετούν Χημεία επειδή τους είναι απαραίτητη για την εισαγωγή τους στο Πανεπιστήμιο. Τέλος, υπάρχουν και κάποιοι που παθιάζουν να μάθουν. Δεν είναι δυνατό, ούτε ακόμα και επιθυμητό, να έχουν όλοι οι μαθητές τα ίδια κίνητρα για να μάθουν Χημεία, αν και πρέπει να επιδιώκουμε όλοι οι μαθητές να παθιάζουν για να μάθουν κάτι (Goodwin 2000).

Η παρούσα μελέτη επιδιώκει να αναδείξει πλευρές της διά βίου μάθησης στη Χημεία. Συγκεκριμένα την εργασία μας κατηύθυνε το ερευνητικό ερώτημα: Ποιες είναι οι δυσκολίες και τα εμπόδια για τη διά βίου μάθηση στη Χημεία που προκύπτουν από τις εμπειρίες ενηλίκων και εκπαιδευτικών σε σχέση με το μάθημα της Χημείας;

Μεθοδολογία της έρευνας

Τη βάση για την παρούσα έρευνα αποτελεί ένα ερμηνευτικό πλαίσιο, το οποίο εστιάζεται στις εμπειρίες δύο συγκεκριμένων ομάδων σε σχέση με τη μάθηση της Χημείας. Το ερμηνευτικό πλαίσιο αναλύει τις ερμηνείες που δίνουν ενήλικες χωρίς σπουδές στις Φυσικές Επιστήμες και εκπαιδευτικοί που διδάσκουν Χημεία για τις εμπειρίες τους με το μάθημα της Χημείας και εξετάζει πώς οι εμπειρίες τους αυτές προβάλλουν τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις που δημιουργούν ένα μοναδικό πλαίσιο για τη μάθηση της Χημείας. Με σκοπό να κατανοήσουμε καλύτερα το υπό εξέταση φαινόμενο συλλέξαμε τα δεδομένα μας με τη μέθοδο των ατομικών δομημένων συνεντεύξεων με ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Οι ερωτήσεις ήταν διαφορετικές για τις δύο ομάδες. Αυτές οι οποίες τέθηκαν στους ενήλικες κατά τη συνέντευξη εντάσσονται στις τρεις θεματικές ενότητες που ακολουθούν, με ένα παράδειγμα ερώτησης σε παρένθεση:

A. Οι εμπειρίες τους από την εκπαίδευσή τους στη Χημεία. (Ποιες είναι οι κυριότερες δυσκολίες που αντιμετωπίσατε με το μάθημα της Χημείας στο σχολείο;)

B. Η ενημέρωσή τους σε θέματα που σχετίζονται και με τη Χημεία. (Μπορείτε να κατανοήσετε τις πληροφορίες που παρέχουν τα ΜΜΕ για θέματα που σχετίζονται και με τη Χημεία;)

Γ. Ένα τεστ γνώσεων για να διαπιστωθεί η μη αδρανής χημική γνώση τους. (Τι σας έρχεται στο νου όταν ακούτε τη λέξη χημικός/ή/ό;)

Οι ερωτήσεις στις οποίες υποβλήθηκαν οι εκπαιδευτικοί συνιστούν τρεις θεματικές ενότητες, οι οποίες αναφέρονται παρακάτω με ένα παράδειγμα ερώτησης σε παρένθεση:

A. Οι εμπειρίες τους από τη διδασκαλία της Χημείας. (Ποιες είναι οι κύριες δυσκολίες που αντιμετωπίζετε κατά τη διδασκαλία της Χημείας;)

B. Οι ερμηνείες τους για τη μη επιλογή σπουδών Χημείας από τους μαθητές. (Γιατί κατά τη γνώμη σας πολλά παιδιά δεν ακολουθούν σπουδές στη Χημεία;)

Γ. Οι εμπειρίες τους από την εκπαίδευσή τους στη Διδακτική της Χημείας και τη συμμετοχή τους σε σχετικά ερευνητικά προγράμματα. (Έχετε ποτέ συμμετάσχει σε κάποιο ερευνητικό πρόγραμμα σχετικό με τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών ή της Χημείας;)

Πριν τη συνέντευξη, δόθηκε σε κάθε έναν συμμετέχοντα ένα ενημερωτικό φυλλάδιο σχετικό με τους σκοπούς της έρευνας και οι συνεντεύξεις μαγνητοφωνήθηκαν με τη συναίνεσή τους. Για την ανάλυση των απαντήσεων, έγινε απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων και κατόπιν ανάλυση περιεχομένου χρησιμοποιώντας αρχικά ανοικτή και κατόπιν αξονική κωδικοποίηση των δεδομένων (Robson 2007). Η ανοικτή κωδικοποίηση είναι η πρώτη εξέταση του κειμένου που προκύπτει από την απομαγνητοφώνηση προκειμένου να ταξινομηθούν σε κατηγορίες (κώδικες) οι πληροφορίες που προέρχονται από τα δεδομένα. Κατά την αξονική κωδικοποίηση διερευνώνται οι σχέσεις ανάμεσα στους κώδικες που προσδιορίστηκαν στη φάση της ανοικτής κωδικοποίησης, και συνδέονται οι

κώδικες μεταξύ τους. Σε αυτή τη φάση αναπτύσσονται οι υψηλότερου επιπέδου κατηγορίες και υποκατηγορίες. Για την τεκμηρίωση της αξιοπιστίας τα κείμενα των συνεντεύξεων κωδικοποιήθηκαν ανεξάρτητα από δύο ερευνητές και στη συνέχεια συγκρίθηκαν οι κωδικοί τους. Κατά τη σύγκριση υπήρξε συμφωνία στο 80% των κωδικών (αξιοπιστία μεταξύ βαθμολογητών). Στους υπόλοιπους κωδικούς καθώς και στις κατηγορίες και υποκατηγορίες της αξονικής κωδικοποίησης η ερευνητική ομάδα κατέληξε μετά από συζήτηση και συμφωνία.

Αποτελέσματα και σχολιασμός

Η ομάδα των ενηλίκων που δεν έχουν σπουδές στις Φυσικές Επιστήμες:

Στην ποιοτική έρευνα ο κύριος στόχος της κατάλληλης δειγματοληψίας είναι η επιλογή περιπτώσεων, πλούσιων σε πληροφορίες (Robson 2007). Για την παρούσα έρευνα επιλέχθηκαν δέκα ενήλικες, οι οποίοι είναι όλοι κάτοχοι τίτλου Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης (ΑΕΙ, ΤΕΙ) αλλά σε σχολή μη σχετική με τις Φυσικές Επιστήμες με βάση τα ακόλουθα κριτήρια επιλογής:

1. να καλύπτουν ευρύ φάσμα σπουδών (3 οικονομολόγοι-λογιστές, 2 δάσκαλοι, 2 φιλόλογοι, ένας στρατιωτικός, ένας επαγγελματίας υγείας και ένας μαθηματικός),
2. να ποικίλουν οι ηλικίες τους (μεταξύ 23 και 58 ετών), επομένως και οι εμπειρίες τους από το μάθημα της Χημείας.

Η δειγματοληψία ήταν σκόπιμη, επιλέχθηκαν δηλαδή συγκεκριμένοι ενήλικες (6 άνδρες – 4 γυναίκες) που είχαν τη δυνατότητα και την προθυμία να παράσχουν τις ζητούμενες πληροφορίες και αυτοί συνιστούν την ομάδα των ενηλίκων (ΕΝ).

Α. Τέσσερις από τους δέκα ενήλικες έβρισκαν το μάθημα της Χημείας **ενδιαφέρον**, κυρίως σε ότι αφορούσε **τα πειράματα** που είχαν κάνει. Τρεις το θεωρούσαν βαρετό, δύο είχαν ουδέτερη στάση και ένας έβρισκε ενδιαφέρον σε ορισμένες ενότητες (χημικά φαινόμενα) ενώ άλλες τις θεωρούσε βαρετές (δομή ατόμου, περιοδικός πίνακας). Από την ανάλυση των απαντήσεων των ενηλίκων προέκυψε ότι οι **δυσκολίες** που αντιμετώπισαν σχετικά με το μάθημα αποδίδονται στους παρακάτω παράγοντες: (α) Στους **εκπαιδευτικούς** είτε γιατί χρησιμοποιούσαν μια επιστημονική γλώσσα που δεν καταλάβαιναν είτε γιατί δεν προσπαθούσαν να καλύψουν τα κενά που είχαν οι μαθητές (4 ΕΝ). (β) Στην **έμφαση της διδασκαλίας στη θεωρία**, καθώς και την απαίτηση **απομνημόνευσης** (4 ΕΝ). (γ) Στα **σχολικά εγχειρίδια** (2 ΕΝ). (δ) Σε **δύσκολες έννοιες** και **ασκήσεις** λόγω έλλειψης είτε προαπαιτούμενων γνώσεων είτε κατανόησης (2 ΕΝ). Ένας συμμετέχων δεν θυμάται να αντιμετωπίζει κάποια δυσκολία ως μαθητής και ένας απέδωσε τις δυσκολίες στις λίγες διαθέσιμες ώρες διδασκαλίας. Για τρεις λόγους, φαίνεται ότι δεν επέλεξαν σπουδές Χημείας μετά το Λύκειο οι συμμετέχοντες. (α) **Προτίμηση ή κλίση** σε άλλα γνωστικά αντικείμενα (5 ΕΝ), (β) **Κενά γνώσεων** και τις **κακές επιδόσεις** στο μάθημα της Χημείας (4 ΕΝ), και (γ) **Επαγγελματική αποκατάσταση** (3 ΕΝ).

Β. Οι πηγές πληροφόρησης των ενηλίκων για θέματα Χημείας που τους ενδιαφέρουν είναι: (α) το **διαδίκτυο** (8 ΕΝ), (β) **εφημερίδες** και εκλαϊκευμένα επιστημονικά περιοδικά (7 ΕΝ), (γ) φίλοι και συγγενείς **επιστήμονες** (3 ΕΝ) και (δ) **βιβλία** (1 ΕΝ). Τις πληροφορίες που βρίσκουν στα ΜΜΕ και στο διαδίκτυο οι περισσότεροι ενήλικες τις κατανοούν ως έναν βαθμό. Δυσκολίες αντιμετωπίζουν με **εξειδικευμένους όρους** και τότε απευθύνονται για βοήθεια σε ειδικούς του περιβάλλοντός τους. Δύο ενήλικες αναφέρουν αρκετές δυσκολίες και μη κατανόηση των χημικών πληροφοριών που βρίσκουν στο τύπο ή στο δίκτυο. Τα θέματα που είχαν πρόσφατα διαβάσει και σχετίζονταν με τη Χημεία ήταν σχετικά με: (α) τη ρύπανση του **περιβάλλοντος** (αέρια θερμοκηπίου, ηφαιστειακή τέφρα, πετρελαιοκηλίδα στον κόλπο του Μεξικού, χημικά φορτία πλοίων, φιλικά με το περιβάλλον καύσιμα), (β) τα **τρόφιμα**

(μεταλλαγμένα, τροφικές αλυσίδες), και (γ) την **ιατρική** (βιοχημεία, DNA). Δύο από τους συμμετέχοντες δεν θυμήθηκαν να είχαν ενημερωθεί πρόσφατα για κάποιο θέμα σχετικό με τη Χημεία. Έξι ενήλικες ανέφεραν ότι θα ήθελαν περισσότερη ενημέρωση για τα τρόφιμα και τη διατροφή (έλεγχος νερού, κατάλοιπα χημικών στα τρόφιμα), τέσσερις για το περιβάλλον (ρύπανση, διαχείριση αποβλήτων) και δύο για τα φάρμακα.

Γ. Οι περισσότεροι (6) ενήλικες κρίνουν ως φτωχή τη γνώση τους στη Χημεία, τρεις τη χαρακτηρίζουν φτωχή ως μέτρια και ένας μόνο μέτρια. Όταν ακούν τη λέξη χημικός/ή/ό, οι μισοί ενήλικες φέρνουν στο νου τους τον επιστήμονα χημικό - κάποιον που ασχολείται με πειράματα, τρεις τον καθηγητή της Χημείας, δύο ενήλικες μόρια, άτομα και χημικά στοιχεία, ένας κάποιο τεχνητό παρασκεύασμα-κάτι φτιαγμένο στο εργαστήριο και ένας ενέργεια από κάποια χημική διεργασία. Όταν τους ζητήθηκε να αναφέρουν ένα ουσιαστικό με το οποίο συνδέουν το επίθετο χημικός/ή/ό, τέσσερις ανέφεραν επιστημονικούς όρους (ουσία, στοιχείο, αντίδραση, προσδιορισμός), τρεις κάτι που τρομάζει (τέρας, πόλεμος, κάτι αντίθετο του φυσικού), δύο ανέφεραν επιστημονικούς όρους με μεταφορική έννοια (έλξη, καθαρότητα) και ένας τον χημικό εκπαιδευτικό.

Στην ερώτηση του τεστ τη σχετική με την **διατήρηση της μάζας** κατά τη διάλυση, τρεις εφάρμοσαν σωστά το νόμο διατήρησης, ενώ οι υπόλοιποι επτά πιστεύουν ότι κατά τη διάλυση είτε μέρος της διαλυμένης ουσίας είτε όλη η ποσότητά της εξαφανίζεται, καταστρέφεται ή κινείται προς τον αέρα. Επτά συμμετέχοντες στην έρευνα πιστεύουν ότι η μυρωδιά (το άρωμα) αποτελείται από **υλικά σωματίδια**, δύο από υλικά και άυλα, και ένας από άυλα. Ως παράδειγμα **στερεής χημικής ουσίας** αναφέρθηκαν σωστά το χλωριούχο νάτριο, ο σίδηρος, το νάτριο, το θείο από τέσσερις ενήλικες. Τρεις ανέφεραν απλώς «το αλάτι», ένας την αμμωνία και ένας «μια φαρμακευτική ουσία». Τέλος ένας από τους ενήλικες δεν μπόρεσε να δώσει κάποιο παράδειγμα. Για έξι ενήλικες το νερό αποτελεί το παράδειγμα **υγρής χημικής ουσίας**, για δύο το χλώριο για έναν ο υδράργυρος και για έναν το υγρό φυσικό αέριο. Τρεις συμμετέχοντες ανέφεραν ως παράδειγμα **αέριας χημικής ουσίας** το διοξείδιο του άνθρακα, τρεις το οξυγόνο, ένας το άζωτο, ένας το χλώριο. Τέλος, ένας ενήλικας ανέφερε το «καυσάεριο» και ένας τη «μόλυνση ατμόσφαιρας-ακτινοβολία». Έξι από τους δέκα ενήλικες δίνει ως παράδειγμα **χημικής αντίδρασης** τη σύνθεση του νερού από υδρογόνο και οξυγόνο. Δύο από αυτούς δίνουν και δεύτερο παράδειγμα τη σύνθεση του χλωριούχου νατρίου από νάτριο και χλώριο. Από τους υπόλοιπους τέσσερις, ο ένας αναφέρει τη δημιουργία κράματος, όπως ο ορείχαλκος, ο άλλος τη σχάση, ο τρίτος τη μπαταρία που παίρνουμε ενέργεια και ένας δεν μπόρεσε να δώσει κάποιο παράδειγμα χημικής αντίδρασης.

Η ομάδα των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Χημεία

Επίσης, σκόπιμη ήταν η δειγματοληψία των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Χημεία. Επιλεχθήκαν δέκα εκπαιδευτικοί (4 άνδρες – 6 γυναίκες) που είχαν τη δυνατότητα και την προθυμία να παράσχουν τις ζητούμενες πληροφορίες και αυτοί συνιστούν την ομάδα των εκπαιδευτικών (ΕΚ). Τα κριτήρια επιλογής τους ήταν:

1. να έχουν διδάξει για πολλά χρόνια το μάθημα της Χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (οκτώ χημικοί και δύο φυσικοί),
2. να εργάζονται σε δημόσια και ιδιωτικά σχολεία (8 και 2 αντίστοιχα) ώστε να έχουμε όσο δυνατόν πιο σφαιρική εικόνα των εμπειριών από το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

Α. Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών (6) θεωρούν ότι η δυσκολία της μάθησης της Χημείας οφείλεται κατά κύριο λόγο στη **δυσκολία του αντικειμένου της Χημείας**. Στη δυσκολία του αντικειμένου συμβάλλουν σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς ο συμβολικός χαρακτήρας της Χημείας και οι αφηρημένες χημικές έννοιες που αποτελούν μια νέα γλώσσα για τους μαθητές. Τέσσερις εκπαιδευτικοί αποδίδουν τις δυσκολίες στην **υποβάθμιση/στον παραγκωνισμό του μαθήματος** από το εκπαιδευτικό σύστημα καθώς είναι μονόωρο μάθημα

στο Γυμνάσιο και **ή** δεν είναι προαπαιτούμενο για την εισαγωγή στο Πανεπιστήμιο, με ελάχιστες εξαιρέσεις. Τρεις καθηγητές αποδίδουν τις δυσκολίες στην **θεωρητική έμφαση της διδασκαλίας** και στην παραμέληση των πειραμάτων. Δύο θεωρούν τη διδασκαλία **αποσπασματικών γνώσεων** που δεν συνδέονται μεταξύ τους, αλλά ούτε και με την καθημερινή ζωή των μαθητών ως αιτία των δυσκολιών. Επίσης, δύο εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η προκατάληψη που υπάρχει για το αντικείμενο και ο προσανατολισμός των μαθητών σε άλλα αντικείμενα δημιουργούν προβλήματα.

Τη μεγαλύτερη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί (8) είναι ο **περιορισμένος χρόνος διδασκαλίας** για την κάλυψη της ύλης και την διεξαγωγή των απαιτούμενων πειραμάτων. Τέσσερις έχουν ως πρόβλημα την **έλλειψη εργαστηρίων** και αντιδραστηρίων/υλικών. Τρεις αναφέρουν την **ποιότητα της ύλης**: (α) μεγάλη σε έκταση που εμποδίζει τη διδασκαλία σε βάθος, (β) δεν έχει μεγάλη σχέση με την καθημερινή ζωή των μαθητών, και (γ) δύσκολη για τους μαθητές. Τέλος, δύο καθηγητές αναφέρουν ως δυσκολία το **μη ενδιαφέρον** των μαθητών και την αντίληψή τους ότι η Χημεία αποτελεί δευτερεύον μάθημα. Οι μισοί καθηγητές αποδίδουν την έλλειψη ενδιαφέροντος από τους μαθητές για το μάθημα στην **έμφαση της διδασκαλίας στη θεωρία** και στην αποστήθιση γνώσεων. Επίσης πέντε από τους δέκα εκπαιδευτικούς θεωρούν αιτία τη **μη συσχέτιση της Χημείας** και της ύλης του μαθήματος **με την καθημερινή ζωή** των μαθητών. Τρεις καθηγητές θεωρούν ότι η έλλειψη ενδιαφέροντος οφείλεται στη **δομή του εκπαιδευτικού συστήματος**, που είναι προσανατολισμένο προς την εισαγωγή στα ΑΕΙ, η οποία εκτός λίγων εξαιρέσεων δεν απαιτεί την εξέταση στη Χημεία με αποτέλεσμα το μάθημα να θεωρείται από τους μαθητές δευτερεύον.

Β. Όσον αφορά στους λόγους που απωθούν τους μαθητές από σπουδές στη Χημεία, έξι εκπαιδευτικοί θεωρούν ως κύρια αιτία τη **δυσκολία** του μαθήματος, τέσσερις τις δυσκολίες για **επαγγελματική αποκατάσταση** που αντιμετωπίζουν στην Ελλάδα οι απόφοιτοι των τμημάτων Χημείας, και δύο την **έλλειψη κλίσης ή αγάπης** προς το μάθημα. Οι προτάσεις των εκπαιδευτικών προκειμένου να αντιστραφεί αυτή η τάση είναι: (α) **βελτίωση του αναλυτικού προγράμματος** με περισσότερη σύνδεση της Χημείας με την καθημερινή ζωή, και (β) **αλλαγή της θέσης της Χημείας** στη χώρα, με ενίσχυση της έρευνας και αύξηση των θέσεων εργασίας. Ως πρωτοβουλίες που έχουν ληφθεί προς αυτή την κατεύθυνση και όσον αφορά στην τυπική εκπαίδευση, τρεις εκπαιδευτικοί θεωρούν την προσπάθεια να τονωθεί η εργαστηριακή άσκηση και η διερευνητική προσέγγιση στη διδασκαλία αν και δεν έχει ληφθεί μέριμνα για την εφαρμογή τους. Όσον αφορά την άτυπη εκπαίδευση, δύο εκπαιδευτικοί αναφέρουν τα εντυπωσιακά πειράματα Χημείας που γίνονται στο Τμήμα Χημείας του ΕΚΠΑ για μαθητές, τον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Χημείας και τις διάφορες εκδηλώσεις για τη Χημεία που οργανώνουν ερευνητικά ινστιτούτα. Ένας συμμετέχων αναφέρει ως αντίθετη πρωτοβουλία τη μη ορθολογική μείωση της ύλης και τρεις δεν γνώριζαν καμία.

Γ. Δύο εκπαιδευτικοί έχουν παρακολουθήσει μαθήματα σχετικά με τη Διδακτική της Χημείας σε προπτυχιακό επίπεδο, πέντε σε μεταπτυχιακό, τέσσερις σε επιμόρφωση και ένας ποτέ. Τα μαθήματα σε προπτυχιακό επίπεδο και αυτά της επιμόρφωσης ήταν μόνο θεωρητικά, ενώ όσοι είχαν παρακολουθήσει μεταπτυχιακό είχαν κάνει και πρακτική άσκηση. Όλοι οι εκπαιδευτικοί συμφώνησαν ότι τα μαθήματα τους ήταν ιδιαίτερα χρήσιμα, καθώς τους άλλαξαν τη φιλοσοφία τους και την πρακτική τους στην τάξη. Τα θέματα που προτείνουν οι εκπαιδευτικοί να περιλαμβάνονται στα μαθήματα της Διδακτικής της Χημείας είναι: οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, διδακτικές στρατηγικές και εναλλακτικές μέθοδοι διδασκαλίας, σχεδιασμός και αξιοποίηση εργαστηριακών ασκήσεων, σύνδεση της θεωρίας με την πράξη. Σχετικά με τη **συμμετοχή τους σε ερευνητικά προγράμματα**, πέντε εκπαιδευτικοί πραγματοποίησαν έρευνα κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού τους. Ένας εξ αυτών συμμετείχε και σε άλλο ερευνητικό πρόγραμμα, όπως επίσης και ένας από υπόλοιπους συμμετέχοντες.



Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη μας οδηγεί, μέσα από την ερμηνεία των εμπειριών που βίωσαν εκπαιδευτικοί και άλλοι ενήλικες στο μάθημα της Χημείας, σε μία σειρά συμπερασμάτων σχετικών με τα εμπόδια που αντιμετωπίζει η διά βίου μάθηση στη Χημεία, δηλαδή κάθε είδους μαθησιακή δραστηριότητα στη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου, που αποσκοπεί στην απόκτηση ή στη βελτίωση χημικών γνώσεων και δεξιοτήτων, χρήσιμων στην ενεργό συμμετοχή του σε θέματα σχετικά με τη Χημεία και στην επαγγελματική ένταξη και εξέλιξη.

Και οι δύο ομάδες συμφωνούν ότι η δυσκολία του μαθήματος είναι μια από τις βασικές αιτίες ενός φαινομένου όλο και πιο έντονου σήμερα: ελάχιστοι μαθητές έχουν σε πρώτη προτίμηση τις σπουδές στη Χημεία. Η φύση της Χημείας, μιας πειραματικής επιστήμης, που χρησιμοποιεί αφηρημένες έννοιες για να ερμηνεύσει τα παρατηρούμενα και μια ιδιαίτερη συμβολική γλώσσα επικοινωνίας, σε συνδυασμό με την έμφαση της διδασκαλίας της Χημείας στη θεωρία θεωρούνται βασικές πηγές των δυσκολιών των μαθητών. Η έμφαση στη θεωρία και η μη ανάδειξη της σύνδεσης της Χημείας με την καθημερινή ζωή οδηγούν σε μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών για το μάθημα. Με τη σειρά της, το μειωμένο ενδιαφέρον των μαθητών, οι αποσπασματικές γνώσεις που συγκροτούν τη διδασκόμενη ύλη σε συνδυασμό με τον περιορισμένο διαθέσιμο χρόνο διδασκαλίας είναι εμπόδια που πρέπει να υπερπηδήσουν οι εκπαιδευτικοί για να προάγουν τη μάθηση της Χημείας. Το μειωμένο ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα, οδηγεί σε αρνητική προδιάθεση για την επιστήμη, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει το ενδιαφέρον για τη διά βίου μάθηση στο συγκεκριμένο τομέα (Koren & Bar 2009).

Οι ενήλικες που δεν έχουν σπουδάσει Φυσικές Επιστήμες χαρακτηρίζουν τις χημικές γνώσεις τους μέτριες ως φτωχές, καθώς εν μέρει μόνο μπορούν να τους βοηθήσουν να κατανοήσουν πληροφορίες που βρίσκουν στα ΜΜΕ, τα εκλαϊκευμένα επιστημονικά περιοδικά και το διαδίκτυο για θέματα σχετικά με τη Χημεία. Τα αποτελέσματα του τεστ γνώσεων που τους δόθηκε ανέδειξε πολλές πτυχές του προβλήματος, όπως αδυναμία των ενηλίκων να αντιληφθούν: (α) τη διατήρηση της μάζας, (β) την υλική υπόσταση μη ορατών σωματιδίων, (γ) τις χημικές ουσίες και αντιδράσεις που συμβαίνουν στην καθημερινή τους ζωή. Η πλειονότητα των ενηλίκων συνδέουν τον όρο χημικό με κάτι που έχει σχέση με εργαστήριο (επιστήμονες, ουσίες, αντιδράσεις κλπ) σε αντίθεση με ότι υπάρχει στη φύση.

Η συνεχής μάθηση θεωρείται απαραίτητη από τους εκπαιδευτικούς προκειμένου να ανταπεξέλθουν στο δύσκολο ρόλο τους. Καλύτερες προοπτικές θεωρούν ότι τους προσφέρουν οι μεταπτυχιακές σπουδές, καθώς τα προγράμματα επιμόρφωσης όπως και οι προπτυχιακές σπουδές προσφέρουν μια θεωρητική κατάρτιση χωρίς πρακτική άσκηση σε σύγχρονες μεθόδους διδασκαλίας. Το πρόβλημα είναι ότι θέσεις για μεταπτυχιακές σπουδές δεν είναι διαθέσιμες για όλους.

Όλα τα παραπάνω προβάλουν τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις που δημιουργούν ένα μοναδικό πλαίσιο για τη μάθηση της Χημείας. Η ανάπτυξη της Χημείας επηρεάζει σημαντικά τον κόσμο στον οποίο ζούμε. Η Ελλάδα δεν έχει αξιοποιήσει στο έπακρο τις δυνατότητες που της δίνει η ανάπτυξη της Χημείας και αυτό έχει αντίκτυπο και στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα. Η Χημεία ως γνωστικό αντικείμενο έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, τα οποία όμως δεν αξιοποιούνται σύμφωνα με τις σύγχρονες τάσεις της Διδακτικής ούτε από το επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα αλλά ούτε από τους εκπαιδευτικούς λόγω μη επαρκούς εκπαίδευσης και επιμόρφωσης.

Η διά βίου μάθηση είναι μια διαδικασία που αρχίζει από την προσχολική ηλικία και συνεχίζει σε όλη τη διάρκεια της ζωής του. Για το λόγο αυτό, η ανεύρεση των δυσκολιών που συναντά κάποιος ως μαθητής στην κατανόηση ενός γνωστικού αντικείμενου (όπως η Χημεία), των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδασκαλία τους και

την επιμόρφωσή τους, καθώς και των δυσκολιών που έχουν οι ενήλικες να ενημερωθούν σε θέματα Χημείας οδηγεί στην ταυτοποίηση των εμποδίων στη διεργασία της διά βίου μάθησης. Η ταυτοποίηση αυτή μπορεί να αποτελέσει αφετηρία για προτάσεις επίλυσης του προβλήματος και κατάκτησης ενός υψηλότερου επιπέδου χημικού και γενικότερα επιστημονικού αλφαριθμητισμού.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού διαπανεπιστημιακού προγράμματος διά βίου μάθησης “Chemistry is All Around Us”(N° 167126-LLP-1-2009-1-IT-KA1-KA1ECETB).

Βιβλιογραφία

- Κουκά, Α., Βοσνιάδου, Σ., Τσαπαρλής, Γ. (2009). Οι δυσκολίες των μαθητών να κατανοήσουν τη διάλυση του αλατιού στο νερό. Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Φλώρινα 7-10 Μαΐου 2009, 420 – 428.
- Σπυρέλλης, Ν. (2007). Το μάθημα της Χημείας: Δυσχέρειες και προοπτικές. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Ιωάννινα 15-18 Μαρτίου 2007, 91-100.
- Τσιτσιπής, Γ., Σταμοβλάσης, Δ., Παπαγεωργίου, Γ. (2009). Η κατανόηση της σωματιδιακής δομής και των αλλαγών κατάστασης της ύλης σε σχέση με τρεις γνωστικές μεταβλητές. Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Φλώρινα 7-10 Μαΐου 2009, 878 – 885.
- Chittleborough, G. & Treagust, D. (2008). Correct interpretation of chemical diagrams requires transforming from one level of representation to another. *Research in Science Education*, 38, 463–482.
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. (2009). Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship between Them: Key Models in Chemical Education. In J. K. Gilbert, D. Treagust (Eds), *Multiple Representations in Chemical Education*, Dordrecht: Springer, 1-8.
- Goodwin, A. (2000). The teaching of Chemistry: Who is the learner? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 51-60
- Halkia, K. & Mantzouridis, D. (2005). Students' views and attitudes towards the communication code used in press articles about science. *International Journal of Science Education*, 27, 1395-1411.
- Holman, J. (2002). What does it mean to be chemically literate? *Education in Chemistry*, 39, 12-14.
- Koren, P. & Bar, V. (2009). Pupils' image of 'the scientist' among two communities in Israel: A comparative study. *International Journal of Science Education*, 31, 2485 - 2509.
- 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.
- Robson, C. (2007). Η έρευνα του πραγματικού κόσμου. Gutenberg, Αθήνα.
- Roth W.-M. & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88, 263– 291.
- Salta K. & Tzougraki C. (2004). Attitudes toward Chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88, 535-547.
- Salta K. & Tzougraki C. (2010). Conceptual versus Algorithmic Problem-solving: Focusing on Problems dealing with Conservation of Matter in Chemistry. *Research in Science Education*, DOI 10.1007/s11165-010-9181-6, published online: 28 July 2010.
- Shwartz Y., Ben-Zvi R., & Hofstein A. (2006a). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chemical Education Research and Practice*, 7, 203-225.
- Shwartz Y., Ben-Zvi R. & Hofstein A. (2006b). Chemical literacy: what it means to scientists and school teachers? *Journal of Chemical Education*, 83, 1557-1561.



Stefani C. & Tsaparlis G. (2009). Students' levels of explanations, models and misconceptions in basic quantum chemistry: A phenomenographic study. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 520-536.

Νοητικά μοντέλα των μαθητών για τα υλικά και τις χημικές ουσίες

Ιωάννα Καραχάλιου, Κατερίνα Σάλτα, Χρύσα Τζουγκράκη

Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ, ikarachal@sch.gr

Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ, ksalta@chem.uoa.gr

Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ, tzougraki@chem.uoa.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να αναδειχθούν τα νοητικά μοντέλα που χρησιμοποιούν οι μαθητές για να αναγνωρίσουν τα υλικά και τις χημικές ουσίες καθώς και η μεταβολή των μοντέλων αυτών με την επίδραση της διδασκαλίας. Για το σκοπό αυτό, 107 μαθητές της Α και 114 μαθητές της Γ τάξης Γυμνασίου απάντησαν σε επτά ερωτήσεις σχετικές με τα κριτήρια που χρησιμοποιούν για την αναγνώριση ορισμένων υλικών/ουσιών. Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών ανέδειξε δυο κατηγορίες κριτηρίων, (α) τα χαρακτηριστικά παρατήρησης, και (β) τις μεταβολές ή τις αλληλεπιδράσεις του υλικού/ουσίας με άλλο υλικό/ουσία. Με βάση τη συνέπεια που χρησιμοποιήθηκαν τα χαρακτηριστικά από τους μαθητές εξήχθησαν τρία νοητικά μοντέλα: το αισθητηριακό, το μεικτό, και το μοντέλο επίδρασης. Τέλος, φάνηκε ότι οι μαθητές με την επίδραση της διδασκαλίας αλλάζουν τα αρχικά νοητικά μοντέλα τους για τα υλικά/ουσίες, που είναι αισθητηριακά, σε συνθετικά νοητικά μοντέλα στα οποία οι μεταβολές ή αλληλεπιδράσεις αντικαθιστούν βαθμιαία τα χαρακτηριστικά παρατήρησης.

Abstract

This study aimed to reveal the mental models that students use in order to recognize the materials and the chemical substances, as well as the change of these models during teaching. For this purpose, 107 students of 7th-grade and 114 students of 9th-grade answered seven questions concerning their recognition criteria. The analysis of students' answers reveal two categories of criteria, (a) the characteristics of observation, and (b) the changes of material/substance or their interactions with other material/substance. Three mental models: the sensory model, the model of effect, and the mixed model were inferred based on students' consistency in using the criteria. Moreover, as a consequence of teaching students change their initial mental models of the materials/substances, which are sensory, to synthetic mental models in which the changes or interactions replace step by step the characteristics of observation.

Εισαγωγή

Τα νοητικά μοντέλα είναι δυναμικές και παραγωγικές αναπαραστάσεις, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν νοητικά, ώστε να παρέχουν αιτιώδεις εξηγήσεις για τα φυσικά φαινόμενα και να κάνουν προβλέψεις για την κατάσταση των πραγμάτων στο φυσικό κόσμο (Vosniadou 1994). Πρόκειται για υψηλού επιπέδου νοητικά κατασκευάσματα που έχουν ως σκοπό να αναπαριστούν τη δομή αντικειμένων, πεποιθήσεων ή θεωριών, η οποία δεν έχει γίνει ποτέ ορατή, όπως είναι το νοητικό μοντέλο του ηλιακού συστήματος (Βοσνιάδου 2004). Η θεωρία των νοητικών μοντέλων χρησιμοποιείται προκειμένου να εξηγηθούν διάφορες μορφές συμπεριφοράς σε ασυνήθιστες καταστάσεις επίλυσης προβλήματος (Eysenk & Keane 2005).

Από τη σκοπιά της θεωρίας μάθησης της Βοσνιάδου (Vosniadou 1994), τα νοητικά μοντέλα θεωρούνται ως τα σημεία στα οποία οι καινούργιες πληροφορίες ενσωματώνονται



στο γνωστικό σύστημα, και ως εκ τούτου ο σχηματισμός τους αντιπροσωπεύει μια μείζονα πηγή γνωσιακής αλλαγής στις υπάρχουσες δομές γνώσεων. Με τη διαδικασία της μάθησης μπορούν να αλλάξουν είτε τα ίδια τα νοητικά μοντέλα είτε οι υποκείμενες δομές οι οποίες τα υποστηρίζουν. Η απόπειρα να ενσωματωθούν οι εισερχόμενες πληροφορίες σε ένα νοητικό μοντέλο που ήδη υπάρχει χωρίς να επέλθει αλλαγή σε αυτό, ή με μια μικρή αλλαγή των υποκείμενων προϋποθέσεων που το περιορίζουν, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία παρανοήσεων και αντιφάσεων.

Αρχικά νοητικά μοντέλα είναι οι πρώτες αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου που οικοδομούν τα παιδιά πριν να εκτεθούν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Μια από τις πιο σημαντικές διαπιστώσεις της έρευνας στη Γνωσιακή Ψυχολογία και στη Διδακτική είναι ότι τα παιδιά δεν έρχονται στη διαδικασία μάθησης της επιστήμης ως άγραφη πλάκα (*tabula rasa*), αλλά έχουν αποκτήσει πλούσια γνώση για το φυσικό κόσμο από την καθημερινή τους εμπειρία (Vosniadou & Ioannides 1998). Οι προσπάθειες από τη μεριά των παιδιών να συνθέσουν την επιστημονική εξήγηση, που τους παρέχεται από το περιβάλλον τους, με απόψεις της αρχικής τους σκέψης, οδηγεί στη δημιουργία **συνθετικών νοητικών μοντέλων**. Τα παιδιά κατασκευάζουν συνθετικά μοντέλα για να συμβιβάσουν την πληροφορία που παίρνουν από τη διδασκαλία ή το πολιτισμικό περιβάλλον, με τις αναμφίβολα σημαντικές προϋποθέσεις και πεποιθήσεις που ήδη έχουν και οι οποίες υποστηρίζονται από την καθημερινή τους εμπειρία (Vosniadou & Ioannides 1998).

Η Βοσνιάδου υποστηρίζει ότι τα νοητικά μοντέλα που τα άτομα παράγουν ή ανακτούν κατά τη διάρκεια της γνωστικής λειτουργίας μπορούν να περιορίσουν την πορεία απόκτησης γνώσης μέσα από διαδικασίες παρεμφερείς με τις πεποιθήσεις και τις προϋποθέσεις. Εκτός από το να δρουν τα ίδια ως περιορισμοί, τα νοητικά μοντέλα μπορούν να παρέχουν σημαντική πληροφορία για τις υποκείμενες γνωστικές δομές (ειδικές θεωρίες και θεωρίες πλαισίου) από τις οποίες παράχθηκαν (Vosniadou 1994). Η κατανόηση δηλαδή των νοητικών μοντέλων που χρησιμοποιούν τα άτομα για να απαντήσουν σε ερωτήσεις ή να λύσουν προβλήματα, μπορεί να παρέχει πληροφορίες για το περιεχόμενο και τη δομή της υποκείμενης γνωσιακής τους βάσης (Βοσνιάδου 2004).

Πολλοί ερευνητές (Valanides, Nicolaidou & Eilks 2003, Tsaparlis 2003) ισχυρίζονται ότι η κατανόηση της έννοιας 'χημική ουσία' είναι προαπαιτούμενη για την κατανόηση βασικών εννοιών της χημείας όπως η 'χημική αντίδραση'. Σύμφωνα με τον Παπαγεωργίου (2009) η πορεία προσέγγισης των χημικών αλλαγών περνάει μέσα από θέματα δομής, αλλαγής κατάστασης και μίξης των ουσιών, άρα προτεραιότητα είναι η κατάκτηση της ίδιας της έννοιας της ουσίας. Οι Krnel, Watson, και Glažar (1998) αναφέρουν αρκετές μελέτες οι οποίες έχουν ερευνήσει τη σχέση μεταξύ των εννοιών «αντικείμενο», «υλικό» και «ουσία». Ο όρος *υλικό* χρησιμοποιείται ως γενικός όρος (δηλ. όλα όσα έχουν βάρος και καταλαμβάνουν χώρο) και ο όρος *ουσία* χρησιμοποιείται όταν αναφέρεται μια συγκεκριμένη χημική ουσία ή ένας τύπος χημικών ουσιών π.χ. ένα άλας, σάκχαρο. Οντολογικά, η έννοια του υλικού είναι πιο κοντά στην έννοια του αντικειμένου. Στο μακροσκοπικό επίπεδο, η σχέση τους παρουσιάζεται προσεγγιστικά στις ακόλουθες διατυπώσεις:

- Όλα τα αντικείμενα αποτελούνται από υλικά/ουσίες
- Οποιοδήποτε υλικό/ουσία δεν χρειάζεται να είναι ένα αντικείμενο.

Μια διάκριση μεταξύ του αντικειμένου και του υλικού μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας τις έννοιες των εκτατικών και εντατικών ιδιοτήτων (Krnel, Watson, & Glažar 1998). Μια εντατική ιδιότητα είναι ανεξάρτητη από το μέγεθος του δείγματος, ενώ μια εκτατική ιδιότητα εξαρτάται από το μέγεθος του δείγματος. Η θερμοκρασία, η πυκνότητα και το χρώμα είναι εντατικές ιδιότητες, ο όγκος, το βάρος, το σχήμα και η θερμότητα είναι εκτατικές. Γενικά, οι εντατικές ιδιότητες αποκαλύπτουν κάποια ουσιαστική ποιότητα μιας ουσίας που ισχύει για οποιοδήποτε μέγεθος δειγμάτων, και για αυτό οι επιστήμονες τις

βρίσκουν ιδιαίτερα χρήσιμες. Συνεπώς, οι χαρακτηριστικές ιδιότητες ενός αντικειμένου είναι εκτατικές, ενώ το υλικό/ουσία καθορίζεται από εντατικές ιδιότητες.

Με σύγκριση των ιδιοτήτων των στερεών, των υγρών και των αερίων μπορούμε να παρατηρήσουμε μια μείωση στον αριθμό εκτατικών ιδιοτήτων: στερεά - αντικείμενα (σταθερό σχήμα, όγκος, βάρος), υγρά (όγκος, βάρος), αέρια (βάρος). Αυτό δείχνει μια πρόοδο από τα αντικείμενα (στερεά) στις ουσίες/υλικά (αέρια). Εντούτοις, η ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης των παιδιών ακολουθεί τη δική της πορεία: μια ουσία καθορίζεται από εκτατικές ιδιότητες και αντικειμενοποιείται. Η ίδια τάση παρατηρείται με την ενέργεια ή με άλλες εντατικές ιδιότητες όπως το χρώμα, το οποίο παίρνοντας ιδιότητες ουσίας/υλικού αποκτά υλική υπόσταση (μια ουσία έχει ήδη μερικές ιδιότητες των αντικειμένων) (Talanquer, 2006). Η ανάπτυξη των εννοιών στους μαθητές μπορεί να εξηγηθεί ως εξής: οι μη υλικές οντότητες αποκτούν υλική υπόσταση, τα αέρια αντιμετωπίζονται παρόμοια με τα υγρά και τα υγρά αντιμετωπίζονται παρόμοια με τα αντικείμενα (στερεά). Συχνά ένα υγρό καθορίζεται μαζί με τον περιέκτη του και οι δύο μαζί αντιπροσωπεύουν ένα αντικείμενο (Krnjel, Watson, & Glazar 2005).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξουμε τα νοητικά μοντέλα που χρησιμοποιούν οι μαθητές για να αναγνωρίσουν τα υλικά και τις χημικές ουσίες καθώς και τη μεταβολή των μοντέλων αυτών με την επίδραση της διδασκαλίας.

Η ταυτότητα της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Α και Γ τάξης Γυμνασίου. Η Α τάξη επελέγη προκειμένου να διερευνηθούν τα πιθανά αρχικά νοητικά μοντέλα των μαθητών μια και στην Α τάξη οι μαθητές δεν διδάσκονται ακόμη συστηματικά Χημεία. Η Γ τάξη γιατί σ' αυτήν ολοκληρώνεται πλέον η διδασκαλία της Χημείας στην υποχρεωτική εκπαίδευση, και θα μπορούσε να διαπιστωθεί η πιθανή δημιουργία συνθετικών νοητικών μοντέλων. Για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών για τα υλικά χρησιμοποιήθηκαν 7 ερωτήσεις. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από 107 μαθητές της Α τάξης Γυμνασίου και από 114 μαθητές της Γ τάξης Γυμνασίου. Η μέθοδος δειγματοληψίας είναι η «κατά συστάδες» δειγματοληψία η οποία δεν φτάνει στο επίπεδο της ατομικής περίπτωσης, αλλά μόνο σε μια «συστάδα», δηλαδή σε ολόκληρη ομάδα ατομικών περιπτώσεων η οποία υπάρχει φυσικά στην πράξη. Μια τέτοια συστάδα για την περίπτωση της παρούσας έρευνας είναι μια σχολική τάξη. Οι τάξεις στις οποίες μοιράστηκαν ερωτηματολόγια ήταν η Α και η Γ τάξη τριών Γυμνασίων από διάφορες περιοχές της Αττικής και από ένα Γυμνάσιο της Βοιωτίας. Στα σχολεία της Αττικής περιλαμβάνονται ένα ιδιωτικό, ένα πειραματικό και ένα Γυμνάσιο της Ανατολικής Αττικής. Η επιλογή των συγκεκριμένων περιοχών και σχολείων προσφέρει μια καλή ισορροπία μεταξύ του κόστους και των απαιτήσεων της δειγματοληψίας. Οι οικογένειες των μαθητών στα σχολεία αυτά καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα αστικού /αγροτικού πληθυσμού και κοινωνικό-οικονομικού επιπέδου, προκειμένου να ενισχυθεί η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος.

Οι ερωτήσεις για τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα και με τη σειρά που παρουσιάστηκαν στους μαθητές είναι:

1. Από τι αναγνωρίζεις το σίδηρο;
2. Από τι αναγνωρίζεις το θείο;
3. Από τι αναγνωρίζεις ένα σιδερένιο καρφί;
4. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της σκουριάς;
5. Από τι αναγνωρίζεις ότι οι συνδετήρες είναι μεταλλικοί;
6. Από τι αναγνωρίζεις ένα οξύ;
7. Από τι αναγνωρίζεις ότι ένα σώμα είναι χάρτινο;



Οι δύο πρώτες ερωτήσεις αποτελούν τμήμα μιας ομάδας ερωτήσεων οι οποίες αναφέρονται σε ένα πείραμα σχηματισμού του θειούχου σιδήρου. Οι επόμενες δύο ερωτήσεις είναι από άλλη ομάδα ερωτήσεων η οποία αναφέρεται στο σκούριασμα ενός σιδερένιου καρφιού. Οι ερωτήσεις 5 και 6 περιλαμβάνονται σε ομάδα ερωτήσεων που αναφέρονται σε ένα πείραμα στο οποίο μεταλλικοί συνδετήρες εισάγονται σε υδατικό διάλυμα υδροχλωρικού οξέος. Η τελευταία ερώτηση περιλαμβάνεται στην ομάδα ερωτήσεων η οποία αναφέρεται σε πείραμα καύσης ενός κομματιού χαρτιού. Όλα τα πειράματα παρουσιάστηκαν στους μαθητές μέσα από φωτογραφίες καθώς η χρήση πραγματικών υλικών, ουσιών και πειραμάτων ήταν αδύνατη λόγω του περιορισμένου διαθέσιμου από τα σχολεία χρόνου για την έρευνά μας.

Για την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών χρησιμοποιήσαμε την ανάλυση περιεχομένου, με τη διεξαγωγή ανοικτής και κατόπιν αξονικής κωδικοποίησης των δεδομένων μας. Κατά την ανοικτή κωδικοποίηση δώσαμε σε τμήματα των απαντήσεων των μαθητών ένα κωδικό και κατά την αξονική κωδικοποίηση αναδείχθηκαν οι σχέσεις μεταξύ αυτών των κωδικών και προέκυψαν οι τελικές κατηγορίες (Robson 2007).

Αποτελέσματα

Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών έδειξε ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν μια σειρά από χαρακτηριστικά αντιληπτά με τις αισθήσεις, όπως χρώμα, οσμή, σκληρότητα, φυσική κατάσταση, βάρος, εμφάνιση, ενέργειες κ.λ.π. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να ταξινομηθούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες με κριτήριο το αν το υλικό/ουσία εμφανίζει αυτά τα χαρακτηριστικά **χωρίς** αλληλεπίδραση με άλλο υλικό, ή αν τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελούν μια **μεταβολή του υλικού/ουσίας ή είναι αποτέλεσμα της** αλληλεπίδρασης του με άλλο υλικό (Πίνακες 2 και 3). Αρκετοί μαθητές χρησιμοποίησαν περισσότερα από ένα χαρακτηριστικά για να αναγνωρίσουν ένα υλικό.

Πίνακας 2. Απαντήσεις των μαθητών με βάση την πρώτη κατηγορία χαρακτηριστικών

Τάξη	Υλικό	Χαρακτηριστικά των υλικών χωρίς αλληλεπίδραση με άλλο υλικό							
		Εμφάνιση	Βάρος	Σκληρότητα	Φυσ.Κατ.	Χρώμα	Οσμή	Γεύση	Υλικό
A	Καρφί	42,1%	16,8%	9,3%	4,7%	45,8%	2,8%	-	7,5%
Γ		42,1%	14,9%	12,3%	-	46,5%	-	-	16,7%
A	Συνδετήρες	24,3%	7,4%	3,7%	-	52,3%	-	-	7,5%
Γ		21,9%	4,4%	4,4%	-	33,3%	-	-	3,5%
A	Χαρτί	51,4%	7,5%	1,9%	-	15,9%	-	-	8,4%
Γ		60,5%	2,6%	3,5%	-	10,5%	-	-	11,4%
A	Σκουριά	31,8%	2,8%	1,9%	-	83,2%	2,8%	-	-
Γ		29,8%	-	-	-	84,2%	2,6%	-	-
A	Ρινίσματα σιδήρου	6,5%	7,5%	6,5%	-	70,1%	-	-	7,5%
Γ		21,9%	1,8%	5,3%	4,4%	68,4%	-	-	10,5%
A	Σκόνη θείου	8,4%	2,8%	-	1,9%	68,2%	13,1%	-	1,9%
Γ		16,7%	-	3,5%	11,4%	71,1%	6,1%	-	1,8%
A	Οξύ	3,7%	-	-	8,4%	17,8%	9,3%	4,7%	3,7%
Γ		5,3%	-	-	-	7,9%	5,3%	18,4%	1,8%

Στην πρώτη κατηγορία χαρακτηριστικών, το κυρίαρχο κριτήριο που χρησιμοποιούν οι μαθητές για την αναγνώριση των υλικών είναι το χρώμα, εκτός των περιπτώσεων των υλικών που δεν έχουν ένα χαρακτηριστικό χρώμα, όπως είναι το χαρτί και το οξύ. Επίσης, πολλοί είναι οι μαθητές που χρησιμοποιούν ως κριτήριο την εμφάνιση (σχήμα, μορφή, υφή) για να αναγνωρίσουν τότε ένα σώμα είναι χάρτινο ή σιδερένιο.

Από τη δεύτερη κατηγορία οι μαθητές εστιάζουν την προσοχή τους στις μεταβολές, ή τις αλληλεπιδράσεις των υλικών που έχουν άμεση σχέση με το πείραμα στο οποίο εμπλέκονται τα υλικά, π.χ. στο πείραμα για το σχηματισμό του θειούχου σιδήρου, πολλοί

μαθητές (48,6% της Α και 44,7% της Γ τάξης) χρησιμοποίησαν την έλξη του μαγνήτη (φυσική μεταβολή) για να αναγνωρίσουν το σίδηρο. Το ποσοστό των μαθητών που χρησιμοποιεί αυτή τη μεταβολή μικραίνει όταν τους παρουσιάζεται το πείραμα με το καρφί που σκουριάζει (11,2% και 13,2% της Α και Γ τάξης αντίστοιχα) στο οποίο δεν βλέπουν τη μαγνήτιση. Επίσης, για την αναγνώριση ενός σώματος ως χάρτινου το ίδιο ποσοστό μαθητών (περίπου 21%) και των δύο τάξεων χρησιμοποιεί ως κριτήριο μια χημική μεταβολή (καύση) αφού στην αντίστοιχη ομάδα ερωτήσεων παρουσιάζεται πείραμα καύσης χαρτιού. Οι μαθητές της Α και Γ τάξης αναγνωρίζουν την σκουριά σε ποσοστό 15,9% και 11,4% αντίστοιχα από τα αποτελέσματα της δράσης της στο σίδηρο: «η σκουριά τρώει το σίδηρο» (ενέργειες).

Η επίδραση της διδασκαλίας των οξέων και των ιδιοτήτων τους, τα οποία διδάσκονται στη Γ τάξη, φαίνεται από το γεγονός ότι οι μαθητές της τάξης αυτής σε ποσοστό 9,6% αναγνωρίζουν τους συνδετήρες ως μεταλλικά σώματα με κριτήριο τις χημικές τους μεταβολές. Το κριτήριο αυτό δεν χρησιμοποιείται από τους μαθητές της Α τάξης. Ακόμα το ποσοστό των μαθητών που χρησιμοποιούν ως κριτήριο την αντίδραση με το οξύ αυξάνει από 2,8% στην Α τάξη σε 9,6% στη Γ τάξη. Όσον αφορά στην αναγνώριση του οξέος το ποσοστό των μαθητών της Γ τάξης που χρησιμοποιεί τις χημικές μεταβολές (36,8%) είναι πολύ υψηλότερο από αυτό που χρησιμοποιεί το ίδιο κριτήριο για την αναγνώριση των μεταλλικών συνδετήρων (9,6%). Πιθανότατα αυτό να συμβαίνει γιατί οι μαθητές θεωρούν ότι μόνο το ένα σώμα αντιδρά (το οξύ αντιδρά με τους συνδετήρες) και δεν αναγνωρίζουν τη μεταβολή ως αλληλεπίδραση δύο σωμάτων.

Πίνακας 3. Απαντήσεις των μαθητών με βάση τη δεύτερη κατηγορία χαρακτηριστικών

Τάξη	Υλικό	Μεταβολές των υλικών ή αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης με άλλο υλικό					
		Φυσ. μεταβολές	Χημικές μεταβολές	Ενέργειες	Διάλυση	Φυσαλίδες	Αντίδραση με οξύ
A	Καρφί	11,2%	12,1%	3,7%	-	-	-
Γ		13,2%	11,4%	6,1%	-	-	-
A	Συνδετήρες	17,8%	-	8,4%	4,7%	10,3%	2,8%
Γ		7,9%	9,6%	4,4%	13,2%	19,3%	9,6%
A	Χαρτί	-	21,5%	16,8%	-	-	-
Γ		3,5%	21,1%	13,2%	-	-	-
A	Σκουριά	-	1,9%	15,9%	-	-	-
Γ		-	2,6%	11,4%	-	-	-
A	Ρινίσματα σιδήρου	48,6%	2,8%	-	-	-	-
Γ		44,7%	2,6%	-	-	-	-
A	Σκόνη θείου	37,4%	-	-	-	-	-
Γ		26,3%	2,6%	-	-	-	-
A	Οξύ	-	4,7%	34,6%	-	16,8%	-
Γ		-	36,8%	37,7%	-	12,3%	-

Από το test εσωτερικής συνοχής το οποίο εξετάζει αν το κάθε παιδί χρησιμοποιεί το ίδιο σχέδιο απαντήσεων για όλες αυτές τις ερωτήσεις, δηλαδή αν χρησιμοποιεί με συνέπεια ένα νοητικό μοντέλο, προέκυψαν τα τρία νοητικά μοντέλα με τις διαβαθμίσεις τους, τα οποία εμφανίζονται στον Πίνακα 4. Για τα μοντέλα αυτά οι συγγραφείς προτείνουν την παρακάτω ορολογία: *αισθητηριακό* μοντέλο, *επίδρασης* και *μεικτό* μοντέλο. Δεν κατέστη δυνατό να ενταχθούν όλοι οι μαθητές σε κάποιο μοντέλο κι αυτό διότι α) ορισμένοι μαθητές δεν απήντησαν σε όλες τις ερωτήσεις και β) υπήρξαν μαθητές οι οποίοι χρησιμοποίησαν εκφράσεις που χρειάζονται διευκρίνιση. Ένας περιορισμός του γραπτού ερωτηματολογίου ως μέσο έρευνας είναι και το γεγονός ότι δεν υπάρχει δυνατότητα να ζητηθούν επεξηγήσεις όπως σε μια συνέντευξη.



Πίνακας 4. Νοητικά Μοντέλα των μαθητών για τα υλικά και τις χημικές ουσίες

Νοητικά Μοντέλα		Τάξη Α	Τάξη Γ
Αισθητηριακό μοντέλο:	σύνολο	65	61
	αμιγές	12	5
	βασικά	9	19
	ασθενές	21	18
	μετατοπισμένο	23	19
Μοντέλο επίδρασης:	σύνολο	9	16
	βασικά	1	2
	ασθενές	1	6
	μετατοπισμένο	7	8
Μεικτό μοντέλο:	σύνολο	13	9

Οι μαθητές που υιοθέτησαν το **αμιγές αισθητηριακό μοντέλο** χρησιμοποίησαν χαρακτηριστικά του κάθε υλικού, τα οποία εμφανίζονται χωρίς αλληλεπίδραση με άλλο υλικό, για να απαντήσουν και στις 7 ερωτήσεις. Τα χαρακτηριστικά αυτά καθώς είναι αντιληπτά με τις αισθήσεις και θα τα αποκαλούμε στο εξής χαρακτηριστικά παρατήρησης. Στο **βασικά αισθητηριακό μοντέλο** περιλαμβάνονται εκείνοι οι μαθητές οι οποίοι χρησιμοποίησαν τα χαρακτηριστικά παρατήρησης, σε 6 από τις 7 ερωτήσεις. Για μία από αυτές τις ερωτήσεις χρησιμοποίησαν κάποια μεταβολή του υλικού είτε το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασής του με άλλο υλικό. Το **ασθενές αισθητηριακό μοντέλο** είναι αυτό στο οποίο οι μαθητές χρησιμοποίησαν χαρακτηριστικά παρατήρησης για να απαντήσουν σε 5 ερωτήσεις και μεταβολές των υλικών σε 2 ερωτήσεις. Στο **μετατοπισμένο αισθητηριακό μοντέλο** περιλαμβάνονται οι μαθητές οι οποίοι απήντησαν σε 4 ερωτήσεις χρησιμοποιώντας χαρακτηριστικά παρατήρησης και σε 3 ερωτήσεις χρησιμοποιώντας μεταβολές των υλικών.

Και τα τέσσερα προηγούμενα μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν από μαθητές και της Α και της Γ τάξης. Χαρακτηριστική είναι η μείωση του αριθμού των μαθητών της Γ τάξης οι οποίοι χρησιμοποίησαν το αμιγώς αισθητηριακό μοντέλο σε σχέση με τους μαθητές οι οποίοι το χρησιμοποίησαν στην Α τάξη. Το βασικά αισθητηριακό μοντέλο χρησιμοποιήθηκε από περισσότερους μαθητές της Γ τάξης σε σχέση πάντα με τους μαθητές της Α τάξης. Τα άλλα δύο μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν από περίπου ίσο αριθμό μαθητών και των δύο τάξεων.

Το **μεικτό μοντέλο** χρησιμοποιήθηκε από μαθητές οι οποίοι απήντησαν στις 4 ή 5 από τις 7 ερωτήσεις χρησιμοποιώντας και χαρακτηριστικά παρατήρησης και μεταβολές υλικών. Οι μαθητές που χρησιμοποίησαν το **μετατοπισμένο μοντέλο επίδρασης** είναι αυτοί που χρησιμοποίησαν μόνο μεταβολές υλικών για να απαντήσουν στις 4 από τις 7 ερωτήσεις, ενώ για τις άλλες 3 χρησιμοποίησαν χαρακτηριστικά παρατήρησης. Όσοι μαθητές χρησιμοποίησαν μεταβολές υλικών για να απαντήσουν στις 5 από τις 7 ερωτήσεις, και χαρακτηριστικά παρατήρησης για τις 2 από τις 7 ερωτήσεις, περιλαμβάνονται στο **ασθενές μοντέλο επίδρασης**. Το τελευταίο από τα μοντέλα που εμφανίστηκαν στην έρευνα είναι το **βασικά μοντέλο επίδρασης**. Οι μαθητές που ανήκουν σε αυτό, απήντησαν στις 6 από τις 7 ερωτήσεις με τη χρήση μεταβολών υλικού, ενώ μία ερώτηση απαντήθηκε με χαρακτηριστικά παρατήρησης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι κανένας από τους μαθητές και των δύο τάξεων δεν έκανε χρήση κάποιου μοντέλου με το οποίο και οι 7 ερωτήσεις να απαντηθούν χρησιμοποιώντας μεταβολές υλικών. Το μετατοπισμένο μοντέλο επίδρασης χρησιμοποιήθηκε από τον ίδιο περίπου αριθμό μαθητών και στις δύο τάξεις, ενώ το ασθενές και το βασικά μοντέλο επίδρασης χρησιμοποιήθηκαν κυρίως από μαθητές της Γ τάξης.

Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας ανάδειξαν τα αντιληπτά με τις αισθήσεις χαρακτηριστικά (παρατήρησης) και τις μεταβολές ή τις αλληλεπιδράσεις των υλικών που χρησιμοποιούν οι μαθητές προκειμένου να αναγνωρίσουν ένα υλικό. Από τα χαρακτηριστικά παρατήρησης το χρώμα κυριαρχεί ως κριτήριο αναγνώρισης των υλικών κυρίως στις περιπτώσεις που τα υλικά/ουσίες είναι στερεά και δεν έχουν συγκεκριμένο σχήμα (σκουριά, ρινίσματα σιδήρου, σκόνη θείου). Όταν το υλικό παρουσιάζεται ως αντικείμενο (καρφί, συνδετήρες, χαρτί) τότε η εμφάνιση (σχήμα, μορφή, υφή) κυριαρχεί ως κριτήριο αναγνώρισης. Για να αναγνωρισθεί το υγρό υλικό (διάλυμα οξέος) από λίγους μαθητές χρησιμοποιήθηκαν χαρακτηριστικά παρατήρησης όπως το χρώμα, η οσμή και η εμφάνιση. Αποτέλεσμα της διδασκαλίας είναι η αύξηση του ποσοστού των μαθητών που χρησιμοποίησαν τη γεύση ως κριτήριο αναγνώρισης του οξέος. Ένας από τους περιορισμούς της έρευνας με γραπτό ερωτηματολόγιο είναι η μη δυνατότητα διευκρίνησης από τους μαθητές της σημασίας του όρου «από το υλικό» που χρησιμοποιούν ως κριτήριο αναγνώρισης ενός υλικού/ουσίας.

Όσον αφορά στις μεταβολές των υλικών ή τις αλληλεπιδράσεις τους με άλλα υλικά, οι μαθητές τις χρησιμοποίησαν ως κριτήρια αναγνώρισης των ουσιών βασιζόμενοι κυρίως στο πλαίσιο της ερώτησης. Χρησιμοποιήθηκαν, δηλαδή, από μεγάλο ποσοστό μαθητών οι μεταβολές εκείνες των υλικών που τους παρουσίαζε η ερώτηση, ενώ οι ίδιες μεταβολές χρησιμοποιήθηκαν σε πολύ μικρότερο ως κριτήριο αναγνώρισης για το ίδιο υλικό όταν απουσίαζε από το πλαίσιο της ερώτησης (η έλξη του σιδήρου από το μαγνήτη). Υψηλό ποσοστό μαθητών χρησιμοποίησε ως κριτήριο τις ενέργειες/δράσεις που μπορεί να γίνουν στο υλικό (το χαρτί σκίζεται, τσαλακώνει) ή από το υλικό σε άλλα σώματα (η σκουριά φθείρει το σίδηρο, το οξύ καίει/διαλύει τα σώματα). Οι χημικές μεταβολές των οξέων (αντίδραση με μέταλλα, αντίδραση με βάσεις) χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό από μαθητές της Γ τάξης ως κριτήρια αναγνώρισης των οξέων, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση της διδασκαλίας της Χημείας.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας εξήχθησαν τρία νοητικά μοντέλα που χρησιμοποιούν οι μαθητές προκειμένου να αναγνωρίσουν τα υλικά/ουσίες. Τα μοντέλα αυτά είναι: α) το αισθητηριακό β) το μεικτό και γ) το μοντέλο επίδρασης. Το αισθητηριακό εμφανίζεται με τέσσερις διαφορετικές διαβαθμίσεις με κριτήριο το βαθμό συνέπειας με τον οποίο οι μαθητές χρησιμοποιούν χαρακτηριστικά παρατήρησης. Το μοντέλο επίδρασης εμφανίζει μόνο τρεις διαβαθμίσεις καθώς κανένας μαθητής δεν χρησιμοποιεί και στις 7 περιπτώσεις χαρακτηρισμού υλικών ως κριτήρια τις μεταβολές υλικών ή αλληλεπιδράσεις. Το αισθητηριακό με τις διαβαθμίσεις του εμφανίζεται να το χρησιμοποιούν ένα ποσοστό 61% περίπου των μαθητών της Α τάξης, ενώ το ποσοστό της Γ τάξης μειώνεται σε 53,5%. Αντίθετα, το ποσοστό των μαθητών που χρησιμοποιεί το μοντέλο επίδρασης αυξάνει από την Α τάξη (8%) στη Γ τάξη (14%). Επίσης, μείωση παρατηρείται και στο ποσοστό των μαθητών που χρησιμοποιούν το μεικτό μοντέλο από την Α (12,2%) στη Γ τάξη (7,9%). Τα πιο πάνω αποτελέσματα μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές με την επίδραση της διδασκαλίας αρχίζουν να αλλάζουν τα αρχικά νοητικά μοντέλα τους για τα υλικά/ουσίες, που βασίζονται κυρίως σε αντιληπτά με τις αισθήσεις χαρακτηριστικά (παρατήρησης), σε συνθετικά νοητικά μοντέλα στα οποία οι μεταβολές ή αλληλεπιδράσεις αντικαθιστούν σιγά-σιγά τα χαρακτηριστικά παρατήρησης.

Βιβλιογραφία

Βοσνιάδου, Σ. (2004). *Γνωσιακή Ψυχολογία: Ψυχολογικές Μελέτες και Δοκίμια*, Gutenberg, Αθήνα.



Παπαγεωργίου, Γ. (2009). Προβληματισμοί σχετικά με τη διδακτική προσέγγιση των χημικών αλλαγών. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών, Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α. και Ζουπίδης, Α. (επιμέλεια), τόμος 6, 31-36.

Eysenk, M.W., Keane, M.T. (2005) Cognitive Psychology. 4th ed., Taylor and Francis Group, Hove and New York.

Krnel, D., Watson, R., & Glažar, S. A. (1998). Survey of research related to the development of the concept of 'matter'. International Journal of Science Education, 20, 257-289.

Krnel, D., Watson, R., & Glažar, S. A. (2005). The development of the concept of 'matter': a cross-age study of how children describe materials, International Journal of Science Education, 27, (3), 367-383.

Robson, C. (2007). Η έρευνα του πραγματικού κόσμου. Gutenberg, Αθήνα.

Talanquer, V. (2006). Commonsense chemistry: A model for understanding students' alternative conception. Journal of Chemical Education, 83, 811-816.

Tsaparlis, G. (2003). Chemical phenomena versus chemical reactions: Do students make the connection? Chemistry Education: Research and Practice, 4, 31-43.

Valanides, N., Nicolaidou, A., & Eilks, I. (2003). Twelfth grade students' understanding of oxidation and combustion: using action research to improve teachers' practical knowledge and teaching practice. Research in Science & Technological Education, 21, 159 - 175

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. Learning and Instruction, 4, 45-69.

Vosniadou, S. & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view. International Journal of Science Education, 20(10), 1213-1230.

Προσεγγίζοντας συστηματικά την κατανόηση εννοιών οργανικής χημείας: Αξιολόγηση και σχέση με την προϋπάρχουσα γνώση και τα μαθησιακά στυλ

Θοδωρής Βαχλιώτης, Κατερίνα Σάλτα, Χρύσα Τζουγκράκη

Τμήμα Χημείας, Ε.Κ.Π.Α., teovaxla@yahoo.gr

Τμήμα Χημείας, Ε.Κ.Π.Α., ksalta@chem.uoa.gr

Τμήμα Χημείας, Ε.Κ.Π.Α., tzougraki@chem.uoa.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η κατανόηση εννοιών οργανικής χημείας μαθητών της Β' λυκείου μέσα σε ένα συστηματικό πλαίσιο. Για αυτόν το σκοπό: (α) αναπτύχθηκαν και αξιολογήθηκαν Συστημικές Ερωτήσεις Αξιολόγησης (ΣΕΑ) και αντικειμενικές ερωτήσεις ως εργαλεία μέτρησης κατανόησης, (β) διερευνήθηκαν η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των κλιμάκων «Οπτικό-Λεκτικό» και «Σειριακό-Σφαιρικό» μαθησιακό στυλ του ερωτηματολογίου Δείκτης Μαθησιακών Στυλ (ΔΜΣ) των Solomon και Felder και (γ) ελέγχθηκαν οι σχέσεις της κατανόησης των μαθητών με τη σχετική προϋπάρχουσα γνώση τους και τα μαθησιακά τους στυλ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ΣΕΑ και οι κατάλληλα σχεδιασμένες αντικειμενικές ερωτήσεις μπορούν να ανιχνεύσουν την κατανόηση εννοιών οργανικής χημείας. Επίσης, πέντε από τις έντεκα ερωτήσεις της κάθε κλίμακας του ΔΜΣ έδωσαν έγκυρες και αξιόπιστες μετρήσεις. Τέλος, βρέθηκε ότι η προϋπάρχουσα γνώση και η κλίμακα «Οπτικό-Λεκτικό» στυλ μπορούν να προβλέψουν ένα ικανοποιητικό ποσοστό της διακύμανσης στις βαθμολογίες των μαθητών στα ερωτήματα «κατανόησης».

Abstract

This study aimed to investigate 11th grade students' meaningful understanding of organic chemistry concepts in a systemic context. For this purpose: (a) Systemic Assessment Questions (SAQs) and conventional objective questions were developed and evaluated as tools for assessing meaningful understanding, (b) the validity and reliability of the "Visual-Verbal" and the "Sequential-Global" scales of the Index of Learning Styles (ILS) questionnaire developed by Solomon & Felder were evaluated, and (c) the relationships between meaningful understanding and relevant prior knowledge and learning styles were explored. The results indicated that the SAQ scheme and properly designed objective questions can effectively assess meaningful understanding of organic chemistry concepts. Additionally, five out of eleven items of each ILS scale were valid and reliable measurements of these dimensions of learning style. Moreover, prior knowledge and the "Visual-Verbal" scale predicted a satisfactory proportion of the variance on the "meaningful" items' scores.

Εισαγωγή

Σε έναν κόσμο που διαμορφώνεται όλο και περισσότερο από τις επιστήμες και την τεχνολογία, οι βασικές επιστημονικές γνώσεις και δεξιότητες αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία μιας γενικής παιδείας σύμφωνης με τις απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής. Σύμφωνα με τις Nieswandt και Bellomo (2009) ζωτικής σημασίας για την επίτευξη αυτού του σκοπού είναι η βαθιά κατανόηση των επιστημονικών εννοιών. Η σε βάθος ή μάθηση με κατανόηση³¹ αποτελεί την κεντρική ιδέα στη θεωρία του Ausubel (1963, 1968). Είναι μια εποικοδομητική διαδικασία στην οποία ο μαθητής επιδιώκει να δημιουργήσει συνδέσεις ανάμεσα σε

³¹ Με τον όρο «σε βάθος ή μάθηση με κατανόηση» αποδίδεται ο όρος "meaningful learning", ο οποίος αναφέρεται στην ελληνική βιβλιογραφία και ως «νοηματική μάθηση».



αντιλήψεις, πληροφορίες και παρατηρήσεις της επιστήμης προκειμένου να επιτύχει την κατανόηση. Από την άλλη πλευρά, η επιφανειακή ή μηχανική μάθηση χαρακτηρίζεται από μια τάση αναπαραγωγής της ύλης που μελετάται, χρησιμοποιώντας διαδικασίες ρουτίνας (Novak 2002). Διάφορες τεχνικές αξιολόγησης έχουν προταθεί για την αποτελεσματική εκτίμηση της κατανόησης των επιστημονικών εννοιών (Cavallo & Schafer 1994, Novak, Mintzes & Wandersee 2000, Southerland, Smith & Cummins 2000, Nieswandt & Bellomo 2009). Ωστόσο, διάφορα προβλήματα έχουν προκύψει σχετικά με την αποτελεσματικότητα, την πρακτικότητα και τις ψυχομετρικές ιδιότητες αυτών των τεχνικών. Δύο σχήματα αξιολόγησης που φαίνεται ότι δίνουν τη δυνατότητα αντιμετώπισης αρκετών από αυτά τα προβλήματα, είναι οι Συστημικές Ερωτήσεις Αξιολόγησης (ΣΕΑ) (Fahmy & Lagowski 2004, 2007/08) και οι Διπλές Εννοιολογικές Ερωτήσεις (ΔΕΕ) (Robinson & Nurrenbern 2009). Οι ΣΕΑ είναι μια τεχνική χαρτογράφησης εννοιών και στηρίζεται στην ιδέα ότι η κατανόηση μπορεί να ενισχυθεί εάν οι επιστημονικές έννοιες μελετηθούν ως κυκλικά, αλληλεπιδραστικά και εξελισσόμενα συστήματα,³² ως νοηματικές δυναμικές ολότητες. Οι ΣΕΑ προάγουν την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης³³ η οποία, όπως ισχυρίζεται ο Cabrera (2006), εστιάζοντας στην ολότητα καθώς και στα μέρη που την απαρτίζουν οδηγεί σε μια πιο πλήρη κατανόηση του συστήματος που μελετάται. Από την άλλη πλευρά, οι ΔΕΕ είναι ζεύγη αντικειμενικών ερωτήσεων που ζητούν εξήγηση για μια απάντηση που θα δοθεί. Η εξήγηση αυτή μπορεί να φανερώσει το επίπεδο κατανόησης των επιστημονικών εννοιών που σχετίζονται με τη συγκεκριμένη ερώτηση. Οι ΣΕΑ και οι ΔΕΕ είναι κατάλληλες για αξιολόγηση στην τάξη, μπορούν να βαθμολογηθούν με πρακτικό και αντικειμενικό τρόπο και δεν εξαρτώνται από την ευχέρεια των μαθητών στο γραπτό και προφορικό λόγο.

Η σχετική προϋπάρχουσα γνώση και το μαθησιακό στυλ θεωρούνται ως δύο σημαντικές προϋποθέσεις για την επίτευξη μάθησης με κατανόηση (Ausubel 1963, 1968, Novak 2002). Ο όρος μαθησιακό στυλ χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις ατομικές διαφορές στη μάθηση. Βασίζεται στην παραδοχή ότι κάθε άτομο έχει ένα διακριτό τρόπο να μαθαίνει, δηλαδή, να συλλέγει, να επεξεργάζεται και να οργανώνει τις πληροφορίες. Στην παρούσα μελέτη, υποθέσαμε ότι δύο από τις τέσσερις διαστάσεις του μοντέλου των μαθησιακών στυλ των Felder και Silverman (1988), το «Οπτικό-Λεκτικό» και το «Σειριακό-Σφαιρικό» στυλ, θα μπορούσαν να σχετίζονται με την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης και κατ' επέκταση με την ενίσχυση της κατανόησης. Οι μαθητές με «Σφαιρικό» στυλ χαρακτηρίζονται από μια ολιστική και συστημικά προσανατολισμένη διαδικασία σκέψης. Επιπλέον, η οπτική αναπαράσταση των εννοιών σε μορφές κλειστού βρόχου αποτέλεσε τη βασική στρατηγική σε διάφορες συστημικές προσεγγίσεις για την προαγωγή της συστημικής σκέψης (Forrest 2008).

Με βάση τα προηγούμενα, προσεγγίσαμε την κατανόηση εννοιών οργανικής χημείας μέσα από ένα «συστημικό πρίσμα». Συγκεκριμένα, προσπαθήσαμε να απαντήσουμε στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- (1) Είναι οι κατάλληλα σχεδιασμένες ΣΕΑ και/ή οι κλασικές αντικειμενικές ερωτήσεις έγκυρα και αξιόπιστα εργαλεία για την αξιολόγηση της κατανόησης των εννοιών της οργανικής χημείας από μαθητές της Β' λυκείου;
- (2) Ποιες είναι οι ενδείξεις για την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των κλιμάκων «Οπτικό-Λεκτικό» και «Σειριακό-Σφαιρικό» μαθησιακό στυλ του μοντέλου των Felder και Silverman για μαθητές της Β' λυκείου;
- (3) Υπάρχει σχέση της κατανόησης εννοιών οργανικής χημείας των μαθητών της Β' λυκείου με τη σχετική προϋπάρχουσα γνώση τους καθώς και με τις διαστάσεις «Οπτικό-Λεκτικό» και «Σειριακό-Σφαιρικό» μαθησιακό στυλ;

³² Ως «κυκλικό σύστημα εννοιών» εννοείται ένα σύνολο εννοιών και των μεταξύ τους σχέσεων που παρουσιάζονται, π.χ. σε ένα χάρτη εννοιών, ως ένας κλειστός βρόχος (δες και Σχήμα 1 της παρούσας εργασίας).

³³ Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφοροι ορισμοί του όρου «συστημική σκέψη». Εδώ, εννοείται η διαδικασία αναγνώρισης και κατανόησης των συσχετίσεων και αλληλεπιδράσεων σε ένα σύστημα εννοιών.

Μεθοδολογία

Εργασία της έρευνας

Με βάση το πρόγραμμα σπουδών της χημείας του λυκείου, σχεδιάσαμε δυο τεστ επίδοσης (προ και μετά) προκειμένου να ελέγξουμε την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των υπό μελέτη ερωτήσεων ως εργαλεία αξιολόγησης της κατανόησης εννοιών οργανικής χημείας. Επιπλέον, με το προ-τεστ μετρήθηκε η σχετική προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών για την κατανόηση των εννοιών που περιλαμβάνονται στο μετά-τεστ. Και τα δυο τεστ αποτελούνταν από ΣΕΑ συμπλήρωσης κενών και μερικές αντικειμενικές ερωτήσεις. Τα χαρακτηριστικά των ΣΕΑ (μορφή, γνωστικές απαιτήσεις και πολυπλοκότητα των διαγραμμάτων) επιλέχθηκαν με βάση τα αποτελέσματα προηγούμενης έρευνας για αυτόν τον τύπο των ΣΕΑ (Vachliotis et al. 2011). Κάποιες από τις αντικειμενικές ερωτήσεις σχεδιάστηκαν να αξιολογήσουν απλή ανάκληση γνώσης και οι πιο απαιτητικές, για να αξιολογήσουν υψηλότερου επιπέδου γνωστικές ικανότητες. Η βαθμολόγηση των ερωτήσεων έγινε ως εξής: Όλες οι ερωτήσεις συμπλήρωσης κενών, πολλαπλής επιλογής, αντιστοίχισης και σωστού-λάθους βαθμολογήθηκαν με μια μονάδα για κάθε σωστή απάντηση. Στις ερωτήσεις όμως που ζητήθηκε δικαιολόγηση, η απάντηση θεωρήθηκε σωστή μόνο όταν και η δικαιολόγηση ήταν σωστή. Η εγκυρότητα περιεχομένου των τεστ συζητήθηκε με τρεις έμπειρους καθηγητές λυκείου, καθώς και με έναν ερευνητή της διδακτικής της χημείας και έναν καθηγητή του τμήματος Χημείας του Ε.Κ.Π.Α. Τα τεστ υπάχθηκαν στην τυπική αξιολόγηση του λυκείου.

Για τον προσδιορισμό των μαθησιακών στυλ, χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο Δείκτης Μαθησιακών Στυλ (ΔΜΣ) που αναπτύχθηκε από τους Soloman και Felder (1996). Το ΔΜΣ είναι ένα εργαλείο 44 ερωτήσεων για την αξιολόγηση των τεσσάρων διαστάσεων μαθησιακού στυλ του μοντέλου των Felder και Silverman (1988). Είκοσι δύο ερωτήματα του ΔΜΣ, αυτά που ανήκαν στις κλίμακες «Οπτικό-Λεκτικό» και «Σειριακό-Σφαιρικό» στυλ, παρουσιάστηκαν στους συμμετέχοντες. Τα ερωτήματα μεταφράστηκαν και προσαρμόστηκαν στα Ελληνικά από τους ερευνητές και ελέγχθηκαν πιλοτικά με 30 μαθητές της Β' λυκείου. Ακολούθως, οι ερευνητές προχώρησαν σε μια μικρή αναπροσαρμογή του ερωτηματολογίου, ώστε οι ερωτήσεις να είναι ευκολότερα κατανοητές από τους μαθητές στην παρούσα μελέτη.

Το δείγμα και η διαδικασία της έρευνας

Ενενήντα ένας μαθητές (46 αγόρια, 45 κορίτσια) της Β' λυκείου από τέσσερα τμήματα ενός δημόσιου σχολείου της Αθήνας συμμετείχαν στην έρευνα, η οποία διήρκεσε τρεις μήνες (Οκτώβριο με Δεκέμβριο). Η έρευνα διεξήχθη σε τρία στάδια όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Όλα τα τμήματα διδάχθηκαν από τον ίδιο καθηγητή με τον παραδοσιακό τρόπο (μετωπική διδασκαλία). Μετά τη συλλογή των δεδομένων, ακολούθησε η στατιστική επεξεργασία τους με τη βοήθεια του λογισμικού SPSS 11.0.

Πίνακας 1: Η διαδικασία της έρευνας.

Στάδιο	Φάση	Διάρκεια
1. Μαθησιακά στυλ	• Πληροφόρηση των μαθητών για τα μαθησιακά στυλ και το ΔΜΣ	10 λεπτά.
	• Χορήγηση των 22 ερωτημάτων του ΔΜΣ	15 λεπτά.
2. Βασικές εισαγωγικές έννοιες της οργανικής χημείας	• Παραδοσιακή διδασκαλία	8x40 λεπτά.
	• Χορήγηση του προ-τεστ	40 λεπτά.
3. Χημεία των άκυκλων υδρογονανθράκων	• Παραδοσιακή διδασκαλία	7x40 λεπτά.
	• Χορήγηση του μετά-τεστ	40 λεπτά.



Αποτελέσματα και συζήτηση

Αξιολόγηση των τεστ επίδοσης στην οργανική χημεία

Οι συνάφειες της βαθμολογίας της κάθε ερώτησης με τη συνολική υπολογίστηκαν και έδειξαν ότι όλες οι ερωτήσεις συνεισέφεραν στην εγκυρότητα των τεστ επίδοσης ($r > 0,30$). Όσον αφορά στην αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας αυτή ήταν ικανοποιητική, αφού ο δείκτης α του Cronbach βρέθηκε 0,91 για το προ-τεστ και 0,88 για το μετά-τεστ. Ακολούθησε έλεγχος της εγκυρότητας εννοιολογικής δομής με ανάλυση παραγόντων. Το τεστ σφαιρικότητας του Bartlett και το κριτήριο Kaiser-Meyer-Olkin έδειξαν την καταλληλότητα του παραγοντικού μοντέλου για τα δεδομένα της έρευνας και για τα δύο τεστ. Από ανάλυση κύριων συνιστωσών στο προ-τεστ προέκυψαν δύο παράγοντες με ιδιοτιμές > 1 που εξηγούσαν το 66% της διακύμανσης. Αυτό το αποτέλεσμα των δύο παραγόντων ήταν σύμφωνο με τη θεωρία. Με ανάλυση κύριων συνιστωσών στο μετά-τεστ και μετά τη μελέτη του scree test εξήχθησαν δυο παράγοντες με ιδιοτιμές > 1 που ερμήνευαν το 52% της διακύμανσης. Οι συνάφειες (φορτίσεις) των ερωτήσεων με τον κάθε παράγοντα, μετά από ορθογώνια περιστροφή των αξόνων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Χρησιμοποιώντας το ελάχιστο κριτήριο φόρτισης 0,40 και βασιζόμενοι στο περιεχόμενο και τις απαιτήσεις των ερωτήσεων θεωρήσαμε ότι, και για τα δυο τεστ, ο πρώτος (1) είναι ο παράγοντας «κατανόηση» ενώ ο δεύτερος (2) είναι ο παράγοντας «ανάκληση γνώσης».

Πίνακας 2: Οι φορτίσεις των ερωτήσεων των τεστ επίδοσης στην ανάλυση παραγόντων.

Προ-τεστ			Μετά-τεστ		
Ερώτηση	Παράγοντας		Ερώτηση	Παράγοντας	
	1	2		1	2
A1ε	0,86	0,07	B6	0,80	0,21
*A2α	0,83	0,25	B2	0,72	0,22
A1α	0,83	0,17	*B7α	0,70	0,50
*A2δ	0,78	0,19	B4α	0,70	-0,05
*A2β	0,76	0,34	B5	0,66	0,39
A1στ	0,74	0,08	*B7β	0,64	0,56
A1ζ	0,68	0,29	B3	0,60	0,52
A1β	0,65	0,35	*B7δ	0,60	0,53
*A2γ	0,15	0,87	B4δ	0,57	0,16
A1γ	0,12	0,78	*B7γ	0,56	0,48
A1δ	0,52	0,62	B4ε	0,51	0,39
			B4γ	-0,19	0,84
			B1α	0,20	0,45
			B4β	0,24	0,43
			B1β	0,28	0,34

Σημείωση. Οι φορτίσεις μεγαλύτερες από 0,40 φαίνονται με έντονη επισήμανση.

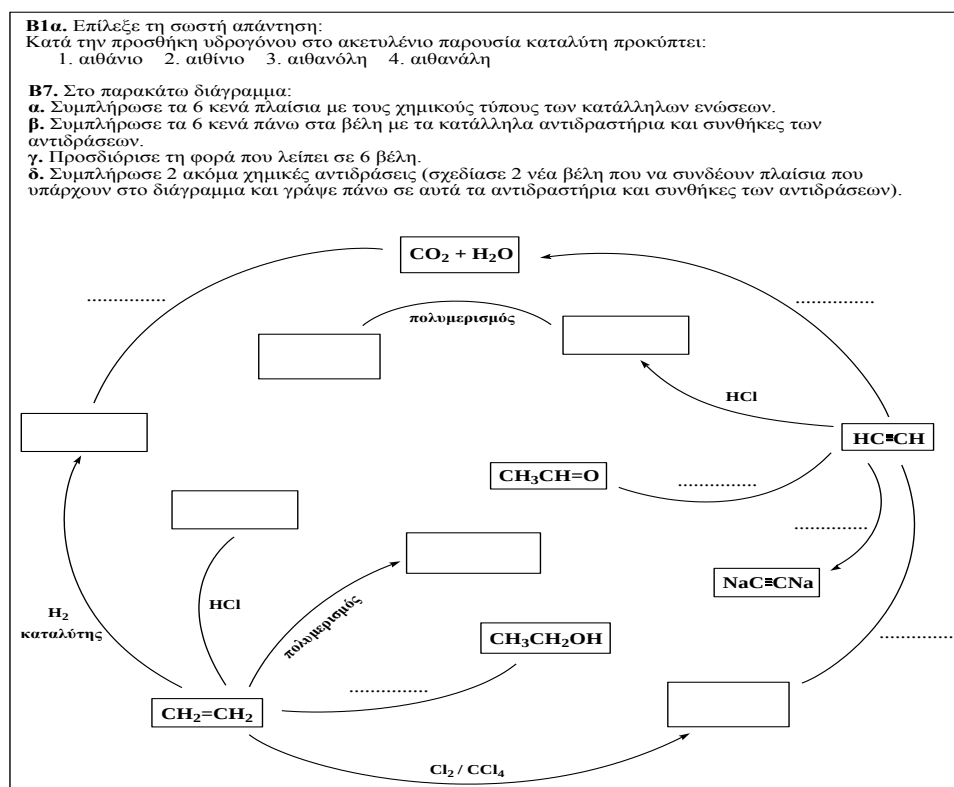
*Ερωτήσεις των ΣΕΑ

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ΣΕΑ που μελετήθηκαν έχουν αποδεκτές ψυχομετρικές ιδιότητες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία αξιολόγησης στο λύκειο. Στην ανάλυση παραγόντων, τρία από τα τέσσερα ερωτήματα ΣΕΑ του προ-τεστ είχαν ισχυρές φορτίσεις στον παράγοντα «κατανόηση» και όλες οι ΣΕΑ του μετά-τεστ παρουσίασαν ξεκάθαρα ισχυρότερες φορτίσεις στο παράγοντα «κατανόηση». Φαίνεται ότι οι ΣΕΑ μπορεί να είναι μια αποτελεσματική τεχνική για την εκτίμηση της κατανόησης εννοιών οργανικής χημείας. Το γεγονός ότι ορισμένα ερωτήματα ΣΕΑ φόρτισαν και στους δύο παράγοντες είναι θεωρητικά αποδεκτό. Η επιφανειακή και η μάθηση με κατανόηση δεν είναι αμοιβαία

αποκλειόμενες διαδικασίες. Είναι μέρη του ίδιου συνεχούς και κάποιες φορές μπορεί να συμβαίνουν και ταυτόχρονα (Ausubel 1963).

Όσον αφορά στις κλασικές αντικειμενικές ερωτήσεις, τα αποτελέσματα ήταν για τις περισσότερες σύμφωνα με τις υποθέσεις μας. Μια πιθανή εξήγηση για τις μη αναμενόμενες φορτίσεις κάποιων ερωτήσεων ανάκλησης στον παράγοντα «κατανόηση», είναι ότι αυτές οι ερωτήσεις σχετίζονται με το συμβολικό επίπεδο της χημείας, το οποίο παραδοσιακά οι μαθητές δυσκολεύονται και να κατανοήσουν και να απομνημονεύσουν. Συνολικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι κλασικές αντικειμενικές ερωτήσεις που απαιτούν γνωστικές ικανότητες πέρα από την απλή ανάκληση γνώσης, όπως να εξηγηθεί μια απάντηση ή να γίνουν αποτελεσματικές συνδέσεις μεταξύ των εννοιών, φαίνονται, επίσης, ικανές να αξιολογήσουν την κατανόηση.

Βασιζόμενοι στα αποτελέσματα της ανάλυσης παραγόντων στο μετά-τεστ, θεωρήσαμε ότι οι αθροισμένες βαθμολογίες στα ερωτήματα που είχαν μεγαλύτερες φορτίσεις στον παράγοντα «κατανόηση» αποτελούν μέτρο της κατανόησης των μαθητών. Από την άλλη πλευρά, οι αθροισμένες βαθμολογίες στα ερωτήματα που είχαν μεγαλύτερες φορτίσεις στον παράγοντα «ανάκληση γνώσης» είναι μέτρο της επιφανειακής μάθησης αυτών. Η κλίμακα βαθμολόγησης ήταν από 0 μέχρι 42 για τις ερωτήσεις «κατανόησης» και από 0 έως 4 για τις ερωτήσεις «ανάκλησης γνώσης». Στο Σχήμα 1 φαίνονται οι ερωτήσεις ΣΕΑ: Β7α-δ του μετά-τεστ που συμπεριλήφθηκαν στις ερωτήσεις «κατανόησης» και μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής (Β1α) που συμπεριλήφθηκε στις ερωτήσεις «ανάκλησης γνώσης».



Σχήμα 1: Δυο χαρακτηριστικές ερωτήσεις του μετά-τεστ.

Αξιολόγηση των κλιμάκων «Οπτικό-Λεκτικό» και «Σειριακό-Σφαιρικό» μαθησιακό στυλ του ΔΜΣ

Ο συντελεστής συνάφειας του Pearson για τις δύο κλίμακες βρέθηκε $r = -0,08$, δείχνοντας την ορθογωνικότητα των κλιμάκων. Ο δείκτης α του Cronbach βρέθηκε 0,55 για την κλίμακα «Οπτικό-Λεκτικό» και 0,53 για την κλίμακα «Σειριακό-Σφαιρικό». Οι τιμές



αυτές είναι οριακά αποδεκτές. Οι συνάψεις της βαθμολογίας της κάθε ερώτησης με τη συνολική έδειξαν ότι κάποια ερωτήματα δεν συνεισέφεραν στην εγκυρότητα των κλιμάκων ($r < 0,20$). Μια ανάλυση κύριων συνιστωσών οδήγησε σε ένα παραγοντικό μοντέλο το οποίο δε μπορούσε να ερμηνεύσει τη θεωρία με οικονομία και σταθερότητα. Περαιτέρω αναλύσεις έδειξαν ότι η απομάκρυνση έξι προβληματικών ερωτημάτων από κάθε κλίμακα βελτίωσε τις ψυχομετρικές ιδιότητες των κλιμάκων. Μια διπαραγοντική ανάλυση κύριων συνιστωσών με τα εναπομείναντα δέκα ερωτήματα οδήγησε σε ένα μοντέλο, στο οποίο όλα τα ερωτήματα που θεωρητικά σχετίζονταν με την αντίστοιχη κλίμακα φόρτιζαν σε έναν παράγοντα. Έτσι, φάνηκε ότι οι δύο 5-ερωτημάτων κλίμακες είναι πολύ καλά ορισμένες. Επιπλέον, ένα ικανοποιητικό ποσοστό της διακύμανσης (40%) ερμηνεύθηκε από το μοντέλο αυτό. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις που ακολούθησαν πραγματοποιήθηκαν με αυτές τις δύο κλίμακες, δίνοντας ένα βαθμό στις «α» απαντήσεις του κάθε ερωτήματος, ώστε οι βαθμολογίες σε κάθε κλίμακα να κυμαίνονται από 0 μέχρι 5. Βαθμοί από 3 μέχρι 5 δείχνουν προτίμηση για τον πρώτο πόλο της κλίμακας («Οπτικό» ή «Σειριακό»), ενώ από 0 έως 2 δείχνουν προτίμηση για το δεύτερο πόλο («Λεκτικό» ή «Σφαιρικό»). Οι βαθμολογίες των μαθητών στις δύο κλίμακες του ΔΜΣ έδειξαν μια επικράτηση του «Σειριακού» ($M = 3,18$, $SD = 1,41$) και του «Οπτικού» ($M = 2,90$, $SD = 1,57$) μαθησιακού στυλ.

Για τον έλεγχο της διαχωριστικής εγκυρότητας, οι μαθητές ταξινομήθηκαν σύμφωνα με την κατεύθυνση που είχαν επιλέξει. Εβδομήντα από τους 91 μαθητές είχαν επιλέξει τη θετική/τεχνολογική κατεύθυνση, ενώ 21 μαθητές είχαν επιλέξει τη θεωρητική κατεύθυνση. Το 57% των μαθητών της θεωρητικής κατεύθυνσης και το 37% αυτών της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης είχαν «Λεκτικό» μαθησιακό στυλ. Επιπλέον, το 86% των μαθητών της θεωρητικής και το 66% των μαθητών της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης είχαν «Σειριακό» στυλ. Δύο t-τεστ ανεξάρτητων δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν για να ελέγξουμε αν υπάρχουν διαφορές στα μαθησιακά στυλ των μαθητών διαφορετικών κατευθύνσεων. Το κριτήριο στατιστικής σημαντικότητας $p < 0,05$ χρησιμοποιήθηκε στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές της θεωρητικής κατεύθυνσης ήταν με στατιστικά σημαντική διαφορά ($t = -2,028$, $p = 0,046$, $df = 89$, $d = 0,48$) πιο «Σειριακοί» ($M = 3,71$) σε σχέση με τους μαθητές της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 3,01$). Από την άλλη πλευρά, οι μαθητές της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ήταν περισσότερο «Οπτικοί» ($M = 3,07$) σε σύγκριση με αυτούς της θεωρητικής ($M = 2,33$), αν και αυτή η διαφορά ήταν οριακά μη σημαντική στατιστικά ($t = 1,926$, $p = 0,059$, $df = 89$). Όλα αυτά δείχνουν μια μεγαλύτερη τάση των μαθητών της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης προς μια «Σφαιρική» και «Οπτική» προσέγγιση στη μάθηση, σε σύγκριση με τους μαθητές της θεωρητικής κατεύθυνσης. Συνολικά, αυτά τα αποτελέσματα υποστηρίζουν τη διαχωριστική εγκυρότητα των δυο 5-ερωτημάτων κλιμάκων του ΔΜΣ.

Σχέσεις ανάμεσα στην κατανόηση των μαθητών και τη σχετική προϋπάρχουσα γνώση τους και τα μαθησιακά τους στυλ

Τα αποτελέσματα της βηματικής πολλαπλής παλινδρόμησης (Πίνακας 3) έδειξαν ότι η σχετική προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών, όπως υπολογίστηκε από τις βαθμολογίες στο προ-τεστ, καθώς και τα μαθησιακά τους στυλ, όπως προσδιορίστηκαν από τις δύο 5-ερωτημάτων κλίμακες του ΔΜΣ, μπορούν να προβλέψουν τις επιδόσεις τους στις ερωτήσεις «κατανόησης» του μετά-τεστ. Η προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών και το «Οπτικό-Λεκτικό» στυλ τους προέβλεψαν με στατιστική σημαντικότητα τις επιδόσεις τους στις ερωτήσεις «κατανόησης», με το μεγαλύτερο ποσοστό της διακύμανσης (68%) να το εξηγεί η προϋπάρχουσα γνώση και πολύ μικρότερο (3%) το μαθησιακό στυλ. Μια δεύτερη πολλαπλή παλινδρόμηση εφαρμόστηκε, με εξαρτημένη μεταβλητή τις επιδόσεις των μαθητών στις ερωτήσεις «ανάκλησης γνώσης» του μετά-τεστ. Σε αυτήν την περίπτωση, μόνο η

προϋπάρχουσα γνώση προέβλεψε με στατιστική σημαντικότητα το 31% της διακύμανσης της βαθμολογίας στις ερωτήσεις «ανάκλησης γνώσης» και αυτή είναι μια μεγάλη επίδραση.

Πίνακας 3: Βηματική πολλαπλή παλινδρόμηση χρησιμοποιώντας τις βαθμολογίες στο προ-τεστ και στις δύο κλίμακες του ΔΜΣ για την ερμηνεία των βαθμολογιών στις ερωτήσεις «κατανόησης» και «ανάκλησης γνώσης» του μετά-τεστ ($N = 91$).

Μετά-τεστ	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	B	Τυπικό Σφάλμα του B	β
Ερωτήσεις «κατανόησης»	Προ-τεστ	0,889	0,062	0,828***
	«Οπτικό-Λεκτικό» στυλ	1,177	0,410	0,166**
	«Σειριακό-Σφαιρικό» στυλ	-0,502	0,456	-0,063
Ερωτήσεις «ανάκλησης γνώσης»	Προ-τεστ	0,060	0,010	0,558***
	«Οπτικό-Λεκτικό» στυλ	0,020	0,063	0,028
	«Σειριακό-Σφαιρικό» στυλ	-0,003	0,070	-0,004

** $p < 0,01$. *** $p < 0,001$.

Συνολικά, τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με τον ισχυρισμό του Ausubel (1963) ότι η σχετική προϋπάρχουσα γνώση είναι το πιο σημαντικό κριτήριο για να επιτευχθεί μάθηση με κατανόηση. Η διακύμανση της βαθμολογίας στις ερωτήσεις «κατανόησης» που ερμηνεύθηκε από την κλίμακα «Οπτικό-Λεκτικό» μαθησιακό στυλ ήταν χαμηλή. Ωστόσο, το μέγεθος του δείγματος ($N = 91$) ήταν σχετικά μικρό, μειώνοντας τις πιθανότητες να βρεθούν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα και κάνοντας έτσι τα αποτελέσματα πιο αυθεντικά. Από την άλλη πλευρά, δε βρέθηκε κάποια σχέση μεταξύ της κλίμακας «Σειριακό-Σφαιρικό» μαθησιακό στυλ και της κατανόησης εννοιών οργανικής χημείας.

Συμπεράσματα

Το σχήμα ΣΕΑ και οι κατάλληλα σχεδιασμένες αντικειμενικές ερωτήσεις μπορούν να ανιχνεύσουν την κατανόηση εννοιών οργανικής χημείας. Το ενδιαφέρον πρέπει να επικεντρωθεί στην αξιολόγηση γνωστικών δεξιοτήτων πέρα από την ανάκληση γνώσης, όπως είναι η διασύνδεση των εννοιών για την οικοδόμηση εννοιολογικών ολοτήτων, η μεταφορά της γνώσης για την επίλυση νέων προβλημάτων ή η εξήγηση της απάντησης που θα δοθεί σε ένα ερώτημα. Σχετικά με το ερωτηματολόγιο ΔΜΣ, οι ψυχομετρικές ιδιότητες των κλιμάκων του «Οπτικό-Λεκτικό» και «Σειριακό-Σφαιρικό» στυλ, που μελετήθηκαν για πρώτη φορά σε δείγμα μαθητών λυκείου, δεν ήταν ικανοποιητικές. Φαίνεται ότι περαιτέρω αξιολόγηση και πιθανόν αναμόρφωση των κλιμάκων του ΔΜΣ θα χρειαστεί, προκειμένου το εργαλείο αυτό να προσδιορίζει με ικανοποιητική εγκυρότητα και αξιοπιστία τα μαθησιακά στυλ.

Η σχετική προϋπάρχουσα γνώση σχετίστηκε μοναδικά με την κατανόηση εννοιών οργανικής χημείας. Η έλλειψη σχετικής προϋπάρχουσας γνώσης καθιστά τη διασύνδεση της νέας γνώσης με την υπάρχουσα γνωστική δομή αδύνατη, δυσχεραίνοντας την προσπάθεια των μαθητών να κατανοήσουν σε βάθος τη διδασκόμενη ύλη. Έτσι, αυξάνεται η πιθανότητα οι μαθητές να υιοθετήσουν μια επιφανειακή προσέγγιση στη μάθηση. Ένα πρόγραμμα σπουδών με έμφαση στην ανάπτυξη της συστημικής σκέψης, ίσως θα ενεργοποιούσε περισσότερο την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών και θα ήταν πιο ισορροπημένο σε σχέση με τα μαθησιακά τους στυλ, ενισχύοντας έτσι την κατανόηση. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης παρέχουν ενδείξεις ότι η συστημική σκέψη και η κατανόηση των εννοιών των φυσικών επιστημών συσχετίζονται. Οι μαθητές της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης, που είναι πιο εξοικειωμένοι με τις έννοιες των φυσικών επιστημών σε σχέση με τους μαθητές της θεωρητικής κατεύθυνσης, έδειξαν μεγαλύτερη τάση προς τα μαθησιακά στυλ «Σφαιρικό» και «Οπτικό» από τους μαθητές της θεωρητικής κατεύθυνσης. Θεωρητικά, αυτά τα δυο στυλ σχετίζονται περισσότερο με τη συστημική σκέψη. Επιπλέον, βρέθηκε μια στατιστικά

σημαντική σχέση μεταξύ της κλίμακας «Οπτικό-Λεκτικό» στυλ και της κατανόησης. Εν τούτοις, ένα μικρό μόνο ποσοστό της διακύμανσης ερμηνεύθηκε. Αυτό το αποτέλεσμα δείχνει μια σχετικά μικρή επίδραση αυτής της διάστασης των μαθησιακών στυλ στην κατανόηση εννοιών οργανικής χημείας, τουλάχιστον στο δείγμα της παρούσας μελέτης. Επίσης, το σχήμα ΣΕΑ, που προάγει την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης, φάνηκε ότι μπορεί να εκτιμήσει αποτελεσματικά την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών. Επιπλέον, δε βρέθηκε κάποια σχέση μεταξύ της κλίμακας «Διαδοχικό-Σφαιρικό» στυλ και της κατανόησης. Ωστόσο, ο αριθμός των μαθητών με «Σφαιρικό» στυλ ήταν μικρός στο δείγμα μας ($n = 24$). Έτσι, περαιτέρω έρευνα με μεγαλύτερα δείγματα φαίνεται απαραίτητη, ώστε να αποσαφηνιστεί πλήρως η σχέση μεταξύ των μαθησιακών στυλ και της κατανόησης.

Βιβλιογραφία

- Ausubel, D.P. (1963). The psychology of meaningful verbal learning. Grune & Stratton: New York.
- Ausubel, D.P. (1968). Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Reinhard and Winston.
- Cabrera, D.A. (2006). Systems thinking. Doctoral dissertation, Cornell University. Dissertation Abstracts International-A, 67, 303.
- Cavallo, A.M.L. & Schafer, L.E. (1994). Relationships between students' meaningful learning orientation and their understanding of genetics topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 393-418.
- Fahmy, A.F.M. & Lagowski, J.J. (2004). Using Satl techniques to assess student achievement. *Proceedings of the 18th International Conference on Chemical Education*, Istanbul, Turkey.
- Fahmy, A.F.M. & Lagowski, J.J. (2007/2008). Systemic multiple choice questions in chemistry. *Chemical Education International*, 8, 1. Διαθέσιμο στο <http://old.iupac.org/publications/cei/vol8/0801xFahmy.pdf>
- Felder, R.M. & Silverman, L.K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Forrest, J. (2008). A response to paper "Systems Thinking" by D. Cabrera et al.: Additional thoughts on systems thinking. *Discussion / Evaluation and Program Planning*, 31, 333-334.
- Nieswandt, M. & Bellomo, K. (2009). Written extended-response questions as classroom assessment tools for meaningful understanding of evolutionary theory. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 333-356.
- Novak, J.D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86, 548-571.
- Novak, J.D., Mintzes, J.J. & Wandersee, J.H. (2000). Epilogue: On ways of assessing science understanding. In J.J. Mintzes, J.H. Wandersee, & J.D. Novak (Eds.), *Assessing science understanding. A human constructivist view* (pp. 355-374). San Diego, CA: Academic Press.
- Robinson, W.R. & Nurrenbern, S.C. (2009). Conceptual Questions (CQs). Διαθέσιμο στο <http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEDLib/QBank/collection/CQandChP/CQs/TieredCQs.html>
- Soloman, B.A. & Felder, R.M. (1996). Index of learning styles questionnaire. North Carolina State University. (12 Σεπτεμβρίου 2010). Διαθέσιμο στο <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>
- Southerland, S.A., Smith, M.U. & Cummins, C.L. (2000). "What do you mean by that?" Using structured interviews to assess science understanding. In J.J. Mintzes, J.H. Wandersee, & J.D. Novak (Eds.), *Assessing Science Understanding. A Human Constructivist View* (pp. 71-93). San Diego, CA: Academic Press.

Vachliotis, T., Salta, K., Vasiliou, P. & Tzougraki, C. (2011). Exploring novel tools for assessing high school students' meaningful understanding of organic reactions. *Journal of Chemical Education*, 88 (3), 337-345.



Διερεύνηση της δεξιότητας της νοητικής μεταφοράς ανάμεσα σε τρισδιάστατες (3D) και δισδιάστατες (2D) συμβολικές αναπαραστάσεις της τετραεδρικής μοριακής δομής από φοιτητές χημείας

Λεμονιά Αντώνογλου, Νικόλαος Χαριστός, Μιχάλης Σιγάλας
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54 124 Θεσσαλονίκη,
lantonog@chem.auth.gr, nicharis@chem.auth.gr, sigalas@chem.auth.gr

Περίληψη

Η Χημεία είναι μια «οπτική» επιστήμη που η επικοινωνία της βασίζεται σε σύμβολα και μοριακές αναπαραστάσεις. Η αντίληψη, η κατανόηση και ο χειρισμός των μοριακών αναπαραστάσεων και πιο συγκεκριμένα των τρισδιάστατων χωρικών (spatial) σχέσεων που εμπεριέχονται σε αυτά, αποτελούν απαραίτητες γνωστικές διεργασίες για την μάθηση και την επικοινωνία της Χημείας. Στα πλαίσια έρευνας για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας λογισμικών μοριακής οπτικοποίησης, διερευνήθηκαν οι γνωστικές δεξιότητες που σχετίζονται με αυτές. Στόχος ήταν να διερευνηθεί η δεξιότητα των φοιτητών Χημείας αλλά και πτυχιούχων χημικών να μεταφέρονται νοητικά από τις δισδιάστατες (2D) σε τρισδιάστατες (3D) συμβολικές αναπαραστάσεις της τετραεδρικής μοριακής δομής και το αντίστροφο. Στην εργασία αυτή περιγράφεται το διαγνωστικό εργαλείο που αναπτύχθηκε και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του και συγκεκριμένα από τους μετρούμενους χρόνους απόκρισης, από τις επιδόσεις και τις λανθασμένες απαντήσεις των συμμετεχόντων σε κάθε μια από τις αντιστοιχίσεις του τεστ.

Abstract

Chemistry is a visual science that relies heavily on symbolic representations and models. Understanding and achievement in chemistry are closely related to 3D visualization ability and particularly the perception of spatial relations in molecular representations. In the course of on going research concerning the design, development, implementation and assessment of educational molecular visualization software, the chemistry students' as well as chemistry experts' cognitive ability to transform between 3D and 2D molecular representations has been investigated. In this work we describe the developed diagnostic instrument dealing with the substituted or not tetrahedral structure, as well as the conclusions derived from its application concerning the response times, the students' performance and the wrong answers in the test.

Εισαγωγή

Στη Χημεία ένα μόριο μπορεί να αναπαρασταθεί με ποικίλους τρόπους τόσο στις δύο διαστάσεις (2D) όσο και στις τρεις διαστάσεις (3D). Κάθε ένας από αυτούς τους διαφορετικούς τρόπους αναπαράστασης είναι χρήσιμος, καθώς μπορεί να εμπεριέχει διαφορετικές ή συμπληρωματικές πληροφορίες για την έννοια που αναπαριστούν. Συνεπώς είναι χρήσιμο οι μαθητευόμενοι, εκτός από το να αντιλαμβάνονται και να κατανοούν τις χημικές αναπαραστάσεις, να μεταβαίνουν από τη μια στην άλλη και να εκμαιεύουν από την κάθε μια, τις χρήσιμες εκείνες πληροφορίες που θα τους βοηθήσουν στην κατανόηση και τη μάθηση της έννοιας που αναπαριστούν ή στην επίλυση κάποιου προβλήματος που την εμπεριέχει (Wu & Shah, 2003; Seddon, G.M. & Eniaiyaju, 1986).

Στο Τμήμα Χημείας του Α.Π.Θ. προχωρήσαμε στο σχεδιασμό, στην ανάπτυξη και στην εφαρμογή του τεστ «Αντιστοίχιση δισδιάστατων και τρισδιάστατων μοριακών συμβολισμών» σε φοιτητές Χημείας αλλά και σε πτυχιούχους χημικούς προκειμένου να διερευνήσουμε τη

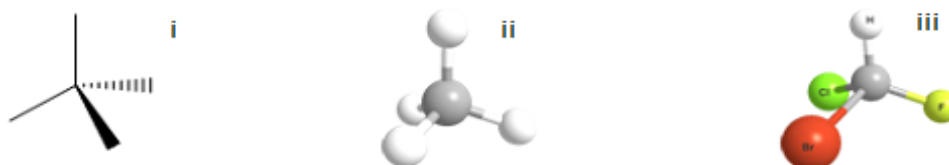
δεξιότητα τους να μεταφέρονται νοητικά από τις συμβολικές αναπαραστάσεις 2D σε αναπαραστάσεις 3D του μεθανίου και του βρώμο-χλώρο-φθόρο-μεθανίου και το αντίστροφο. Δεδομένου ότι η προηγούμενη γνώση και ο βαθμός εξοικείωσης με την τρισδιάστατη μοριακή δομή των πρωτοετών φοιτητών είναι εκ των πραγμάτων περιορισμένη σε σύγκριση με τους τελειόφοιτους και τους πτυχιούχους χημικούς, κρίθηκε σκόπιμο η ανάλυση των επιδόσεων στο τεστ να γίνει ξεχωριστά για κάθε κατηγορία. Τα συμπεράσματα της εφαρμογής του τεστ προέκυψαν από τους μετρούμενους χρόνους απόκρισης (response times) και από τις λανθασμένες απαντήσεις των συμμετεχόντων σε κάθε μια από τις αντιστοιχίσεις του τεστ (items). Οι διατάξεις της τετραεδρικής δομής που μελετώνται σε κάθε ένα ερώτημα διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως προς τη γωνία περιστροφής τους περί τους καρτεσιανούς άξονες x, y και z.

Στις υποκατεστημένες δομές του μεθανίου υπάρχει η επιπλέον πληροφορία για την θέση των ατόμων στο τετράεδρο καθώς τα άτομα είναι διακριτά μεταξύ τους (Seddon & Shubber, 1984). Από τη σύγκριση των απαντήσεων σε δομές του μεθανίου με εκείνες των υποκατεστημένων τετραέδρων προκύπτουν συμπεράσματα για την τακτική που χρησιμοποιούν οι φοιτητές για να κάνουν τις αντιστοιχίσεις (Stieff, 2007).

Τέλος μετά τη συμπλήρωση του τεστ αντιστοίχισης δόθηκε στους συμμετέχοντες να συμπληρώσουν ερωτηματολόγιο της πεντάβαθμης κλίμακας Likert σχετικό με τις στάσεις και απόψεις τους για την εφαρμογή μέσα στην οποία πραγματοποιήθηκε το τεστ, για το βαθμό δυσκολίας, αλλά και για την στρατηγική που ακολούθησαν στις αντιστοιχίσεις των μοριακών συμβολισμών.

Αναπαράσταση της τετραεδρικής δομής του μεθανίου

Η τετραεδρική δομή του μεθανίου μπορεί να αναπαρασταθεί με πολλούς τρόπους, τόσο στις 2D όσο και στις 3D διαστάσεις (σχήμα 1). Στην αναπαράσταση 2D (σχήμα 1.i) οι τρεις διαστάσεις παριστάνονται ως εξής: Οι συνεχείς γραμμές παριστάνουν δεσμούς στο επίπεδο της οθόνης, οι έντονες γραμμές παριστάνουν δεσμούς που εκτείνονται έξω από το επίπεδο της σελίδας - οθόνης προς την πλευρά του παρατηρητή και οι διακεκομμένες γραμμές παριστάνουν δεσμούς που κατευθύνονται πίσω από το επίπεδο της σελίδας - οθόνης μακριά από τον παρατηρητή.



Σχήμα 4: 2D (i) και 3D (ii) αναπαράσταση του μεθανίου και 3D αναπαράσταση του βρώμο-χλώρο-φθόρο-μεθανίου (iii).

Τρισδιάστατα μοριακά μοντέλα

Κατά τη διδασκαλία και τη μάθηση της Χημείας χρησιμοποιούνται τρισδιάστατα ψηφιακά μοριακά μοντέλα τύπου σφαίρας-ράβδου (ball & stick) για να ενισχύσουν την αίσθηση των τριών διαστάσεων (σχήμα 1.ii), η οποία επιτυγχάνεται με την χρήση των τεσσάρων σημάτων προοπτικής (depth cues), τα οποία είναι: α) το σχετικό μέγεθος ανάλογα με την απόσταση, β) η προοπτική απεικόνιση των γωνιών των δεσμών, γ) η αλληλοεπικάλυψη τμημάτων και δ) η φωτοσκίαση.



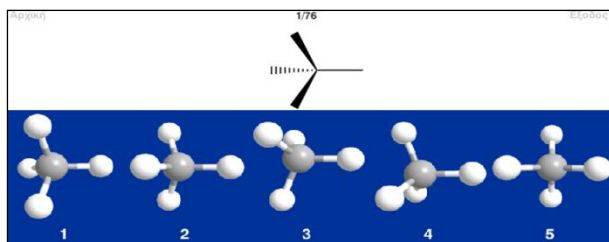
Παραμορφωμένη τετραεδρική δομή

Η υποκατάσταση έστω και ενός ατόμου υδρογόνου από άλλο άτομο ή ομάδα έχει σαν αποτέλεσμα την παραμόρφωση της κανονικής τετραεδρικής δομής, όπως στην περίπτωση του βρώμο-χλώρο-φθόρο-μεθανίου (σχήμα 1.iii). Η διαφορετικότητα των ατόμων που συνδέονται με το κεντρικό άτομο έχει σαν αποτέλεσμα την ανισοτιμία των δεσμών και την απόκλιση των γωνιών από τις ιδανικές της τετραεδρικής δομής και έτσι η τρισδιάστατη αναπαράσταση εμφανίζεται παραμορφωμένη, ενώ τα άτομα με διαφορετική ατομική ακτίνα αναπαρίστανται με τη μορφή σφαιρών με διαφορετικό χρώμα και μέγεθος.

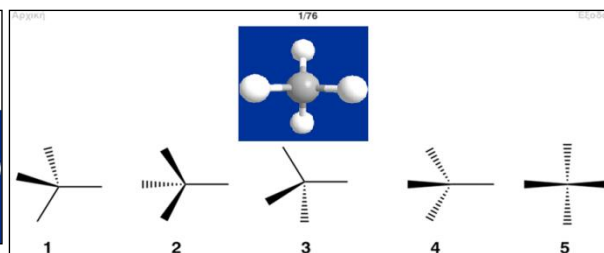
Μέθοδος και εργασία της έρευνας

Το τεστ «Αντιστοίχιση δισδιάστατων και τρισδιάστατων μοριακών συμβολισμών» αποτελείται από δύο μέρη (σχήμα 2 & 3). Στο πρώτο μέρος εξετάζεται η δεξιότητα αντιστοίχισης 3D με 2D χημικές αναπαραστάσεις και στο δεύτερο η αντιστοίχιση 2D με 3D χημικές αναπαραστάσεις. Στο τεστ μελετώνται οι τετραεδρικές δομές του μεθανίου και του υποκατεστημένου μεθανίου.

Το πρώτο μέρος της εφαρμογής, δηλαδή το τεστ “2D→3D”, περιέχει 76 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Σε κάθε ερώτηση δίνεται μια αναπαράσταση 2D της τετραεδρικής δομής του μεθανίου ή του υποκατεστημένου μεθανίου και ζητείται να βρεθεί η αντίστοιχη αναπαράσταση 3D ανάμεσα σε πέντε αναπαραστάσεις 3D που δίνονται (σχήμα 2).



Σχήμα 5: Χαρακτηριστικό ερώτημα από το τεστ αντιστοίχισης 2D→3D

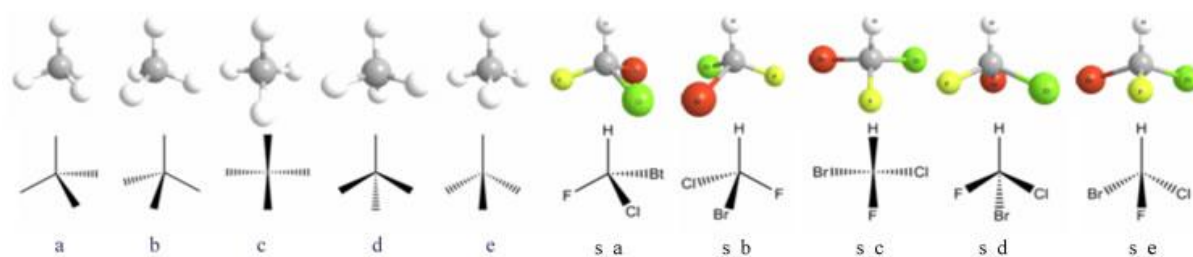


Σχήμα 6: Χαρακτηριστικό ερώτημα από το τεστ αντιστοίχισης 3D→2D

Ανάλογα με το 1ο μέρος του τεστ αντιστοίχισης το 2ο μέρος, δηλαδή το τεστ “3D→2D”, περιέχει 76 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Σε κάθε ερώτηση δίνεται μια αναπαράσταση 3D της τετραεδρικής δομής του μεθανίου ή του βρώμο-χλώρο-φθόρο-μεθανίου και ζητείται να βρεθεί η αντίστοιχη αναπαράσταση 2D ανάμεσα σε πέντε αναπαραστάσεις 2D που δίνονται (σχήμα 3).

Οι πέντε δυνατές επιλογές που δίνονται σε κάθε ερώτηση πολλαπλής επιλογής προκύπτουν από την περιστροφή της αναπαράστασης 2D ή 3D περί τον άξονα x ή y ή z ή συνδυασμού αυτών ανά δύο (π.χ. περιστροφή πρώτα γύρω από y και μετά x). Οι x και y άξονες κείνται πάνω στο επίπεδο ενώ ο άξονας z είναι κάθετος σε αυτούς.

Οι βασικοί προσανατολισμοί της τετραεδρικής δομής του μεθανίου που μελετώνται παρουσιάζονται στο σχήμα 4 και περιλαμβάνουν τις περιπτώσεις όπου το τετράεδρο είναι τοποθετημένο στο χώρο, έτσι ώστε δύο δεσμοί να κείνται στο επίπεδο της σελίδας - οθόνης και άλλοι δύο εκτός επιπέδου (δομές a και b), ένας δεσμός πάνω στο επίπεδο και δύο πίσω από αυτό (δομή e), ένας δεσμός στο επίπεδο και δύο μπροστά από αυτό (δομή d) και τέλος δύο δεσμοί μπροστά από το επίπεδο και οι δύο άλλοι πίσω από αυτό (δομή c). Αντίστοιχοι αρχικοί προσανατολισμοί προκύπτουν και για υποκατεστημένο μεθάνιο (σχήμα 4). Οι υπόλοιποι εξεταζόμενοι προσανατολισμοί του τεστ αντιστοίχισης προκύπτουν από την περιστροφή των παραπάνω βασικών αναπαραστάσεων περί τον άξονα z με βήμα 45°. Συγκεκριμένα στο τεστ εξετάζονται αναπαραστάσεις που προκύπτουν μετά από περιστροφή κατά 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° και 315°.



Σχήμα 4: Αρχικοί προσανατολισμοί της τετραεδρική δομής του υποκατεστημένου και μη μεθανίου

Σε κάθε μέρος του τεστ αντιστοίχισης, κάθε ερώτηση εμφανίζεται μία φορά και οι απαντήσεις θα πρέπει να δίνονται σύντομα και με ακρίβεια, ώστε οι συμμετέχοντες να επιτύχουν το μικρότερο δυνατό αριθμό λανθασμένων απαντήσεων στο μικρότερο δυνατό χρόνο. Η σειρά εμφάνισης των 76 ερωτήσεων αντιστοίχισης και για τα δύο μέρη του τεστ ήταν για κάθε νέα απόπειρα διαφορετική. Ο χρήστης της εφαρμογής του τεστ αντιστοίχισης είχε τη δυνατότητα της παύσης κατά την ώρα της συμπλήρωσης του τεστ, δεν είχε όμως τη δυνατότητα πολλαπλών προσπαθειών και της επιστροφής σε προηγούμενη απάντηση.

Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αυτής αποτέλεσαν προπτυχιακοί φοιτητές Χημείας και πτυχιούχοι χημικοί (experts). Συνολικά οι συμμετέχοντες στην έρευνα αυτή ήταν 78 άτομα, 52 γυναίκες και 26 άνδρες (πίνακας 1). Το τεστ αντιστοίχισης συμπληρώθηκε από 45 πρωτοετείς φοιτητές (2ο εξάμηνο σπουδών) της ακαδημαϊκής χρονιάς 2007/08, 23 τεταρτοετείς φοιτητές χημείας (7ο εξάμηνο σπουδών) κατά το χειμερινό εξάμηνο της χρονιά 2010/11 και 10 πτυχιούχοι χημικοί και συγκεκριμένα μεταπτυχιακοί φοιτητές και υποψήφιοι διδάκτορες. Οι συμμετέχοντες στην τρίτη ομάδα έχοντας προηγούμενη γνώση και εμπειρία στη χρήση χημικών συμβολικών αναπαραστάσεων χαρακτηρίζονται ως εμπειρογνώμονες (experts) ενώ οι φοιτητές, ως αρχάριοι (novices).

Πίνακας 1: Αριθμός συμπληρωμένων τεστ ανά ομάδα συμμετεχόντων

Test	Α/ετείς φοιτητές	Δ/ετείς φοιτητές	Πτυχ. χημικοί	Συνολικά
2D→3D	45	23	10	78
3D→2D	45	23	9	77

Η συμμετοχή όλων στα δύο τεστ ήταν προαιρετική και από την αρχή έγινε σαφές ότι η επίδοση των φοιτητών σε αυτά δεν θα είχε καμιά επίπτωση στην αξιολόγηση τους σε κανένα από τα μαθήματα του προγράμματος σπουδών τους.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Ανάλυση χρόνου απόκρισης, σωστών και λανθασμένων αντιστοιχίσεων

Από τον πίνακα 2 προκύπτει ότι ο μέσος χρόνος απάντησης σε μια ερώτηση του τεστ 3D→2D για κάθε ομάδα συμμετεχόντων είναι μικρότερος από το τεστ 2D→3D. Μάλιστα οι πρωτοετείς φοιτητές εμφανίζουν πιο άμεσες και γρήγορες απαντήσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες. Επιπλέον από τον πίνακα 3 φαίνεται να δαπανάται περισσότερος χρόνος στις ερωτήσεις του πρώτου μέρους του τεστ (2D→3D) όπου το ποσοστό των λανθασμένων απαντήσεων και για τις τρεις ομάδες είναι μεγαλύτερο. Από τους πίνακες 2 και 3 συνάγεται ότι οι τεταρτοετείς φοιτητές που εμφανίζουν μεγαλύτερο μέσο χρόνο απάντησης ανά ερώτηση, είχαν τις καλύτερες επιδόσεις.



Πίνακας 2: Μέσος χρόνος απόκρισης ανά ερώτημα στα τεστ 2D→3D και 3D→2D

	Α/ετείς φοιτητές		Δ/ετείς φοιτητές		Πτυχ. χημικοί	
	Mean (sec)	Std. Error	Mean (sec)	Std. Error	Mean (sec)	Std. Error
2D→3D	11,4	0,2	15,2	0,3	12,9	0,3
3D→2D	9,2	0,1	10,9	0,2	9,6	0,3

Πίνακας 3: Σύνολο απαντήσεων και ποσοστό (%) λανθασμένων αντιστοιχίσεων ανά ομάδα συμμετεχόντων και ανά τεστ

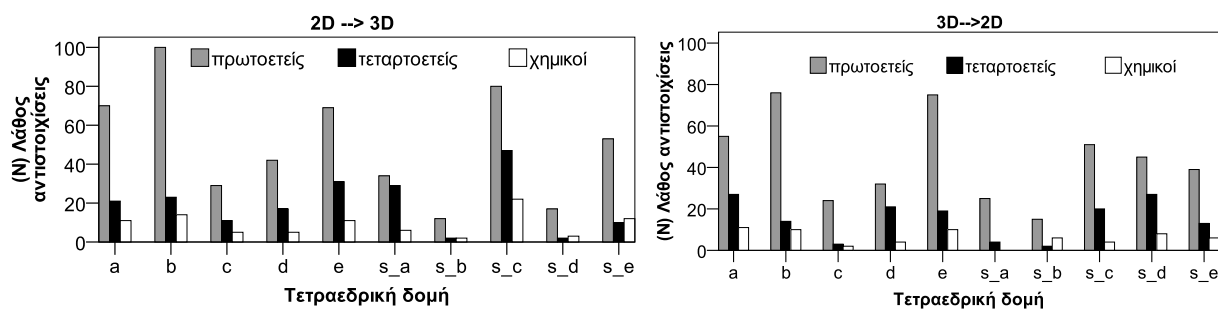
Crosstabulation % within test	Α/ετείς φοιτητές		Δ/ετείς φοιτητές		Πτυχ. χημικοί	
	Απαντήσεις	% Λάθη	Απαντήσεις	% Λάθη	Απαντήσεις	% Λάθη
2D→3D	3420	14,8%	1748	11,0%	760	12,0%
3D→2D	3420	12,8%	1598	8,6%	684	8,9%

Στον πίνακα 4 φαίνεται ότι σε όλες τις ομάδες συμμετεχόντων και στα δύο μέρη του τεστ, τα περισσότερα λάθη έγιναν σε ερωτήσεις αντιστοίχισης που αφορούσαν τα τετράεδρα του μεθανίου σε σχέση με τις ερωτήσεις αντιστοίχισης που αφορούν την τετραεδρική δομή του υποκατεστημένου μεθανίου. Αυτό πιθανώς ερμηνεύεται από το γεγονός ότι η παρουσία διαφορετικών ατόμων (χρωμάτων σφαιρών) διευκολύνει την αντιστοίχιση.

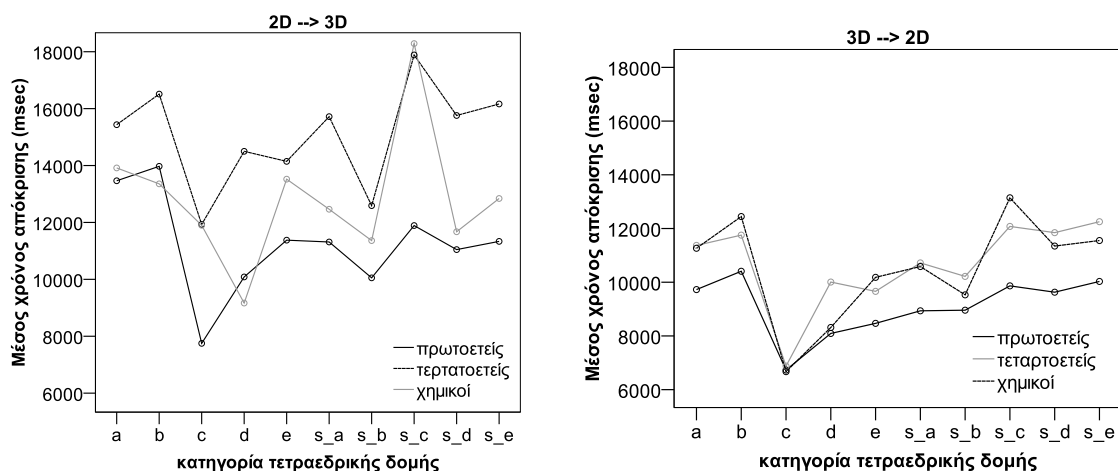
Πίνακας 4: Ανάλυση λαθών ανά τεστ και ανά ομάδα. Ποσοστό λανθασμένων αντιστοιχίσεων σε δομές του υποκατεστημένου και μη υποκατεστημένου μεθανίου

Crosstab.% within groups	Πρωτοετείς φοιτητές		Τεταρτοετείς φοιτητές		Χημικοί	
Δομή	2D→3D	3D→2D	2D→3D	3D→2D	2D→3D	3D→2D
Μεθάνιο	61,3%	60,0%	53,4%	56,0%	50,5%	60,7%
Υποκατ. μεθάνιο	38,7%	40,0%	46,6%	44,0%	49,5%	39,3%
Αριθμός Λαθών	506	437	193	150	91	61

Οι τετραεδρικές δομές που εξετάζονται και στα δύο τεστ χωρίζονται εκτός από τις δύο βασικές κατηγορίες (υποκατεστημένα τετράεδρα και μη υποκατεστημένα τετράεδρα του μεθανίου) σε πέντε κατηγορίες ανάλογα με το αν οι δεσμοί βρίσκονται πάνω, πίσω ή μπροστά από το επίπεδο της οθόνης - σελίδας (σχήμα 4). Για κάθε τεστ διερευνήθηκε ο αριθμός των λαθών στις πέντε κατηγορίες a, b, c, d και e για το τετράεδρο του μεθανίου και s_a, s_b, s_c, s_d και s_e για το βρώμο-φθόρο-χλώρο-μεθάνιο.



Σχήμα 5: Αριθμός λανθασμένων αντιστοιχίσεων ανά κατηγορία τετραεδρικών δομών



Σχήμα 6: Μέσοι χρόνοι απόκρισης των συμμετεχόντων ανά κατηγορία τετραεδρικής δομής

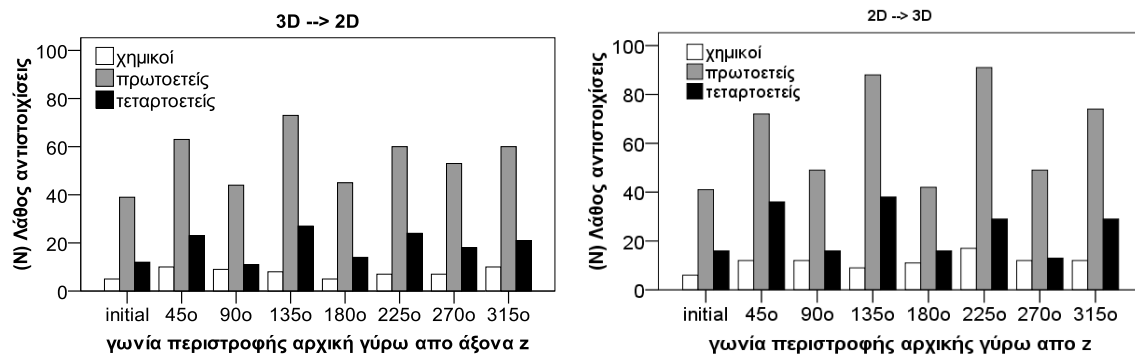
Από το σχήμα 5 προκύπτει ότι και στα δύο μέρη του τεστ τα περισσότερα λάθη, κυρίως των πρωτοετών φοιτητών, φαίνεται να εντοπίζονται στην αντιστοίχιση τετραεδρικών δομών του μεθανίου με δύο δεσμούς στο επίπεδο δηλαδή των κατηγοριών a και b καθώς και στις δομές της κατηγορίας e όπου μόνο ένας δεσμός είναι πάνω στο επίπεδο και δύο προσανατολίζονται πίσω από αυτό. Από περαιτέρω ανάλυση προκύπτει ότι οι δομές a και b σε μεγάλο ποσοστό αντιστοιχίζονται λανθασμένα με δομές e ενώ οι δομές e κυρίως με δομές μεθανίου της κατηγορίας a και c.

Στις δομές του υποκατεστημένου μεθανίου οι περισσότερες εσφαλμένες αντιστοιχίσεις αφορούν τις δομές 2D του μεθανίου της κατηγορίας s_c στο πρώτο μέρος του τεστ (2D→3D) και τις δομές 3D των κατηγοριών s_c, s_d και s_e στο δεύτερο μέρος του τεστ (3D→2D). Από περαιτέρω ανάλυση των λανθασμένων απαντήσεων προκύπτει ότι και στα δύο μέρη του τεστ οι δομές της κατηγορίας s_c αντιστοιχίζονται λανθασμένα από τους συμμετέχοντες όλων των ομάδων με δομές της κατηγορίας s_e. Όταν η εξεταζόμενη δομή είναι της κατηγορίας s_c τότε από τις πέντε διαθέσιμες επιλογές μόνο η δομή του υποκατεστημένου μεθανίου της κατηγορίας s_e έχει την ίδια διάταξη ατόμων στο χώρο και το αντίστροφο. Μια πιθανή ερμηνεία για τη συστηματική εμφάνιση αυτού του λάθους είναι η εφαρμογή από τους συμμετέχοντες μιας αναλυτικής προσέγγισης στην επίλυση του ερωτήματος που βασίζεται αποκλειστικά στον εντοπισμό των διακριτών ατόμων στο χώρο παρά στη χρήση της τρισδιάστατης μοριακής οπτικοποίησης. Στην περίπτωση 3D δομών της κατηγορίας s_d η πιο συχνή λανθασμένη αντιστοίχιση των πρωτοετών και τεταρτοετών φοιτητών είναι με δομές 2D της κατηγορίας s_a. Η διάταξη των ατόμων H και F στις δομές 2D είναι ίδια καθώς και ο συμβολισμός των δεσμών C-Cl και C-Br στις δύο κατηγορίες είναι ίδιος, έντονη γραμμή για τον C-Cl και στικτή γραμμή για τον C-Br. Επιπλέον οι δύο δεσμοί βρίσκονται από την ίδια πλευρά της δομής 2D. Επομένως αυτό που δεν παρατηρούν οι φοιτητές είναι ότι ο δεσμός C-F είναι μπροστά από το επίπεδο και όχι πάνω στο επίπεδο. Από το σχήμα 6 φαίνεται ότι στις κατηγορίες με τα περισσότερα λάθη παρατηρούνται επίσης αυξημένοι μέσοι χρόνοι απόκρισης των συμμετεχόντων.

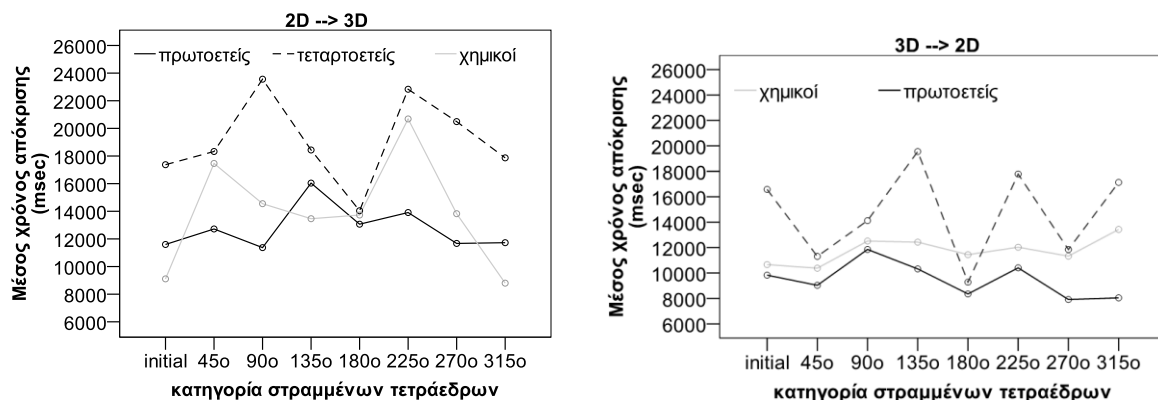
Οι εξεταζόμενες τετραεδρικές δομές του υποκατεστημένου και μη υποκατεστημένου μεθανίου προκύπτουν από την περιστροφή αρχικών προσανατολισμών του τετραέδρου (Σχήμα 4) οι οποίες έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό, ένα δεσμό σε κατακόρυφη θέση στο επίπεδο. Οι δομές αυτές κατηγοριοποιούνται με βάση τη γωνία περιστροφής γύρω από τον

κάθετο στο επίπεδο άξονα z, σε στραμμένες δομές κατά 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° και 315°. Από το *σχήμα 7* φαίνεται οι πρωτοετείς και τεταρτοετείς φοιτητές έκαναν τις περισσότερες λάθος αντιστοιχίσεις στις στραμμένες δομές κατά 45°, 135°, 225° και 315°. Οι εμπειρογνώμονες έκαναν τα περισσότερα λάθη στις στραμμένες δομές 2D κατά 225°.

Στο *σχήμα 8* παρατηρούμε ότι οι κατηγορίες στραμμένων τετραεδρικών δομών με τα λιγότερα λάθη απαντήθηκαν κατά μέσο όρο σε μικρούς χρόνους. Οι αντιστοιχίσεις και στα δύο μέρη του τεστ που αφορούν τις αρχικές δομές με ένα κατακόρυφο δεσμό C-H καθώς και τις στραμμένες δομές κατά 90° και 180° απαντήθηκαν με πολύ μικρούς κατά μέσο όρο σε σχέση με τους μέσους χρόνους απόκρισης των συμμετεχόντων στις υπόλοιπες κατηγορίες.



Σχήμα 7: Αριθμός λανθασμένων αντιστοιχίσεων ανά κατηγορία στραμμένων τετραεδρικών δομών



Σχήμα 8: Χρόνος απόκρισης ερωτήσεων ανά κατηγορία στραμμένων τετραεδρικών δομών

Τα ποσοτικά δεδομένα από το τεστ αντιστοίχισης συμπληρώθηκαν από ποιοτικά στοιχεία που αφορούν τις στάσεις και τις απόψεις των φοιτητών σχετικά με το τεστ και την στρατηγική που χρησιμοποίησαν για να αντιστοιχίσουν τις 2D συμβολικές αναπαραστάσεις στην ισοδύναμη 3D και το αντίστροφο. Οι πλειοψηφία συμφωνεί με δηλώσεις ότι “κατάλαβε αμέσως πώς να πρέπει να απαντήσει στο τεστ”, δηλώνουν ότι “οι οδηγίες που τους δόθηκαν ήταν σαφείς” και ότι η “διαθέσιμη δυνατότητα για εξάσκηση πριν την εκκίνηση του τεστ ήταν απαραίτητη”. Το 42% των συμμετεχόντων συμφωνεί ότι “οι αντιστοιχίσεις 2D→3D ήταν πιο δύσκολες από τις 3D→2D” ενώ ένα ποσοστό 37% εμφανίζεται ουδέτερο ως προς αυτή τη δήλωση. Το 54,8% συμφωνεί ότι “οι αντιστοιχίσεις των δομών του υποκατεστημένου μεθανίου ήταν πιο εύκολες από του μη υποκατεστημένου” ενώ το 27,9% έχει ουδέτερη στάση. Όσον αφορά τη στρατηγική που χρησιμοποίησαν το 67,8% συμφωνεί με τη δήλωση ότι “για να απαντήσω στο πρώτο μέρος του τεστ (2D→3D), προσπαθούσα να εντοπίσω κάποιο χαρακτηριστικό τμήμα της 2D δομής και στη συνέχεια να το εντοπίσω πάνω στις πέντε διαθέσιμες 3D δομές”. Το 69,4% των συμμετεχόντων συμφωνεί ότι ακολούθησε

αντίστοιχη τακτική και στο δεύτερο μέρος του τεστ (3D→2D). Παρόλα αυτά, το 53,1% συμφωνεί με τη δήλωση ότι “για να απαντήσω στο 3D→2D τεστ, έπρεπε πρώτα να φανταστώ τη δοσμένη μοριακή δομή στο χώρο”. Τέλος το 60% συμφωνεί ότι “για να απαντήσω στις ερωτήσεις με την τετραεδρική δομή του υποκατεστημένου μεθανίου πρώτα εντόπιζα τη θέση των διαφορετικών υποκαταστατών και μετά εξέταζα τη θέση των δεσμών στο χώρο”.

Συμπεράσματα

Η νοητική μεταφορά από τις 3D στις 2D συμβολικές αναπαραστάσεις φαίνεται να είναι πιο εύκολη τόσο για τους φοιτητές όσο και για τους πτυχιούχους χημικούς καθώς μπορούν και κάνουν τέτοιες αντιστοιχίσεις σε μικρότερους χρόνους και με λιγότερα λάθη. Μάλιστα, από το αριθμό των λανθασμένων απαντήσεων των πρωτοετών φοιτητών σε σύγκριση με των τεταρτοετών και πτυχιούχων χημικών φαίνεται ότι η περιορισμένη εμπειρία και προηγούμενη γνώση τους να επιδρά στις επιδόσεις τους. Από τις αποκρίσεις στα υποκατεστημένα μεθάνια προκύπτει ότι οι συμμετέχοντες φαίνεται να χρησιμοποιούν κατά περίπτωση αναλυτικές στρατηγικές που βασίζονται στον εντοπισμό των διακριτών ατόμων στο χώρο αντί της τρισδιάστατης νοητικής οπτικοποίησης. Ανάλογα ευρήματα αναφέρονται από το Stieff (2007) σε σχετική μελέτη των στρατηγικών εμπειρογνομόνων και αρχάριων κατά την επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με την κατανόηση και το χειρισμό της μοριακής δομής. Ο προσανατολισμός των τετραεδρικών δομών φαίνεται να επιδρά στην εξεταζόμενη δεξιότητα. Οι προσανατολισμοί των τετραέδρων που διαθέτουν κάθετους και οριζόντιους δεσμούς φαίνεται να διευκολύνει του συμμετέχοντες να μεταβαίνουν ανάμεσα στις συμβολικές αναπαραστάσεις. Στις δομές 3D η αναγνώριση των δεσμών που βρίσκονται πάνω στο επίπεδο φαίνεται να είναι πιο δύσκολη σε σχέση με δεσμούς έξω από το επίπεδο.

Η έρευνα αυτή πιστεύουμε ότι θα συμβάλει στην δημιουργία κριτηρίων επιλογής κατάλληλων προσανατολισμών των συμβολικών αναπαραστάσεων των μορίων σε εφαρμογές εκπαιδευτικού λογισμικού μοριακής οπτικοποίησης οι οποίοι θα επιτρέπουν στους μαθητευόμενους να αποκωδικοποιούν, χωρίς πρόσθετο γνωστικό φορτίο, την περιεχόμενη πληροφορία. Η προκαταρκτική εφαρμογή του τεστ αντιστοίχισης επιτρέπει στους διδάσκοντες να διαγνώσουν την εξοικείωση των μαθητευομένων με τις συμβολικές αναπαραστάσεις των μορίων και τις δυσκολίες που έχουν στην αντίληψη αυτών. Τέλος μέσα από αυτό το τεστ προκύπτουν δεδομένα για την στρατηγική των μαθητευομένων κατά την επίλυση προβλημάτων που βασίζονται στην οπτικοποίηση της μοριακής δομής. Τα δεδομένα αυτά θα αποτελέσουν οδηγό για τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και την διδακτική προσέγγιση που θα υιοθετηθεί σε ειδικά μαθήματα Χημείας.

Βιβλιογραφία

- Seddon, G.M. & Eniaiyaju, P. A. (1986). The understanding of pictorial Depth Cues, and the ability to visualise the rotation of three-dimensional structures in diagrams [research. Science & Technological Education](#), 4, 29 – 37.
- Seddon, K. E. Shubber G. M. (1984). The Effects of Presentation Mode and Colour in Teaching the Visualisation of Rotation in Diagrams of Molecular Structures, *Research in Science & Technological Education*, 2, 2, 167 – 176.
- Stieff, M. (2007). Mental rotation and diagrammatic reasoning in science. *Learning and Instruction*, 17, 2, 219-234.
- Wu, H. & Shah P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88, 3, 465–492.



Συνεδρία 17: Θέματα Επιστημολογίας και Ιστορίας των Φυσικών Επιστημών

Κατανόηση της φύσης της επιστήμης βάσει διδακτέων μοντέλων της Φυσικής

Δεβελάκη Μαρία

Φυσικός, Dr. phil., Σχολική Σύμβουλος (develaki@otenet.gr)

Περίληψη Παρουσιάζουμε μερικές διδακτικές ενότητες, οι οποίες συνδυάζουν την κατανόηση της φύσης και των λειτουργιών των μοντέλων μαζί με τη διδασκαλία ορισμένων μοντέλων από τη διδακτέα ύλη της Φυσικής, συγκεκριμένα των σωματιδιακών μοντέλων της ύλης, του νευτώνειου βαρυτικού μοντέλου των δύο σωμάτων, και των μοντέλων της ταλάντωσης. Η διδακτική προσέγγιση των εννοιών βασίζεται στη ρητή διδασκαλία στοιχείων για τη φύση της επιστήμης ενσωματωμένων σε κατάλληλα διδακτέα περιεχόμενα. Ενότητες αυτού του τύπου προτείνουμε να παρεμβάλλονται μερικές φορές στην ετήσια διδασκαλία, και πιστεύουμε ότι η διαθεσιμότητά τους στους εκπαιδευτικούς μπορεί να ενισχύσει τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης και των εκπαιδευτικών στόχων που αυτή προωθεί, εάν λάβουμε υπόψη και τα σχετικά ελλείμματα σε διδακτικό υλικό και στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών.

Abstract We present some teaching units, which combine the understanding of the nature and functions of models with the teaching of some specific models from physics science curricula, namely the particle models of matter, the Newtonian gravitational model of two bodies, and oscillator models. The didactical approach of the units is based on explicit instruction in basic elements of the nature of science, incorporated into suitable science content material. The availability of this type of units to the teachers for using them a few times per school year can reinforce classroom instruction in the nature of science and the educational goals it promotes, when taking into account the related deficiencies in the curricula, textbook material, and teachers' education.

Εισαγωγή

Στα νεότερα πλαίσια σπουδών προωθείται διεθνώς η διδασκαλία της 'φύσης της επιστήμης' (Nature of Science - NOS), όρος που συμπεριλαμβάνει τις μεθόδους, τις παραδόσεις και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις της επιστήμης, και αναγνωρίζεται η συμβολή της στην προώθηση ειδικότερων διδακτικών, αλλά και γενικότερων παιδαγωγικών και κοινωνικο-πολιτισμικών στόχων, όπως η ουσιαστικότερη κατανόηση και συγκράτηση των επιστημονικών γνώσεων και η εξοικείωση με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, η ικανότητα για επιχειρηματολογία και αιτιολογημένες προτάσεις, η διεπιστημονικότητα, και ο επιστημονικός εγγραμματισμός (π.χ. Matthews 1994, Bybee 1997, Δεβελάκη 2006, Develaki 2008, Taber 2008). Στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών υπάρχουν ωστόσο ελλείμματα ή και ασάφειες ως προς το ποιες απόψεις για τη φύση της επιστήμης, και με ποιους τρόπους, θα πρέπει να διδαχθούν, πράγμα που σημαίνει ότι το ζήτημα επαφίεται συχνά στους συγγραφείς των σχολικών βιβλίων και στους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι όμως δεν διαθέτουν το κατάλληλο επιστημολογικό υπόβαθρο και την εκπαίδευση που χρειάζεται η διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στην τάξη (π.χ. Abd-El-Khalick & Lederman 2000, Justi & Gilbert 2003, Jorgensen & Ryan 2004, Develaki 2008, Δεβελάκη 2008).

Στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών επικρατούν στην πράξη συνήθως οι εμπειριστικές απόψεις, χωρίς να ανατανακλώνται ικανοποιητικά οι σύγχρονες επιστημολογικές απόψεις, ενώ από την άλλη πλευρά η διδακτική των φυσικών επιστημών διαθέτει μια σημαντική έρευνα όσον αφορά τη διαμόρφωση και τη διδασκαλία εύστοχων αντιλήψεων για τη φύση της επιστήμης. Υποστηρίζεται ότι αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας της φύσης της επιστήμης αυξάνεται όταν οι βασικές ιδέες για τη φύση της επιστήμης διδάσκονται ρητά και ενσωματωμένα σε συγκεκριμένα επιστημονικά περιεχόμενα (π.χ. Khishfe & Abd-El-Khalick 2002, Clough 2006, McComas 2008).

Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάζουμε μερικές διδακτικές ενότητες, οι οποίες συνδυάζουν την κατανόηση της φύσης και των λειτουργιών των μοντέλων μαζί με τη διδασκαλία ορισμένων μοντέλων από τη διδακτέα ύλη της Φυσικής. Τέτοιες ειδικές ενότητες, που ενσωματώνουν την κατανόηση της φύσης της επιστήμης στη διδασκαλία διδακτέων θεμάτων (βλ. π.χ. Reader & Leach 2008, MacComas 2008, Develaki 2010), προτείνουμε να παρεμβάλλονται μερικές φορές στην ετήσια διδασκαλία, και πιστεύουμε ότι η διαθεσιμότητά τους σε μορφή διδακτικών πακέτων μπορεί να ενισχύσει τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στην τάξη, εάν λάβουμε υπόψη τα ισχύοντα προγράμματα σπουδών και τους χρονικούς και άλλους περιορισμούς της διδακτικής πραγματικότητας. Στην περιγραφή των ενοτήτων δίνουμε συνοπτικά το επιστημολογικό υπόβαθρο, τα περιεχόμενα και τους στόχους, και μερικές οδηγίες διδασκαλίας των ενοτήτων. Προηγουμένως γίνεται μία σχετική με το θέμα σύντομη αναφορά στη φιλοσοφία της επιστήμης και στη διδακτική των φυσικών επιστημών.

2 Απόψεις της σύγχρονης φιλοσοφίας της επιστήμης – Η μοντελο-θεωρητική άποψη

Στη φιλοσοφία της επιστήμης, αναπτύχθηκαν κατά τον 20^ο αιώνα η αντίληψη του κλασσικού και του Λογικού Εμπειρισμού, όπου βασικά η επιστήμη αντιλαμβάνεται να κινείται και να καθορίζεται από την εμπειρία των αισθήσεων και τον κλασσικό πειραματισμό, οι ιστορικο-δυναμικές φιλοσοφικές προσεγγίσεις που αναδεικνύουν τον καθοδηγητικό ρόλο των θεωριών και επισημαίνουν την κοινωνική διάσταση της επιστήμης, και εν συνεχεία, η μοντελο-θεωρητική άποψη που αναδεικνύει τον πρωταγωνιστικό ρόλο που έχουν τα μοντέλα στις επιστημονικές έρευνες και εφαρμογές (βλ. π.χ. Suppe 1977, Giere 1988, 1999a).

Τα μοντέλα προκύπτουν με τις λειτουργίες της αφαίρεσης και της εξιδανίκευσης, και αποτελούν κατά κάποιο τρόπο εξιδανικευμένες αναπαραστάσεις φυσικών αντικειμένων ή και συστημάτων αντικειμένων και των αλληλεπιδράσεών τους. Ορίζονται π.χ. ήλιοι με σημειακή μάζα, ομογενή πεδία, η ύπαρξη βαρυτικών μόνο αλληλεπιδράσεων κ.ο.κ. Τα μοντέλα αποτελούν κατά συνέπεια φανταστικές οντότητες, υποστηρίζεται όμως ότι πετυχαίνουν, μερικές φορές τουλάχιστον, να αναπαριστούν τα πραγματικά συστήματα, ως προς ορισμένες βέβαια μόνο απόψεις και με περιορισμένο βαθμό πιστότητας (π.χ. Giere 1999, Nola 2004).

Με τα επιστημονικά μοντέλα πετυχαίνονται καταρχήν οι απαραίτητες μαθηματικές απλοποιήσεις για την εφαρμογή της θεωρίας στη σύνθετη πραγματικότητα, και αποσκοπείται η αναπαράσταση και η ερμηνεία των φυσικών φαινομένων κατά τρόπο συμβατό με τη θεωρία και το πείραμα, αλλά και η εξαγωγή προγνώσεων που οδηγούν σε νέα έρευνα και ανακαλύψεις.

Διακρίνουμε διάφορα είδη μοντέλων ανάλογα με τη φύση και τη λειτουργία τους στις διαδικασίες απόκτησης, εξέλιξης και μετάδοσης της γνώσης. Π.χ., τα νοητικά μοντέλα θεωρούνται ως οι εσωτερικές (άρρητες), κυρίως προσωπικές αναπαραστάσεις πραγμάτων και λειτουργιών, στις οποίες ανατανακλώνται αντιλήψεις και ιδέες μας για τον κόσμο, και οι οποίες μπορούν να εξελίσσονται και να τροποποιούνται κατά τη διάρκεια μια γνωστικής διαδικασίας. Τα μοντέλα αυτά διακρίνονται από τα εκπνερασμένα-δημοσιευμένα μοντέλα, που παρουσιάζονται στους άλλους για αλληλεπίδραση, κριτική και μετάδοση γνώσεων, και που αναμένεται να είναι πιο σαφή, συνεκτικά κλπ. Για τη δημοσιοποίηση των μοντέλων



χρησιμοποιούνται διάφοροι τρόποι. Έχουμε υλικά μοντέλα (μοντέλα κλίμακας), οπτικά μοντέλα (εικόνες σκίτσα, διαγράμματα), ή πιο συμβολικά μοντέλα, π.χ. τα θεωρητικά ή μαθηματικά μοντέλα (βλ. π.χ. Gilbert & Boulter 2000).

Στην επιστημονική έρευνα, τα πιο βασικά και αποδοτικά είναι τα θεωρητικά ή μαθηματικά μοντέλα, επειδή είναι απαραίτητα για την αντιμετώπιση πιο σύνθετων προβλημάτων, και επειδή από την επεξεργασία της μαθηματικής δομής τους προκύπτουν νέες ενδιαφέρουσες ιδιότητες και συμπεριφορές των μοντέλων, που αναζητούνται, ως προγνώσεις, και στα φυσικά συστήματα τα οποία αντιπροσωπεύουν. Τα οπτικά μοντέλα θα λέγαμε ότι συνήθως αποτελούν οπτικοποίηση ενός ολοκληρωμένου θεωρητικού μοντέλου, ή όψεων του θεωρητικού μοντέλου, αλλά μπορεί και να προηγούνται, και να συνεισφέρουν στη δημιουργία ενός θεωρητικού μοντέλου/θεωρίας (βλ. π.χ. Nersessian 2005).

Τα θεωρητικά ή μαθηματικά μοντέλα δημιουργούνται και λειτουργούν στο πλαίσιο των γενικών αρχών και εξισώσεων μιας θεωρίας, και διαμεσολαβούν για την εφαρμογή της στον εμπειρικό κόσμο. Τα θεωρητικά ή μαθηματικά μοντέλα μπορούμε να πούμε ότι αποτελούν ουσιαστικά μικρές ειδικές θεωρίες, όπως η θεωρία των ιδανικών αερίων, στο πλαίσιο γενικών θεωριών, όπως π.χ. η κλασική μηχανική, ο ηλεκτρομαγνητισμός ή η κβαντομηχανική (βλ. Stöckler 1995, Develaki 2007). Οι γενικές θεωρίες μπορεί να θεωρηθούν και ως υπερ-μοντέλα, ή μοντέλα αρχών (βλ. Suppes 1969, Giere 2010). (Για μία λεπτομερέστερη ανάπτυξη της σχέσης θεωριών, μοντέλων, και πραγματικού κόσμου, βλ. Develaki 2007.)

Βασιζόμενοι κυρίως στη στρουκτουραλιστική ανάλυση και στη γνωστική προσέγγιση του Giere (1988, 1999), θεωρούμε ότι ένα θεωρητικό ή μαθηματικό μοντέλο μιας θεωρίας είναι κάθε μαθηματική δομή συνόλων στοιχείων, που εκπληρώνει τα αξιώματα της θεωρίας (π.χ. $F=ma$ για τα μοντέλα της Νευτώνειας Μηχανικής) μαζί με ορισμένες επιπλέον ειδικές μαθηματικές συναρτήσεις (π.χ. $F=-Dx$ για το μοντέλο του αρμονικού ταλαντωτή). Οι συναρτήσεις αυτές διαφοροποιούνται από μοντέλο σε μοντέλο και ορίζονται ανάλογα με την τάξη των φυσικών φαινομένων που αποσκοπεί να αναπαραστήσει το μοντέλο και με τις εξιδανικεύσεις που έγιναν για τα συστήματα αυτά κατά τη διαδικασία της μοντελοποίησής τους (Develaki 2007). Με την περαιτέρω εξειδίκευση των ειδικών συναρτήσεων προκύπτουν νέα μοντέλα για την πιστότερη αναπαράσταση του φαινομένου ή για την αντιπροσώπευση περισσότερων κατηγοριών φαινομένων. Π.χ. από το μοντέλο του αρμονικού ταλαντωτή ($F=ma$ και $F=-Dx$) προκύπτουν με περαιτέρω εξειδίκευση της συνάρτησης $F=-Dx$ τα μοντέλα για τις φθίνουσες ή τις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις, κ.ο.κ. (Giere, 1988, 1999). Με τον τρόπο αυτό προκύπτουν, στα πλαίσια μιας συγκεκριμένης θεωρίας, σύνολα ή οικογένειες θεωρητικών μοντέλων, όπου τα θεωρητικά μοντέλα αντιπροσωπεύουν και χειρίζονται μία μόνο συγκεκριμένη τάξη φαινομένων (π.χ. την πτώση των σωμάτων), ενώ μια γενική θεωρία, μέσω των μοντέλων της, ερμηνεύει με ενοποιητικό τρόπο περισσότερες και διαφορετικές τάξεις φαινομένων (π.χ. η κλασική Μηχανική ενοποιεί στην ερμηνευτική της εμβέλεια τις πτώσεις των σωμάτων, τις κινήσεις των εκκρεμών, τις κινήσεις των πλανητών κ.α. (βλ. Σχήμα 1).

Κατά τον Giere, οι θεωρίες ουσιαστικά είναι σύνολα μοντέλων, όπου τα αξιώματα της θεωρίας είναι αληθή (ισχύουν απολύτως, εξ ορισμού) μόνο για τα μοντέλα της, όχι όμως με την ίδια ακρίβεια και για τα πραγματικά συστήματα, και υπό την έννοια αυτή δεν αποτελούν συμπαντικούς νόμους, ή φυσικούς νόμους, όπως συνήθως αποκαλούνται (Giere 1999). Η αποδοχή, βελτίωση ή απόρριψη των μοντέλων βασίζεται σε μια συνεχή διαδικασία αλληλεπίδρασης μεταξύ θεωρητικοποίησης και εμπειρικών ελέγχων, και αποτελεί ένα σύνθετο και ξεχωριστό ζήτημα (βλ. π.χ. Suppes 1962, Giere 1999b, Nola 2004, Koronen 2007).

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται διάφορα διδακτέα θέματα ως θεωρητικά μοντέλα της ίδιας θεωρίας, μαζί με τον τρόπο κατασκευής τους και την περιοχή εμπειρικών εφαρμογών τους, με τρόπο ώστε αφενός να συσχετίζονται μεταξύ τους και αφετέρου να αναδεικνύουν τη δομή

και την ερμηνευτική εμβέλεια της θεωρίας στην οποία ανήκουν. Στο σχήμα αυτό συνοψίζονται επιπλέον τα βασικά χαρακτηριστικά των μοντέλων και της μοντελοποίησης: η μαθηματική δομή των θεωρητικών μοντέλων, οι κανόνες κατασκευής τους, οι εφαρμογές και οι προγνώσεις των μοντέλων, η σχέση των μοντέλων με τη θεωρία και τον πραγματικό κόσμο. Το σχήμα μπορεί να εφαρμοστεί για τη διάρθρωση και άλλων περιοχών, π.χ. για θέματα της εισαγωγικής Κβαντομηχανικής (βλ. Develaki 2007).

Σχήμα 1: Διδακτέα θέματα της Φυσικής ως θεωρητικά μοντέλα της νευτώνειας θεωρίας

Διδακτέα περιεχόμενα της Φυσικής ως θεωρητικά μοντέλα της Κλασσικής Μηχανικής $\Sigma F=ma$ (κοινό για όλα τα μοντέλα)		
Εξαγωγή μοντέλου Αξιώματα + ειδικές συναρτήσεις	Θεωρητικό μοντέλο	Εμπειρικές εφαρμογές; προγνώσεις
$\Sigma F = ma$ και:		
$\Sigma F = 0$ Αποσκοπούνται: αντικείμενα με σταθερή ταχύτητα και ευθύγραμμη τροχιά; Εξιδανικεύσεις: υλικά σημεία, π.χ. χωρίς αλληλεπιδράσεις	→ Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ή ακινησία ($v=ct$, ή $v=0$, $x=vt$)	↔ π.χ. ακίνητα αντικείμενα ή αντικείμενα σε ελεύθερο διαστημικό χώρο
$\Sigma F = k$ Αποσκοπούνται: αντικείμενα με επιτάχυνση σε ευθύγραμμη τροχιά; Εξιδανικεύσεις: υλικά σημεία, π.χ. σε ομογενές βαρυντικό πεδίο	→ Ευθύγρ. ομαλά επιταχ. κίνηση ($\Delta v=at$, $\Delta s=v_0t+1/2 at^2$ κ.α.)	↔ π.χ. αντικείμενα που πέφτουν κατακόρυφα ή σε κεκλιμένα επίπεδα
$\Sigma F = k/r^2$ Αποσκοπούνται: αντικείμενα σε καμπύλες τροχιές; Εξιδανικεύσεις: π.χ. 2 υλικά σημεία, με μόνο την αμοιβαία βαρυντική τους δύναμη	→ ομαλή κυκλική (ή ελλειπτ.) κίνηση ($a_k=v^2/r$, $T=2\pi R/v$ κλπ.)	↔ π.χ. σύστημα γης-σελήνης, ηλίου-γης κλπ. Προγνώσεις: δορυφόροι, ταχύτητα διαφυγής, νέοι πλανήτες
$\Sigma F = -Dx$ Αποσκοπούνται: ταλαντούμενα φυσικά συστήματα; Εξιδανικεύσεις: υλικά σημεία, έλλειψη τριβών κλπ.	→ Αρμονικός ταλαντωτής ($s=s_m \sin \omega t$, κ.α.) ↓ φθίνουσα ταλάντωση $F(x,v)=-Dx-F_1(v)$ εξαναγκασμένη ταλάντωση $F(x,t)=-Dx+F_2(t)$ Φθίνουσα και εξαναγκασμένη ταλάντωση $F(x,v,t) = -Dx -F_1(v) -F_2(t)$	↔ φυσικά εκκρεμή, ελατήρια, ράβδοι Προγνώσεις: σταθερή περίοδος, ρολόγια
Συζευγμένα, χαοτικά εκκρεμή κ.ο.κ.		
Παράγωγα μοντέλα π.χ. Βολές: σύνθεση μοντέλων της ευθύγραμμης και της επιταχυνόμενης κίνησης		

3. Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις – Διδασκαλία-μάθηση βάσει μοντέλων

Κεντρικά σημεία της διδακτικής έρευνας των τελευταίων δεκαετιών απετέλεσαν η εννοιολογική αλλαγή (conceptual change), η κοινωνική διάσταση της γνώσης, και εν συνεχεία η διδασκαλία και μάθηση βάσει μοντέλων (βλ. π.χ. Clement & Rea-Ramirez 2008). Η μοντελο-θεωρητική άποψη είχε μεγάλη απήχηση στη Διδακτική των φυσικών επιστημών. Αιτιολογούνται οι συνέπειες και οι δυνατότητες συμβολής της στην αναθεώρηση των σκοπών της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, στον σχεδιασμό των προγραμμάτων σπουδών, των σχολικών βιβλίων και λογισμικών, στην εκπαίδευση και τους ρόλους των εκπαιδευτικών, και αναπτύσσονται μέθοδοι και στρατηγικές για τη διδασκαλία και μάθηση βάσει μοντέλων (π.χ.



Gilbert and Boulter 2000, Grandy 2003, Aduriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich 2005, Matthews 2007, Halloun 2007, Develaki 2007, Ψύλλος 2007, Nersessian 2008, Clement & Rea-Ramirez 2008, Δεβελάκη 2009). Προτείνεται π.χ. η κατασκευή απλών μοντέλων (όπως π.χ. το οπτικό σωματιδιακό μοντέλο, ή το μαθηματικό μοντέλο της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης) από τους ίδιους τους μαθητές, με αφετηρία οικεία σε αυτούς φαινόμενα, ή τη χρήση λογισμικών. Εναλλακτικά, τα μοντέλα, κυρίως τα συνθετότερα μαθηματικά μοντέλα των τελευταίων τάξεων του Λυκείου, θα μπορούσαν να παρουσιάζονται βασικά από τον εκπαιδευτικό, σε συσχέτιση βέβαια και σε αντιδιαστολή με τα πραγματικά συστήματα, και με έμφαση εν συνεχεία στην εξάσκηση των μαθητών με την ερμηνευτική, προγνωστική και εφευρετική λειτουργία των μοντέλων, με την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος και με άλλες παρόμοιες δεξιότητες εφαρμογής και αξιοποίησης των μοντέλων (Develaki 2007).

Η διδακτική προσέγγιση αυτής της εργασίας συνδυάζει τη διδασκαλία της φύσης και των λειτουργιών των μοντέλων (επιστημονική μεθοδολογία) μαζί με τη διδασκαλία ορισμένων μοντέλων της διδακτέας ύλης.

4 Τα σωματιδιακά μοντέλα της ύλης (Φυσική Γυμνασίου)

Περιεχόμενο, στόχοι, οδηγίες διδασκαλίας: Η συγκεκριμένη ενότητα βασίζεται στο σωματιδιακό μοντέλο που χρησιμοποιείται για την ερμηνεία θερμικών φαινομένων στο Γυμνάσιο, και το οποίο αναπαριστά τα μόρια ως συμπαγή/αδιαφοροποίητα σωματίδια-σφαίρες. Η διδασκαλία των σωματιδιακών μοντέλων της ύλης δίνει τη δυνατότητα κατανόησης βασικών στοιχείων για τη φύση και τις λειτουργίες των μοντέλων. Συγκεκριμένα, ότι η μοντελοποίηση γίνεται με αφαιρέσεις και εξιδανικεύσεις, και ότι τα μοντέλα είναι κατά συνέπεια φανταστικές οντότητες, που μπορούν ωστόσο αρκετές φορές να αναπαριστούν ικανοποιητικά ορισμένες όψεις των φαινομένων. Επίσης, ότι με τα μοντέλα επιδιώκεται, μέσω αφαιρέσεων και εξιδανικεύσεων, η ερμηνεία των σύνθετων και πολλές φορές απρόσιτων στις αισθήσεις μας φαινομένων, καθώς και η εξαγωγή προγνώσεων. Η αναφορά και στα ποικίλα άλλα, περισσότερο ή λιγότερο εξιδανικευμένα μοντέλα για τα μόρια και άτομα (ή για το φως), που χρησιμοποιούνται ανάλογα με το διδακτέο θέμα στο μάθημα της Φυσικής ή της Χημείας όλων των τάξεων (π.χ. μοντέλα με, ή χωρίς, απεικόνιση των ηλεκτρονίων, των πυρηνικών σωματιδίων, των δεσμών των ατόμων κλπ.), δίνει τη δυνατότητα για την κατανόηση της συνύπαρξης περισσότερων μοντέλων για το ίδιο σύστημα-φαινόμενο, εφόσον αποσαφηνιστεί η σχέση μοντέλου και πραγματικού κόσμου (βλ. Δεβελάκη 2009).

Η έρευνα εντόπισε τα μαθησιακά προβλήματα που προκύπτουν όταν τα μοντέλα εισάγονται χωρίς διδασκαλία για τη φύση και τις λειτουργίες τους. Οι μαθητές ταυτίζουν τα μοντέλα με τα πραγματικά φαινόμενα, δεν έχουν δηλαδή συνείδηση της υποθετικής φύσης των μοντέλων και της κατασκευής τους για συγκεκριμένο σκοπό, ενώ με την έννοια μοντέλο εννοούν κυρίως το μοντέλο φυσικής κλίμακας. Θα πρέπει λοιπόν να διευκρινίζεται η διαφορά και η σχέση μοντέλου και πραγματικού συστήματος με κατάλληλες επισημάνσεις και ερωτήσεις.

Η εξέλιξη του μαθήματος θα πρέπει να γίνεται με προ-οργανωμένες διδακτικές ενέργειες και στοχευμένες ερωτήσεις και δραστηριότητες, π.χ. βάσει φύλλου εργασίας. Με το φύλλο εργασίας παρακινούνται οι μαθητές να εκφράσουν τις ιδέες τους, ή απλά να προβληματιστούν, ενώ με τη συζήτηση των απαντήσεων και την περαιτέρω επεξεργασία του θέματος με συμπληρώσεις και παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού, μπορούν να συμπληρώνουν και να βελτιώνουν τις απαντήσεις τους. Η εξαγωγή συμπερασμάτων γίνεται από τους μαθητές και τον εκπαιδευτικό.

Δειγματικές ερωτήσεις για τις ερμηνευτικές και προγνωστικές λειτουργίες των μοντέλων:

- Φανταστείτε πως θα μπορούσατε να ερμηνεύσετε την τήξη ενός σώματος με τη βοήθεια του σωματιδιακού μοντέλου που γνωρίσαμε σε προηγούμενο μάθημα Διαβάστε τις σχετικές σελίδες του λογισμικού ή του βιβλίου και συμπληρώστε-βελτιώστε την απάντησή σας
- Σε ποιο δοχείο του σχήματος θα εξατμιστεί το νερό πιο γρήγορα; Δικαιολογείστε την πρόβλεψή σας με τη βοήθεια του σωματιδιακού μοντέλου
- Συζητείστε εάν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε ένα λεπτομερέστερο μοντέλο για τα μόρια (π.χ. το μοντέλο 'μπάλες και ράβδοι') για να εξηγήσουμε τις 3 καταστάσεις του νερού

5 Το νευτώνειο βαρυτικό μοντέλο των δύο σωμάτων (Φυσική Λυκείου)

Περιεχόμενο, στόχοι, οδηγίες διδασκαλίας: Το Νευτώνειο βαρυτικό μοντέλο των δύο σωμάτων σχετίζεται με τη διδασκαλία της νευτώνειας βαρυτικής θεωρίας (αρχή και νόμος της παγκόσμιας βαρύτητας), την οποία ο Newton κατάφερε να δημιουργήσει έχοντας στη διάθεσή του δεδομένα και γνώσεις από τις προσπάθειες και προηγούμενων επιστημόνων, καθώς και το ερώτημα που διαμορφώθηκε στο πλαίσιο της αριστοτελικής θεωρίας, για την προέλευση της απαραίτητης για τις ελλειπτικές, και άρα μη φυσικές, πλανητικές κινήσεις, κινητήριας δύναμης (βλ. Develaki 2010).

Ο Newton εντόπισε καταρχήν την αναγκαιότητα μιας κεντρομόλου κινητήριας δύναμης για τις καμπύλες πλανητικές τροχιές (ανάλυση της κυκλικής κίνησης σε μία ευθύγραμμη αδρανειακή και σε μία ακτινική κίνηση). Με φαντασία-δημιουργικότητα και βάσει λογικών συμπερασμών και εμπειρικών δεδομένων, μαθηματικών τακτικών και αρχών οικονομίας (βλ. *principia*) πρότεινε ότι η απαραίτητη κεντρομόλος δύναμη είναι μια βαρυτική δύναμη ίδιας φύσης με τη γήινη βαρυτική δύναμη (γενίκευση της βαρύτητας ως ιδιότητα της μάζας). Εν συνεχεία κατάφερε να εξάγει μαθηματικά την εξίσωση των βαρυτικών δυνάμεων με βάση το αποτέλεσμα που προκαλούν, την κίνηση δηλαδή των πλανητών που περιγράφουν οι νόμοι του Kepler. Αποφασιστική σημασία στη διαδικασία αυτή είχε η κατασκευή και χρήση του πλανητικού μοντέλου των δύο σωμάτων. Ήταν και τότε γνωστό ότι οι νόμοι του Kepler είχαν αποκλίσεις για τις πλανητικές τροχιές, δυσκολίες τις οποίες ο Newton ξεπέρασε με αφαιρέσεις και εξιδανικεύσεις, με τη μέθοδο δηλαδή της μοντελοποίησης. Θεώρησε συγκεκριμένα ότι οι νόμοι του Kepler ισχύουν απολύτως για το εξιδανικευμένο σύστημα ενός μόνο πλανήτη γύρω από τον ήλιο, με σημειακές μάζες, σε κυκλική, και όχι ελλειπτική, τροχιά, και με μόνη δύναμη την αμοιβαία βαρυτική τους έλξη. ($F_k = mu^2/r$, $u = 2\pi r/T$, $r^3/T^2 = C \rightarrow F_k = 4\pi^2 C m/r^2$ ($4\pi^2 C/M = G$) $\rightarrow F_k = GmM/r^2$)

Η περίπτωση του νευτώνειου βαρυτικού μοντέλου των δύο σωμάτων μπορεί να αξιοποιηθεί για την κατανόηση βασικών σημείων αναφορικά με τη φύση και τις λειτουργίες των μοντέλων: Η μοντελοποίηση προϋποθέτει αφαιρέσεις και εξιδανικεύσεις, ώστε να γίνει χειραγώγιμη η μαθηματική επεξεργασία και ερμηνεία των φαινομένων. Ότι η μοντελοποίηση συνεισφέρει στην εξαγωγή θεωρητικών προτάσεων/θεωρητικών μοντέλων, με τα οποία κερδίζουμε εν συνεχεία προγνώσεις, όπως είναι στην περίπτωση της νευτώνειας βαρυτικής θεωρίας ο υπολογισμός της ταχύτητας διαφυγής από τη γη, οι προγνώσεις για τεχνητούς δορυφόρους και για την ύπαρξη αγνώστων πλανητών κ.α. (Για την αξιοποίηση της νευτώνειας βαρυτικής θεωρίας στην κατανόηση των διαφόρων επιστημονικών μεθόδων (διδακτικά πακέτα), βλ. Develaki 2010.)

Η διδασκαλία της ενότητας στηρίζεται σημαντικά στις παρουσιάσεις του εκπαιδευτικού, σε συνδυασμό βέβαια με στοχευμένες ερωτήσεις-συζητήσεις και εργασίες για τους μαθητές κατά τη διάρκεια και μετά τη διδασκαλία της, καθώς και για τη σύνοψη των βασικών σημείων και συμπερασμάτων.

Δειγματική ερώτηση για μαθητές σχετικά με το θέμα της ενότητας: Με ποιες αφαιρέσεις και εξιδανικεύσεις (1), και για ποιο σκοπό (2) κατασκεύασε ο Newton το βαρυτικό μοντέλο των δύο σωμάτων;



6 Μοντέλα των μηχανικών ταλαντώσεων (Φυσική Λυκείου)

Περιεχόμενο, στόχοι, οδηγίες διδασκαλίας: Μερικά από τα βασικά θεωρητικά-μαθηματικά μοντέλα της νευτώνειας μηχανικής είναι και τα μοντέλα για την απλή αρμονική, τη φθίνουσα, και την εξαναγκασμένη ταλάντωση, που περιέχονται στη διδακτέα ύλη του Λυκείου.

Όπως προαναφέραμε, για την πιστότερη αναπαράσταση ενός φαινομένου, οι επιστήμονες εξειδικεύουν τη συνάρτηση της δύναμης που πρέπει να εκπληρώνει το μοντέλο, δημιουργώντας έτσι ένα σύνολο/οικογένεια περισσότερο εξειδικευμένων μοντέλων, όπως το σύνολο των μοντέλων για τις ταλαντώσεις. Το θεωρητικό μοντέλο της απλής αρμονικής ταλάντωσης ($F=ma$ και $F=-Dx$), είναι ένα πολύ εξιδανικευμένο-αφαιρετικό μοντέλο. Σε σύγκριση με αυτό, το λιγότερο εξιδανικευμένο μοντέλο π.χ. της φθίνουσας ταλάντωσης (λαμβάνει υπόψη την τριβή), προϋποθέτει μία επιπλέον αποσβάνουσα δύναμη, το μοντέλο για την εξαναγκασμένη ταλάντωση απαιτεί μία επιπλέον διεγείρουσα δύναμη, το μοντέλο για την εξαναγκασμένη και με απόσβεση ταλάντωση απαιτεί επιπλέον δυνάμεις και των δύο τύπων, κ.ο.κ. (βλ. Σχήμα 1).

Τα μοντέλα του ταλαντωτή είναι ένα καλό παράδειγμα για την κατανόηση από τους μαθητές, φοιτητές και μελλοντικούς εκπαιδευτικούς μερικών βασικών χαρακτηριστικών που αφορούν τα θεωρητικά ή μαθηματικά μοντέλα. Συγκεκριμένα ότι με την επεξεργασία-επιπλέον εξειδίκευση της μαθηματικής τους δομής: (1) Τα μοντέλα βελτιώνονται, ή δημιουργούνται νέα μοντέλα, με σκοπό την πιστότερη αναπαράσταση, ή την εκπροσώπηση και άλλων περιπτώσεων του φαινομένου (π.χ. το μοντέλο του φθίνοντος ταλαντωτή, το μοντέλο του εξαναγκασμένου ταλαντωτή). (2) Προκύπτουν σχέσεις και ιδιότητες για τα μοντέλα, οι οποίες αποδίδονται ως προβλέψεις και στα φυσικά συστήματα που υποθέτουμε ότι εκπροσωπούν τα μοντέλα, οδηγώντας σε νέα έρευνα και τεχνολογικές εφαρμογές. (Π.χ., οι εξισώσεις για την περίοδο των μοντέλων της ταλάντωσης συνεισέφεραν στην κατασκευή των μηχανικών ωρολογίων.)

Επισημαίνουμε το διδακτικό-μαθησιακός όφελος που έχουν μαθητές και εκπαιδευτικοί όταν τα διδακτέα θέματα παρουσιάζονται και αντιλαμβάνονται ως θεωρητικά μοντέλα της ίδιας θεωρίας (π.χ. της νευτώνειας μηχανικής), επειδή έτσι αφενός συσχετίζονται μεταξύ τους, και αφετέρου αναδεικνύουν τη δομή και την ερμηνευτική εμβέλεια της θεωρίας στην οποία ανήκουν. Οι επιμέρους γνώσεις, που συνήθως διδάσκονται ασύνδετα, αποκτούν συνοχή και νόημα, με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η διδασκαλία και η εκμάθησή τους.

Η παρουσίαση του μοντέλου του αρμονικού ταλαντωτή θα πρέπει να γίνεται σε αντιδιαστολή με το αντίστοιχο φυσικό φαινόμενο της ταλάντωσης, και να συνοδεύεται με τη διδασκαλία για τα βασικά χαρακτηριστικά της μοντελοποίησης (αφαίρεση, εξιδανίκευση, μαθηματική απλοποίηση, εξέλιξη-συνύπαρξη μοντέλων), ενώ πριν από τη διδασκαλία των μοντέλων του φθίνοντος και του εξαναγκασμένου ταλαντωτή θα πρέπει να προηγούνται ερωτήσεις και συζήτηση για την επιδίωξη μεγαλύτερης πιστότητας στην αναπαράσταση των φαινομένων, καθώς και για τις στρατηγικές που αναπτύσσονται από τους επιστήμονες για το σκοπό αυτό.

Δειγματική ερώτηση για συζήτηση με τους μαθητές σχετικά με το θέμα της ενότητας: Πως προκύπτει από το μοντέλο του απλού αρμονικού ταλαντωτή το μοντέλο του σχολικού βιβλίου για την φθίνουσα ταλάντωση; Ποια παραδοχή γίνεται για την τριβή, θα μπορούσαν να γίνουν εναλλακτικές προτάσεις; Προτείνετε

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται το περιεχόμενο και οι στόχοι των διδακτικών προτάσεων.

Διαγραμματική σύνοψη του περιεχομένου και των στόχων των ενοτήτων

	Επιστημονικό περιεχόμενο & γνωστικοί στόχοι	Επιστημολογικοί στόχοι
1 ^η ενότητα Σωματιδιακό μοντέλο της ύλης	<i>Χαρακτηριστικά του μοντέλου:</i> Τα μόρια ως σφαίρες με κινητική και δυναμική ενέργεια (βαρυτική αλληλεπίδραση) Ερμηνεία θερμικών φαινομένων βάσει του μοντέλου (οι 3 καταστάσεις της ύλης, μεταφορά θερμότητας, αλλαγή των καταστάσεων της ύλης)	<i>Φύση των μοντέλων:</i> Αναπαράσταση όψεων, αφαιρέσεις, εξιδανικεύσεις και χρήση του μοντέλου ανάλογα με το θεωρητικό πλαίσιο μιας μελέτης Σχέση – αντιδιαστολή μοντέλου και πραγματικού συστήματος <i>Λειτουργίες των μοντέλων:</i> Αναπαραστατικές, ερμηνευτικές-προγνωστικές
2 ^η ενότητα Το νευτώνειο βαρυτικό μοντέλο των δύο σωμάτων	<i>Χαρακτηριστικά του μοντέλου:</i> Ένα μόνο πλανήτη, σε κυκλική τροχιά γύρω από τον ήλιο (σημειακές μάζες), με μόνη δύναμη τη βαρυτική τους αλληλεπίδραση Εξαγωγή της εξίσωσης της βαρύτητας βάσει του μοντέλου	<i>Φύση της μοντελοποίησης:</i> Αναπαράσταση όψεων, αφαιρέσεις και εξιδανικεύσεις, μαθηματική απλοποίηση του προβλήματος Η συνεισφορά της μοντελοποίησης στην εξαγωγή θεωρητικών-μαθηματικών προτάσεων
3 ^η ενότητα Μοντέλα των μηχανικών ταλαντώσεων	Η μαθηματική δομή των μοντέλων (π.χ. $F=-ma$ και $F(x)=-Dx$ για την απλή αρμονική ταλάντωση, $F=-ma$ και $F(x,v)=-Dx-F_1(v)$ για τη φθίνουσα ταλάντωση κ.ο.κ.), από τις οποίες προκύπτουν οι εξισώσεις για την κίνηση της ταλάντωσης, την περίοδο κλπ. Εμπειρικές περιπτώσεις - εφαρμογές των μοντέλων Σύγκριση των μοντέλων (βαθμός εξιδανίκευσης)	<i>Φύση των θεωρητικών ή μαθηματικών μοντέλων:</i> Αφαιρέσεις, εξιδανικεύσεις, μαθηματική δομή <i>Λειτουργίες των θεωρητικών-μαθηματικών μοντέλων:</i> Συμβολικές αναπαραστάσεις, ερμηνείες, προγνώσεις (ποσοτικές) Σχέση θεωρίας-μοντέλων-πραγματικού κόσμου Διδακτικές-μαθησιακές συνέπειες (συνοχή, νοηματοδότηση της γνώσης)

Σχήμα 2: Περιεχόμενο και διδακτικοί στόχοι των ενοτήτων

7 Σύνοψη – Συμπεράσματα

Οι διδακτικές ενότητες της εργασίας αφορούν μερικά διδακτέα μοντέλα της Φυσικής, η διδασκαλία των οποίων αξιοποιείται για την κατανόηση των μεθόδων της επιστήμης, συγκεκριμένα, της φύσης και των λειτουργιών των μοντέλων/μοντελοποίησης. Ο σχεδιασμός διδακτικών ενοτήτων, που ενσωματώνουν τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης σε διδακτέα θέματα, πιστεύουμε ότι λειτουργεί συμπληρωματικά στα ελλείμματα που υπάρχουν σε διδακτικό υλικό και στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης. Ενόψει των υπαρχόντων πλαισίων σπουδών και των χρονικών και άλλων περιορισμών της διδακτικής πραγματικότητας, η διαθεσιμότητα ενοτήτων αυτού του τύπου, που προτείνεται να παρεμβάλλονται μερικές φορές στην ετήσια διδασκαλία, μπορούν να διευκολύνουν τους εκπαιδευτικούς στην προώθηση της κατανόησης της φύσης της επιστήμης και των εκπαιδευτικών ωφελειών που αυτή συνεπάγεται.

Βιβλιογραφικές αναφορές:

Δεβελάκη, Μ. (2006). Περιβάλλον και κοινωνική-ηθική διάσταση των θετικών επιστημών. Πρακτικά του 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Περιβάλλοντος της Ε.Ε.Φ., Θεσσαλονίκη, 9-12 Δεκεμβρίου 2004 (σελ. 99-102, CD-ROM, <http://www.eef.gr>, <http://users.otenet.gr/~eefthes>).



Δεβελάκη, Μ. (2008). Η Διεπιστημονικότητα/διαθεματικότητα και η φύση της επιστημονικής μεθόδου στα πλαίσια σπουδών και στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Πρακτικά του 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Ε.ΔΙ.Φ.Ε., Θεσσαλονίκη, 9-11 Μαΐου 2008. Έκδοση Χριστοδουλίδη, σελ. 193-199.

Δεβελάκη, Μ. (2009). Φύση και λειτουργίες των μοντέλων στη διδασκαλία και στη χρήση εκπαιδευτικών λογισμικών. Πρακτικά του 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου, Διδακτική Φυσικών Επιστημών και νέες τεχνολογίες, Φλώρινα, 7-10 Μαΐου 2009 (CD-ROM, ISSN 1791-1281, Τόμος 6 (<http://users.sch.gr/ioarvanit.pdf>)).

Ψύλλος, Δ. (2007). Μοντέλα και κόσμοι στους εικονικούς χώρους. Πρακτικά του 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου, Διδακτική Φυσικών Επιστημών και νέες τεχνολογίες, Ιωάννινα, 15-18 Μαρτίου. Έκδοση Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701.

Adu'riz-Bravo, A. & Izquierdo-Aymerich, M. (2005). Utilizing the '3P-model' to characterize the discipline of didactics of science. *Science Education*, 14, 29–41.

Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heilmann: Portsmouth.

Clough, M. P. (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science & Education*, 15(5), 463–494.

Develaki, M. (2007). The model-based view of scientific theories and the structuring of school science Programmes. *Science & Education*, 16(7), 725–749.

Develaki, M. (2008). Social and ethical dimension of the natural sciences, complex problems of the age, interdisciplinarity, and the contribution of education. *Science & Education*, 17(8–9), 873–888.

Develaki, M. (2010). Integrating Scientific Methods and Knowledge into the Teaching of Newton's Theory of Gravitation: An Instructional Sequence for Teachers' and Students' Nature of Science Education. *Science & Education*, DOI 10.1007/s11191-010-9243-1 (www.springerlink.com/index/a447226t4k162762.pdf)

Giere, R. N. (1988). *Explaining Science. A Cognitive Approach*, Chicago, University of Chicago Press

Giere, R. N. (1999a). *Science without Laws*. Chicago, London: University of Chicago Press.

Giere, R. N. (1999b). Using Models to represent Reality στο L. Magnani, N. J. Nersessian and P. Thagard (eds). *Model-Based reasoning in Scientific Discovery*, Kluwer, Dordrecht, 41-58.

Giere, R. N. 2010. An Agent-Based Conception of Models and Scientific Representation. *Synthese* 172(2): 269-281.

Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (2000). *Developing models in science education*. Dordrecht: Kluwer.

Grandy, R. E. (2003). What are models and Why do we need them? *Science & Education*, 12, 773–777.

Halloun, I. A. (2007). Mediated modelling in science education. *Science & Education*, 16, 653–697.

Jorgensen, L. M., & Ryan, S. A. (2004). Relativism, values and morals in the New Zealand curriculum framework. *Science & Education*, 13(3), 223–233.

- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2003). Teachers views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25, 1369–1386.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry oriented instruction on sixth graders views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching*. NewYork: Routledge.
- Matthews, M. R. (2007). Models in science and in science education: An introduction. *Science & Education*, 6(7), 647–652.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2–3), 249–263.
- Nersessian, M. (2008). Model-based reasoning in scientific practice στο R. A. Duschl & R. E. Grandy (eds), *Teaching scientific inquiry. Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Rea-Ramirez, M.A., Clement J. & Nunez-Oviedo M. C. (2008). An Instructional Model Derived from Model Construction and criticism Theory στο Clement J. J. & Rea-Ramirez M. A. (2008). *Model Based Learning and Instruction in science*. Springer science + Business Media B. V.
- Ryder, J., & Leach, J. (2008). Teaching about the epistemology of science in upper secondary schools: An analysis of teachers' classroom talk. *Science & Education*, 17(2–3), 289–315.
- Stöckler, M. (1995). Theoretische Modelle im Lichte der Wissenschaftstheorie. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik* 1, 16-22.
- Suppe, F. (1977). *The structure of scientific theories* (2nd ed.). Chicago: University of Illinois Press.
- Suppes, P. (1962). Models of data στο *Logic, Methodology and Philosophy of science: Proceedings of the 1960 international Congress*, E. Nagel, P. Suppes and A. Tarski, 252-61, Stanford University Press, tanford, CA.
- Suppes, P. (1969). *Studies in the Methodology and Foundations of Science: selected Papers from 1951 to 1969*. Dortrecht: Reidel.



Διδάσκοντας τη φύση της επιστήμης μέσα από την ιστορία των φυσικών επιστημών - Η περίπτωση του ηλεκτρικού φορτίου

Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Κωνσταντίνος Σκορδούλης

Υπ. Διδάκτορας, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΠΤΔΕ, sconstant@primedu.uoa.gr

Καθηγητής, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΠΤΔΕ, kostas4skordoulis@gmail.com

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει όλο και μεγαλύτερη ομοφωνία μεταξύ των ειδικών της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες σχετικά με τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης. Οι στόχοι των αναλυτικών προγραμμάτων άπτονται θεμάτων που αφορούν όχι μόνο επιστημονικές έννοιες αλλά και τη φύση της επιστήμης. Στην παρούσα εργασία προτείνεται η άμεση διδασκαλία της «φύσης της επιστήμης» σε υποψήφιους δασκάλους μέσα από την ιστορική εξέλιξη της έννοιας του ηλεκτρικού φορτίου.

Abstract

In recent years there is a growing consensus among experts on science education about teaching the nature of science. The objectives of curricula are related to issues concerning not only scientific concepts but the nature of science as well. In the present work, we suggest that "the nature of science" should be explicitly taught to pre-service teachers through the history of the concept of electric charge.

Εισαγωγή - Η φύση της επιστήμης στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών

Τα τελευταία χρόνια, πολλοί ειδικοί στο χώρο της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες, δάσκαλοι, καθηγητές, κατασκευαστές αναλυτικών προγραμμάτων, θέτουν πρωταρχικό στόχο της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες τον επιστημονικό εγγραμματισμό γενικά και τη φύση της επιστήμης ειδικότερα (NAS 1998, Holbrook et al 2005). Οι λόγοι για τους οποίους πρέπει να περιλαμβάνεται η φύση της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι ποικίλοι.

Η διδασκαλία της φύσης της επιστήμης, μεταξύ άλλων, ενισχύει τις δεξιότητες επίλυσης προβλήματος και λήψης απόφασης σε κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα, συμβάλλοντας έτσι στην κατάκτηση των ανωτέρων επιπέδων του επιστημονικού εγγραμματισμού (Aikenhead 1985, Kolstoe 2001, AAAS 1989, Holbrook et al. 2005, OECD 2009). Σύμφωνα με τον Matthews (2000), η κατανόηση του επιστημονικού εγχειρήματος συμβάλλει στην ποιότητα της κουλτούρας των μαθητών και στην ανάπτυξη της προσωπικότητάς τους. Ο Psillos (2010) ισχυρίζεται ότι με την εκπαίδευση στη φιλοσοφία και ιστορία των φυσικών επιστημών ενισχύεται η «επιστημονική συνείδηση». Αυτό περιλαμβάνει ένα σύνολο μεθοδολογικών εργαλείων, όπως κριτική αξιολόγηση κάποιας θεωρίας, ευαισθησία στη δύναμη και στα όρια της επιστημονικής έρευνας, ευθύτητα στην κριτική και στη διόρθωση, καθώς και ευαισθησία στην ιστορική πολυπλοκότητα και στους φιλοσοφικούς υπαινιγμούς του επιστημονικού εγχειρήματος.

Η διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στους μαθητές προϋποθέτει τη γνώση του αντίστοιχου περιεχομένου από τους δασκάλους. Σύμφωνα με το Matthews (2000) οι παραπάνω προσδοκίες για την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες εξαρτώνται από την

κατανόηση των εκπαιδευτικών των μεθοδολογικών και επιστημολογικών πλευρών της επιστήμης. Παρόλο που υπάρχει σχετική ομοφωνία σχετικά με τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης, δεν υπάρχει ομοφωνία για το τι ακριβώς πρέπει να διδάσκεται (Lederman 1985, Abd-El-Khalick et al 1997, Zeidell et al 2000, Osborne et al 2001, McComas 2004). Παρακάτω αναφέρεται η άποψη των συγγραφέων, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, για το ποιες είναι οι κεντρικές ιδέες γύρω από την επιστήμη που πρέπει να διδάσκονται οι υποψήφιοι δάσκαλοι:

1. Η επιστημονική γνώση είναι αβέβαιη, με την έννοια ότι μπορεί να αλλάξει.
2. Η επιστήμη βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα, τα οποία συχνά εξαρτώνται από τις προηγούμενες εμπειρίες, παρατηρήσεις και γνώσεις των επιστημόνων.
3. Η επιστημονική διαδικασία ενέχει υποκειμενικότητα που σχετίζεται με το προσωπικό υπόβαθρο και τις προκαταλήψεις κάθε επιστήμονα αλλά και με τη φαντασία και δημιουργικότητά του.
4. Η επιστημονική γνώση επηρεάζεται από το κοινωνικό και πολιτιστικό πλαίσιο.
5. Οι λειτουργίες και οι σχέσεις μεταξύ επιστημονικής θεωρίας, επιστημονικού μοντέλου και φυσικού νόμου.

Τα παραπάνω πέντε χαρακτηριστικά της επιστήμης δεν έχουν δογματικό χαρακτήρα. Ο διάλογος σχετικά με την επιστημολογική κατάρτιση των δασκάλων και δασκάλων φυσικών επιστημών είναι σε εξέλιξη.

Η μεθοδολογία της έρευνας

Η φύση της επιστήμης προσεγγίζεται είτε με αναλυτική- άμεση διδασκαλία είτε με έμμεση όπου προκύπτει ως παράπλευρο αποτέλεσμα της διδασκαλίας του περιεχομένου των φυσικών επιστημών. Στην παρούσα έρευνα υποστηρίζεται η αναλυτική – άμεση προσέγγιση της φύσης της επιστήμης. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή, η φύση της επιστήμης αντιμετωπίζεται όπως κάθε γνωστικό αντικείμενο, δηλαδή με συγκεκριμένη στοχοθεσία, που επιτυγχάνεται μέσα από κατάλληλο ιστορικό υλικό και δραστηριότητες (Schwartz & Lederman 2002). Η ιστορία των φυσικών επιστημών αποτελεί κατάλληλο μέσο για να διδαχθούν μαθητές και υποψήφιοι δάσκαλοι τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη λειτουργεί (Klopfer & Cooley 1963, Solomon et al 1992, Irwin 2000). Παρακάτω προτείνεται η διδασκαλία της φύσης της επιστήμης με χρήση της ιστορικής εξέλιξης της έννοιας του ηλεκτρικού φορτίου. Η επιλογή της ιστορικής εξέλιξης μιας έννοιας και όχι η επιλογή περιστατικών από διάφορα κεφάλαια της φυσικής έγινε με σκοπό την άμεση ανάδειξη της ιστορικότητας της επιστήμης. Το ηλεκτρικό φορτίο, έχοντας ιστορία δύομισι χιλιάδων χρόνων, προσφέρει πληθώρα ιστορικών επεισοδίων που σκιαγραφούν τη φύση της επιστήμης. Επιπλέον η επιλογή της έννοιας του ηλεκτρικού φορτίου προσφέρεται και λόγω του περιορισμένου φορμαλισμού, κάτι που βοηθάει την επίτευξη των διδακτικών στόχων χωρίς παράπλευρες απώλειες.

Η επιλογή των ιστορικών επεισοδίων έγινε με κριτήριο την άμεση συνάφειά τους με το προς μελέτη χαρακτηριστικό της φύσης της επιστήμης που στοχεύουμε να διδάξουμε. Η συνάφεια με το αντικείμενο, στα πλαίσια της εργασίας αυτής μετριέται

ποιοτικά και όχι ποσοτικά. Ένα δεύτερο κριτήριο επιλογής των συγκεκριμένων επεισοδίων είναι το διατιθέμενο ιστορικό υλικό που δύναται να χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία. Το ιστορικό υλικό είναι κατά το δυνατό πρωτότυπο, εύστοχο και σε γλώσσα κατανοητή για τους φοιτητές. Στόχος της εργασίας είναι τα ιστορικά επεισόδια να επιλέγονται κατά το δυνατόν από διαφορετικές περιόδους, ώστε να εξασφαλίζεται η ιστορικότητα της επιστημονικής έννοιας με τα λιγότερα δυνατά κενά. Αυτό αποτελεί το τρίτο κριτήριο επιλογής. Καθένα από τα ιστορικά επεισόδια δεν αποτελεί απόλυτη επιλογή, αφού για κάθε χαρακτηριστικό της φύσης της επιστήμης θα μπορούσαν να επιλεγούν περισσότερα του ενός επεισοδίων. Επίσης, τα περισσότερα από τα επιλεγμένα παραδείγματα είναι κατάλληλα για τη διδασκαλία



περισσότερων του ενός χαρακτηριστικών της φύσης της επιστήμης. Για λόγους διδακτικού πλουραλισμού, προτείνουμε διαφορετικό επεισόδιο για κάθε χαρακτηριστικό της φύσης της επιστήμης.

Στην επόμενη παράγραφο διατρέχουμε συνοπτικά την ιστορία του ηλεκτρικού φορτίου και προτείνουμε τα ιστορικά επεισόδια με την σειρά που εμφανίζονται για τη διδασκαλία των παραπάνω στοιχείων της φύσης της επιστήμης. Η ιστορική αναδρομή στοχεύει στην ανάδειξη του κοινωνικού και πολιτιστικού πλαισίου της επιστήμης, όπως αναφέρεται στο τέλος της παραγράφου.

Επιλογή Ιστορικών Επεισοδίων για τη διδασκαλία της ΦτΕ

Οι απόψεις και οι θεωρίες για τα ηλεκτρικά φαινόμενα οικοδομήθηκαν γύρω από το φαινόμενο του κεχριμπαριού. Κατά τη διάρκεια των είκοσι τεσσάρων αιώνων της εξέλιξης της έννοιας του ηλεκτρικού φορτίου, έλαβαν χώρα ερμηνείες ανθρωπομορφικές, τελεολογικές και μηχανιστικές κατά την αρχαιότητα, ενώ από τον 16^ο αιώνα άρχισαν να εμφανίζονται ερμηνείες που βασίζονταν σε μια αόρατη ουσία – effluvium. Ακολούθησαν ερμηνείες που σχετίζονταν με ένα ή δύο ρευστά, καθώς και ερμηνείες που απέδιδαν στον ηλεκτρισμό σωματιδιακό χαρακτήρα, μέχρις ότου το ηλεκτρικό φορτίο αναχθεί σε υποατομικό σωματίδιο, το σημερινό ηλεκτρόνιο.

Η εισαγωγή του όρου *electrics* και *non electrics* έγινε από τον William Gilbert στο βιβλίο του «*De Magnete*» (1600). Τα *electrics* με την τριβή θερμαίνονται, και αναδύουν ένα ηλεκτρικό αναθυμιάμα (effluvium) που μεσολαβεί μεταξύ του *electric* και του σώματος και εξαιτίας του οποίου υπάρχει έλξη.

Η περίπτωση του Gilbert επιλέχθηκε προκειμένου οι υποψήφιοι δάσκαλοι να διδαχθούν την υποκειμενικότητα της επιστημονικής διαδικασίας. Ικανοποιεί σε ικανοποιητικό βαθμό «το κριτήριο της συνάφειας» γιατί ο Gilbert, παρόλο που, σύμφωνα με τα γραπτά του, είχε παρατηρήσει πολλές φορές ότι τα αντικείμενα που έρχονταν σε επαφή με ένα ηλεκτρισμένο σώμα είναι δυνατόν να πέσουν στο πάτωμα, δεν μπόρεσε να διαπιστώσει ότι ένα «*electric*» μπορεί και να απωθεί ένα σώμα. Και αυτό γιατί η ηλεκτρική άπωση δεν περιέχονταν στην υπόθεσή του. Ενώ με τη φαντασία και τη δημιουργικότητά του διαχώρισε τα υλικά σε *electrics* και *non electrics*, οι προσωπικές του δεσμεύσεις δεν τον άφηναν να διατυπώσει την ύπαρξη και απωστικών δυνάμεων. Άλλωστε η στάση ολόκληρης της επιστημονικής κοινότητας της εποχής του ήταν αρνητική να δεχθεί την ύπαρξη απωστικών δυνάμεων. Επιπλέον το παράδειγμα του Gilbert ικανοποιεί και το κριτήριο «προσβασιμότητας σε κατάλληλες πηγές» αφού το «*De Magnet*» κυκλοφορεί στα αγγλικά και είναι γραμμένο σε κατανοητή για τους φοιτητές γλώσσα. Τέλος, ικανοποιείται και το τρίτο κριτήριο που σχετίζεται με τις «ιστορικότητα». Ο Gilbert με το έργο του αποτελεί αδιαμφισβήτητο σημείο καμπής για την επιστήμη του ηλεκτρισμού, οπότε δικαιολογημένα επιλέγεται.

Η ιστορία του ηλεκτρισμού μέχρι τον Gilbert είναι εξαιρετικά δύσβατη, ειδικά για τους μη ειδικούς, και δικαιολογημένα αποφύγαμε κάποιο επεισόδιο που να ανήκει στους προηγούμενους αιώνες. Άλλωστε, οι πρωτότυπες πηγές για αυτό το χρονικό διάστημα είναι δυσεύρετες, και οι περισσότερες στα Λατινικά.

Ακολουθούν οι Niccolo Cabeo, Robert Boyle, Francis Hauksbee, και ο Stephen Gray ο οποίος χώρισε τα υλικά σε αγωγούς και μονωτές. Από την εποχή του Gray (1698-1739) ο όρος «effluvium» αντικαταστάθηκε από τον όρο «ηλεκτρικό ρευστό». Ο Dufay υποθέτει δύο είδη ηλεκτρίσης, την υαλώδη και τη ρητινώδη.

Ακολουθεί ο Βενιαμίν Φρανκλίνος (1706-1790), ο οποίος χωρίς να είναι ενημερωμένος για την «ρητινώδη» και «υαλώδη» ηλεκτρίση του Dufay, εισάγει δύο είδη ηλεκτρισμού: το θετικό και τον αρνητικό αλλά ένα είδος ηλεκτρικού ρευστού. Διατυπώνει για πρώτη φορά την αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου, ποσοτικοποιώντας τον ηλεκτρισμό, ενώ

παράλληλα προσδίδει στο ηλεκτρικό φορτίο μιας μορφής σωματιδιακό χαρακτήρα, περιγράφοντάς το ότι αποτελείται από σωματίδια εξαιρετικά μικρά, αφού μπορούν να διαπεράσουν ακόμα και τα πυκνά μέταλλα. Τα σωματίδια αυτά απωθούν το ένα το άλλο και έτσι εξηγείται η άπωση δύο θετικά φορτισμένων σωμάτων. Τα σωματίδια αυτά έλκουν πολύ την κανονική ύλη και έτσι εξηγείται η έλξη μεταξύ θετικά ηλεκτρισμένων σωμάτων και μη ηλεκτρισμένων ή αρνητικά φορτισμένων σωμάτων. Παρόλα αυτά, η υπόθεση του Franklin δεν εξηγούσε την άπωση μεταξύ δύο αρνητικά φορτισμένων σωμάτων. Στην κατεύθυνση αυτή, ο Aepinus, στα τέλη του 18^{ου} αιώνα, πρότεινε την επιπρόσθετη υπόθεση ότι τα σωματίδια της κανονικής ύλης απωθούν το ένα το άλλο (Home 1972), σώζοντας την υπόθεση του Franklin.

Η περίπτωση του Franklin, και των σύγχρονών του, αναδεικνύει την αβέβαιη και εξελίξιμη εικόνα της επιστήμης καθώς και τον τρόπο με τον οποίο μια θεωρία διαδέχεται ή κληρονομεί τις προηγούμενές της. Η μετάβαση από τη θεωρία δύο ρευστών σε αυτή του ενός ρευστού, η πρώτη προσπάθεια ποσοτικοποίησης και ο ρόλος της συμπληρωματικής υπόθεσης του Aepinus σκιαγραφούν με ικανοποιητικό τρόπο την εξέλιξη της επιστήμης. Οι επιστήμονες δεν εγκαταλείπουν μια θεωρία μόνο στη βάση μιας αντιφατικής ένδειξης. «Δεν υπάρχει διάψευση πριν την εμφάνιση μιας καλύτερης θεωρίας» (Lakatos, 1970). Στην περίπτωσή μας η «καλύτερη θεωρία» ήρθε να συμπληρώσει και όχι να αντικαταστήσει την παλαιότερη με την υπόθεση του Aepinus. Επιπλέον, το παράδειγμα του Franklin ικανοποιεί και το δεύτερο κριτήριο περί διαθεσιμότητας κατά το δυνατόν πρωτότυπων πηγών, αφού το αρχείο με την αλληλογραφία του Franklin είναι ευπρόσιτο. Η επιλογή του συγκεκριμένου επεισοδίου, τέλος, πληροί και το τρίτο κριτήριο αφού «μόνο μέσα από την εργασία του Franklin και των άμεσων διαδόχων του αναδύθηκε μια θεωρία που μπόρεσε να διαπραγματευθεί με την ίδια περίπου ευκολία όλα σχεδόν αυτά (έλκτικές και απωστικές δυνάμεις) τα φαινόμενα και που κατά συνέπεια κατάφερε να εφοδιάσει την επόμενη γενιά “ηλεκτρολόγων” με ένα κοινό Παράδειγμα για την έρευνά της» (Kuhn 2004).

Η επόμενη περίοδος που παρουσιάζει διδακτικό ενδιαφέρον είναι η εποχή του Coulomb, κατά την οποία η έννοια ηλεκτρικό φορτίο διαμορφώνεται υπό το πρίσμα της Νευτώνειας Μηχανικής. Το ηλεκτρικό ρευστό θεωρούνταν σα να είχε ηλεκτρική «μάζα» που θα έπαιζε ρόλο θεμελιώδους ιδιότητας. Οι συζητήσεις των επιστημόνων της εποχής ήταν εστιασμένες στην ποσοτικοποίηση της δύναμης και όχι στο ηλεκτρικό φορτίο. Η έννοια του ηλεκτρικού φορτίου ήταν αυτονόητη (Falconer, 2004). Σε αυτό το πλαίσιο, ο Coulomb, το 1785, θέτει το νόμο του αντίστροφου τετραγώνου σε πειραματικό έλεγχο.

Ο νόμος του Coulomb και η ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell επιλέχθηκαν για τη διδασκαλία της λειτουργίας και της διαφοράς νόμου, μοντέλου και θεωρίας. Παρότι υπάρχει πολύ πλούσια βιβλιογραφία για το θέμα, πολύ λίγα αναφέρονται στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες. Κυριαρχεί η αντίληψη ότι οι φυσικοί νόμοι είναι γενικεύσεις που προέρχονται από την άμεση εμπειρία, ενώ οι θεωρίες είναι οι εξηγήσεις των νόμων. Όσο για τη μεταξύ τους σχέση αγνοείται συστηματικά. Οι παραπάνω προτάσεις αποτελούν υπεραπλουστεύσεις, είναι πέρα για πέρα ανεπαρκείς και χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία. Το θέμα δεν εξαντλείται στα πλαίσια αυτής της εργασίας. Εδώ παραθέτουμε συνοπτικά την άποψή μας για τις ανάγκες της διδασκαλίας.

Προκειμένου να διδάξουμε αυτό το κομβικό σημείο της φύσης της επιστήμης, είναι αναγκαίο να συμπεριλάβουμε συνοπτικά τις απόψεις των φιλοσόφων της επιστήμης και στη συνέχεια να γίνει εφαρμογή με ένα ή περισσότερα παραδείγματα. Σε πρώτη φάση εστιάζουμε στη διαφορά του νόμου του Αριστοτέλη από αυτόν του Hume, στις δύο τουλάχιστον θεωρίες «κατασκευής θεωρίας», τη συντακτική και τη σημασιολογική άποψη, καθώς και στις διαφορετικές απεικονιστικές λειτουργίες των επιστημονικών μοντέλων. Δεν υποστηρίζουμε ότι τα όρια μεταξύ αυτών των μορφών επιστημονικής γνώσης είναι πάντα σαφή, ούτε ότι θα δώσουμε την τελική απάντηση στο πώς σχετίζονται μεταξύ τους. Υπάρχουν όμως αξιόλογες



φιλοσοφικές απόψεις που αξίζουν το ενδιαφέρον μας προκειμένου οι φοιτητές να μπορούν να εκτιμήσουν την υπάρχουσα κατάσταση και να μη διαιωνίζουν τις υπάρχουσες παρανοήσεις (Stanford Encyclopedia of Philosophy 2006, 2010).

Το παράδειγμα που επιλέχθηκε ικανοποιεί το κριτήριο της συνάφειας, το κριτήριο εύκολης πρόσβασης σε υλικό αλλά παράλληλα είναι και ορόσημο τόσο στην ιστορία του ηλεκτρισμού όσο και της επιστήμης γενικότερα.

Στην συνέχεια ο Faraday ανοίγει το δρόμο προς τη σωματιδιακή φύση του ηλεκτρισμού, χάρη στα πειράματά του για την ηλεκτρόλυση (Faraday 1833). Λίγο αργότερα, ο Richard Laming, προέβλεψε την ύπαρξη «υποατομικών, μοναδιαία φορτισμένων σωματιδίων και σχεδίασε το άτομο να έχει κάποιο υλικό στο κέντρο και να περιβάλλεται από μια «ηλεκτρόσφαιρα» από ομόκεντρα κελύφη από ηλεκτρισμένα σωματίδια» (Arabatzis 1996).

Στην πορεία, ο Wilhelm Weber, το 1870, προσπαθεί να κατασκευάσει μια ηλεκτρική θεωρία που να βασίζεται σε διακριτά ηλεκτρισμένα σωματίδια. Τα ηλεκτρικά σωματίδια του Weber είχαν κάποια κοινά με τα μετέπειτα ηλεκτρόνια. Ήταν και τα δύο σωματίδια ηλεκτρισμού, και υποατομικά συστατικά όλων των ατόμων.

Ο Maxwell το 1873 στην εισαγωγή του *A treatise on Electricity and Magnetism*, προσπαθεί να προσδιορίσει τι είναι ο ηλεκτρισμός. Ο Maxwell ναι μεν αναγνωρίζει τον ηλεκτρισμό ως μια ποσότητα, εξηγεί όμως ότι αυτό δε σημαίνει πως είναι ή πως δεν είναι κάποια ουσία, ή κάποια μορφή ενέργειας ή κάποια από τις γνωστές μας ποσότητες. Από την άλλη όμως μεριά, αναφέρει ότι δεν είναι εύληπτο δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου, το θετικό και το αρνητικό, που αναιρεί το ένα το άλλο να αντιστοιχούν σε δύο είδη ουσιών που αναιρούν η μια την άλλη. Όσον αφορά τον όρο «ηλεκτρικό ρευστό» θεωρεί ότι χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες ακριβώς για να δείξει ότι το ηλεκτρικό φορτίο μετακινείται εύκολα από το ένα σώμα στο άλλο, χωρίς να σημαίνει πως έχει όλες τις ιδιότητες του ρευστού, αδράνεια, βάρος, ελαστικότητα. Σχετικά με τη θεωρία του ενός και των δύο ρευστών κρατάει κριτική στάση υποστηρίζοντας ότι τα πειραματικά αποτελέσματα δεν είναι αρκετά για να αποφανθούμε οριστικά υπέρ της μιας ή της άλλης θεωρίας.

Την ίδια περίοδο, οι απόψεις που αφορούν το σωματιδιακό χαρακτήρα του ηλεκτρισμού ολοένα και αυξάνονται. Το 1891 ο George Johnstone Stoney εισάγει τον όρο ηλεκτρόνιο για να υποδηλώσει μια στοιχειώδη ποσότητα ηλεκτρισμού. Ο Lorentz διατυπώνει την άποψη ότι τα μόρια αποτελούνται από φορτισμένα σωματίδια που κάνουν αρμονικές ταλαντώσεις, ενώ λίγο αργότερα το 1892 ισχυρίστηκε ότι τα μακροσκοπικά φορτία αποτελούνται από μια πληθώρα σωματιδίων, των οποίων τα φορτία έχουν συγκεκριμένο πρόσημο και ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι ένα αληθινό ρεύμα από αυτά τα σωματίδια.

Ο Joseph Larmor το 1894, οικειοποιείται το ηλεκτρόνιο του Stoney, ενώ την ίδια χρονιά ο Fitzgerald πρότεινε στο Larmor τη λέξη «ηλεκτρόνιο» ως υποκατάστατο του γνωστού «ιόντος» της ηλεκτρόλυσης (Arabatzis 1996). Προέκυψε έτσι η ανάγκη της διάκρισης μεταξύ των οντοτήτων που εισήχθησαν από τον Larmor και των γνωστών ηλεκτρολυτικών ιόντων. Ακολουθεί ο Perrin, ο οποίος το 1895 έδειξε ότι οι καθοδικές ακτίνες είναι φορείς αρνητικά φορτισμένων σωματιδίων. Η έρευνα συνεχιζόταν όταν το 1895 ο Lorentz, σύνδεσε τα σωματίδια του, με τα ιόντα της ηλεκτρόλυσης. Τα ιόντα του Lorentz «έγιναν ηλεκτρόνια» μετά την πειραματική ανακάλυψη του Zeeman το 1896. Ο Zeeman και ο Lorentz αποδέχθηκαν το ηλεκτρόνιο ως υποατομικό σωματίδιο της ύλης, και γι αυτό από κάποιους τους αποδίδεται η «ανακάλυψη» του ηλεκτρονίου.

Ο Thomson κάνοντας τα σχετικά πειράματα κατέληξε στο ότι οι καθοδικές ακτίνες είναι φορτισμένα υλικά σωματίδια. Οι μετρήσεις του λόγου μάζας προς φορτίο είχαν σκοπό να διαλευκάνουν την υπόθεση της φύσης των σωματιδίων αυτών.

Η σειρά των υποθέσεων και των πειραμάτων που έγιναν από τον Stoney μέχρι και τον Thomson αποτελούν υλικό για την παρουσίαση του ρόλου των πειραματικών δεδομένων στη δημιουργία επιστημονικής γνώσης. Οι επιστημονικοί ισχυρισμοί δεν αναδύονται απλά από

τα δεδομένα αλλά μέσα από μια διαδικασία ερμηνείας και κατασκευής θεωρίας, που συχνά απαιτεί εκλεπτυσμένες δεξιότητες. Η δουλειά του Thomson όπως σκιαγραφείται στο Arabatzis (1996) ήταν βαθιά καθοδηγούμενη και επηρεασμένη από τις ιδέες, τις υποθέσεις και τα πειράματα των προγενέστερων και σύγχρονών του, όπως ο Zeeman, ο Stoney, ο Larmor και ο Lorentz. Στην πορεία προς το ηλεκτρόνιο απεικονίζεται ικανοποιητικά το γεγονός ότι οι θεωρίες δεν ξεκινούν από παρατηρησιακά δεδομένα, γιατί οι ίδιες οι παρατηρήσεις είναι καθοδηγούμενες από κάποιου είδους θεωρία. Το πλαίσιο μέσα στο οποίο έκανε ο Thomson τα πειράματά του για να καταλήξει στη ύπαρξη του ηλεκτρονίου ως υποατομικό σωματίδιο, ήταν φορτισμένο από τα συμπεράσματα των συγχρόνων του. Η συνάφεια του συγκεκριμένου ιστορικού παραδείγματος με την εν λόγω πτυχή της φύσης της επιστήμης που σκοπεύουμε να διδάξουμε είναι κατά τη γνώμη μας ικανοποιητική. Επιπροσθέτως, καλύπτει το τελευταίο κομμάτι της ιστορίας του ηλεκτρικού φορτίου, που είναι ο δρόμος προς το ηλεκτρόνιο, που δε θα μπορούσε να λείπει από μια τέτοια ιστορική αναδρομή. Όσον αφορά το κριτήριο ευπρόσиту και κατάλληλου για τους υποψήφιους δασκάλους διδακτικού υλικού, κατά τη γνώμη μας το άρθρο «Rethinking the Discovery of the Electron» (Arabatzis 1996) με τις πηγές που παρέχει υποστηρίζει σε μεγάλο βαθμό τη διδασκαλία.

Μέχρι στιγμής έχουμε διατυπώσει την άποψη μας για τη διδασκαλία των τεσσάρων από τα πέντε χαρακτηριστικά της φύσης της επιστήμης που στοχεύουμε οι φοιτητές να διδαχθούν. Το πέμπτο αφορά το ιστορικό και κοινωνικό πλαίσιο στο οποίο αναπτύσσεται η επιστήμη ως ανθρώπινη δραστηριότητα. Επιλέξαμε αυτό το σημείο να το διδάξουμε όχι με ένα επεισόδιο αλλά διατρέχοντας συνοπτικά το σύνολο της πορείας του ηλεκτρικού φορτίου από τους αρχαίους Έλληνες ως το ηλεκτρόνιο. Η περίοδος αυτή διαιρείται στις εξής υποπεριόδους: από την αρχαιότητα μέχρι τον Gilbert, από τον Gilbert μέχρι τον Franklin, από τον Franklin στον Faraday, και από τον Faraday στον Thomson. Η χρήση των ονομάτων των επιστημόνων γίνεται για λόγους πρακτικούς και όχι απαραίτητα για να χαρακτηρίσει εκτεταμένα ιστορικά επεισόδια. Η ακριβής τοποθέτηση από μεριάς μας υπέρ της μιας ή της άλλης θεωρίας επιστημονικής εξέλιξης ξεφεύγει από τα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας. Είτε υιοθετήσουμε τα Παραδείγματα του Kuhn, είτε τα Ερευνητικά προγράμματα του Lakatos, είναι σαφές ότι η πορεία προς το ηλεκτρόνιο δεν ήταν μια γραμμική διαδικασία. Έγινε σε διαφορετικά ιστορικά και πολιτιστικά πλαίσια που επηρέασαν την πρόοδό της. Η περίοδος μέχρι τον Gilbert διακρίνεται από μικρές εξελίξεις που σχετίζονται με τα μεσαιωνικά χρόνια. Από τον Gilbert και μετά υπάρχει μια αυξανόμενη ερευνητική δραστηριότητα στην οποία συμβάλλει το γενικό κλίμα της εποχής και η πρώτη επιστημονική επανάσταση. Η πορεία προς το ηλεκτρόνιο αποτελεί αποτέλεσμα τυπικής ή άτυπης αλληλεπίδρασης μεταξύ επιστημόνων καθώς και αλληλεπίδρασης της επιστήμης με την τεχνολογία. Οι τρεις εφευρέσεις που έγιναν την περίοδο 1650-1750, η αντλία κενού, η ηλεκτρογεννήτρια και ο πυκνωτής, πυροδότησαν τις εξελίξεις στην επιστήμη του ηλεκτρισμού. Την ίδια περίπου ιδρύθηκε η Academy of Sciences καθώς και η Royal Society που προωθούσαν την εμπεριστατωμένη ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των ειδικών. Η επιλογή αυτή ικανοποιεί το κριτήριο συνάφειας ενώ υπάρχει άφθονο πρωτότυπο υλικό, κυρίως αλληλογραφία μεταξύ των επιστημόνων που μπορεί με κατάλληλες επιλογές να λειτουργήσει ως διδακτικό υλικό.

Συμπεράσματα

Η πορεία του ηλεκτρικού φορτίου από το Θαλή μέχρι τον Thomson αποτελεί κατάλληλο υλικό για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης, αφού αναδεικνύει όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που τη συνιστούν ως μια δυναμική ανθρώπινη δραστηριότητα. Παραπάνω παρουσιάστηκε συνοπτικά μια πρόταση για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης σε φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος. Με βάση τα τρία κριτήρια, της συνάφειας με το προς



διδασκαλία χαρακτηριστικό της επιστήμης, της πρόσβασης σε κατάλληλο υλικό και της χρονικής ομοιομορφίας, επιλέχθηκαν τέσσερα επεισόδια από την ιστορία του ηλεκτρικού φορτίου και η ίδια η ιστορία του φορτίου για να χρησιμοποιηθούν για τη διδασκαλία των πέντε χαρακτηριστικών της επιστήμης. Οι επιλογές δεν έχουν δογματικό χαρακτήρα και τίθενται σε περαιτέρω έρευνα.

Βιβλιογραφία

- AAAS (American Association for the Advancement of Science) (1989), *Science for All Americans*, Harvard Project 2061, New York: Oxford University Press.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R., Lederman, N. (1997). The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. *Science Education*, 82, 416-436.
- Aikenhead, G. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education* 69, 453-475.
- Arabatzis T. (1996). Rethinking the “Discovery” of the Electron, *Stud.Hist. Phil. Mod. Phys.*, Vol.27, No.4, pp.405-435.
- Falconer I. (2004). Charles Augustin Coulomb and the Fundamental Law of Electrostatics. *Metrologia*, 41, 107-114.
- Faraday M. (1833). *Experimental Researches in Electricity*, Vol.I, S.13. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 128, 88-123.
- Finn B. (1969). An appraisal of the origins of Franklin’s Electrical theory, *Isis*, 60, 3, 362-369
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2005). The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 27, 1347-1362.
- Home, R. (1972). Aepinus and the British Electricians: The Dissemination of a Scientific Theory, *Isis*, 63, 2, 190-204.
- Irwin A. (2000). Historical Case Studies: Teaching the nature of science in context, *Science Education*, 84, 5-26.
- Khishfe R., Lederman N. (2006) Teaching Nature of Science within a controversial Topic: Integrated versus Nonintegrated, *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 4, 395-418.
- Klopfer, L. & Cooley, W. (1963). The history of science cases for high schools in the development of student understanding of science and scientists. *Journal of Research in Science Teaching*, 1, 33-47.
- Kolstoe, S. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the science dimension for controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 83, 3, 291-300.
- Kuhn, T. (1962). *The Structure of the Scientific Revolutions*, USA
- Lakatos, I. (1970). Falsification and the methodology of scientific research programmes. *Criticism and the Growth of Knowledge*, 91-95
- Matthews, M. (1994). *Science Teaching: The Role of the History and Philosophy of Science*, Routledge, New York.
- Matthews, M. (2000). *Time for Science Education, How Teaching the History and Philosophy of Pendulum Motion Can Contribute to Science Literacy*, Kluwer Academic, Plenum Publishers.
- McComas, M. (2004). Keys to teaching the nature of science: focusing on the nature of science in the science classroom. *The Science Teacher*, 71, 9, 24-27.
- Maxwell J. (1873). *A Treatise on Electricity and Magnetism*, Vol.I, Oxford, Clarendon Press.
- NAS (National Academy of Science). (1998). *Teaching about Evolution and the Nature of Science*. National Academies Press.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*, Washington DC: National Academy Press.
- OECD. (2009). http://www.pisa.oecd.org/pages/0,2987,en_32252351_32235731_1_1_1_1_1_1_1,00.html
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003) What ‘ideas-about- Science’ Should be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720.
- Psillos, S. (2010). Is the history of science the wasteland of false theories? Adapting Historical Science Knowledge Production to the Classroom, 17-36. Sense Publishers.

- Roller, D. & Roller H.D. (1954). Harvard Case Studies, Case 8. Harvard University Press, Massachusetts.
- Schwartz R., Lederman N. (2002). It's the nature of the beast: The influence of knowledge and Intentions on Learning and Teaching the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 3, 205-236.
- Solomon, J., Duveen, J., Scot, L., & McCarthy, S. (1992). Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 409–421.
- Stanford Encyclopedia of Philosophy (2006): <http://plato.stanford.edu/entries/models-science/>
- Stanford Encyclopedia of Philosophy (2010): <http://plato.stanford.edu/entries/laws-of-nature/>
- Zeidler, D, Walker, K., Ackett, W, Simmons, M. (2000). Tangled Up in Views: Beliefs in the Nature of Science and Responses to Socioscientific Dilemmas, Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston 1999.



Αξιοποίηση των ψηφιακών κόμικς για την προώθηση κατανόησης για τη διάκριση ανάμεσα σε παρατήρηση και ερμηνεία παρατήρησης

Ροδοθέα Χατζηλουκά, Μαρία Κώστούλλου, Κωνσταντίνος Π. Κωνσταντίνου

Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες, Πανεπιστήμιο Κύπρου, {hadjilouca.rodos, c.p.constantinou}@ucy.ac.cy

Περίληψη

Η εργασία επικεντρώνεται στην προώθηση κατανόησης μαθητών δημοτικού σχολείου για μια πτυχή της φύσης της επιστήμης που αφορά στη διάκριση ανάμεσα στην παρατήρηση και την ερμηνεία. Οι παρατηρήσεις αναφέρονται στις πληροφορίες που αντιλαμβανόμαστε μέσω των αισθήσεών μας (ή προεκτάσεών τους) για ένα φυσικό φαινόμενο και για τις οποίες είναι σχετικά εφικτή η ύπαρξη συναίνεσης ανάμεσα σε πολλούς παρατηρητές. Οι ερμηνείες αποτελούν επεξηγηματικά πλαίσια για τις παρατηρήσεις μας και δεν μπορούν να διευκρινιστούν μόνο μέσω πληροφοριών που είναι προσβάσιμες μέσω των αισθήσεών μας. Οι επιστήμονες επινοούν μοντέλα ή μηχανισμούς που παρέχουν συνεπείς ερμηνείες για παρατηρήσεις φαινομένων. Έχουμε αναπτύξει μια ακολουθία δραστηριοτήτων που εμπλέκει τους μαθητές στη μελέτη ιστοριών αξιοποιώντας τα ψηφιακά κόμικς ως μέσο προώθησης των διδακτικών στόχων. Σκοπός της έρευνας αποτέλεσε η σκιαγράφηση της επιρροής των ψηφιακών κόμικς στη μαθησιακή διαδικασία και ειδικότερα στην προώθηση κατανόησης για τη διάκριση παρατήρηση-ερμηνείας. Παρουσιάζονται αποτελέσματα της εφαρμογής της αρχικής εκδοχής της ακολουθίας δραστηριοτήτων σε συνεργασία με μία έκτη τάξη δημοτικού βασισμένα σε πολλαπλές πηγές δεδομένων.

Abstract

This study focuses on promoting primary school students' understanding of an aspect of the nature of science regarding the distinction between observation and inference. Observations are descriptive elements about natural phenomena that are accessible through senses (or extensions of senses) and about which several observers can reach consensus with relative ease. Inferences are statements about the mechanisms through which phenomena operate and cannot be resolved only through information that is accessible through senses. A scientist can infer models or mechanisms that provide a self-consistent interpretation for observations of complex phenomena. We have developed an activity sequence that engages students in studying stories using digital comics as the main instructional medium. The main purpose of the research was to investigate the successes and challenges of digital comics as a medium that scaffolds the learning process and engages students in explicit epistemological discourse. The study reports on results from the first implementation of the activity sequence with a class of sixth graders that draw on various data sources.

Εισαγωγή – Θεωρητικό πλαίσιο

Η διαμόρφωση ενημερωμένων αντιλήψεων για τη φύση της επιστήμης (ΦτΕ) αποτελεί μια βασική συνιστώσα της μάθησης στις φυσικές επιστήμες (AAAS 1989, Kang, Scharmann & Noh 2005, Lederman 2007, NRC 1996). Παρά την ευρεία αναγνώριση της οποίας τυγχάνει, η προσοχή που λαμβάνει στο πλαίσιο της τυπικής διδακτικής πρακτικής είναι ιδιαίτερα περιορισμένη και υπάρχει ανάγκη για επικέντρωση ερευνητικών προσπαθειών, ώστε να ενισχυθεί το ερευνητικό υπόβαθρο και να αναπτυχθούν σχετικά μαθησιακά περιβάλλοντα που να προωθούν την επιστημολογική επάρκεια (Lederman 2007, Sandoval & Morrison 2003). Παρά το γεγονός ότι η υπάρχουσα έρευνα παρέχει χρήσιμη πληροφόρηση,

εξακολουθεί να υπάρχει ανάγκη για πρόσθετη διερεύνηση αυτής της περιοχής (Khishfe & Lederman 2006, Sandoval & Morrison 2003), ιδιαίτερα όσο αφορά την πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Akerson & Volrich 2010, Kang, Scharmann & Noh 2005).

Παρόλο που δεν υπάρχει ομοφωνία ανάμεσα σε φιλόσοφους, ιστορικούς και εκπαιδευτικούς των φυσικών επιστημών αναφορικά με ένα συγκεκριμένο ορισμό για τη ΦτΕ, εντούτοις υπάρχουν ορισμένες πτυχές ή χαρακτηριστικά της επιστήμης για τα οποία υπάρχει συναίνεση από πλειάδα ερευνητών (Lederman 2007, Osborne et al. 2003) αναφορικά με την καταλληλότητα διδακτικής τους επεξεργασίας στη μάθηση και διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Μια από αυτές τις πτυχές αφορά στη διάκριση ανάμεσα στην παρατήρηση και την ερμηνεία. Η συγκεκριμένη πτυχή της ΦτΕ θεωρείται αρκετά απλή ώστε να μπορεί να τύχει αποτελεσματικής διδακτικής διαχείρισης, μέσα από κατάλληλα σχεδιασμένα μαθησιακά περιβάλλοντα, νωρίς στη διδασκαλία της επιστήμης (Carey et al. 1989, Khishfe & Abd-El-Khalick 2002, Khishfe & Lederman 2006).

Η επιστημονική γνώση είναι προϊόν και παρατήρησης αλλά και ερμηνείας και κανένα από τα δύο συστατικά δεν είναι ανεξάρτητο θεωρίας. Τόσο η δεξιότητα παρατήρησης όσο και η δεξιότητα ερμηνείας συνεισφέρουν στην ανάπτυξη της επιστήμης. Οι παρατηρήσεις αναφέρονται στις πληροφορίες που αντιλαμβανόμαστε μέσω των αισθήσεών μας (ή προεκτάσεών τους) για ένα φυσικό φαινόμενο και για τις οποίες είναι σχετικά εφικτή η ύπαρξη συναίνεσης ανάμεσα σε πολλούς παρατηρητές (Lederman 2007). Οι ερμηνείες αποτελούν επεξηγηματικά πλαίσια για τις παρατηρήσεις μας και δεν είναι προσβάσιμες μέσω των αισθήσεών μας, συνεπώς είναι αποτέλεσμα επινόησης. Οι επιστήμονες επινοούν μοντέλα ή μηχανισμούς που παρέχουν συνεπείς ερμηνείες για παρατηρήσεις φαινομένων (Lederman 2007).

Έρευνες αναφορικά με την κατανόηση των μαθητών για τη διάκριση παρατήρησης-ερμηνείας πριν από οποιαδήποτε διδακτική παρέμβαση εισηγούνται ότι οι μαθητές δεν κατέχουν επιστημολογικά ενημερωμένες αντιλήψεις για αυτό το θέμα (Khishfe 2008, Khishfe & Lederman 2006, Khishfe & Abd-El-Khalick 2002). Επιπρόσθετα, ερευνητικά ευρήματα καταδεικνύουν την αδυναμία των μαθητών να αντιληφθούν το ρόλο της ανθρώπινης δημιουργικότητας στην ανάπτυξη της επιστήμης, θεωρώντας την επιστήμη ως ένα αυστηρά δομημένο πεδίο το οποίο ακολουθεί μια προδιαγεγραμμένη πορεία συμπερασμού επιστημονικών θεωριών οι οποίες προκύπτουν άμεσα μέσω προσεκτικής παρατήρησης (Kang, Scharmann & Noh 2005, Lederman 2007).

Τα διαθέσιμα ερευνητικά δεδομένα τονίζουν τη σημασία του άμεσου διδακτικού χειρισμού ζητημάτων κατανόησης για τη ΦτΕ. Υποστηρίζεται ότι αναγκαία συνθήκη για ανάπτυξη κατανόησης για τη φύση της επιστήμης, αποτελεί η εμπλοκή των μαθητών σε άμεση και στοχευμένη επιστημολογική διαλεκτική (explicit epistemological discourse) αναφορικά με τις επιδιωκόμενες πτυχές της ΦτΕ (Lederman 2007, Sandoval & Morrison 2003, Khishfe & Abd-El-Khalick 2002, Walker & Zeidler 2003). Σε αυτό το πλαίσιο η δημοσιευμένη βιβλιογραφία προτείνει μέχρι στιγμής τριών ειδών προσεγγίσεις σχετικά με την ενσωμάτωση επιστημολογικής διαλεκτικής για διδακτική προώθηση κατανόησης για τη ΦτΕ: (i) επιστημολογική συζήτηση ανεξάρτητα από το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών, η οποία προάγεται μέσα από τον εμπλουτισμό της διδασκαλίας με δραστηριότητες οι οποίες δεν συνδέονται με το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών (π.χ., Lederman & Abd-El-Khalick 2000), (ii) επιστημολογική συζήτηση στο πλαίσιο διδακτικής επεξεργασίας του εννοιολογικού περιεχομένου των φυσικών επιστημών, η οποία προάγεται μέσα από ακολουθίες δραστηριοτήτων που εντάσσονται στο περιεχόμενο των φυσικών επιστημών (π.χ., Khishfe & Lederman 2006, Walker & Zeidler 2003), (iii) Επιστημολογική συζήτηση στο πλαίσιο της μελέτης περιπτώσεων από την ιστορία των φυσικών επιστημών (π.χ., Abd-El-Khalick & Lederman 2000). Στην παρούσα εργασία έχουν συνδυαστεί οι προσεγγίσεις (i) και (iii) με την αξιοποίηση των ψηφιακών κόμικς ως βασικού διδακτικού εργαλείου.



Τα κόμικς έχουν εμφανιστεί ως ένα καινοτόμο υποσχόμενο διδακτικό μέσο, που βασίζεται στη θεωρία διπλής κωδικοποίησης του Ραϊνίο, στο πλαίσιο της οποίας τονίζεται η αξία της διασύνδεσης κειμένου (λεκτικών πληροφοριών) και εικόνας (μη λεκτικών πληροφοριών) για τη διευκόλυνση γνωστικών διεργασιών. Ο συνδυασμός εικόνας και κειμένου που διηγείται μια ιστορία κάνει πιο οικείο στον αναγνώστη το γνωστικό αντικείμενο καθιστώντας έτσι τα κόμικς ως ένα δημοφιλές κειμενικό είδος (Morrison, Bryan & Chilcoat 2002).

Τα ψηφιακά κόμικς αποτελούν ένα πολυμεσικό περιβάλλον που συνδυάζει κείμενο, εικόνα, ήχο, βίντεο και δυνατότητα σύνδεσης με το διαδίκτυο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διδασκαλία, αυτό-αξιολόγηση, καθώς και για να υποστηρίξουν την κατανόηση δύσκολων επιστημονικών εννοιών και ιδεών (Keogh & Naylor 1999, Morrison, Bryan & Chilcoat 2002, Yang 2003). Επίσης η παιδαγωγική τους αξιοποίηση δίνει τη δυνατότητα παροχής κινήτρων σε απρόθυμους μαθητές (Keogh & Naylor 1999, Yang 2003).

Όλες οι πιο πάνω εισηγήσεις χρήζουν περαιτέρω εμπειρικής έρευνας στο πλαίσιο της οποίας υπάρχει η δυνατότητα για ανάπτυξη πρότυπου διδακτικού υλικού. Με βάση τα πιο πάνω η παρούσα έρευνα στόχευσε στη διερεύνηση της συνεισφοράς των ψηφιακών κόμικς στη μάθηση των φυσικών επιστημών και ειδικότερα και πώς μπορούν να αξιοποιηθούν ώστε να εμπλέξουν τους μαθητές σε επιστημολογικές συζητήσεις αναφορικά με τη διάκριση ανάμεσα στην παρατήρηση και στην ερμηνεία.

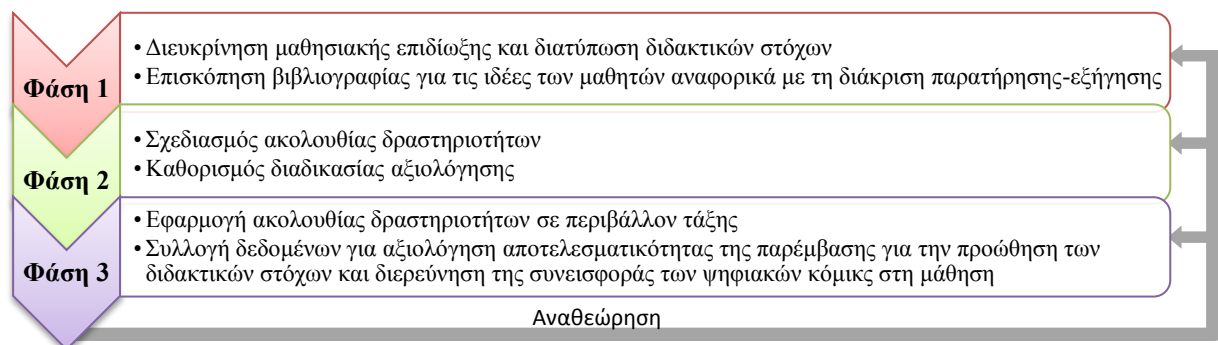
Μεθοδολογία της έρευνας

Δείγμα και διαδικασία της έρευνας

Η διδακτική παρέμβαση διεξάχθηκε με μαθητές ενός τμήματος (N=17) έκτης δημοτικού σε ένα δημόσιο σχολείο της Λευκωσίας κατά το χρονικό διάστημα Απριλίου-Μαΐου 2010 σε εργαστήριο ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Ερευνητικός σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός της έρευνας αποτελείται από 3 φάσεις όπως φαίνεται πιο κάτω.



Σχήμα 1: Ερευνητικός σχεδιασμός

Σύνοψη του διδακτικού υλικού

Διδακτικοί στόχοι: Οι μαθητές αναμένεται να κατανοήσουν διαφορές ανάμεσα στις επιστημονικές παρατηρήσεις και τις επιστημονικές ερμηνείες και συγκεκριμένα να αντιληφθούν: (1) ότι οι επιστημονικές παρατηρήσεις αναφέρονται σε πληροφορίες για φυσικά φαινόμενα οι οποίες είναι αντιληπτές μέσω των αισθήσεων, (2) ότι οι επιστημονικές ερμηνείες επινοούνται ώστε να εξηγήσουν τις επιστημονικές παρατηρήσεις, (3) ότι μια συγκεκριμένη παρατήρηση είναι δυνατό να εξηγηθεί με περισσότερες από μία ερμηνείες, επομένως είναι λιγότερο πιθανό να υπάρχει συμφωνία για τις ερμηνείες παρά για τις παρατηρήσεις, (4) ότι η εγκυρότητα μιας ερμηνείας αξιολογείται με βάση το κατά πόσο εξηγεί τις παρατηρήσεις για τις οποίες επινοήθηκε, (5) τη διάκριση ανάμεσα στην ανακάλυψη και την επινοήση και να συνδέουν την πρώτη με διεργασίες επιστημονικής παρατήρησης και

τη δεύτερη με διεργασίες επιστημονικής ερμηνείας, (6) ότι ενώ οι επιστήμονες βασίζονται στις παρατηρήσεις τους, χρειάζεται να χρησιμοποιούν και τη δημιουργικότητά τους ώστε να ερμηνεύουν τις παρατηρήσεις τους

Διαδικασία: Κατά τη διάρκεια των μαθημάτων οι μαθητές εργάζονται σε τριμελείς ομάδες και καθοδηγούνται από το διδακτικό υλικό και τον εκπαιδευτικό εφαρμόζοντας διδακτικό πρότυπο Φυσική με Διερώτηση (McDermott et al., 1996). Σε αυτό το πλαίσιο διδασκαλίας και μάθησης η διδασκαλία δεν περιλαμβάνει διάλεξη, αλλά υλοποιείται μέσα από μικρές, αυτόνομες, ομαδικές διερευνήσεις και συζητήσεις του εκπαιδευτικού με την κάθε ομάδα μαθητών σε συγκεκριμένα σημεία του διδακτικού υλικού. Επιπρόσθετα, σε ορισμένα σημεία του διδακτικού υλικού διενεργούνται συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης.

ComicLab

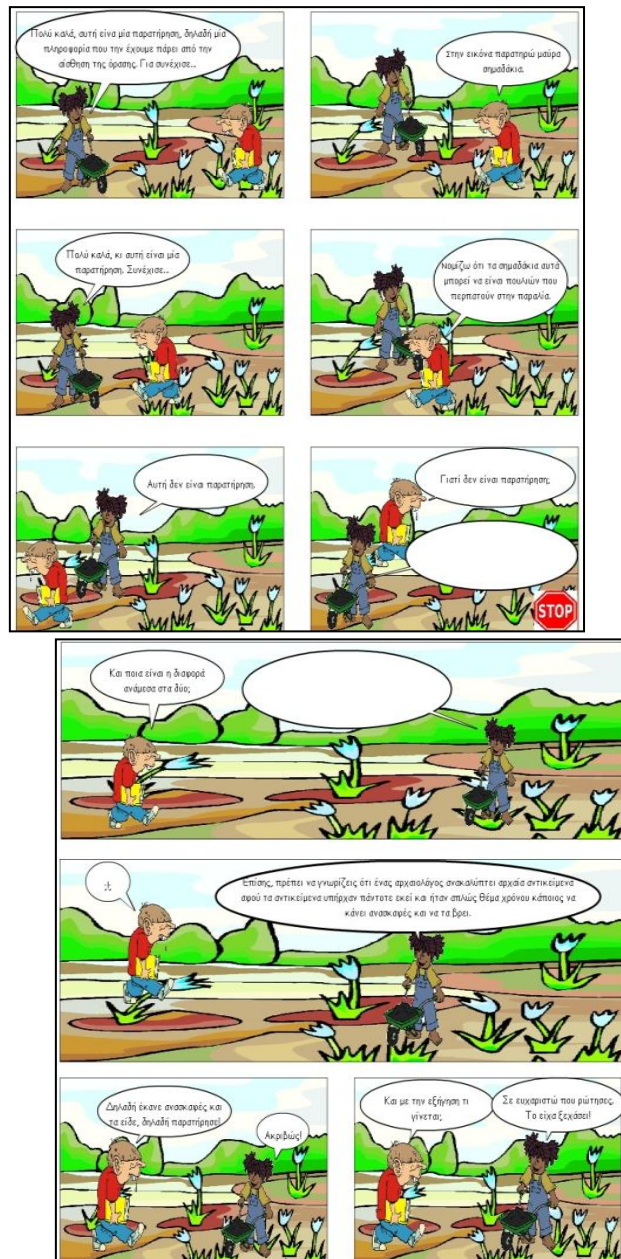
Το ComicLab (<http://webcomicbookcreator.com/>) είναι ένα εργαλείο που δίνει τη δυνατότητα παραγωγής αλληλεπιδραστικών ιστοριών σε μορφή ψηφιακών κόμικς. Είναι σχεδιασμένο για όσους επιθυμούν να δημιουργήσουν πολυμεσικές ιστορίες κόμικς συνδυάζοντας γραφικά, χαρακτήρες, κουτιά διαλόγου, υπερσυνδέσμους, ήχο και βίντεο. Το τελικό comic που παράγεται μπορεί να διαβαστεί μέσω ενός Viewer που είναι ενσωματωμένος στο εργαλείο ή μπορεί να εκτυπωθεί. Μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί από μικρούς μαθητές.

Σύνοψη ακολουθίας δραστηριοτήτων

Εξοικείωση με το λογισμικό ComicLab: Οι μαθητές εξοικειώνονται με το λογισμικό ComicLab χρησιμοποιώντας σχετικό οδηγό εκμάθησης.

Μέρος Α – Δραστηριότητες με ίχνη (προσαρμογή από Bell 2008 σσ.72-78): Οι μαθητές έχουν στη διάθεσή τους ημιτελή κόμικ στριπς (comic strips) τα οποία έχουν προσχεδιαστεί από τον εκπαιδευτικό (βλ. Εικόνες 1 και 2). Οι μαθητές καλούνται να τα συμπληρώσουν ώστε να αναπτύξουν σε κόμικ μια ιστορία για να εξηγήσουν μια σειρά από ίχνη που αποκαλύπτονται σταδιακά μέσω ενός προβολέα οθονών υπολογιστή. Η ιστορία εκτυλίσσεται καθώς αποκαλύπτονται σταδιακά τα ίχνη. Κατά τη διάρκεια της ακολουθίας των δραστηριοτήτων, οι μαθητές εμπλέκονται σε ρητές επιστημολογικές συζητήσεις αναφορικά με το ρόλο των επιστημονικών παρατηρήσεων και των επιστημονικών ερμηνειών μέσα από ερωτήματα που τίθενται από τους χαρακτήρες της ιστορίας. Συγκεκριμένα, οι μαθητές εξασκούνται στη συζήτηση και καταγραφή παρατηρήσεων και ερμηνειών. Επιπρόσθετα, η ιστορία είναι κατάλληλα δομημένη ώστε να παρέχει εναύσματα για τους μαθητές στο να αναστοχαστούν και να συζητήσουν στις ομάδες τους καθώς και με τον εκπαιδευτικό αναφορικά με τις επιδιωκόμενες πτυχές της διάκρισης ανάμεσα στην παρατήρηση και την ερμηνεία.

Μέρος Β – Ιστορίες με επιστημονικό περιεχόμενο: Δίνονται στους μαθητές κατάλληλα δομημένες ιστορίες αναφορικά με επιστημονικές έννοιες που έχουν επινοηθεί για να ερμηνεύσουν φυσικά φαινόμενα. Αφού οι μαθητές διαβάσουν τις ιστορίες, ζητείται από αυτούς να τις μεταφέρουν σε μορφή ψηφιακού κόμικ. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, οι μαθητές εμπλέκονται σε συζητήσεις με τον εκπαιδευτικό ώστε η διάκριση παρατήρησης-ερμηνείας να τύχει περαιτέρω επεξεργασίας και να υποστηριχθούν οι μαθητές στο να συνδέσουν αυτό το θέμα με την επιστήμη και το ότι οι επιστήμονες επινοούν ερμηνείες για να εξηγήσουν τις παρατηρήσεις που κάνουν αναφορικά με τα φυσικά φαινόμενα που μελετούν. Τα θέματα των ιστοριών ήταν τα ακόλουθα: (α) Γιατί εξαφανίστηκαν οι δεινόσαυροι;, (β) Γιατί τα φυτά της αγριοτριανταφυλλιάς συναντούνται μόνο στην κορυφή της Χιονίστρας;, (γ) Γιατί εξαφανίστηκαν τα χέλια από την Κύπρο;.



Εικόνες 1 και 2: Αποσπάσματα του ψηφιακού κόμικ που χρησιμοποιήθηκε στο Μέρος Α

Συλλογή/Πηγές δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων αφορά σε δεδομένα από διάφορες πηγές. Πριν και μετά από την παρέμβαση όλοι οι μαθητές συμπλήρωσαν γραπτά ερωτήματα κλειστού και ανοικτού τύπου τα οποία αξιολογούσαν την επάρκεια των μαθητών στο να διακρίνουν ανάμεσα στην παρατήρηση και την ερμηνεία, καθώς και στην αποτύπωση των στάσεών τους απέναντι στη χρήση ψηφιακών κόμικς. Επίσης μέρος των μαθητών (περίπου 30%) συμμετείχαν σε ημιδομημένες συνεντεύξεις όπου ρωτήθηκαν μέρος των γραπτών έργων με στόχο τη διευκρίνιση ασαφειών και τη συλλογή λεπτομερέστερης πληροφόρησης αναφορικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για το προς διδασκαλία θέμα καθώς και των στάσεών τους απέναντι στα ψηφιακά κόμικς. Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης βιντεογραφήθηκε η δουλειά ορισμένων ομάδων και συλλέχθηκαν οι ιστορίες ψηφιακών κόμικς που έφτιαξαν οι μαθητές. Η εκπαιδευτικός τηρούσε σημειώσεις με αναστοχαστικά σχόλια μετά από κάθε μάθημα.

Επίσης, το μάθημα παρακολουθούνταν από ανεξάρτητο παρατηρητή ο οποίος κατέγραφε παρατηρήσεις και ερμηνείες της αλληλεπίδρασης των μαθητών με τα ψηφιακά κόμικς.

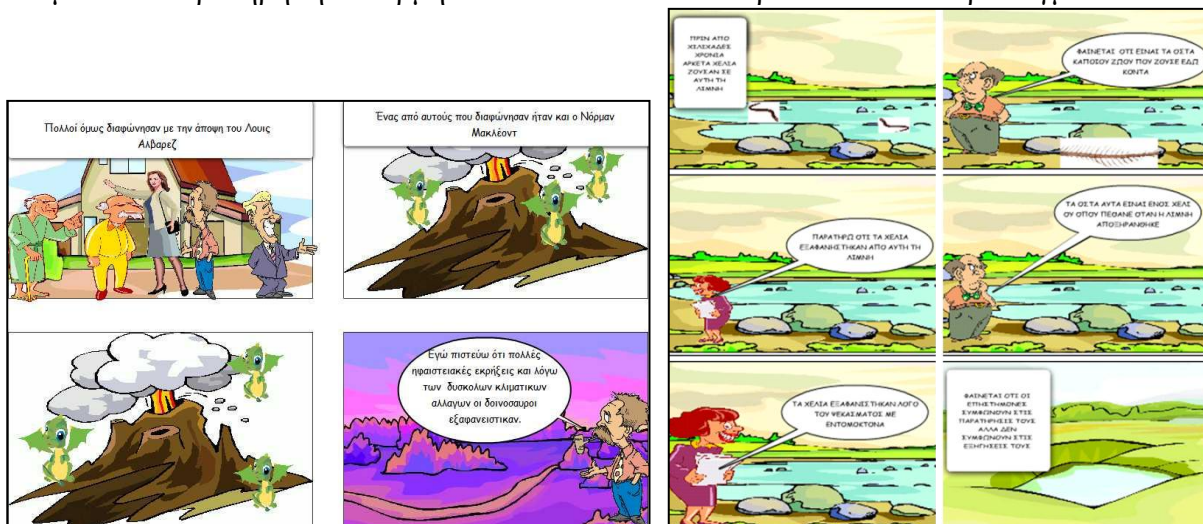
Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα από όλες τις πηγές οργανώθηκαν ώστε να τύχουν της κατάλληλης επεξεργασίας με αναφορά στην περιγραφή των στοιχείων που απαντούν το ερευνητικό ερώτημα της εργασίας. Η σταδιακή επεξεργασία των δεδομένων οδήγησε στη διαμόρφωση συγκεκριμένων πτυχών της επιρροής των ψηφιακών κόμικς στη μάθηση των φυσικών επιστημών, οι οποίες αξιοποιήθηκαν ώστε να απομονωθούν δεδομένα διαφόρων πηγών που τις υποστηρίζουν. Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων προωθήθηκε μέσω της ανάλυσης δεδομένων από πολλαπλές πηγές.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Η επεξεργασία των δεδομένων οδήγησε στη διαμόρφωση επτά πτυχών της συνεισφοράς των ψηφιακών κόμικς στη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών. Ακολουθεί παρουσίαση της κάθε πτυχής με αντιπροσωπευτική εμπειρική στήριξη.

1. Προώθηση ενημερωμένων αντιλήψεων αναφορικά με τη διάκριση παρατήρησης από ερμηνεία: Η επεξεργασία των ιστοριών που έφτιαζαν οι μαθητές (μέρος Β ακολουθίας δραστηριοτήτων) αντικατοπτρίζει βελτίωση στην κατανόηση των μαθητών στην υπό διδασκαλία επιδίωξη. Οι μαθητές ήταν σε θέση να εντοπίσουν ορθά παρατηρήσεις και ερμηνείες για τα φυσικά φαινόμενα των ιστοριών που μελέτησαν και να αναδιατυπώσουν πληροφορίες από το κείμενο μιας ιστορίας χρησιμοποιώντας κατάλληλες λέξεις για να εκφράσουν παρατηρήσεις (π.χ., βλέπω, παρατηρώ) και ερμηνείες (π.χ., πιστεύω, νομίζω). Επίσης οι εικόνες που εισήγαγαν οι μαθητές στα πλαίσια σχετίζονταν με τους αντίστοιχους διαλόγους, ένδειξη ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονταν ότι οι εξηγήσεις (κείμενο) πρέπει να βασίζονται στις παρατηρήσεις (εικόνες). Επομένως, η δυνατότητα των ψηφιακών κόμικς να συνδυάζουν κείμενο και εικόνα, ήταν σημαντική για τη διδακτική προώθηση της κατανόησης ανάμεσα σε παρατήρηση και ερμηνεία. Ακολουθούν αντιπροσωπευτικά παραδείγματα.



Εικόνες 3 και 4: Αποσπάσματα από ιστορίες μαθητών

2. Εμπλοκή σε συζητήσεις επιστημολογικού χαρακτήρα: Τόσο κατά τη διάρκεια της εργασίας των μαθητών με την ημιτελή ιστορία κόμικ (Μέρος Α) όπου οι χαρακτήρες της ιστορίας προσπαθούν να διακρίνουν ανάμεσα στην παρατήρηση και την ερμηνεία, όσο και κατά τη διάρκεια του Μέρους Β παρατηρήθηκε ότι όλες οι ομάδες μαθητών εμπλέκονταν ενεργά σε



επιστημολογικές συζητήσεις αναφορικά με πτυχές της διάκρισης παρατήρησης-ερμηνείας. Ακολουθεί αντιπροσωπευτικό απόσπασμα συνομιλίας μαθητών.

Μαθ.1: (δακτυλογραφώντας κείμενο στο ένα κουτί διαλόγου ενός χαρακτήρα στο κόμικ): «Βλέπουμε ...» Βοηθήστε με.

Μαθ.2: Γράψε «Στην εικόνα βλέπουμε τα πόδια ενός βατράχου»

Μαθητής 1: Δεν είναι πόδια! Δεν είμαστε βέβαιοι ότι αυτά που παρατηρούμε είναι πόδια βατράχου.

Μαθ.3: Τούτα είναι ίχνη.

Μαθ.1: Αν πούμε ότι αυτά είναι πόδια βατράχου, τότε σημαίνει ότι ερμηνεύουμε αυτό που παρατηρούμε. Όμως για να γράψουμε παρατήρηση πρέπει να πούμε μόνο ότι μπορούμε να δούμε που σε τούτη την περίπτωση αυτά είναι απλώς αποτυπώματα ή ίχνη.

3. *Ανάπτυξη δεξιοτήτων αναλυτικής και κριτικής σκέψης:* Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας των μαθητών στο μέρος Β όπου κατασκεύαζαν το δικό τους κόμικ, κάθε μέλος της ομάδας έπρεπε να εξηγήσει το συλλογισμό της στα υπόλοιπα μέλη π.χ., για την επιλογή εισαγωγής συγκεκριμένου χαρακτήρα ή εικόνας στο κόμικ με τρόπο που να αποτυπώνουν ορθά τις παρατηρήσεις και τις ερμηνείες των επιστημόνων της ιστορίας που μελετούσαν. Αυτές οι διαλογικές αντιπαραθέσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια της κατασκευής του κόμικ παρακινούσαν τη σκέψη τους και βοηθούσαν στη διατήρηση παραγωγικών συζητήσεων και επιχειρηματολογίας μέσα στην ομάδα. Ένα απόσπασμα από σχόλια του ανεξάρτητου παρατηρητή ακολουθούν:

«Οι εικόνες που πρόκειται να χρησιμοποιήσουν σχετίζονται με την ιστορία που διάβασαν .

Το γεγονός ότι τα κορίτσια της ομάδας δικαιολογούν την επιλογή δείχνει την ανάγκη τους να πείσουν τους συμμαθητές τους για αυτή την επιλογή.»

4. *Διέγερση μεταγνωστικών δεξιοτήτων:* Η μεταφορά μιας επιστημονικής ιστορίας σε κόμικ είχε το πλεονέκτημα καθορισμού του τι είναι σημαντικό από την ιστορία σχετικά με τη μαθησιακή επίδωξη. Η κατασκευή κόμικ απαιτούσε από τους μαθητές να εντοπίσουν κεντρικές ιδέες, να συνοψίσουν και να αναδιοργανώσουν πληροφορίες στη μορφή μιας ιστορίας σε κόμικ με τρόπο που θα αντανάκλα την κατανόησή τους για τη διάκριση παρατήρησης-ερμηνείας. Επομένως συμπεραίνεται ότι δραστηριότητες ενσωμάτωσης ιστοριών σε κόμικ στο μάθημα της επιστήμης δύνανται να υποκινήσουν την ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων. Μέσα από τα βίντεο εντοπίστηκαν συζητήσεις μαθητών που τεκμηριώνουν αυτή την άποψη όπου οι μαθητές προσπαθούν να ανακαλέσουν πληροφορίες από προηγούμενες συζητήσεις τους αναφορικά με διαφορές παρατήρησης-ερμηνείας ώστε να αποφασίσουν κατά πόσο οι πληροφορίες που διάβάζαν στην ιστορία που μελετούσαν αποτελούσαν παρατήρηση ή ερμηνεία. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας συζήτησης ακολουθεί όπου φαίνεται ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι για ένα φυσικό φαινόμενο οι επιστήμονες θα πρέπει να ερμηνεύουν βασισμένοι στις παρατηρήσεις τους και προγραμματίζουν τη δομή της ιστορίας στο κόμικ με αναφορά σε αυτό το χαρακτηριστικό.

Μαθ.1: Αυτή η πρόταση που γράψαμε πρέπει να σβηστεί και στη θέση της να γράψουμε πρώτα μια παρατήρηση και μετά την ερμηνεία αυτής της παρατήρησης

Μαθ.2: Μα αφού εδώ έχουμε ήδη γράψει μια παρατήρηση.

Μαθ.3: Νομίζω πρέπει να σβηστεί.

Μαθ.2: Εντάξει, θα πρέπει να γράψουμε «Παρατηρώ ότι αυτό το φυτό φυτρώνει μόνο σε ψηλές κορφές όπου κάνει πολύ κρύο»

Εκπ/κός.: Έχετε γράψει τις παρατηρήσεις των επιστημόνων σχετικά με τη βλάστηση αγριοτριανταφυλλιάς;

Μαθ.1: Ναι, γράψαμε τις παρατηρήσεις τους και τώρα θα γράψουμε τις ερμηνείες που έκαναν για αυτές τις παρατηρήσεις.=

5. *Παροχή κινήτρων για μάθηση:* Στοιχεία των απαντήσεων των μαθητών στις συνεντεύξεις μετά από την παρέμβαση, καθώς και δεδομένα από παρατηρήσεις και βίντεο, παρέχουν εμπειρική στήριξη στο ότι η αξιοποίηση των ψηφιακών κόμικς σε μαθήματα επιστήμης παρέχει κίνητρα και προάγει την ενεργό εμπλοκή των μαθητών.

«...όλα τα μέλη της ομάδας θέλουν να συμμετέχουν ενεργά στην κατασκευή της ιστορίας σε ψηφιακό κόμικς» (σχόλια ανεξάρτητου παρατηρητή)

«Κατά τη διάρκεια των μαθημάτων η όλη ατμόσφαιρα στην τάξη ήταν θετική και ένιωθε ότι ήθελες να μάθεις περισσότερο» (σχόλιο μαθήτριας σε συνέντευξη)

Επιπρόσθετα, κάποιοι μαθητές πρότειναν ότι τα ψηφιακά κόμικς πρέπει να χρησιμοποιούνται και σε άλλα μαθήματα εξηγώντας ότι η χρήση ψηφιακών κόμικς στην τάξη κάνει το μάθημα πιο ενδιαφέρον, ευχάριστο και συναρπαστικό.

6. *Διευκόλυνση συνεργασίας μεταξύ μαθητών:* Η επεξεργασία των δεδομένων από διάφορες πηγές υποστηρίζει το επιχείρημα ότι τα ψηφιακά κόμικς προωθούν τη μάθηση μέσω συνεργασίας. Ο στόχος για ομαδική κατασκευή ιστορίας σε κόμικ απαιτεί την αλληλεξάρτηση ανάμεσα στα μέλη κάθε ομάδας ώστε να επιτύχουν στην εργασία τους.

«Μετά από πρωτοβουλία του αγοριού στα αριστερά, όλα τα μέλη της ομάδας ανέλαβαν από μια υπευθυνότητα αναφορικά με το τι απαιτούσε η εργασία τους» (σχόλια ανεξάρτητου παρατηρητή)

Ασφαλώς η αποτελεσματικότητα της συνεργασίας σε κάθε ομάδα ήταν και αποτέλεσμα της προσωπικότητας των μαθητών, εφόσον η εκπαιδευτικός ανέφερε ότι σε μερικές περιπτώσεις τα μέλη μιας ομάδας δεν συνεργάζονταν. Ωστόσο, τα δεδομένα συνεντεύξεων υποστηρίζουν ότι τα ψηφιακά κόμικς συνεισφέρουν στην προαγωγή της συνεργατικής μάθησης. Ειδικότερα, μια μαθήτρια που είχε εκφράσει τις δυσκολίες που έχει γενικότερα στο να συνεργάζεται με συμμαθητές της, στα συγκεκριμένα μαθήματα όπου χρησιμοποιούσαν ψηφιακά κόμικς, έδειξε μια πιο θετική στάση απέναντι σε αυτό το θέμα.

Ερευνήτρια: Νομίζεις ότι η χρήση ψηφιακών κόμικς στην τάξη επηρέασε τη συνεργασία σας στην ομάδα σου;

Μαθήτρια: Ναι, διότι προσωπικά δυσκολεύομαι να συνεργάζομαι με τους συμμαθητές μου. Όμως στις δραστηριότητες που χρησιμοποιούσαμε ψηφιακά κόμικς ένιωθα ότι ήταν σαν να παίζαμε ένα παιχνίδι και όλοι έπρεπε να δουλέψουμε ομαδικά και να προσπαθήσουμε να κερδίσουμε. Οπότε, στις δραστηριότητες αυτές έπρεπε να συνεργαστούμε ώστε να κατανοήσουμε ορισμένα πράγματα.

7. *Δυνατότητες του εργαλείου που επιδρούν στη μαθησιακή διαδικασία:* Το εργαλείο κατασκευής ψηφιακών κόμικς που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα παρείχε δυνατότητες που άλλοτε συνεισέφεραν στην επίτευξη των στόχων και άλλοτε όχι. Η δυνατότητα επιλογής φόντου και χαρακτήρων που συνδέονταν με το θέμα της ιστορίας και η δυνατότητα που παρέχει το συγκεκριμένο μέσο για ενσωμάτωση κειμένου και εικόνας επέτρεπε στους μαθητές να είναι δημιουργικοί και σαφείς στο τι ήθελαν να επικοινωνήσουν. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι μαθητές παρασύρονταν από τις δυνατότητες του εργαλείου και σπαταλούσαν χρόνο στο να βρουν εικόνες ή να ασχοληθούν με άλλα αισθητικά χαρακτηριστικά δευτερεύουσας σημασίας. Ωστόσο, υπήρχαν και ομάδες που εξέφρασαν την απογοήτευσή τους για τον περιορισμένο αριθμό εικόνων που υπήρχαν στις βιβλιοθήκες του εργαλείου, αναζήτησαν άλλες εικόνες και ολοκλήρωσαν την εργασία τους χωρίς να παρεκτραπεί η προσοχή τους.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η όλη μορφή του εργαλείου υποστήριζε τους μαθητές περιλαμβάνουν στην ιστορία τους μόνο την ουσία εφόσον δεν υπήρχε χώρος για περιττές πληροφορίες. Παρατηρήθηκαν συζητήσεις ομάδων αναφορικά με το τι είναι σημαντικό να συμπεριληφθεί στους διαλόγους και κατ' επέκταση αυτό παρείχε το πλαίσιο για



πρόσθετη διδακτική επεξεργασία της κατανόησής τους για την υπό διδασκαλία πτυχή της ΦτΕ.

Το κορίτσι λέει στο αγόρι δείχνοντας μια παράγραφο στο φυλλάδιο με την ιστορία: «Δεν πρέπει να βάλουμε όλες αυτές τις πληροφορίες μέσα στο κόμικ μας». Το αγόρι απαντά: «Και βέβαια δεν θα τα βάλουμε όλα. Θα βάλουμε μόνο ό,τι είναι σημαντικό» (σχόλια ανεξάρτητου παρατηρητή)

Συμπεράσματα

Η εμπειρική διερεύνηση της αξιοποίησης των ψηφιακών κόμικς για το σχεδιασμό και υλοποίηση της ακολουθίας δραστηριοτήτων σε αυτή την εργασία έχει καταδείξει ότι τα ψηφιακά κόμικς διευκολύνουν τη μάθηση για τη ΦτΕ με ποικίλους τρόπους. Σε συνέπεια με προηγούμενη έρευνα, τα αποτελέσματα της εργασίας καταδεικνύουν ότι η χρήση κόμικς στη μάθηση των φυσικών επιστημών προωθεί συνεργασία (Keogh & Naylor, 2004), παρέχει κίνητρα (Yang, 2003) και εμπλέκει ενεργά τους μαθητές στη μαθησιακή διαδικασία (Keogh & Naylor, 1999). Επιπρόσθετα, η αλληλεπίδραση των μαθητών με ψηφιακά κόμικς δύναται να τους εμπλέκει σε ρητές επιστημολογικές συζητήσεις αναφορικά με τη διάκριση παρατήρησης-ερμηνείας και να συνεισφέρει στην ανάπτυξη πιο ενημερωμένων αντιλήψεων για αυτό το θέμα. Το διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε αποτελεί την αρχική εκδοχή μιας σειράς δραστηριοτήτων, η οποία χρειάζεται να τύχει βελτιωτικής αναθεώρησης και να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητά της με αναφορά στην επίτευξη των διδακτικών στόχων. Σε αυτό θα συνεισφέρει η επεξεργασία των γραπτών απαντήσεων των μαθητών που έχουν συλλεχθεί σε αυτή την εργασία μέσα από τα έργα αξιολόγησης της επάρκειάς τους για τη διάκριση παρατήρησης-ερμηνείας.

Βιβλιογραφία

- AAAS. (1989). Science for all Americans. Project 2061. New York: Oxford University Press.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. (2000). The influence of history of science on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Akerson, V., & Donnelly, L. (2010). Teaching nature of science to K-2 students: what understandings can they attain? *International Journal of Science Education*, 32(1), 97-124.
- Bell, R. L. (2008). Teaching the nature of science through process skills: activities for grades 3-8. Boston: Pearson Education Inc.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., & Unger, C. (1989). 'An experiment is when you try it and see if it works': a study of grade 7 students' understanding of the construction of the scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11(5), 514-529.
- Kang, S., Scharmann, L. C., & Noh, T. (2005). Examining students' views on the nature of science: results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 89(2), 314-334.
- Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept Cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education*, 21, 431-446.
- Keogh, B., & Naylor, S. (2004). Children's ideas children's feelings. *Primary science Review*, 82, 18-20.
- Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, online first.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Khishfe, R., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- McDermott, L. C., & the Physics Education Group (1996). *Physics by Inquiry*, New York: Wiley.

- Morrison, T., Bryan, G., & Chilcoat, G. (2002). Using student-generated comic books in the classroom. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 45(8), 758-767.
- NRC. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Sandoval, W. A., & Morrison, K. (2003). High school students’ ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 369-392.
- Walker, K. A., & Zeidler, D. L. (2003). Students' understanding of the nature of science and their reasoning on socioscientific issues: a web-based learning inquiry. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, PA.
- Yang G. (2003). *Comics in Education 2003*. Online version of the final project proposal for Masters of Education degree of the author at California State University at Hayward. Retrieved from www.humblecomics.com/comicsedu/index.html.



Διερευνώντας τις οπτικές ιδιότητες των υλικών: Η επίδραση μιας διαδικασίας διερευνητικής μοντελοποίησης στις επιστημολογικές αντιλήψεις για τα μοντέλα

Σούλιος Ιωάννης¹ και Ψύλλος Δημήτρης²

¹Σχολικός Σύμβουλος Α/θμιας Εκπ/σης, souliosq@otenet.gr

²Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Α.Π.Θ., psillos@eled.auth.gr

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα μελετά την επίδραση μιας στηριγμένης στα μοντέλα διερευνητικής διαδικασίας στη διαμόρφωση των επιστημολογικών αντιλήψεων για τα μοντέλα. Ένα σύνολο 16 υποψηφίων δασκάλων, σπουδαστών της Ειδικής Παιδαγωγικής Ακαδημίας Θεσσαλονίκης (Ε.Π.Α.Θ.), οι οποίοι προορίζονται να διδάξουν σε σχολεία της Μουσουλμανικής μειονότητας της Δυτικής Θράκης, παρακολούθησε μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΣ) στην οποία με τη εισαγωγή και χρήση του μοντέλου της γεωμετρικής οπτικής (οπτική ακτίνα) επιχειρείται η κατασκευή ενός μοντέλου για την περιγραφή και ερμηνεία των οπτικών ιδιοτήτων των οπτικών ινών. Οι σπουδαστές συμμετείχαν σε ατομική συνέντευξη που είχε ως στόχο την διαπίστωση των επιστημολογικών αντιλήψεων τους συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των μοντέλων πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΣ. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν το βαθμό επίδρασης της στηριγμένης στα μοντέλα ΔΜΣ στις επιστημολογικές αντιλήψεις των υποψηφίων δασκάλων για τη φύση, τη λειτουργία και την αλλαγή των μοντέλων.

Abstract

The present study is investigating the impact of a model-based inquiry process to the formation of epistemological beliefs about models. A total of 16 perspective teachers, students of Special Pedagogic Academy of Thessaloniki (S.P.A.T), who are intended to teach at Muslim minority of West Thrace schools followed a Teaching Learning Sequence (TLS), in which the introduction and use of geometrical optics model (optical ray) was attempted in order to descript and interpret the material properties of optical fibres. The students were individually interviewed before and after the implementation of TLS in order students' epistemological beliefs about specific aspects of models to be revealed. The study results indicate the impact of the implementation of TLS to prospective teachers' epistemological beliefs about nature, function and change of models.

Εισαγωγή

Έχει επισημανθεί από πολλούς ερευνητές ότι η χρήση, η κατασκευή, ο έλεγχος και η αναθεώρηση των μοντέλων κατά την διαδικασία διερεύνησης στις φυσικές επιστήμες οδηγεί σε καλύτερη εννοιολογική κατανόηση της επιστημονικής γνώσης, σε αύξηση της επιστημολογικής ενημερότητας σχετικά με τη φύση και το σκοπό των επιστημονικών μοντέλων και των πρακτικών οικοδόμησης και αξιολόγησης της επιστημονικής γνώσης γενικότερα (Petridou, Psillos, Hatzikraniotis & Viiri, 2009. Schwarz et al., 2009. Treagust,

Chittleborough, & Mamiala, 2002. Windschitl, Thompson, & Braaten, 2008). Ωστόσο, έχει επισημανθεί ότι η αύξηση της επιστημολογικής ενημερότητας των μαθητών σχετικά με τη φύση, τη λειτουργία και την αξιολόγηση των μοντέλων, η οποία αναφέρεται και ως μεταγνωστική ενημερότητα για τα μοντέλα (metamodeling), απαιτεί την ανάπτυξη δεξιοτήτων παρακολούθησης, και αξιολόγησης των πρακτικών που υιοθετούν οι μαθητές κατά την διαδικασία της χρήσης και κατασκευής των μοντέλων στη διδασκαλία (Schwarz & White, 2005).

Σύμφωνα με τους Mellar και Bliss (1994) οι δραστηριότητες μοντελοποίησης διακρίνονται σε «εξερευνητικές» (exploratory) όπου ο μαθητής χρησιμοποιεί έτοιμα μοντέλα και σε «εκφραστικές» (expressive) στις οποίες ο ίδιος ο μαθητής δημιουργεί τα μοντέλα που χρησιμοποιεί. Με βάση τη διάκριση αυτή, το ζητούμενο από διδακτικής πλευράς είναι πώς θα σχηματιστούν οι ιδέες των μαθητών όπως διαμορφώνονται και ελέγχονται μέσα από τη διαδικασία της εκφραστικής μοντελοποίησης σε επιστημονικές έννοιες και αντίστοιχα με ποιο τρόπο θα συνδεθεί η χρήση και εφαρμογή των έτοιμων μοντέλων μέσα από τη διαδικασία εξερευνητικής μοντελοποίησης με τις ιδέες των μαθητών (Lijnse, 2006).

Έχει επίσης, αναφερθεί ότι στις παραδοσιακές διδασκαλίες, στις οποίες οι μαθητές συνήθως χρησιμοποιούν έτοιμα μοντέλα προκειμένου να κατανοήσουν το προς μελέτη γνωστικό περιεχόμενο, οι μαθητές δεν κατανοούν ότι τα μοντέλα είναι εργαλεία που τους βοηθούν να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα, ενώ ταυτόχρονα δεν γίνεται καθόλου συζήτηση για τη φύση και τη λειτουργία τους (Grosslight et al., 1991). Από την άλλη μεριά, έρευνες (Sins et al., 2005) ανέδειξαν τον κίνδυνο αποπροσανατολισμού από την ουσιαστική χρήση του μοντέλου ως ερευνητικό εργαλείο όταν οι μαθητές εμπλέκονται κατευθείαν σε οικοδόμησή του. Οι Crawford και Cullin (2004) εντόπισαν σε έρευνά τους ότι η προσοχή των μελλοντικών εκπαιδευτικών, οι οποίοι συμμετείχαν σε δραστηριότητες οικοδόμησης μοντέλων, ήταν κυρίως στον προσδιορισμό των μεταβλητών και των μεταξύ τους σχέσεων δίχως να αναγνωρίζουν το διερευνητικό χαρακτήρα των μοντέλων και χωρίς να κατανοούν τη φύση και τη λειτουργία τους.

Αποτελεί αντικείμενο έρευνας, επομένως, αν η σχεδιασμένη διαχείριση έτοιμων μοντέλων μέσα στην τάξη η οποία δίνει έμφαση στο εξερευνητικό τους χαρακτήρα μπορεί να βελτιώσει την επιστημολογική ενημερότητα των μαθητών για τα μοντέλα. Για το λόγο αυτό, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε η Διδακτική Μαθησιακή Σειρά (ΔΜΣ) η οποία περιγράφεται στην συνέχεια.

Η διδακτική μαθησιακή σειρά

Η ΔΜΣ η οποία σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε στην παρούσα έρευνα ακολουθεί τη διερευνητική μέθοδο (Minstrel & vanZee, 2000). Η συγκεκριμένη ΔΜΣ αρχικά, είχε αναπτυχθεί στα πλαίσια ενός Ευρωπαϊκού προγράμματος σχετικά με την επιστήμη των υλικών (Lompardi, Monroy, Sassi, & Testa, 2009). Η παρούσα αναθεωρημένη έκδοση, η οποία αναπτύχθηκε σύμφωνα με μια σταδιακά αναπτυσσόμενη ερευνητική διαδικασία (Meheut & Psillos, 2004) εστιάζει, κατά παρόμοιο τρόπο με την αρχική, στις οπτικές ιδιότητες των οπτικών ινών, ωστόσο προσφέρει μια εναλλακτική ματιά στη μελέτη των φυσικών επιστημών μέσα από μια βελτιωμένη διερευνητική διαδικασία βασισμένη στα μοντέλα.

Η διαδικασία αυτή υλοποιείται μέσω του συνδυασμού πραγματικών πειραμάτων και δραστηριοτήτων σε εργαστήριο υπολογιστών. Πιο συγκεκριμένα, ψηφιακές φωτογραφίες από τα

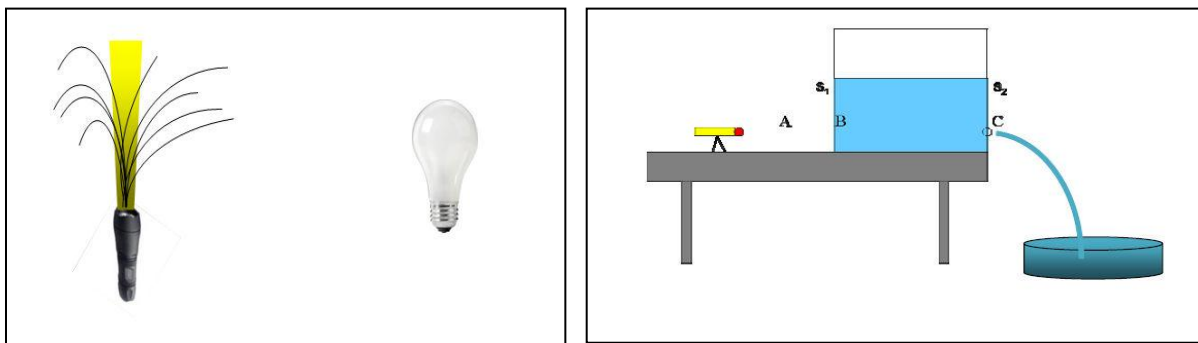


Εικόνα 1: Πώς βλέπουμε



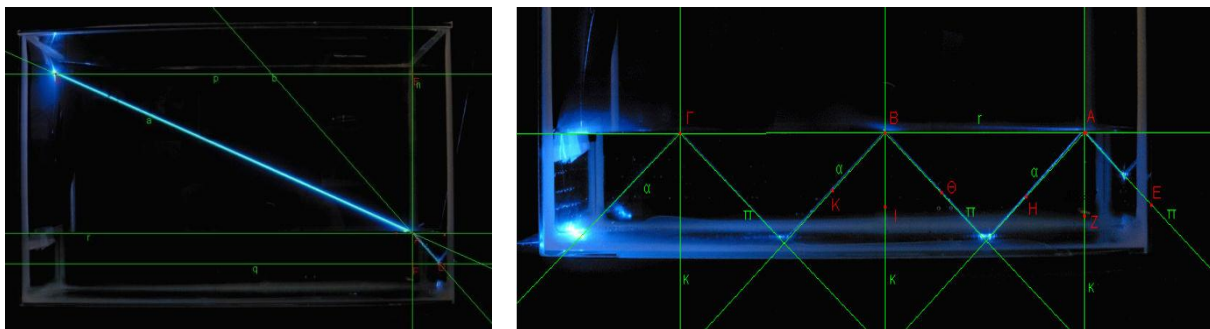
πραγματικά πειράματα εισάγονται στο περιβάλλον του λογισμικού δυναμικής γεωμετρίας Cabri Géomètre, όπου με τη χρήση του μοντέλου της γεωμετρικής οπτικής (οπτική ακτίνα) επιχειρείται η σύζευξη επιστημονικής και τεχνολογικής γνώσης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από κατάλληλα σχεδιασμένα δραστηριότητες όπου επιχειρείται η σύνδεση της καθοδήγησης και διατήρησης του φωτός στις οπτικές ίνες με τις αντίστοιχες επιστημονικές έννοιες και η κατασκευή ενός μοντέλου για τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και τη λειτουργία των οπτικών ινών.

Τα αποτελέσματα μιας έρευνας (Buty, 2002), ωστόσο, αν και κατέδειξαν την αποτελεσματικότητα της χρήσης του συγκεκριμένου λογισμικού στην εισαγωγή ενός υλικού μοντέλου (materialized model) με στόχο τη δημιουργία σύνδεσης ανάμεσα στον πραγματικό κόσμο, των αντικειμένων και γεγονότων και των κόσμο των μοντέλων, δηλαδή των ιδεών και θεωριών, επισήμαναν ότι αυτό απαιτεί περισσότερες συγκεκριμένες διαδικασίες από το δάσκαλο. Για το λόγο αυτό, η συγκριμένη ΔΜΣ έχει ως δεύτερο στόχο να κάνει περισσότερο εμφανή τον ρόλο και το σκοπό των μοντέλων. Αυτό επιχειρείται μέσω μια βαθμιαίας γεφύρωσης ανάμεσα στα πραγματικά φαινόμενα και το μοντέλο κατά τη διάρκεια τριών σταδίων τα οποία αντιστοιχούν σε τρία διαφορετικά επίπεδα αφαίρεσης.



Εικόνα 2: Χρήση του μοντέλου της οπτικής ακτίνας για ερμηνεία και πρόβλεψη

Κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου οι μαθητές μοντελοποιούν τη διαδικασία του πώς βλέπουμε χρησιμοποιώντας ένα flash applet (βλ. Εικόνα 1) και αντιλαμβάνονται ότι ενώ υπάρχουν πολλές δέσμες φωτός γύρω από μια πηγή εμείς επιλέγουμε μόνο μια για να ερμηνεύσουμε το φαινόμενο. Κατά το δεύτερο στάδιο, η ταύτιση της οπτικής δέσμης με την οπτική ακτίνα επιχειρείται μέσα από τις ζωγραφιές των παιδιών κατά τη διάρκεια της ερμηνείας και πρόβλεψης των φαινομένων κατά τη διαδικασία πειραματισμού (βλ. Εικόνα 2). Τέλος, το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει τη χρήση του μοντέλου της οπτικής ακτίνας στο Cabri



Εικόνα 3: Η διερευνητική μοντελοποίηση στο Cabri Géomètre

Γεωμέτρε για την περιγραφική μοντελοποίηση των φαινομένων της εσωτερικής ολικής ανάκλασης και διάθλασης του φωτός που σχετίζονται με τις ιδιότητες των οπτικών ινών (βλ. Εικόνα 3). Αυτή η σταδιακή γεφύρωση ανάμεσα στα πραγματικά φαινόμενα και το μοντέλο εκλαμβάνεται ως μια άρρητη μεταγνωστική διαδικασία, η οποία βοηθά το μαθητή να αυξήσει την κατανόησή του για τη φύση και το σκοπό των μοντέλων.

Ερωτήματα της έρευνας

Σκοπός της παρούσης έρευνας είναι η διερεύνηση του βαθμού επίδρασης μιας στηριγμένης στα μοντέλα διερευνητικής Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) στη διαμόρφωση των επιστημολογικών αντιλήψεων των υποψηφίων δασκάλων για τα μοντέλα. Πιο συγκεκριμένα, το ερευνητικό ερώτημα που τίθενται ως προς τρία διαφορετικά χαρακτηριστικά των επιστημολογικών μοντέλων είναι: α) Ποια είναι επίδραση της διαδικασίας μοντελοποίησης με τη χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού ως προς τη διαμόρφωση των αντιλήψεων των μαθητών για τη φύση, β) τη λειτουργία και γ) την αλλαγή των μοντέλων;

Πίνακας 1: Ταξινόμηση των επιστημονικών μοντέλων

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

Πηγή: Πετρίδου και Ψύλλος (2008)



Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Τα δείγμα της έρευνας μας αποτέλεσε ένα σύνολο 16 υποψηφίων δασκάλων, σπουδαστών της Ειδικής Παιδαγωγικής Ακαδημίας Θεσσαλονίκης (Ε.Π.Α.Θ.) οι οποίοι δέχθηκαν να συμμετάσχουν στην έρευνα παρακολουθώντας αυτή τη καινοτόμα ΔΜΑ, διάρκειας 8 διδακτικών ωρών. Οι σπουδαστές προορίζονται να διδάξουν στα σχολεία της Μουσουλμανικής μειονότητας της Δυτικής Θράκης και παρόλο που έχουν ως μητρική γλώσσα την τουρκική δεν αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες στην κατανόηση και παραγωγή της ελληνικής γλώσσας.

Διαδικασία – Συλλογή δεδομένων

Οι σπουδαστές στα πλαίσια ατομικής συνέντευξης κλήθηκαν μέσω κατάλληλων προτροπών να εκφράσουν τις απόψεις τους πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΣ σχετικά με τη:

- Φύση του μοντέλου: π.χ. Τι πιστεύεις ότι είναι ένα επιστημονικό μοντέλο; Τι αναπαριστά; Πρέπει ένα επιστημονικό μοντέλο να αναπαριστά την πραγματικότητα με όσο το δυνατό περισσότερη ακρίβεια; Γιατί;
- Λειτουργία του μοντέλου: π.χ. Ποιος είναι ο σκοπός ενός επιστημονικού μοντέλου; Σε τι μπορεί να χρησιμεύσει;
- Αλλαγή του μοντέλου: π.χ. Είναι δυνατόν ένα επιστημονικό μοντέλο να αλλάξει; Γιατί; Μπορεί να υπάρξουν δυο διαφορετικά επιστημονικά μοντέλα για το ίδιο φαινόμενο; Γιατί;

Οι συνεντεύξεις μαγνητοφωνήθηκαν, καταγράφηκαν σε πρωτόκολλα και ακολούθησε ποιοτική ανάλυση των λεκτικών αναφορών. Για την ανάλυση των πρωτοκόλλων των συνεντεύξεων που αφορούν τις απόψεις των υποψηφίων δασκάλων για τη φύση, τη λειτουργία και την αλλαγή των μοντέλων χρησιμοποιήθηκε ένα σύστημα κωδικοποίησης το οποίο στηρίζεται σε προηγούμενη έρευνα (βλ. Πετρίδου & Ψύλλος, 2008).

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Οι απόψεις των σπουδαστών για τη φύση των μοντέλων

Η συντριπτική πλειοψηφία των σπουδαστών (15 από τους 16) πριν τη εφαρμογή της ΔΜΣ δίνουν απαντήσεις που παραπέμπουν στο Επίπεδο 1, δηλαδή θεωρούν ότι ένα επιστημονικό μοντέλο αποτελεί ένα αντίγραφο ενός αντικείμενου: «μια συσκευή, ένα δορυφόρος για παράδειγμα», «κάτι ακριβές και κάτι με το οποίο μπορούμε να βγάλουμε ακριβή συμπεράσματα», «κάτι που το έχουν κάνει οι επιστήμονες» ή μια πειραματική διαδικασία: «κάτι που είναι ... που έχει αναλυθεί επιστημονικά», «πρέπει να είναι κάποια πράγματα τα οποία προκύπτουν από πειράματα». Μόνο ένας σπουδαστής δίνει απάντηση σύμφωνα με το Επίπεδο 2: «κάτι που γνωρίζει η επιστήμη καλύτερα, κάτι με το οποίο μας το δείχνει με διαφορετικό τρόπο μας μαθαίνει κάτι».

Μετά τη εφαρμογή της ΔΜΣ αρκετοί σπουδαστές (4 από τους 16) δίνουν απαντήσεις που παραπέμπουν στο Επίπεδο 2 και 2 σπουδαστές πλησιάζουν το Επίπεδο 3, ενώ οι περισσότεροι φοιτητές (10 από τους 14) παραμένουν στο Επίπεδο 1. Πιο συγκεκριμένα, οι σπουδαστές που μετακινούνται στο Επίπεδο 2 αναθεωρούν ως ένα βαθμό την προηγούμενη άποψή τους θεωρώντας ότι ένα επιστημονικό μοντέλο είναι: «να μάθουμε, να εξηγήσουμε ορισμένα πράγματα» ή «είναι κάτι που βελτιώνει την άποψή μας, για να καταλάβουμε τον

τρόπο που λειτουργεί κάτι». Οι 2 σπουδαστές που δίνουν απαντήσεις Επιπέδου 3 θεωρούν ότι ένα επιστημονικό μοντέλο: «είναι ότι λέμε και το αποδεικνύουμε, είναι μια ιδέα και το αποδεικνύουμε ταυτόχρονα ... όμως οι ιδέες μας να βασίζονται στις αποδείξεις και οι αποδείξεις μας να στηρίζονται στις ιδέες μας», «ένας ορισμός, ένας νόμος, κάτι που έχει απόδειξη».

Οι απόψεις των σπουδαστών για τη λειτουργία των μοντέλων

Οι περισσότεροι σπουδαστές (14 από τους 16) εκφράζουν αντιλήψεις ταυτόσημες με το Επίπεδο 1, σύμφωνα με το οποίο ο σκοπός ενός επιστημονικού μοντέλου περιορίζεται στην αναπαράσταση ενός αντικειμένου ή φαινομένου: «να απλοποιήσει αυτά τα φαινόμενα», «να μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε στη διδασκαλία», «η καλύτερη δυνατή κατανόηση, να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πραγματικότητα». Οι υπόλοιποι 2 από τους 16 σπουδαστές πλησιάζουν το Επίπεδο 2 πιστεύοντας ότι ο σκοπός ενός επιστημονικού μοντέλου: «να μας βοηθήσουν να καταλάβουμε τι συμβαίνει», «για να το καταλάβουμε καλύτερα».

Μετά την εφαρμογή της ΔΜΣ αν και οι αρκετοί σπουδαστές (9 από τους 16) παραμένουν στο Επίπεδο 1, ένας σημαντικός αριθμός σπουδαστών (5 από τους 16) βελτιώνουν την άποψή τους και δίνουν αναφορές σύμφωνες με το Επίπεδο 2 υποστηρίζοντας ότι σκοπός των επιστημονικών μοντέλων είναι η καλύτερη ερμηνεία του φαινομένου: «η καλύτερη κατανόηση γιατί υπάρχουν πράγματα που με τα λόγια δεν μπορούν να κατανοηθούν», «για να εξηγήσουμε σε κάποιον, για παράδειγμα την τροχιά της γης». Οι υπόλοιποι 2 σπουδαστές φαίνεται να κατακτούν το Επίπεδο 3, θεωρώντας ότι σκοπός των επιστημονικών μοντέλων είναι ο έλεγχος των ιδεών ή θεωριών: «για να δούμε αν ισχύει μια θεωρία, να εξηγήσουμε πώς ταξιδεύει το φως και φυσικά δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα», «να δώσουμε κάποιες εξηγήσεις ή προβλέψεις για ένα φαινόμενο».

Οι απόψεις των σπουδαστών για την αλλαγή των μοντέλων

Πριν από την εφαρμογή της ΔΜΣ και στην περίπτωση αυτή οι περισσότεροι σπουδαστές (12 από τους 16) δίνουν απαντήσεις σύμφωνες με το Επίπεδο 1 αναφέροντας ότι ένα επιστημονικό μοντέλο δεν αλλάζει: «όχι δεν πιστεύω ότι μπορούμε να το αλλάξουμε γιατί πρέπει να φτάνει στην πραγματικότητα», «όχι για να το είχε κατασκευάσει τέλειο», «όχι γιατί το έκαναν οι επιστήμονες». Ωστόσο ένας αξιοπρόσεκτος αριθμός σπουδαστών (4 από τους 16) δίνει απαντήσεις που παραπέμπουν στο Επίπεδο 2 αναφέροντας ρητά ότι ένα επιστημονικό μοντέλο μπορεί να αναθεωρηθεί: «ναι, για να το απλοποιήσουμε», «για να καταλάβουμε κάτι, για να γίνει πιο εύκολα κατανοητό» «για να βάλουμε περισσότερες λεπτομέρειες και περισσότερες γνώσεις και να γίνει περισσότερο αντιληπτό».

Μετά την εφαρμογή της ΔΜΣ, λιγότεροι από τους μισούς σπουδαστές (7 από τους 16) παραμένουν στο Επίπεδο 1, ενώ οι περισσότεροι σπουδαστές φαίνεται να υιοθετούν το Επίπεδο 2 (6 από τους 16) και οι υπόλοιποι (3 από τους 16) το Επίπεδο 3. Οι σπουδαστές που διαφοροποιούν τις αρχικές τους αντιλήψεις και μετακινούνται προς το Επίπεδο 2, θεωρούν ότι ένας επιστήμονας θα άλλαζε ένα επιστημονικό μοντέλο όταν αυτό στην εφαρμογή του, αποδεικνύεται ανεπαρκές για την ερμηνεία ενός φαινομένου: «ναι, για να γίνει πιο κατανοητό «βέβαια, για να το κάνει πιο σωστό», «για να αποδείξει και με άλλο τρόπο κάτι». Τέλος, οι σπουδαστές που υιοθετούν τις επιστημονικές απόψεις για τα μοντέλα ως προς την κατηγορία αυτή, θεωρούν ότι ένα επιστημονικό μοντέλο μπορεί να αλλάξει: «θα άλλαζε κάτι, όταν δεν μπορεί να αποδείξει κάτι και όταν αποδεικνύεται το αντίθετο ή το διαφορετικό του», «αν τώρα κάποιος ανακαλύψει κάτι άλλο, μια άλλη θεωρία τότε θα το αλλάξουμε», «είναι πολύ δύσκολο να το αλλάξει ένας επιστήμονας επειδή έτσι του ήρθε να αλλάξει ένα επιστημονικό μοντέλο, αλλά σίγουρα αν γίνουν κάποιες αλλαγές μετά από πολύ χρόνο θα συμφωνούσαν και οι άλλοι».



Πίνακας 2: Επιστημολογικές αντιλήψεις των φοιτητών πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΣ.

Χαρακτηριστικά των μοντέλων	Επιστημολογικές αντιλήψεις						T^*	p
	Επίπεδο 1		Επίπεδο 2		Επίπεδο 3			
	<i>πριν</i>	<i>μετά</i>	<i>πριν</i>	<i>μετά</i>	<i>πριν</i>	<i>μετά</i>		
Φύση του μοντέλου	15	10	1	4	-	2	-2.333	.020
Λειτουργία του μοντέλου	14	9	2	5	-	2	-2.333	.020
Αλλαγή του μοντέλου	12	7	4	6	-	3	-2.530	.011

*Wilcoxon signed-ranks test

Από την εφαρμογή του μη παραμετρικού προσημικού στατιστικού ελέγχου σε συζευγμένα δείγματα προέκυψε στατιστικά σημαντική βελτίωση μετά την εφαρμογή της ΔΜΣ και ως προς τα τρία χαρακτηριστικά γνωρίσματα των μοντέλων που εξετάστηκαν (βλ. Πίνακα 2).

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Τα παραπάνω αποτελέσματα, αν και στηρίζονται σε ένα σχετικά μικρό δείγμα μαθητών, ενισχύουν την άποψη ότι η εξερευνητική διαδικασία μοντελοποίησης που υιοθετήθηκε κατά την εφαρμογή της ΔΜΣ συμβάλλει στην βελτιστοποίηση του μαθησιακού αποτελέσματος και οδηγεί σε υψηλότερη και βαθύτερη επιστημολογική κατανόηση των σπουδαστών για το ρόλο και τη σημασία της χρήσης των μοντέλων κατά τη διδασκαλία και μάθηση στις φυσικές επιστήμες. Η γνώση των σπουδαστών για τα μοντέλα φαίνεται ότι αποτελεί επιστημολογική γνώση η οποία μπορεί να διευκολύνει την ανάπτυξη της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών για τις διαδικασίες διερεύνησης στις φυσικές επιστήμες και της φύσης της επιστήμης γενικότερα, αν και η διερευνητική μέθοδος από μόνη της δεν φαίνεται να είναι ικανή με συνέπεια να επιτύχει αυτούς τους στόχους (Bell, Blair, Crawford & Lederman, 2003). Για να αποκτήσουν οι μαθητές επιστημολογικές αντιλήψεις για τα μοντέλα που να ταυτίζονται ή να πλησιάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό με την επιστημονική θεώρηση κρίνεται αναγκαία μια περισσότερο ρητή διδασκαλία (Schwartz & White, 2005).

Η διαδικασία της βαθμιαίας γεφύρωσης ανάμεσα στα πραγματικά φαινόμενα και το μοντέλο, η οποία υιοθετήθηκε κατά τον σχεδιασμό της ΔΜΣ, στοχεύει στην βελτίωση του βαθμού ενημερότητας των σπουδαστών για τη φύση και το σκοπό των μοντέλων και για τη διαδικασία διερεύνησης γενικότερα. Η διαδικασία της άρρητης προοδευτικής εισαγωγής του μοντέλου της γεωμετρικής οπτικής φαίνεται να αντισταθμίζει και να ξεπερνά τις παρανοήσεις των μαθητών που έχουν παρατηρηθεί κατά την απ' ευθείας χρήση του (Eylon, Ronen, & Ganiel, 1996). Ακόμη περισσότερο, μέσω της διαδικασίας αυτής οι μαθητές αντιλαμβάνονται τα δυνατά και αδύνατα σημεία του μοντέλου και αρχίζουν να διακρίνουν το μοντέλο από την πραγματικότητα.

Από την ανάλυση των πρωτοκόλλων των συνεντεύξεων προκύπτει ότι οι επιστημολογικές αντιλήψεις των μαθητών βελτιώνονται και ως προς τα τρία χαρακτηριστικά γνωρίσματα των μοντέλων που εξετάστηκαν. Τα αποτελέσματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία με παρόμοια έρευνα στην οποία εξετάστηκαν οι επιστημολογικές αντιλήψεις μαθητών γ' γυμνασίου, οι οποίοι παρακολούθησαν την ίδια ΔΜΣ (Σούλιος & Ψύλλος, 2010). Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι απόψεις αυτές αν και δεν ταυτίζονται στις περισσότερες των περιπτώσεων με την επιστημονική αντίληψη, ωστόσο είναι σημαντικό ότι διαφοροποιούνται αισθητά από

τις αρχικές απόλυτα ρεαλιστικές αντιλήψεις. Οι μαθητές μέσα από τις πρακτικές που υιοθετούν κατά τη διαδικασία της βασισμένης στο μοντέλο διερεύνησης αντιλαμβάνονται καλύτερα τα αδύνατα και δυνατά σημεία και τη χρηστικότητα του μοντέλου, ενώ δυσκολεύονται ως ένα βαθμό να διατυπώσουν απόψεις για τη φύση του.

Συμπερασματικά, η ανάπτυξη ΔΜΣ, που αξιοποιούν τη χρήση των μοντέλων και στηρίζονται στη διερευνητική μέθοδο απαιτεί την ένταξη στη εκπαιδευτική διαδικασία δραστηριοτήτων που να στοχεύουν στην βελτίωση της ενημερότητας των μαθητών για τη φύση, τη λειτουργία και την αλλαγή των μοντέλων (Schwartz et al, 2009). Κατ' αυτό τον τρόπο η γνώση σχετικά με τα μοντέλα μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη εννοιολογική κατανόηση για τις διαδικασίες έρευνας και τη φύση της επιστήμης (Add-El-Khalick et al., 2004).

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή υποστηρίχθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος University-school partnerships for the design and implementation of research-based ICT-enhanced modules on Material Properties, Science and Society Programme (FP6, SAS6-CT -2006-042942).

Βιβλιογραφία

- Πετρίδου, Ε. & Ψύλλος, Δ. (2008). Οι αντιλήψεις των υποψηφίων δασκάλων για τα μοντέλα. Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, 1(3), 255-268.
- Σούλιος, Ι. & Ψύλλος, Δ. (2010). Η επίδραση ενός μοντέλου στηριγμένου σε υπολογιστή στη διαμόρφωση των επιστημολογικών αντιλήψεων των μαθητών για μοντέλα στις φυσικές επιστήμες. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση» (Τόμος ΙΙ, σ. 365-372). Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 23-26 Σεπτεμβρίου 2010
- Abd-El-Khalick, F., et al. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. Science Education, 88(3), 397–419.
- Bell, R., Blair, L., Crawford, B., Lederman, D. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. Journal of Research in Science Teaching, 40(5), 487–509.
- Buty, C. (2002). Modelling in geometrical optics using a microcomputer. In D. Psillos & H. Niedderer (eds.). Teaching and learning in the science laboratory (231-242). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Crawford, B. A., & Cullin, M. J. (2004). Supporting prospective teachers' conceptions of modeling in science. International Journal of Science Education, 26 (11), 1379 – 1401.
- Eylon, B., Ronen, M., Ganiel, U. (1996). Computer Simulations as Tools for Teaching and Learning: Using a Simulation Environment in Optics. Journal of Science Education and Technology, 5(2), 93-110.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. Journal of Research in Science Teaching, 28(9), 799-822.
- Lijnse, P. (2006). Models of/for teaching modeling. In E. van den Berg, T. Ellermeijer, O. Slooten (eds), Modeling in Physics and Physics Education. Proceedings GIREP conference, University of Amsterdam, August 20-25.

- Lombardi, S., Monroy, G., Sassi, E., Testa, I. (2009). Design and development of a module about optical properties of materials. Proceedings of ESERA conference, Instabul, August 31st - September 4th 2009.
- Méheut, M., Psillos, D. (2004). Teaching-Learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Mellar, H., & Bliss, J. (1994). Introduction: Modelling and Education. In H. Mellar, J. Bliss, R. Boohan, J. Ogborn, & C. Tompsett (eds), *Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum* (p.1-7). London: The Falmer Press.
- Minstrell, J., van Zee, E. (2000). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington DC: Association for the Advancement of Science.
- Petridou, E., Psillos, D., Hatzikraniotis, E., Viiri, J. (2009). Design and development of a microscopic model for polarization. *Physics Education*, 44(6), 589–598.
- Schwarz, C., White, B. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165–205.
- Schwarz, C., et al. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Sins, H. M. P., Savelsbergh, R. E., & van Joolingen, R. W. (2005). The difficult Process of Scientific Modelling: An analysis of novices' reasoning during computer-based modelling. *International Journal of Science Education*, 27(14), 1695–1721.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, L. T. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24, 357 – 368.
- Windschitl, M., Thompson, J., Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference. *Science Education*, 92, 941-967.

Διερεύνηση προόδου αντιλήψεων φοιτητών/τριών στην έννοια του μοντέλου μετά από συμμετοχή τους σε διερευνητικές δραστηριότητες μοντελοποίησης

Ελένη Πετρίδου¹, Δημήτρης Ψύλλος², Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης³

¹Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση ΠΕ04.01, epet@eled.auth.gr

²Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΑΠΘ, psillos@eled.auth.gr

³Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ, evris@physics.auth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάται η εφαρμογή μίας διδακτικής παρέμβασης βασισμένης στα μοντέλα η οποία αποτελείται από δύο τρίωρα εκπαιδευτικά σενάρια σε φοιτητές/τριες του Π.Τ.Δ.Ε στο Α.Π.Θ. Οι φοιτητές/τριες συμμετείχαν ενεργά στην προβλεπτική χρήση έτοιμων προσομοιωμένων μικροσκοπικών μοντέλων που αναπτύξαμε για τις ανάγκες της διδασκαλίας και άπτονται της περιοχής του στατικού ηλεκτρισμού. Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσουμε τις αντιλήψεις των φοιτητών/τριών πριν και μετά τη διδακτική σειρά και ιδιαίτερα να μελετήσουμε την πρόοδο που εμφάνισε ο κάθε φοιτητής/τριες στις αντιλήψεις του για την έννοια του μοντέλου, τη λειτουργία του και το θέμα της αλλαγής του. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα γραπτά αρχικά και τελικά ερωτηματολόγια των φοιτητών/τριών για τα μοντέλα έδειξαν ότι οι μαθητές/τριες εμφάνισαν σημαντική πρόοδο στις αντιλήψεις τους.

Abstract

In the present study we investigate the application of a teaching intervention that is based on models and consists of two three-hours educational units. The teaching intervention was applied to pre-service Primary education teachers, students-teachers in Thessaloniki. The students-teachers took part actively to the predictive use of ready microscopic simulated models that we developed for the needs of the teaching and are related to phenomena of static electricity. The aim of the present research is to investigate students-teachers' ideas before and after the teaching intervention and particularly to study the progress of each student-teacher in his ideas on the nature of models, their function and the subject of their change. The results from the pre and post tests show that students-teachers had significant progress on their ideas about models.

Εισαγωγή

Τα μοντέλα και οι δραστηριότητες μοντελοποίησης αποτελούν αντικείμενο έρευνας στο χώρο της εκπαίδευσης αφού μπορούν να συμβάλλουν στη γνωστική εξέλιξη του μαθητή και ταυτόχρονα να συνεισφέρουν στην ενημερότητά του για τη φύση της επιστήμης (Saari & Viiri 2003). Το μοντέλο είναι η αναπαράσταση ενός αντικειμένου, ενός γεγονότος, μιας διαδικασίας ενός συστήματος ή μιας ιδέας και μπορεί να περιλαμβάνει πραγματικές οντότητες ή οντότητες που χρησιμοποιούνται σαν πραγματικές (Gilbert & Boulter 1998). Οι Schwarz & White (2005) ορίζουν το επιστημονικό μοντέλο ως ένα πλήθος αναπαραστάσεων, κανόνων και ερμηνευτικών δομών που επιτρέπουν την πρόβλεψη και την εξήγηση. Τα μοντέλα, με αυτή την έννοια, είναι εργαλεία για την έκφραση επιστημονικών θεωριών τα οποία χρησιμοποιούνται για πρόβλεψη και εξήγηση.

Σύμφωνα με τους Mellar & Bliss (1994) οι δραστηριότητες μοντελοποίησης διακρίνονται σε «διερευνητικές» (exploratory) όπου ο μαθητής χρησιμοποιεί έτοιμα μοντέλα και σε



«εκφραστικές» (expressive) στις οποίες ο ίδιος ο μαθητής δημιουργεί τα μοντέλα που χρησιμοποιεί. Συνήθως, στις παραδοσιακές διδασκαλίες οι μαθητές χρησιμοποιούν έτοιμα μοντέλα προκειμένου να κατανοήσουν το προς μελέτη γνωστικό περιεχόμενο δίχως ωστόσο να κατανοούν ότι τα μοντέλα είναι εργαλεία που τους βοηθούν να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα, ενώ ταυτόχρονα δεν γίνεται συζήτηση για τη φύση και τη λειτουργία τους (Grosslight et al., 1991). Από την άλλη μεριά, έρευνες (Sins et al. 2005) ανέδειξαν τον κίνδυνο αποπροσανατολισμού από την ουσιαστική χρήση του μοντέλου ως ερευνητικό εργαλείο όταν οι μαθητές εμπλέκονται κατευθείαν σε οικοδόμησή του. Οι Crawford & Cullin (2004) εντόπισαν σε έρευνά τους ότι η προσοχή των μελλοντικών εκπαιδευτικών, οι οποίοι συμμετείχαν σε δραστηριότητες οικοδόμησης μοντέλων, ήταν κυρίως στον προσδιορισμό των μεταβλητών και των μεταξύ τους σχέσεων δίχως να αναγνωρίζουν το διερευνητικό χαρακτήρα των μοντέλων και χωρίς να κατανοούν τη φύση και τη λειτουργία τους.

Ο πολύτιμος ρόλος των μεταγνωστικών δραστηριοτήτων στην κατανόηση της έννοιας του μοντέλου έχει αναδειχθεί στη διεθνή βιβλιογραφία. Ο αναστοχασμός πάνω στις μαθησιακές δραστηριότητες συνεισφέρει στην κατανόηση της φύσης της επιστήμης (White & Frederiksen 1998), ενώ οι Schwarz & White (2005) επισημαίνουν ότι οι μεταγνωστικές διαδικασίες είναι απαραίτητες προκειμένου οι μαθητευόμενοι να κατανοήσουν την έννοια του μοντέλου.

Υπάρχει έντονο ενδιαφέρον στο σχεδιασμό και στην εφαρμογή καινοτομικών διδασκαλιών με στόχο την κατανόηση της έννοιας του μοντέλου (Justi & Van Driel 2005). Έρευνες έχουν αναδείξει ότι μαθητές/τριες, φοιτητές/τριες, ακόμα και εν ενεργεία εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση της έννοιας του μοντέλου, ενώ πολύ δύσκολα κατανοούν την προβλεπτική χρήση του (Crawford & Cullin 2004).

Αποτελεί αντικείμενο συζήτησης και διερεύνησης αν η σχεδιασμένη διαχείριση έτοιμων μοντέλων μέσα στην τάξη η οποία δίνει έμφαση στο διερευνητικό τους χαρακτήρα μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την επιστημολογική ενημερότητα των μαθητών για τα μοντέλα (Petridou et al. 2009, Windschitl et al. 2008). Σε αυτό το πλαίσιο, αναπτύξαμε και εφαρμόσαμε μία διδακτική σειρά βασισμένη στα μοντέλα και συγκεκριμένα σε διερευνητικές δραστηριότητες μοντελοποίησης προκειμένου να ανιχνεύσουμε την αποτελεσματικότητα των διερευνητικών δραστηριοτήτων μοντελοποίησης στην κατανόηση της έννοιας του μοντέλου και των βασικών χαρακτηριστικών του. Το ερευνητικό ερώτημα που απασχολεί την παρούσα εργασία είναι: ποια είναι η πρόοδος των φοιτητών/τριών στην ενημερότητά τους για την έννοια του μοντέλου, τη λειτουργία του και την αλλαγή του μετά τη συμμετοχή τους στην όλη διδακτική σειρά;

Η διδακτική παρέμβαση

Η διδακτική παρέμβαση αποτελούνταν από δύο τρίωρα εκπαιδευτικά σενάρια στα οποία οι φοιτητές/τριες χρησιμοποιούσαν έτοιμα μοντέλα από την περιοχή του στατικού ηλεκτρισμού προκειμένου να προβλέψουν δύο φαινόμενα: α) την έλξη ανάμεσα σε ένα φορτισμένο και ένα αφόρτιστο μπαλόνι και β) την περιστροφή ενός απλού μπαλονιού και την μη περιστροφή ενός μπαλονιού τυλιγμένου με αλουμινόχαρτο όταν τα τρίψουμε στην μπροστινή τους πλευρά με μάλλινο ύφασμα και δίπλα τους βρίσκεται ακλόνητα στερεωμένη ετερόνυμη ράβδος.

Η δομή του κάθε εκπαιδευτικού σεναρίου περιλάμβανε *πρόβλεψη του υπό μελέτη φαινομένου – διερεύνηση του μοντέλου – πρόβλεψη ξανά του ίδιου φαινομένου – παρατήρηση του πειράματος*, όπου οι φοιτητές/τριες παρατηρούσαν τι συμβαίνει τελικά και *μεταγνωστική φάση* προκειμένου να συνειδητοποιήσουν οι φοιτητές/τριες τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποίησαν τα μοντέλα. Η διπλή πρόβλεψη του φαινομένου πριν και μετά τη διερεύνηση του μοντέλου ενισχύει το διερευνητικό χαρακτήρα του μοντέλου και συγκεκριμένα την προβλεπτική του λειτουργία. Επίσης, στη μεταγνωστική φάση παρακινούμε τους φοιτητές/τριες να αναστοχαστούν πάνω στην χρήση των μοντέλων έτσι ώστε να

συνειδητοποιήσουν την έννοιά του και τα βασικά χαρακτηριστικά του. Συγκεκριμένα, στη μεταγνωστική φάση οι φοιτητές/τριες καλούνται να απαντήσουν σε τρεις ερωτήσεις. Η πρώτη ερώτηση «Γιατί χρησιμοποίησες το μοντέλο;» στόχο είχε να παρακινήσει τους φοιτητές/τριες να αναστοχαστούν για τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποίησαν το μοντέλο. Η δεύτερη ερώτηση «να περιγράψεις τα στοιχεία του μοντέλου που σε βοήθησαν στο συγκεκριμένο φαινόμενο» στόχο είχε να αναδείξει τα διαφορετικά στοιχεία που βοήθησαν τον κάθε φοιτητή/τρια. Στην τρίτη ερώτηση οι φοιτητές/τριες έπρεπε να απαντήσουν αν οι τρεις αναπαραστάσεις (άτομο, δίπολο, μονωτής) του πρώτου εκπαιδευτικού σεναρίου αναπαριστούν την ίδια ή διαφορετική ιδέα. Με αυτή την ερώτηση παρακινούμε τους φοιτητές/τριες να εντοπίσουν την ιδέα που αναπαριστά η κάθε αναπαράσταση και να συνειδητοποιήσουν ότι πρόκειται για διαφορετικές αναπαραστάσεις της ίδιας ιδέας, της πόλωσης, και άρα ότι αποτελούν διαφορετικές αναπαραστάσεις του ίδιου μοντέλου. Η τελευταία ερώτηση αναφέρεται στην αξιολόγηση του μοντέλου και συγκεκριμένα παρακινεί τους φοιτητές/τριες να συγκρίνουν τα δεδομένα του μοντέλου με αυτά του πειράματος.

Τα προσομοιωμένα μικροσκοπικά μοντέλα που χρησιμοποίησαν οι φοιτητές/τριες αναπτύχθηκαν με το πρόγραμμα Macromedia Flash. Το μοντέλο της πόλωσης, το οποίο χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη του φαινομένου της έλξης ανάμεσα στο φορτισμένο και στο αφόρτιστο μπαλόνι αποτελείται από μία σειρά τριών αναπαραστάσεων: άτομο, δίπολο, μονωτής στο οποίο αναπαριστάται η παραμόρφωση του νέφους ηλεκτρονίων στο άτομο, ο σχηματισμός του διπόλου και οι ελκτικές και απωστικές δυνάμεις στον κάθε πόλο του διπόλου και διαφορετικό προσανατολισμός πολλών διπόλων σε ένα τμήμα μονωτή όταν κοντά τους τοποθετείται ένα φορτισμένο θετικά ή αρνητικά εξωτερικό φορτίο (Petridou et al. 2009). Για την πρόβλεψη του δεύτερου φαινομένου αναπτύχθηκαν δύο μοντέλα που αναπαριστούν το διαφορετικό τρόπο φόρτισης μονωτών και αγωγών (Πετρίδου κ.ά. 2009).

Ερευνητική Μεθοδολογία

Το πλαίσιο

Στην έρευνα συμμετείχαν 12 μελλοντικοί δάσκαλοι, φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης στο Α.Π.Θ., οι οποίοι συμμετείχαν σε διδακτική παρέμβαση βασισμένη στα μοντέλα. Οι φοιτητές/τριες εργάζονταν σε ομάδες των δύο με υπολογιστές ακολουθώντας τις οδηγίες ειδικά σχεδιασμένων Φύλλων Εργασίας.

Τα ερευνητικά εργαλεία

Ερευνητικά εργαλεία της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν γραπτά ερωτηματολόγια που αποτελούνταν από τρεις ερωτήσεις στην έννοια και τα χαρακτηριστικά του μοντέλου, τα οποία δόθηκαν πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης. Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αποτελούν μέρος των ερωτήσεων που αναπτύχθηκαν από τους Grosslight et al. (1991) και χρησιμοποιήθηκαν από τους Crawford & Cullin (2005). Συγκεκριμένα, η πρώτη ερώτηση αναφέρεται στη φύση του μοντέλου και διερευνά τις αντιλήψεις των φοιτητών/τριών για το τι είναι το μοντέλο, η δεύτερη ερώτηση αναφέρεται στη λειτουργία του μοντέλου και με την τρίτη ερώτηση διερευνούμε τις αντιλήψεις των φοιτητών/τριών για το αν αλλάζει ένα μοντέλο και πότε συμβαίνει αυτό.

Ανάλυση των δεδομένων

Οι γραπτές απαντήσεις των φοιτητών/τριών κατατάχθηκαν σε τρία επίπεδα 1, 2, και 3 με βάση πλαίσιο ταξινόμησης (Πετρίδου & Ψύλλος 2008) που συντέθηκε λαμβάνοντας υπόψη



ταξινομήσεις που προτείνουν άλλοι ερευνητές (Grosslight et al. 1991, Crawford & Cullin 2005, Windschitl & Thompson 2006) καθώς και απαντήσεις φοιτητών/τριών από πιλοτικές εφαρμογές. Το 1ο επίπεδο περιλαμβάνει αντιλήψεις που αποκλίνουν περισσότερο από τις επιστημονικές και το 3ο περιλαμβάνει αντιλήψεις που προσεγγίζουν τις επιστημονικές.

Στο επίπεδο 1 περιλαμβάνονται οι αντιλήψεις που αποκλίνουν περισσότερο από αυτές των επιστημόνων και θεωρούν το μοντέλο ως πιστή αναπαράσταση αντικειμένων, ως μία μέθοδο διδασκαλίας, ως τα βήματα ενός ερευνητή ή ως ένα πρότυπο μιας διαδικασίας. Σε ό,τι αφορά τη λειτουργία του μοντέλου, για το επίπεδο 1 αναφέρεται ότι το μοντέλο χρησιμοποιείται για να απλουστεύσει, να παρουσιάσει, να διευκρινίσει το θέμα που μελετάται και να ταξινομήσει τα φαινόμενα. Για το θέμα της αλλαγής, στο επίπεδο 1 περιλαμβάνονται αντιλήψεις μη αλλαγής του μοντέλου.

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

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

Για να διαπιστωθεί η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοροποίησης ως προς τις αντιλήψεις των φοιτητών/τριών για τη φύση, τη λειτουργία και την αλλαγή των μοντέλων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση εφαρμόστηκε μη παραμετρικός στατιστικός έλεγχος διαφοράς μέσων όρων σε συζευγμένα δείγματα (Wilcoxon) με βάση την κατάταξη των γραπτών απαντήσεων των φοιτητών/τριών στα τρία προαναφερθέντα επίπεδα. Το επίπεδο της στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

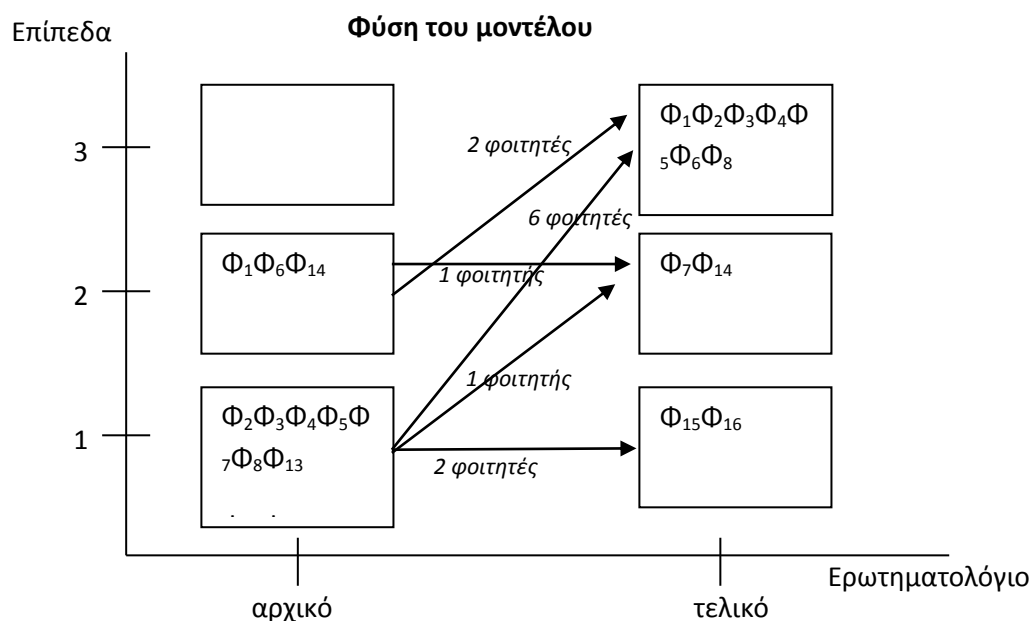
Αποτελέσματα

Από τη σύγκριση των αρχικών και τελικών ερωτηματολογίων, που δόθηκαν στους φοιτητές/τριες, πριν και μετά την όλη διδακτική σειρά αντίστοιχα, προκύπτει ότι οι φοιτητές/τριες είχαν σημαντική πρόοδο στην κατανόηση της έννοιας του μοντέλου, της λειτουργίας του και της αξιολόγησής του.

Συγκεκριμένα, οι αρχικές αντιλήψεις των φοιτητών/τριών για τη φύση του μοντέλου, πριν τη διδακτική παρέμβαση ταξινομήθηκαν στα επίπεδα 1 και 2 με την πλειοψηφία (9 από τους 12) να βρίσκονται στο επίπεδο 1 θεωρώντας ότι το μοντέλο είναι η μεθοδολογία που ακολουθούν οι επιστήμονες, οι εξιδανικεύσεις που γίνονται σε ένα πείραμα ή μία μέθοδος διδασκαλίας. Οι φοιτητές/τριες που είχαν αντιλήψεις επιπέδου 2 αναφέρθηκαν στην αναπαράσταση ενός φαινομένου ή μιας διαδικασίας δίχως ωστόσο να αναγνωρίζουν ότι μοντέλο είναι η αναπαράσταση μιας ιδέας ή θεωρίας. Μετά τη διδακτική σειρά η πλειοψηφία των φοιτητών/τριών (8 από τους 12) είχε αντιλήψεις επιπέδου 3 αναγνωρίζοντας ότι το μοντέλο αναπαριστά κάποια ιδέα ή θεωρία, δύο φοιτητές/τριες είχαν αντιλήψεις επιπέδου 2 και οι υπόλοιποι δύο φοιτητές/τριες παρέμειναν στο επίπεδο 1 θεωρώντας ότι μοντέλο είναι μία μέθοδος διδασκαλίας ή συγχέοντας το μοντέλο με το πείραμα.

Στην εικόνα 1, που ακολουθεί, φαίνεται ότι 6 φοιτητές/τριες είχαν τη μεγαλύτερη πρόοδο στις αντιλήψεις τους για την έννοια του μοντέλου αφού οι αντιλήψεις τους από το επίπεδο 1 πριν τη διδακτική σειρά μετακινήθηκαν στο επίπεδο 3 μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής

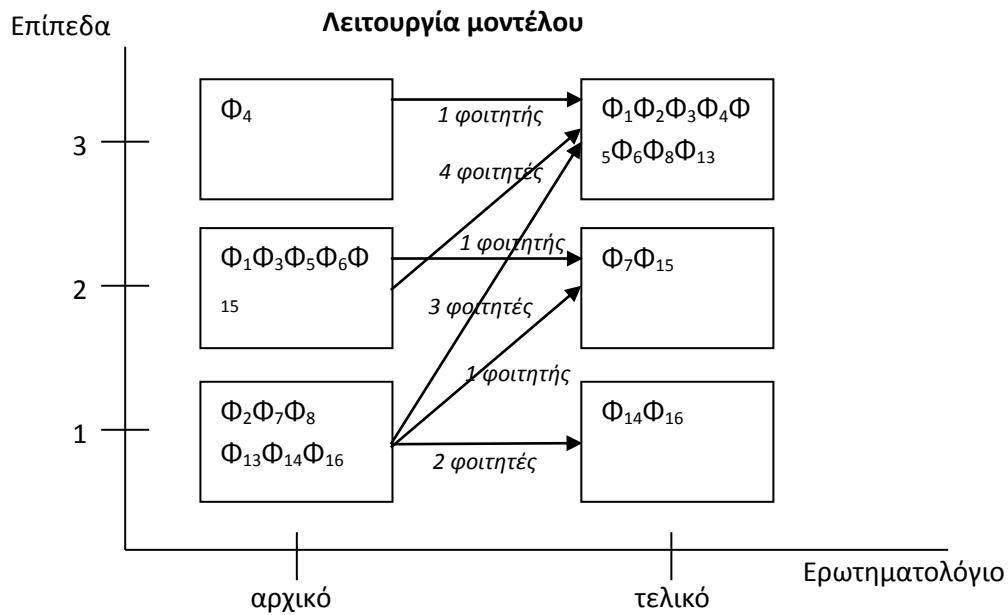
σειράς. Δύο φοιτητές/τριες μετακινήθηκαν από το επίπεδο 2 στο επίπεδο 3, ενώ ένας φοιτητής/τρια μετακινήθηκε από το επίπεδο 1 στο επίπεδο 2. Επίσης, παρατηρούμε ότι 2 φοιτητές/τριες παρέμειναν στο ίδιο επίπεδο 1 πριν και μετά τη διδακτική σειρά και ένας φοιτητής/τρια παρέμεινε στο επίπεδο 2.



Εικόνα 1: Πρόοδος αντιλήψεων φοιτητών για τη φύση του μοντέλου

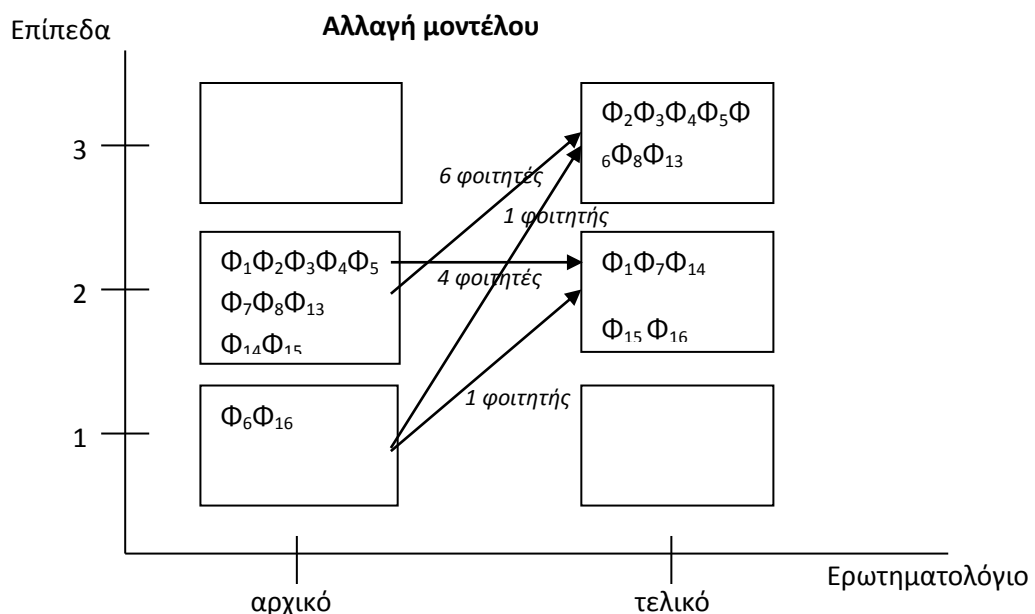
Σε ό,τι αφορά στη λειτουργία του μοντέλου, από την ανάλυση των αρχικών και τελικών ερωτηματολογίων προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση οι αντιλήψεις των φοιτητών/τριών μοιράζονται στα επίπεδα 1 και 2, ενώ ένας φοιτητής/τρια πριν τη διδακτική σειρά αναγνώρισε την προβλεπτική λειτουργία του μοντέλου και ταξινομήθηκε στο επίπεδο 3. Οι φοιτητές/τριες των οποίων οι αντιλήψεις ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 1 θεώρησαν ότι σκοπός του μοντέλου είναι να απλοποιήσει την εργασία των ερευνητών παρέχοντας σε αυτούς την ερευνητική μεθοδολογία, ενώ οι φοιτητές/τριες των οποίων οι αντιλήψεις ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 2 αναγνώρισαν την επεξηγηματική λειτουργία του μοντέλου δίχως ωστόσο να αναφερθούν στην προβλεπτική του χρήση. Μετά τη διδακτική σειρά οι αντιλήψεις 8 φοιτητών/τριών ταξινομήθηκε στο επίπεδο 3 αναγνωρίζοντας την προβλεπτική λειτουργία των μοντέλων, ενώ 2 φοιτητές/τριες είχαν αντιλήψεις επιπέδου 2 αναφέροντας μόνο την επεξηγηματική τους λειτουργία και 2 φοιτητές/τριες παρέμειναν στο επίπεδο 1 θεωρώντας ότι σκοπός του μοντέλου είναι να απλοποιήσει την εργασία των ερευνητών.

Στην εικόνα 2, που ακολουθεί, φαίνεται ότι 3 φοιτητές/τριες είχαν τη μέγιστη πρόοδο αφού οι αντιλήψεις τους για τη λειτουργία του μοντέλου μετακινήθηκαν από το επίπεδο 1 πριν τη διδακτική σειρά στο επίπεδο 3 μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής σειράς, ενώ 4 φοιτητές/τριες μετακινήθηκαν από το επίπεδο 2 στο επίπεδο 3. Συνολικά τέσσερις φοιτητές/τριες είχαν αντιλήψεις ίδιου επιπέδου στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο, 2 από αυτούς στο επίπεδο 1, ένας φοιτητής/τρια στο επίπεδο 2 και ένας φοιτητής/τρια παρέμεινε στο επίπεδο 3.



Εικόνα 2: Πρόοδος αντιλήψεων φοιτητών για τη λειτουργία του μοντέλου

Στο θέμα της αλλαγής του μοντέλου τα αποτελέσματα δείχνουν ότι πριν τη διδακτική σειρά, στο αρχικό ερωτηματολόγιο, η πλειοψηφία των φοιτητών/τριών αναγνωρίζει ότι τα μοντέλα αλλάζουν αλλά στην αιτιολόγησή τους αναφέρουν ότι τα μοντέλα αλλάζουν μόνο όταν δεν ικανοποιούν τον κατασκευαστή τους, δίχως να αναφέρουν τη σύγκριση ανάμεσα στα δεδομένα του μοντέλου και στο φαινόμενο, με αποτέλεσμα οι αντιλήψεις τους να ταξινομούνται στο επίπεδο 2. Οι 2 φοιτητές/τριες που ανέφεραν ότι τα μοντέλα δεν αλλάζουν ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 1. Μετά τη διδακτική σειρά οι ιδέες 7 φοιτητών/τριών ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 3 αφού ανέφεραν ότι για την αξιολόγηση του μοντέλου πρέπει να γίνει σύγκριση ανάμεσα στα δεδομένα του μοντέλου και στο πείραμα, ενώ οι 5 φοιτητές/τριες που ανέφεραν ως αιτία αλλαγής του μοντέλου μόνο το αν ικανοποιεί ή όχι τον κατασκευαστή του ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 2.



Εικόνα 3: Πρόοδος αντιλήψεων φοιτητών για την αλλαγή του μοντέλου

Στην εικόνα 3 φαίνεται ότι η πλειοψηφία των φοιτητών/τριών από το επίπεδο 2 πριν τη διδακτική σειρά μετακινήθηκε στο επίπεδο 3 μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής σειράς, ενώ 4 φοιτητές/τριες παρέμειναν στο ίδιο επίπεδο 2. Ένας φοιτητής/τρια είχε τη μέγιστη πρόοδο αφού οι ιδέες του πριν τη διδακτική σειρά ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 1 ενώ μετά τη διδακτική σειρά οι αντιλήψεις του ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 3.

Βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις αντιλήψεις των φοιτητών/τριών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, σχετικά με τη φύση του μοντέλου ($Z=-2,76$, $p=0,006$), τη λειτουργία του ($Z=-2,60$, $p=0,009$) και το θέμα της αλλαγής του ($Z=-2,71$, $p=0,007$). Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας συμφωνούν με τα ευρήματα της ποιοτικής ανάλυσης. Πράγματι, μετά τη διδακτική παρέμβαση, έχουμε σημαντική μετατόπιση των αντιλήψεων των φοιτητών/τριών από τα επίπεδα 1 και 2 προς το επίπεδο 3 και στις τρεις διαστάσεις των μοντέλων που εξετάστηκαν.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας προκύπτει ότι με διερευνητικές δραστηριότητες μοντελοποίησης, δίχως να συμμετέχουν οι φοιτητές/τριες σε οικοδόμηση μοντέλων, βελτίωσαν σημαντικά τις ιδέες τους για τη φύση του μοντέλου και κάποια βασικά χαρακτηριστικά του. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με του Aiello-Nicosia et al. (2000) σύμφωνα με τους οποίους δεν είναι απαραίτητο ο μαθητευόμενος να εμπλακεί σε δραστηριότητες οικοδόμησης μοντέλων προκειμένου να κατανοήσει την έννοια του μοντέλου.

Ένα αξιοσημείωτο εύρημα της παρούσας εργασίας είναι ότι 9 από τους 12 φοιτητές/τριες άλλαξαν σημαντικά τις αντιλήψεις τους. Επτά φοιτητές/τριες στο τέλος της διδακτικής σειράς είχαν αντιλήψεις επιπέδου 3 και στα τρία χαρακτηριστικά του μοντέλου (φύση, λειτουργία, αλλαγή), όπως προκύπτει από τη σύγκριση των εικόνων 1, 2 και 3 των αποτελεσμάτων. Δηλαδή οι συγκεκριμένοι φοιτητές/τριες σχημάτισαν μία ολοκληρωμένα ικανοποιητική εικόνα για τα μοντέλα, κάτι που αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι είναι δύσκολο να επιτευχθεί (Crawford & Cullin 2004). Επιπλέον ένας φοιτητής/τρια (Φ_7) μετά τη διδακτική σειρά έχει αντιλήψεις επιπέδου 2 και για τα τρία χαρακτηριστικά του μοντέλου, ενώ ένας φοιτητής/τρια (Φ_1) έχει αντιλήψεις επιπέδου 3 για τη φύση και τη λειτουργία του μοντέλου και αντιλήψεις επιπέδου 2 για την αλλαγή του μοντέλου, έχει προσεγγίσει σε μεγάλο βαθμό, δηλαδή, την ολοκληρωμένη ενημερότητα για τα μοντέλα.

Από τους υπόλοιπους, ένας φοιτητής/τρια (Φ_{16}) εμφανίζει μικρή βελτίωση στις αντιλήψεις του για τα μοντέλα μετά τη διδακτική σειρά αφού οι αντιλήψεις του ταξινομούνται στα επίπεδα 1 για τη φύση και τη λειτουργία του μοντέλου και στο επίπεδο 2 για την αλλαγή του μοντέλου. Μόνο οι αντιλήψεις δύο φοιτητών/τριών (Φ_{14} , Φ_{15}) μετά τη διδακτική σειρά παρέμειναν και στα τρία χαρακτηριστικά του μοντέλου στο ίδιο επίπεδο με αυτές που είχαν πριν τη διδακτική σειρά, δηλαδή φαίνεται να μην έχει επηρεάσει καθόλου η διδακτική σειρά τους συγκεκριμένους φοιτητές/τριες ως προς την ενημερότητά τους για τα μοντέλα. Γενικά, αξίζει να παρατηρήσουμε ότι οι τρεις φοιτητές/τριες (Φ_{14} , Φ_{15} , Φ_{16}) που εμφάνισαν την μικρότερη πρόοδο δεν κατάφεραν να αγγίξουν το επίπεδο 3 σε κάποιο από τα τρία χαρακτηριστικά του μοντέλου.

Αναμενόμενο εύρημα, το οποίο συμφωνεί με τους Treagust et. al (2002) ήταν ότι οι φοιτητές/τριες εμφάνισαν καλύτερο αρχικό επίπεδο στο θέμα της αλλαγής του μοντέλου σε σχέση με τη φύση και τη λειτουργία του. Θεωρούμε ότι είναι πιο ευλογοφανές να απαντηθεί το ερώτημα της αλλαγής του μοντέλου που δεν άπτεται τόσο του ορισμού του σε σχέση με τη φύση του μοντέλου και τη λειτουργία του που συνδέονται άμεσα με τον ορισμό του μοντέλου.

Ο συνδυασμός της δομής του εκπαιδευτικού σεναρίου στο οποίο καλούμε τους φοιτητές/τριες να προβλέψουν το ίδιο φαινόμενο δύο φορές, πριν και μετά τη διερεύνηση του



μοντέλου, με το πείραμα να έπεται ώστε ο ρόλος του να είναι να αναδειξεί τι συμβαίνει τελικά στο φαινόμενο ώστε να επιβεβαιώνουν οι φοιτητές/τριες αν κατάφεραν με τη βοήθεια του μοντέλου να προβλέψουν σωστά ή όχι το φαινόμενο και της μεταγνωστικής φάσης στην οποία δινόταν η ευκαιρία να συνειδητοποιήσουν οι φοιτητές/τριες τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποίησαν τα μοντέλα, θεωρούμε ότι έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην κατανόηση της έννοιας του μοντέλου και των βασικών χαρακτηριστικών του. Οι Treagust et al. (2004) συζητούν στα αποτελέσματά τους ότι παρόλο που οι φοιτητές/τριες στην έρευνά τους χρησιμοποίησαν προβλεπτικά τα μοντέλα δεν το συνειδητοποίησαν. Αποσπάσματα των φοιτητών/τριών από τη μεταγνωστική φάση επιβεβαιώνουν τον καθοριστικό ρόλο της στη συνειδητοποίηση της έννοιας του μοντέλου: *«χρησιμοποίησα το μοντέλο για να μπορέσω να προβλέψω την έλξη ανάμεσα στο φορτισμένο και στο αφόρτιστο μπαλόνι. Στο πείραμα μόνο βλέπουμε αυτό που γίνεται ενώ με το μοντέλο μπορούμε να προβλέψουμε και να εξηγήσουμε τι γίνεται»* ή *«εμένα με βοήθησε η παραμόρφωση του νέφους ηλεκτρονίων για την πρόβλεψη του φαινομένου»*. Θεωρούμε ότι η ενεργής χρήση του μοντέλου ως ερευνητικό εργαλείο και οι μεταγνωστικές διαδικασίες οι οποίες είναι βασισμένες στη συγκεκριμένη χρήση ενισχύουν ιδιαίτερα την ενημερότητα του μαθητευόμενου για την έννοια του μοντέλου.

Βιβλιογραφία

- Πετρίδου, Ε., Ψύλλος, Δ., & Χατζηκρανιώτης Ε. (2009). Προβλεπτική χρήση μοντέλων φόρτισης μονωτών και αγωγών. 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση με θέμα: «Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της Διδασκαλίας και της Μάθησης των Φυσικών Επιστημών», Φλώρινα, 07/05/09 – 10/05/09.
- Πετρίδου, Ε., & Ψύλλος, Δ. (2008). Οι αντιλήψεις των υποψηφίων δασκάλων για τα μοντέλα. Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, 1(3), 255-268.
- Aiello-Nicosia, L. M., & Sperandeo-Mineo, M. R. (2000). Educational reconstruction of physics content to be taught and of pre-service teacher training: a case study. International Journal of Science Education, 22(10), 1085 -1097.
- Crawford, B. A., & Cullin, M. (2005). Dynamic Assessments of Preservice Teachers' Knowledge of Models and Modelling, in K. Boersma et. al. (Eds.), Research and the Quality of Science Education, 309 – 323. Springer. Printed in the Netherlands.
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (1998). Learning science through models and modelling. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.). International Handbook of Science Education (pp. 53 -66). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. Journal of Research in Science Teaching, 28(9), 799-822.
- Justi, S. R., & Van Driel J. H. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing and understanding the process. International Journal of Science Education, 27, 549 - 573.
- Mellar, H., and Bliss, J. (1994). Introduction: Modelling and Education. In Mellar, H., Bliss, J., Boohan, R., Ogborn, J., Tompsett, C. (eds), Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum. (London: The Falmer Press), 1-7.
- Petridou, E., Psillos, D., Hatzikraniotis, E., & Viiri, J. (2009). Design and development of a microscopic model in polarization. Physics Education, 44(6), 589-598.

- Saari, H., & Viiri, J. (2003). A research-based teaching sequence for teaching the concept of modelling to seventh-grade students. *International Journal of Science Education*, 25, 1333 - 1352.
- Schwarz, V. C., & White, Y. B. (2005). Metamodeling Knowledge: Developing Students' Understanding of Scientific Modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.
- Sins, H. M. P., Savelsbergh, R. E., & van Joolingen, R. W. (2005). The difficult Process of Scientific Modelling: An analysis of novices' reasoning during computer-based modelling. *International Journal of Science Education*, 27(14), 1695–1721.
- Treagust, F. D., Chittleborough, G., & Mamiala, L. T. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24, 357 – 368.
- Treagust, F. D., Chittleborough, G., & Mamiala, L. T. (2004). Students' understanding of the Descriptive and Predictive Nature of Teaching Models in Organic Chemistry. *Research in Science Education*, 34, 1 – 20.
- White, B.Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students. *Cognition and Instruction* 16 (1), 3-118.
- Windschitl, M., & Thompson, J. (2006), Transcending Simple Forms of School Science Investigation: The Impact of Preservice Instruction on Teachers' Understandings of Model – Based Inquiry. *American Educational Research Journal*, 43/4, 783-835.
- Windschitl, M., Thompson, J. & Braaten, M. (2008). Beyond The Scientific Method: Model-Based Inquiry As A New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.

Συνεδρία 18: Έννοιες Φυσικών Επιστημών και Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου

Κριτική ανασκόπηση ερευνών σχετικών με την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου στις Φυσικές Επιστήμες των εκπαιδευτικών της Α/βάθμιας εκπαίδευσης: Παρουσίαση των στόχων τους

Τσέου Ελένη

Υποψήφια Διδάκτωρ ΑΠΘ

etseou@nured.auth.gr

Περίληψη

Η εργασία που παρουσιάζεται εδώ έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση των ερευνητικών στόχων, όπως αυτοί παρουσιάζονται στις έρευνες οι οποίες εξετάζουν την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (ΠΓΠ) στις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.) των εκπαιδευτικών της Α/βάθμιας Εκπαίδευσης. Για την επίτευξη του στόχου αυτού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της κριτικής ανασκόπησης. Τα αποτελέσματα δείχνουν την ανάγκη εξέτασης ενός μεγάλου αριθμού ζητημάτων, τα οποία εκλείπουν από τη σημερινή διερεύνηση της ΠΓΠ στο χώρο των Φε της Α/βάθμιας Εκπ/σης.

Abstract

The work presented here is to explore the research objectives, such as those presented in studies that examine the pedagogical content knowledge (PCK) of science teachers in primary education. The method of critical review was used to achieve this goal. The results indicate the need to examine a large number of issues which are lacking from the current investigation of PCK in Science Education at primary level.

Εισαγωγή

Μία κατασκευή η οποία εξελίχθηκε σε σημαντικό εργαλείο στην έρευνα της γνώσης των εκπ/κών σχετικά με τη διδ/λία αποτέλεσε η ΠΓΠ, η οποία ορίστηκε ως εξής: “η ανάμιξη του περιεχομένου και της παιδαγωγικής στην οργάνωση, αναπαράσταση και προσαρμογή στα διαφορετικά ενδιαφέροντα και ικανότητες των μαθητών καθώς και στην παρουσίαση για διδασκαλία συγκεκριμένων θεμάτων, προβλημάτων ή ζητημάτων» (Shulman 1986b, p.8).

Παρατηρείται μια συμφωνία ανάμεσα στους ερευνητές για τη φύση της ΠΓΠ ως μία μοναδική περιοχή γνώσης (van Dijk & Kattmann 2006), η οποία βρίσκεται έξω από την περιοχή γνώσης του περιεχομένου του ειδικού και έξω από την περιοχή παιδαγωγικής γνώσης του γενικού παιδαγωγού. Η συγκεκριμένη φύση της την καθιστά διακριτή από τη γενική γνώση της παιδαγωγικής, των εκπαιδευτικών πλαισίων και των μαθητών (van Driel, Verloop & de Vos 1998, Van Driel, Veal & Janssen 2001).

Διαφωνία παρατηρείται στα συστατικά τα οποία αποτελούν την έννοια αυτή. Σύμφωνα με μία άποψη η ΠΓΠ ενημερώνεται από άλλες περιοχές γνώσης χωρίς να τις περιλαμβάνει (Gess-Newsome 1999). Η σχετική έρευνα έδειξε ότι αυτή συμπεριλαμβάνει ως συστατικά μερικές ή όλες τις κατηγορίες γνώσης του εκπαιδευτικού (Hashweh 2005).

Αντίθετες απόψεις επικρατούν σχετικά με τη συγκεκριμένη φύση της ΠΓΠ (van Driel,

Verloop & de Vos 1998), καθώς υποστηρίζεται ότι η φύση της μπορεί να είναι γενική (Fernández-Balboa & Stiel 1995). Σε αυτή την περίπτωση ο όρος ΠΓΠ είναι περιττός, αφού έχει γίνει συνώνυμος με τη γνώση, τις πεποιθήσεις και τις πρακτικές του δασκάλου (Hashweh 2005). Οι Loughran et al. (2001) προχώρησαν σε μια σύλληψη της ΠΓΠ η οποία περιλαμβάνει και το χαρακτηριστικό της συγκεκριμενοποίησης του θέματος και το χαρακτηριστικό της ανάπτυξης της ως αποτέλεσμα αλληλεπιδράσεων ανάμεσα σε άλλες κατηγορίες γνώσης και πεποιθήσεων.

Ένα ζήτημα διαμάχης, με συνέπειες στην εκπ/ση των εκπ/κών, αφορά την υιοθέτηση μετασχηματιστικού ή ενοποιητικού μοντέλου της ΠΓΠ. Στα μετασχηματιστικά μοντέλα η ΓΠ αποτελεί χωριστή κατηγορία γνώσης, η οποία πρέπει να μετασχηματιστεί για να διδαχθεί (βλ. Wilson, Shulman & Richert 1987, Geddis 1993, Van Driel, Verloop & de Vos 1998). Στη διαδικασία του μετασχηματισμού υποστηρίζεται ότι συμμετέχουν και άλλες περιοχές γνώσης, όπως της παιδαγωγικής και του πλαισίου (Magnusson, Krajcik & Borko 1999). Στα ενοποιητικά μοντέλα, τα οποία είναι τα περισσότερα, η ΓΠ θεωρείται συστατικό της ΠΓΠ (Kindt 2009).

Ο ορισμός της ΠΓΠ ως ένας από τους τύπους γνώσης της τέχνης, η οποία καθοδηγεί την πρακτική των εκπαιδευτικών στην τάξη έρχεται σε αντίθεση με τον Shulman (1987), ο οποίος την τοποθετεί σε μία γνωστική βάση στην οποία εμπεριέχεται κάθε κατηγορία σχετική με τη διδασκαλία. Ο ρόλος της σχετικά με την καθοδήγηση της δράσης του εκπαιδευτικού καθιστά δυνατή την άντληση της από τη διδακτική εμπειρία των ίδιων των εκπαιδευτικών, όπως και από δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στο πεδίο του σχολείου (van Driel, Verloop & de Vos 1998).

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό της έννοιας αποτελεί η δυναμική της φύση, σύμφωνα με την κονστράκτιβιστική άποψη της διδασκαλίας (Cochran, DeRuiter & King 1993). Έμφαση δίνεται επίσης στον αφηγηματικό χαρακτήρα της ΠΓΠ, ο οποίος τοποθετείται δίπλα στις αξίες και πεποιθήσεις με τις οποίες είναι εμποτισμένη η φύση της (Gudmundsdottir 1990, 1995).

Οι αντίθετες απόψεις για τη φύση της ΠΓΠ οδηγούν σε αντίθετες απόψεις για την ανάπτυξη της (Smith 2007). Αρχικά πηγές ανάπτυξης της θεωρήθηκαν η παρατήρηση και η προσωπική εμπειρία της διδ/λίας μέσα στην τάξη (Grossman 1990). Σύμφωνα με την εποικοδομητική προσέγγιση μάθησης, η βάση της ΠΓΠ πάνω στην οποία στηρίζεται η ανάπτυξη της είναι η προηγούμενη γνώση των εκπ/κών (Davis 2003). Αυτή δεν επηρεάζεται μόνο από τις εμπειρίες τους μέσα στην τάξη ως εκπ/κοί αλλά και ως μαθητές (Boz & Boz 2008). Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο θεωρείται ο αναστοχασμός των εκπ/κών σχετικά με τις διδ/κές τους εμπειρίες (Magnusson, Krajcik & Borko 1999, Loughran, 2002).

Επίδραση στην ανάπτυξη της ΠΓΠ ασκούν επίσης το πλαίσιο μέσα στο οποίο πραγματοποιούνται οι εμπειρίες αυτές καθώς και οι προσωπικές πεποιθήσεις και αντιλήψεις για τη διδ/λία και τη μάθηση (Morine -Dersheimer & Kent, 1999, Magnusson, Krajcik & Borko 1999). Έρευνα των Khourey-Bowers & Fenk (2009) έδειξε ότι οι εποικοδομητικές στρατηγικές ΕΑ έχουν ως αποτέλεσμα αυξημένη ΠΓΠ.

Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την ανάπτυξη της ΠΓΠ είναι η γνώση των μαθητών (Geddis, 1993, Lederman, Gess-Newsome & Latz 1994) καθώς και η γνώση της αναπτυξιακής και γνωστικής έρευνας, στην οποία συμπεριλαμβάνονται οι θεωρίες μάθησης και αλληλεπίδρασης με τους μαθητές (Boz & Boz, 2008). Έρευνα των van Driel, Verloop & de Vos (1998) έδειξε ότι η ανάλυση των αντιλήψεων και του συλλογισμού των μαθητών από τους εκπ/κούς είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη της ΠΓΠ τους.

Απαραίτητο συστατικό της ανάπτυξης της ΠΓΠ θεωρείται η ΓΠ (Cochran & Jones, 1990, Magnusson, Krajcik & Borko 1999, van Driel, Verloop & de Vos 1998, van Driel, De Jong & Verloop 2002, Veal & Makinster, 1999).

Διαφορετική εμφανίζεται η ΠΓΠ και η ανάπτυξη της στους εκπ/κούς των διαφορετικών



βαθμίδων Εκπ/σης. Στην Α/βάθμια Εκπ/ση, εξαιτίας της ελλιπούς ΓΠ των εκπ/κών, η δυνατότητα ανάπτυξης ΠΓΠ είναι περιορισμένη και αντικαθίσταται ή συμπληρώνεται από τις “δρ/τες που δουλεύουν” (Appleton & Kindt, 1999α). Σημαντική συμβολή αποδίδεται και στις συστάσεις των έμπειρων συναδέλφων (Appleton & Kindt, 1999b).

Ένας άλλος παράγοντας που φαίνεται να έχει μία αξιολογή συνεισφορά στην ανάπτυξη της ΠΓΠ των εκπ/κών της Α/βάθμιας είναι η γενική παιδαγωγική γνώση ή η επαγγελματική γνώση που προέρχεται από μια κλίμακα αντικειμένων (Sanders, Borko & Lockard 1993). Έρευνα των Mulholland & Wallace (2005) η οποία εξέτασε την ανάπτυξη της ΠΓΠ μιας εκπ/κού της Α/βάθμιας Εκπ/σης μέσα στη χρονική περίοδο των πρώτων 10 ετών της διδ/λίας της έδειξε ότι ενώ αρχικά η γνώση του αντικειμένου των Φε ήταν σημαντική, στη συνέχεια υποσκοιάστηκε από τη γενική διδ/κή και αλληλεπιδραστική γνώση.

Η χρησιμότητα της κατασκευής σε συνδυασμό με τα προβλήματα που εμφανίζονται στην έννοια οδήγησε στην εργασία που παρουσιάζεται εδώ. Η εργασία αυτή εξετάζει τους στόχους των ερευνών της ΠΓΠ των εκπ/κών της Α/βάθμιας Εκπ/σης στις ΦΕ.

Μέθοδος

Η εργασία αυτή αποτελεί τμήμα μιας μεγαλύτερης έρευνας η οποία βρίσκεται σε εξέλιξη και έχει ως στόχο την κριτική ανασκόπηση των ερευνών σχετικά με την ΠΓΠ στις Φ.Ε. των εκπαιδευτικών της Α/βάθμιας Εκπαίδευσης. Η παρούσα έρευνα εστιάζεται στη διερεύνηση των ερευνητικών στόχων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της κριτικής ανασκόπησης της βιβλιογραφίας κατά την οποία οι πληροφορίες και οι απόψεις των άρθρων διερευνώνται, αξιολογούνται και κρίνονται. Για την πραγματοποίηση της αξιολόγησης απαιτείται η κατανόηση του σκοπού του κειμένου, του ακροατηρίου στο οποίο απευθύνεται και του τρόπου δόμησης του (UNSW, www.unsw.edu.au).

Τα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία εξετάζονται είναι τα εξής: 1) Ποιοι είναι ο βασικοί και οι επιμέρους στόχοι διερεύνησης της ΠΓΠ καθώς και αν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ τους 2) Αν παρατηρείται κάποια διαφορά όσον αφορά τους στόχους ανάμεσα στις έρευνες των μελλοντικών εκπαιδευτικών και αυτών που ήδη υπηρετούν.

Πρωταρχικές πηγές δεδομένων αποτέλεσαν τα επιστημονικά άρθρα τα οποία προήλθαν από την ηλεκτρονική αναζήτηση του συστήματος βιβλιοθηκών του Α.Π.Θ. (heal-link, βάσεις δεδομένων κ.α.). Οι όροι αναζήτησης περιλάμβαναν τον όρο «παιδαγωγική γνώση περιεχομένου» (pedagogical content knowledge) και συναφείς όρους (όπως subject specific pedagogy, pedagogic content knowledge, specialized practices and knowledge κλπ).

Κριτήρια επιλογής των ερευνών του δείγματος αποτέλεσαν: 1) η αναφορά των όρων αναζήτησης α) στους στόχους ή στα ερωτήματα των ερευνών β) στον τίτλο ή στις λέξεις κλειδιά, γ) στην περίληψη και σε άλλο σημείο του κειμένου με την προϋπόθεση της σαφούς σύνδεσης τους με τους στόχους 2) η ένταξη της έρευνας στο χώρο των Φ.Ε. της Α/βάθμιας Εκπαίδευσης, 3) η αγγλική γλώσσα δημοσίευσης των άρθρων και 4) ο χρόνος δημοσίευσης τους, ο οποίος εκτείνεται ανάμεσα στα έτη 1986 και το Σεπτέμβριο του 2009.

Η καταγραφή και ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με κατηγορίες οι οποίες προήλθαν από τα ερευνητικά ερωτήματα τα οποία εξετάζονται σε συνδυασμό με τα δεδομένα τα οποία προέκυψαν. Συγκεκριμένα, στη διαδικασία της ανάλυσης αρχικά πραγματοποιήθηκε ανάγνωση των δεδομένων για εντοπισμό διαφόρων θεμάτων τα οποία εμφανίζονται στους στόχους των ερευνών. Οδηγοί στη διαδικασία αυτή αποτέλεσαν τα ερευνητικά ερωτήματα της συγκεκριμένης εργασίας. Ο εντοπισμός των θεμάτων οδήγησε στη δημιουργία των πρώτων μεγάλων κατηγοριών. Η περαιτέρω εξέταση των θεμάτων των κατηγοριών είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη υποκατηγοριών. Η διαδικασία αυτή τελικά οδήγησε στο σχηματισμό των εξής κατηγοριών και υποκατηγοριών:

Κατηγορίες που δηλώνουν αν οι στόχοι της έρευνας αφορούν την εξέταση Α) της φύσης της ΠΓΠ i) σύγκριση εκπ/κών, ii) κατανόηση ενός συστατικού της ΠΓΠ iii) κατανόηση των σχέσεων ανάμεσα σε διάφορες όψεις της διδ/λίας και της ΠΓΠ. Β) της ανάπτυξης της ΠΓΠ μέσω της επίδρασης i) μιας συγκεκριμένης μαθησιακής μεθόδου, ii) γενικά ενός προγράμματος ΕΑ, iii) μιας όψης της γνώσης των εκπ/κών iv) της εμπειρίας Γ) και της φύσης και της ανάπτυξης της. Κριτήριο για την κατάταξη στις κατηγορίες αυτές αποτέλεσε η χρήση σχετικών λέξεων (π.χ. ανάπτυξη, αναπτυσσόμενο ρεπερτόριο, πηγές ανάπτυξης, αρχικές ιδέες, εξέλιξη, βελτίωση, οικοδόμηση κλπ.- Φύση, περιγραφή, τρόπος προσέγγισης κ.λπ.).

Αποτελέσματα

Βρέθηκαν συνολικά 47 άρθρα τα οποία ικανοποιούσαν τα κριτήρια επιλογής. Από τα 47 άρθρα, τα 24 αφορούν την ΠΓΠ στις Φ.Ε. των εκπαιδευτικών που υπηρετούν στην Α/βάθμια Εκπαίδευση, 21 εντάσσονται στις έρευνες οι οποίες εστιάζονται στην ΠΓΠ στις Φ.Ε. των μελλοντικών εκπαιδευτικών της Α/βάθμιας Εκπαίδευσης, ενώ 2 από αυτά περιλαμβάνουν και τις δυο καταστάσεις των εκπαιδευτικών της Α/βάθμιας Εκπ/σης. Στο τμήμα αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων.

Πίνακας 1: Κατηγορίες διερεύνησης στους στόχους ερευνών ΠΓΠ ΦΕ εκπ/κών Α/βάθμιας

Έρευνες της ΠΓΠ	Φύση ΠΓΠ	Ανάπτ. ΠΓΠ	Φύση & Ανάπτ.	Σύνολο
Εντός υπηρεσίας εκπαιδ.	5	18	1	24
Προ-υπηρεσίας εκπαιδ.	2	16	3	21
Εντός & προϋπ. Εκπαιδ.	0	1	1	2
Σύνολο	7	35	5	47

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 1, το μεγαλύτερο μέρος των ερευνών επικεντρώνεται στην εξέταση της ανάπτυξης της ΠΓΠ (35 από τις 47 έρευνες). Η επικράτηση αυτή παρατηρείται και στους εκπ/κούς εντός υπηρεσίας και στους υποψήφιους εκπ/κούς ($\eta=18$ και $\eta=16$ αντίστοιχα). Αντίθετα λίγες έρευνες εστιάζονται στη διερεύνηση μόνο της φύσης της ΠΓΠ (7 από τις 47 έρευνες). Εμφανίζεται επίσης και ένας μικρός αριθμός ερευνών, οι οποίες φαίνεται ότι εξετάζουν και τη φύση και την ανάπτυξη της ΠΓΠ ($\eta=5$).

Αναλυτικότερη εξέταση των κατηγοριών αυτών οδήγησε στους πίνακες 2.1. και 2.2.

Πίνακας 1.1. Υποκατηγορίες στόχων σχετικά με τη διερεύνηση της φύσης της ΠΓΠ.

Έρευνες της Φύσης ΠΓΠ	Σύγκρ. εκπ/κών	Συστατ. ΠΓΠ	Σχέσεις	Σύνολο
Εντός υπηρεσίας εκπαιδ.	2	3	1	6 (5+1)
Προ-υπηρεσίας εκπαιδ.	1	2	2	5 (2+3)
Εντός & προ-υπηρ. εκπαιδ.	0	0	1	1
Σύνολο	3	5	4	12

Στον πίνακα 1.1. φαίνονται οι επιμέρους στόχοι των ερευνών που ασχολούνται με τη διερεύνηση της φύσης της ΠΓΠ. Συγκεκριμένα, αυτοί αφορούν τη σύγκριση των εκπ/κών σχετικά με την ΠΓΠ που έχουν ($\eta=3$), την κατανόηση ορισμένων συστατικών της ($\eta=5$) και



την κατανόηση των συνδέσεων που παρατηρούνται ανάμεσα σε διάφορες όψεις της γνώσης των εκπ/κών και της ΠΓΠ (η=4).

Πίνακας 1.2. Υποκατηγορίες στόχων οι οποίες εμφανίζονται σχετικά με την ανάπτυξη της ΠΓΠ.

Ανάπτυξη ΠΓΠ	Μέθοδος	Πρόγραμμα	Όψεις γνώσης	Εμπειρία	Σύνολο
Εντός υπηρ. εκπ.	11	4	3	1	19 (18+1)
Προϋπ. εκπαιδ.	12	2	4	1	19 (16+3)
Εντός & προϋπ.	0	1	1	0	2
Σύνολο	23	7	8	2	40

Στον πίνακα 1.2. φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερευνών σχετικά με την ανάπτυξη της ΠΓΠ (23 από τις 40) ασχολείται με την εξέταση της επίδρασης την οποία ασκεί επάνω της μια συγκεκριμένη μέθοδος μάθησης. Η αυξημένη αυτή τάση εμφανίζεται και στις δύο κατηγορίες των εκπ/κών -εντός και προ-υπηρεσίας (η=11 και η=12 αντίστοιχα). Άλλοι επιμέρους στόχοι είναι η εξέταση της επίδρασης γενικά ενός προγράμματος (η=7) και της επίδρασης μιας συγκεκριμένης όψης της γνώσης των εκπ/κών επάνω στην ανάπτυξη της ΠΓΠ (η=8). Σε ένα μικρό αριθμό ερευνών (η=2) διερευνάται η επίδραση της εμπειρίας.

Η ανάλυση των όψεων της γνώσης του εκπ/κού οι οποίες διερευνήθηκαν σε σχέση με την ΠΓΠ οδήγησε στον πίνακα 1.3. Ο πίνακας αυτός προέκυψε από την κοινή ανάλυση του πίνακα 1.1 και 1.2.

Πίνακας 1.3. Όψεις της Γνώσης του Εκπ/κού που διερευνήθηκαν σε σχέση με την ΠΓΠ

Όψεις της γνώσης του εκπ/κού που διερευνώνται	Εντός	Προϋπ.	Εντός & Προ	Σύνολο
Γνώση περιεχομένου	0	4	0	4
Γνώση διδ/κών στρατηγικών	0	1	0	1
Προηγούμενη γνώση των εκπ/κών	0	1	0	1
Γνώση των αναπαραστάσεων του περιεχομένου	2	0	0	2
Γνώση του εαυτού (επαγγελματικές ταυτότητες)	1	0	0	1
Γνώση των χαρακτηριστικών της αποτελ. ΕΑ	1	0	0	1
Συναισθηματική γνώση	0	0	1	1
Σύνολο	4	6	1	11

Στον πίνακα αυτό φαίνεται ότι η κατηγορία που κυριαρχεί στη διερεύνηση είναι η ΓΠ (στις 4 από τις 10 έρευνες). Παρατηρείται ότι απουσιάζουν αρκετές όψεις της γνώσης του εκπ/κού, όπως η παιδαγωγική γνώση, η γνώση του πλαισίου κ.λ.π. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατανομή των κατηγοριών στους προ και εντός υπηρεσίας εκπ/κούς.

Η ανάλυση των μεθόδων μάθησης που χρησιμοποιήθηκαν στη διερεύνηση της ανάπτυξης της ΠΓΠ οδήγησε στα εξής αποτελέσματα: εννοιολογική αλλαγή (2), εννοιολογικής αλλαγή με στρατηγικές αυξανόμενης γνωστικής σύγκρουσης και αναστοχασμού (1), επίδειξη (1), συνδιδασκαλία και πρακτική (1), περιπτώσεις διδασκαλίας ΦΕ (1), διδασκαλία και μάθηση που βασίζεται σε εργασία πεδίου (3), Συμβουλευτική υποστήριξη των εκπ/κών (1), Μάθηση βασισμένη στη Θεωρία πολλαπλής νοημοσύνης (1), Έρευνα δράσης μέσα σε κοινότητα πρακτικής (1), Έρευνα δράσης με τη χρήση ενός σκελετού (1), Εποικοδομητικός κύκλος

μάθησης (1), Μάθηση που βασίζεται σε προβλήματα (2), Μαθησιακός κύκλος σχεδιασμού, διδ/λίας και αναστοχασμού (1), Ενοποίηση της γνώσης με τη χρήση ενός αναλυτικού σκελετού (1), Μάθηση των ΦΕ ως έρευνα (1), Διαφορετικοί μέθοδοι μάθησης Αγγλίας και Φινλανδίας (1), Ολιστική μάθηση (1), Παιδαγωγική χρήση αναλογίας (1), Διδ/κός σκελετός καθοδηγούμενης έρευνας και μοντελοποίησης (1), Αναστοχασμός (1).

Τα αποτελέσματα δείχνουν τη διερεύνηση μιας μεγάλης ποικιλίας μεθόδων μάθησης στην προσπάθεια ανάπτυξης της ΠΓΠ ($\eta=24$). Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης παρατηρείται στη διδ/λία και μάθηση που βασίζεται σε εργασία πεδίου ($\eta=3$), στη μέθοδο της εννοιολογικής αλλαγής ($\eta=2+1$), στη μάθηση που βασίζεται σε προβλήματα ($\eta=2$) και στην έρευνα δράσης ($\eta=1+1$).

Συμπεράσματα -Συζήτηση

Όσον αφορά το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, τα αποτελέσματα δείχνουν την εμφάνιση δύο βασικών στόχων διερεύνησης της ΠΓΠ: της φύσης και της ανάπτυξης της ΠΓΠ. Η προσωπική μου άποψη είναι ότι η διαίρεση ανάμεσα στη φύση και στην ανάπτυξη της ΠΓΠ είναι τεχνητή και ενέχει τον κίνδυνο αλλοίωσης της ουσίας της ΠΓΠ. Η δυναμική φύση της ΠΓΠ (Cochran et al., 1993) η οποία συνεχώς οικοδομείται οδηγεί στην έννοια μιας ΠΓΠ η οποία δε μένει ποτέ στατική αλλά συνεχώς μεταλλάσσεται και αναπτύσσεται. Συγχρόνως η ανάπτυξη της ΠΓΠ δε θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί σε περιοχές που δεν περικλείονται στη φύση της. Για το λόγο αυτό θα θεωρούσα πιο ακριβείς τους όρους “συνεχώς αναπτυσσόμενη φύση της ΠΓΠ” ή “ανάπτυξη της φύσης της ΠΓΠ”.

Οι στόχοι της διερεύνησης της φύσης της ΠΓΠ και των συστατικών που την αποτελούν, αν και είναι σημαντικός για την κατανόηση της, επιχειρείται από ελάχιστο αριθμό ερευνών. Πιθανόν αυτό συμβαίνει επειδή η φύση της ΠΓΠ είναι μία έννοια, η οποία παρουσιάζει αρκετές ασάφειες και δυσκολίες. Το μεγαλύτερο ερευνητικό ενδιαφέρον φαίνεται να συγκεντρώνει η διερεύνηση της ανάπτυξης της ΠΓΠ. Η εξέταση της επίδρασης συγκεκριμένων μεθόδων μάθησης επάνω στην ΠΓΠ, η οποία κυριαρχεί, πιθανόν δείχνει την ανάγκη συγκεκριμένων τεκμηριωμένων προτάσεων για την αύξηση της ΠΓΠ, τόσο στους φοιτητές όσο και στους υπηρετούντες εκπ/κούς.

Φαίνεται ότι ανάμεσα στους βασικούς και στους επιμέρους στόχους εμφανίζεται μια σχέση αιτίας -αποτελέσματος. Ιδιαίτερα, όσον αφορά το στόχο της ανάπτυξης της ΠΓΠ, αυτός διερευνάται σε όλες τις περιπτώσεις με την επίδραση μιας μεταβλητής (μια συγκεκριμένη μέθοδος, ένα πρόγραμμα, μια όψη της γνώσης κλπ.). Αντίθετα, σχετικά με τη φύση της ΠΓΠ λέξη κλειδί φαίνεται ότι αποτελεί ο στόχος της κατανόησης. Ο στόχος αυτός παραπέμπει στη νατουραλιστική μεθοδολογική προσέγγιση. Ωστόσο, η αναφορά αυτή χρειάζεται περαιτέρω, σε βάθος διερεύνηση.

Η ανάλυση των επιμέρους στόχων έδειξε ότι αν και διερευνήθηκε η σχέση ορισμένων όψεων της γνώσης του εκπ/κού σε σχέση με την ΠΓΠ, οι όψεις αυτές είναι λίγες και επικεντρώνονται στη σχέση της ΓΠ με την ΠΓΠ. Το συμπέρασμα αυτό οδηγεί στην ανάγκη διερεύνησης και άλλων όψεων της γνώσης του εκπ/κού σε σχέση με την ΠΓΠ. Με το εύρημα αυτό συμφωνεί και άλλη ανασκόπηση, σύμφωνα με την οποία η σχέση της ΓΠ και της ΠΓΠ έχει ερευνηθεί εκτεταμένα, αντίθετα με τις συναισθηματικές όψεις της διδ/λίας (Kindt, 2009).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης των διαφόρων μεθόδων μάθησης που χρησιμοποιούνται στη διερεύνηση της ΠΓΠ. Διερευνάται μια ποικιλία μεθόδων στην ανάπτυξη της ΠΓΠ, όπως της εννοιολογικής αλλαγής, της έρευνας δράσης μέσα σε κοινότητα πρακτικής, της εργασίας πεδίου, του αναστοχασμού κλπ. Καθώς οι μέθοδοι αυτές απορρέουν από μία θεωρητική φιλοσοφία, υποθέτω ότι η εφαρμογή τους στη διερεύνηση της ανάπτυξης της ΠΓΠ στην ουσία διευρύνει την έννοια της ΠΓΠ και της προσθέτει πολύπλευρες διαστάσεις. Ωστόσο, τα δεδομένα της ανασκόπησης αυτής δεν

επιτρέπουν την επιβεβαίωση ή τη διάψευση αυτής της υπόθεσης, η οποία μένει να ελεγχθεί μελλοντικά με περισσότερα δεδομένα.

Σε σχέση με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, εμφανίζεται και στις δύο κατηγορίες εκπ/κών (εντός και προϋπηρεσίας) κοινό ενδιαφέρον στη διερεύνηση της ανάπτυξης της ΠΓΠ και ιδιαίτερα στην επίδραση μιας συγκεκριμένης μεθόδου, ενώ διαφορετικές είναι οι όψεις της γνώσης των εκπαιδευτικών που εξετάζονται σε σχέση με την ΠΓΠ.

Αναδεικνύεται η ανάγκη εξέτασης ενός μεγάλου αριθμού ζητημάτων, τα οποία εκλείπουν από τη σημερινή διερεύνηση της ΠΓΠ στο χώρο των Φε της Α/βάθμιας Εκπ/σης, όπως η φύση της ΠΓΠ, τα συστατικά που τη συγκροτούν, η σχέση της φύσης με την ανάπτυξη της ΠΓΠ, η σχέση των μεθόδων ανάπτυξης της ΠΓΠ με τη φύση της κ.α. Σχετικές ανασκοπήσεις συμφωνούν ως προς την ανάγκη διερεύνησης της σχέσης της ΠΓΠ με ποικίλες όψεις, όπως τη μαθητική επίδοση και την πρακτική (Kagan, 1990, Baxter & Lederman, 1999, Abell, 2008), καθώς και τις συναισθηματικές όψεις (Kindt, 2009).

Βιβλιογραφία

Abell, S. K.(2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30 (10):1405 — 1416.

Alexander, P.A., Schallert, D.L. & Hare, V.C. (1991). Coming to terms: How researchers in learning and literacy talk about knowledge. *Review of Educational Research*, 61: 315-343.

Appleton, K., & Kindt, I. (1999a, March). *How do beginning primary teachers cope with science: Development of pedagogical content knowledge in science*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Education, Boston, MA.

Appleton, K., & Kindt, I. (1999b). Why teach primary science? Influences on beginning teachers' practices. *International Journal of Science Education*, 21: 155–168.

Baxter, J.A & Lederman, N.G. (1999). Assessment and measurement of Pedagogical Content Knowledge. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 147-161). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Boz, N. & Boz, Y. (2008). A Qualitative Case Study of Prospective Chemistry Teachers' Knowledge About Instructional Strategies: Introducing Particulate Theory. *J Sci Teacher Educ* 19: 135–156.

Bromme, R. (1995). What exactly is 'pedagogical content knowledge'? –Critical remarks regarding a fruitful research program. In S. Hopman & K. Riquarts (Eds.), *Didaktik and/or curriculum* (pp.205-216). IPN:Kiel.

Cochran, K., & Jones, L. (1998). The subject matter knowledge of preservice science teachers. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 707–718). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Cochran, K.F., DeRuiter, J.A. & King, (1993). Pedagogical content knowing: An Integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4): 263-272.

Davis, E.A. (2003). Knowledge Integration in Science Teaching: Analysing Teachers' Knowledge Development. *Research in Science Education* 34: 21–53.

Fernández-Balboa, J.-M. & Stiel, J. (1995). The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. *Teaching & Teacher Education*, 11(3): 293-306.

Geddis, A. N. (1993). Transforming subject-matter knowledge: The role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching. *International Journal of Science Education*, 15: 673–683.

Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An Introduction and Orientation. In Gess-Newsome, J. & Lederman, N.G. (eds.), *Examining pedagogical content knowledge*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.

Gudmundsdottir, S. (1990). Values in pedagogical content knowledge. *Journal of Teacher Education*, 41(3): 44-52.

Gudmundsdottir, S. (1995). The narrative nature of pedagogical content knowledge. In McEvan & K. Egan (Eds.), *Narrative in teaching, learning and research*. New York: teachers College Press.

Hashweh, M.Z. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 11(3): 273-292.

Kagan, D.M. (1990). Ways of Evaluating Teacher Cognition: Inferences Concerning the Goldilocks Principle. *Review of Educational Research*, 60 (3): 419-469.

Khourey-Bowers, C. & Fenk, Z.C. (2009). Influence of Constructivist Professional Development on Chemistry Content Knowledge and Scientific Model Development. *J Sci Teacher Educ*, 20: 437–457.

Kindt, V. (2009). Pedagogical Content Knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45 (2): 169-204.

Loughran, J.J., Milroy, P., Berry, A., Gunstone, R.F. & Mulhall, P. (2001). Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. *Research in Science Education*, 31: 289-307.

Loughran, J.J. (2002). Effective reflective practice: In search of meaning in learning about teaching. *Journal of Teacher Education*, 53(1), 33–4.

Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. In J. Gess-Newsome and N.G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp.95-132). Dordrecht: Kluwer Academic.

Morine-Dersheimer, G., & Kent, T. (1999). The complex nature and sources of teachers' pedagogical knowledge. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 21–50). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Mulholland, J. & Wallace, J. (2005). Growing the Tree of Teacher Knowledge: Ten Years of Learning to Teach Elementary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (7): 767-790.

Sanders, L. R., Borko, H., & Lockard, J. D. (1993). Secondary science teachers' knowledge base when teaching out of their area of certification. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 723–

736.

Shulman, L.S. (1986b). 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: 1-22.

Smith, R. G. (2007) 'Developing professional identities and knowledge: becoming primary teachers'. *Teachers and Teaching*, 13(4): 377 — 397

Van Dijk, E.M. & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, in press.

Van Driel, J.H., Veal, W.R. & Janssen, F.J.J.M. (2001). Pedagogical content knowledge: an integrative component within the knowledge base for teaching. *Teaching and Teacher Education*, Vol. 17, Iss. 8, pp. 979-986.

van Driel, J., De Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86: 572–590.

van Driel, J., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6): 673–695.

Veal, W. R., & Makinster, J. G. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 3(4). Located at <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/vealmak.html>.

Wilson, S. M., Shulman, L., & Richert, A. (1987). 150 different ways of knowing: Representations of knowledge in teaching. In J. Calderhead (Ed.), *Exploring teachers' thinking* (pp. 104–124). London: Cassell Educational Limited.

Εκπαιδευτική υποστήριξη στο πλαίσιο ενός προγράμματος επιμόρφωσης σε μελλοντικούς Φυσικούς ώστε να αναπτύξουν την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου τους

Βασίλης Γρηγορίου, Γεώργιος Θ. Καλκάνης

*Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών*

vgrigor@primedu.uoa.gr, kalkanis@primedu.uoa.gr, <http://micro-kosmos.uoa.gr>

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας αυτή είναι να διερευνήσει τις ανάγκες μελλοντικών εκπαιδευτικών Φυσικής δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και να προτείνει κατάλληλες υποστηρικτικές εκπαιδευτικές ενέργειες, ώστε να αναπτυχθεί η Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου τους (Π.Γ.Π.). Για την επίτευξη του στόχου αυτού σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια διαδικασία επιμόρφωσης δώδεκα φοιτητών του Φυσικού τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών πάνω σε βασικές αρχές διδακτικής και τεχνολογίας. Οι επιμορφούμενοι συμμετείχαν σε δεκαπέντε δίωρες συναντήσεις ενώ κατά τη διάρκεια της όλης προσπάθειας σχεδίασαν και ανέπτυξαν εκπαιδευτικό υλικό καθώς επίσης και διενέργησαν μία πρότυπη διδασκαλία. Τα πρώτα συμπεράσματα δείχνουν ότι η Π.Γ.Π. τους είναι σε πρωταρχικό στάδιο σε θέματα που εμπλέκουν άμεσα τη στάση των μαθητών, τη χρήση του πειραματισμού ως εκπαιδευτικό εργαλείο, το διάλογο με τους μαθητές, την αυτοαξιολόγηση και την αιτιολόγηση των επιλογών τους, ενώ ζητήματα που δεν έχουν τόσο λεπτές υφές και μπορούν να περιγραφούν με γενικές νόρμες, όπως η υιοθέτηση μιας εκπαιδευτικής μεθοδολογίας, η διεξαγωγή πειραμάτων, η παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού, η χρήση της τεχνολογίας, παρουσιάζονται να είναι πιο οικεία για αυτούς.

Abstract

This study investigates the needs of prospective Physics teachers in high school and it proposes appropriate educational actions in order to develop their Pedagogical Content of Knowledge (P.C.K.). In order to fulfill the goal, a seminar was run in which participated twelve students of the Physics department of the University of Athens. This seminar involved basic didactic concepts and technology. The participants participated in fifteen meetings of two hours each. During the whole project they designed and they also developed educational material and at the end they conducted a normative lesson. The first findings show that they had formed only a very primitive P.C.K. at themes that involve students' attitude, use of experiments as an educational tool, Socratic dialogs, self-evaluation and decision rationalization. On the other hand they have developed their P.C.K. at fields that don't include such delicate meanings and that can be described through general norms, such as adopting an educational methodology, doing experiments, producing educational material and using technology.

Εισαγωγή

Παρά το πλήθος των ερευνητικών προσπαθειών και των συνεπακόλουθων προτάσεων, το εκπαιδευτικό αποτέλεσμα στη μάθηση των Φ.Ε. στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι μη ικανοποιητικό, ενώ η διδασκαλία τους διατηρεί ακόμα χαρακτηριστικά που η έρευνα



αποδεικνύει αναποτελεσματικά (Besson et al, 2010). Κύριος παράγοντας που ευθύνεται για αυτή την αναντιστοιχία μεταξύ των ερευνητικών προτάσεων και της καθημερινής εκπαιδευτικής πραγματικότητας είναι η ελλιπής υποστήριξη των μελλοντικών και εν ενεργεία εκπαιδευτικών με τα απαιτούμενα εργαλεία για την επαγγελματική τους σταδιοδρομία. Ο Bruer υποστηρίζει ότι εάν επιδιώκουμε μια εκπαιδευτική μεταρρύθμιση, θα πρέπει να διαμορφώσουμε ένα σύστημα έρευνας, εκπαίδευσης εκπαιδευτικών και πράξης στο οποίο τα συστατικά μέρη να αλληλεπιδρούν σε υψηλό βαθμό και να εξελίσσονται συνεχώς (Bruer, 1993). Οι έρευνες για τη βελτίωση της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών τόσο παγκόσμια όσο και στον ελλαδικό χώρο δείχνουν ότι η γνώση που αποκτούν οι απόφοιτοι σχολών που ασχολούνται με τις Φυσικές Επιστήμες δεν επαρκούν για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Καριώτογλου Π. 2002), αλλά χρειάζεται να συμπληρωθούν επικουρικά με παιδαγωγικές γνώσεις.

Το ελληνικό υπουργείο παιδείας έχει ήδη εξαγγείλει τον προγραμματισμό για την αλλαγή των αναλυτικών προγραμμάτων στην υποχρεωτική εκπαίδευση, αναφέροντας ως παράγοντα κλειδί σε αυτή την προσπάθεια το ρόλο των εκπαιδευτικών, «Στο Νέο Σχολείο μαθητές και εκπαιδευτικοί θα πρέπει ... να μετεξελιχτούν σε παραγωγούς περιεχομένου που θα αντανakλά τις δικές τους αξίες και προτεραιότητες, οικοδομώντας, κατά συνέπεια, τη δική τους εναλλακτική οπτική για τη «διδασκτέα ύλη» της τάξης τους.» (Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών «ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΒΟΥΛΕΥΣΗΣ», 2010). Αναγνωρίζεται όμως ότι για να ανταπεξέλθουν οι εκπαιδευτικοί στις νέες αυτές απαιτήσεις που τίθενται, θα πρέπει να υποστηριχθούν μέσα από μια διαδικασία επιμόρφωσης η προετοιμασία της οποίας έχει εξαγγελθεί.

Επομένως, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική η πρόταση ενός πλαισίου επιμόρφωσης τόσο μελλοντικών όσο και εν ενεργεία εκπαιδευτικών Φ.Ε., που να περιλαμβάνει τη στοχοθέτηση, τη μεθοδολογική προσέγγιση, το αναλυτικό πρόγραμμα, το ωρολόγιο πρόγραμμα, την πρόγνωση και αξιοποίηση τυχόν ιδιαιτεροτήτων, την άμεση αλληλεπίδραση και εφαρμογή στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική, την αξιολόγηση.

Η παρούσα εργασία, ως αρχικό βήμα μιας γενικότερης προσπάθειας έρευνας πάνω στο προαναφερθέν πλαίσιο, ασχολείται με τη διερεύνηση των εκπαιδευτικών αναγκών μελλοντικών εκπαιδευτικών Φυσικής δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και την πρόταση κατάλληλων υποστηρικτικών ενεργειών, ώστε να αναπτυχθεί η Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (Π.Γ.Π.) τους. Η κεντρική θέση της Π.Γ.Π. μέσα στην πρακτική γνώση των εκπαιδευτικών υποστηρίζεται βιβλιογραφικά (Cochran, DeRuiter & King. 1993).

Θεωρητικό πλαίσιο

Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες στη μελέτη της γνώσης του εκπαιδευτικού χρησιμοποιείται η έννοια της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (Π.Γ.Π.). Η εισαγωγή της έννοιας αυτής πραγματοποιήθηκε αρχικά από τον Shulman και ορίστηκε ως η ανάμιξη του γνωστικού περιεχομένου και της παιδαγωγικής από τον εκπαιδευτικό προκειμένου να οργανώσει, να προσαρμόσει στα διαφορετικά ενδιαφέροντα και ικανότητες των μαθητών, καθώς και να παρουσιάσει για διδασκαλία συγκεκριμένα θέματα. Κεντρικό κομμάτι στον εκπαιδευτικό αυτό μετασχηματισμό κατέχουν «οι τρόποι αναπαράστασης και διατύπωσης του αντικειμένου που το κάνουν κατανοητό στους άλλους» (Shulman, 1986b, p.8-9).

Στην παρούσα εργασία, η Π.Γ.Π. προσεγγίζεται με τον τρόπο που προτείνεται από τους (Gess-Newsome & Lederman, 2001), όπου θεωρούν ότι τα βασικά στοιχεία της Π.Γ.Π. είναι οι απαντήσεις των ερωτήσεων «Τι πρέπει να κάνω ώστε να βοηθήσω τους μαθητές μου να καταλάβουν αυτό το θέμα; Τι υλικά θα χρησιμοποιήσω στην προσπάθειά μου; Τι είναι πιθανό να γνωρίζουν ήδη οι μαθητές μου και τι θα είναι δύσκολο γι' αυτούς; Πώς θα αξιολογήσω καλύτερα τι έμαθαν οι μαθητές μου;».

Ερευνητικά ερωτήματα

Όπως προαναφέρεται, σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση των αποφάσεων και ενεργειών μελλοντικών φυσικών, όταν καλούνται να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν δικό τους εκπαιδευτικό υλικό καθώς επίσης και η πρόταση της ανάλογης εκπαιδευτικής υποστήριξής ώστε οι πρώτοι να ανταπεξέλθουν καλύτερα στο έργο τους, ιδωμένα μέσα στο πλαίσιο της Π.Γ.Π..

Πιο συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα είναι τα εξής: 1. Ποιες πτυχές της Π.Γ.Π. ακολουθούν μελλοντικοί φυσικοί, όταν καλούνται να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν μια πρότυπη διδασκαλία; 2. Ποιες υποστηρικτικές στρατηγικές θα πρέπει να ακολουθηθούν στο πλαίσιο μιας διαδικασίας επιμόρφωσης, ώστε να καταφέρουν οι εκπαιδευόμενοι να αναπτύξουν την Π.Γ.Π. τους;

Ερευνητικό πλαίσιο-Μεθοδολογία

Το δείγμα

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δείγμα 12 φοιτητών του Φυσικού τμήματος του Π.Α.. Οι φοιτητές συμμετείχαν εθελοντικά στη διαδικασία επιμόρφωσης διαφορετικές χρονικές περιόδους, σε ένα διάστημα τεσσάρων ετών. Είχαν όλοι παρακολουθήσει το υποχρεωτικό μάθημα διδακτικής που προσφέρεται στο πρόγραμμα σπουδών της σχολής και ως επί το πλείστον βρίσκονταν στο τέλος των σπουδών τους. Η επιμόρφωση έγινε στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών και περιελάμβανε κατά μέσο όρο δεκαπέντε δίωρες συναντήσεις. Όλες οι συναντήσεις έγιναν υπό την καθοδήγηση του ίδιου επιμορφωτή.

Περιγραφή της επιμόρφωσης

Κύριος στόχος της επιμόρφωσης ήταν η ενημέρωση των φοιτητών σε θέματα γενικής διδακτικής υπό το πρίσμα της Π.Γ.Π., σε θέματα εκπαιδευτικής χρήσης της τεχνολογίας αλλά και στην πρακτική εξάσκησή τους. Υπήρχε ένα δομημένο αναλυτικό πρόγραμμα με τους κύριους στόχους ανά άξονα να παρουσιάζονται στο σχήμα 1 και στο σχήμα 2 αντίστοιχα. Κάθε συνάντηση χωριζόταν χρονικά σε τρία μέρη: στο πρώτο μέρος γινόταν η επιμόρφωση στα θέματα διδακτικής και τεχνολογίας, στο δεύτερο μέρος γινόταν παρουσίαση από μέρους των φοιτητών του υλικού που οι ίδιοι είχαν αναπτύξει στο μεσοδιάστημα μεταξύ των συναντήσεων. Στο τρίτο μέρος γινόταν αξιολόγηση του υλικού από όλη την ομάδα μέσω μιας διαδικασίας που μοιάζει στη μέθοδο του «teaching experiment» (Ασημόπουλος Σ., Σταύρου Δ. & Σκορδούλης Κ. 2009). Υπήρχε μια διαδικασία «συνέντευξης» όπου οι επιμορφούμενοι κατείχαν το ρόλο τόσο του συνεντευξιαζόμενου (που προσπαθεί να κατανοήσει πώς κατανοούν οι εκπαιδευόμενοι) όσο και του δασκάλου. Με τον τρόπο αυτό προσδοκούμε να σκιαγραφηθούν τόσο οι προσωπικές τους απόψεις πάνω σε θέματα διδακτικής αλλά ταυτόχρονα να αλλάζουν και στάσεις μέσω της επακολουθούμενης συζήτησης. Η στρατηγική αυτή φαίνεται να αποδίδει ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια της έρευνας και σχεδιασμού μιας διαδικασίας όπου αναζητούνται οι θεμελιώδεις/βασικές αρχές πάνω στις οποίες θα στηριχθεί ένα ευρύτερο πλαίσιο παρέμβασης (Komorek & Duit 2004). Επίσης, στο στάδιο αυτό γινόταν ανάθεση εργασιών για την επόμενη εβδομάδα καθώς επίσης και μια ευρύτερη συζήτηση σε θέματα διδακτικής πέραν των προαποφασισμένων και δομημένων του πρώτου μέρους. Το στοιχείο αυτό ελαστικότητας του αναλυτικού προγράμματος επικαιροποιεί και προσωποποιεί περισσότερο την επιμόρφωση, όπως υποστηρίζεται και από την Gödek (2010).



Διδακτική (Δ):

- Σχεδιασμός της διδασκαλίας (Δ1). Να επιχειρούν το μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης σε σχολική
 - (Δ1.1) θέτοντας αναλυτικούς, σαφείς και εύκολα αξιολογήσιμους διδακτικούς στόχους,
 - (Δ1.2) λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως: τις ιδέες των μαθητών, τα ενδιαφέροντα των μαθητών, το ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο,
 - (Δ1.3) χρησιμοποιώντας μοντέλα, αναλογίες και μεταφορές,
 - (Δ1.4) υιοθετώντας κάποιο εκπαιδευτικό μοντέλο,
 - (Δ1.5) συσχετίζοντας έννοιες μεταξύ τους,
 - (Δ1.6) χρησιμοποιώντας και παράγοντας εκπαιδευτικό υλικό.
- Υλοποίηση της διδασκαλίας τους (Δ2)
 - (Δ2.1) Να υιοθετούν τη συνεργατική μάθηση.
 - (Δ2.2) Να διενεργούν πειράματα οι μαθητές όπου
 - ▲ (Δ2.2.1) έρχονται σε επαφή με όργανα,
 - ▲ (Δ2.2.2) καταγράφουν μετρήσεις,
 - ▲ (Δ2.2.3) συσχετίζουν τα δεδομένα με το πραγματικό τους νόημα,
 - ▲ (Δ2.2.4) έχουν τη δυνατότητα να παρεκκλίνουν από τα προτεινόμενα βήματα προκειμένου να ελέγξουν μία άποψή τους.
 - (Δ2.3) Να ωθούν το διάλογο, θέτουν ερωτήματα, χρησιμοποιούν σocraticούς διαλόγους.
 - (Δ2.4) Να προσαρμόζουν τη διδακτική τους στρατηγική ανάλογα με τα ερωτήματα των μαθητών.
 - (Δ2.5) Να ωθούν τους μαθητές να επιχειρηματολογούν και να καταλήγουν σε συμπεράσματα βασιζόμενοι σε αποδείξεις.
 - (Δ2.6) Να είναι συνεπείς με το εκπαιδευτικό μοντέλο που επέλεξαν.
- Να αξιολογούν το εκπαιδευτικό αποτέλεσμα (Δ3).
- Να μπορούν να αιτιολογούν τις επιλογές και τις πρακτικές τους τόσο κατά το σχεδιασμό όσο και κατά την υλοποίηση (Δ4).

Σχήμα 1: Στόχοι της επιμόρφωσης στον άξονα της διδακτικής

Τεχνολογία:

- Τεχνικό μέρος (T1)
 - (T1.1) Να χρησιμοποιούν ψηφιακά και μη μετρητικά όργανα
 - (T1.2) Να χρησιμοποιούν αισθητήρες και απτήρες
 - (T1.3) Να σχεδιάζουν και να υλοποιούν πειραματικές διατάξεις
 - (T1.4) Να χρησιμοποιούν συγκεκριμένα προγράμματα (προγράμματα παρουσίασης στυλ PowerPoint, λογιστικά φύλλα στυλ Excel, προσομοιώσεων Interactive Physics, Modellus, Logger Pro).
 - (T1.5) Να χρησιμοποιούν το διαδίκτυο (εύρεση και αποθήκευση πληροφοριών, φωτογραφιών, ήχου, βίντεο).
 - (T1.6) Να επεξεργάζονται αρχεία ήχου, φωτογραφιών, βίντεο.
- Εκπαιδευτικό Μέρος (T2)
 - (T2.1) Να έρθουν σε επαφή με τις μορφές της τεχνολογίας
 - (T2.2) Να αξιοποιούν εκπαιδευτικά την τεχνολογία.
 - (T2.3) Να κάνουν ενσυνείδητες επιλογές ως προς
 - ▲ (T2.3.1) το είδος της τεχνολογίας που θα χρησιμοποιήσουν,
 - ▲ (T2.3.2) τα επιδιωκόμενα εκπαιδευτικά της αποτελέσματα,
 - ▲ (T2.3.3) τα πλεονεκτήματά της σε σύγκριση με τη χρησιμοποίηση συμβατικών (μη ψηφιακών) μέσων,
 - ▲ (T2.3.4) την ομαλή ένταξή της μέσα στην εκπαιδευτική μεθοδολογία.

Σχήμα 2: Στόχοι της επιμόρφωσης στον άξονα της τεχνολογίας

Τέλος, ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του σεμιναρίου ήταν ότι η γνώση που αποκτιόταν σε οποιοδήποτε από τις συνιστώσες των δύο βασικών αξόνων του, επηρέαζε και επαναπροσδιόριζε την προσέγγιση των επιδιωκόμενων στόχων μέσω αλλαγών των επιμορφωτικών παρεμβάσεων και των επιλογών των δραστηριοτήτων και των μέσων.

Τα εργαλεία της έρευνας

Στην ποιοτική αυτή έρευνα, τα εργαλεία ήταν σημειώσεις που κατέγραφε ο επιμορφωτής κατά τη διάρκεια κάθε συνάντησης, ημιδομημένες συνεντεύξεις των συμμετεχόντων, η αξιολόγηση της διαδικασίας εκπαίδευσης με τη μέθοδο που προσομοιάζει με το αναφερόμενο ως «teaching experiment» (Komorek & Duit 2004), ανάλυση των πορτοφολίου του υλικού που έφεραν σε κάθε συνάντηση οι επιμορφούμενοι, η ανάλυση της βιντεοσκοπημένης διδασκαλίας τους και η ανάλυση της αποδελτίωσης που έκαναν οι επιμορφούμενοι στα φύλλα εργασίας που μοίρασαν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας τους. Οι σημειώσεις του επιμορφωτή και οι συνεντεύξεις ήταν η πηγή των πληροφοριών που κυρίως αξιολογούσε τον

τρόπο λειτουργίας του σεμιναρίου ως προς τις προσδοκίες των συμμετεχόντων από αυτό και κατά πόσο αυτές εκπληρώνονταν, ώστε να διατηρείται ένα κλίμα προσωπικής βελτίωσης και προόδου.

Η μέθοδος του «teaching experiment» έδινε πολύτιμες πληροφορίες για τους στόχους, το περιεχόμενο αλλά και τα μέσα που θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση των υποστηρικτικών δράσεων. Το υλικό που δημιουργούσαν οι φοιτητές, το βίντεο της διδασκαλίας τους και η αξιολόγηση της αποδελτίωσης που οι ίδιοι έκαναν για τα φύλλα εργασίας, ήταν το κριτήριο για την καταγραφή των πτυχών της Π.Γ.Π. που ακολουθούν για το σχεδιασμό και κατά την υλοποίηση της διδασκαλίας τους και κατά συνέπεια για την υποστήριξη που χρειάζεται να παρέχει μια διαδικασία επιμόρφωσης. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης τους περιεχομένου (Erickson, 1998), ενώ έγινε μια πρωτόλεια προσπάθεια ποσοτικοποίησης των αποτελεσμάτων σε μια πεντάβαθμη κλίμακα όπου το 1 αντιπροσωπεύει χαμηλή ανάπτυξη της Π.Γ.Π. ενώ το 5 πολύ υψηλή. Οι βαθμολογίες προέκυψαν από δύο ανεξάρτητους κριτές και όπου υπήρχε διχογνωμία αυτή αρχικά γινόταν προσπάθεια να ξεπεραστεί με συζήτηση ενώ όπου αυτό απέβη άκαρπο υπήρξε τρίτη κρίση.

Ανάλυση των δεδομένων-Αποτελέσματα

Από την αποδελτίωση των συνεντεύξεων και από τις προσωπικές σημειώσεις του επιμορφωτή προκύπτει καθολικά η αναφορά της ανάγκης να εμπλακούν ενεργά στο σχεδιασμό μιας διδασκαλίας αλλά και να την υλοποιήσουν οι ίδιοι οι επιμορφούμενοι. Ο Δημήτρης (το όνομα δεν αντιστοιχεί στο πραγματικό του επιμορφούμενου) χαρακτηριστικά αναφέρει: *«Το σεμινάριο θα πρέπει να περιλαμβάνει διάλεξη για την οργάνωση και την πορεία της διδασκαλίας. Οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να νουθετηθούν στο να καταστρώνουν ικανοποιητικό σχέδιο μαθήματος με βάση όλα τα στοιχεία που έμαθαν κατά τα προηγούμενα μέρη του σεμιναρίου. ... Στο τέλος του μέρους αυτού οι εκπαιδευτές θα μπορούσαν να προτρέψουν τους εκπαιδευόμενους να καταστρώσουν τα δικά τους σχέδια μαθήματος σε αντίστοιχα κομμάτια της διδακτέας ύλης.»*

Επίσης, μετά τη δεύτερη συνάντηση αρχίζουν να πυκνώνουν οι καταγραφές συζητήσεων γύρω από τη σημασία της στοχοθέτησης και του γενικότερου προγραμματισμού της διδασκαλίας, ενώ η συχνότητα καταγραφής τέτοιων αναφορών ακολουθεί μια περιοδική κατανομή. Φαίνεται δηλαδή πως υπάρχουν στιγμές όπου οι συμμετέχοντες αισθάνονται ότι κατέχουν τη διαδικασία να θέτουν διδακτικούς στόχους και βάσει αυτών να σχεδιάζουν τη διδασκαλία τους, αλλά κατόπιν των ακολουθούμενων συζητήσεων και της αξιολόγησης του υλικού τους επαναπροσδιορίζουν αισθανόμενοι ελλείψεις. Μετά τον επαναπροσδιορισμό των στόχων και τη συμμόρφωση του υλικού με αυτούς, ακολουθεί δεύτερη περίοδος υψηλής αυτοπεποίθησης και σιγουριάς μέχρις ότου προκύψουν νέα δεδομένα από την αξιολόγηση της διαδικασίας. Στους μισούς περίπου φοιτητές εμφανίστηκαν τρεις τέτοιες περίοδοι εναλλαγών ενώ υπήρχαν και τρεις περιπτώσεις (25%) που οι εναλλαγές αυτές ήταν περισσότερες από τέσσερις.

Από την αποδελτίωση των συνεντεύξεων φαίνεται και η ανάγκη ενημέρωσης για τη στάση που πιθανώς να έχουν οι μαθητές απέναντι σε ένα μάθημα Φ.Ε. και με ποιες ενέργειες θα μπορούσαν οι ίδιοι να τους προσεγγίσουν ώστε να τους εντάξουν ομαλότερα στη διδακτική διαδικασία. Ο Αντώνης (αλλαγμένο όνομα) σχολιάζει: *«Θα ήθελα να υπήρχε ειδική ενότητα που να αναφέρονται ποιες θεματικές είναι περισσότερο δυσνόητες για τους μαθητές, ποιες είναι οι συνηθέστερες απορίες των μαθητών και πώς πρέπει να απαντούν οι εκπαιδευτικοί.»*. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι τόσο από την ανάλυση των σχεδίων μαθημάτων των φοιτητών, όσο και από την ανάλυση των βίντεο των διδασκαλιών φαίνεται ότι οι επιμορφούμενοι δεν έχουν αποσαφηνίσει τους όρους: στάση των μαθητών απέναντι στις Φ.Ε., προϋπάρχον σώμα γνώσης, τυχούσες προαντιλήψεις επάνω στο φυσικό κόσμο με αποτέλεσμα να τις χρησιμοποιούν σχεδόν με τον ίδιο τρόπο αδιακρίτως.



Στην προσπάθεια τώρα να δοθεί μια αριθμητική έκφραση στα αποτελέσματα που περιέγραφαν το βαθμό ανάπτυξης της Π.Γ.Π. των φοιτητών, προέκυψε ο παρακάτω πίνακας 1 που βρίσκεται σε πλήρη αντιστοιχία με τους επιδιωκόμενους στόχους που παρουσιάζονται στα σχήματα 1 και 2 αντίστοιχα.

Διδακτική (Δ)			Βαθμός	Τεχνολογία (Τ)			Βαθμός
Υποενότητες				Υποενότητες			
Δ1	Δ1.1		4	Τ1	T1.1		5
	Δ1.2		1		T1.2		5
	Δ1.3		1		T1.3		3
	Δ1.4		3		T1.4		4
	Δ1.5		2		T1.5		5
	Δ1.6		4		T1.6		5
Δ2	Δ2.1		4	Τ2	T2.1		3
	Δ2.2	Δ2.2.1	3		T2.2		2
		Δ2.2.2	3		T2.3	T2.3.1	2
		Δ2.2.3	1			T2.3.2	2
		Δ2.2.4	1			T2.3.3	1
	Δ2.3		2			T2.3.4	2
	Δ2.4		1				
	Δ2.5		2				
	Δ2.6		2				
Δ3			2				
Δ4			1				

Πίνακας 8: Βαθμολογίες Π.Γ.Π. ανά κατηγορία

Η ανάγκη χρήσης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας, άρα και κατ' επέκταση επιμόρφωσης σε αυτή, δεν αναφέρεται πολύ συχνά από τους επιμορφούμενους (την αναφέρουν μόνο δύο), ενώ η μετέπειτα χρήση της, όπως φαίνεται από την ανάπτυξη των φύλλων εργασίας και τη διδασκαλία που επιχειρούν, είναι τελείως σπασμωδική, ασυνεχής και ασύνδετη σχεδόν απ' όλους. Η ανάλυση των βίντεο δείχνει ότι ακολουθούν σειραϊκά τα βήματα της διδακτικής ακολουθίας αλλά δεν ενστερνίζονται τη βαθύτερη φιλοσοφία της, γεγονός που αναφέρεται και σε προηγούμενες έρευνες (Grigoriou & Kalkanis, 2009, Grigoriou, Vithoroulou & Kalkanis 2010). Δεν χρησιμοποιούν δηλαδή ευρήματα από ένα βήμα (για παράδειγμα των υποθέσεων των μαθητών) σε επόμενο (πειραματικός έλεγχος των υποθέσεων στο στάδιο του πειραματισμού).

Μέσα όμως σε αυτή τη μεθοδολογική ασυνέπεια, δίνουν ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό της διδασκαλίας τους αλλά και την ανάπτυξη του υλικού τους, στην πειραματική φύση των Φ.Ε., αφιερώνοντας μεγάλο μέρος του χρόνου τους. Επίσης είναι αξιοσημείωτο ότι περίπου οι μισοί φοιτητές επιλέγουν να εμπλακούν σε φυσικό πειραματισμό ενώ οι υπόλοιποι μισοί επιλέγουν τον εικονικό πειραματισμό με τη χρήση ψηφιακών μέσων. Κανένας όμως δεν επιχείρησε να χρησιμοποιήσει και ψηφιακά και συμβατικά μέσα. Αυτό είναι σε αντιστοιχία με το γεγονός ότι από τις προσωπικές συνεντεύξεις των φοιτητών αλλά και από τις καταγραφές του επιμορφωτή, οι φοιτητές αναφέρουν καθ ολοκληρία ως τεχνολογίες μόνο τις ψηφιακές με πρωτεύοντα το ρόλο του υπολογιστή και του διαδικτύου.

Επίσης, από τις καταγραφές του επιμορφωτή φαίνεται πως συναντούν ιδιαίτερη δυσκολία σε καθαρά πρακτικά προβλήματα οργάνωσης και διενέργειας πειραμάτων ενώ από το βίντεο των διδασκαλιών τους (στη συντριπτική πλειοψηφία) φαίνεται πως χρησιμοποιούν το πείραμα όχι ως κριτήριο ελέγχου των υποθέσεων των μαθητών αλλά περισσότερο ως εργαλείο επαλήθευσης μιας κατά τα άλλα γνωστής θεωρίας. Στην προσπάθεια να αποσαφηνιστεί εάν αυτό οφείλεται στην αντικειμενική έλλειψη εμπειρίας τους ή σε αίτια επιστημολογικών και μεθοδολογικών στάσεων, κάθε φορά ακολουθούσε εκτενής συζήτηση ενώ καθοριστική ήταν εδώ και η συμβολή του εργαλείου του «teaching experiment». Η αποδελτίωση των συζητήσεων αυτών δείχνει ότι οι περισσότεροι φοιτητές (περίπου 80%) παρουσιάζουν ελλείψεις στην αιτιολόγηση της εκπαιδευτικής αξίας της ένταξης του πειράματος μέσα στην καθημερινή διδακτική πρακτική.

Μια παρατήρηση με ιδιαίτερα μεγάλη συχνότητα εμφάνισης στις συνεντεύξεις των φοιτητών είναι ότι επιζητούν την υποστήριξη αλλά θέλουν αυτή να γίνεται διακριτικά και

συμβουλευτικά και όχι «δασκαλίστικα». Ο Γεράσιμος (το όνομα δεν αντιστοιχεί στο πραγματικό του επιμορφούμενου) χαρακτηριστικά αναφέρει *«Ο ρόλος του υπευθύνου θα είναι να μην παρεμβαίνει αλλά να σχολιάζει και να συνομιλεί με την ομάδα πάνω στον τρόπο διδασκαλίας αλλά και ως προς τις δυσκολίες των μαθητών και τις απαιτούμενες ενέργειες του εκπαιδευτικού για την άρση των δυσκολιών»*.

Συμπεράσματα

Από τις καταγεγραμμένες παρατηρήσεις, τις βιντεοσκοπήσεις αλλά και τον πίνακα φαίνεται ότι η Π.Γ.Π. των μελλοντικών εκπαιδευτικών Φ.Ε. δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είναι λιγότερο ανεπτυγμένη σε πτυχές που κυρίως έχουν να κάνουν με τη στάση των μαθητών, τον πειραματισμό ως εκπαιδευτικό εργαλείο, το διάλογο με τους μαθητές, την αυτοαξιολόγηση και την αιτιολόγηση των επιλογών τους. Δηλαδή δεν δείχνουν να λαμβάνουν υπ' όψιν τους τις ιδέες των μαθητών, τις πεποιθήσεις και προτιμήσεις τους, τόσο στο σχεδιασμό όσο και πολύ περισσότερο κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Στο κομμάτι του πειραματισμού κανείς δεν έδωσε τη δυνατότητα αυτενέργειας στους μαθητές του να ελέγξουν τις διατυπωμένες υποθέσεις τους, γεγονός που προκαλεί και προβλήματα μεθοδολογικής ασυνέπειας με το επιλεγμένο εκπαιδευτικό μοντέλο. Το κομμάτι της αυτοαξιολόγησης επίσης ήταν περιορισμένο, με μόνο έναν μαθητή να καταγράφει παρατηρήσεις στο τέλος της διδασκαλίας του γύρω από τις δυσκολίες που συνάντησε και να επιδιώκει περεταίρω συζήτηση με τον επιμορφωτή.

Ζητήματα όμως που δεν έχουν τόσο λεπτές υφές και μπορούν να περιγραφούν με γενικές νόρμες και κανόνες, όπως η υιοθέτηση μιας εκπαιδευτικής μεθοδολογίας, η διεξαγωγή πειραμάτων, η παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού, η χρήση της τεχνολογίας, παρουσιάζονται να είναι πιο οικεία για αυτούς.

Συζήτηση-Προτάσεις

Η επιμορφωτική αυτή προσπάθεια δείχνει ότι η Π.Γ.Π. των φοιτητών Φυσικής του Π.Α. είναι πολύ περιορισμένη σε θέματα λεπτής υφής που περιλαμβάνουν τις στάσεις των μαθητών τους και τη χρησιμοποίηση αυτών ως συστατικό στοιχείο για την καλύτερη προετοιμασία και υλοποίηση της διδασκαλίας τους. Από την άλλη μεριά απέκτησαν στοιχεία ανεπτυγμένης Π.Γ.Π. σε ότι έχει να κάνει με τη γενική προετοιμασία της διδασκαλίας τους, μέσω της λεπτομερούς στοχοθέτησης, την υιοθέτηση μιας εκπαιδευτικής μεθοδολογίας, την παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού, τη διεξαγωγή πειραμάτων. Εξουικειώθηκαν με τη χρήση της τεχνολογίας εάν και δεν κατάφεραν να δημιουργούν κάθε φορά τη μορφή του υλικού σύμφωνα με καθαρά εκπαιδευτικά κριτήρια.

Επομένως θεωρούμε ότι οι θεματικές της επιμόρφωσης που περιελάμβαναν στόχους γενικότερους (όπως οι (Δ1.1), (Δ1.4), (Δ1.6), (Δ2.1), (Δ2.2.1), (Δ2.2.2) όπως και το μεγαλύτερο μέρος των στόχων της θεματικής της τεχνολογίας είχαν ως αποτέλεσμα να βελτιώσουν τις αντίστοιχες πτυχές της Π.Γ.Π. των φοιτητών. Αντίθετα, οι θεματικές που περιελάμβαναν στόχους με έννοιες που εμπεριείχαν τη στάση των μαθητών (όπως οι (Δ1.2), (Δ1.3), (Δ1.4), (Δ2.2.3), (Δ2.2.4), (Δ2.3), (Δ2.4), (Δ2.5), (Δ2.6), (Δ3), (Δ4) και (Τ2.2), (Τ2.3)) δεν βελτίωσαν την Π.Γ.Π. των φοιτητών.

Προτείνουμε την περεταίρω μελέτη για τη μορφή που θα πρέπει να έχει ένα αναλυτικό πρόγραμμα που να απευθύνεται σε μια επιμορφωτική διαδικασία μελλοντικών εκπαιδευτικών Φ.Ε..

Βιβλιογραφία

Ασημόπουλος Σ., Σταύρου Δ., Σκορδούλης Κ. (2009), Εκπαιδύοντας Φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε. σε σύγχρονες Θεωρίες της Φυσικής. 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. 870 - 877.

Καριώτογλου Π. (2002). Από την ιδανική διδακτική μέθοδο στη γνώση παιδαγωγικού περιεχομένου: πρόταση εφαρμογής στη διδασκαλία της Φυσικής, Σύγχρονη Εκπαίδευση, τ. 123.

Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών «ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΒΟΥΛΕΥΣΗΣ»

(http://www.minedu.gov.gr/publications/docs/plaisio_diavouleusis_100604.pdf) Ημερομηνία πρόσβασης 06/10/10

Besson U., Borghi L., De Ambrosis A., Mascheretti P. (2010) A model of teacher preparation aimed at favouring the diffusion of research-based teaching practice, Contemporary science education research: preservice and inservice teacher education (pp. 101-110). Ankara, Turkey: Pegem Akademi.

Bruer, J.T. (1993). Schools for thought. The MIT Press. Cambridge Massachusetts, London England.

Cochran, K.F., DeRuiter, J.A. & King, (1993). Pedagogical content knowing: An Integrative model for teacher preparation. Journal of Teacher Education, 44(4): 263-272.

Erickson, F. (1998). Qualitative Research Methods for Science Education. In B. J. Fraser & K. G. Tobin(Eds.): International Handbook of Science Education. Dordrecht: Kluwer, 1155-1173.

Gess-Newsome, J., & Lederman, N. G. (2001). Examining pedagogical content knowledge. London: Kluwer Academic Publishers.

Grigoriou V., Kalkanis G., (2009), Training of prospective Greek teachers in the development of simulations for the model of the ideal gas., ESERA 2009 conference August 31st - September 4th 2009

Grigoriou V., Vithopoulou E., Kalkanis G. (2010), Educational support to prospective physics teachers at the field of green energy; first assumptions., M. Kalogiannakis, D. Stavrou & P. Michaelidis (Eds.) Proceedings of the 7th International Conference on Hands-on Science. 25-31 July 2010, Rethymno-Crete. 351-354

Gödek Altuk, Y. (2010). The role of teacher education courses in developing teachers' subject matter knowledge and pedagogical content knowledge, Contemporary science education research: preservice and inservice teacher education (pp. 17-21). Ankara, Turkey: Pegem Akademi.

Komorek, M. & Duit, R. (2004). The Teaching Experiment as a Powerful Method to Develop and Evaluate Teaching and Learning Sequences in the Domain of Non-Linear Systems. International Journal of Science Education 26(5): 619-633.

Shulman, L. S. (1986b). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher , 15 (2), 4-14.

Διερεύνηση γνωστικών αποτελεσμάτων από δυο μελέτες περίπτωσης εξ αποστάσεως επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στην περιοχή των ρευστών

Α. Παρασκευάς, Τ. Μολοχίδης, Δ. Ψύλλος

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ΠΤΔΕ, aparaske@eled.auth.gr

Ειδική Παιδαγωγική Ακαδημία Θεσσαλονίκης, tasosmol@gmail.com

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ΠΤΔΕ, psillos@eled.auth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετώνται δυο μελέτες περίπτωσης εξ αποστάσεως αυτοεπιμόρφωσης εν ενεργεία εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην περιοχή των ρευστών. Και στις δυο μελέτες περίπτωσης χρησιμοποιήθηκε το ίδιο μαθησιακό υλικό αλλά διανεμήθηκε με διαφορετικό τρόπο, μορφή και παροχή υποστήριξης. Επιπλέον σχεδιάστηκαν και υιοθετήθηκαν διαφορετικές μεθοδολογίες έρευνας, υλοποιήθηκαν σε διαφορετικά δείγματα εκπαιδευτικών, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, αλλά με κοινά έργα αυτοαξιολόγησης προκειμένου να μελετηθεί η γνωστική πρόοδός τους.

Στην εργασία περιγράφεται η βιβλιογραφική επισκόπηση σχετικά με την επιμόρφωση εν ενεργεία εκπαιδευτικών στις Φυσικές Επιστήμες, περιγράφεται η ερευνητική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και στις δυο μελέτες περίπτωσης, αναπτύσσονται τα εργαλεία συλλογής δεδομένων, παρατίθενται τα γνωστικά αποτελέσματα που προέκυψαν και τέλος ακολουθεί συζήτηση με τα συμπεράσματα της έρευνας.

Abstract

In the present work we studied two case studies concern in service teachers distance training programs in the area of fluids. Both case studies used the same learning material but distributed differently concern form, means and support. Moreover they were planned and adopted different research methodologies, implemented in different samples and time moments but with the same self evaluation tasks in order to study their knowledge improvement.

In this work it is described the literature review concern in service teachers training in sciences, the research methodology that applied in both case studies, the collection data tools, the cognitive results and finally the discussion concern research conclusions.

Εισαγωγή

Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών θεωρείται σήμερα μια από τις κύριες παραμέτρους της αποτελεσματικότητας του σχολείου, μοχλός ανανέωσης και εκσυγχρονισμού των εκπαιδευτικών συστημάτων, καθώς και της αναβάθμισης του επαγγελματισμού των ίδιων των εκπαιδευτικών. Όπως αναφέρεται από τη Χατζηπαναγιώτου (2001), οι θεμελιώδεις αρχές που οριοθετούν και προσδιορίζουν εννοιολογικά το πλαίσιο της επιμόρφωσης εκπαιδευτικών



είναι ότι η επιμόρφωση προϋποθέτει τη βασική εκπαίδευση και συχνά θεωρείται σαν συμπλήρωση, εμπλουτισμός, βελτίωση, της βασικής. Θεωρείται σαν μια συνεχής και επαναλαμβανόμενη διαδικασία συστηματικά οργανωμένη, περιλαμβάνοντας θεσμοθετημένες δραστηριότητες της τυπικής εκπαίδευσης αλλά και μη θεσμοθετημένες δράσεις τη μη τυπικής εκπαίδευσης. Ως κεντρικός στόχος της επιμόρφωσης προτείνεται βελτίωση της επαγγελματικής πρακτικής των εκπαιδευτικών και κατ' επέκταση σε βελτίωση της ποιότητας της εκπαίδευσης (Bolam 1982, 1986) ενώ ως επιμέρους στόχοι: (Μολοχίδης 2005):

- Η προσωπική και επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών
- Η βελτίωση της διδασκαλίας και των διδακτικών μεθόδων
- Η βελτίωση της αλληλεπίδρασης μεταξύ του εκπαιδευτικού κόσμου και του συνόλου της κοινωνίας.

Από έρευνες σχετικές με επιμορφωτικά προγράμματα (Ματθαίου κ.ά. 1999, Δακοπούλου 2002, Φώκιαρη κ.ά. 2005) φαίνεται ότι σε αρκετές περιπτώσεις δεν καλύπτονται οι εκπαιδευτικές ανάγκες των επιμορφούμενων εκπαιδευτικών.

Έτσι τα τελευταία χρόνια, οι φορείς υλοποίησης επιμορφωτικών προγραμμάτων σε εκπαιδευτικούς εκ των προτέρων φαίνεται να δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στη διερεύνηση των εκπαιδευτικών αναγκών των συμμετεχόντων.

Στις Φυσικές επιστήμες οι έρευνες που υλοποιούνταν τα τελευταία χρόνια φαίνεται ότι εστιάζοταν στη διερεύνηση του γνωστικού υπόβαθρου των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, ειδικότερα στο τί γνωρίζουν, τον τρόπο οικοδόμησης των γνώσεων και πως αυτές επηρεάζουν τη διδακτική πράξη αλλά και την επαγγελματική τους εξέλιξη (Kallery & Psillos 2001).

Όπως προκύπτει από πολλές έρευνες (Krueger & Summers 1988, Smith & Neale 1989, Anderson & Mitchener 1994), οι γνώσεις των δασκάλων στο γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών επιστημών είναι περιορισμένες και πολλοί εκπαιδευτικοί είναι κάτοχοι των ίδιων εναλλακτικών ιδεών που έχουν οι μαθητές τους, αλλά σε μικρότερο αριθμό (Wandersee et al. 1994), με αποτέλεσμα να μην τις αντιλαμβάνονται κατά τη διδακτική διαδικασία και να επηρεάζεται αρνητικά η διδασκαλία τους αλλά και οι γνώσεις των ίδιων των μαθητών τους (Krueger & Summers 1988, Smith & Neale 1989, Anderson & Mitchener 1994, Wandersee et al. 1994, Μολοχίδης 2005). Η εποικοδόμηση της κατάλληλης γνώσης περιεχομένου από τους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αποτελεί μια από τις προϋποθέσεις για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στις Φ.Ε.

Μια γνωστική περιοχή της φυσικής, η οποία περιέχει έννοιες και αρχές υψηλού βαθμού αφαίρεσης είναι τα ρευστά και ειδικότερα οι έννοιες της πίεσης στα ρευστά και η άνωση για τις οποίες χρειάζονται κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις ώστε να καταστούν κατανοητές (Καριώτογλου 1991). Σχετικά με την πίεση στα ρευστά η έρευνα έδειξε ότι φαίνεται να κυριαρχούν τρία σημαντικά μοντέλα στους νεαρούς πληθυσμούς και συνεχίζουν να υπάρχουν σε ένα βαθμό και σε μεγαλύτερες ηλικίες (Μολοχίδης 2005). Έτσι σύμφωνα με τους Kariotoglou & Psillos (1993), τα τρία μοντέλα εμφανίζονται σε μαθητές ηλικίας 13-15 ετών μέχρι φοιτητές Παιδαγωγικών τμημάτων και είναι αυτά της «πιεσοδύναμης», το «συμπιεστικό» και το μοντέλο της «υγρότητας». Όσον αφορά την έννοια της άνωσης συναντούμε αντιλήψεις που μπορούμε να τις ομαδοποιήσουμε σε δύο κατηγορίες (Μολοχίδης & Ψύλλος 2002). Στην πρώτη κατηγορία συναντούμε αντιλήψεις που ανάγονται σε φαινομενολογικές προσεγγίσεις, δηλαδή οι ερωτώμενοι «παρασύρονται» από αυτό που

«φαίνεται». Αποφασίζουν για τη σχέση βάρους ενός σώματος και ασκούμενης άνωσης στο σώμα από το περιβάλλον υγρό ανάλογα πόσο πολύ βυθισμένο είναι ένα σώμα όταν αυτό επιπλέει, ή πόσο κοντά στην επιφάνεια ή στον πυθμένα βρίσκεται το σώμα, όταν αυτό ισορροπεί μέσα στο υγρό. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει επιστημονικά μη αποδεκτούς παράγοντες που επηρεάζουν την άνωση. Έτσι η άνωση μπορεί να επηρεάζεται από την ποσότητα του υγρού που βυθίζεται ένα σώμα, από το βάθος στο οποίο βυθίζεται, από το βάρος του σώματος κ.λ.π. Αφού καταγράφηκαν οι εκπαιδευτικές ανάγκες των δασκάλων στα θέματα πίεσης στα ρευστά και άνωσης ένα δεύτερο ζήτημα διερεύνησης φαίνεται ότι ήταν ποια μορφή επιμόρφωσης και αντίστοιχης υποστήριξης θα ήταν η αποτελεσματικότερη για τους συμμετέχοντες. Τα μέχρι στιγμής υπάρχοντα μοντέλα επιμόρφωσης συνήθως υλοποιούνταν με δια ζώσης συναντήσεις σε πανεπιστημιακά ιδρύματα ή σε σχολεία. Τα τελευταία όμως χρόνια δοκιμάζονται ευέλικτες μορφές επιμόρφωσης όπως η εξ αποστάσεως στηριζόμενη στην χρήση νέων τεχνολογιών καθώς και οι μικτές ή υβριδικές μορφές επιμόρφωσης που συνδυάζουν δραστηριότητες δια ζώσης, υλοποιούμενες σε παραδοσιακούς χώρους διδασκαλίας (αίθουσες, εργαστήρια) με δραστηριότητες εξ αποστάσεως με την υποστήριξη τεχνολογικών μέσων (Hamburg, Cernian & Thij 2002). Στις μικτές μορφές επιμόρφωσης η υποστήριξη συνήθως εξασφαλίζεται με τις δια ζώσης συναντήσεις όπου συνήθως επιλύονται γνωστικά ή τεχνικής φύσης προβλήματα ενώ στις εξ αποστάσεως δραστηριότητες με τη χρήση τεχνολογικών μέσων η υποστήριξη περιλαμβάνει εικονικούς χώρους συζήτησης (chat rooms), δυνατότητες σύγχρονης (video conference) και ασύγχρονης επικοινωνίας (mailing lists) με το διαχειριστή του μαθησιακού χώρου, βάση δεδομένων με οδηγίες επίλυσης τεχνικών προβλημάτων σε ψηφιακή μορφή (help desk) και τέλος δυνατότητες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail).

Βασικό συστατικό των εξ αποστάσεως μορφών επιμόρφωσης είναι το μαθησιακό υλικό σε έντυπη μορφή (Λιοναράκης 2001) το οποίο διαδραματίζει κεντρικό ρόλο. Όπως αναφέρεται από τον Keegan (2001) ένας από τους ρόλους του μαθησιακού υλικού είναι να αναπληρώσει / υποκαταστήσει σε σημαντικό βαθμό το διδάσκοντα και πρέπει να είναι απλά διατυπωμένο, σαφές, επεξηγηματικό, φιλικό και με κατατεταγμένη παρουσίαση της ύλης (Race 1999, Ματραλής 1999). Επιπλέον πρέπει να είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε οι αποδέκτες τους να μπορούν να μάθουν μέσα από αυτό χωρίς μεγάλη βοήθεια από τον παρέχοντα τη διαδικασία της μάθησης (Van der Merwe 1996). Το μαθησιακό υλικό στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση με έντυπο υλικό αρχικά περιελάμβανε έντυπο καθοδηγητικό κείμενο συνοδευόμενο από σχέδια, φωτογραφίες, κινούμενα σκίτσα, εκπαιδευτική ταινία, ενδεχόμενα προσομοίωση στον Η/Υ καθώς και τρισδιάστατα αντικείμενα (απλά υλικά αλλά και εξειδικευμένα όργανα) συνοδευόμενα από οδηγούς μελέτης αλλά και εγχειρίδια υποστήριξης και αυτοαξιολόγησης. Στη συνέχεια και με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, άλλαξε σε ηλεκτρονική εκπαίδευση κατά την οποία ψηφιοποιήθηκαν τα περισσότερα μέσα, χρησιμοποιήθηκε το διαδίκτυο σαν μέσο μεταφοράς και η εκπαίδευση υλοποιείτο μέσω υπολογιστών (Λιοναράκης 2001).

Σε αυτό το πλαίσιο η παρούσα έρευνα μελετά τη μεθοδολογία υλοποίησης δυο μελετών περίπτωσης εξ αποστάσεως επιμόρφωσης στα ρευστά, με έμφαση στην πίεση στα ρευστά και άνωση, παραθέτει και συζητά τα γνωστικά αποτελέσματα των συμμετεχόντων από τις μαθησιακές δραστηριότητες που υλοποίησαν και ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα της έρευνας. Επιλέχθηκε η περιοχή της άνωσης και της πίεσης διότι:



- Τα φαινόμενα της άνωσης και των πιέσεων είναι πολύ οικεία στην καθημερινή ζωή μιας και με αυτά περιγράφονται και αναλύονται σημαντικές φυσικές καταστάσεις.
- Και στα δυο γνωστικά θέματα, (άνωση & πίεση) έχουν βρεθεί εναλλακτικές ιδέες σε μαθητές αλλά και σε ενεργεία εκπαιδευτικούς.

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα στην παρούσα εργασία είναι αν, αλλάζοντας την τεχνολογική υποστήριξη μιας σειράς η οποία δομήθηκε με σαφείς σχεδιαστικές αρχές, από κλασσική σε ψηφιακή επιφέρονται συγκρίσιμα γνωστικά οφέλη.

Μεθοδολογία της έρευνας

Και στις δυο μελέτες περίπτωσης, που περιγράφονται παρακάτω, υιοθετήθηκαν στη μεθοδολογία ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά όπως:

- Το περιεχόμενο και τα έργα ήταν ίδια. Το μαθησιακό υλικό που αφορούσε τη μελέτη των πιέσεων και της άνωσης περιλαμβάνεται στο νέο διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.
- Εφαρμόστηκαν εκτενώς σε ένα μεγάλο δείγμα εν ενεργεία εκπαιδευτικών.
- Η τελική μορφή των έργων είχε επανασχεδιαστεί πολλές φορές βελτιώνοντας διάφορα τμήματα, όπως οι ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης, οι πειραματικές δραστηριότητες, τα υλικά που απαιτούντο και τέλος η αξιολόγηση διαφορετικών παραμέτρων που συνέβαλλαν στη μαθησιακή διαδικασία.
- Οι μετεκπαιδευόμενοι προκειμένου να απαντήσουν τα έργα έπρεπε πρώτα να κατανοήσουν σε βάθος το μαθησιακό υλικό και να υλοποιήσουν τις πειραματικές διατάξεις που απαιτούντο.

Οι διαφοροποιήσεις και στις δυο μελέτες εστιάζονται κυρίως:

- Στη μορφή που είχε το μαθησιακό υλικό που στην πρώτη μελέτη περίπτωσης (πρότυπη) ήταν ένα πακέτο με τα απλά υλικά και οδηγίες σε έντυπη μορφή, ενώ στη δεύτερη μελέτη περίπτωσης διατηρήθηκε το πακέτο με τα απλά υλικά αλλά όλο το έντυπο υλικό ήταν σε ψηφιακή μορφή.
- Στον τρόπο διανομής του μαθησιακού υλικού που στην μεν πρώτη μελέτη δινόταν στους συμμετέχοντες δια ζώσης, ενώ στη δεύτερη μελέτη μόνο το πακέτο παραλαμβάνονταν δια ζώσης, ενώ όλο το ψηφιοποιημένο έντυπο υλικό ήταν "ανεβασμένο" στο διαδικτυακό μαθησιακό περιβάλλον.
- Η υποστήριξη στην πρώτη μελέτη περίπτωσης περιελάμβανε μόνο μια δια ζώσης συνάντηση και στη δεύτερη μελέτη περιελάμβανε δια ζώσης συναντήσεις αλλά και δυνατότητες εξ αποστάσεως υποστήριξης με τα εργαλεία επικοινωνίας του διαδικτυακού μαθησιακού περιβάλλοντος.
- Στη δεύτερη μελέτη περίπτωσης οι συμμετέχοντες έπρεπε να συμπληρώσουν και να ανεβάσουν στο διαδικτυακό μαθησιακό περιβάλλον ημερολόγια καταγραφής δραστηριοτήτων. Με αυτά φαίνεται να διασφαλιζόταν ότι είχαν μελετήσει τα θεωρητικά κείμενα και είχαν υλοποιήσει τις πειραματικές διατάξεις του πακέτου έτσι ώστε να μην απαντούσαν τυχαία στις ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης που προβλέπονται από τη μαθησιακή σειρά.

1η Μελέτη Περίπτωσης

Η μεθοδολογία υλοποίησης στην πρώτη μελέτη περίπτωσης (Μολοχίδης 2005) περιλάμβανε τη διερεύνηση μέσω γραπτών ερωτηματολογίων των αντιλήψεων των δασκάλων σχετικά με έννοιες και ερμηνεία φαινομένων σχετικά με τα ρευστά και στη συνέχεια τη συσχέτιση των αποτελεσμάτων με τα πορίσματα των βιβλιογραφικών ερευνών.

Στη συνέχεια καθορίστηκε ένα πλαίσιο για την προτεινόμενη επιμορφωτική παρέμβαση μέσα από σχεδιαστικές αρχές επιβαλλόμενες από την παιδαγωγική γνώση περιεχομένου, από τη μεθοδολογία της αυτοεπιμόρφωσης και από το υπό διαμόρφωση περιβάλλον μάθησης. Η επιμορφωτική παρέμβαση ήταν ένα ολοκληρωμένο μαθησιακό πακέτο με τη μορφή διδακτικής μαθησιακής σειράς.

Κάθε κεφάλαιο περιελάμβανε ημερολόγια καταγραφής δραστηριοτήτων, ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης πριν και μετά την εμπλοκή με το πακέτο αλλά και με κάθε κεφάλαιο (έργα), θεωρητικά κείμενα εμπλουτισμένα με εικόνες, κείμενα με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, εκτέλεση πειραματικών δραστηριοτήτων καθώς και οπτικοποιημένο υλικό με τη μορφή αναλογικού και ψηφιακού βίντεο καθώς και προσομοιώσεων.

Προκειμένου να απαντηθούν οι ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης για κάθε κεφάλαιο (έργα) έπρεπε να μελετηθούν τα θεωρητικά κείμενα για τα ρευστά, να μελετηθούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και τέλος να υλοποιηθούν οι πειραματικές δραστηριότητες με τα απλά υλικά του πακέτου. Κατά τη διάρκεια της εμπλοκής τους με τις πειραματικές δραστηριότητες οι συμμετέχοντες έπρεπε να συμπληρώσουν γραπτά ημερολόγια καταγραφής δραστηριοτήτων προκειμένου να σημειωθούν κρίσιμα δεδομένα για την γνωστική τους βελτίωση.

Στη συνέχεια υλοποιήθηκε η πιλοτική εφαρμογή της μαθησιακής σειράς προκειμένου να διερευνηθούν η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των εργαλείων συλλογής δεδομένων. Τέλος μετά τη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων επανασχεδιάστηκαν τα εργαλεία όπου απαιτείτο, διατυπώθηκαν τα τελικά ερευνητικά ερωτήματα και υλοποιήθηκε η τελική εφαρμογή.

Το δείγμα της τελικής παρέμβασης ήταν 96 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί, στην πλειοψηφία τους απόφοιτοι των παλαιών Παιδαγωγικών Ακαδημιών, που επιλέχτηκαν κατόπιν εισαγωγικών εξετάσεων να παρακολουθήσουν διετή επιμόρφωση στο Πανεπιστήμιο. Το δείγμα αφορούσε εκπαιδευτικούς και των δυο φύλων, ισομερώς κατανομημένους, οι οποίοι μετακινούνταν σε ημερήσια βάση από άλλες πόλεις της ευρύτερης περιφέρειας.

Η αξιολόγηση των δεδομένων υλοποιήθηκε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS και ειδικότερα με τη δοκιμασία του Chi-Square, (χ^2) προκειμένου να μελετηθεί η στατιστική σημαντικότητα των ευρημάτων και να δοθεί η δυνατότητα για γενίκευση των αποτελεσμάτων (Cohen & Manion 1997).

2η Μελέτη Περίπτωσης

Η μεθοδολογία υλοποίησης στη δεύτερη μέθοδο της διαδικτυακής επιμόρφωσης περιλάμβαναν αρχικά όπως και στην πρώτη μέθοδο τη διερεύνηση των αντιλήψεων των δασκάλων μέσω γραπτών ερωτηματολογίων και στη συνέχεια το σχεδιασμό μιας διδακτικής παρέμβασης υβριδικού χαρακτήρα στην περιοχή των ρευστών. Στα πλαίσια αυτά υλοποιήθηκε η ψηφιοποίηση του μαθησιακού υλικού της πρώτης μελέτης περίπτωσης και «ανέβασμα» του υλικού στο διαδικτυακό μαθησιακό περιβάλλον, (<http://helios.eled.auth>).



gr/bscw) προκειμένου να είναι προσβάσιμο χωρίς τοπικούς και χρονικούς περιορισμούς.

Στη συνέχεια διατυπώθηκαν τα αρχικά ερευνητικά ερωτήματα και υλοποιήθηκαν δυο πιλοτικές εφαρμογές σε εν ενεργεία εκπαιδευτικούς προκειμένου να μελετηθούν η εγκυρότητα και αξιοπιστία των εργαλείων συλλογής δεδομένων σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα. Έτσι μετά την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων επανασχεδιάστηκε η μεθοδολογία αλλά και τα εργαλεία όπου απαιτείτο, διατυπώθηκαν τα τελικά ερευνητικά ερωτήματα και υλοποιήθηκε η τελική εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης (Paraskevas & Psillos 2009).

Στην τελική εφαρμογή οι εκπαιδευτικοί πήραν το πακέτο με τα απλά υλικά διαζώσης και όλα τα θεωρητικά κείμενα, οι ασκήσεις αυτοαξιολόγησης, τα ημερολόγια καταγραφής δραστηριοτήτων ήταν στο διαδικτυακό μαθησιακό περιβάλλον σε ψηφιακή μορφή. Από εκεί με την ανάλογη υποστήριξη που περιγράφηκε παραπάνω τα "κατέβαζαν" (download) στους υπολογιστές τους για επεξεργασία και "ανέβαζαν" (upload) τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης καθώς και τα συμπληρωμένα ημερολόγια καταγραφής δραστηριοτήτων, από την υλοποίηση των δραστηριοτήτων του πακέτου (Παρασκευάς & Ψύλλος 2009).

Το δείγμα αποτελούνταν από 24 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που παρακολουθούσαν διετές πρόγραμμα μετεκπαίδευσης-επιμόρφωσης στο Διδασκαλείο «Δημήτρης Γληνός» του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Η ανάλυση των δεδομένων από τα γραπτά ερωτηματολόγια αυτοαξιολόγησης υλοποιήθηκε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS και ειδικότερα με την μη παραμετρική ανάλυση-δοκιμασία συσχέτισης Mann & Whitney U test προκειμένου να μελετηθεί η στατιστική σημαντικότητα των ευρημάτων και να δοθεί η δυνατότητα για γενίκευση των αποτελεσμάτων (Cohen & Manion 1997). Και στις δυο μελέτες περίπτωσης 4 έργα ήταν κοινά, (1,2,3,6) εκ των οποίων τα έργα 3 και 6 είχαν υπό-ερωτήματα (3.1, 3.2 & 6.1, 6.2) τα οποία τα διερευνήσαμε σαν ξεχωριστά έργα αυξάνοντας συνολικά το αριθμό των κοινών έργων από 4 σε 6.

Αποτελέσματα

Στην συνέχεια παρατίθενται τα γνωστικά αποτελέσματα που προέκυψαν μετά την καταγραφή και τη στατιστική τους επεξεργασία στα κοινά γνωστικά έργα που υλοποίησαν οι συμμετέχοντες στην πρώτη μελέτη περίπτωσης. Όπως φαίνεται από τον πίνακα 1 στα έργα 1, 2, 3.2, 6, 6.1, 6.2 οι διαφορές σωστών απαντήσεων πριν (pre) και μετά (post) την εμπλοκή τους, μετά τη στατιστική ανάλυση χαρακτηρίστηκαν σαν στατιστικά σημαντικές δίνοντας τη δυνατότητα για γενίκευση των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 1: Γνωστικά αποτελέσματα εκπαιδευτικών από την πρώτη μελέτη περίπτωσης

ΕΡΓΑ	PRE ΣΩΣΤΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕ ΙΣ %	POST ΣΩΣΤΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕ ΙΣ %	ΔΙΑΦΟ ΡΑ PRE- POST %	ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ Σ (X^2)	ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗ ΤΑ
1 (Μανόμε τρα)	43,8	66,3	22,5%	P=0,004 $X^2=8,493$	ΝΑΙ
2 (Σώματα)	12,5	30,3	17,8%	P=0,005/ $X^2=10,423$	ΝΑΙ
3 (Άγκυρα)	94,8	97,8	3%	P=0,377 $X^2=0,779$	ΟΧΙ
3.1 (Ψάρι)	88,5	89,9	1,4%	P=0,800 $X^2=0,064$	ΟΧΙ
3.2 (Πλοίο)	22,9	50,6	27,7%	P=0,000 $X^2=13,865$	ΝΑΙ
6 (Αναδυόμ ενη μπάλα)	74	92,1	18,1%	P=0,001 $X^2=10,117$	ΝΑΙ
6.1 (Μπάλα στην επιφάνει α)	58,3	76,4	18,1%	P=0,014 $X^2=6,018$	ΝΑΙ
6.2 (Σύγκρισ η θέσεων)	51	73	22%	P=0,003 $X^2=9,133$	ΝΑΙ

Στην συνέχεια παρατίθενται τα γνωστικά αποτελέσματα που προέκυψαν μετά την καταγραφή και τη στατιστική τους επεξεργασία στα κοινά γνωστικά έργα που υλοποίησαν οι συμμετέχοντες στη δεύτερη μελέτη περίπτωσης. Όπως φαίνεται από τον πίνακα 2 στα έργα 1, 2, 3.1, 3.2, 6.1, 6.2 οι διαφορές σωστών απαντήσεων πριν (pre) και μετά (post) την εμπλοκή τους, μετά τη στατιστική ανάλυση χαρακτηρίστηκαν σαν στατιστικά σημαντικές δίνοντας τη δυνατότητα για γενίκευση των αποτελεσμάτων.

**Πίνακας 2:** Γνωστικά αποτελέσματα εκπαιδευτικών από τη δεύτερη μελέτη περίπτωσης

ΕΡΓΑ	PRE ΣΩΣΤΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕ ΙΣ %	POST ΣΩΣΤΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙ Σ %	ΔΙΑΦΟ ΡΑ PRE- POST %	ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ Σ <0,05	ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗ ΤΑ
1 (Μανόμετρ α)	41,6	70,8	29,2	0,044	NAI
2 (Σώματα)	20,83	83,33	62,5	0	NAI
3 (Αγκυρα)	91,6	87,5	-4,1	0,64	OXI
3.1 (Ψάρι)	83,33	100	16,67	0,039	NAI
3.2 (Πλοίο)	25	75	50	0,001	NAI
6 (Αναδυόμε νη μπάλα)	83,33	87,5	4,17	0,686	OXI
6.1 (Μπάλα στην επιφάνεια)	50	91,66	41,66	0,002	NAI
6.2 (Σύγκριση θέσεων)	29,16	66,66	37,5	0,01	NAI

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία μελετήσαμε δυο μελέτες περίπτωσης που αφορούσαν εξ αποστάσεως επιμόρφωση δασκάλων στην περιοχή των ρευστών. Και στις δυο μελέτες χρησιμοποιήθηκε το ίδιο μαθησιακό υλικό-μαθησιακή σειρά αλλά με διαφορετική μορφή, υποστήριξη και τρόπο διανομής. Συζητώντας τα αποτελέσματα στα κοινά έργα αυτοαξιολόγησης προκύπτει αρχικά ότι όλοι οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν τις ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης. Επιπλέον φάνηκε από τα αποτελέσματα ότι οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν για τα έργα αυτοαξιολόγησης ήταν κατάλληλες μιας και τα έργα στα οποία παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ήταν τα ίδια και στις δυο μελέτες περίπτωσης (έργα 1,2,3.2, 6.1, 6.2).

Οι συμμετέχοντες φαίνεται να παρουσίασαν γνωστική πρόοδο στα περισσότερα ερωτήματα αυτοαξιολόγησης, σε δυο δύσκολες έννοιες όπως στην πίεση στα ρευστά αλλά και στην άνωση, φανερώνοντας και οι δυο μορφές επιμόρφωσης στηριζόμενες σε κατάλληλα μαθησιακά έργα μπορούν να λειτουργήσουν εξίσου αποτελεσματικά ανεξάρτητα με τη μορφή, τον τρόπο διανομής του μαθησιακού υλικού αλλά και την ανάλογη υποστηρικτική διαδικασία. Συμπερασματικά μπορούμε να καταλήξουμε ότι η ομοιότητα στα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν ανωτέρω οφείλεται στις στέρεες σχεδιαστικές αρχές που

ακολουθήθηκαν για το σχεδιασμό των πρώτης (πρότυπης) διδακτικής μαθησιακής σειράς και υιοθετήθηκαν από την δεύτερη («θυγατρική») της, καθιστώντας το τεχνολογικό μέσο υποστήριξης όχημα διεκπεραίωσης της επιμορφωτικής διαδικασίας με σαφείς επίσης σχεδιαστικές αρχές. Ως πρόταση μελλοντικής έρευνας θα τολμούσαμε να διατυπώσουμε τον επανασχεδιασμό πετυχημένων επιμορφωτικών σειρών με νέα τεχνολογική υποστήριξη.

Βιβλιογραφία

- Δακοπούλου, Α. (2002). Επιμόρφωση των Ελλήνων εκπαιδευτικών Α/θμιας εκπαίδευσης: Αντιλήψεις, εμπειρίες και προτιμήσεις εκπαιδευτικών, *Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου, Ελληνική Παιδαγωγική εκπαιδευτική έρευνα*, Αθήνα.
- Καριώτογλου Πέτρος (1991). *Προβλήματα διδασκαλίας και μάθησης της μηχανικής των ρευστών στο Γυμνάσιο*, (Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή). Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Λιοναράκης, Α. (2001). *Απόψεις και προβληματισμοί για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση*, Αθήνα: Προπομπός
- Ματθαίου, Δ., Αγγελάκος, Κ., Κωστάκος, Α., Μάρκου, Π., Μπενέκου, Ελ., Σπυροπούλου, Δ. (1999). Θεσμοθετημένες μορφές Επιμόρφωσης: Μελέτη της πιλοτικής εφαρμογής των ταχύρυθμων προαιρετικών επιμορφωτικών προγραμμάτων σε τρία ΠΕΚ της χώρας κατά το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου 1995-Ιουνίου 1996, *Επιθεώρηση Επιστημονικών και Εκπαιδευτικών Θεμάτων, τόμος Α/*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Ματραλής, Χ. (1999). Ύπαρξη-Σχεδιασμός Ειδικού εκπαιδευτικού υλικού. Στο: Χ. Ματραλής, Α. Λυκουργιώτης, Ιδιαίτερα εκπαιδευτικά "εργαλεία"- μέθοδοι. Στο: Β. Βεργίδης, Α. Λιοναράκης, Α. Λυκουργιώτης, Β. Μακράκης, Χ. Ματραλής (Επιμ.), *Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση- Θεσμοί και Λειτουργίες*, (σελ. 55). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Μολοχίδης, Τ. (2005). *Ανάπτυξη και Διερεύνηση διδακτικής μαθησιακής σειράς για την Αυτοεπιμόρφωση των δασκάλων σε φαινόμενα και έννοιες των ρευστών*, (Διδακτορική διατριβή). ΠΤΔΕ-ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Μολοχίδης Τ. & Ψύλλος Δ. (2002). Αξιολόγηση Διαδικασίας αυτο-μόρφωσης στη γνωστική περιοχή της «Ανωσης» και σε περιβάλλον ανοικτής και από απόστασης μάθησης, *3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογής Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 621-623.
- Παρασκευάς, Α. & Ψύλλος, Δ. (2009). Διερεύνηση της ενεργητικής συμμετοχής και αλληλεπίδρασης εκπαιδευτικών στην εξ αποστάσεως συνεργασία τους στο πλαίσιο της επιμόρφωσής τους στην περιοχή των ρευστών, *Ανοικτή Εκπαίδευση, Journal of Open and Distance Educational Technology*, διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: http://www.openedu.gr/share/magaz_files/papers_pdf/05.pdf , (02/07/2010)
- Φώκιαρη, Π., Κουρουτσίδου, Μ., Λέφας, Ε. (2005). Ζήτηση για επιμόρφωση: Οι συνιστώσες της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών. Στο: Γ. Μπαγάκης (Επιμ.), *Επιμόρφωση και Επαγγελματική Ανάπτυξη του εκπαιδευτικού*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Χατζηπαναγιώτου, Π. (2001). *Η Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών: Ζητήματα Οργάνωσης, Σχεδιασμού και Αξιολόγησης*. Αθήνα: Τυπωθήτω- Γ. Δαρδανός.

Anderson, R. D., & Mitchener, C.P. (1994). Research on science teacher education. In: D.L. Gabel, (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, (pp.3-44). New York: Macmillan.

Bolam, R. (1982). *In service education and training of teachers: a condition of educational change*. Final report of CERI Project on INSET. Paris: OECD.

- Bolam, R. (1986). Final Report (draft 1981). In D. Hopkins (Ed.), *In-service training and educational development: An International Survey*, (pp.18-34). London: Grom Helm.
- Cohen, L. & Manion, L. (1997). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Αθήνα: Έκφραση
- Hamburg, I., Cernian, O., Thij, H. (2002). Blended learning and distributed learning Environments'. In ViRec e-Initiative project, διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://cs.ucv.ro/ViReCon> (05/02/ 2010).
- Kallery, M. & Psillos, D. (2001). Pre-school Teachers' Content Knowledge in Science: their understanding of elementary science concepts and of issues raised by children's questions, *International Journal of Early Years Education*, Vol. 9, No.3.
- Kariotoglou, P. & Psillos, D. (1993). Pupils' pressure models and their implications for instruction, *Research in Science & Technological Education*, Vol. 11, No.1.
- Keegan, D. (2001). *Οι Βασικές Αρχές της Ανοικτής και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης*, Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Krueger, C., & Summers, M. (1988). Primary school teachers' understanding of science concepts, *Journal of education for Teaching*, 14(3), pp. 259-265.
- Paraskevas, A., & Psillos, D. (2009). The Implementation of a didactic approach of blended character promoting in service teachers' professional development in the area of fluid Physics, *Proceedings ESERA Conference*, available on: <http://www.esera2009.org/acceptedPapers2.asp?StrandID=14> , (02/07/2009)
- Race, P. (1999). *Το Εγχειρίδιο της Ανοικτής Εκπαίδευσης*, Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Smith, D.C. & Neale, D.C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching, *Teaching and Teacher Education*, 5(1), pp. 1-20.
- Van Der Merwe H.J. (1996). The Multimedia learning Package: An instrument to take the Distance out of Distance Education, *Proceedings of the Second International Conference on Distance Education (ICDED), Russia*.
- Wandersee, J. H., Minzes, J.J., Novac, J, D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, (pp.177-210). New York: Macmillan.

Ανίχνευση του προσωπικού ενδιαφέροντος φοιτητών ΠΤΔΕ για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής, με τη χρήση του C.L.A.S.S.

Κώτσης Κων/νος-1, Στύλος Γεώργιος -2

1- ΠΤΔΕ, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, kkotsis@cc.uoi.gr

2- ΠΤΔΕ, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, gstylos@cc.uoi.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πρωτοετείς φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης σε στάσεις και πεποιθήσεις των φοιτητών για τη μάθηση και τη διδασκαλία της Φυσικής. Με βασικό εργαλείο ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου- το CLASS (Colorado Learning Attitudes about Science Survey)- η έρευνα βαθμολογεί το προσωπικό ενδιαφέρον των μαθητών ως προς το φύλο, την κατεύθυνση σπουδών που ακολούθησαν στο Λύκειο αλλά και του ενδιαφέροντος που δήλωσαν οι ίδιοι οι φοιτητές. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν πως οι φοιτητές παρουσιάζουν αρκετά υψηλά ποσοστά προσωπικού ενδιαφέροντος για το μάθημα της Φυσικής. Οι διαφορές ανάμεσα στα αγόρια και τα κορίτσια είναι αμελητέες, ενώ σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται ως προς την κατεύθυνση που ακολούθησαν στο Λύκειο.

Abstract

This paper presents the results of an empirical research of students of the Department of Primary Education at the University of Ioannina, in attitudes and beliefs about their personal interest of learning physics. Using as basic tool the closed questionnaire, CLASS (Colorado Learning Attitudes about Science Survey), the research grades the students' interest as a function of the sex, the direction of study followed at the Lyceum and the interest expressed by the students themselves. The results show that students have sufficiently high rates of personal interest in the subject of Physics. The differences between boys and girls are negligible, while significant differences shown in the direction followed in the school.

Εισαγωγή

Η έρευνα έχει δείξει πως οι μαθητές φέρνουν στην τάξη όχι μόνο αρχάριες κατανοήσεις των εννοιών της Φυσικής, αλλά και μια σειρά από στάσεις, πεποιθήσεις και προσδοκίες. Αυτές οι αρχικές υποθέσεις και πεποιθήσεις μπορούν να επηρεάσουν τη μάθηση των μαθητών στη εισαγωγική Φυσική και το πως ερμηνεύουν ότι ακούν σε μια τάξη (Sahin 2009). Οι περισσότεροι μαθητές έχουν πεποιθήσεις για τη Φυσική και τη μάθηση της Φυσικής πολύ διαφορετικές από αυτές ενός έμπειρου Φυσικού (Redish et al. 1998, Sahin 2009). Ο Hammer (1994) αναφέρει πως μερικοί μαθητές θεωρούν τη Φυσική σαν αδύναμα συνδεδεμένα κομμάτια πληροφοριών που πρέπει να μαθευτούν ξεχωριστά, ενώ άλλοι βλέπουν τη Φυσική σαν ένα συνεκτικό σώμα ιδεών που μαθαίνονται μαζί. Κάποιοι μαθητές αντιλαμβάνονται τη μάθηση της Φυσικής ως απομνημόνευση τύπων και επίλυση προβλημάτων, ενώ άλλοι πιστεύουν ότι η μάθηση περιλαμβάνει την ανάπτυξη μιας βαθύτερης εννοιολογικής κατανόησης. Μερικοί μαθητές πιστεύουν πως η Φυσική δεν συνδέεται με τον πραγματικό κόσμο, ενώ άλλοι πιστεύουν πως οι ιδέες που μαθαίνονται στη Φυσική είναι σχετικές και χρήσιμες σε μια ευρεία ποικιλία πραγματικών πλαισίων. Επίσης, εργασίες έχουν δείξει



σύνδεση των πεποιθήσεων με τις επιδόσεις των μαθητών. Οι Stathopoulou & Vosniadou (2007) σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έδειξαν πως οι πεποιθήσεις οι οποίες αφορούν τη δομή και τη σταθερότητα της γνώσης της Φυσικής είναι καλοί προγνώστες predictors της κατανόησης της Φυσικής. Επίσης, ο Perkins et al. (2005) σημείωσαν πως φοιτητές που ξεκινούν ένα μάθημα με πιο ευνοϊκές πεποιθήσεις ήταν πιο πιθανό να επιτύχουν υψηλά μαθησιακά κέρδη. Επίσης, η έρευνα έχει δείξει ότι οι μαθητές θα μελετήσουν και θα μάθουν καλύτερα Φυσική και επιπλέον θα επιλέγουν μαθήματα Φυσικής εάν ενδιαφέρονται για αυτή (Osborne, Simon & Collins 2003, Hidi, Renninger & Krapp, 2004). Αρκετοί ερευνητές (Schiefele 1999, Krapp, 2002) έχουν παρουσιάσει το ενδιαφέρον ως μια κεντρική προϋπόθεση για εσωτερική παρώθηση. Εγγενείς δραστηριότητες με κίνητρα είναι οι δραστηριότητες τις οποίες κάνουν οι άνθρωποι φυσικά και αυθόρμητα ακολουθώντας τα εσωτερικά τους ενδιαφέροντα. Σύμφωνα με τους Ryan & Deci (2000, p. 71), “οι άνθρωποι θα παρωθηθούν εσωτερικά μόνο για δραστηριότητες που έχουν εσωτερικό ενδιαφέρον για αυτούς, δραστηριότητες που έχουν τη γοητεία της καινοτομίας, της πρόκλησης ή αισθητική αξία.” Το ενδιαφέρον φαίνεται να είναι μια κεντρική έννοια όταν προσπαθούμε να καταλάβουμε τη λειτουργική σχέση ανάμεσα στην παρώθηση και τη μάθηση. Ωστόσο, το ενδιαφέρον διαφέρει από άλλες παρακινητικές μεταβλητές σε τρεις πτυχές: είναι ειδικό περιεχόμενο και αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε ένα άτομο και το περιβάλλον του και επιπλέον έχει και γνωστικές και συναισθηματικές πτυχές (Hidi, Renninger & Krapp, 2004). Σύμφωνα με τους Gardner & Tamir (1989a): Ο όρος «ενδιαφέρον» συνήθως αναφέρεται στην προτίμηση ενασχόλησης σε μερικούς τύπους δραστηριοτήτων από άλλες. Ένα ενδιαφέρον μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας υψηλά ειδικός τύπος στάσης: Όταν ενδιαφερόμαστε για ένα ιδιαίτερο φαινόμενο ή δραστηριότητα, είμαστε ευνοϊκά διατεθειμένοι να το παρακολουθήσουμε ή να δώσουμε χρόνο σ’ αυτό. Η Hidi (2006) όρισε το ενδιαφέρον ως μια μοναδική παρωθητική μεταβλητή, καθώς και μια ψυχολογική κατάσταση που συμβαίνει κατά τη διάρκεια αλληλεπιδράσεων μεταξύ προσώπων και αντικειμένων του ενδιαφέροντός τους, και χαρακτηρίζεται από αυξημένη προσοχή, συγκέντρωση και επίδραση. Η έρευνα προσδιόρισε αρκετούς παράγοντες που διαπλέκονται με το ενδιαφέρον για τη μάθηση της Φυσικής όπως η εθνικότητα, το φύλο, το ενδιαφέρον για το περιεχόμενο της Φυσικής, το ενδιαφέρον για το πλαίσιο μέσα στο οποίο συναντούν το περιεχόμενο της Φυσικής, το ενδιαφέρον και την ευχαρίστηση από το είδος της δραστηριότητας και της διδακτικής μεθόδου, το αντιληπτό επίτευγμα, το επίπεδο δυσκολίας και εκτίμηση του θέματος (Lavonen et al. 2008, Simons 2000, Sjøberg 2000).

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι τα εξής: Ποιο είναι το προσωπικό ενδιαφέρον των φοιτητών ΠΤΔΕ για τη μάθημα και τη διδασκαλία της Φυσικής; Ποια η σχέση του φύλου και των σπουδών των φοιτητών στο Λύκειο στο προσωπικό ενδιαφέρον των φοιτητών;

Μέθοδος και Έρευνα

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε από ένα κλειστό ερωτηματολόγιο το οποίο αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος από ερωτήσεις που αφορούν το φύλο, την κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο, την κατεύθυνση που προτίθενται να επιλέξουν στο τμήμα και το ενδιαφέρον των φοιτητών για τη Φυσική, ενώ το δεύτερο μέρος από το CLASS. Το CLASS (Adams et al., 2006) αποτελεί ένα εργαλείο το οποίο εξετάζει πεποιθήσεις και στάσεις και στηρίχτηκε σε τρεις προηγούμενες γνωστές έρευνες που διερευνούν τις στάσεις και τις πεποιθήσεις των μαθητών/φοιτητών στις Φυσικές Επιστήμες: (α) the Maryland Physics Expectations Survey (Redish, et al., 1998), (β) the Views About Science Survey (Halloun and Hestenes, 1985), και (γ) the Epistemological Beliefs Assessment about Physical Science (Elby, 2001).

Το CLASS διερευνά τις πεποιθήσεις φοιτητών/μαθητών για τη Φυσική και τη μάθηση της Φυσικής και διαχωρίζει τις πεποιθήσεις των καθηγητών Φυσικής από εκείνες των αρχάριων. Οι συμμετέχοντες με το CLASS ζητούνται να δηλώσουν την άποψη τους σε 42 δηλώσεις. Για τις απαντήσεις των φοιτητών χρησιμοποιήθηκε μια πενταβάθμια κλίμακα (1=Διαφωνώ Πολύ, 2=Διαφωνώ, 3= Αβέβαιος, 4=Συμφωνώ και 5=Συμφωνώ πολύ). Οι απαντήσεις «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ πολύ» στις δηλώσεις του CLASS αντιστοιχούν στην άποψη που έχει διαμορφώσει ένας έμπειρος καθηγητής Φυσικής. Έτσι το σκορ κάθε φοιτητή στο CLASS καθορίζεται από το ποσοστό των απαντήσεων στις οποίες ο φοιτητής που συμμετέχει στην έρευνα συμφωνεί με την άποψη ενός έμπειρου Φυσικού και που δηλώνεται στην εργασία ως «επιθυμητό ποσοστό» (percent favourable). Ομοίως το «μη επιθυμητό ποσοστό» καθορίζεται από το ποσοστό των απαντήσεων στις οποίες ο ερωτώμενος δεν συμφωνεί με την ενός έμπειρου Φυσικού.

Η έρευνα βαθμολογείται ως «Ολική» και χωρίζεται σε 8 κατηγορίες:

- (α) Σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο
- (β) Προσωπικό Ενδιαφέρον
- (γ) Προσπάθεια Κατανόησης
- (δ) Εννοιολογικές Συνδέσεις
- (ε) Εφαρμογή της Εννοιολογικής Κατανόησης
- (στ) Επίλυση Προβλημάτων
- (ζ) Εμπιστοσύνη στην Επίλυση Προβλημάτων και
- (η) Ικανότητα στην Επίλυση Προβλημάτων

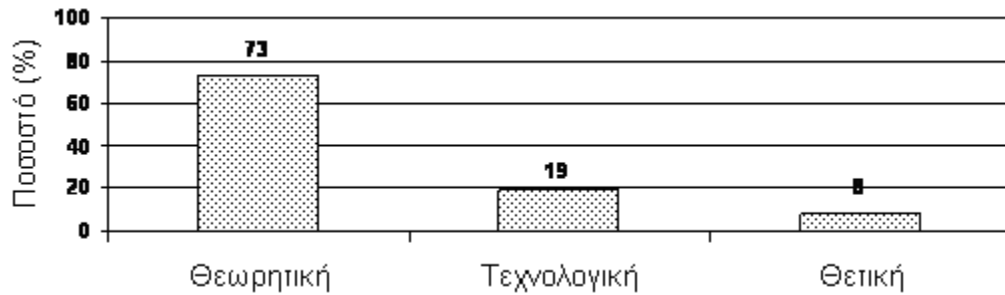
Κάθε κατηγορία αποτελείται από 4 έως 8 δηλώσεις που τη χαρακτηρίζουν.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η κατηγορία «Προσωπικό Ενδιαφέρον» των φοιτητών του ΠΤΔΕ. Αυτή η κατηγορία ανιχνεύει το εάν οι ερωτώμενοι έχουν προσωπικό ενδιαφέρον για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. Οι δηλώσεις οι οποίες αντιστοιχούν σ' αυτή την κατηγορία και παρουσιάζονται σε αυτή την εργασία, είναι οι εξής:

1. *Νομίζω πως Φυσική βιώνεται στην καθημερινή ζωή.*
2. *Δεν είμαι ικανοποιημένος μέχρις ότου κατανοήσω το γιατί και το πώς κάτι λειτουργεί.*
3. *Μελετώ Φυσική για να αποκτήσω γνώσεις που θα είναι χρήσιμες στη ζωή μου έξω από το σχολείο.*
4. *Μου αρέσει να επιλύω προβλήματα Φυσικής.*
5. *Η γνώση της Φυσικής αλλάζει τις ιδέες μου για το πώς λειτουργεί ο κόσμος.*
6. *Λογικές δεξιότητες που χρησιμοποιούνται στη Φυσική μπορεί να είναι χρήσιμες για μένα στην καθημερινή ζωή μου.*

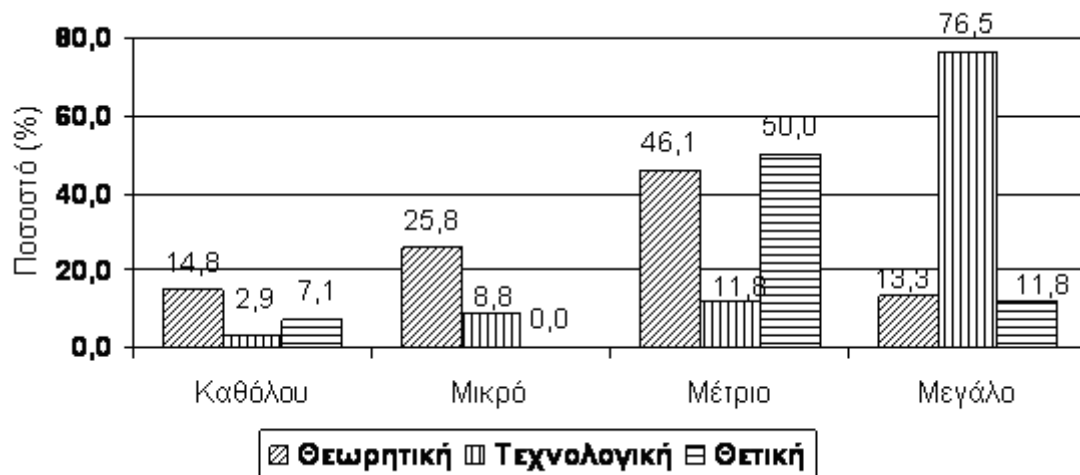
Η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πρωτοετείς φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (Π.Τ.Δ.Ε) του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η δειγματοληπτική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η απλή τυχαία δειγματοληψία. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή δεδομένων είναι το ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου και μοιράστηκε στις αρχές του εαρινού εξαμήνου του ακαδημαϊκού έτους 2009-2010. Η κωδικοποίηση, η στατιστική επεξεργασία και η ανάλυση των δεδομένων έγινε με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS 17.0 και του Microsoft Excel που χρησιμοποιεί το ερωτηματολόγιο CLASS.

Ο πληθυσμός της έρευνας είναι 189 πρωτοετείς φοιτητές. Όσον αφορά το φύλο, το 81% αποτελούνταν από κορίτσια και το 19% από αγόρια. Η κατεύθυνση σπουδών που ακολούθησαν οι φοιτητές στο Λύκειο παρουσιάζεται στο σχήμα 1, από όπου προκύπτει ότι η πλειοψηφία των φοιτητών στο Π.Τ.Δ.Ε. προέρχεται από την θεωρητική κατεύθυνση σε ποσοστό πάνω από το 70%.



Σχήμα 1: Η κατανομή ως προς την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο.

Οι φοιτητές κλήθηκαν να αυτοπροσδιορίσουν οι ίδιοι το ενδιαφέρον τους για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. Οι απαντήσεις των φοιτητών ως προς την κατεύθυνση σπουδών απεικονίζεται στο σχήμα 2. Χρησιμοποιήθηκε μια τετραβάθμια κλίμακα (1=καθόλου, 2=μικρό, 3= μέτριο και 4=μεγάλο) για να αντιστοιχεί στα τέσσερα κίνητρα των φοιτητών που παρακολουθούν το μάθημα της Φυσικής (Redish, 2003).



Σχήμα 2: Η κατανομή του ενδιαφέροντος ως προς την κατεύθυνση σπουδών

Από τις απαντήσεις των φοιτητών εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι φοιτητές που προέρχονται από την Τεχνολογική και τη Θετική κατεύθυνση παρουσιάζουν μέτριο και μεγάλο ενδιαφέρον για το μάθημα της Φυσικής, κάτι που είναι αναμενόμενο αφού η Φυσική αποτελούσε ένα από τα βασικά μαθήματα των σπουδών τους στις τελευταίες δύο τάξεις του Λυκείου και σ' αυτά τα οποία διαγωνίστηκαν για την εισαγωγή τους στο πανεπιστήμιο. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι απαντήσεις των φοιτητών στις δηλώσεις του CLASS οι οποίες σχετίζονται με το προσωπικό ενδιαφέρον για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. Οι απαντήσεις των φοιτητών σε κάθε δήλωση ξεχωριστά παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

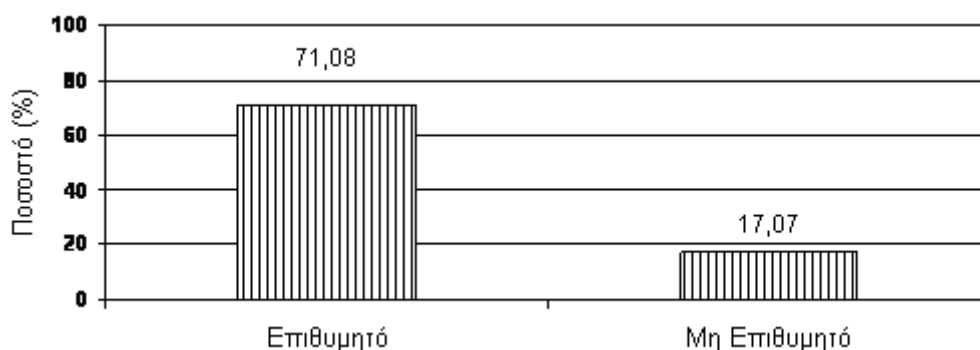
Πίνακας 1: Τα ποσοστά των απαντήσεων των φοιτητών.

Ερωτήσεις	Διαφωνώ/ Διαφωνώ πολύ(%)	Ουδέτερος (%)	Συμφωνώ/ Συμφωνώ πολύ(%)
1. Νομίζω πως Φυσική βιώνεται στην καθημερινή ζωή.	4,2	11,1	84,7
2. Δεν είμαι ικανοποιημένος μέχρις ότου κατανοήσω το γιατί και το πώς κάτι λειτουργεί.	10,3	11,4	78,3

3. Μελετώ Φυσική για να αποκτήσω γνώσεις που θα είναι χρήσιμες στη ζωή μου έξω από το σχολείο.	17,4	18,4	64,2
4. Μου αρέσει να επιλύω προβλήματα Φυσικής.	37,9	23,7	38,4
5. Η γνώση της Φυσικής αλλάζει τις ιδέες μου για το πώς λειτουργεί ο κόσμος.	9,5	14,2	76,3
6. Λογικές δεξιότητες που χρησιμοποιούνται στη Φυσική μπορεί να είναι χρήσιμες για μένα στην καθημερινή ζωή μου.	5,9	10,1	84,1

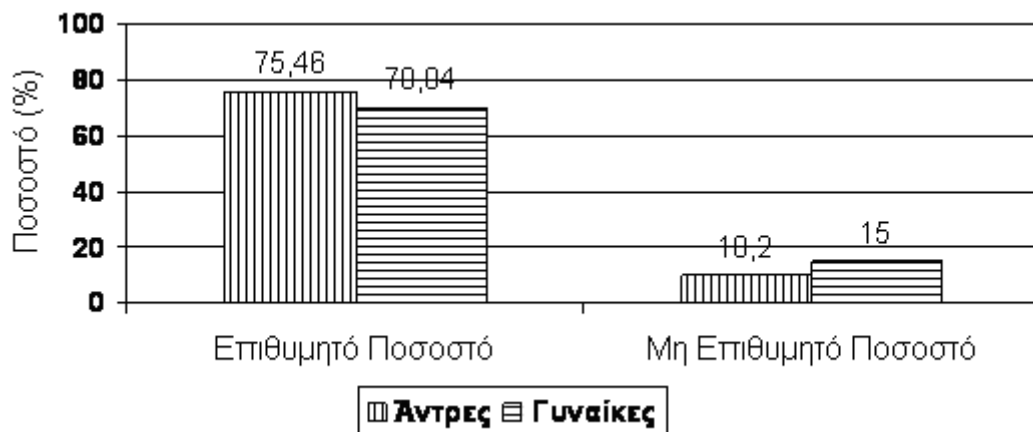
Με βάση τις απαντήσεις σε όλες τις δηλώσεις, η μεγάλη πλειοψηφία των φοιτητών συνδέει τη Φυσική με τον πραγματικό κόσμο, αναγνωρίζοντας τη σπουδαιότητα της σ' ότι έχει σχέση με τη εξήγηση φαινομένων που σχετίζονται με την καθημερινότητα τους. Ταυτόχρονα, όμως, οι φοιτητές εκφράζουν την αντιπάθειά τους στην επίλυση προβλημάτων.

Το «επιθυμητό ποσοστό» και το «μη επιθυμητό ποσοστό» που προκύπτει από τις ερωτήσεις της κατηγορίας «Προσωπικό Ενδιαφέρον» του CLASS, για όλους τους φοιτητές απεικονίζεται στο σχήμα 3. Οι επτά στους δέκα φοιτητές εμφανίζουν επιθυμητά ποσοστά προσωπικού ενδιαφέροντος για τη Φυσική, σχεδόν δύο στους δέκα εμφανίζουν μη επιθυμητό και το υπόλοιπο (περίπου ένας στους δέκα) έχει ουδέτερο ενδιαφέρον.



Σχήμα 3: Η κατανομή του «επιθυμητού ποσοστού» και του «μη επιθυμητού ποσοστού».

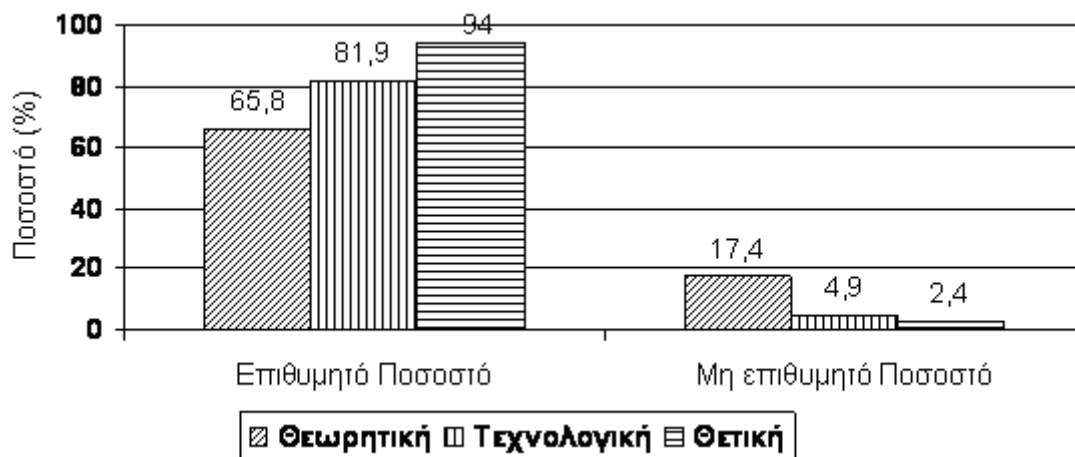
Το «επιθυμητό ποσοστό» και το «μη επιθυμητό ποσοστό» της κατηγορίας Προσωπικό Ενδιαφέρον σε σχέση με το φύλο αποτυπώνεται στο σχήμα 4. Με βάση την κατανομή των απαντήσεων δεν εμφανίζονται διαφορές ανάμεσα στα αγόρια και τα κορίτσια.



Σχήμα 4: Η κατανομή του «επιθυμητού ποσοστού» και του «μη επιθυμητού ποσοστού» ως προς το φύλο

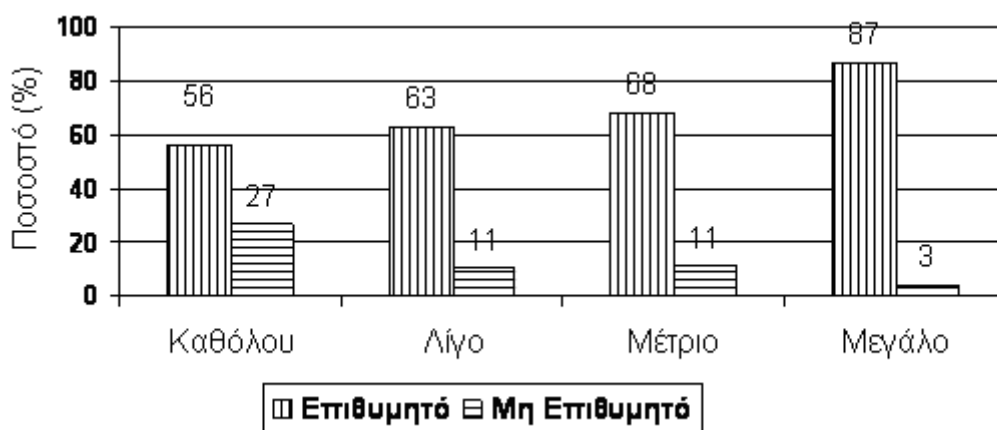


Το «επιθυμητό ποσοστό» και το «μη επιθυμητό ποσοστό» της κατηγορίας «Προσωπικό Ενδιαφέρον» σε σχέση με την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο απεικονίζεται στο σχήμα 5. Τα υψηλότερα ποσοστά επιθυμητού ενδιαφέροντος τα εμφανίζουν όπως ήταν αναμενόμενο οι φοιτητές της Θετικής και Τεχνολογικής κατεύθυνσης σε ποσοστά 94% και 81,9% αντίστοιχα, με τους φοιτητές της Θεωρητικής να κυμαίνονται στο 65,8%.



Σχήμα 5: Η κατανομή του «επιθυμητού ποσοστού» και του «μη επιθυμητού ποσοστού» ως προς την κατεύθυνση σπουδών.

Το «επιθυμητό ποσοστό» που προκύπτει από την ανάλυση του προσωπικού ενδιαφέροντος των ερωτήσεων του CLASS σε σύγκριση με το ενδιαφέρον που έχουν δηλώσει οι ίδιοι φοιτητές για το μάθημα της Φυσικής, αποτυπώνεται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6: Η κατανομή του «επιθυμητού ποσοστού» και του «μη επιθυμητού ποσοστού» του προσωπικού ενδιαφέροντος, όπως προέκυψε από το CLASS, ως προς το ενδιαφέρον που δήλωσαν οι ίδιοι οι μαθητές.

Παρατηρείται πως το «επιθυμητό ποσοστό» αυξάνει ανάλογα με το ενδιαφέρον που δηλώνουν οι ίδιοι οι φοιτητές. Έτσι οι φοιτητές που οι ίδιοι δήλωσαν μεγάλο ενδιαφέρον για το μάθημα της Φυσικής παρουσιάζουν και υψηλό «επιθυμητό ποσοστό» προσωπικού ενδιαφέροντος 87%. Εκείνοι οι οποίοι δήλωσαν ότι έχουν λίγο ενδιαφέρον παρουσιάζουν 63% «επιθυμητό ποσοστό» προσωπικού ενδιαφέροντος και εκείνοι που δεν έχουν καθόλου ενδιαφέρον για το μάθημα της Φυσικής παρουσιάζουν 56%, όπως προκύπτει από τις

ερωτήσεις του CLASS. Το εύρημα αυτό αναδεικνύει ότι οι φοιτητές αυτοί, ενώ αποδέχονται ότι η Φυσική δίνει τις γνώσεις για την ερμηνεία του κόσμου και για τις διάφορες εφαρμογές στην καθημερινή ζωή, φαίνεται ότι ο τρόπος επαφής τους με το γνωστικό αντικείμενό της, όπως η επίλυση προβλημάτων (ερώτηση 4), έχει ισχυρή επίδραση, η οποία τους έκανε να δηλώνουν ότι δεν έχουν καθόλου ενδιαφέρον για αυτό.

Συμπεράσματα

Η ανάλυση των στάσεων και των πεποιθήσεων των φοιτητών στην κατηγορία «Προσωπικό Ενδιαφέρον» έδειξε πως οι φοιτητές έχουν σε αρκετά μεγάλο ποσοστό ενδιαφέρον για το μάθημα της Φυσικής και πως οι διαφορές ανάμεσα στους άντρες και στις γυναίκες είναι αμελητέες. Το «επιθυμητά ποσοστά» του Προσωπικού Ενδιαφέροντος ποικίλουν ανάλογα με την κατεύθυνση σπουδών των φοιτητών με μεγαλύτερα εκείνα της Τεχνολογικής και Θετικής κατεύθυνσης. Κάτι που είναι αναμενόμενο μιας και η Φυσική αποτελούσε για τους φοιτητές στα χρόνια που ήταν μαθητές ένα από τα βασικότερα μαθήματα στο ημερήσιο σχολικό πρόγραμμα και στις πανελλήνιες εξετάσεις. Οι φοιτητές συσχετίζουν τις έννοιες και τα φαινόμενα της Φυσικής με τη καθημερινότητα, αναγνωρίζουν την σπουδαιότητα μελέτης της, αλλά οι στάσεις τους προς την επίλυση προβλημάτων είναι αρνητικές. Αυτό ίσως συμβαίνει διότι οι φοιτητές, ως μαθητές στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο, διδάσκονταν τη Φυσική με τον παραδοσιακό τρόπο, όπου η Φυσική παρουσιάζεται ως ένα μη εύελικτο σώμα γεγονότων, θεωριών και κανόνων προς απομνημόνευση παρά σαν έναν τρόπο να σκεφτούν και να γνωρίσουν τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου (Siorenta & Jimogiannis 2008). Η αρνητική στάση ως προς την επίλυση προβλημάτων (σημαντικό μέρος της διδασκαλίας τους), φαίνεται να είναι τόσο ισχυρή, ώστε να δηλώνουν οι ίδιοι, ότι δεν τους ενδιαφέρει καθόλου ή τους ενδιαφέρει λίγο, το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. Η επίλυση προβλημάτων, η οποία δεν συσχετίζεται με την πραγματικότητα και την καθημερινότητα του μαθητή, αλλά με την έντονη παρουσία πολύπλοκων μαθηματικών εξισώσεων και τύπων, δραστηριότητα που τελικά απωθεί τους μαθητές από το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.

Προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει πως οι μαθητές θα ασχοληθούν με επιστημονικές μαθησιακές δραστηριότητες και ακόμη περισσότερο θα επιλέξουν μαθήματα Φυσικής εάν ενδιαφέρονται για τα θέματα που πρόκειται να διδαχθούν (Osborne et al. 2003, Hidi et al. 2004). Επίσης, το ενδιαφέρον και οι στάσεις των μαθητών προς τις επιστήμες παίζουν σημαντικό ρόλο στις αποφάσεις των μαθητών για να αναπτύξουν περαιτέρω την επιστημονική γνώση, την επιδίωξη καριέρας στις επιστήμες και τη χρήση των επιστημονικών εννοιών και μεθόδων παραγωγικά καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους (OECD 2007). Τα ευρήματα αυτής της έρευνας δείχνουν πως πρέπει να λαμβάνεται υπόψη οι πεποιθήσεις των φοιτητών για τη Φυσική γιατί συνδέονται άμεσα με το ίδιο το ενδιαφέρον τους. Θα πρέπει λοιπόν να εφαρμοσθούν οι ανάλογες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, ώστε να βοηθούν τους φοιτητές να αποκτούν στάσεις, οι οποίες να βρίσκονται πιο κοντά με αυτές των καθηγητών Φυσικής, έτσι ώστε να συμβάλουν στη μάθηση τους. Αν αναλογιστεί κανείς ότι στην έρευνα έλαβαν μέρος πρωτοετείς φοιτητές, το συμπέρασμα αυτό αφορά ουσιαστικά μαθητές Λυκείου. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με ότι η πλειοψηφία των φοιτητών των ΠΤΔΕ προέρχονται από την θεωρητική κατεύθυνση (70% στην παρούσα έρευνα), οι οποίοι δηλώνουν καθόλου ή λίγο ενδιαφέρον, δημιουργεί έναν έντονο προβληματισμό για τον τρόπο διδασκαλίας αυτών των μαθητών στο αντικείμενο της Φυσικής και τι τελικά τους προσφέρει.

Βιβλιογραφία

- Hammer, D. (1994). Epistemological beliefs in introductory physics. *Cogn Instr* 12(2):151–183.
Hidi, S., Renninger, K. A. & Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning. In D. Y. Dai & R. J. Sternberg (Eds.), *Motivation, emotion, and*



- cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development (pp. 89-115). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Hidi, S. (2006). Interest: A unique motivational variable, *Educational Research Review*, Volume 1, Issue 2, Pages 69-82
- Gardner, P. & Tamir, P. (1989a). Interest in Biology. Part I: A multidimensional construct. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 409-423.
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12, 383-409.
- Lavonen, J., R. Byman, R., Uitto, A., Juuti, K. & Meisalo, V. (2008) .Students' interest and experiences in physics and chemistry related themes: Reflections based on a ROSE-survey in Finlandnts. *Themes in Science and Technology Education*, Volume 1, Number 1, Pages 7-36.
- OECD (2007). PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world. Paris.
- Osborne, Simon, & Collins, (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Perkins, KK., Adams, WK., Pollock, SJ., Finkelstein, ND. & Wieman, CE. (2005). Correlating student beliefs with student learning using the Colorado learning attitudes about science survey. In: Marx J, Heron P, Franklin S (eds) *Proceedings of 2004 physics education research conference*, Sacramento, CA. American Institute of Physics, pp 61-64.
- Redish, E.F. (2003). *Teaching Physics with the Physics Suite*. John Wiley & Sons, New York
- Sahin, M. (2009). Effects of Problem-Based Learning on University Students' Epistemological Beliefs About Physics and Physics Learning and Conceptual Understanding of Newtonian Mechanics. *J Sci Educ Technol*, Volume 19, Number 3, 266-275.
- Schiefele, U. (1999). Interest and learning from text. *Scientific Studies of Reading*, 3, 257-279.
- Simon, S. (2000). Students' attitudes towards science. *Good Practice in Science Teaching — What Research Has to Say*; Open University Press Buckingham — In M. Monk and J. Osborne (eds.)
- Redish, EF., Saul, JM. & Steinberg, RN. (1998). Student expectations in introductory physics. *Am J Phys* 66(3):212-224.
- Siorenta, A. & Jimoyiannis, A. (2008). Physics instruction in secondary schools: an investigation of teachers' beliefs towards physics laboratory and ICT. *Research in Science & Technological Education*, 26(2), 185-202.
- Sjøberg, S. (2000). Interesting all children in the 'science for all' curriculum –in Millar, R.; Leach, J.; Osborne, J. (ed.): *Improving Science Education -- the contribution of research*, Buckingham, Open University Press
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology* 25, 54-67.
- Stathopoulou, C. & Vosniadou, S. (2007). Exploring the relationship between physics-related epistemological beliefs and physics understanding. *Contemp Educ Psychol* 32(3):255-281.

Ιδέες μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών: η σχέση τους με τη φυσική γλώσσα

Ειρήνη Σπυράτου, Βασίλης Τσελφές
ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, irinispyratou@yahoo.com
ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, tselfesv@ecd.uoa.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή ελέγχουμε την υπόθεση ότι οι ιδέες των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών είναι στενά συνδεδεμένες με τις σημασίες λέξεων που προτείνονται από τα λεξικά της Ελληνικής Γλώσσας· σημαίνονα δηλαδή που αποδίδει στα σημαίνοντα (λέξεις) η τοπική/ μητρική γλώσσα των μαθητών, η οποία και αποτελεί το κατεξοχήν λειτουργικό μέρος της κουλτούρας τους. Τα δεδομένα μας αποτέλεσαν οι απαντήσεις που έδωσαν Έλληνες μαθητές ηλικίας 8-12 ετών σε σχετικό ερωτηματολόγιο για δύο έννοιες των Φυσικών Επιστημών: τα «άστρα» και τα «σύννεφα». Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν σε σημαντικό βαθμό την υπόθεσή μας. Η επιβεβαίωση αυτή παραπέμπει ευθέως στην αντιμετώπιση της διδασκαλίας και μάθησης των Φυσικών Επιστημών ως μιας επιπολιτισμικής διαδικασίας και διευρύνει το πλαίσιο της συζήτησης για τη φύση των εμποδίων που συναντούν οι μαθητές όταν διδάσκονται αντικείμενα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες.

Abstract

In this paper we test the hypothesis that students' ideas about scientific concepts are related to the meanings of the words proposed by the dictionaries of Greek language; that is they are related to the mother language of the students, the most important and functional tool of their culture. Data are coming from 8-12 years old students who answered questions about what are "stars" and "clouds". Results indicate that our hypothesis is valid. This validation shows that science teaching and learning is an acculturation process and the discussion about the nature of the "students' obstacles" in science learning is embedded in a more socio-cultural context.

Εισαγωγή

Οι ιδέες/ αναπαραστάσεις των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) έχουν αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ) για δύο τουλάχιστον δεκαετίες ('70 και '80). Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι «αναπαραστάσεις για τις έννοιες των ΦΕ» συνδέονται με τις εμπειρίες τους κατά την διάρκεια του σχολικού μαθήματος των ΦΕ ή και εκτός τάξης (π.χ. Roth 2008). Συνήθως όμως αποτελούν (άλλες φορές λιγότερο κι άλλες περισσότερο) και «επιστημονικές παρανοήσεις» ή εκτιμώνται ως ιδέες «εναλλακτικές προς τις επιστημονικές»· δηλαδή ιδέες διαφορετικές, με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, από τις επιστημονικές.

Στην προσέγγιση που επιχειρούμε, θεωρούμε ότι οι ιδέες των μαθητών βρίσκονται διάχυτες στην κοινότητα στην οποία ζουν. Αποκτούν το νόημά τους μέσα σε ένα πολιτισμικό πλαίσιο/ κουλτούρα (Geertz, 1973), λειτουργικό χαρακτηριστικό της οποίας είναι και η φυσική γλώσσα. Οι λέξεις, δηλαδή και οι προτάσεις που εκφέρουν οι μαθητές λειτουργούν μέσα σε σημασιολογικά δίκτυα, το περιεχόμενο των οποίων είναι χαρακτηριστικό των «μορφών ζωής» που ζουν οι μαθητές (Wittgenstein, 1977), συνδέεται δηλαδή με τις δραστηριότητες και τα ενδιαφέροντά τους.



Από την άλλη πλευρά η μάθηση της επιστήμης στο σχολείο είναι η είσοδος σε μια νέα κουλτούρα, σε μια νέα κοινότητα διαλόγων (Driver et al.). Οι ιδέες των μαθητών κρίνονται ανακόλουθες με βάση τα επιστημονικά κριτήρια (VanEijck, Hsu & Roth 2008, Roth 2008). Οι μαθητές μιλούν με όρους που έχουν νόημα στην καθημερινότητά τους ενώ κρίνονται με όρους επιστημονικότητας με όρους δηλαδή που έχουν νόημα στην επιστημονική κουλτούρα. Οι ερευνητές αναλύουν τον απαντητικό λόγο των μαθητών με βάση το θεωρητικό «επιστημονικό-σχολικό» λόγο, και βρίσκουν «παρανοήσεις» ή «εναλλακτικές ιδέες». Αν ανέλυαν με βάση τη φυσική γλώσσα των παιδιών, μάλλον δεν θα συναντούσαν καμία έκπληξη. Αν αυτό είναι γεγονός, τότε η διδασκαλία των ΦΕ δεν βρίσκεται απλά αντιμέτωπη με τοπικά εννοιολογικά εμπόδια, σχετικά με έναν πεπερασμένο αριθμό εννοιών. Βρίσκεται αντιμέτωπη με ένα ολόκληρο γλωσσικό σύστημα, που οι δομές του είναι βαθιά χαραγμένες στον τρόπο ζωής των παιδιών αλλά και των εκπαιδευτικών τους.

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής αναζητούμε τεκμήρια που ενισχύουν ή αποδυναμώνουν την παραπάνω υπόθεση, στην περίπτωση των Ελλήνων μαθητών.

Η ταυτότητα της έρευνας

Στην έρευνά μας επεξεργαστήκαμε τις απαντήσεις που έδωσαν μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σε ερωτηματολόγιο για δύο έννοιες που αναφέρονται σε οντότητες της φύσης και ως εκ τούτου αποτελούν έννοιες και των Φυσικών Επιστημών (σχετικές με «ουράνια» φαινόμενα). Συγκεκριμένα διερευνήσαμε τις σημασίες που αποδίδουν στη λέξη *άστρο* (ερώτηση: *Τι είναι τα άστρο;*) 105 μαθητές ηλικίας 8-12 ετών (27 μαθητές της Δ' τάξης, 38 μαθητές της Ε' τάξης, 40 μαθητές της Στ' τάξης) και στη λέξη *σύννεφο* (ερώτηση: *Τι είναι τα σύννεφα;*) 118 μαθητές ηλικίας 8-12 ετών (47 μαθητές της Δ' τάξης, 36 μαθητές της Ε' τάξης, 35 μαθητές της Στ' τάξης). Η πρώτη έννοια έχει σχέση με οντότητες που βρίσκονται «μακριά» από τις εμπειρίες των μαθητών ενώ η δεύτερη είναι πιο «κοντά» σ' αυτές. Για την ανάλυσή μας χρησιμοποιήσαμε τις σημασίες που αποδίδουν στη λέξη «άστρο» (λήμμα: άστρο, αστέρι, αστέρας, αστήρ, αστεράκι) και στη λέξη «σύννεφο» (λήμμα: σύννεφο, νέφος, νεφέλη, συννεφάκι) 5 έγκριτα λεξικά της Ελληνικής Γλώσσας: *Τριανταφυλλίδη, Κριαρά, Μπαμπινιώτη, Δημητράκου, Φυτράκη & Τεγόπουλου* (οι σημασίες προσδιορίζονται στα λεξικά περιγραφικά και με παραδείγματα στα σχετικά λήμματα). Στα αποτελέσματά μας παρουσιάζουμε κατηγοριοποιημένες τις απαντήσεις των μαθητών, παραθέτοντας ενδεικτικά παραδείγματα και σχολιάζοντας την πιθανή σημασία τους με βάση τα παραπάνω λεξικά και με ανάλογα παραδείγματα από τα σχετικά λήμματα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω λεξικά κάποιες από τις σημασίες των λέξεων «άστρο» και «σύννεφο» παρατίθενται στους πίνακες που ακολουθούν. Στα λεξικά περιλαμβάνονται και άλλες σημασίες που δεν παρουσιάζουμε, μιας και δεν εμφανίστηκαν απαντήσεις των μαθητών που να τις πλησιάζουν, ούτε επιστημονικά τους ανάλογα.

Πίνακας 1. Σημασίες της λέξης «άστρο». Λεξικά: *Τριανταφυλλίδη, Κριαρά, Μπαμπινιώτη, Δημητράκου, Φυτράκη & Τεγόπουλου*

1. κάθε αυτόφωτο ή ετερόφωτο ουράνιο σώμα, εκτός από τη Σελήνη, που λάμπει στον ουρανό κατά τη διάρκεια της νύχτας
1.1. κάθε αυτόφωτο ουράνιο σώμα που απαρτίζει το σύμπαν
1.2. κάθε αυτόφωτο ουράνιο σώμα, που ακτινοβολεί χάρη στις εσωτερικές πηγές ενέργειας που διαθέτει
1.4. (πληθ). Ο έναστρος θόλος και γενικά το διάστημα
2. για διάσημο ηθοποιό του κινηματογράφου
2.1. (μτφ.) πρόσωπο με ξεχωριστές ικανότητες και επιτυχημένη επαγγελματική ζωή, που διακρίνεται ανάμεσα στους ομοίους του
3. άστρο που πιστεύεται ότι επηρεάζει τη ζωή και το πεπρωμένο του ανθρώπου
3.1. τα ζώδια, οι αστερισμοί του ζωδιακού κύκλου
3.2. τα άστρα ως ουράνιες δυνάμεις που επηρεάζουν τη ζωή του ανθρώπου
4. Τυποποιημένη ακτινοειδής γραφική παράσταση η οποία, παραπέμποντας στη μορφή ή στη λάμψη που εκπέμπουν τα αστέρια, χρησιμοποιείται ως έμβλημα ή σύμβολο
4.1. Σχέδιο ή σύμβολο που έχει το σχήμα αστεριού
4.2. Διακριτικό του βαθμού πολυτελείας ξενοδοχείων/ Διακριτικό ποιότητας οينوπνευματωδών ποτών

Πίνακας 2. Σημασίες της λέξης «σύννεφο». Λεξικά: *Τριανταφυλλίδη, Κριαρά, Μπαμπινιώτη, Δημητράκου, Φυτράκη & Τεγόπουλου*

1. μάζα συμπαγών υδρατμών που αιωρείται στην ατμόσφαιρα, σε αρκετό ύψος από τη γη
1.1.η συγκέντρωση υδρατμών στην ατμόσφαιρα σε αδιαφανές σώμα, λευκού ή γκριζού χρώματος, το οποίο ανάλογα με τη θερμοκρασία υγροποιείται σε βροχή ή στερεοποιείται σε χαλάζι ή χιόνι
2. μάζα από αέρια ή σύνολο από σωματίδια που αιωρούνται ή κινούνται όπως τα σύννεφα και που συνήθως μειώνουν την ορατότητα
2.1. η σόρευση ρυπαντικών ουσιών στην ατμόσφαιρα, νέφος για σκόνη, καπνό, άμμο κτλ. που αιωρείται στον αέρα
3. για έντομα που πετούν κατά σμήνη
4. σύννεφο που δημιουργείται από την ύπαρξη στην ατμόσφαιρα αυξημένης ποσότητας καπνού, διοξειδίου του αζώτου και μονοξειδίου του άνθρακα

Από τους παραπάνω πίνακες μπορούμε εύκολα να συνάγουμε ότι οι σημασίες που παρατίθενται στα λεξικά είτε δεν εστιάζουν στα χαρακτηριστικά των οντοτήτων με τον τρόπο που θεωρείται ενδιαφέρον στις επιστήμες (π.χ. για τα άστρα δεν φαίνεται γενικά να υπάρχει νύξη που να παραπέμπει ευθέως στην ομοιότητά τους με τον Ήλιο), είτε διαφωνούν μεταξύ τους ως προς ουσιαστικά από επιστημονική άποψη χαρακτηριστικά (π.χ. τα σύννεφα αποτελούνται από υδρατμούς ή από συμπαγών υδρατμούς;).

Επιπλέον, φαίνεται να χρησιμοποιούν στους ορισμούς τους, είτε συνδέσεις με άλλες οντότητες (π.χ. η Σελήνη δεν είναι άστρο, τα σύννεφα είναι υδρατμοί), είτε χαρακτηριστικά/ ιδιότητες (π.χ. τα άστρα είναι αυτόφωτα, τα σύννεφα λευκά ή γκριζα), είτε, τέλος, περισσότερο εμπειρικά φαινόμενα με τα οποία συνδέονται (π.χ. τα άστρα λάμπουν στον ουρανό, τα σύννεφα μετασχηματίζονται σε βροχή). Δηλαδή, φαίνεται συνολικά ότι στα λεξικά οι οντότητες που μας ενδιαφέρουν προσεγγίζονται περισσότερο θεωρητικά/ δηλωτικά



(σύνδεση με άλλες έννοιες που παραπέμπουν σε άλλες οντότητες ή ιδιότητες) ή περισσότερο εμπειρικά (σύνδεση με φαινόμενα που τα αντιλαμβανόμαστε ή υποθέτουμε εμπειρικά).

Οι δύο αυτές κατηγορίες αναπαραστάσεων θεωρούμε ότι μας ενδιαφέρουν ιδιαίτερα, μιας και η πρώτη, όταν εμφανίζεται σε μαθητές, παραπέμπει μάλλον σε γνώση/ χρήση θεωρητικού σχήματος ενώ η δεύτερη σε γνώση/ χρήση εμπειρικών ή και επιστημονικών πρακτικών (π.χ. παρατήρηση, πειραματική εμπειρία κλπ).

Αποτελέσματα και σχόλια

Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών προκύπτουν καταρχήν κατηγορίες σημασιών συναφείς προς τις σημασιολογικές αποχρώσεις της «γλώσσας» που μιλούν οι μαθητές (αναφορικά πάντα με τα λεξικά *Τριανταφυλλίδη, Κριαρά, Μπαμπινιώτη, Δημητράκου, Φυτράκη & Τεγόπουλου*):

1. Οι σημασίες που αποδίδουν οι μαθητές στη λέξη: «άστρο»

A. Τα άστρο είναι φωτεινά ουράνια σώματα, αυτόφωτα ή ετερόφωτα, που τα βλέπουμε κλπ (Δ: 4%, E: 13%, Στ: 38%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Τα άστρο είναι ουράνια αυτόφωτα σώματα που υπάρχουν σε όλο το σύμπαν. Τα βλέπω το βράδυ από τη γη να φωτίζουν.

Τα άστρο είναι ένα ουράνιο σώμα που το βλέπουμε από τη γη στον ουρανό το βράδυ.

Τα παιδιά εδώ αποδίδουν στη λέξη άστρο τη σημασία ενός ουράνιου σώματος, αυτόφωτου ή ετερόφωτου. Χρησιμοποιεί τις λέξεις: «ουράνια σώματα», «ήλιοι», «αυτόφωτα», «ομόφωτα», «λάμπουν», «φωτίζουν», «σύμπαν», «ουρανό» κ.ά. Η σχολική γνώση και η συνδεδεμένη με αυτή γλώσσα (*αυτόφωτο, ετερόφωτο κλπ.*), μέσα από τη διδασκαλία της Γεωγραφίας, φαίνεται να δεκαπλασιάζει τις ελάχιστες αρχικές απαντήσεις των παιδιών της Δ' τάξης από το 4% στο σχεδόν 40% της Στ' τάξης.

B. Άστρο: Το σχέδιο του αστεριού (Δ: 7%, E: 3%, Στ: 0%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Τα άστρο είναι κάτι που είναι σαν αυτό (σχήμα αστεριού). Είναι χρυσαφί και μικρά

Πιθανότατα εδώ τα παιδιά να αποδίδουν στη λέξη άστρο το σχέδιο ή το σύμβολο που έχει καθιερωθεί σε πολλές περιπτώσεις ως το «σχήμα αστεριού». Αυτή η δόκιμη στην Ελληνική γλώσσα σημασία εμφανίζεται μόνο στις μικρότερες τάξεις και παύει να χρησιμοποιείται όταν το σχολικό περιεχόμενο καθιερώσει τη σημασία του ουράνιου σώματος.

Γ. Άστρο: Ζώδια, πεπρωμένο, ευχή (Δ: 0% E: 5%, Στ: 0%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Τα άστρο είναι κάτι μικρούλια φωτεινά πραγματάκια που πέφτουν για να πούμε μια ευχή και να μας βγει αληθινή

Τα άστρο είναι μικροί πλανήτες που όταν κάποιος πεθαίνει γίνονται τα άστρο

Τα παιδιά εδώ αποδίδουν στη λέξη άστρο ουράνιες δυνάμεις που επηρεάζουν τη ζωή του ανθρώπου. Και εδώ η απόδοση αυτής της σημασίας είναι περιστασιακή.

Δ. Τα άστρα είναι πλανήτες, κομήτες, μετεωρίτες (Δ: 11% Ε: 29%, Στ: 33%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

*Τα άστρα είναι αυτόφωτοι πλανήτες που απέχουν μεγάλη απόσταση από το ηλιακό μας σύστημα.
Τα άστρα είναι μικροί πλανήτες δηλαδή ουράνια σώματα.*

Τα παιδιά εδώ χρησιμοποιούν άλλες λέξεις, όπως «πλανήτης», «κομήτης», «μετεωρίτης», για να αποδώσουν την οντολογική διάσταση της λέξης *άστρα*, υπονοώντας σώματα που είναι ουράνια (π.χ. *τα άστρα είναι μικροί πλανήτες, δηλαδή ουράνια σώματα ή τα άστρα είναι ουράνια σώματα που μοιάζουν με πλανήτες*) και δεν συνδέουν με τον όρο τις ιδιότητες που τον χαρακτηρίζουν (π.χ. *τα άστρα είναι αυτόφωτα ουράνια σώματα*). Η χρήση των λέξεων αυτών έχει νόημα στο πλαίσιο της σχολικής γνώσης και κουλτούρας όπου συναντώνται και οι άλλοι όροι. Η φυσική γλώσσα ενισχύει ανάλογες μεταβιβάσεις. Η αναφορά της λέξης *πλανήτης* σχεδόν τριπλασιάζεται στην Ε' - Στ' τάξη. Αυτό σηματοδοτεί μια επιτυχία στη μύηση στη σχολική γλώσσα και κουλτούρα τη σχετική με τη διδασκαλία της Γεωγραφίας (πέραςμα από τη Μελέτη Περιβάλλοντος), όπου η τυπική πλέον αναφορά στους πλανήτες, οδηγεί τα μεγαλύτερα παιδιά του Δημοτικού σε «αμηχανία» ως προς τη διαφοροποιημένη χρήση των όρων πλανήτη και άστρο.

Ε. Τα άστρα είναι πέτρες, βράχοι που φωτίζουν τη νύχτα (Δ: 7% Ε: 8% Στ: 0%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Τα άστρα είναι μικρά μικρά πετραδάκια όχι όμως σαν αυτά που έχουμε στη γη. Βρίσκονται στον ουρανό και φωτίζουν σαν το φεγγάρι.

Τα παιδιά εδώ περιγράφουν τα άστρα με τη χρήση των λέξεων: «πέτρες», «βράχοι», «κομμάτια από φεγγάρι». Αποδίδουν στο άστρο τη σημασία ενός ουράνιου σώματος που έχει προσιτή σε αυτά υλική διάσταση (π.χ. πέτρες, βράχοι). Εστιάζουν στη σχέση παρατήρησης του εαυτού τους με τα άστρα και κάνουν συγκρίσεις με βάση τις εμπειρίες που προκύπτουν απ' αυτή (π.χ. *τα άστρα είναι τεράστιοι βράχοι που φωτίζουν σαν τον ήλιο*).

Στ. Τα άστρα είναι αστέρια που λάμπουν στον ουρανό το βράδυ (Δ: 33%, Ε: 18%, Στ 8%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Τα άστρα είναι τα αστέρια που βγαίνουν κάθε νύχτα

Τα άστρα είναι μικρά αστέρια που λάμπουν στον ουρανό καθώς έρχεται η νύχτα και το φεγγάρι που λάμπει δίνει φως και σε αυτά.

Στις απαντήσεις των παιδιών αυτών επαναχρησιμοποιείται ο όρος στην απόδοση του περιεχομένου της λέξης *άστρο*. Μεταβιβάζεται με αυτό τον τρόπο η σημασία της λέξης σε μια συνώνυμη λέξη, εύχρηστη στις «αποσκευές» των μικρών μαθητών, οικεία και κοινή στα πλαίσια της καθημερινής κουλτούρας.

Η. Τα άστρα είναι λαμπερά φώτα, πράγματα.. που φωτίζουν τον ουρανό. Τα άστρα ...βγαίνουν το βράδυ και φωτίζουν τον ουρανό (Δ: 37%, Ε: 24%, Στ 23%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Τα άστρα είναι λαμπερά πράγματα που φέγγουν στο σκοτάδι

Τα άστρα είναι μικρά φωτάκια που βγαίνουν στον ουρανό. Μας προειδοποιούν αν βρέξει την



άλλη μέρα ή όχι. Μόλις είναι τα αστέρια στον ουρανό δε βρέχει.

Τα άστρα βγαίνουν το βράδυ στον ουρανό για να μας φωτίζουν γιατί το πρωί μας φωτίζει ο ήλιος. Είναι σαν κάτι μικρές χάντρες αλλά μου φαίνεται έτσι γιατί είναι μακριά.

Είναι αυτά που είναι στον ουρανό μαζί με το φεγγάρι. Όταν νυχτώνει βγαίνουν τα άστρα

*Τα άστρα είναι αστραφτερά δεν ξέρω αν είναι μεγάλα ή μικρά αλλά από **κει που είμαι εγώ** τα βλέπω μικρά. Τα άστρα λάμπουν από το φως του φεγγαριού.*

Στις απαντήσεις αυτές γίνεται χρήση λέξεων, με σχετικά ασαφή σημασία, όπως «σχήματα», «πράγματα», «φώτα», «αυτά», καθώς και υποκοριστικών τους για να αποδοθεί στη συνέχεια το περιεχόμενο της λέξης άστρα μέσω εμπειριών που γίνονται αντιληπτές μέσω των αισθήσεων και πιθανά δεν μπορούν να προσδιοριστούν ακριβέστερα (λάμπουν, είναι αστραφτερά, βγαίνουν τη νύχτα στον ουρανό και φεύγουν τη μέρα). Στη συνέχεια αναδεικνύεται η σχέση των παιδιών (επί γης παρατηρητές) και των άστρων και προβάλλονται ανάλογες χωρικές και χρονικές κατηγοριοποιήσεις (είναι ψηλά στον ουρανό, είναι στερεωμένα/καρφωμένα στον ουρανό, όταν νυχτώνει βγαίνουν τα άστρα). Εδώ τα άστρα ταυτοποιούνται όπως μέσα στο πλαίσιο μιας συνομιλίας, ως κάτι οικείο, που μοιράζονται από κοινού χωρικά και χρονικά οι συνομιλητές (π.χ. τα άστρα είναι αυτά που είναι στον ουρανό μαζί με το φεγγάρι).

Συγκεντρώνοντας, τέλος, το σύνολο των δεδομένων και κατηγοριοποιώντας τις απαντήσεις ανάλογα με το αν οι σημασίες σχετίζονται με κάποιο τρόπο με όσα αναφέρει η σχετική σχολική γνώση ή συναντώνται στη γλώσσα (στα λεξικά) αλλά δεν παραπέμπουν σε επιστημονικές σχολικές γνώσεις, καταλήγουμε ότι η πρώτη κατηγορία κερδίζει σταθερά έδαφος καθώς οι μαθητές μεγαλώνουν. Βέβαια, σπάνια συναντάμε ενδείξεις που να παραπέμπουν σε εκείνο το είδος της σχολικής γνώσης που συγκρούεται ευθέως με την εμπειρία: ότι δηλαδή τα άστρα είναι ουράνια σώματα όπως ο ήλιος.

2. Οι σημασίες που αποδίδουν οι μαθητές στη λέξη: «σύννεφα»

A. Τα σύννεφα είναι υδρατμοί, μάζες υδρατμών, νερό ...που εξατμίζεται (Δ: 17%, E: 31%, 46%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Τα σύννεφα πιστεύω είναι υδρατμοί που έχουν μαζευτεί στην ατμόσφαιρα.

Τα σύννεφα είναι μάζες υδρατμών. Δημιουργούνται από την εξάτμιση του νερού που θερμαίνεται.

Τα σύννεφα είναι υδρατμοί που έχουν σωρευτεί στην τροπόσφαιρα σε μορφή αερίων

Εδώ, οι απαντήσεις εστιάζουν στην οντολογική διάσταση του όρου και προσδιορίζουν τη φύση του σύννεφου (π.χ. μάζες υδρατμών, συμπυκνωμένοι ατμοί, υδρατμοί), τις διαδικασίες που το γεννούν (π.χ. δημιουργούνται από νερό που εξατμίζεται) και προβαίνουν σε χωρικές κατηγοριοποιήσεις (π.χ. υδρατμοί που έχουν μαζευτεί στην ατμόσφαιρα, υδρατμοί ψηλά στον ουρανό). Εδώ, αν εξαιρέσουμε την ασάφεια σε ότι αφορά τη διαφορά υδρατμών και συμπυκνωμένων υδρατμών, που διατρέχει και τα λεξικά, μπορούμε να μιλήσουμε για επαρκείς ορισμούς που εμφανίζονται σε σημαντικά ποσοστά σε όλες, και περισσότερο στις μεγάλες, τάξεις.

B. Τα σύννεφα είναι καπνός, καυσαέρια... (Δ: 13%, E: 11%, Στ 6%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Τα σύννεφα είναι μεγάλα κομμάτια καπνού που προέρχονται από τα καυσαέρια.

Δημιουργούνται από τον καπνό από τις καμινάδες και τα διυλιστήρια.

Τα σύννεφα είναι άσπρος γκρι ή μαύρος καπνός.

Οι απαντήσεις της ομάδας αυτής περιγράφουν τη λέξη *σύννεφο* πιο κοντά στη λέξη του καθημερινού πλέον όρου «νέφος», του συνδεδεμένου με τη ρύπανση της ατμόσφαιρας: *καπνός, σαν καπνός, αέρια κλπ.* Λίγοι μαθητές αποδίδουν στη λέξη *σύννεφο* και τις δύο σημασίες (Α και Β).

Γ. Τα σύννεφα είναι αέρια, ατμός, σταγόνες... ομίχλη.... (Δ: 23%, Ε: 22%, Στ: 20%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Τα σύννεφα είναι αέρια που γίνονται από το νερό που εξατμίζεται

Τα σύννεφα είναι οι σταγόνες της βροχής που συμπυκνώνονται σε σύννεφα.

Τα σύννεφα είναι η ομίχλη που είναι ψηλά στον ουρανό.

Οι απαντήσεις εδώ μοιάζουν με αυτές της κατηγορίας Α αλλά η φύση των σύννεφων είναι «περισσότερο υγρή» (πιο κοντά στους συμπυκνωμένους/ υδροποιημένους υδρατμούς παρά στους υδρατμούς) και συναντώνται επίσης σε όλες τις τάξεις.

Δ. Τα σύννεφα είναι άσπρα...γκρίζα σχήματα/πράγματα στον ουρανό (Δ: 28%, Ε: 25%, Στ: 17%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Τα σύννεφα είναι κάτι άσπρα πράγματα που αν συγκρούονται κάνουν κεραυνό.

Τα σύννεφα είναι κάτι μικρά πραγματάκια που βγαίνουν στον ουρανό. Μερικές φορές είναι μαύρα και μερικές φορές άσπρα. Όταν έχει άσπρα έχει όμορφη μέρα και μόλις έχει μαύρα βρέχει και δεν είναι όμορφα.

Εδώ η σημασία της λέξης «*σύννεφο*» είναι εμπειρική και σχετικά απλοϊκή. Πολλές φορές η εμπειρική περιγραφή συνδυάζεται και με πρώιμες ερμηνείες ή υποθέσεις (π.χ. *είναι άσπρα και μαλακά, είναι στρογγυλά πράγματα, αν συγκρούονται κάνουν κεραυνό*).

Ε. Τα σύννεφα είναι αυτά που είναι στον ουρανό και φέρνουν τη βροχή στη γη (Δ: 15%, Ε: 6%, Στ: 0%)

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

Σύννεφα είναι αυτά τα άσπρα σχήματα στον ουρανό. Δημιουργούνται από το νερό που με τη θερμοκρασία του ήλιου εξατμίζεται και πάει στον ουρανό.

Τα σύννεφα είναι αυτά που υπάρχουν στον ουρανό και βγαίνουν τις περισσότερες φορές όταν βρέχει.

Οι μαθητές εδώ αποδίδουν τη σημασία στη λέξη *σύννεφο* με βάση τα φαινόμενα που υποτίθεται ότι τα δημιουργούν ή και αυτά που τα σύννεφα προκαλούν.

Συνολικά, και εδώ οι σημασίες που συνδέονται με τη σχολική γνώση αυξάνουν καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν, χωρίς όμως να φαίνεται και κάποια σημαντική επιστημονική αναβάθμιση της γνώσης αυτής. Για παράδειγμα, η ιδέα των συμπυκνωμένων σε μικρές σταγόνες υδρατμών φαίνεται περίπου αδιανόητη ως ύπαρξη που αιωρείται στην ατμόσφαιρα και δίνει την εικόνα του σύννεφου.



Συμπεράσματα

Μελετώντας παράλληλα τις απαντήσεις και για τις δύο λέξεις, μπορούμε να κάνουμε τις παρακάτω παρατηρήσεις.

Οι επιστημονικά σημαντικές αναπαραστάσεις/ ιδέες που απουσιάζουν από τα λεξικά της Ελληνικής γλώσσας τείνουν να απουσιάζουν και από τις περιγραφές των παιδιών. Αντίθετα όλες σχεδόν οι αναπαραστάσεις των παιδιών είναι δόκιμες στο πλαίσιο των σημασιών που αποδίδουν τα λεξικά.

Η προσφερόμενη στο σχολείο σχετική επιστημονική πληροφορία τείνει να εμπλουτίζει σε σημαντικό βαθμό τη φυσική γλώσσα των παιδιών, οδηγώντας τα να χρησιμοποιούν λεξιλόγιο που αναφέρεται στα σχετικά μαθήματα. Δεν φαίνεται όμως να αναβαθμίζει τις γλωσσικές δομές στην κατεύθυνση των επιστημονικών. Αυτό συμβαίνει κυρίως με τον όρο «άστρα» και λιγότερο με τον όρο «σύννεφα». Τα παιδιά, για παράδειγμα, δεν μιλούν καθόλου για τη δημιουργία των άστρων ή για τους λόγους που τα κάνουν φωτεινά κ.ο.κ. Φαίνεται ως εάν να τα αντιμετωπίζουν ως οντότητες διαφορετικής φύσης από τις οντότητες της Γης (όπως τα σύννεφα). Μια σαφώς αριστοτελική αντίληψη, που απεικονίζεται και στα λεξικά.

Τα παραπάνω τεκμήρια επιβεβαιώνουν την πολιτισμική θεώρηση στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών που αντιμετωπίζει τη μάθηση της επιστήμης ως την είσοδο σε μια νέα κουλτούρα, που χρησιμοποιεί μια διαφορετική γλώσσα και ενισχύει το σχετικό πλαίσιο συζήτησης για τις διδακτικές στρατηγικές και τα εμπόδια που συναντούν οι μαθητές για τη μετάβαση από την τοπική στην επιστημονική κουλτούρα.

Βιβλιογραφία

Δημητράκος, Δ. (1954). Μέγα Λεξικό όλης της Ελληνικής Γλώσσας, Δομή, Αθήνα

Μπαμπινιώτης, Γ. (2002). Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας, Κέντρο Λεξικολογίας, Αθήνα

Τριανταφυλλίδης, Λεξικό της κοινής νεοελληνικής, <http://www.komvos.edu.gr/dictionaries/dictonline/DictOnLineTri.htm>

Ηλεκτρονικά Λεξικά: <http://www.komvos.edu.gr/dictionaries/dictonline/DictOnLineTri.htm>
<http://www.komvos.edu.gr/dictionaries/dictionaries.htm>

Aikenhead, G. (1996). Science education: Border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, 27, 1-51

Driver R., Asoko H., L., Mortimer E., Scott P. (1994) Constructing Scientific Knowledge in the Classroom, *Educational Researcher*, Vol. 23, No. 7

Geertz, C. (1973). The interpretation of cultures: Selected essays. New York: Basic Books.

Roth, W-M. (2008). The nature of scientific conceptions: A discursive psychological perspective, *Educational Research Review*, 3(1)

Saussure, F. (1979). Μαθήματα Γενικής Γλωσσολογίας, Παπαζήσης, Αθήνα

VanEijck, M., Hsu, P-L. & Roth, W-M. (2008). Translations of Scientific Practice to “Students’ Images of Science”, *Science Education*, on line first, DOI 10.1002/sce.20322.

Vygotsky, L. (1993). Σκέψη και Γλώσσα, Γνώση, Αθήνα.

Wittgenstein, L. (1997). Φιλοσοφικές έρευνες, Παπαζήση, Αθήνα



Συνεδρία 19: Διδασκαλία και Μάθηση στη Γεωγραφία

Οι γνώσεις των μαθητών του δημοτικού σχολείου γύρω από θέματα που αφορούν ένα ορεινό περιβάλλον

Λαμπρινός Νίκος¹, Αθανασίου Μαρία², Γκαντώνας Βασίλης², Γκατζόπουλος Βαγγέλης², Ζέρβας Ιωακείμ², Ζέρβας Ορφέας², Μπασματζίδης Γιώργος², Νίκας Αθανάσιος², Παπαδοπούλου Αλεξάνδρα².

¹ Π.Τ.Δ.Ε., Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη, email: labrinos@eled.auth.gr

² Διδασκαλείο «Δημήτρη Γληνός», Π.Τ.Δ.Ε., Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα αφορά το επίπεδο γνώσεων των μαθητών του δημοτικού σχολείου (ΣΤ' τάξη) γύρω από πολλά θέματα που αφορούν τα βουνά και σχετίζονται με τη φυσική γεωγραφία και την ανθρωπογεωγραφία των βουνών. Επειδή μέχρι σήμερα δεν είχε ερευνηθεί αυτό το επίπεδο και επειδή το σχολείο έχει μπει σε μία εποχή που η σύγχρονη τεχνολογία δίνει πολλές δυνατότητες για την προσέγγιση και παρουσίαση γνώσεων που μέχρι σήμερα γινόταν μόνο σε θεωρητικό επίπεδο, κρίθηκε σκόπιμο η έρευνα να γίνει μεσω διαδικτύου. Η έρευνα στηρίχθηκε σε μία ιστοσελίδα για τα βουνά που κατασκευάστηκε γι' αυτό το σκοπό και σε ένα ερωτηματολόγιο. Τα αποτελέσματα επισκιάστηκαν από τη μηδαμινή συμμετοχή των σχολείων για άγνωστους λόγους. Από τα σχολεία που ανταποκρίθηκαν στο ερωτηματολόγιο φάνηκε ότι οι μαθητές γνωρίζουν σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό θέματα που άπτονται της φυσικής γεωγραφίας των βουνών αλλά παρουσιάζουν κενά ή δεν έχουν κατασταλαγμένη άποψη σε θέματα ανθρωπογεωγραφίας.

Abstract

The present study deals with the level of knowledge that the pupils have about anything that concerns the physical and human geography of the mountains. The research was based on a web page that was constructed especially for this purpose and on one on-line questionnaire. All primary schools of four prefectures in Central Macedonia, Greece, were invited to support the research but only a very small number of them responded. The results showed that the pupils were well informed on physical geography issues and less on human geography. In both cases there is need for improvement.

Εισαγωγή

Η εποχή μας χαρακτηρίζεται από ραγδαίες μεταβολές σε όλα τα επίπεδα. Η μείωση των αποστάσεων, η κατάργηση των συνόρων, το πνεύμα της παγκοσμιοποίησης, η κυριαρχία των μέσων επικοινωνίας, οι αλλαγές των ανθρώπινων σχέσεων που επέφερε η ταχύτατη εξέλιξη της Τεχνολογίας είναι κάποια στοιχεία που επηρεάζουν τη ζωή του ανθρώπου στις σημερινές, διαρκώς μεταβαλλόμενες, κοινωνίες. Η αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία αποτελεί μια πρόκληση η οποία επιβάλλει την ανάγκη αναμόρφωσης του εκπαιδευτικού συστήματος σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες, ώστε αυτό ν' ανταποκρίνεται στις νέες αλλά και στις διαχρονικές ανάγκες του ανθρώπου και τις προκλήσεις της σύγχρονης κοινωνίας (Ράπτης & Ράπτη 2007).

«Η εκπαίδευση στην Πληροφορική και στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας, μέσα από την κριτική επεξεργασία των προσλαμβανόμενων πληροφοριών, αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για την απόκτηση πλούσιας πολιτισμικής και επιστημονικής γνώσης, για την εξασφάλιση της δια βίου εκπαίδευσης και για την προαγωγή της εξατομικευμένης εκπαίδευσης» (ΦΕΚ 304, τ.Β, 23-3-2003).

Το διαδίκτυο είναι ένα μέσο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αμφίδρομη παιδεία και στόχος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου είναι η αξιοποίηση του διαδικτύου ως αμφίδρομου καναλιού επικοινωνίας και διακίνησης εκπαιδευτικού υλικού στα σχολεία (Παπαδόπουλος, Καραμάνης, 2000).

Οι ΤΠΕ μπορούν ακόμα και να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουμε αλλά και τον τρόπο που σκεφτόμαστε (Papert 1995, Μακράκης 2000). Παρέχουν δυνατότητες προώθησης διαφορετικών μορφών διδασκαλίας και οργάνωσης εκπαιδευτικών σεναρίων και προγραμμάτων. Ιδιαίτερα το διαδίκτυο μπορεί να αποτελέσει τη βάση για το σχεδιασμό και την υλοποίηση ευέλικτων τέτοιων σεναρίων (Τσιατσιάνης 2003). Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά του διαδικτύου είναι η άμεση πρόσβαση στην πληροφορία και τη γνώση με αποτέλεσμα την παροχή ίσων ευκαιριών μάθησης (Αβούρης κ.ά. 2001). Η δυνατότητα αναζήτησης ποικίλων και μεγάλης κλίμακας πληροφοριών μέσα από την πρόσβαση σε ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες, αλλά και η χρησιμοποίηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων με την τεχνολογία πολυμέσων, δημιουργούν νέα ελκυστικά περιβάλλοντα μάθησης που επιτρέπουν στο μαθητή να προσεγγίσει τη γνώση με ποικίλους συνδυασμούς και δυνατότητες (Μπαμπινιώτης 2000). Αυτό σημαίνει πως δάσκαλοι και μαθητές είναι ανάγκη να αναπτύξουν ικανότητες και δεξιότητες αναζήτησης, συλλογής και επιλογής πληροφοριών (Αρχοντίδης κ.ά. 2003).

Η δυνατότητα αναζήτησης ποικίλων και τεράστιου όγκου πληροφοριών δημιουργούν σύγχρονα, ελκυστικά περιβάλλοντα μάθησης διαδραστικού χαρακτήρα που επιτρέπουν στο μαθητή να προσεγγίζει και να επεξεργάζεται τη γνώση σφαιρικά, με ποικίλους συνδυασμούς και τεράστια ευελιξία (Ράπτης & Ράπτη 2007). «Μέσα από τις εικονικές διαδρομές και αναζητήσεις στο διαδίκτυο, τα παιδιά εμπλέκονται νοητικά και συναισθηματικά στην προσέγγιση και πολιτισμικών αγαθών» (Μυλωνάκου-Κεκέ 2004).

Επιπλέον, τα δίκτυα υπολογιστών και ειδικότερα το διαδίκτυο μπορούν να συμβάλλουν στην συστηματοποίηση της σχολικής ζωής, στην αρτιότερη οργάνωση της διδασκαλίας, στην επικοινωνία διαφορετικών σχολικών ομάδων και στην προώθηση συλλογικών και συνεργατικών καταστάσεων μάθησης εντός και εκτός σχολείου (Κόμης & Μικρόπουλος 2001, Κόμης 2004).

Αναμφισβήτητα το διαδίκτυο παρέχει τη δυνατότητα μιας νέας δυναμικής μορφής μαθητοκεντρικής, διερευνητικής μάθησης, συγκεντρώνοντας σε μια μόνο σελίδα ένα σύνολο από πηγές πληροφόρησης, που μπορούν να εξερευνηθούν με τις απλές ενέργειες του ποντικιού (Ράπτης & Ράπτη 2007).

Μέσα από τις δυνατότητες που παρέχουν πλέον οι Νέες Τεχνολογίες και ειδικότερα το διαδίκτυο, εφόσον υπάρχουν οι προϋποθέσεις, μπορούμε να δώσουμε την ευκαιρία στους μαθητές να μάθουν για τα βουνά και μέσα από το διαδίκτυο σε ένα μαθησιακό περιβάλλον εντελώς διαφορετικό, πιο ελκυστικό και ευχάριστο, όπου θα κυριαρχεί η συνεργασία και η ομαδικότητα και θα επιδιώκεται η παιγνιώδης και δημιουργική αξιοποίηση της εικόνας και των γραφικών.

Έχει ήδη υποστηριχθεί ερευνητικά ότι η χρήση της πληροφορικής και επικοινωνιακής τεχνολογίας διευκολύνει και προωθεί τη μάθηση, (Chun & Brandl 1992, Warschauer & Healey 1998, Lee 2001, Solvie & Kloeck 2007). Το ζητούμενο είναι η ένταξη και η δημιουργική χρήση των νέων τεχνολογιών στην τάξη και αυτό μπορεί να επιτευχθεί όχι μόνο από την κατάκτηση τεχνογνωστικών δεξιοτήτων αλλά από την καθοδήγηση των θεωριών μάθησης και διδακτικής μεθοδολογίας, από την παιδαγωγική και την ψυχολογία, ώστε να επιτευχθεί το ιδανικό περιβάλλον και οι συνθήκες για τις δραστηριότητες με υπολογιστές.



Σκοπός της έρευνας

Με την παρούσα ερευνητική προσέγγιση καταβάλουμε μια προσπάθεια πρακτικής αξιοποίησης των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας στην τάξη. Οι κύριοι αποδέκτες του ερευνητικού μας πεδίου είναι οι μαθητές και η προς όφελός τους διδακτική παρέμβαση ενός πειραματικού προγράμματος με το διαδίκτυο και οι εκπαιδευτικοί, οι οποίοι κατέχουν τις βασικές γνώσεις χρήσης του υπολογιστή και του διαδικτύου, διευκολύνοντας την όλη διαδικασία.

Στόχος της ερευνητικής μας εργασίας είναι να καταγράψουμε αρχικά τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών/τριών της ΣΤ΄ τάξης αναφορικά με τα βουνά. Στη συνέχεια της έρευνας, με κατάλληλη διδακτική παρέμβαση, θα ερευνηθεί αν άλλαξε η αντίληψη των μαθητών/τριών για τα ίδια θέματα μετά τη χρήση συγκεκριμένης ιστοσελίδας (<http://mountains-rivers.web.auth.gr>) που παρέχει πληροφορίες γύρω από βουνά και ποτάμια. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την πρώτη φάση της έρευνας που τελειώνει με την καταγραφή των γνώσεων των παιδιών γύρω από τα θέματα που αφορούν τα βουνά. Η δεύτερη φάση θα προχωρήσει με την αξιοποίηση της ιστοσελίδας ως μέσου διδακτικής παρέμβασης.

Υλικά

Η ερευνητική εργασία έχει ως σημείο αναφοράς το διαδικτυακό ιστότοπο <http://mountains-rivers.web.auth.gr/>.

Στην παραπάνω ιστοσελίδα υπάρχει πληροφοριακό-υποστηρικτικό υλικό που αφορά τα Ιμαλάια και το Νείλο. Η συγκεκριμένη οροσειρά καθώς και ο ποταμός αποτελούν σημεία αναφοράς στα σχολικά βιβλία όχι μόνο της Ελλάδας αλλά και πολλών άλλων χωρών εξαιτίας της σημαντικότητας που έχουν είτε από πλευράς γεωγραφίας είτε ιστορίας. Φυσικά είναι εξίσου σημαντικός ο ρόλος τους στην τοπική και παγκόσμια οικο-ισορροπία. Η έρευνα αυτή αφορά μόνο το βουνό ενώ για τα ποτάμια διενεργήθηκε χωριστή έρευνα παράλληλα με την παρούσα.

Το υλικό αποτελείται από γεωγραφικά στοιχεία που αφορούν το χώρο των Ιμαλαΐων (δημιουργία, γενικές γνώσεις, κλιματικές συνθήκες), από πληροφορίες για τα οικοσυστήματα που υποστηρίζουν, πολιτιστικά στοιχεία καθώς και πληροφορίες που αφορούν την τουριστική αξιοποίηση και εκμετάλλευσή τους.

Επίσης υπάρχει ένα ερωτηματολόγιο σχετικό με τα βουνά γενικά και όχι ειδικά για τα Ιμαλάια. Οι συμπληρωμένες απαντήσεις στέλνονται απευθείας στους ερευνητές (on line) μέσω ειδικής φόρμας καταγραφής.

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από 23 ερωτήσεις που αφορούν τέσσερις άξονες:

- Γνωστικός. Περιλαμβάνει ερωτήσεις ορισμών, μηχανισμού δημιουργίας των βουνών, φυσική γεωγραφία των βουνών, κλιματικές συνθήκες.
- Προβλήματα διαβίωσης σε αυτές τις περιοχές
- Εκμετάλλευση των ορεινών όγκων

Οι άξονες αυτοί ανήκουν στις δύο μεγάλες κατηγορίες της Γεωγραφίας: α) στη φυσική γεωγραφία και β) στην ανθρωπογεωγραφία. Οι δύο πρώτοι άξονες εξετάζουν θέματα φυσικής γεωγραφίας και οι άλλοι δύο θέματα ανθρωπογεωγραφίας.

Συγκεκριμένα οι στόχοι των ερωτήσεων είναι:

- Οι ερωτήσεις του γνωστικού τομέα έχουν στόχο την ανάκληση γνώσεων και πληροφοριών που έχουν αποκτήσει οι μαθητές μέχρι σήμερα και όχι ειδικά για το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο.
- Οι ερωτήσεις που αναφέρονται στο κλίμα έχουν στόχο οι μαθητές να προσεγγίσουν την έννοια του κλίματος μέσα από τις δικές τους εμπειρίες.

- Οι ερωτήσεις που αναφέρονται στα προβλήματα που προκύπτουν σ' ένα βουνό έχουν στόχο να προβληματίσουν τους μαθητές, να αναπτύξουν κριτική στάση απέναντι σ' αυτά.
- Οι ερωτήσεις που αναφέρονται στην εκμετάλλευση των βουνών από τον άνθρωπο έχουν σα στόχο να προσεγγίσουν το θέμα συναισθηματικά και να προβληματίσουν τους μαθητές, καλλιεργώντας την κριτική τους σκέψη.

Η ερευνητική ομάδα ήρθε σε επαφή με τα δημοτικά σχολεία των νομών Πέλλας, Σερρών, Πιερίας και Ημαθίας μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Από τα σχολεία ζητήθηκε να επισκεφθούν την ιστοσελίδα και αφού περιηγηθούν σε αυτήν να ζητήσουν από κάθε μαθητή της ΣΤ' τάξης να απαντήσει στο ερωτηματολόγιο που αφορούσε τα βουνά.

Συγκεκριμένα το ηλεκτρονικό μήνυμα στάλθηκε σε 73 σχολεία του νομού Ημαθίας, 96 του νομού Πέλλας, 70 του νομού Πιερίας και 112 του νομού Σερρών. Οι απαντήσεις που στάλθηκαν ήταν από 4 σχολεία του νομού Πέλλας και ένα του νομού Σερρών (καμία απάντηση από Ημαθία και Πιερία) ήτοι ανταποκρίθηκε το 1.5% του συνόλου (Πίν. 1). Από τα 4 σχολεία του νομού Πέλλας το ένα απάντησε το ερωτηματολόγιο σε φωτοτυπίες και όχι μέσα από την ιστοσελίδα.

Το αποτέλεσμα ήταν να συγκεντρωθούν συνολικά 189 απαντημένα ερωτηματολόγια. Η επεξεργασία τους έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS v.14.0

Πίνακας 1. Αριθμός σχολείων που στάλθηκε το email πρόσκληση - ενημέρωση και ο αριθμός των σχολείων που ανταποκρίθηκαν στην έρευνα.

Νομοί	Ημαθίας	Πέλλας	Πιερίας	Σερρών	Σύνολο
Αριθ. Σχολείων που στάλθηκε το μήνυμα	73	96	70	112	351
Αριθμός σχολείων που ανταποκρίθηκαν	0	4	0	1	5

Ανάλυση

Η επεξεργασία στηρίχθηκε στην περιγραφική στατιστική και ειδικά σε ραβδογράμματα και πίνακες συνάφειας.

Από την 11η ερώτηση και μέχρι το τέλος του ερωτηματολογίου (23 ερωτήσεις) παρατηρούνται πολλές αναπάντητες ερωτήσεις (κατά μέσο όρο 13 μαθητές από τους 189 δεν απαντούν κάθε ερώτηση από την 11^η και μετά). Αυτό δεν μπορεί να αποδοθεί στη δυσκολία του ερωτηματολογίου. Θεωρήθηκε ότι κάποιοι μαθητές βρήκαν το ερωτηματολόγιο μεγάλο και γι' αυτό απάντησαν κυρίως μέχρι και τη 10^η ερώτηση. Το περιεχόμενο των ερωτήσεων ήταν ανακατωμένο κι έτσι δεν μπορεί να αποδοθεί αυτή η τάση στην έλλειψη γνώσεων γύρω από ένα συγκεκριμένο θέμα. Δεν υπήρχε δηλαδή λογική σειρά στην αλληλουχία των ερωτήσεων.

Από γνωστικής πλευράς η έννοια του βουνού είναι γνωστή στους μαθητές θεωρώντας το ως ένα ύψωμα που συνορεύει με άλλες χαμηλές επιφάνειες ή τη θάλασσα (69%) ή ως ένας χώρος με μεγάλη κλίση (12%). Θα πρέπει όμως να προβληματίσει η επιλογή του 16% των μαθητών ότι βουνό είναι μία επίπεδη επιφάνεια μακριά από τη θάλασσα. Πάντως γνωρίζουν ότι ένα βουνό διαφέρει από ένα λόφο στο ύψος (75%). Από αυτό το 73%, το 18.3% απάντησε ότι μία πεδινή περιοχή σε βουνό ονομάζεται πεδιάδα. Επίσης είναι γνωστή η έννοια του οροπεδίου από το 63% των μαθητών.

Στην ερώτηση που αφορά τον τρόπο δημιουργίας ενός βουνού οι απαντήσεις μοιράζονται. Υπερισχύουν πάντως οι απαντήσεις που αφορούν τη σύγκλιση δύο λιθοσφαιρικών πλακών (43%) και ακολουθεί η απόκλιση των πλακών (22.5%) και πολύ κοντά η συσσώρευση υλικών από τη μετακίνηση των πλακών (20%). Είναι άξιο λόγου το γεγονός ότι το πόσο υψηλό είναι



ένα βουνό δεν συνδέεται με κάποια συγκεκριμένη αιτία. Σύμφωνα με τις απαντήσεις που δόθηκαν, ψηλά βουνά σε μία περιοχή υπάρχουν χωρίς αιτία (46.2%) ενώ η σεισμική δραστηριότητα θεωρείται υπεύθυνη από το 33% των μαθητών. Συγκρίνοντας τις απαντήσεις στις δύο αυτές ερωτήσεις βλέπουμε ότι από τους μαθητές που απαντάνε ότι τα ψηλά βουνά σχετίζονται με τη σεισμικότητα της περιοχής (δηλαδή από το 33% των μαθητών) το 62.1% των μαθητών απαντάει ότι αυτό σχετίζεται με τη σύγκλιση δύο πλακών. Από τους μαθητές που απαντούν ότι δεν υπάρχει αιτία που οδηγεί ένα βουνό να έχει μεγάλο ύψος (44%) το 42.1% απαντάει ότι ένα βουνό γεννιέται λόγω σύγκλισης δύο πλακών (στην ουσία βρίσκει ότι υπάρχει αιτία). Φαίνεται επομένως ότι ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών δεν συνδέει τα δύο αυτά γεγονότα (σύγκλιση πλακών – ύψος βουνού).

Οι παραπάνω απαντήσεις σχετίζονται με το γνωστικό κομμάτι της φυσικής γεωγραφίας. Εκείνες που σχετίζονται με την ανθρωπογεωγραφία εμπλέκουν και το φυσικό περιβάλλον των ορεινών όγκων.

Οι απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές δείχνουν ότι είναι γνώστες των περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργούνται από την εκμετάλλευση (ή την αξιοποίηση), καλή ή κακή, των ορεινών όγκων.

Ξεκινώντας από τη ζωή των ανθρώπων στο βουνό οι μαθητές θεωρούν ότι είναι δύσκολη επειδή δεν υπάρχει καλή συγκοινωνία και συχνή επικοινωνία με τον υπόλοιπο κόσμο (44.4%) και εξαιτίας του αποκλεισμού λόγω του άσχημου καιρού που επικρατεί σε ένα βουνό (28%). Το 69% των μαθητών γνωρίζει ότι η βασική ασχολία των κατοίκων ενός βουνού είναι η κτηνοτροφία και ένα ποσοστό 9.5% (η δεύτερη απάντηση σε ποσοστό) ότι είναι η αλιεία (!).

Σε ότι αφορά την τουριστική αξιοποίηση των βουνών οι μαθητές θεωρούν ότι μπορεί να έχει μόνο αρνητικές συνέπειες για τη φύση του βουνού (62%) αν και το 43% των μαθητών θεωρεί ότι οι συνέπειες για το περιβάλλον από την αύξηση του τουρισμού σε μια ορεινή περιοχή δεν είναι πάντα καταστροφικές. Από το 62% των μαθητών που θεωρούν ότι η τουριστική αξιοποίηση έχει μόνο αρνητικές συνέπειες για τη φύση του βουνού το 54% θεωρεί ότι οι κοινωνικές επιπτώσεις στις τουριστικές ορεινές περιοχές δεν είναι πολλές φορές αρνητικές. Δηλαδή η περιβαλλοντική υποβάθμιση του βουνού πολλές φορές δεν έχει κοινωνικές επιπτώσεις στους κατοίκους του.

Η εκμετάλλευση του βουνού μπορεί να γίνει με ανεμογεννήτριες (55.4%) και υλοτομία (17.5%) ενώ ένα ποσοστό 20.3% θεωρεί ότι καμία από τις παραπάνω αιτίες δεν αποτελούν εκμετάλλευση του βουνού. Μάλιστα το 18.3% των μαθητών θεωρούν ότι η υλοτομία δεν αποτελεί πρόβλημα για ένα βουνό και ένα 16% έχει την ίδια άποψη και για τους εμπρησμούς των δασών ενός βουνού.

Όσοι μαθητές απαντούν ότι η ποδηλασία δεν αποτελεί πρόβλημα (56.6%) δείχνουν να έχουν και μία αυξημένη περιβαλλοντική συνείδηση θεωρώντας την παράνομη υλοτομία ως κύρια αιτία για πολλές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Τέλος, σε ότι αφορά τις γνώσεις των μαθητών γύρω από θέματα ορειβασίας δείχνουν ότι είναι σε καλό επίπεδο αφού είναι ενημερωμένοι ως προς τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν οι ορειβάτες (έλλειψη οξυγόνου, φιάλες οξυγόνου, άσχημες καιρικές συνθήκες) αλλά και σχετικά με το τι είναι μία ομάδα διάσωσης.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η πρώτη δυσάρεστη έκπληξη ήταν ο πολύ μικρός αριθμός ανταπόκρισης. Από τα 351 σχολεία που ενημερώθηκαν και ζητήθηκε η συνδρομή τους απάντησαν τα 5. Ο τρόπος επικοινωνίας που επιλέχθηκε δεν ήταν τυχαίος. Ήταν μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (οι διευθύνσεις όλες ήταν ελεγμένες) και έγινε ενάμιση μήνα πριν το τέλος της σχολικής χρονιάς. Ένας από τους στόχους που είχαν τεθεί, αλλά βέβαια δεν είχαν σχέση με το γνωστικό μέρος της έρευνας, ήταν να δοθεί η δυνατότητα στους μαθητές των σχολείων να επικοινωνήσουν σε

πραγματικό χρόνο με τους ερευνητές. Δεν δόθηκε η δυνατότητα στους μαθητές να συμμετέχουν άμεσα μέσω δικτύου σε έρευνα αν και ελπίζαμε ότι αυτό θα έκανε το όλο εγχείρημα πιο ενδιαφέρον. Τελικά διαψευστήκαμε αν και μάλλον οι μαθητές δεν είχαν την ευκαιρία να δουν το υλικό της ιστοσελίδας ούτε και τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Η όλη δραστηριότητα της συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου μπορούσε να γίνει από όλους τους μαθητές της τάξης μέσα σε μία διδακτική ώρα.

Οι απαντήσεις δυστυχώς δεν μπορούν να επεξεργασθούν χωρικά. Ενώ σε παλιότερη έρευνα υπήρχαν απαντήσεις από αρκετά σχολεία σε όλη την Κεντρική Μακεδονία (Λαμπρινός κ.ά. 2002) και έγινε τότε δυνατή η χωρική κατανομή και μελέτη των απαντήσεων, αυτό δεν μπόρεσε να γίνει στην περίπτωση αυτή γιατί από τα πέντε σχολεία που απάντησαν τα τέσσερα ήταν από την πόλη των Γιαννιτσών. Η ανάλυση της χωρικής κατανομής των απαντήσεων θα μπορούσε να δώσει πιο πλούσια αποτελέσματα σχετικά με την επίδραση του τοπικού περιβάλλοντος στη διαμόρφωση των απόψεων των μαθητών.

Αρχικός στόχος ήταν η εξακρίβωση της γνωστικής επάρκειας των μαθητών σε έννοιες που είτε άμεσα είτε έμμεσα άπτονται της έννοιας του βουνού. Αυτό το στόχο είχαν μία σειρά από ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Η ανάλυση των απαντήσεων σε αυτές τις ερωτήσεις έδειξε ότι η έννοια του βουνού είναι σαφής στην πλειονότητα των μαθητών. Στο ερωτηματολόγιο των βουνών οι απαντήσεις προήλθαν σχεδόν αποκλειστικά από μαθητές που ζουν σε πεδινά τμήματα και γιαυτό, δυστυχώς, δεν μπορούν να βγουν αξιόπιστα αποτελέσματα γύρω από την επίδραση του φυσικού περιβάλλοντος (ανάγλυφου) στις γνώσεις των παιδιών. Την εμπειρική γνώση που έχουν τα παιδιά δυστυχώς δεν θα μπορούσε να αποκαλύψει το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο λόγω έλλειψης στοιχείων από μαθητές που ζουν σε ορεινές ή ημιορεινές περιοχές. Αυτό θα ήταν χρήσιμο για να συγκριθεί με τη μελέτη που είχε γίνει από τους Λαμπρινός, κ.ά. το 2002 όπου είχε διαπιστωθεί ότι το ανάγλυφο της περιοχής που ζουν τα παιδιά παίζει ρόλο στον τρόπο που αντιλαμβάνονται τη μορφολογία του ανάγλυφου. Η έρευνα εκείνη (είχε γίνει στην Κεντρική Μακεδονία και βασίστηκε σε 2066 ερωτηματολόγια) είχε δείξει ότι τα παιδιά που μεγαλώνουν σε ορεινές περιοχές αντιλαμβάνονται καλύτερα τις μεταβολές του ανάγλυφου σε σχέση με τα παιδιά που μεγαλώνουν σε πεδινές περιοχές. Η έρευνα εκείνη δεν μελετούσε τη γνωστική επάρκεια των μαθητών γύρω απ' ό,τι αφορά τα βουνά και ούτε βέβαια το πως δημιουργούνται τα βουνά.

Στην έρευνα αυτή δεν δόθηκε η δυνατότητα στους μαθητές να επιλέξουν κάποιον άλλο τρόπο δημιουργίας των βουνών εκτός από εκείνον που οφείλεται στην κίνηση δύο λιθοσφαιρικών πλακών. Βιβλιογραφικά αναφέρεται ότι περισσότεροι από το 80% των μαθητών γυμνασίου της Νέας Ζηλανδίας δεν μπορούν να συσχετίσουν τη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών με τη δημιουργία των βουνών. Σύμφωνα με εκείνη την έρευνα κάποια παιδιά αποδέχονται τη θεϊκή προέλευση ή ότι σχηματίζονται σταδιακά ως υπολείμματα λόγω της κυκλικής διάβρωσης των ακτών από την παλίρροια. Ορισμένα παιδιά 9-11 χρόνων πιστεύουν ότι τα βουνά «μεγάλωσαν» φυτεύοντας πέτρες οι οποίες σταδιακά μεγάλωσαν, ή ότι έβρεχε πέτρες που δημιουργήσαν τελικά έναν σωρό. Υπάρχουν παιδιά που θεωρούν ότι τα βουνά δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια του νερού (λόγω διάβρωσης των γύρω υλικών – άρα προϋπήρχαν τα ποτάμια των βουνών, κάτι που θυμίζει την επικρατούσα μέχρι τα τέλη του 19ου αιώνα άποψη για την προέλευση των κοιλάδων). Άλλα (7-9 χρόνων) θεωρούν ότι έγινε ένας μεγάλος σεισμός και ξεπήδησαν τα βουνά ή ότι προέρχονται από ηφαίστεια που έσβησαν (Trend, Everett and Dove 2000).

Στην παρούσα έρευνα η πλειοψηφία των απαντήσεων (86%) αποδίδει τη δημιουργία ενός βουνού στη σύγκλιση, απόκλιση ή συσσώρευση υλικών λόγω μετακίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών. Πρόκειται για γνώση που ήδη υπάρχει επομένως από το δημοτικό σχολείο.

Βέβαια, ο τρόπος δημιουργίας του βουνού δεν συσχετίζεται από τους μαθητές με το ύψος του βουνού. Φαίνεται ότι οι μαθητές δεν έχουν ξεκάθαρη άποψη για το θέμα αυτό. Ενώ δίνουν



απαντήσεις που δεν συγχέουν το ύψος με τον τρόπο δημιουργίας του βουνού, δίνουν και απαντήσεις που δηλώνουν άγνοια («χωρίς αιτία» είναι η συχνότερη απάντηση). Η διάβρωση και τα αποτελέσματα της δράσης της αποτελούν μία αιτία για τους μαθητές της Νέας Ζηλανδίας για τη δημιουργία των βουνών (Trend, Everett and Dove 2000). Πράγματι, η εντύπωση ότι ένα βουνό είναι υψηλό θα μπορούσε να αποδοθεί στη δράση της διάβρωσης γιατί μπορεί να τονίσει το ανάγλυφο όταν είναι πολύ έντονη και δημιουργεί φαράγγια και καταρράκτες (έντονο ανάγλυφο). Τέλος, εκείνο που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι οι μαθητές συσχετίζουν τη σεισμικότητα μίας περιοχής με το μεγάλο ύψος των βουνών.

Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση του βουνού δείχνει ότι οι μαθητές είναι ενημερωμένοι για τα περιβαλλοντικά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν. Υπάρχει όμως μία σύγχυση σε ότι αφορά την τουριστική αξιοποίηση του βουνού και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι μαθητές παρουσιάζονται κάπως διχασμένοι στο αν οι τουριστικές δραστηριότητες κρύβουν περιβαλλοντικούς κινδύνους για τους κατοίκους του βουνού και σε ποιο βαθμό. Είναι δύσκολο να καταλάβει κανείς πως η περιβαλλοντική υποβάθμιση από την τουριστική αξιοποίηση ενός βουνού δεν έχει κοινωνικές επιπτώσεις στους κατοίκους του βουνού. Επίσης, είναι απογοητευτικό ότι οι μαθητές θεωρούν ότι οι εμπρησμοί των δασών των βουνών δεν αποτελούν πρόβλημα.

Οι γνώσεις που αφορούν το κλίμα των βουνών παραμένουν αμετάβλητες και συσχετίζονται με τις συνθήκες που διαμορφώνονται για επιβίωση πάνω στο βουνό. Θεωρούν ότι οι ψηλές κορυφές είναι πάντοτε σκεπασμένες με χιόνι επειδή βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο.

Συμπεράσματα

Συγκρίνοντας το αποτέλεσμα του συγκεκριμένου τρόπου εργασίας (αποστολή – ενημέρωση μέσω email) με εκείνον που χρησιμοποιήθηκε πριν από 11 χρόνια (προσωπική επαφή) διαπιστώθηκε ότι τελικά η άμεση και προσωπική επαφή είχε καλύτερα αποτελέσματα από την επαφή μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή διαδικτύου. Ως πρώτο συμπέρασμα, που έχει προκύψει έμμεσα και όχι άμεσα και δεν ήταν στους στόχους της έρευνας, είναι ότι οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να μην έχουν ακόμη αποδεχθεί αυτόν τον τρόπο επικοινωνίας. Η χρήση όμως ιστοσελίδων, ως πηγή άντλησης εκπαιδευτικού εποπτικού υλικού (π.χ. εικόνες, διαγράμματα, κλπ) είναι γνωστή και ίσως στο μέλλον να γίνει ακόμη πιο έντονη αν αναλογιστεί κανείς το πρόγραμμα για τον εξοπλισμό των σχολείων με διαδραστικούς πίνακες. Επομένως ίσως στο μέλλον η επικοινωνία μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου να είναι πιο εφικτή. Εξάλλου, και η χρήση μιας ιστοσελίδας που προσφέρει την άμεση επικοινωνία (on line) μειώνει τα έξοδα σε μία έρευνα αλλά και τον χρόνο που χρειάζεται για την συγκέντρωση υλικού – δεδομένων.

Οι μαθητές συσχετίζουν τη δημιουργία των βουνών με την κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών αλλά δεν συσχετίζουν το ύψος των βουνών με την ταχύτητα σύγκρουσης των πλακών. Έτσι θα μπορούσε κανείς να πει ότι το όφελος που προκύπτει από αυτή τη γνώση δεν είναι ολοκληρωμένο αλλά η γνώση παραμένει χωρίς να προκαλεί την «σκέψη».

Η ζωή στο βουνό συνδέεται με την κτηνοτροφία αλλά και την αλιεία η οποία μπορεί να φαντάζει στους μαθητές ως κάτι πιθανό εξαιτίας της ύπαρξης ποταμών και λιμνών σε ένα βουνό.

Επίσης, δείχνουν να κατανοούν τα προβλήματα που υπάρχουν στη ζωή στο βουνό (υπάρχει σχετικό μάθημα στη γεωγραφία του δημοτικού σχολείου) καθώς και ότι είναι ενήμεροι για τις δυσκολίες που μπορεί να προκύψουν από την αξιοποίηση των βουνών ως χώρου αθλητικών δραστηριοτήτων..

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι οι μαθητές έχουν σε γενικές γραμμές, στέρεες γνώσεις γύρω από το θέμα «βουνό». Μένει να απαντηθεί το αν οι γνώσεις αυτές έχουν προκύψει μέσα από την παρουσίαση άλλων θεμάτων ή πρόκειται για γνώσεις που

αναπτύσσονται στο βιβλίο της γεωγραφίας τους. Οι όποιες «παρεξηγήσεις» υπάρχουν γύρω από διάφορα θέματα φαίνεται ότι θα μπορούσαν να λυθούν με περισσότερη επιμονή και καλύτερη διδακτική προσέγγιση ώστε να συνδεθούν μεταξύ τους. Αυτό είναι που πρόκειται να επιχειρηθεί στη συνέχεια μέσα από τη σχετική ιστοσελίδα, ελπίζοντας ότι οι μαθητές θα διαπιστώσουν πως συνδέονται κάποιες φυσικές λειτουργίες του βουνού με την ανθρώπινη επέμβαση.

Βιβλιογραφία

Αβούρης, Ν., Σολωμός, Κ., Τσέλιος, Ν. (2001). Το διαδίκτυο ως εργαλείο παροχής ανοικτής και εξ αποστάσεως εκπαίδευσης: εναλλακτικοί μηχανισμοί ελέγχου ποιότητας. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο στην Ανοικτή και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, Πάτρα.

Αρχοντίδης, Θ., Ζυμπίδης, Δ., Παρκοσίδης, Ι. (2003). Διερεύνηση ανάπτυξης βασικών δεξιοτήτων μέσα από τη διδασκαλία της χρήσης του διαδικτύου σε μαθητές ΣΤ Δημοτικού. Πρακτικά 2ης Δημερίδας «Διδακτική της Πληροφορικής», Βόλος, 175-181.

Κόμης, Β. (2004). Εισαγωγή στις Εκπαιδευτικές Εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των επικοινωνιών. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα..

Κόμης, Β. & Μικρόπουλος, Α. (2001). Πληροφορική στην Εκπαίδευση. ΕΑΠ, Πάτρα,.

Λαμπρινός, Ν., Αρχοντόγλου, Α., Γιαννούση, Κ., Εμμανουηλίδης, Χ., Ευθυμίου, Χ., Θεοδωράκη, Κ., Ιωάννου, Α., Καρανταΐδου, Ρ., Κατσάρκας, Α., Κοτσακώστα, Μ., Κουτσομιγάλη, Γ., Παπαστεργίου, Τ., Πετρακίδης, Ν. (2002). Η γεωγραφική θεώρηση του χώρου από τους μαθητές του Δημοτικού σχολείου. Πρακτικά 2^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Σύγχρονες Τεχνολογίες», 3-5 Μαΐου 2000, Λευκωσία, Κύπρος, Τόμος 1, 330-341.

Μακράκης, Β. (2000). Επαναπροσδιορίζοντας την έννοια του λειτουργικού αλφαριθμητισμού στην κοινωνία της πληροφορίας, της γνώσης και της μάθησης. Πρακτικά Β' Πανελλήνιου Συνεδρίου: Οι νέες τεχνολογίες για την κοινωνία και τον πολιτισμό.

Μπαμπινιώτης, Γ. (2000). Νέες Τεχνολογίες και ποιοτική παιδεία. Εφ. Το Βήμα 3.12.2000

Μυλωνάκου – Κεκέ Η.. (2004). Πολιτιστικές διαδρομές μια «διαδραστική» προσέγγιση με την υποστήριξη της λογοτεχνίας.. Πρακτικά Συνεδρίου: Η Λογοτεχνία σήμερα, Αθήνα, 2002.

Παπαδόπουλος, Γ., & Καραμάνης, Μ. (2000). Υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στο ελληνικό δίκτυο σχολείων. Πρακτικά Β' Πανελλήνιου Συνεδρίου με θέμα: Οι νέες τεχνολογίες για την κοινωνία και τον πολιτισμό», Κ.Ε.ΕΠ.ΕΚ., Αθήνα, 2000.

Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (2007). Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας: Ολική προσέγγιση. Τόμοι Α,Β, Αθήνα

Τσιατσιάνας, Χ. (2003). Διδακτική – Μαθησιακή αξιοποίηση του διαδικτύου στα πλαίσια της Ευέλικτης Ζώνης του Δημοτικού σχολείου: Η κατασκευή της ιστοσελίδας του σχολείου. Πρακτικά 2ης Δημερίδας «Διδακτική της Πληροφορικής», Βόλος, 155-164.

ΦΕΚ 304, τ. Β, 13-3-2003. Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ.) Δημοτικού – Γυμνασίου: Μουσικής, Ξένων Γλωσσών, Οικιακής Οικονομίας, Πληροφορικής, Σχολικού Επαγγελματικού Προσανατολισμού, Τεχνολογίας, Φυσικών Επιστημών (Βιολογίας, Γεωλογίας, Γεωγραφίας, Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο, Φυσικής, Χημείας), Φυσικής Αγωγής, Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ.) Προσχολικής Αγωγής, Προγράμματα σχεδιασμού και

ανάπτυξης διαθεματικών δραστηριοτήτων (Ευέλικτη Ζώνη, Αγωγή Υγείας, Ολυμπιακή Παιδεία, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση) και Παράρτημα: Οδηγίες προς τους συγγραφείς των σχολικών βιβλίων, προδιαγραφές σχολικών βιβλίων. Εθνικό Τυπογραφείο

Chun, D.M., & Brandl, K.K. (1992). Beyond form-based drill and practice: Meaning- enhanced CALL on the Macintosh. *Foreign Language Annals*, 25(3), 255-267.

Lee, J. (2001). The Internet for English Language Teaching. *The Reading Matrix*, V 1, (2) http://www.readingmatrix.com/reading_projects/lee/, http://www.readingmatrix.com/reading_projects/lee/project.pdf (πρόσβαση στις 07/7/10)

Papert, S. (1995). Technology in Schools: Local fix or Global Transformation www.media.mit.edu/groups/el/projects/school/sp-talk.html (πρόσβαση στις 07/7/10)

Solvie, P., & Kloeck, M. (2007). Using technology tools to engage students with multiple learning styles in a constructivist learning environment. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 7 (2), 7-27 in: <http://www.citejournal.org/> (πρόσβαση στις 09/7/10)

Trend, R., Everett, L and Dove, J. (2000). Interpreting primary children's representations of mountains and mountainous landscapes and environments. *Research in Science and Technological Education*, 18(1), 85-112.

Warschauer, M. & Healey, D. (1998). Computers and language learning: An overview. *Language Teaching*, 31, 57-71.

Οι γνώσεις των μαθητών του δημοτικού σχολείου γύρω από θέματα που αφορούν ένα ποτάμιο περιβάλλον

Λαμπρινός Νίκος¹, Αυγερινού Χρυσάνθη², Γκάμα Σταματία², Γκόγκου Στέλλα², Ζλάτη Αντωνία², Κεραμιτσόπουλος Δημήτρης², Κόκκαλης Βασίλης², Σκήπας Ιωάννης²

¹ Π.Τ.Δ.Ε., Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη, email: labrinos@eled.auth.gr

² Διδασκαλείο «Δημήτρης Γληνός», Π.Τ.Δ.Ε., Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Η έρευνα αυτή αποσκοπεί στην καταγραφή των γνώσεων των μαθητών γύρω από τις φυσικές διεργασίες που συμβαίνουν στα ποτάμια αλλά και για ορισμένες από τις ανθρώπινες επεμβάσεις σε αυτά. Συντελέστηκε σε τρεις νομούς της Κεντρικής Μακεδονίας και συμμετείχε η ΣΤ΄ τάξη από 16 δημοτικά σχολεία. Σκοπός ήταν να διαπιστωθεί μέχρι που φτάνουν οι γνώσεις των μαθητών και πως τις συνδυάζουν με τελικό στόχο μία διδακτική παρέμβαση που θα χρησιμοποιούσε μία ιστοσελίδα ειδικά κατασκευασμένη για τη διδασκαλία των ποταμών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές έχουν μία καλή άποψη σχετικά με τη φυσική γεωγραφία των ποταμών ακόμη και για θέματα που δεν αναφέρονται στο βιβλίο τους, όμως σε ορισμένα περιβαλλοντικά θέματα παρουσιάστηκαν προβλήματα. Φυσικά δεν αποφεύγουν τις παρανοήσεις που προκύπτουν από τον λανθασμένο συνδυασμό γνώσεων.

Abstract

The present study deals with the record of the pupils' knowledge on the physical and human geography of the rivers. It covered 16 primary schools in Central Macedonia, Greece. The main goal of the research was to ascertain how much the pupils know about the rivers and how they combine this knowledge. The results show that the pupils have a good point of view on both physical and human geography of the rivers even in topics not mentioned in their geography text book but there are some misconceptions which are due to the wrong combination of the information they receive.

Εισαγωγή

Το διαδίκτυο είναι ένα μέσο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αμφίδρομη παιδεία και στόχος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου είναι «η αξιοποίηση του διαδικτύου ως αμφίδρομου καναλιού επικοινωνίας και διακίνησης εκπαιδευτικού υλικού στα σχολεία» (Παπαδόπουλος, Καραμάμης 2000:115).

Το βασικό πλεονέκτημα που παρουσιάζει η χρήση του διαδικτύου έναντι των παραδοσιακών μορφών επικοινωνίας είναι ότι μέσα από τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών επικοινωνίας και πληροφορίας που παρέχει (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, on-line συζητήσεις, τηλεσυνδιάσκεψη κ.ά.) οι μαθητές βρίσκονται σε ένα αυθεντικό μαθησιακό περιβάλλον με ευεργετικά αποτελέσματα για την εκπαιδευτική διαδικασία. Έτσι επιτυγχάνεται ενίσχυση και ενδυνάμωση της αλληλεπίδρασης και της αμοιβαίας κατανόησης μεταξύ των μαθητών για την αναγκαιότητα εναλλακτικών μορφών επικοινωνίας και ανταλλαγής μηνυμάτων. Το νέο μαθησιακό περιβάλλον που προσφέρει το διαδίκτυο παρέχει ισχυρά κίνητρα στους μαθητές, αποτελεί ευχάριστη διδακτική εμπειρία και επιπλέον μπορεί να συμπορευτεί δυναμικά μαζί με άλλα μέσα και μεθόδους στην καλλιέργεια της διαθεματικής διδασκαλίας, του συνεργατικού πνεύματος και της ενεργητικής συμμετοχής στη μάθηση, στη συνάρτηση του



διδασκτέου με την εμπειρία, στην ανάπτυξη διερευνητικών ικανοτήτων, στο πέρασμα από τη γραμμική στη διαδραστική μάθηση (Κόκκας 2000: 246). Οι Δέδε - Κούρτη κ.ά. (1999) αναφέρονται στο ρόλο του διαδικτύου για τη δημιουργία μαθησιακού περιβάλλοντος που να επιτρέπει και στις δυο πλευρές (δάσκαλος και μαθητές) να μάθουν χωρίς να μειώνεται το κύρος κανενός επισημαίνοντας το πόσο σημαντική παράμετρος για την αξιοποίηση αυτού του νέου μαθησιακού περιβάλλοντος είναι η ενεργοποίηση της συνεργατικής διδασκαλίας.

Όλα τα παραπάνω γίνονται πραγματικότητα από τη στιγμή που υπάρχει διαθέσιμη τουλάχιστον μία διεύθυνση στο διαδίκτυο που να περιέχει εκπαιδευτικό υλικό κατάλληλο για τη διδασκαλία κάποιου θέματος ή ενότητας. Αυτό ήταν εκείνο που έγινε από την ομάδα των συγγραφέων και πολλούς άλλους εκπαιδευτικούς και φοιτητές για να κατασκευαστεί τελικά η ιστοσελίδα για τα βουνά και τα ποτάμια (<http://mountains-rivers.web.auth.gr>).

Πριν όμως γίνει αυτό εφικτό χρειάστηκε να διαπιστωθεί το γνωστικό επίπεδο των μαθητών σε ό,τι αφορά τα ποτάμια και να συγκριθεί με αντίστοιχες έρευνες που δημοσιεύονται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Σκοπός και στόχοι της εργασίας

Βασικός σκοπός αυτής της έρευνας είναι να διαπιστώσει το επίπεδο γνώσης των μαθητών για τα ποτάμια. Δεν ενδιαφέρει αν γνωρίζουν ονομασίες ποταμών. Ενδιαφέρει όμως αν γνωρίζουν όσα πρέπει γύρω από τη φυσική γεωγραφία των ποταμών, όπως τα μέρη ενός ποταμού και την ανθρωπογεωγραφία των ποταμών με έμφαση στο τρόπο που ο άνθρωπος έρχεται σε επαφή με τα ποτάμια, ζει από αυτά και διασκεδάζει. Από αυτές τις δραστηριότητες, που καλύπτουν μία σειρά από «δικαιώματα» που έχει ορίσει ο άνθρωπος, απορρέουν και μια σειρά από υποχρεώσεις που θα πρέπει να γνωρίζουν οι μαθητές. Όλα όμως είναι άμεσα συνδεδεμένα μεταξύ τους και αυτό είναι που κυρίως ενδιαφέρει την εργασία αυτή – αν οι μαθητές μέσα από τις γνώσεις τους μπορούν να κάνουν συνδυαστικές σκέψεις.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μιας διδακτικής παρέμβασης στα σχολεία που συμμετείχαν. Η παρέμβαση αυτή θα γίνει με τη χρήση μιας ιστοσελίδας που περιέχει εκπαιδευτικό υλικό για τα ποτάμια κατάλληλα διαμορφωμένο για να χρησιμοποιηθεί στην τάξη.

Ένας δευτερεύον στόχος της έρευνας, ήταν οι μαθητές να χρησιμοποιήσουν το διαδίκτυο και να στείλουν το ερωτηματολόγιο απαντημένο στην ερευνητική ομάδα σε πραγματικό χρόνο. Αυτό (η άμεση επαφή με την ερευνητική ομάδα) θεωρήσαμε ότι θα έδινε ένα ακόμη κίνητρο στους μαθητές να ασχοληθούν με το ερωτηματολόγιο.

Επομένως, η έρευνα αποσκοπεί στη διερεύνηση των απόψεων των μαθητών γύρω από τη φυσική γεωγραφία και ανθρωπογεωγραφία των ποταμών ώστε να καταλήξει στις αδυναμίες τους και να μπορέσει έτσι να αρχίσει ένας σχεδιασμός για διδακτική παρέμβαση που θα εστιάζει σε αυτές με τη βοήθεια του διαδικτύου.

Υλικά

Για το σκοπό αυτό κατασκευάστηκε μία ιστοσελίδα (<http://mountains-rivers.web.auth.gr/>) που είχε δύο σκέλη. Το ένα από αυτά αφορούσε τα ποτάμια και χρησιμοποιούσε ως παράδειγμα τον Νείλο που είναι ένα από τα πιο γνωστά ποτάμια παγκοσμίως. Η ίδια ιστοσελίδα περιείχε και ένα ερωτηματολόγιο ειδικά φτιαγμένο για τα ποτάμια. Το ερωτηματολόγιο αποτελείτο από 23 ερωτήσεις που αφορούσαν τα φυσικά χαρακτηριστικά του ποταμού και εκείνα που επηρεάζονται από την ανθρώπινη επέμβαση. Οι ερωτήσεις ήταν κλειστού τύπου με τέσσερις επιλογές. Όλο το ερωτηματολόγιο μπορούσε να συμπληρωθεί και αποσταλεί σε πραγματικό χρόνο στους ερευνητές μέσω του διαδικτύου. Αυτό θεωρήθηκε

ότι θα έκανε πιο προσιτή τη διαδικασία στους μαθητές και πιο ενδιαφέρουσα επειδή δίνει την εντύπωση στους μαθητές της άμεσης επικοινωνίας με την ερευνητική ομάδα.

Οι ερωτήσεις κάλυπταν α) το γνωστικό μέρος όπως παρουσιάζεται μέσα από τη φυσική γεωγραφία του ποταμού (χαρακτηριστικά, γεωμετρία, παροχές σε νερό και υλικά), β) ανθρώπινες κατασκευές στα ποτάμια και εκμετάλλευση των ποταμών και γ) προβλήματα μόλυνσης-ρύπανσης των ποταμών. Οι ερωτήσεις κάλυπταν επομένως τις δύο κατηγορίες της γεωγραφίας, την φυσική γεωγραφία και την ανθρωπογεωγραφία.

Όλες οι ερωτήσεις αποσκοπούσαν στο να προσεγγιστούν οι αρχικοί στόχοι της έρευνας ώστε να διαπιστωθεί το επίπεδο των γνώσεων των μαθητών. Αυτό θα έκλινε το πρώτο μέρος της έρευνας και θα έδινε τα δεδομένα για το δεύτερο μέρος που αφορά τη διδακτική παρέμβαση μέσα από τη διδασκαλία με τη βοήθεια της ιστοσελίδας.

Η ερευνητική ομάδα ήρθε σε επαφή με τα δημοτικά σχολεία των νομών Κιλκίς, Θεσσαλονίκης και Χαλκιδικής μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Από τους εκπαιδευτικούς των σχολείων ζητήθηκε να επισκεφθούν την ιστοσελίδα και αν θεωρήσουν ότι το περιεχόμενό της μπορεί να τους βοηθήσει στο διδακτικό τους έργο, να ζητήσουν από κάθε μαθητή της ΣΤ΄ τάξης να απαντήσει στο ερωτηματολόγιο που αφορούσε τα ποτάμια. Αυτό θα μας έδινε την εικόνα των μέχρι τώρα γνώσεων που έχουν οι μαθητές γύρω από τα ποτάμια ασχέτως από τον τρόπο που την έχουν αποκτήσει.

Συγκεκριμένα το ηλεκτρονικό μήνυμα στάλθηκε σε 50 σχολεία του νομού Κιλκίς, 313 του νομού Θεσσαλονίκης και 63 του νομού Χαλκιδικής. Οι απαντήσεις που πήραμε ήταν από 10 σχολεία του νομού Κιλκίς και έξι του νομού Θεσσαλονίκης (καμία απάντηση από Χαλκιδική). Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι απαντήσεις των σχολείων του νομού Κιλκίς δεν στάλθηκαν ηλεκτρονικά γιατί οι μαθητές δεν μπήκαν στην ιστοσελίδα. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων έγινε με προσωπική παρουσία ατόμου που προσφέρθηκε να πάει και να δώσει φωτοτυπημένα αντίγραφα του ερωτηματολογίου και να φροντίσει ώστε η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων να γίνει εκείνη τη στιγμή. Ενώ λοιπόν υπάρχουν 10 ερωτηματολόγια στο Κιλκίς εντούτοις κανένας μαθητής δεν απέκτησε την εμπειρία να συμπληρώσει το ερωτηματολόγιο στην οθόνη του υπολογιστή και να το στείλει κατευθείαν στους ερευνητές. Από πλευράς σωστής διαδικασίας επομένως ανταποκρίθηκαν μόνο έξι σχολεία σε σύνολο 426 δηλαδή το 1.4% του συνόλου. Υπολογίζοντας και τα σχολεία που ανταποκρίθηκαν με τον παραδοσιακό τρόπο το ποσοστό ανέρχεται σε 3.75% (Πίν. 1).

Το αποτέλεσμα ήταν να συγκεντρωθούν συνολικά 370 απαντημένα ερωτηματολόγια.

Πίνακας 1. Αριθμός σχολείων που στάλθηκε το email πρόσκληση - ενημέρωση και ο αριθμός των σχολείων που ανταποκρίθηκαν στην έρευνα.

Νομοί	Κιλκίς	Θεσσαλονίκης	Χαλκιδικής	Σύνολο
Αριθ. Σχολείων που στάλθηκε το μήνυμα	50	313	63	426
Αριθμός σχολείων που ανταποκρίθηκαν	10	6	0	16

Ανάλυση

Η επεξεργασία των ερωτηματολογίων στηρίχθηκε στην περιγραφική στατιστική με τη χρήση ραβδογραμμάτων και πινάκων συνάφειας.

Υπήρξαν ερωτήσεις που δεν απαντήθηκαν από τους μαθητές. Οι ερωτήσεις αυτές είχαν σχέση κυρίως με τη φυσική γεωγραφία και τη γεωμετρία του ποταμού και με τα μεγάλα έργα



που συνήθως γίνονται στα ποτάμια όπως τα φράγματα. Σε όλες όμως τις περιπτώσεις οι μαθητές ανταποκρίθηκαν στην συντριπτική τους πλειοψηφία σωστά. Στην περίπτωση της φυσικής γεωγραφίας και γεωμετρίας των ποταμών παρατηρήθηκε μία διστακτικότητα στις απαντήσεις σε ένα αριθμό μαθητών (από 10 έως 19 μαθητές δεν απάντησαν κατά περίπτωση). Έννοιες όπως η λεκάνη απορροής, η κλίση του ποταμού και η στερεοπαροχή παρουσίασαν κάποια δυσκολία για ορισμένους μαθητές αν και οι σωστές απαντήσεις πήραν ικανοποιητικά ποσοστά (54.3%, 25% και 41.3% αντίστοιχα), εκτός από την κλίση του ποταμού.

Είναι ενδεικτικό ότι υπάρχει σύγχυση σχετικά με την κλίση του ποταμού και με τα μεταφερόμενα υλικά (στερεοπαροχή). Όσοι έχουν απαντήσει ότι στερεοπαροχή είναι τα μεταφερόμενα υλικά του ποταμού απαντούν ότι η κλίση του ποταμού είναι μικρότερη στις πηγές του ποταμού (25.2%) ή μεγαλύτερη (25.7%). Στη συγκεκριμένη ερώτηση οι περισσότεροι μαθητές απαντούν ότι στο κέντρο του ποταμού παρατηρείται η μεγαλύτερη κλίση (31.3%). Οι απαντήσεις όμως κινούνται κοντά στο ποσοστό της τυχαίας επιλογής.

Αν συνδυάσει κανείς τις ερωτήσεις: α) «η κλίση ενός ποταμού» και β) «Η δύναμη του νερού μπορεί να προκαλέσει διάβρωση που είναι εντονότερη» και πάρει υπόψη του και τις απαντήσεις που δόθηκαν σε κάθε μία από αυτές χωριστά τότε προκύπτουν δύο επικρατέστερες απαντήσεις: 1) η δύναμη του νερού προκαλεί διάβρωση περισσότερο στα μαλακά πετρώματα και η κλίση του ποταμού είναι μικρότερη στις πηγές του (49 απαντήσεις από τις 353 συνολικά ή το 14%) και 2) η δύναμη του νερού προκαλεί διάβρωση περισσότερο στα μαλακά πετρώματα και η κλίση του ποταμού είναι μεγαλύτερη στο κέντρο του (41 απαντήσεις από τις 353 συνολικά ή το 11.6%). Και στις δύο περιπτώσεις υπάρχει λάθος στο σημείο της κλίσης της κοίτης του ποταμού.

Τέλος, αν συνδυαστούν οι ερωτήσεις α) «Η δύναμη του νερού μπορεί να προκαλέσει διάβρωση που είναι εντονότερη» και β) «Η κοίτη ενός ποταμού βαθαίνει περισσότερο όταν» τότε υπάρχουν άλλες δύο επικρατέστερες απαντήσεις: 1) η κοίτη του ποταμού βαθαίνει περισσότερο όταν αποτελείται από μαλακά πετρώματα και η δύναμη του νερού προκαλεί εντονότερη διάβρωση στα πετρώματα αυτά (61 απαντήσεις από τις 355 ή 17.2%) και 2) η κοίτη του ποταμού βαθαίνει περισσότερο όταν αποτελείται από μαλακά πετρώματα και βρέχει τακτικά (51 απαντήσεις στις 355 ή 14.4%). Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων θεωρείται χαμηλό όταν συνδυαστούν οι απαντήσεις.

Τα μέρη του ποταμού (πηγές, λεκάνη απορροής, κοίτη, εκβολές) είναι γνωστά στο 65% των μαθητών. Το δίπτυχο νερό-ψάρια συγκέντρωσε το 16% των απαντήσεων, όπως και η χλωρίδα, ενώ η πανίδα μόνη της το 1.9%. Οι απαντήσεις των παιδιών παρουσιάζουν μία περισσότερο φυσικογεωγραφική πλευρά παρά οικολογική.

Σε ότι αφορά τις διεργασίες που συντελούνται σε ένα ποτάμι οι μαθητές θεωρούν ότι η κοίτη του ποταμού βαθαίνει περισσότερο όταν τα πετρώματα της κοίτης είναι μαλακά (42%) ενώ το 31% απαντάει όταν βρέχει τακτικά. Ίσως οι μαθητές που απάντησαν για τα μαλακά πετρώματα να θεωρούσαν και αυτονόητο ότι στην περιοχή θα βρέχει τακτικά. Δεν συμφωνούν όμως μ'αυτό το 11.5% των συναδέλφων τους που θεωρούν ότι η κοίτη του ποταμού βαθαίνει σε περιόδους ξηρασίας.

Στην ερώτηση «Τι είναι το Δέλτα» μόνο οι μισοί μαθητές (49.7%) απάντησαν σωστά. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και με την έννοια του «παραποτάμου». Μόνο που τα ποσοστά εδώ είναι 50.8% υπέρ της σωστής και 49.2% υπέρ των άλλων απαντήσεων.

Σχετικά με το μέγεθος ενός ποταμού, το 40.5% των μαθητών θεωρεί ένα ποτάμι μεγάλο όταν έχει μεγάλο μήκος και το 27% όταν έχει πολύ νερό. Το πλάτος και το βάθος συγκεντρώνουν το υπόλοιπο ποσοστό. Επίσης, το 53% απαντάει ότι ένα ποτάμι αλλού μπορεί να μικραίνει και αλλού μπορεί να μεγαλώνει, θεωρώντας μάλλον ότι αλλού το ποτάμι μπορεί να έχει μεγάλο μήκος και αλλού μικρό όπως έδειξε και ο συνδυασμός αυτών των ερωτήσεων (το 25% των μαθητών απάντησε με αυτόν τον τρόπο).

Ένα ποτάμι είναι πλωτό όταν το διασχίζουν πλοία (57.6%) και αυτό συμβαίνει γιατί έχει μεγάλο μήκος (27.5%), πολύ νερό (17.4%) ή μεγάλο βάθος (8.4%).

Όσο για την εκμετάλλευση των ποταμών από τον άνθρωπο οι μαθητές γνωρίζουν σε μεγάλο ποσοστό (>70%) ότι ο άνθρωπος μολύνει τα ποτάμια. Γνωρίζουν επίσης για ποιο λόγο ο άνθρωπος κατασκεύασε τα φράγματα (41.6% για να ελέγξει τις πλημμύρες) και ένα μικρό ποσοστό (20%) θεωρεί ότι τα φράγματα κατασκευάστηκαν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Εξάλλου, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν ότι ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο παράγει ηλεκτρική ενέργεια με την δύναμη των κυμάτων της θάλασσας (40.9%) ενώ το 35.2% θεωρεί ότι ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο παράγει ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να μολύνει την ατμόσφαιρα.

Τα αντιπλημμυρικά έργα θεωρούν ότι επηρεάζουν όλο το οικοσύστημα του ποταμού (41%) και η λάσπη που αποθέτει ο ποταμός μετά από μία πλημμύρα είναι ωφέλιμη για τις καλλιέργειες (45.3%). Ο ευτροφισμός αυξάνει τον αριθμό των υδρόβιων φυτών σε βάρος των υπολοίπων (37.4%).

Τέλος, πολλά ποτάμια κοντεύουν να στερέψουν εξαιτίας των φραγμάτων και της υπεράντλησης (46.1%).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Στη βιβλιογραφία (Trevelyan, 1996), αναφέρονται τα εξής σχετικά με την ιδέα που έχουν οι μαθητές του δημοτικού γύρω από τα ποτάμια (Πίνακες 2 – 9):

Πίνακας 2

Τι ονομάζουμε ποτάμι;	
Υγρό νερό που τρέχει προς τα κάτω	Ένα μακρύ πράγμα σαν σωλήνας γεμάτο με νερό που δεν το κατασκεύασε ο άνθρωπος
Ένα μακρύ γαλάζιο πράγμα που είναι υγρό Πολύ νερό στη σειρά	Κάτι που τρέχει διαμέσου μιας τρύπας
Ένα πράγμα με νερό σε ένα μακρύ χαντάκι	Κάτι που ρέει και έχει ψάρια και νερό

Πίνακας 3

Τι τους έρχεται στο μυαλό όταν ακούν τη λέξη «ποτάμι» (31 απαντήσεις)	
Νερό (22)	Ψάρια (14)
Κρύο (12)	Υγρό (12)
Βάρκα (10)	Πέτρα (9)
Ρεύμα (6)	Κολύμπι (6)

Πίνακας 4

Αν έπρεπε να ορίσουν με μία λέξη το «ποτάμι» (σε 31 απαντήσεις)	
Νερό (31)	Κίνηση (10)
Σχήμα (9)	Περιέχει πράγματα (9)
Κυλάει σε καθορισμένη πορεία (9)	



Πίνακας 5

Το νερό που κυλάει στο ποτάμι προέρχεται από:	
Βροχή	Θάλασσα
Αγωγούς	Λίμνη
Χαντάκι	Ρέματα

Πίνακας 6

Η κοίτη είναι:	
Φυσική	Ανθρώπινο κατασκεύασμα
Και τα δύο	

Πίνακας 7

Η κίνηση του νερού οφείλεται σε:	
Άνεμο	Κατηφόρα
Είναι προδιάθεση του νερού	Δεν κινείται

Πίνακας 8

Το ποτάμι ξεκινάει από:	
Λόφους	Θάλασσα
Ξηρά	Λίμνη
Φράγμα	Καταρράκτη
Υπόνομο	Αποχέτευση

Πίνακας 9

Και καταλήγει σε:	
Θάλασσα	Στεριά
Φράγμα	Αμμουδιά
Δεν ξέρω	

Το βιβλίο γεωγραφίας της Ε΄ δημοτικού ασχολείται με τις έννοιες: α) πηγές β) κυρίως ροή (με αναφορά σε ποταμούς και παραποτάμους), γ) εκβολές, δ) φαράγγι (δίνει την εντύπωση ότι αποτελεί κάτι ξεχωριστό). Οι μαθητές απέδειξαν ότι γνωρίζουν τα μέρη του ποταμού κατά ένα ποσοστό 65% έστω κι αν δεν αναφέρονται με τον τρόπο αυτό στο βιβλίο τους. Η λεκάνη απορροής δεν υπάρχει ως έννοια αλλά οι μαθητές την γνωρίζουν.

Το βιβλίο γεωγραφίας της ΣΤ΄ δημοτικού δεν αναφέρει τα μέρη του ποταμού. Ασχολείται όμως με την έννοια «Μήκος ποταμού». Το ίδιο βιβλίο παρουσιάζει σε πίνακα τους μεγαλύτερους σε μήκος ποταμούς της γης, κάνοντας έμμεσο πλην σαφή συσχετισμό μεταξύ μεγέθους και μήκους του ποταμού. Δεν υπάρχει όμως κανένας συσχετισμός με την πραγματικότητα. Δεν υπάρχει απάντηση στην ερώτηση «γιατί μας ενδιαφέρει ποιος είναι ο μεγαλύτερος ποταμός ή πόσο μήκος έχει ένα ποτάμι;». Στην παρούσα έρευνα προβληματίσε η απάντηση ότι το ποτάμι μπορεί αλλού να μικραίνει και αλλού να μεγαλώνει που επέλεξε το 53% των μαθητών. Αυτό μάλλον δείχνει ότι δεν γνωρίζουν ότι το ποτάμι παρουσιάζει συνεχή ανάπτυξη ή ότι την ανάπτυξη ενός μικρού ποταμού μπορούν να την διαπιστώσουν αν είχαν την ευκαιρία να παρακολουθήσουν από χρόνο σε χρόνο την εξέλιξή του στο ύπαιθρο.

Σχετικά με την κλίση του ποταμού οι απαντήσεις των μαθητών έχουν μοιραστεί σχεδόν ισομερώς. Σε όλες τις περιπτώσεις οι απαντήσεις βρίσκονται πολύ κοντά στο ποσοστό της τυχαίας απάντησης (25%) οπότε θα μπορούσε να υποθέσει κανείς ότι οι μαθητές δεν

γνωρίζουν για την κλίση της κοίτης του ποταμού, απλά έβαζαν μία απάντηση στην τύχη. Κάτι τέτοιο δεν θα ήταν περίεργο γιατί δεν αναφέρεται κάτι σχετικό στα βιβλία. Είναι όμως ένα στοιχείο που έχει να κάνει με πολλές παραμέτρους του ποταμού και ειδικά με την παροχή (είτε υδάτινη είτε στερεοπαροχή). Οι μαθητές προσπαθούν να συνδυάσουν τη «δύναμη του νερού» με την κλίση αλλά η σύγχυση είναι εμφανής στα αποτελέσματα της ανάλυσης. Κατά τη γνώμη των συγγραφέων αυτή η γνώση και κατ'επέκταση ο συνδυασμός της με άλλες παραμέτρους του ποταμού, είναι χρήσιμη γιατί έχει εφαρμογή στην καθημερινότητα των μαθητών. Είναι πολλά και συχνά τα παραδείγματα πλημμυρών στη χώρα μας και σε πολλές από τις περιπτώσεις θα μπορούσαν να καταλάβουν οι μαθητές πως συνδυάζονται η κλίση της κοίτης (και ο χώρος που βρίσκεται η κοίτη) με την ποσότητα του νερού και των υλικών που φέρνει το ποτάμι. Απλά μαθήματα οικολογικής ευαισθησίας δεν αρκούν αν οι μαθητές δεν καταλάβουν τον τρόπο λειτουργίας των φυσικών φαινομένων. Από τη βιβλιογραφία φαίνεται ότι τα παιδιά αποδίδουν την κίνηση του νερού μερικώς στην κατηφόρα, δηλαδή στην κλίση (πίν. 7). Σε παρόμοια έρευνα των Μπέλλου, Σταυρίδου και Κατσίκης (2002) διαπιστώθηκε ότι παιδιά ηλικίας 9-11 χρόνων έχουν περιορισμένες γνώσεις για το φαινόμενο της διάβρωσης και σε γενικές γραμμές δεν μπορούν να αποδώσουν στη σωστή αιτία τις αλλαγές που βλέπουν στη μορφολογία του ανάγλυφου.

Βιβλιογραφικά γνωρίζουμε ότι οι μαθητές του δημοτικού όταν λένε ποτάμι εννοούν «νερό». Στο βιβλίο της Ε' δημοτικού αναφέρεται ότι «πολλά ποτάμια της χώρας μας το καλοκαίρι δεν έχουν καθόλου ροή νερού». Επίσης από στη βιβλιογραφία διαβάζουμε ότι οι μαθητές θεωρούν ότι το ποτάμι ξεκινάει από κάτι στο οποίο κυριαρχεί το υγρό στοιχείο (από θάλασσα μέχρι... υπόνομος) και μπορεί να καταλήγει σχεδόν οπουδήποτε (στεριά και θάλασσα) (Trevelyan, 1996). Στην έρευνά μας φάνηκε ότι μόνο οι μισοί μαθητές γνωρίζουν ότι μπορεί να δημιουργηθεί «Δέλτα» στις εκβολές του ποταμού. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και με τους παραποτάμους όπου υπάρχει η «δικαιολογία» ότι η λέξη αυτή δεν υπάρχει πουθενά μέσα στο βιβλίο της ΣΤ τάξης. Οι δύο αυτές λέξεις, «παραπόταμος» και «δέλτα», υπάρχουν στο βιβλίο της Ε' τάξης και πρέπει να θεωρούνται γνωστές. Θα μπορούσαν όμως να υπάρχουν και στο «γλωσσάρι» του μαθήματος που αναφέρονται.

Είναι αξιοσημείωτο ότι οι μαθητές διαπιστώνουν ότι τα αντιπλημμυρικά έργα έχουν αντίκτυπο σε όλο το οικοσύστημα του ποταμού.

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, από τον μικρό αυτό αριθμό ερωτηματολογίων, μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει η ένδειξη ότι οι μαθητές έχουν βασικές γνώσεις γύρω από τα ποτάμια. Δείχνουν να υστερούν σε θέματα που αφορούν τις διεργασίες που συμβαίνουν στα ποτάμια, όπως η διάβρωση και τα αίτιά τους. Από οικολογικής πλευράς παρατηρείται το ίδιο. Οι γνώσεις τους γύρω από τα έργα που γίνονται από τον άνθρωπο πάνω στα ποτάμια δείχνουν ότι είναι κάπως επιφανειακές. Δεν φαίνεται να μπορούν να εμβαθύνουν σ' αυτές τις γνώσεις για να μπορέσουν να εξάγουν συμπεράσματα τα οποία δεν είναι γραμμένα στο βιβλίο τους. Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε ότι παρουσιάζονται κενά στις γνώσεις τους τα οποία δεν συμπληρώνονται από το βιβλίο επειδή η ύλη του τις επιτρέπει να υπάρχουν. Χρειάζονται επομένως διδακτικές παρεμβάσεις στα σημεία εκείνα που έχουν εντοπιστεί τα κενά και οι παρεμβάσεις αυτές μπορούν να γίνουν με τη βοήθεια της ιστοσελίδας που αναφέρθηκε (<http://mountains-rivers.web.auth.gr>).

Ως ένα από τα πρώτα συμπεράσματα που μπορούν αβίαστα να βγουν είναι η πολύ μικρή συμμετοχή των σχολείων. Η επιλογή των νομών για τη συμμετοχή στο εν λόγω εγχείρημα δεν είναι τυχαία. Οι νομοί Κιλκίς και Θεσσαλονίκης διαρρέονται από μεγάλα ποτάμια και πιστεύαμε ότι τα σχολεία που βρίσκονται κοντά σε ποτάμι τουλάχιστον θα ήταν πιο ευαισθητοποιημένα και γιαυτό θα συμμετείχαν. Κοντά σε αυτούς του νομούς επιλέχθηκε και



ο νομός Χαλκιδικής περισσότερο επειδή ελπίζαμε να βρούμε διαφορές από νομό σε νομό μεταξύ των απαντήσεων των παιδιών λόγω του ότι ο συγκεκριμένος νομός δεν διαρρέεται από κάποιο ποτάμι του μεγέθους του Αξιού ή Αλιάκμονα.. Δυστυχώς δεν υπήρξε καμία συμμετοχή και γι αυτό δεν μπορούν να βγουν συμπεράσματα. Η μη συμμετοχή των σχολείων οδήγησε την ερευνητική ομάδα να μην μπορεί να βγάλει συμπεράσματα που θα αφορούσαν τους μαθητές των νομών. Ακόμη και μέσα στους νομούς η διασπορά των σχολείων που συμμετείχαν ήταν φτωχή (π.χ. δεν απάντησε κανένα σχολείο από το πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης) ενώ από το νομο Κιλκίς τα σχολεία βρίσκονται στο βόρειο – κεντρικό τμήμα του νομού και μακριά από τον Αξίο ποταμό σε σχέση με άλλα σχολεία του ίδιου νομού. Ένα άλλο ενδιαφέρον στοιχείο είναι ότι οι μαθητές που απάντησαν το ερωτηματολόγιο από το νομό Θεσσαλονίκης δεν κατοικούν κοντά σε κάποιο μεγάλο ποτάμι. Τα περισσότερα από τα σχολεία βρίσκονται σε περιοχές που τα πετρώματά τους είναι κάπως πιο χαλαρά. (συνήθως ιζήματα). Οι απαντήσεις τους επομένως βασίζονται μάλλον στην παρατηρητικότητα (οι περιοχές εκείνες αποστραγγίζονται από χειμάρρους που δημιουργούν βαθιές κοιλάδες διαβρώνοντας μαλακά ιζήματα) και τις θεωρητικές τους γνώσεις. Ένα άλλο σημείο που χρειάζεται προσοχή είναι ότι οι μαθητές συνδέουν πάντοτε το ποτάμι με το νερό αλλά το βιβλίο τους λέει ότι υπάρχουν και ποτάμια που δεν έχουν νερό (τουλάχιστον για κάποιο διάστημα του έτους). Οι περιπτώσεις των ξερών ποταμών και των χειμάρρων δεν είναι λίγες – ειδικά στην Ελλάδα – αλλά ίσως γίνουν και περισσότερες στο μέλλον λόγω της ελάττωσης των βροχοπτώσεων. Μπορεί να δημιουργηθεί λοιπόν ένα θέμα σχετικά με το αν ένα ποτάμι μπορεί να χαρακτηριστεί ποτάμι έστω κι αν και δεν έχει νερό. Η άποψη των συγγραφέων είναι ότι ένα ποτάμι είναι ποτάμι ακόμη και όταν δεν έχει νερό αλλά αποτελείται από όλα τα άλλα που αποτελούν ένα ποτάμι (λεκάνι απορροής, κοίτη, κλιτύες). Δηλαδή, το νερό δεν είναι ικανή και αναγκαία συνθήκη για να χαρακτηριστεί ένα ποτάμι ως ποτάμι. Από τους πίνακες 2, 3 και 4 βλέπουμε ότι και σε άλλες περιπτώσεις οι μαθητές θεωρούν το νερό απαραίτητο συστατικό σε ένα ποτάμι.

Βιβλιογραφία

«Βουνά και Ποτάμια» <http://mouhtains-rivers.web.auth.gr/index.html> (προσπελάστηκε 28/8/2010)

Δέδε, Κ.- Κούρτη, Β., Καζούλη Β., Σκούρτου Ε., & Φιλιπάρδου, Χ. (1999). Η διδασκαλία της δεύτερης γλώσσας μέσω διαδικτύου- μια νέα προοπτική για την ελληνική γλώσσα, Πρακτικά Πανελληνίου- Πανομογενειακού Συνεδρίου με θέμα: Ελληνόγλωσση εκπαίδευση στο εξωτερικό, Ε.ΔΙΑ.Μ.ΜΕ., Ρέθυμνο, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Π.Τ.Δ.Ε.Ε. Δ.Ι.Α.Μ.Μ.Ε, 221.

Καράμηνas, Ι. (2001) Διαδίκτυο και εκπαιδευτική διαδικασία. Θεωρητική προσέγγιση και μια πρόταση για την διδακτική αξιοποίηση στο δημοτικό σχολείο. Σύγχρονη Εκπαίδευση, 120-121, σελ. 76-84

Κόκκας, Ν. (2000). Η επίδραση της χρήσης του διαδικτύου στη μεθοδολογία της διδασκαλίας των ξένων γλωσσών. Πρακτικά Β' Πανελληνίου Συνεδρίου με θέμα: Οι νέες τεχνολογίες για την κοινωνία και τον πολιτισμό, Κ.Ε.ΕΠ.ΕΚ., Αθήνα, 246-250.

Μπέλλου, Ι., Σταυρίδου, Ε., Κατσίκης, Α. (2002). Διδακτική Παρέμβαση στο Μάθημα της Γεωγραφίας με τη Συνδρομή του Εκπαιδευτικού Λογισμικού "Γεωμορφές". «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Τόμος Α', Επιμ. Α. Δημητρακοπούλου, Πρακτικά 3^{ου} Συνεδρίου ΕΤΠΕ, 26-29/9/2002, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος, Εκδόσεις ΚΑΣΤΑΝΙΩΤΗ

Παπαδόπουλος, Γ.& Καραμάνης. Μ. (2000). Υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στο ελληνικό δίκτυο σχολείων. Πρακτικά Β' Πανελληνίου Συνεδρίου με θέμα: Οι νέες τεχνολογίες για την κοινωνία και τον πολιτισμό», Κ.Ε.ΕΠ.ΕΚ., Αθήνα, 115.

Trevelyan, M. (1996). Student Research Projects 3: Children's ideas about rivers. Primary Geographer, 25, 12-13



Η εξάτμιση και υγροποίηση ως φαινόμενα του κύκλου του νερού στη φύση

Λαμπρινός Νίκος¹, Ρέλλου Μαρία²

¹Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, 54124, Α.Π.Θ. Email: labrinos@eled.auth.gr

²Σχολική Σύμβουλος Α/θμιας Εκπαίδευσης Ν. Κιλκίς

Περίληψη

Η εργασία αυτή παρουσιάζει τα πρώτα αποτελέσματα από μία μεγαλύτερη έρευνα σχετικά με τον κύκλο του νερού στη φύση και τη σύνδεσή του με τα γεωγραφικά στοιχεία. Η έρευνα αφορά την εξάτμιση και υγροποίηση ως φαινόμενα και επιπλέον τις απόψεις των μαθητών γύρω από τα φαινόμενα αυτά. Η έρευνα έγινε σε μαθητές της Ε' τάξης σε 11 δημοτικά σχολεία του νομού Κιλκίς. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αυτά με εκείνα της διεθνούς βιβλιογραφίας συμπεραίνουμε ότι το επίπεδο των Ελλήνων μαθητών δείχνει να βρίσκεται σε πολύ ικανοποιητικό επίπεδο σε ότι αφορά την υγροποίηση ενώ στην εξάτμιση υπάρχουν ακόμη στοιχεία που θα πρέπει να τονιστούν για να αλλάξει ο τρόπος σκέψης των μαθητών.

Abstract

The present study deals with the pupil's point of view on the phenomena of evaporation and condensation. It is part of a bigger research that focuses on the water cycle and its connection to the geographical issues that dominate the cycle. The research involved the pupils of year 5 in 11 primary schools of Kilikis prefecture, North Greece. After a comparison between the results of this research and those in the literature we concluded that the Greek pupils look like they have a more concrete point of view on the condensation than their colleagues abroad but they should focus more on the evaporation in order to change their thoughts about it.

Εισαγωγή

Ο πλανήτης γη αποτελείται από σύνθετα και αλληλεπιδραστικά συστήματα που βρίσκονται σε ισορροπία. Αυτά τα συστήματα επηρεάζουν και επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Είναι σημαντικό οι μαθητές να αναπτύξουν μια εκτίμηση για το πώς δουλεύουν αυτά τα συστήματα και να καταστούν ενήμεροι για τις συνέπειες της ανθρώπινης δραστηριότητας. Ο κύκλος του νερού είναι ένα από αυτά τα συστήματα. (New Zealand Council for Education Research 2007, Ben-Zvi Assarf & Orion 2005a, Benchmarks for Science Literacy 2000).

Οι Kali, Orion, & Elon (2003) προτείνουν ότι τα περιβαλλοντικά θέματα που συνδέονται με την υδρόσφαιρα πρέπει να παρουσιάζονται μέσα στο πλαίσιο των σχέσεων μεταξύ της υδρόσφαιρας και των άλλων στοιχείων των γήινων συστημάτων. Για να κατανοήσουν οι μαθητές τον κύκλο του νερού πρέπει να κατανοήσουν τις σχέσεις μεταξύ των γήινων σφαιρών:

- α) την υδρόσφαιρα και τη γαίοςφαιρα (τη χημική αποσάθρωση, με τη διάλυση και την ιζηματογένεση των ανόργανων υλικών από το νερό στη θάλασσα)
- β) την υδρόσφαιρα και την ατμόσφαιρα (εξάτμιση – υγροποίηση)
- γ) την υδρόσφαιρα, βιόσφαιρα και ατμόσφαιρα (διαπνοή)

Έχουν γίνει λίγες έρευνες που να μελετούν τις αντιλήψεις των παιδιών για θέματα που αφορούν τις επιστήμες της γης (Henriques 2002) και ειδικότερα τον κύκλο του νερού (Shepardson et al 2009).

Ο Piaget (1951) υποστήριξε ότι οι αντιλήψεις των παιδιών για τα σύννεφα και τη βροχή ακολουθούν τρία εξελικτικά στάδια. Τα μικρά παιδιά (5-6 ετών) πιστεύουν ότι τα σύννεφα φτιάχνονται από στέρεα υλικά (π.χ. πέτρα), προέρχονται από το Θεό και ότι τα σύννεφα και η βροχή είναι ανεξάρτητα. Τα παιδιά ηλικίας (6-9 ετών) συνδέουν το σχηματισμό των σύννεφων με τον καπνό και θεωρούν ότι τα σύννεφα προλέγουν τη βροχή. Τα μεγαλύτερα παιδιά (9-10 ετών), που επηρεάζονται από τα μαθήματα του σχολείου, πιστεύουν ότι τα σύννεφα φτιάχνονται από νερό, είναι συμπυκνωμένος αέρας, ατμός, και ότι ο ήλιος είναι η αιτία για την εξάτμιση του νερού. Ακόμη πιστεύουν ότι η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα.

Οι Kates & Katz (1997) υποστηρίζουν ότι τα παιδιά ηλικίας 5 ετών πιστεύουν ότι τα σύννεφα φτιάχνονται από νερό και αέρα ή νερό και χιόνι αλλά ποτέ από στέρεα υλικά και ότι για αυτά τα παιδιά σύννεφο σημαίνει βροχή.

Η Bar (1989) διερεύνησε τις αντιλήψεις παιδιών ηλικίας 5-15 ετών για τα σύννεφα και τη βροχή. Οι μαθητές ηλικίας 5-7 ετών δεν συνδέουν τη βροχή με τα σύννεφα ενώ τα παιδιά ηλικίας 7-9 ετών πιστεύουν ότι τα σύννεφα μοιάζουν με σφουγγάρια που κρατούν το νερό και σχηματίζονται όταν ο ήλιος θερμαίνει τη θάλασσα. Τα μεγαλύτερα παιδιά (9-15 ετών) πιστεύουν ότι τα σύννεφα σχηματίζονται όταν οι υδρατμοί ψύχονται και ότι η βροχή πέφτει από τα σύννεφα όταν οι σταγόνες του νερού γίνονται μεγαλύτερες και βαρύτερες.

Από έρευνα που έγινε σε μαθητές 10-14 ετών της Μποτσουάνα για το σχηματισμό των σύννεφων την πτώση της βροχής και το σχηματισμό του ουράνιου τόξου, φαίνεται ότι σε ποσοστό 53% οι μαθητές επιλέγουν την σωστή επιστημονική απάντηση, το 30% την ψευδοεπιστημονική και το 17% την απάντηση που βασίζεται στην τοπική κουλτούρα (Taiwo et al 1999). Οι επιδόσεις των μαθητών συνδέονται επίσης με το επίπεδο της τάξης και τον τόπο κατοικίας. Οι μαθητές των μεγαλύτερων τάξεων και των αστικών περιοχών επιλέγουν την επιστημονική απάντηση.

Οι Dove et al. (1999) στο Ηνωμένο Βασίλειο μελέτησαν τις αντιλήψεις μαθητών ηλικίας 9-15 ετών για τα ποτάμια και ανέλυσαν τις ζωγραφίες μαθητών για τον υδρολογικό κύκλο. Από την έρευνα φαίνεται πως η αντίληψη που κυριαρχεί στη σκέψη των μαθητών είναι ένα ποτάμι που ρέει από το βουνό προς τη θάλασσα.

Σε έρευνα που έγινε το 2007 (New Zealand Council for Education Research 2007) σε 655 Νεοζηλανδούς μαθητές ηλικίας 4-10 ετών για την αλλαγή της φυσικής κατάστασης του νερού και τον κύκλο του νερού φαίνεται ότι:

Πολλοί μαθητές ηλικίας 10 ετών δεν μπορούν να εξηγήσουν τη μεταβολή της κατάστασης.

Το 1/3 δεν δήλωσε ότι το νερό πηγαίνει στον αέρα, στην ατμόσφαιρα ή στο χώρο όταν εξατμίζεται.

Σχεδόν οι μισοί μαθητές σκέφτηκαν ότι δε γίνεται εξάτμιση σ' ένα κλεισμένο βάζο.

Τα 2/3 δεν αναγνώρισαν ότι η συμπύκνωση που σχηματίζεται στο εξωτερικό μέρος ενός ποτηριού κρύου νερού προέρχεται από τους υδρατμούς του αέρα.

Οι μαθητές όλων των επιπέδων έχουν δυσκολίες με ό,τι δεν μπορούν να δουν. Αυτό συμπεριλαμβάνει το νερό στην αέρια μορφή του, διαδικασίες όπως η εξάτμιση και η υγροποίηση, τα μόρια και πως συμπεριφέρονται.

Τα διαγράμματα που αφορούν τον κύκλο του νερού συχνά ερμηνεύονται κατά γράμμα. Δεν γίνονται αντιληπτά ως αναπαραστάσεις που εστιάζουν σ' ένα μικρό κομμάτι της πραγματικότητας.

Οι μαθητές συχνά έχουν δυσκολίες στο να εξηγήσουν τη σχέση μεταξύ ενός μοντέλου και των στοιχείων του κύκλου του νερού. Η ικανότητά τους για συγκρίσεις είναι φτωχή.



Η επιστημονική ορολογία όπως τήξη, εξάτμιση, μερικές φορές χρησιμοποιήθηκε για να εκφράσει λάθος διαδικασίες. Άλλοι μαθητές χρησιμοποιούν τις λέξεις σωστά αλλά δεν δίνουν ενδείξεις ότι κατανοούν το νόημα.

Σε έρευνα που έγινε σε 1000 μαθητές γυμνασίου 7^{ης} - 9^{ης} τάξης (Ben-Zvi Assaraf, Orion 2005β) σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού φαίνεται ότι οι περισσότεροι από τους μαθητές έχουν μια ατελή, μερικές φορές, αφελή αντίληψη για τον κύκλο του νερού και πολλές παρανοήσεις. Δεν αναγνωρίζουν τα υπόγεια νερά ως συστατικό στοιχείο του κύκλου του νερού, οι πιο κοινές έννοιες που αντιλαμβάνονται οι μαθητές ήταν αυτές που λαμβάνουν χώρα στην ατμόσφαιρα όπως βροχή, σύννεφα και εξάτμιση, ενώ πολλοί λίγοι ανέφεραν έννοιες που συνδέονται με την γαίοςφαιρα, τη βιόσφαιρα, την αλλαγή κατάστασης, τον καιρό και το κλίμα.

Οι Shepardson et al (2009) σε έρευνα που έκαναν σε μαθητές της 4^{ης}-12^{ης} τάξης στις ΗΠΑ για τον κύκλο του νερού ομαδοποίησαν τις αντιλήψεις των μαθητών σε τέσσερις κατηγορίες : Αντίληψη 1^η: Οι μαθητές αντιλαμβάνονται τον κύκλο του νερού ως αποθήκευση νερού (ποτάμια, λίμνες, ωκεανούς), ως μεταβολή (εξάτμιση, υγροποίηση, κατακρημνίσματα) και μεταφορά με πολλούς δρόμους. Αναγνωρίζουν τα υπόγεια νερά και περιλαμβάνουν την εξάτμιση από τα φυτά και το έδαφος ως μέρος του κύκλου. Αντιπροσωπεύει την πιο προχωρημένη και περίπλοκη αντίληψη για τον κύκλο του νερού.

Αντίληψη 2^η: Οι μαθητές αντιλαμβάνονται τον κύκλο του νερού ως αποθήκευση νερού (ποτάμια, λίμνες) και μεταβολή (εξάτμιση, υγροποίηση, κατακρημνίσματα). Η αντίληψη αυτή είναι λιγότερο περίπλοκη σε σχέση με την προηγούμενη γιατί η μεταφορά του νερού περιορίζεται σε ένα μόνο δρόμο.

Αντίληψη 3^η: Οι μαθητές αντιλαμβάνονται τον κύκλο του νερού ως καιρικό φαινόμενο. Οι μαθητές αυτοί εστιάζουν περισσότερο στα κατακρημνίσματα με κυρίαρχο φαινόμενο τη βροχή. Ο υδρολογικός κύκλος θεωρείται ως ένα επαναλαμβανόμενο γεγονός (π.χ. πρώτα βρέχει μετά σταματά και αυτό επαναλαμβάνεται συνέχεια). Αντιπροσωπεύει μια βασική αντίληψη για τον κύκλο εστιάζοντας μόνο σε μια πλευρά του χωρίς να συμπεριλαμβάνονται οι διαδρομές που ακολουθεί το νερό μέσα στο περιβάλλον.

Αντίληψη 4^η: Οι μαθητές αντιλαμβάνονται τον κύκλο του νερού ως μια οντότητα, μια πηγή νερού. Ο κύκλος του νερού είναι ένα ποτάμι μια λίμνη ή ένας ωκεανός. Οι μαθητές αυτοί πιθανώς δεν έχουν υπόψη τους την κυκλική διαδικασία.

Κυρίαρχη στις αντιλήψεις των μαθητών είναι η δεύτερη αντίληψη με ποσοστό 35,9% στο σύνολο του δείγματος (2.536 μαθητές). Στους μαθητές του δημοτικού όμως κυρίαρχη είναι η 3^η αντίληψη.

Μεθοδολογία της έρευνας

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 205 μαθητές της Ε΄ τάξης από 11 δημοτικά σχολεία του Ν. Κιλκίς (5 από την πόλη του Κιλκίς και 6 από αγροτικές περιοχές του βόρειου τμήματος του νομού). Οι μαθητές αυτοί έχουν διδαχθεί τον κύκλο του νερού στη Β΄ Δημοτικού σύμφωνα με όσα προβλέπει το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΦΕΚ 304, τ. Β, 13-3-2003). Η εξάτμιση, η υγροποίηση, η τήξη και η πήξη διδάσκονται στην Δ΄ Δημοτικού στα πλαίσια του μαθήματος της Μελέτης του Περιβάλλοντος (Κόκκοτας κ.ά. 2006) και επανεξετάζονται στην Ε΄ τάξη στα πλαίσια του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών (Αποστολάκης κ.ά. 2006).

Για τις ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο 19 κλειστών ερωτήσεων με 4 επιλογές, με στόχο να αποκτηθεί μια εικόνα για τη γνώση και τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τον υδρολογικό κύκλο. Το ερωτηματολόγιο περιείχε ερωτήσεις που συνδέονται με την κατανόηση του φαινομένου της εξάτμισης σε συνδυασμό με τη μεταφορά αυτής της γνώσης στον πραγματικό κύκλο, τα υπόγεια νερά και τις αντιλήψεις τους για την κυκλική

φύση του κύκλου του νερού. Για την στατιστική επεξεργασία του ερωτηματολογίου χρησιμοποιήθηκε το SPSS v. 14.0. Η επεξεργασία βασίστηκε στην κατασκευή ραβδογραμμάτων και πινάκων συνάφειας. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών για το φαινόμενο της εξάτμισης σε συνδυασμό με τη μεταφορά αυτής της γνώσης στον κύκλο του νερού στη φύση.

Αποτελέσματα

Η εξάτμιση ως μεταβολή

Ερώτηση 1

Στόχος της αρχικής ερώτησης ήταν να διερευνηθεί αν τα παιδιά γνωρίζουν τη φυσική διαδικασία (εξάτμιση, υγροποίηση, τήξη, πήξη) που συνδέεται με τη μεταβολή της ύλης στις τρεις καταστάσεις (στερεά, υγρά, αέρια) στην περίπτωση του νερού. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα γνωρίζουν, σε ποσοστό 80,8%, ότι η φυσική διαδικασία που παρεμβάλλεται ώστε το νερό να γίνει υδρατμός ονομάζεται εξάτμιση. Σε ποσοστό 69,8% γνωρίζουν ότι η μεταβολή ώστε ο υδρατμός να γίνει νερό ονομάζεται υγροποίηση, 66,5% αναγνωρίζουν την πήξη (νερό-πάγος) και σε ποσοστό 58,9% την τήξη (πάγος-νερό). Στον πίνακα 1 φαίνονται συγκεντρωτικά οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση αυτή. Από τον πίνακα συνάγεται ακόμη ότι σχεδόν το 1/5 των μαθητών μπερδεύει την διαδικασία της τήξης με την πήξη.

Πίνακας 1: Απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση 1

	α)εξάτμιση	β)υγροποίηση	γ)τήξη	δ)πήξη
Νερό-υδρατμός	80,8%	11,3%	2,5%	5,4%
Υδρατμός-νερό	13,4%	69,8%	8,9%	7,9%
Νερό-πάγος	1,5%	10,3%	21,7%	66,5%
Πάγος- νερό	7,4%	12,9%	58,9%	20,8%

Ερώτηση 2

Σε ερώτηση από πού προέρχονται οι μικρές σταγόνες νερού που σχηματίζονται στην εξωτερική επιφάνεια ενός ποτηριού που περιέχει κρύο νερό οι μαθητές σε ποσοστό 59,7% απαντά ότι προέρχονται από τους υδρατμούς του αέρα. Υπάρχει και ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών (26,4%) που πιστεύει ότι το ποτήρι ιδρώνει. Θα μπορούσαμε βέβαια να τους προσθέσουμε στην προηγούμενη κατηγορία επειδή είναι μία απάντηση που δίνουμε συχνά εννοώντας στην ουσία την υγροποίηση των υδρατμών του εξωτερικού αέρα. Τέλος, το 9,5% των μαθητών απαντάει ότι το νερό μουσκεύει το ποτήρι και το 4,5% ότι το νερό διαλύει το ποτήρι.

Ερώτηση 3

Στην ερώτηση τι είναι υδρατμός το 64,2% των μαθητών απαντά ότι είναι νερό στην αέρια μορφή. Υπάρχει όμως και ένα σημαντικό ποσοστό (21,4%) που απαντά πως είναι νερό στην υγρή μορφή. Το 6,5% απαντά νερό σε στερεή μορφή και το 8% ότι είναι αέρας. Συγκρίνοντας τώρα τις σωστές απαντήσεις στις ερωτήσεις 2 και 3 προκύπτει ότι από τους μαθητές που αναγνωρίζουν ότι οι σταγόνες που σχηματίζονται στην εξωτερική επιφάνεια ενός ποτηριού προέρχονται από τους υδρατμούς του αέρα (59,7% του δείγματος) μόνο το 41,9% αναγνωρίζουν ότι οι υδρατμοί είναι νερό στην αέρια μορφή.



Ερώτηση 4

Στην ερώτηση αν έχουμε ένα ανοιχτό και ένα κλειστό δοχείο με νερό που γίνεται εξάτμιση οι μαθητές σε ποσοστό 52% απαντούν ότι εξάτμιση γίνεται στο ανοιχτό δοχείο. Ενώ μόνο το 15,2% δέχεται ότι εξάτμιση γίνεται και στα δύο δοχεία. Το 27,5% απαντά ότι θα γίνει στο κλειστό και το 4,5% σε κανένα δοχείο.

Ερώτηση 5

Όταν ζητήθηκε από τους μαθητές να προβλέψουν τι χρώμα θα έχουν οι σταγόνες του νερού που θα σχηματιστούν στο καπάκι ενός κλειστού δοχείου που περιέχει νερό στο οποίο είχαμε διαλύσει λίγο μπλε χρώμα τέμπερας μόνο το 27,6% απάντησε ότι οι σταγόνες θα ήταν άχρωμες. Το 21,7% απάντησε ότι θα είναι μπλε και το 42,4% γαλάζιο υπάρχει και ένα ποσοστό 8,4% που απαντά άσπρο χρώμα.

Ερώτηση 6

Στην ερώτηση: «έχουμε ένα ανοιχτό και ένα κλειστό δοχείο με νερό σε ποιο δοχείο θα συμβεί εξάτμιση ώστε το νερό να μην τελειώσει» μόνο το 26,1% απάντησε ότι η εξάτμιση θα γίνει στο κλειστό δοχείο αλλά το νερό δε θα τελειώσει. Το 37,2% επιμένει ότι η εξάτμιση θα συμβεί στο ανοιχτό δοχείο και το νερό δε θα τελειώσει, το 23,6% ότι στο κλειστό δοχείο δε γίνεται εξάτμιση οπότε το νερό δε θα τελειώσει και το 13,1% στο ανοιχτό δοχείο δε γίνεται εξάτμιση οπότε το νερό δε θα τελειώσει..

Πίνακας 2: Πίνακας συνάφειας μεταξύ των ερωτήσεων 1α (οριζόντια) με 1β,4,5,6 (κατακόρυφα)

	1β)Υγροποίηση (ως μεταβολή)	4)Εξάτμιση συμβαίνει και στα δύο δοχεία (ανοιχτό- κλειστό)	5)Εξατμισμένο νερό (άχρωμες σταγόνες)	6)Κλειστό δοχείο (εξάτμιση-το νερό δεν τελειώνει)
1α) Από τους μαθητές που αναγνωρίζουν το φαινόμενο της εξάτμισης. (80,8% του συνόλου)	65,3%	11,9%	20,9%	20,8%

Από τη σύγκριση της σωστής απάντησης στην ερώτηση 1α με τις σωστές απαντήσεις στις ερωτήσεις 1β,4,5,6 (Πίνακας 2) φαίνεται ότι οι μαθητές που αναγνωρίζουν την εξάτμιση ως φυσική μεταβολή δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι η εξάτμιση συμβαίνει και στα δύο δοχεία (αναγνωρίζεται μόνο από το 1/10 αυτών), ότι το εξατμισμένο νερό είναι καθαρό νερό απαλλαγμένο από τις στερεές ουσίες που είναι διαλυμένες μέσα σ' αυτό (αναγνωρίζεται μόνο από το 1/5 αυτών) και ότι σ' ένα κλειστό δοχείο με νερό (με την προϋπόθεση ότι το δοχείο είναι ερμητικά κλειστό) το νερό δεν τελειώνει (αναγνωρίζεται μόνο από το 1/5 αυτών) γιατί συμβαίνουν ταυτόχρονα δύο φυσικά φαινόμενα (εξάτμιση και υγροποίηση), έννοιες βασικές για να κατανοήσουν το μηχανισμό μέσω του οποίου γίνεται η μεταφορά του νερού στον κύκλο του νερού.

Η εξάτμιση στο φυσικό της πλαίσιο

Ερώτηση 7

Σε ερώτηση για το πότε γίνεται εξάτμιση στη φύση το 69.1% των μαθητών πιστεύει ότι γίνεται μόνο τις θερμές μέρες και μόνο το 19,1% ότι γίνεται όλες τις εποχές. Ένα 7,4% πιστεύει ότι γίνεται μόνο τις ψυχρές μέρες και το 4,4% μόνο τις θερμές νύχτες.

Ερώτηση 8

Στην ερώτηση: «σε ποια από τις κλιματικές ζώνες είναι εντονότερο το φαινόμενο της εξάτμισης» οι μαθητές υποστηρίζουν σε ποσοστό 40,3% στην τροπική και 39,3% στην εύκρατη. Το 25,4% στην πολική και 5% σε όλες το ίδιο.

Ερώτηση 9

Το 56,9% των μαθητών πιστεύει πως το νερό που εξατμίζεται από την επιφάνεια της θάλασσας είναι αλμυρό νερό και μόνο το 21,6% ότι είναι γλυκό. Το 12,3% πικρό και 9,3% στυφό.

Ερώτηση 10

Το 33% υποστηρίζει ότι η συνολική ποσότητα του νερού που εξατμίζεται από την επιφάνεια της γης είναι μικρότερη από τη συνολική ποσότητα που πέφτει στη γη και το 14% ότι χάνεται και δεν πέφτει στη γη. Μόνο το 27% δέχεται ότι το συνολικό νερό που εξατμίζεται από την επιφάνεια της γης είναι ίσο με το συνολικό νερό που πέφτει πίσω στη γη.

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της έρευνας σε γενικές γραμμές συνάδουν με όσα προκύπτουν από τη διεθνή βιβλιογραφία.

Όσο αφορά την εξάτμιση φαίνεται ότι οι μαθητές σε ποσοστό πάνω από 80% κατανοούν ότι το νερό εξατμίζεται. Το στοιχείο αυτό βρίσκεται σε πλήρη αντιστοιχία με την έρευνα που έγινε στη Ν. Ζηλανδία (New Zealand Council for Education Research 2007). Επίσης το 1/5 των μαθητών φαίνεται να μην έχει ξεκαθαρίσει την έννοια της πήξης και της τήξης (φαίνεται από τις απαντήσεις στην ερώτηση 1) και ονομάζει αντίστροφα τα φαινόμενα. Πολλές φορές οι μαθητές χρησιμοποιούν την επιστημονική ορολογία για να εκφράσουν λάθος διαδικασίες (New Zealand Council for Education Research 2007) όπως για την τήξη με την πήξη.

Η δική μας έρευνα δείχνει ότι σχεδόν τα 2/3 των μαθητών αναγνωρίζουν ότι η συμπύκνωση που σχηματίζεται στο εξωτερικό μέρος ενός ποτηριού κρύου νερού προέρχεται από τους υδρατμούς του αέρα. Το στοιχείο αυτό έρχεται σε αντίθεση με την έρευνα που διενεργήθηκε στην Ν. Ζηλανδία (New Zealand Council for Education Research 2007) που υποστηρίζεται ότι τα 2/3 των μαθητών ηλικίας 10 ετών δεν αναγνωρίζουν ότι η συμπύκνωση αυτή προέρχεται από τους υδρατμούς του αέρα. Η παρανόηση ότι το νερό διαπερνάει με κάποιο τρόπο το ποτήρι ή ότι το ποτήρι ιδρώνει εμφανίζεται και στη βιβλιογραφία (Osborne & Cosgrove 1983). Σχεδόν οι μισοί μαθητές πιστεύουν ότι η εξάτμιση συμβαίνει μόνο σε ανοιχτά δοχεία. Στην έρευνα της Ν. Ζηλανδίας οι μισοί μαθητές πιστεύουν ότι δε γίνεται εξάτμιση σ' ένα κλειστό δοχείο και ότι κυρίαρχη είναι η αντίληψη ότι η εξάτμιση συμβαίνει σε ανοιχτά δοχεία γιατί η στάθμη του νερού στο ανοιχτό δοχείο φαίνεται να μειώνεται (New Zealand Council for Education Research 2007).

Σχεδόν το 1/3 των μαθητών δέχεται ότι το εξατμισμένο νερό είναι καθαρό νερό απαλλαγμένο από τις στερεές ουσίες που είναι διαλυμένες μέσα σ' αυτό. Παρόμοιο είναι και το αποτέλεσμα από την έρευνα της Ν. Ζηλανδίας (New Zealand Council for Education Research



2007) όπου και κει μόνο το 1/3 των μαθητών ηλικίας 10 ετών αναγνωρίζει ότι στο εξατμισμένο νερό δεν υπάρχουν στερεές ουσίες διαλυμένες μέσα σ' αυτό.

Οι απαντήσεις στο πρώτο σκέλος της έρευνάς μας φαίνεται να μεταφέρονται και στις γνώσεις τους για τον κύκλο του νερού στη φύση. Έτσι και στην περίπτωση αυτή σχεδόν το 1/4 των μαθητών πιστεύει ότι το νερό που εξατμίζεται από την επιφάνεια της θάλασσας είναι γλυκό νερό. Στην έρευνα που έγινε στο Ισραήλ σε μαθητές Γυμνασίου (Ben-Zvi Assaraf, Orion 2005β), περίπου οι μισοί μαθητές δεν συμφώνησαν με τη δήλωση «η σύνθεση ενός σύννεφου που πήρε μορφή πάνω από τη θάλασσα της Γαλιλαίας είναι διαφορετική απ' αυτή ενός σύννεφου που πήρε μορφή πάνω από τη Νεκρά Θάλασσα» και μόνο το 40% ισχυρίστηκε ότι «όλα τα σύννεφα μοιάζουν μεταξύ τους», «το εξατμισμένο νερό είναι πάντα γλυκό», ή «το νερό εξατμίζεται χωρίς το αλάτι και επομένως το περιεχόμενο των σύννεφων είναι το ίδιο».

Επίσης όπως προκύπτει από την έρευνα οι μαθητές θεωρούν ότι η εξάτμιση χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες για να συμβεί. Στην έρευνα που έγινε στο Ισραήλ (Ben-Zvi Assaraf, Orion 2005β) το 80% δεν συμφωνεί με τη δήλωση ότι αν βάλουμε ένα ποτήρι νερό μέσα στο ψυγείο για μια βδομάδα το σύνολο του νερού στο ποτήρι θα μειωθεί εξαιτίας της διαδικασίας της εξάτμισης. Η κυρίαρχη εξήγηση είναι ότι «το νερό εξατμίζεται μόνο όταν θερμαίνεται» ή «η θερμοκρασία του ψυγείου δεν ενισχύει την εξάτμιση».

Ένα άλλο ενδιαφέρον στοιχείο που τονίζεται στη διεθνή βιβλιογραφία (Ben-Zvi Assaraf, Orion 2005β), αλλά προκύπτει και από την παρούσα έρευνα, είναι ότι οι μαθητές έχουν δυσκολίες στο να κατανοήσουν ότι σε μια κυκλική διαδικασία, όπως ο κύκλος του νερού, το σύνολο της ύλης διατηρείται.

Συμπεράσματα

Η εξάτμιση ως μεταβολή

Οι μαθητές της παρούσας έρευνας αναγνωρίζουν τις φυσικές διαδικασίες που συνδέονται με τον κύκλο του νερού στη φύση (εξάτμιση, υγροποίηση, τήξη, πήξη), παρόλα αυτά η γνώση αυτή είναι αποσπασματική. Βασικές γνώσεις που συνδέονται με την βαθύτερη κατανόηση της έννοιας της εξάτμισης και συνδέονται άμεσα με τον κύκλο του νερού δεν έχουν αποκτηθεί.

Η έρευνα έδειξε ότι ένας σημαντικός αριθμός μαθητών μπερδεύει την τήξη με την πήξη. Κυρίαρχη είναι η αντίληψη των μαθητών ότι η εξάτμιση συμβαίνει μόνο σε ανοιχτά δοχεία.

Η εξάτμιση στο φυσικό της πλαίσιο

Κυρίαρχη είναι η αντίληψη ότι η εξάτμιση συμβαίνει μόνο τις θερμές μέρες.

Το εξατμισμένο νερό είναι αλμυρό νερό, δηλαδή περιέχει ουσίες που προέρχονται από το χώρο που βρισκόταν πριν εξατμιστεί. Ουσιαστικά δηλαδή θεωρούν ότι με την εξάτμιση απομακρύνεται και οτιδήποτε βρίσκεται μέσα στο σώμα του νερού που εξατμίζεται.

Το συνολικό ποσό του νερού που εξατμίζεται είναι μικρότερο από αυτό που πέφτει στη γη. Δεν αντιλαμβάνονται την κυκλική φύση στη μεταβολή. Θα πρέπει βέβαια να είναι ο εκπαιδευτικός σίγουρος ότι ο μαθητής καταλαβαίνει την έννοια της κυκλικής μεταβολής οπότε καταλαβαίνει και τι σημαίνει κύκλος στη φύση.

Σε ότι αφορά την υγροποίηση, φαίνεται ότι οι μαθητές έχουν “τοποθετήσει” την υγροποίηση στη θέση που της ανήκει σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό από αυτό που αναφέρεται σε έρευνες του εξωτερικού.

Ενώ η εξάτμιση, η υγροποίηση, η τήξη και η πήξη διδάσκονται ως φυσικά φαινόμενα στα αναλυτικά προγράμματα, τόσο των φυσικών επιστημών, όσο και της μελέτης του περιβάλλοντος όπου διδάσκονται τα αντίστοιχα κεφάλαια (ΦΕΚ 304, τ. Β, 13-3-2003), δεν γίνεται καμιά προσπάθεια να συσχετιστεί αυτή η γνώση με τον κύκλο του νερού στη φύση. Η γνώση που αποκτάται είναι αποσπασματική, με αποτέλεσμα να μη γίνεται κατανοητό ότι η εξάτμιση είναι ένας αξιόπιστος μηχανισμός της μεταβολής της ύλης μέσα στον κύκλο του

νερού και κατά συνέπεια να μην μπορεί να γίνει αντιληπτή η φύση της κυκλικής διαδικασίας και κατ' επέκταση της λειτουργίας των φυσικών συστημάτων.

Βιβλιογραφία

Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγαλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., Πετρέα, Κ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α., Καλκάνης, Γ. (2006). Φυσικά Ε΄ Δημοτικού. Ερευνώ και ανακαλύπτω. Έκδοση Α., ΟΕΔΒ, Αθήνα

Κόκκοτας, Π., Αλεξόπουλος, Δ., Μαλαμίτσα, Αι., Μαντάς, Γ., Παλαμαρά, Μ., Παναγιωτάκη, Π., Πήλιουρας, Π. (2006). Μελέτη Περιβάλλοντος Δ΄ Δημοτικού. ΟΕΔΒ, Αθήνα

ΦΕΚ 304, τ. Β, 13-3-2003. Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ.) Δημοτικού – Γυμνασίου: Μουσικής, Ξένων Γλωσσών, Οικιακής Οικονομίας, Πληροφορικής, Σχολικού Επαγγελματικού Προσανατολισμού, Τεχνολογίας, Φυσικών Επιστημών (Βιολογίας, Γεωλογίας, Γεωγραφίας, Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο, Φυσικής, Χημείας), Φυσικής Αγωγής, Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ.) Προσχολικής Αγωγής, Προγράμματα σχεδιασμού και ανάπτυξης διαθεματικών δραστηριοτήτων (Ευέλικτη Ζώνη, Αγωγή Υγείας, Ολυμπιακή Παιδεία, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση) και Παράρτημα: Οδηγίες προς τους συγγραφείς των σχολικών βιβλίων, προδιαγραφές σχολικών βιβλίων. Εθνικό Τυπογραφείο.

Bar, V. (1989). Children's views about the water cycle. *Science Education*, 73 (4), 481–500.

Benchmarks for Science Literacy (2000). Στο <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/bolintro.htm>

Ben-Zvi Assaraf, O., Orion, N. (2005α). Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560.

Ben-Zvi Assaraf, O., Orion, N. (2005β). A Study of Junior High Students' Perceptions of the Water Cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 366-373.

Dove, J. E., Everett, L. A., & Preece, P. F. W. (1999). Exploring a hydrological concept through children's drawings. *International Journal of Science Education*, 21(5), 485–497.

Henriques, L., (2002). Children's Ideas About Weather: A Review of the Literature. *School Science and Mathematics*, 102(5), 202-215.

Kali, Y., Orion, N., & Elon, B. (2003). The effect of knowledge integration activities on students' perception of the earth's crust as a cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 545–565.

Kates, R. W., Katz, C. (1997). The hydrological cycle and the wisdom of the child. *The Geographical Review*, 67 (1), 51-62.

New Zealand Council for Educational Research (2007). Στο http://arb.nzcer.org.nz/supportmaterials/science/water_cycle_research.php

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.

Piaget, J. (1951). The child's conception of the world. Savage, MA: Littlefield Adams Quality Paperbacks.



Shepardson D.P., Weea, B., Priddya, M., Schellenbergera, L. and Harborc, J. (2009). Water Transformation and Storage in the Mountains and at the Coast: Midwest students' disconnected conceptions of the hydrologic cycle. *International Journal of Science Education*, 31(11), 1447–1471.

Taiwo, A. A., Ray, H., Motswiri, M. J., & Masene, R. (1999). Perceptions of the water cycle among primary school children in Botswana. *International Journal of Science Education*, 21(4), 413–429.

Ο «δάσκαλος Γεωγραφίας» στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη

Απόστολος Κατσίκης
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, akatsiki@cc.uoi.gr

Περίληψη

Η προσαρμογή του εκπαιδευτικού συστήματος, στο πλαίσιο των αρχών της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη (ΕΑΑ), απαιτεί σημαντικές αλλαγές και στο φορέα υλοποίησης της νέας εκπαιδευτικής πολιτικής δηλ. στο σχολικό θεσμό. Ο νέος τύπος σχολείου, το αποκαλούμενο «Αειφόρο Σχολείο», συνιστά το «νέο εκπαιδευτικό παράδειγμα». Ένα από τα σχολικά αντικείμενα μέσω του οποίου υλοποιούνται γενικά οι στόχοι της Εκπαίδευσης και σήμερα της ΕΑΑ αποτελεί η Γεωγραφία. Η συμβολή της στη μεταβολή του εκπαιδευτικού συστήματος προϋποθέτει σημαντικές παρεμβάσεις σε οργανωτικό, επιστημονικό, γνωστικό και διδακτικό επίπεδο. Πρόκειται για αλλαγές στην αναδιάρθρωση των αναλυτικών προγραμμάτων καθώς και στη γεωγραφική εκπαίδευση των «δασκάλων γεωγραφίας». Στην εισήγηση παρατίθενται τα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού γεωγραφίας και κατατίθενται προτάσεις, πορίσματα της σύγχρονης Διδακτικής της Γεωγραφίας, για την ολοκληρωμένη κατάρτιση των εκπαιδευτικών, η οποία είναι αναγκαία στη χώρα μας, δεδομένου ότι οι διδάσκοντες γεωγραφία φαίνεται να υστερούν τόσο σε θέματα κατοχής και χειρισμού της γεωγραφικής γνώσης και πρακτικής, όσο και σε θέματα διδακτικής του γεωγραφικού μαθήματος.

Abstract

The adaptation of the educational system to the principles of 'Education for Sustainable Development' (ESD) also requires important changes in the 'agent' of implementation of the new educational policy, that is, the school institution. The new type of school, the so-called 'Sustainable School', becomes the 'new educational example'. Geography is one of the educational subjects through which the objectives of Education - and in these days of ESD - are generally materialized. Its contribution to transforming the educational system presupposes considerable changes at organisational, scientific, cognitive and instructive levels. These changes concern the reformation of analytical curricula, as well as the overall geographical education of the 'Geography Teacher'.

This proposal focuses on the characteristics of the 'Geography Teacher' and presents certain proposals – conclusions of contemporary Didactics of Geography – for a complete educational training of the educators, which is necessary in our country due to the insufficient knowledge, handling and practice of geography as a subject, as well as an insufficiency in teaching skills.

Εισαγωγικά

Αποτελεί κοινό τόπο και είναι γενικά παραδεκτό ότι στα βασικά και ουσιώδη χαρακτηριστικά της Εκπαίδευσης, από την εποχή που έλαβε θεσμικό χαρακτήρα, αποτελούσε και αποτελεί η προετοιμασία του μαθητή- υπό διαμόρφωση πολίτη του μέλλοντος- για την ένταξή του στα κοινωνικά δρώμενα³⁴. Οι διαπιστώσεις αυτές σχετιζόμενες με τη διασύνδεση της εκπαίδευσης με την κοινωνία, οδηγούν αναπόφευκτα, στην ανάδυση σειράς ερωτημάτων και προβληματισμών τόσο κοινωνικού όσο και παιδαγωγικού χαρακτήρα. Βασικό και κυρίαρχο ερώτημα στη διασύνδεση εκπαίδευσης και κοινωνίας παραμένει η προβολή του χαρακτήρα

³⁴ Οι θέσεις αυτές περιέχονται στην εισήγηση της Επιτροπής για τα εκπαιδευτικά θέματα της Unesco προς το Γενικό Γραμματέα του ΟΗΕ (1999).



και τα ειδοποιά στοιχεία της κοινωνίας, τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού συστήματος, όπως και η πρόβλεψη και οι προδιαγραφές των χαρακτηριστικών (επιθυμητά) της κοινωνίας του μέλλοντος, ήτοι η μορφή της (Prognos 1998). Εν ολίγοις οι προβληματισμοί για τον τύπο της «εκπαίδευσης του αύριο» συνιστούν απαντήσεις στην ερώτηση: ποιον πολίτη ετοιμάζει το σχολείο σήμερα και για ποιον τύπο (αυριανής) κοινωνίας. Κατά συνέπεια το θεμελιακό ζήτημα που τίθεται, ως παιδαγωγική και εκπαιδευτική προβληματική, είναι ποιο είδος αγωγής συνάδει με τις προδιαγραφές της «κοινωνίας του μέλλοντος».

Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη

Με την είσοδο στον 21^ο αιώνα και λόγω της διόγκωσης των προβλημάτων που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, οικουμενικών μάλιστα διαστάσεων, προβάλλει επιτακτική η ανάγκη διαμόρφωσης ενός νέου τύπου εκπαιδευτικού συστήματος το οποίο θα διασυνδέει όλες τις εκφράσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και θα διαπραγματεύεται όλες τις παραμέτρους που συνδέονται με την παγκόσμια κρίση, ιδιαίτερα αυτές του περιβάλλοντος.

Κάτω από την πίεση των εξελίξεων και ακριβώς με βάση το συγκεκριμένο σκεπτικό η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών με απόφασή της (57/254) υιοθετεί την πρόταση για την «Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη» και κηρύσσει τη δεκαετία 2005-2014 «Δεκαετία για την Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη» (ΕΑΑ).

Ο συγκεκριμένος τύπος εκπαίδευσης θεωρείται και προτείνεται σήμερα ως το μοναδικό αποτελεσματικό μέσο για την αντιμετώπιση των πολύπλοκων προβλημάτων τα οποία σχετίζονται με τη συνολική, συλλογική κατανόηση των κοινωνικών, πολιτικών και οικονομικών εκφράσεων του σύγχρονου κόσμου. Κοινωνία, περιβάλλον και οικονομία αποτελούν τους τρεις βασικούς πυλώνες της αειφορικής ανάπτυξης ενώ η εκπαίδευση – παιδεία συνιστούν τον κοινό παρονομαστή όλων των παραπάνω που χαρακτηρίζει και οδηγεί στην Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη.

Η αναδόμηση του εκπαιδευτικού συστήματος, σε οικουμενική βάση, στο πλαίσιο των αρχών της αειφορίας, επιδιώκει (και απαιτεί) τον προσανατολισμό της εκπαίδευσης στη δημιουργία μιας νέας κοινωνικο-περιβαλλοντικής αξιακής αντίληψης και αποδοχής, όπως και στη διαμόρφωση στάσεων αντίστοιχου περιεχομένου. Η εν λόγω μεταβολή προϋποθέτει, βέβαια, σημαντικές αλλαγές και στο φορέα υλοποίησης της νέας εκπαιδευτικής πολιτικής ο οποίος, δεν είναι άλλος από το σχολικό θεσμό. Ο νέος τύπος σχολείου, το αποκαλούμενο «Αειφόρο Σχολείο», υιοθετεί και εφαρμόζει τις αρχές της ΕΑΑ και συνιστά το «νέο εκπαιδευτικό παράδειγμα» (Jensen 2005). Στην ουσία το αειφόρο σχολείο έρχεται να προσδώσει ένα νέο περιεχόμενο στην εκπαίδευση που συνδέεται με τη δημιουργία μιας νέας κουλτούρας, που δεν αφορά απλά στην υιοθέτηση των ζητημάτων της αειφόρου ανάπτυξης αλλά έρχεται να εμβαθύνει στον ηθικό σκοπό της εκπαίδευσης και να της προσδώσει ένα νέο πλαίσιο αναφοράς.

Η γεωγραφική εκπαίδευση στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη

Αποδεχόμενοι την άποψη ότι η ΕΑΑ θεωρείται και προτείνεται σήμερα ως το μοναδικό αποτελεσματικό μέσο για την αντιμετώπιση των πολύπλοκων προβλημάτων τα οποία σχετίζονται με τη συνολική, συλλογική κατανόηση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών εκφράσεων του σύγχρονου κόσμου, τότε προκύπτει αβίαστα η άμεση διασύνδεση της γεωγραφικής εκπαίδευσης με την ΕΑΑ καθώς και η συνεισφορά της στη διαμόρφωση του μελλοντικού πολίτη, ο οποίος θα συμβάλει στην επίλυση των παραπάνω προβλημάτων.

Η «Επιτροπή για τη Γεωγραφική Εκπαίδευση της Διεθνούς Γεωγραφικής Ένωσης» ενστερνίζεται απόλυτα την άποψη του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για *«μια εκπαίδευση στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης η οποία οραματίζεται και αγωνίζεται για έναν κόσμο όπου κάθε άτομο θα έχει τη δυνατότητα πρόσβασης σε στοιχειώδη μόρφωση και τις δυνατότητες για αξιοπρεπή διαβίωση σε έναν αειφόρο και βιώσιμο πλανήτη»* (Luzerner Erklärung, <http://portal.unesco.org/education/>).

Οι προδιαγραφές για τη δομή και την υπόσταση του μαθήματος της γεωγραφίας, προσαρμοσμένες στους στόχους μιας εκπαίδευσης για την αειφόρο ανάπτυξη, έχουν διατυπωθεί σε μια σειρά δημοσιεύσεων και διακηρύξεων σημαντικότερες των οποίων είναι η «International Charta on Geographical Education» (Haubrich (Hrsg.) 1992) (σε πρώιμο μάλιστα χρόνο), όπως και η «Luzerner Erklärung über Geographische Bildung und Entwicklung» (Haubrich, Reinfried & Schleicher 2007), στις οποίες μπορεί να ανατρέξει ο αναγνώστης για την άντληση περισσότερων πληροφοριών.

Υπογραμμίζεται ότι οι παραπάνω προδιαγραφές περιλαμβάνουν και περιγράφουν τις κατευθυντήριες γραμμές και στόχους μιας γεωγραφικής εκπαίδευσης προσαρμοσμένης στις απαιτήσεις του μέλλοντος η οποία προετοιμάζει τους μαθητές ώστε να αντιλαμβάνονται τα γεωγραφικά, φυσικά, κοινωνικά, περιβαλλοντικά φαινόμενα, να τα συσχετίζουν μεταξύ τους να αποδίδουν τα αποτελέσματα σε αίτια, ανεξάρτητα από τοπικά ή ιδιαίτερα στοιχεία, στο πλαίσιο της συντελούμενης παγκοσμιοποίησης (DGfG (Hrsg.) 2003, 2008).

Η εκπαίδευση-κατάρτιση του «δασκάλου γεωγραφίας»

Είναι φανερό ότι η συμβολή του μαθήματος της γεωγραφίας στη μετατροπή του εκπαιδευτικού συστήματος και στη θεσμική παρουσία του στο μεταβαλλόμενο κόσμο δεν μπορεί να έχει την αναμενόμενη επιτυχία, εάν δεν συνοδεύεται από απαραίτητες αλλαγές σε οργανωτικό, επιστημονικό, γνωστικό και διδακτικό επίπεδο. Ιδιαίτερα οι διαρθρωτικές μεταβολές σε δύο τομείς θεωρείται ότι αποτελούν επιβεβλημένη υποχρέωση του εκπαιδευτικού συστήματος. Πρόκειται για την αναδιάρθρωση των αναλυτικών προγραμμάτων καθώς και τη γεωγραφική εκπαίδευση των «δασκάλων γεωγραφίας». Στα παρακάτω θα αναφερθούμε ιδιαίτερα στη «γεωγραφική υπόσταση» του εκπαιδευτικού γεωγραφίας, δεδομένης της αναγνωρισμένης υστέρησης των διδασκόντων γεωγραφία στο τόπο μας, τόσο σε θέματα κατοχής και χειρισμού της γεωγραφικής γνώσης και των πρακτικών εφαρμογών της, όσο και σε θέματα διδακτικής του γεωγραφικού μαθήματος. Εκ των δύο προαναφερθεισών προϋποθέσεων, ήτοι της αλλαγής των Α.Π και της γεωγραφικής εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών το μεν πρώτο μπορεί να λάβει εύκολα θεωρητική υπόσταση και (ίσως) να εφαρμοσθεί, το δεύτερο όμως απαιτεί συστηματική οργάνωση, προετοιμασία και πίστωση χρόνου, δεδομένου ότι αφορά στο έμψυχο δυναμικό της εκπαίδευσης. Εξάλλου καμία εκπαιδευτική μεταρρύθμιση δεν μπορεί να είναι επιτυχής εάν δεν λάβει χώρα πρώτα η «μεταμόρφωση» του κύριου εκφραστή υλοποίησης των εν λόγω αλλαγών, δηλ. του εκπαιδευτικού. Εφόσον για την προετοιμασία του πολίτη του 21^{ου} αι. η αναδιάρθρωση του εκπαιδευτικού συστήματος θεωρείται «εκ των ων ουκ άνευ», το ίδιο απαραίτητη θεωρείται και η ανανέωση της γνωστικής και διδακτικής συγκρότησης και του ρόλου του εκπαιδευτικού (Κατσίκης 2007).

Προϋποθέσεις και προδιαγραφές της γεωγραφικής κατάρτισης

Η βέλτιστη απόδοση της γεωγραφικής διδασκαλίας απαιτεί την ύπαρξη συγκεκριμένων προϋποθέσεων, καθώς και ειδικών προσόντων που θα πρέπει να διαθέτει ο «δάσκαλος γεωγραφίας» για να ενταχθεί στο κλίμα των νέων εκπαιδευτικών αλλαγών και να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις για το μέλλον. Προϋπόθεση πρώτη: η γεωγραφία, λόγω και της



εξειδικευμένης υφής της, θα πρέπει να διδάσκεται στα σχολεία από ειδικά εκπαιδευμένους δασκάλους. Προϋπόθεση δεύτερη: η εκπαίδευση των «δασκάλων γεωγραφίας» πρέπει να είναι ολοκληρωμένη. Εξαιτίας της παραπάνω διαπίστωσης-ανάγκης και βέβαια λόγω της πολυπλοκότητας-εξέλιξης των γεωγραφικών αντικειμένων και της ειδικής διδακτικής αντιμετώπισής τους, η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών γεωγραφίας (πρέπει να) λαμβάνει χώρα σε τρία επίπεδα: α) **βασική κατάρτιση**: αυτή την οποία προσφέρουν σε προπτυχιακό επίπεδο πανεπιστημιακές σχολές οι οποίες περιλαμβάνουν στον Οδηγό Σπουδών τους αντικείμενα Γεωγραφίας-Επιστημών της Γης και Διδακτική των αντικειμένων αυτών (συνήθως είναι τα Παιδαγωγικά Τμήματα Δημοτικής Εκπαίδευσης και τα Τμήματα Γεωγραφίας), β) **εισαγωγική επιμόρφωση**, η οποία αφορά στους νεοδιοριζόμενους εκπαιδευτικούς και **σεμινάρια κατά περίπτωση**, όταν συμβαίνουν αλλαγές στα αναλυτικά προγράμματα και τα εγχειρίδια, γ) **επιμόρφωση σε επίπεδο Διδασκαλείου ή μεταπτυχιακών σπουδών**. Οι δύο τελευταίες μορφές εκπαίδευσης συμβάλλουν στη διαρκή ανανέωση-επικαιροποίηση της ενημέρωσης σε θέματα γνωστικού χαρακτήρα-μεθοδολογίας και καθίστανται εντελώς απαραίτητες (όπως επίσης και η βασική κατάρτιση). Τα τρία επίπεδα εκπαίδευσης λειτουργούν συμπληρωματικά, καλύπτουν τις νέες ανάγκες σε γνωστικό ή διδακτικό-μεθοδολογικό επίπεδο, όταν αυτές εμφανίζονται (φέρ' ειπείν αλλαγές αναλυτικών προγραμμάτων) και προσδίδουν κύρος στη διδασκαλία του γεωγραφικού μαθήματος καθιστώντας τον εκπαιδευτικό γεωγραφίας ικανό να αντιμετωπίσει τις οποιεσδήποτε μεταβολές και απαιτήσεις των καιρών. Ιδιαίτερα θα πρέπει να τονισθεί εδώ η αλληλεπίδραση των ΑΕΙ με τη σχολική πραγματικότητα μέσω των μετεκπαιδευόμενων εκπαιδευτικών και τη συνεργασία σχολείων (μάχιμη εκπαίδευση-χώροι εφαρμογής των εκπαιδευτικών-διδακτικών πρακτικών) με τους χώρους παραγωγής της γεωγραφικής γνώσης και της (γεωγραφικής) διδακτικής καινοτομίας (ΚΜΚ 2008).

Η γεωγραφική γνωστική κατάρτιση των εκπαιδευτικών (η επίδραση της επιστήμης της Γεωγραφίας)

Η Σχολική Γεωγραφία συνδέεται άμεσα με τον αντίστοιχο επιστημονικό κλάδο δεδομένου ότι από αυτόν, ήτοι τη γεωγραφική επιστήμη, προσπορίζεται α) την ύλη του γεωγραφικού μαθήματος και β) χρησιμοποιεί μεθόδους και πρακτικές της γεωγραφικής επιστήμης. Η επιστήμη δηλαδή της Γεωγραφίας αποτελεί το θεματικό «τροφοδότη» του σχολικού αντικειμένου της Γεωγραφίας. το οποίο διαμορφώνεται με βάση τις προδιαγραφές μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης σε σχολική ύλη της Ειδικής Διδακτικής της Γεωγραφίας (Κατσίκης 1999, σ. 82). Είναι προφανές ότι ο εκπαιδευτικός γεωγραφίας για να υλοποιήσει τους γνωστικούς και λοιπούς στόχους του μαθήματος θα πρέπει να κατέχει τουλάχιστον ένα *minimum* γεωγραφικών γνώσεων αλλά και γεωγραφικών μεθοδολογικών πρακτικών.

Η ολοκληρωμένη κατάρτιση του «δασκάλου γεωγραφίας», μέσα από ένα πρόγραμμα βασικής εκπαίδευσης και συνεχούς επιμόρφωσης, θα πρέπει να περιλαμβάνει κατά πρώτον βασικές γνώσεις από τους κύριους κλάδους του συστήματος της Γεωγραφίας (ήτοι της Φυσικής Γεωγραφίας, της Ανθρωπογεωγραφίας και της Οικογεωγραφίας), οι οποίες θα αποτελούν το θεματικό του υπόβαθρο και τις οποίες θα πρέπει, κατά περίπτωση, να συμπληρώνει και τροποποιεί. Η διαπραγμάτευση κατά τη διδασκαλία θεμάτων από την τοπική γεωγραφία και η διερεύνηση της σχέσης ανθρώπου - περιβάλλοντος (πρέπει να) συγκαταλέγονται επίσης στη διδακτέα ύλη των Προγραμμάτων Σπουδών της εκπαίδευσης των μελλοντικών «δασκάλων γεωγραφίας». Κατά δεύτερον μεθοδολογικές δεξιότητες οι οποίες συνάδουν με τη φύση και την ιδιαιτερότητα του γεωγραφικού μαθήματος (όπως ανάγνωση-χρήση χαρτών, μελέτη πεδίου, γνώση - χειρισμό οργάνων, στατιστικών στοιχείων, διαγραμμάτων κ.λπ.).

Ιδιαίτερη βαρύτητα στη βασική εκπαιδευτική διαδικασία (θα) πρέπει να αποδίδεται στην εκμάθηση-χειρισμό και χρήση κατά τη διδακτική πράξη των μέσων που προσφέρει η τεχνολογία. Τόσο τα αποκαλούμενα συμβατικά όσο και τα προϊόντα της σύγχρονης τεχνολογίας αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της σημερινής και πολύ περισσότερο της μελλοντικής διδακτικής πρακτικής.

Από την ίδια της τη φύση η Γεωγραφία αποτελεί γέφυρα διασύνδεσης των πρακτικών και των θεωρητικών μαθημάτων. Επομένως και η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών γεωγραφίας (θα) πρέπει να στηρίζεται και να υπηρετεί τη διαθεματικότητα, τη διεπιστημονικότητα και τη δυνατότητα εφαρμογής των αποκτηθέντων γνώσεων και πρακτικών σε σχολικό επίπεδο (Köck 2008). Τα παρακάτω γνωστικά πεδία της γεωγραφικής επιστήμης θεωρούνται βασικά, για τη εκπαίδευση των εκπαιδευτικών: Θεωρία και Ιστορία της Γεωγραφίας, Φυσική Γεωγραφία-Οικογεωγραφία, Ανθρωπογεωγραφία, Σχέσεις Ανθρώπου-Περιβάλλοντος, Τοπική Γεωγραφία, Μέθοδοι και πρακτικές. Η τομή τους συνιστά το **πρόγραμμα σπουδών** που καλύπτει τις γνωστικές ανάγκες του «δασκάλου γεωγραφίας» (ΚΜΚ 2008).

Η κατάρτιση σε θέματα Διδακτικής της Γεωγραφίας

(η μεθοδολογία της διδακτικής πράξης)

Η επιλογή και διατύπωση των σκοπών και των στόχων και η διαμόρφωση, αντίστοιχα, των διδακτικών ενοτήτων της σχολικής γεωγραφίας δηλ. η δημιουργία των Αναλυτικών Προγραμμάτων Γεωγραφίας, θα είχε απλά και μόνο θεωρητική σημασία και θα παρέμενε γράμμα κενό εάν δεν ακολουθούσε το στάδιο υλοποίησης των στόχων μέσω της διδακτικής πράξης. Ουσιαστικά μέσα από την επεξεργασία του διδακτικού αντικειμένου υλοποιούνται και προάγονται αντίστοιχα οι σκοποί της μάθησης. Επομένως ο διδάσκων γεωγραφία θα πρέπει, εκτός από την κατοχή της γεωγραφικής γνώσης και των αντίστοιχων δεξιοτήτων, να έχει αποκτήσει, μέσω των κατάλληλων σπουδών, τα εφόδια ώστε να υλοποιεί κατά τη διδακτική πράξη τους στόχους του γεωγραφικού μαθήματος. Το δεύτερο επομένως συστατικό στοιχείο της εκπαίδευσης του «δασκάλου γεωγραφίας» αφορά στη Διδακτική της Γεωγραφίας.

Η κατοχή των αρχών και κανόνων της Διδακτικής της Γεωγραφίας θα καταστήσουν ικανό τον εκπαιδευτικό να επιλέγει, διατυπώνει, οργανώνει και στηρίζει μεθοδολογικά ένα πλαίσιο διδακτικών δραστηριοτήτων μέσα από τις οποίες η επεξεργασία του γεωγραφικού αντικειμένου θα καταστήσει δυνατή την υλοποίηση των στόχων μιας θεματικής ενότητας, το σκοπό του μαθήματος και της αγωγής γενικότερα. Οι παραπάνω μεθοδεύσεις επιχειρούν να δώσουν απαντήσεις στους μεθοδολογικούς προβληματισμούς της διδασκαλίας, δηλαδή στο πώς της υλοποίησης των στόχων και γι αυτές τις απαντήσεις θα πρέπει να είναι κατάλληλα καταρτισμένος ο εκπαιδευτικός γεωγραφίας.

Η Διδακτική της Γεωγραφίας ως τομή των επιστημονικών περιοχών της Γεωγραφίας και των Επιστημών της Αγωγής «μεσολαβεί» ώστε το περιεχόμενο της σχολικής γεωγραφίας, προερχόμενο από τις ερευνητικές αναζητήσεις κλάδων της επιστήμης της Γεωγραφίας να καταστεί προϊόν μάθησης εκ μέρους των μαθητών. Εξάλλου η Διδακτική της Γεωγραφίας παίζει και έναν άλλο σημαντικό ρόλο, αυτόν της διασύνδεσης του σχολικού χώρου και των πανεπιστημιακών τμημάτων, τόσο της γεωγραφικής επιστήμης όσο και των Επιστημών Αγωγής. Φυσικοί εκφραστές αυτής της διασύνδεσης είναι οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι ουσιαστικά είναι οι μεταφορείς προς το σχολικό χώρο της επιστημονικής γνώσης την οποία απέκτησαν στα αντίστοιχα Παιδαγωγικά Τμήματα ή τα τμήματα Γεωγραφίας (για τη Β/βάθμια εκπαίδευση), όσον αφορά θέματα γεωγραφικής παιδείας. Από την άλλη πλευρά οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί αποκομίζοντας διδακτική εμπειρία από τη διδασκαλία του γεωγραφικού μαθήματος ανατροφοδοτούν τους χώρους παραγωγής πορισμάτων για τη διδασκαλία της



γεωγραφίας, δηλ. τα Τμήματα ή (και) τα εργαστήρια τα ασχολούμενα με θέματα Διδακτικής της Γεωγραφίας σε ακαδημαϊκό επίπεδο (Haubrich 2006).

Η Διδακτική της Γεωγραφίας, εκτός των διδακτικών εφοδίων, παρέχει επίσης στον εκπαιδευτικό τα κατάλληλα επιστημονικά εφόδια, ώστε να είναι σε θέση να προγραμματίζει, οργανώνει και αξιολογεί τα αποτελέσματα της διδακτικής πράξης. Στο πλαίσιο της προετοιμασίας του «δασκάλου γεωγραφίας» και όσον αφορά ζητήματα διδακτικής πρακτικής, η γνώση και η «διαχείριση» θεμάτων από τις παρακάτω περιοχές θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση κατά την προετοιμασία του εκπαιδευτικού γεωγραφίας:

- ανάγνωση-γνώση -ερμηνεία του γεωγραφικού Curriculum
- οριοθέτηση σκοπών - στόχων του μαθήματος, εν γένει και της κάθε ενότητας
- διδακτική μεθοδολογία - ικανότητα επιλογής της κατάλληλης διδακτικής μεθόδου, κατά περίπτωση
- δυνατότητα συνδυασμού των γεωγραφικών μεθόδων και πρακτικών με τις απόψεις της Εξελικτικής Ψυχολογίας, Σχολικής Παιδαγωγικής και την εφαρμογή τους στη διδακτική πράξη
- γνώση-χρήση των διδακτικών μέσων της τεχνολογίας
- διαθεματική- διεπιστημονική διαπραγμάτευση των γεωγραφικών ενοτήτων. Ιδιαίτερα σήμερα, μέσω των περιβαλλοντικών αλλαγών στο χώρο και τις προκλήσεις προς επίλυση των περιβαλλοντικών αλλά και κοινωνικών προβλημάτων, η σύζευξη της Γεωγραφίας με τις Επιστήμες του Περιβάλλοντος, την Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία και τη Διαπολιτισμική Εκπαίδευση, θεωρείται επιβεβλημένη

Εξυπακούεται ότι τα θέματα που αφορούν στη Διδακτική της Γεωγραφίας τεκμηριώνονται επιστημονικά υποστηριζόμενα από τα συμπεράσματα των Επιστημών της Αγωγής και αναθεωρούνται -συμπληρώνονται με βάση τα εμπειρικά δεδομένα με στόχο την επίτευξη των προτεθέντων, κατά τη διδασκαλία, στόχων (Mosbrugger & Otto 2006).

Ο ρόλος των Επιστημών της Αγωγής στην εκπαίδευση του «δασκάλου γεωγραφίας»

Δεδομένου ότι τελικός στόχος της διδακτικής πράξης είναι η προαγωγή της μάθησης, η οποία βέβαια θεσμοθετημένα λαμβάνει χώρα στο σχολικό περιβάλλον, η συμμετοχή των Επιστημών της Αγωγής στην προετοιμασία του «δασκάλου γεωγραφίας» θεωρείται «εκ των ων ουκ άνευ». Η υιοθέτηση από μέρους του «δασκάλου γεωγραφίας» και η εφαρμογή στη σχολική πρακτική αρχών και μεθόδων που διαθέτουν δεδομένη αξιοπιστία, ως πορίσματα ερευνών των Επιστημών της Αγωγής, κυρίως στους χώρους που αποτελούν τομή των κλάδων της Σχολικής Παιδαγωγικής, της Γενικής Διδακτικής και της Ψυχολογίας, συνιστούν ένα επιπλέον παράγοντα τεκμηρίωσης και νομιμοποίησης των αποτελεσμάτων της επιστημονικής εγκυρότητας της διδακτικής πράξης. Οι Επιστήμες της Αγωγής παρέχουν τη βάση των ιδεολογικών- μεθοδολογικών προδιαγραφών στην οποία εδράζεται (και) ο εκπαιδευτικός γεωγραφίας για να συνθέσει σε σύνολο τα στοιχεία που συναποτελούν τη γεωγραφική εκπαίδευση. Κάτω από αυτό το πρίσμα οι σχέσεις εξάρτησης της ειδικής διδακτικής της Γεωγραφίας με- και από -τη Γενική Διδακτική είναι προφανείς, εφόσον έργο της πρώτης αποτελεί ο σχεδιασμός και η διεξαγωγή της διδακτικής πράξης καθώς και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της διδασκαλίας και η περαιτέρω αξιοποίησή τους (Κατσίκης 1999, σ. 43).

Η παροχή της γεωγραφικής γνώσης και η καλλιέργεια γεωγραφικών δεξιοτήτων μέσα από τη διδακτική πρακτική ακολουθεί, όπως εξάλλου συμβαίνει και με τα υπόλοιπα σχολικά αντικείμενα και με γνώμονα πάντα τις ιδιαιτερότητες ενός εκάστου από αυτά, συγκεκριμένους μαθησιακούς κανόνες. Προκύπτουν επίσης σαφείς σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ της Διδακτικής της Γεωγραφίας και των διαφόρων κλάδων της Ψυχολογίας. Ιδιαίτερα

σημαντική φαίνεται να είναι η σχέση της Διδακτικής της Γεωγραφίας με τους κλάδους της Εξελικτικής, της Εκπαιδευτικής και της Κοινωνικής Ψυχολογίας.

Από την παράθεση των παραπάνω απόψεων που αφορούν στις σχέσεις Διδακτικής της Γεωγραφίας και των Επιστημών της Αγωγής καθίσταται σαφές ότι ο «δάσκαλος γεωγραφίας» θα πρέπει οπωσδήποτε, κατά τις βασικές, τις μεταπτυχιακές του σπουδές ή την επιμόρφωση, να έχει οπωσδήποτε διδαχθεί αντικείμενα των Επιστημών της Αγωγής. Τα βασικά θεματικά πεδία (περιεχόμενο και μεθοδολογία) της κατάρτισης των εκπαιδευτικών γεωγραφίας με έμφαση στον τομέα των Επιστημών της Αγωγής θα πρέπει να περιλαμβάνουν (αναφέρονται μόνο οι περιοχές που σχετίζονται στενά και άμεσα με τη διδακτική πράξη):

- ο ρόλος της εκπαίδευσης στη διαμόρφωση του ατόμου
- διδακτική επιστημονική τεκμηρίωση -μεθοδολογία -αρχές και πρακτικές
- αξιολόγηση της διδακτικής πράξης -μέσα και τεχνικές αξιολόγησης
- εκπαιδευτική έρευνα
- ο ρόλος της εκπαίδευσης στην κοινωνικοποίηση του μαθητή

(DGfG ²2010).

Επίλογος- προτάσεις

Τα τελευταία χρόνια τα ειδοποιά χαρακτηριστικά και το επίπεδο της γεωγραφικής εκπαίδευσης στον τόπο μας έχουν αποτελέσει αντικείμενο ερευνών, τόσο από ειδικούς στο χώρο της Γεωγραφίας και της Διδακτικής της Γεωγραφίας, όσο και από εκπροσώπους της μάχιμης εκπαίδευσης. Από τα ερευνητικά δεδομένα, αλλά και μέσα από το σύστημα αξιολόγησης και ως απόρροια εφαρμογών στα καθημερινά δρώμενα, διαπιστώνεται η ύπαρξη ενός «γεωγραφικού ελλείμματος» που αφορά στη γεωγραφική πληροφόρηση και στην πρακτική. Το σημαντικότερο, η γεωγραφική εκπαίδευση ανταποκρίνεται κατά πλημμελή τρόπο στις απαιτήσεις και τα οράματα των καιρών για μια εκπαίδευση ανοιχτών οριζώντων, η οποία «εξοπλίζει» κατάλληλα το μαθητή και τον προετοιμάζει αντίστοιχα ώστε να ενταχθεί ομαλά, ως πολίτης στον κόσμο (Ρέντζος 1984, Κατσίκης 1999, 2001, 2004, Κλωνάρη 2002, 2004, Ρέλλου & Λαμπρινός 2004).

Πολλοί είναι οι παράγοντες, στους οποίους αποδίδεται η χαμηλή κατάταξη του μαθήματος της Γεωγραφίας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και η συνακόλουθη στάθμη του επιπέδου της γεωγραφικής παιδείας στον τόπο μας. Μεταξύ αυτών κυρίαρχη θέση κατέχουν: η υποβαθμισμένη θέση του μαθήματος της Γεωγραφίας στα σχολικά προγράμματα, η μέχρι πρότινος έλλειψη ειδικών Σχολών Γεωγραφίας (η ανυπαρξία Τμήματος Γεωγραφίας στα ελληνικά ΑΕΙ επηρέαζε και επηρεάζει άμεσα τη γεωγραφική εκπαίδευση επειδή, ακόμη και μετά την ίδρυση Τμημάτων Γεωγραφίας, δεν στελεχώνονται τα σχολεία με ειδικούς στη διδασκαλία της γεωγραφίας και επομένως δεν υπάρχει η δυνατότητα παροχής στους μαθητές μιας, κατά τεκμήριο, σωστής γεωγραφικής εκπαίδευσης), η παντελής έλλειψη γεωγραφικής κατάρτισης από πολλούς εκπαιδευτικούς ή και συνδυαστικά, επίσης, η παντελής έλλειψη γνώσεων από τη Διδακτική του μαθήματος, η ελλιπής κατάρτιση όσων έχουν έλθει σε κάποια επαφή με τα γεωγραφικά αντικείμενα σε επίπεδο σεμιναρίου ή επιμόρφωσης, η περιορισμένη υποστήριξη των διδασκόντων στο έργο τους, σε γνωστικό, μεθοδολογικό – διδακτικό επίπεδο. Στο πλαίσιο των παραπάνω διαπιστώσεων και για τη διόρθωση των κακώς κειμένων, εκτός των άλλων, απαιτείται: α) η κατάρτιση (σε αρχικό-βασικό επίπεδο) ή η πληρέστερη-συμπληρωματική κατάρτιση των εκπαιδευτικών γεωγραφίας, β) η στελέχωση των σχολείων με εκπαιδευτικούς «επαγγελματικά ώριμους» να διδάξουν γεωγραφία.

Κατά συνέπεια και επειδή τα Τμήματα Γεωγραφίας και τα Παιδαγωγικά Τμήματα Δημοτικής Εκπαίδευσης είναι αρμόδια για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών γεωγραφίας, η ευθύνη της γεωγραφικής εκπαίδευσης του «δασκάλου γεωγραφίας» ανήκει στους υπευθύνους της



κατάρτισης των προγραμμάτων σπουδών των παραπάνω Τμημάτων των ΑΕΙ (δομή και περιεχόμενο) και βέβαια τη στελέχωσή τους με τους αρμόδιους εξειδικευμένους επιστήμονες –εκπροσώπους των κλάδων «Γεωγραφία-Διδακτική της Γεωγραφίας».

Σε τελική ανάλυση και με βάση όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω για τη μορφή, το είδος και το περιεχόμενο της γεωγραφικής-διδακτικής κατάρτισης των μελλοντικών εκπαιδευτικών-σημερινών φοιτητών, θα πρέπει να αντιπροσωπεύεται η Διδακτική της Γεωγραφίας στα Τμήματα Γεωγραφίας, δεδομένου ότι τα γεωγραφικά αντικείμενα υφίστανται ήδη, στα δε Παιδαγωγικά Τμήματα να ενταχθεί οπωσδήποτε η Γεωγραφία και η Διδακτική της (όπου δεν υφίσταται ήδη).

Αντίστοιχα θα πρέπει να στελεχωθούν και τα τμήματα επιμόρφωσης (εισαγωγικής-περιοδικής ή κατά περίπτωση), δεδομένου ότι η (ζητούμενη) αναβάθμιση της γεωγραφικής εκπαίδευσης στον τόπο μας συνεπάγεται και προϋποθέτει την παρουσία της Γεωγραφίας και οπωσδήποτε της Διδακτικής της σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης των «δασκάλων γεωγραφίας» (από το προπτυχιακό έως και το μεταπτυχιακό). Εξυπακούεται ότι η υλοποίηση των παραπάνω μέτρων στήριξης του κλάδου (και του μαθήματος), συνιστά έκφραση της βούλησης του εκπαιδευτικού μας συστήματος (άρα της Πολιτείας) να αναβαθμίσει τη Γεωγραφική Εκπαίδευση στη χώρα μας.

Βιβλιογραφία

Κατσίκης, Α. (1999). Διδακτική της Γεωγραφίας. Επιστημολογική Θεώρηση, Γεωγραφική Γνωστική Τεκμηρίωση. Τυπωθήτω/ΓΙΩΡΓΟΣ ΔΑΡΔΑΝΟΣ, Αθήνα.

Κατσίκης, Α. (2001). Γεωγραφία και Γεωγραφική Εκπαίδευση. Αιτιολογία της κρίσης, πρόταση ανανεωτικής παρέμβασης. Γεωγραφίες, Ν 2, 15-29.

Κατσίκης, Α. (2004). Διεθνές Πρόγραμμα αξιολόγησης της γεωγραφικής εκπαίδευσης. Διαπιστώσεις-Προοπτικές. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Τ. 2, 523-530.

Κατσίκης, Α. (2007). Γεωγραφία και Γεωγραφική Εκπαίδευση για τον κόσμο του 21^{ου} αιώνα.

Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, τ. Α', 117-130.

Κλωνάρη, Α. (2002). Η θέση της Γεωγραφίας στην υποχρεωτική εκπαίδευση στα ελληνικά σχολεία σήμερα. Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Τ. 1, 529-534.

Κλωνάρη, Α. (2004). Οι απόψεις εκπαιδευτικών Α/βάθμιας και Β/βάθμιας Εκπαίδευσης για το μάθημα της Γεωγραφίας. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Τ. 2, 602-610.

Ρέλλου, Μ. & Λαμπρινός, Ν. (2004). Η στασιμότητα της γεωγραφικής εκπαίδευσης από το Δημοτικό στο Γυμνάσιο. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Τ. 2, 547-554.

Ρέντζος, Γ. (1984). Γεωγραφική Εκπαίδευση. Επικαιρότητα, Αθήνα.

Unesco (1999). Εκπαίδευση, ο θησαυρός που κρύβει μέσα της. Gutenberg, Αθήνα.

Böhn, D. (2006). Zur Situation der Geographiedidaktik an deutschen Hochschulen. DGfG-Rundbrief. Mitteilungen aus Präsidium und Verbunden der Deutschen Gesellschaft für Geographie, Nr. 3, S. 3-4. Leipzig.

Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG) (Hrsg.) (2001). Strukturplanung Geographischer Institute. Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG) zur Strukturplanung der Organisationseinheiten für Geographie an Universitäten. Bonn.

Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG) (Hrsg.) (2003). Grundsätze und Empfehlungen für die Lehrplanarbeit im Schulfach Geographie. Arbeitsgruppe Curriculum 2000+ der DGfG. Bonn.

Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG) (Hrsg.) (2008). Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss – mit Aufgabenbeispielen. Bonn.

Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG) (Hrsg.) (2010). Rahmenvorgaben für die Lehrerausbildung im Fach Geographie an deutschen Universitäten und Hochschulen. Bonn.

- Haubrich, H. (Hrsg.) (1992). International Charter on Geographical Education. Commission on Geographical Education. International Geographical Union. Nürnberg.
- Haubrich, H. (Hrsg.) (2006). Geographie unterrichten lernen. Oldenbourg.
- Haubrich, H., Reinfried, S. & Schleicher, Y. (2007). Luzerner Erklärung über Geographische Bildung und Entwicklung. Geographie und ihre Didaktik (GuiD), 35. Jg., H. 3, S. 155-164.
- Hochschulrektorenkonferenz (HRK) (2006). Empfehlung zur Zukunft der Lehrerbildung in den Hochschulen. Entschließung des 206. Plenums am 21.2.2006. Bonn.
- Jensen, B. B. (2005). Education for Sustainable Development-Building Capacity and Empowerment, Conference report on Education for Sustainable Development. Denmark: Esbjerg.
- KMK (2004). Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss der KMK vom 16.12.2004 (www.kmk.org/doc/beschl/standards_lehrerbildung.pdf)
- KMK-BMZ (Hrsg.) (2008). Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung/Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Bonn.
- Köck, H. (2008). Thesen zur innergeographischen Integration von natur- und sozialwissenschaftlicher Dimension als Voraussetzung für eine mögliche Brückenfunktion. Geographische Revue, Jg. 10, H. 1, S. 31-39.
- Kross, E. (Hrsg.) (2004). Globales Lernen im Geographieunterricht-Erziehung zu einer nachhaltigen Entwicklung. Nürnberg.
- Mosbrugger, V. & Otto, K.-H. (2006). Das System Erde-Mensch. Zukunftsaufgaben der Geowissenschaften in Schule und Unterricht. In: Geographie Heute, 27. Jg., H. 243, S. 2-7
- Otto, K.-H. & Hemmer, I. (2009). Zahlen zur Geographie an deutschen Hochschulen. Rundbrief Geographie, Heft 219, S. 9-10)
- Prognos AG (1998). Potentiale und Dimensionen der Wissensgesellschaft-Auswirkungen auf Bildungsprozesse und Bildungsstrukturen. München-Basel.



Παρουσίαση εκπαιδευτικού λογισμικού για τη διδασκαλία της Γεωγραφίας

Βαρσάμη Ευαγγελία

Δασκάλα στο Πειραματικό Σχολείο Σερρών «Κωνσταντίνος Καραμανλής» evarsami@sch.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει την παρουσίαση και περιγραφή ενός ανοιχτού λογισμικού και του τρόπου, που αυτό μπορεί να αξιοποιηθεί, για μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση κυρίως του μαθήματος της Γεωγραφίας της Ε΄ Δημοτικού, αλλά και της Μελέτης του Περιβάλλοντος και της Ιστορίας της Δ΄. Πρόκειται για μια σειρά διαδραστικών χαρτών, με πλούσιο εικονιστικό υλικό, που δημιουργήθηκαν από τη γράφουσα στο PowerPoint. Οι χάρτες αυτοί περιλαμβάνουν στοιχεία του οριζοντίου του κάθετου διαμελισμού, των πόλεων, νησιών, φαραγγιών, Δέλτα ποταμών, νομών, πρωτευουσών, των διαμερισμάτων της Ελλάδας και ένα μοντέλο χαρτογράφησης στο PowerPoint. Είναι «σχεδιασμένοι» με έναν ιδιαίτερο τρόπο, που οδηγεί στην εκμάθηση και κατανόηση των γεωμορφολογικών στοιχείων της Ελλάδας, άλλοτε μέσω εννοιών που σχηματίζουν οι ίδιοι οι μαθητές με τη βοήθεια φύλλων εργασίας, άλλοτε μέσω μιας οργανωμένης διαθεματικής προσέγγισης και άλλων γνωστικών αντικειμένων κι άλλοτε μέσω δραστηριοτήτων με παιγνιώδη χαρακτήρα. Δεν έχουν αξιολογικό χαρακτήρα, αλλά διερευνητικό και ανακαλυπτικό, βασιζόμενο κυρίως στην αρχή της πολλαπλής αναπαράστασης.

Abstract

The present work includes the presentation of an educational software and the possible ways it can be used as an alternative instructive approach of the course of Geography for the fifth class of primary school, as well as for the course of 'Environmental Study' and History of the fourth grade of primary school. This method includes seven interactive maps, enriched with a variety of images, created by the responsible teacher. These maps have elements of horizontal and vertical dismemberment of many cities, islands, gorges, rivers, prefectures, capitals as well as of the apartments of Greece and a model of mapping in PowerPoint. They are designed with a special way, that helps pupils to shape by themselves definitions in order to learn and comprehend the geographic elements of Greece via either the help of drawings of work, or with the help of a well organised project-activities including a game character. This software hasn't got an evaluative character, but instead it has an exploratory and training aim.

1.Εισαγωγή

Οι διδακτικοί στόχοι και οι διδακτικές προσεγγίσεις της Γεωγραφίας στο Δημοτικό έχουν αλλάξει πολύ από το παρελθόν. Οι στόχοι, που τίθενται στο ισχύον Αναλυτικό, είναι πιο διευρυμένοι, καθώς μέσα από το μάθημα αυτό επιδιώκεται πλέον μια ολιστική εικόνα του σύγχρονου κόσμου. Οι προσεγγίσεις επίσης είναι τελείως διαφορετικές όπως η χρήση του λογισμικού, που θεωρείται πολύ αποδοτική στο μάθημα της Γεωγραφίας. (ΥΠΕΠΘΠ.Ι., 2002) Παρόλες τις αλλαγές όμως, όπως προκύπτει από τη μελέτη του Αναλυτικού Προγράμματος, η σημασία της ανάγνωσης του χάρτη και η εργαλειακή του χρήση, όχι μόνο δεν αμφισβητήθηκε, αλλά αντιθέτως αυξήθηκε ακόμα περισσότερο, και μάλιστα σήμερα που η Τεχνολογία του προσφέρει νέες και πιο ολοκληρωμένες μεθόδους προσέγγισης και χρησιμοποίησής του.

Οι χάρτες ως εποπτικά μέσα έχουν μεγάλη σημασία, δεδομένου ότι αποτελούν ευδιάκριτα εικονικά μοντέλα, που συμπληρώνουν τις βιωματικές εμπειρίες των μαθητών και βοηθούν το δάσκαλο να προσφέρει συμβατικές αναπαραστάσεις για μη προσεγγίσιμα φαινόμενα. ((Κουτσόπουλος, κ.α χ.η. β). Επίσης βοηθούν τους μαθητές στη σωστή αντίληψη και κατανόηση των ποικίλων γεωγραφικών στοιχείων και σχέσεων, συντελούν στην ερμηνεία και κατανόηση των αντικειμένων, των φαινομένων και των γεγονότων με τον προσδιορισμό τους, δημιουργούν νέες παραστάσεις στους μαθητές για άγνωστα σ' αυτούς τμήματα της επιφάνειας της γης και τέλος ευνοούν την επισκόπηση μεγάλων τμημάτων της (Λαμπρινός, 2001). Η χαρτογράφηση βασίζεται σε συμβολισμούς και η κατανόησή της από τα παιδιά προϋποθέτει και αναπτύσσει την αφαιρετική τους ικανότητα βοηθώντας στην ανάπτυξη της κριτικής τους σκέψης. Η σωστή χρήση του χάρτη προϋποθέτει από τους μαθητές να γνωρίζουν την ειδική του γλώσσα, να χρησιμοποιούν τη φαντασία τους, την παρατηρητικότητα τους και την μνήμη τους, ώστε από τα τεχνητά σχήματα και σύμβολα να συλλαμβάνουν την πραγματικότητα (Κουτσόπουλος, κ.α χ.η. α)

Από την άλλη μεριά η επιτυχής παιδαγωγική χρήση των ΤΠΕ, πρέπει να πραγματώνεται στη βάση αρχών, όπως είναι η δυνατότητα πολλαπλών αναπαραστάσεων της ίδιας γνώσης σε διαφορετικά επίπεδα περιγραφής, από το ποιοτικό μέχρι το ποσοτικό, η δυνατότητα έκφρασης των ιδεών και των αναπαραστάσεων των μαθητών και η καλλιέργεια γνωστικών δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου, όπως αιτιολόγηση, κριτική ανάλυση, ερμηνεία και αφαιρετική ικανότητα. (Κουλαϊδής, 2007). Επίσης πρέπει να γίνεται σε ένα πλαίσιο, που να εξασφαλίζει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών ενώ ο ρόλος του δασκάλου θα είναι καθοδηγητικός και συντονιστικός.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό της παρούσας εργασίας περιλαμβάνει επτά αρχεία PowerPoint με διαδραστικούς χάρτες. Λειτουργεί συμπληρωματικά με το εγχειρίδιο του οποίου την ύλη ανταποκρίνεται χωρίς να το υποκαθιστά. Ενσωματώνει την αξία της χρησιμοποίησης των χαρτών στην επίτευξη των διδακτικών στόχων του μαθήματος της Γεωγραφίας, αλλά και κάποιων της Ιστορίας. Ανταποκρίνεται στις βασικές αρχές των ΤΠΕ για τη διδασκαλία και τελικά εξυπηρετεί τους παρακάτω διδακτικούς στόχους.

1.Πλοήγηση στο χάρτη και ανεύρεση όλων των περιοχών και στοιχείων του, 2.Κατανόηση όλων των γεωγραφικών όρων, που συνδέονται με τα γεωμορφολογικά στοιχεία μιας περιοχής, 3.δημιουργία εννοιών και ορισμός των γεωμορφολογικών και ανθρωπογενών στοιχείων, 4.γνωριμία με γεωμορφολογικά και ανθρωπογενή στοιχεία της Ελλάδας, 5.γνωριμία με τα πολιτιστικά στοιχεία και τα αξιοθέατά της Ελλάδας, 6.σχεδιασμός χαρτών, 7.σύνδεση χαρτογραφικής απεικόνισης και πραγματικής εικόνας του κόσμου.

Τέλος, το λογισμικό της εργασίας αυτής κατηγοριοποιημένο με βάση τις υποκείμενες θεωρίες μάθησης και τις συνεπαγόμενες διδακτικές πρακτικές, τις τεχνολογίες ανάπτυξης και τα παιδαγωγικά ρεύματα, ανήκει και στην κατηγορία της καθοδηγούμενης (από το σύστημα) διδασκαλίας - διδασκαλίας (tutorials) - πρακτικής και εκγύμνασης (drill and practice), που στηρίζεται σε συμπεριφοριστικές και γνωστικές κυρίως θεωρίες μάθησης, και στην κατηγορία καθοδηγούμενης ανακάλυψης και διερεύνησης, που στηρίζονται κυρίως σε γνωστικές και κονστрукτιβιστικές θεωρίες μάθησης, αλλά και στην κατηγορία έκφρασης, επικοινωνίας, Συνεργασίας, Δημιουργίας, που στηρίζονται κυρίως σε κονστрукτιβιστικές και κοινωνιοπολιτισμικές θεωρίες μάθησης. ((Π.Α.Κ.Ε, χη).

2.Περιγραφή του λογισμικού

Το λογισμικό, που θα παρουσιάσω αποτελείται από επτά εκπαιδευτικές εφαρμογές που δημιουργήθηκαν στο PowerPoint. Πρόκειται δηλαδή για αρχεία PowerPoint, που όμως δεν χρησιμοποιούνται ως απλές παρουσιάσεις, όπως συνήθως, από το δάσκαλο. Είναι φτιαγμένα έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται από τους ίδιους τους μαθητές είτε δημιουργικά σχεδιάζοντας

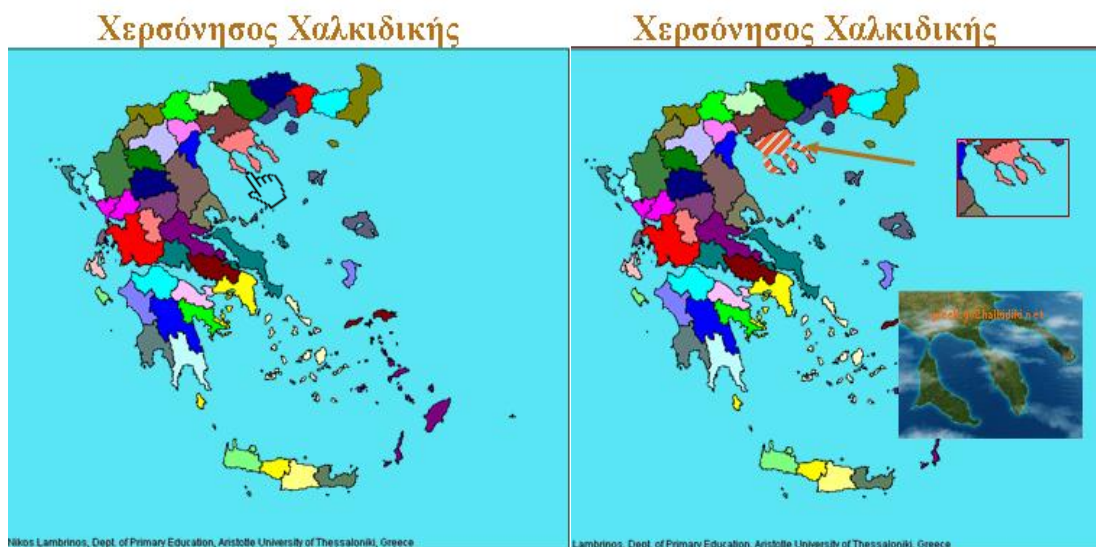


χάρτες, είτε διαδραστικά, πλοηγούμενοι με υπερσυνδέσεις, είτε εγκυκλοπαιδικά αντλώντας πληροφορίες. Ταυτοχρόνως ενέχουν ένα παιγνιώδη χαρακτήρα, καθώς είναι διαρθρωμένοι σε επίπεδα δυσκολίας τα οποία οι μαθητές καλούνται να ξεπεράσουν φτάνοντας σε ένα τέρμα. Τα αρχεία αυτά περιέχουν διαδραστικούς χάρτες και άφθονο εικονιστικό υλικό.

Όλο το υλικό, που χρησιμοποιήθηκε (φωτογραφίες, χάρτες), προήλθε από το internet, και από τα λογισμικά Google earth και Google map. Ειδικά οι χάρτες εισήχθησαν στα αρχεία είτε αυτούσιοι από το internet, είτε μετά από επεξεργασία στο πρόγραμμα Ζωγραφικής των windows, είτε από το Google map. Η λειτουργία τους ως εκπαιδευτικό υλικό βασίστηκε κυρίως στην αξιοποίηση των υπερσυνδέσεων και στην αρχή της πολλαπλής αναπαράστασης. Κάθε αρχείο περιέχει από 250 έως 400 περίπου διαφάνειες που περιέχουν χάρτες, σχήματα και φωτογραφίες με υπερσυνδέσεις, έτσι ώστε τα παιδιά να κινούνται από τη μια στην άλλη, ανάλογα με το τι τους ζητείται. Σχεδόν όλοι έχουν παιγνιώδη χαρακτήρα καθώς είναι δομημένοι σε επίπεδα δυσκολίας και ζητούν από τους μαθητές ξεπερνώντας τα, να φτάσουν σε κάποιο τέρμα.

Τα αρχεία με τους χάρτες είναι χωρισμένα σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με τους σκοπούς, που εξυπηρετεί το περιεχόμενό τους και τον τρόπο που ενσωματώνονται στη διδασκαλία.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα δυο αρχεία με χάρτες των φαραγγιών και των Δέλτα των ποταμών και δυο αρχεία που περιλαμβάνουν χάρτες με στοιχεία του κάθετου και οριζόντιου διαμελισμού. Οι δυο τελευταίοι είναι δομημένοι σε δυο επίπεδα δυσκολίας. Στο πρώτο επίπεδο υπάρχουν χάρτες και άφθονο εικονιστικό υλικό και ο διδακτικός στόχος είναι η διερεύνηση των γεωγραφικών στοιχείων και τη δημιουργία εννοιών και ορισμών τους.



εικόνα 1:χάρτες Α' κατηγορίας (οριζόντιος διαμελισμός)

Στο δεύτερο επίπεδο υπάρχουν μόνο διαδραστικοί χάρτες με τους οποίους οι μαθητές μεταφέρονται από τον ένα στον άλλον, όταν ανακαλύπτουν το στοιχείο που τους ζητείται. Με αυτούς οι μαθητές εξασκούνται στην ανεύρεση και στην εκμάθηση των γεωμορφολογικών στοιχείων. Στις πρώτες διαφάνειες των δύο τελευταίων αρχείων υπάρχει ένα αρχικό μενού, που υποδεικνύει όλα τα στοιχεία που περιέχονται στο αρχείο (όρη, πεδιάδες, ακρωτήρια κτλ). Από εκεί με υπερσύνδεση ο μαθητής μπορεί να μεταφερθεί σε μια διαφάνεια, που περιέχει τον πρώτο χάρτη με τον οποίο ξεκινάει το στοιχείο που θα ερευνηθεί. Η βασική ιδέα πάνω στην οποία βασίζεται η διδασκαλία με τους χάρτες αυτούς είναι η δυνατότητα του υπολογιστή να αλλάζει το δείκτη σε μια οριοθετημένη περιοχή στην οποία εφαρμόζεται υπερσύνδεση φανερώνοντας έτσι στα παιδιά ποια είναι η περιοχή ακριβώς

και τα όρια της. Έτσι π.χ. όταν η ζητούμενη περιοχή είναι τα Βόρεια σύνορα της Ελλάδας, ο δείκτης αλλάζει μόνο στην περιοχή που αυτά ορίζονται στο χάρτη. Ο μαθητής, που δεν τα έχει ακόμη διδαχθεί, τα βλέπει στο χάρτη και με ένα ειδικό φύλλο εργασίας ή με συγκεκριμένες ερωτήσεις από το δάσκαλο δομεί τον ορισμό της έννοιας του χαρτογραφικού νοητού συνόρου και ταυτόχρονα μαθαίνει ποιες είναι οι χώρες με τις οποίες συνορεύει η Ελλάδα. Στη συνέχεια η υπερσύνδεση τους μεταφέρει σε μια άλλη διαφάνεια, η οποία περιέχει φωτογραφίες από τις περιοχές των συνόρων και ο μαθητής αντιλαμβάνεται την έννοια του φυσικού συνόρου. Αν το διδακτικό αντικείμενο είναι οι Χερσόνησοι, (εικόνα 1), η αλλαγή του δείκτη θα δείξει στο μαθητή το σημείο, που βρίσκεται η κάθε Χερσόνησος η θέση της δηλαδή και τα όριά της. Η υπερσύνδεση θα τον μεταφέρει σε μια διαφάνεια, που καθώς θα επισημαίνονται περισσότερο τα όρια της χερσονήσου ο μαθητής χρησιμοποιώντας την παρατήρηση και την κρίση του θα οδηγείται σε σχετικά με μορφή της περιοχής. Η χερσόνησος βρέχεται με θάλασσα από τρεις μεριές, το ακρωτήριο είναι η μύτη της χερσονήσου κ.ά. Καθώς αυτό θα ισχύει για όλα τα ομοειδή στοιχεία ο μαθητής χρησιμοποιώντας την αφαιρετική του ικανότητα θα οδηγηθεί σε γενικεύσεις και θα δώσει ορισμούς για κάθε περιοχή. Θα σχηματίσει έννοιες και θα δομήσει μόνος του τη γνώση. Αντί για τον παπαγαλισμό των παλαιότερων μεθόδων διδασκαλίας θα αναπτυχθεί η κριτική του σκέψη και η μεταγνωστική του ικανότητα σύμφωνα με την στοχοταξινόμια της κριτικής σκέψης. (Ματσαγγούρας, 2002,. Η γνώση του φυσικού περιβάλλοντος θα επεκταθεί με τη χρησιμοποίηση δυο άλλων χαρτών του κάθετου διαμελισμού και των φαργαγιών και των δέλτα των ποταμών. Με υπερσυνδέσεις, που εφαρμόζονται πάνω στα οριοθετημένα σύμβολα του χάρτη (όρη, ποτάμια, κτλ) οι μαθητές μεταβαίνουν σε διαφάνειες, που απεικονίζουν το πραγματικό φυσικό περιβάλλον. Τα παιδιά μέσα από τους συμβολισμούς οδηγούνται στην πραγματικότητα και με τον ίδιο τρόπο, που περιγράφηκε παραπάνω, σχηματίζουν έννοιες των στοιχείων του κάθετου διαμελισμού, ολοκληρώνουν τις γνώσεις τους για τη γεωγραφική τους θέση και μέσα από τις εκατοντάδες εικόνες μαθαίνουν το φυσικό περιβάλλον του τόπου που ζουν.

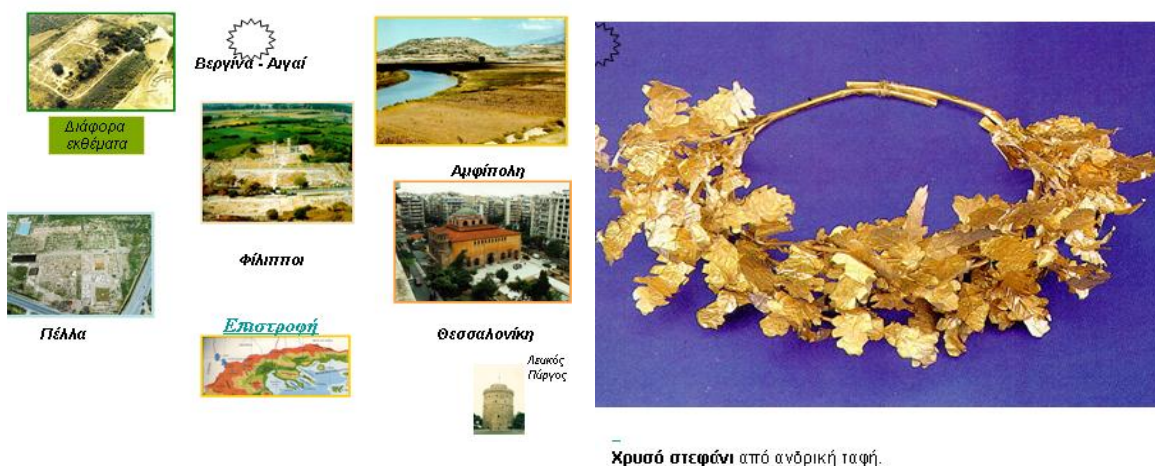
Όταν όλα τα στοιχεία του κάθε χάρτη ερευνηθούν σύμφωνα με τον παραπάνω τρόπο οι μαθητές χρησιμοποιούν τους χάρτες αυτούς και με ένα διαφορετικό τρόπο, πλοηγούμενοι παίζοντας, για να εξασκηθούν. Μαθαίνουν τα στοιχεία και τις θέσεις τους (ποταμοί, χερσόνησοι, βουνά, λίμνες κτλ). μεταφερόμενοι από τον έναν στον άλλον σύμφωνα με τις υποδείξεις, μόνοι τους και χωρίς τη βοήθεια του δασκάλου είτε ατομικά είτε ομαδικά. Ξεκινούν από το πρώτο επίπεδο και τερματίζουν μόλις τελειώσουν και το δεύτερο.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν άλλα δύο αρχεία με δυο ειδών χάρτες. Ο ένας είναι πλοήγησης και ο άλλος δραστηριοτήτων, που αντικείμενό τους είναι τα διαμερίσματα της Ελλάδας. Ο χάρτης πλοήγησης βασίζεται στην διδακτική ύλη και τους στόχους των ανάλογων ενοτήτων της Μελέτης του Περιβάλλοντος και της Ιστορίας της Δ' τάξης δημοτικού και καθώς έγινε με μια προσπάθεια εννοιοκεντρικής οργάνωσης της γνώσης συμφωνεί και με κάποιες αρχές της διαθεματικότητας. (Ματσαγγούρας, 2003).



εικόνα 2. χάρτες Β' κατηγορίας πλοήγησης (διαμερίσματα)

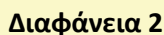
Ο μαθητής μπορεί αρχικά να περιηγηθεί πάνω στο χάρτη από το ένα διαμέρισμα στο άλλο για να συνειδητοποιήσει τη θέση του εκεί. Μετά να μεταβεί σε όποιο διαμέρισμα θέλει και να μελετήσει τα στοιχεία του (εικόνα 2). Θα μεταφερθεί δηλαδή στα αξιοθέατα, στα βουνά, στις λίμνες, στα ποτάμια, στις πεδιάδες, στους αρχαιολογικούς χώρους και στα μουσεία του κάθε διαμερίσματος (εικόνα 3). Επίσης μπορεί να μεταφερθεί σε έναν χάρτη Παραγωγής προϊόντων ή σε επιλεγμένες ιστοσελίδες, που δίνουν περισσότερες πληροφορίες για τα διαμερίσματα. Ουσιαστικά είναι μια μικρή εγκυκλοπαίδεια χωρίς μεγάλη πληθώρα στοιχείων, περιττών για τους στόχους της διδασκαλίας, πράγμα που την καθιστά λειτουργική και εύχρηστη για το δάσκαλο και τα παιδιά όχι μόνο στο μάθημα της Μελέτης του Περιβάλλοντος, αλλά και της Γλώσσας και της ιστορίας, όταν αυτή προσεγγίζεται μέσω της τέχνης και του πολιτισμού.



Εικόνα 3. Χάρτες Β' κατηγορίας πλοήγησης (διαμερίσματα - αρχαιολογικοί χώροι, εκθέματα)

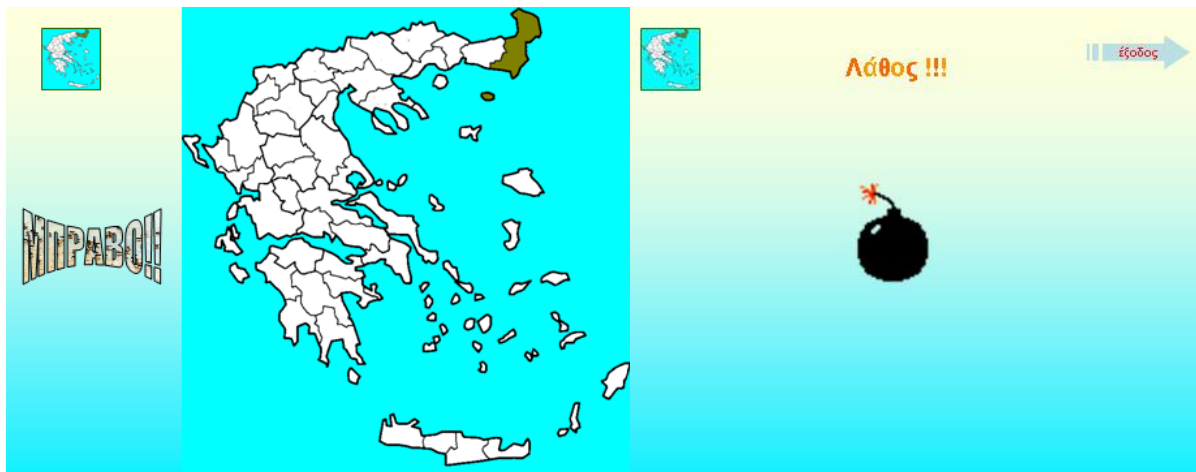
Κυρίως όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαθεματικά σχέδια διδασκαλίας, καθώς γύρω από την κεντρική έννοια «διαμέρισμα» (εδώ Μακεδονία), μπορεί να συσχετιστεί και να μελετηθεί ότι έχει σχέση με αυτό, όπως για παράδειγμα οι αρχαιολογικοί του χώροι (εικόνα3). Επίσης μπορεί και το ίδιο το λογισμικό να επεκταθεί και να εμπλουτιστεί από τα παιδιά, καθώς το θέμα «Μακεδονία» μπορεί να προσεγγιστεί, όπως αυτά θελήσουν, να μελετήσουν δηλαδή και άλλα στοιχεία όπως για παράδειγμα έθιμα και παραδόσεις, βιβλιοθήκες κ.ά και το υλικό, που θα συγκεντρώσουν, να προστεθεί στο αρχείο

Η προτεινόμενη διδασκαλία, μιας τέτοιας προσέγγισης δε μπορεί παρά να είναι ομαδοσυνεργατική. (Ματσαγγούρας, 01-2003).



Εικόνα 4. Χάρτες Β' κατηγορίας δραστηριοτήτων (Μακεδονία)

Ο χάρτης δραστηριοτήτων είναι ένα αρχείο PowerPoint με τέσσερις διαφάνειες. Η πρώτη περιέχει το μοντέλο ενός χάρτη, της Μακεδονίας, που σχεδιάστηκε στο PowerPoint και χρησιμεύει σαν πρότυπο για να χαρτογραφήσουν οι μαθητές το δικό τους χάρτη με τον ίδιο τρόπο. Πρόκειται για ένα διάγραμμα του χάρτη της Μακεδονίας που τα διάφορα στοιχεία του (βουνά, οι λίμνες, τα ποτάμια) συμβολίζονται με αυτόματα σχήματα, που εισήχθησαν και διαμορφώθηκαν από την εφαρμογή του PowerPoint σε κανονική προβολή. Οι ονομασίες των στοιχείων δίνονται μέσα σε πλαίσια κειμένου, πλάι τους. Στη δεύτερη διαφάνεια (εικόνα 4), έχουν μετακινηθεί τα ονόματα σε ένα πλαίσιο στο κάτω μέρος του χάρτη και οι μαθητές πρέπει να τα βάλουν με μεταφορά και απόθεση στη σωστή τους θέση δίπλα στα στοιχεία που ανήκουν. Στην τρίτη διαφάνεια (εικόνα 4) έχει γίνει το αντίθετο, παρέμειναν τα ονόματα και μετακινήθηκαν τα στοιχεία. Στην τελευταία δίνεται μόνο το διάγραμμα και τα παιδιά μπορούν να φτιάξουν το δικό τους χάρτη εισάγοντας και διαμορφώνοντας μόνα τους τα στοιχεία, όπως θέλουν. Σε επόμενες διαφάνειες τα παιδιά μπορούν να δημιουργήσουν τη δική τους εγκυκλοπαιδεία, βρίσκοντας ότι πληροφορίες ή εικόνες θέλουν για το διαμέρισμά τους. Μπορούν μάλιστα κάνουν το χάρτη τους διαδραστικό.



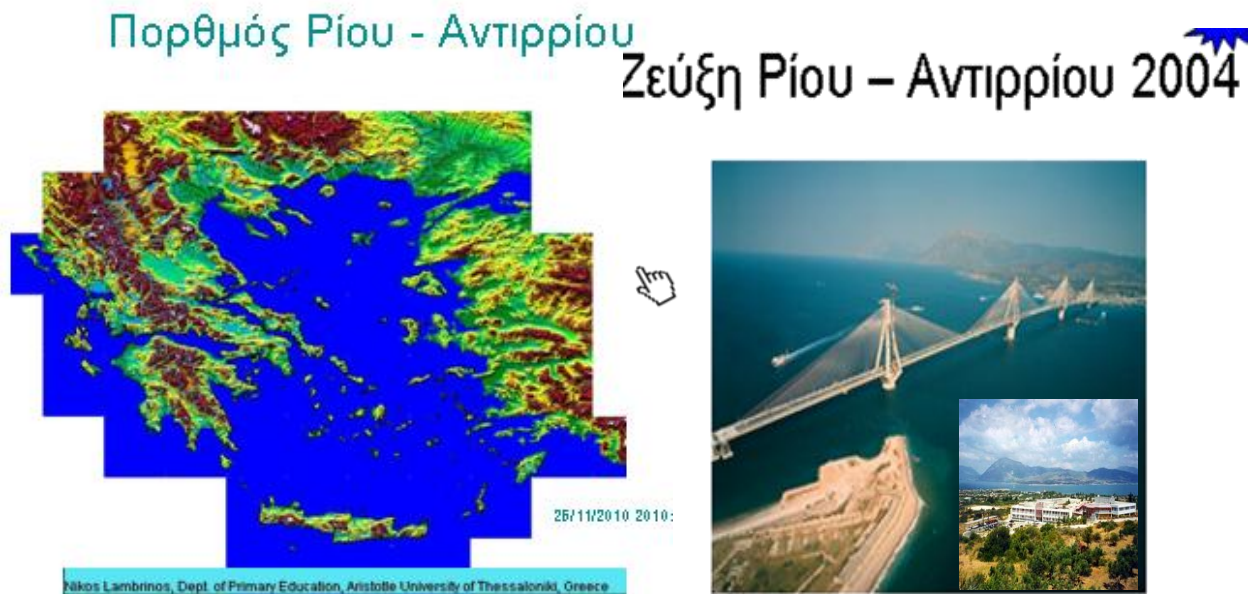
Εικόνα 5. Χάρτες Γ' κατηγορίας (νομοί)

Τέλος στην τελευταία κατηγορία ανήκουν τα αρχεία με τους δυο χάρτες των νομών (εικόνα 5) και των πρωτευουσών της Ελλάδας. Οι χάρτες έχουν παιγνιώδη χαρακτήρα και έχουν στόχο να βοηθήσουν τα παιδιά να βρίσκουν εύκολα και γρήγορα τους νομούς και τις πρωτεύουσές της Ελλάδας παίζοντας, ενώ ταυτόχρονα απομνημονεύουν χωρίς καμιά απολύτως προσπάθεια τα ονόματα και τις θέσεις. Σε αυτό βοηθάει η δομή και η οργάνωση των χαρτών, που ασκούν τη μνήμη και την παρατήρηση. Είναι χάρτες κλιμακούμενης δυσκολίας από το εύκολο στο δύσκολο, ώστε τα παιδιά να μπορούν να τους χρησιμοποιούν χωρίς να κουράζονται και να πλήττουν. Έχουν παιγνιώδη μορφή καθώς είναι δομημένοι σε επίπεδα δυσκολίας που τα παιδιά πρέπει να ξεπεράσουν για να φτάσουν σε κάποιο τέρμα. Σε κάθε διαφάνεια ζητείται από τα παιδιά να δείξουν το νομό ή την πρωτεύουσα που αναγράφεται δίπλα. Όταν βρίσκουν το σωστό κινούνται στο επόμενο ζητούμενο, ενώ όταν κάνουν λάθος μεταφέρονται μερικές διαφάνειες πιο πίσω και πρέπει να τις επαναλάβουν. Τα γραφικά τους έχουν σχέση είτε με τη φυσική τοποθεσία της περιοχής, που ανήκει κάθε νομός ή η πρωτεύουσα είτε με κάποιο χαρακτηριστικό του τόπου που τον προσδιορίζει

3. διδασκαλία

Το συγκεκριμένο λογισμικό, καθώς δεν είναι σειριακό, μπορεί να χωριστεί σε κομμάτια και να προσαρμοστεί στις διαφορετικές ανάγκες του μαθήματος, των μαθητών και των δασκάλων. Οι δε χάρτες είναι χωρισμένοι κατά κατηγορίες ανάλογα με τους διδακτικούς στόχους και τον τρόπο χρησιμοποίησής τους. Γενικά όλοι οι χάρτες έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν τόσο σε μια εξατομικευμένη διδασκαλία, όσο και σε μια ομαδοσυνεργατική. Σαν παράδειγμα ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας θα παρουσιάσω τη εννοιολογική προσέγγιση του πορθμού που αποτελεί μέρος μιας ενότητας της Γεωγραφίας της Ε' δημοτικού και την εκμάθηση των στοιχείων του οριζόντιου διαμελισμού που είναι ένας γενικότερος στόχος περισσότερων ενότητων. Στην ενότητα που διδάσκεται ο πορθμός μελετούνται και άλλες έννοιες, όπως ισθμός, ακρωτήριο, ακτογραμμές, κ.α. Αυτές προσεγγίζονται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που θα παρουσιάσω για τον πορθμό. Για τη διδασκαλία με το συγκεκριμένο λογισμικό, όλων των όρων της συγκεκριμένης ενότητας και την επίτευξη των διδακτικών της στόχων ο χρόνος, που απαιτείται, εξαρτάται συνήθως από την εξοικείωση που έχουν οι μαθητές με το PowerPoint, από το επίπεδό τους και την επιθυμία του δασκάλου να χρησιμοποιήσει λιγότερο ή περισσότερο τα εποπτικά μέσα, που του προσφέρει μια διδασκαλία στο εργαστήριο. Σίγουρα ένα δίωρο είναι υπεραρκετό, ακόμη και σε μαθητές, που δεν έχουν μεγάλη εξοικείωση με τους υπολογιστές. Στο χρόνο

αυτό συμπεριλαμβάνεται και η χρήση του εγχειριδίου, καθώς το λογισμικό αυτό λειτουργεί συμπληρωματικά και σε καμιά περίπτωση δεν μπορεί να το αντικαταστήσει εξ ολοκλήρου. Η διδασκαλία περιλαμβάνει δυο φάσεις:



Εικόνα 6. Χάρτες διδασκαλίας πορθμού

Στην πρώτη φάση ο διδακτικός στόχος είναι η προσέγγιση της έννοιας του πορθμού και η δημιουργία του ορισμού του. Η διδασκαλία αρχίζει ως εξής. Δίνουμε στην κάθε ομάδα ένα φύλλο εργασίας στο οποίο πρέπει να απαντήσουν σε κάποιες ερωτήσεις με τις οποίες καλούνται να μας δώσουν πληροφορίες για τις ήδη σχηματισμένες γνώσεις τους. Οι ερωτήσεις είναι του τύπου τι είναι πορθμός ή τι γνωρίζετε γι αυτόν. Αφού η κάθε ομάδα μας ανακοινώσει αυτά που έγραψαν τα παιδιά και γίνει κάποια συζήτηση, ο δάσκαλος τους ζητάει να μεταφερθούν από την πρώτη διαφάνεια με υπερσύνδεση σε αυτή που έχει τους πορθμούς. Με τον αλλαγμένο δείκτη ανακαλύπτουν ότι ο πορθμός του Ρίου είναι μια θάλασσα. Μεταβαίνοντας στη επόμενη φωτογραφία βλέπουν φωτογραφίες του πορθμού από ψηλά, τη ζεύξη του με γέφυρα και διαπιστώνουν ότι η θάλασσα αυτή είναι μια στενή λωρίδα που χωρίζει δυο στεριές. Επίσης διαπιστώνουν ότι αυτό που απεικονίζεται στο χάρτη δεν είναι παρά η πραγματική μορφή του τόπου σε σμίκρυνση (εικόνα 6). Η υπερσύνδεση τους πηγαίνει στην επόμενη διαφάνεια με τον πορθμό του Ευρίπου και από εκεί στον Αμβρακικό. Η αρχική διαπίστωση επαναλαμβάνεται και στους άλλους δυο πορθμούς. Με γενίκευση οδηγούνται στον ορισμό του πορθμού. Τα φύλλα εργασίας είναι έτσι δομημένα, που να τους βοηθούν στην διατύπωση των ορισμών. Οι ορισμοί ανακοινώνονται στην τάξη, γίνεται συζήτηση και όσοι είναι σωστοί διατηρούνται, όσοι είναι λάθος διορθώνονται. Ο σχηματισμός της έννοιας μέσω του υπολογιστή βασίζεται κυρίως στη αρχή της πολλαπλής αναπαράστασης και συνιστά την προστιθέμενη αξία του. Η ορθή διατύπωση ενός ορισμού εξυπηρετεί ταυτόχρονα και γλωσσικούς στόχους.

Όταν ερευνηθούν και ορισθούν όλα τα στοιχεία και οι έννοιες του οριζόντιου διαμελισμού και μελετηθούν όλες οι διαφάνειες, περνάμε στη δεύτερη φάση της διδασκαλίας η οποία όμως θα γίνει στο τέλος των ενοτήτων που περιέχουν την ύλη στην οποία ανταποκρίνεται το συγκεκριμένο λογισμικό. Σ' αυτή τη φάση ο διδακτικός στόχος είναι η ανεύρεση στο



χάρτη όλων των παραπάνω γεωγραφικών στοιχείων και η εκμάθησή τους. Οι χάρτες χρησιμοποιούνται διαφορετικά απ' ότι στην πρώτη φάση, από έναν ή από δυο μαθητές σε μια περισσότερο εξατομικευμένη διδασκαλία. Έτσι αν π.χ είναι δυο οι μαθητές, ανοίγουν το αρχείο σε κατάσταση προβολής και ξεκινούν την εφαρμογή μόνοι τους (χωρίς τη βοήθεια του δασκάλου), πλοηγούμενοι εναλλάξ χρησιμοποιώντας τις υπερσυνδέσεις, με σκοπό να τερματίσουν ξεπερνώντας και τα δυο επίπεδα δυσκολίας. Ο ένας βοηθάει τον άλλον και σε μια πρώτη φάση, αφού αυτό θα επαναληφθεί πολλές φορές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλοι χάρτες από βιβλία π.χ για βοήθεια. Μάλιστα στο πρώτο επίπεδο, το πιο εύκολο, τα γεωγραφικά στοιχεία είναι τοποθετημένα με τη σειρά, όπως εμφανίζονται στο χάρτη της Ελλάδας ξεκινώντας από Β.Α προς το νότο, έτσι ώστε να τα βρίσκουν οι μαθητές πολύ εύκολα. Στο δεύτερο επίπεδο, το πιο δύσκολο, τα στοιχεία που ζητούνται να βρεθούν είναι ανακατωμένα σε σχέση με τη χαρτογραφική τους διάταξη. Καθώς ο μαθητής μεταφέρεται από τη μια διαφάνεια στην άλλη έχει βλέποντας φωτογραφίες από κάθε περιοχή την ευκαιρία να γνωρίσει όλο το φυσικό περιβάλλον της Ελλάδας και να σχηματίσει μια σαφή άποψη για το χώρο που ζει.

Βιβλιογραφία

- Κουλαϊδής Β.(εκδ.).(2007).Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη της κριτικής δημιουργικής σκέψης για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, Αθήνα : Ο.ΕΠ.ΕΚ
- Κουτσόπουλος, Κ. Σωτηράκου, Μ. Τατσόγλου, Μ., Ζωγόγιαννης, Δ.(χ.η.). Γεωγραφία Ε' δημοτικού: Βιβλίο για το Δάσκαλο
- Κουτσόπουλος,Κ. Σωτηράκου,Μ. Τατσόγλου,Μ., Ζωγόγιαννης,Δ.. (χ.η.). Γεωγραφία ΣΤ' δημοτικού: Βιβλίο για το Δάσκαλο.ΟΕΚΔ
- Λαμπρινός, Ν. (2001). Διδακτική της Γεωγραφίας. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ
- Ματσαγγούρας, Η.(2002). Στρατηγικές διδασκαλίας : Στρατηγικές Διδασκαλίας: Η Κριτική Σκέψη στη Διδακτική Πράξη. Αθήνα : εκδόσεις Gutenberg .
- Ματσαγγούρας, Η.(2003). Η διαθεματικότητα στη σχολική γνώση. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη,
- Ματσαγγούρας, Η.(01-2003). Ομαδοσυνεργατική Διδασκαλία και Μάθηση. Αθήνα: εκδόσεις Γρηγόρη.
- ΥΠΕΠΘΠ.Ι. (2002). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης
- Π.Α.Κ.Ε, *Εκπαιδευτικές χρήσεις των ΤΠΕ* , επιμόρφωση β' επίπεδου, Πρόγραμμα Σπουδών, ανακτήθηκε από http://earthlab.uoi.gr/pake/pake_files/epimorfotiko/ITY/GENIKO/4.2_4.3.doc, 15/10/2010

Συνεδρία 20: Εκπαίδευση Ατόμων με Ειδικές Ικανότητες

Σχεδιασμός και ανάπτυξη πολυμεσικής εφαρμογής για τη διδασκαλία πειραμάτων Χημείας σε κωφούς μαθητές Γυμνασίου

Δάκος Νικόλαος

Τμήμα Χημείας, Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη, nikdak@gmail.com

Σιγάλας Μιχαήλ

Τμήμα Χημείας, Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη, sigalas@chem.auth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μιας πολυμεσικής εφαρμογής για τη διδασκαλία πειραμάτων Χημείας σε κωφούς μαθητές Γυμνασίου. Η εφαρμογή σχεδιάστηκε με βάση το δίγλωσσο μοντέλο διδασκαλίας, δηλαδή την ταυτόχρονη παρουσίαση του μαγνητοσκοπημένου πειράματος, του αντίστοιχου κειμένου και της απόδοσής του στην Ελληνική Νοηματική Γλώσσα (ΕΝΓ). Η αποτελεσματικότητα της δίγλωσσης διδακτικής μεθόδου για κωφούς μαθητές έχει διαπιστωθεί από πολυάριθμες έρευνες διεθνώς. Με το λογισμικό αυτό ο μαθητής μπορεί να έρθει ένα βήμα πιο κοντά στην επιστήμη της Χημείας, παρακολουθώντας και μελετώντας τα πειράματα που παρουσιάζονται. Για την ανάπτυξη του λογισμικού χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Director της Adobe και ως θεματικές ενότητες επιλέχθηκαν οι ιδιότητες των οξέων και των βάσεων, αφού αποτελούν ορισμένες από τις βασικότερες έννοιες της Χημείας που πρέπει να γνωρίζει ο μαθητής και θα τις συναντήσει και σε επόμενες τάξεις.

Abstract

In the present work we describe the design and development of a multimedia educational application concerning the teaching of chemistry experiments to deaf students in lower secondary education. The application has been designed using the bilingual model, which is the concurrent use of the video of the experiment, the corresponding text and its presentation in Greek Sign Language (GSL). The effectiveness of the bilingual educational method has been proven worldwide by a plethora of research results. The educational tool developed gives the opportunity to deaf students approach the Chemistry science by studying the experiments presented. The software has been developed within the Adode Director development environment and the subject of the experiments has been chosen this of the properties of acids and bases due to its central role in Chemistry and its prerrequired nature the higher levels of education.

Εισαγωγή

Η γλώσσα κάθε κοινωνίας ή ομάδας είναι μοναδική. Είναι ο θησαυρός των συμβόλων και των εννοιών που κρατά την ομάδα ενωμένη και εκφράζει ένα συγκεκριμένο τρόπο σκέψης και ζωής. Στην Ελλάδα, μόλις πριν από 10 χρόνια η Ελληνική Νοηματική Γλώσσα (ΕΝΓ) αναγνωρίστηκε ως η επίσημη γλώσσα των κωφών (Ν.2817/2000) και σήμερα η γνώση της ΕΝΓ αποτελεί απαραίτητο προσόν πρόσληψης των εκπαιδευτικών σε σχολεία με κωφούς μαθητές. Έτσι, έχουν δημιουργηθεί νέες απαιτήσεις στον τομέα της εκπαίδευσης των κωφών μαθητών και ιδιαίτερα στην εξειδίκευση των εκπαιδευτικών στο δίγλωσσο μοντέλο διδασκαλίας (Λαμπροπούλου 2004).

Δίγλωσση εκπαίδευση σημαίνει χρήση δύο γλωσσών, μία εκ των οποίων είναι η γλώσσα της πλειοψηφίας. Και οι δύο γλώσσες χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία του συνόλου ή μέρους του αναλυτικού προγράμματος με στοιχεία ιστορίας και κουλτούρας της μητρικής γλώσσας



και απευθύνεται στους ίδιους τους μαθητές. Επιπλέον, η χρήση των δύο γλωσσών ενισχύει και αναπτύσσει την αυτοεκτίμηση και το αίσθημα υπερηφάνειας και για τις δύο κουλτούρες (Λαμπροπούλου 1999).

Επιστημονικές έρευνες έχουν δείξει ότι η δίγλωσση εκπαίδευση είναι σε θέση να συμβάλλει με ουσιαστικό τρόπο στην κατάκτηση της γλώσσας, στην ανάπτυξη της προσωπικότητας και της κοινωνικής ένταξης. Αναγνωρίζει το δικαίωμα της ιδιαίτερης γλώσσας του μαθητή, που είναι ισότιμη με την ομιλούμενη στο κοινωνικό του περιβάλλον (Παπασπύρου 1998).

Τα σχολεία, που ακολουθούν τη δίγλωσση εκπαίδευση, έχουν διαφορετική διάρθρωση στο πρόγραμμα σπουδών. Όλοι οι εκπαιδευτικοί σ' αυτά τα σχολεία, ακούοντας και κωφοί, είναι δίγλωσσοι. Ως πρώτη γλώσσα διδάσκεται η ΕΝΓ και ως δεύτερη η Νέα Ελληνική, στην οποία δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στο γραπτό λόγο (Λαμπροπούλου 1997-99).

Στη Δανία και τη Σουηδία, οι πρώτοι κωφοί μαθητές που εκπαιδεύτηκαν με το δίγλωσσο μοντέλο, είχαν αποκτήσει το ίδιο περίπου γνωστικό επίπεδο στην ανάγνωση και τα μαθηματικά με τους ακούοντες μαθητές της ίδιας ηλικίας (Hansen 1989). Πριν την εφαρμογή της δίγλωσσης εκπαίδευσης στη Δανία, μόνο το 10-15% των κωφών μαθητών κατάφερε να διαβάσει και να κατανοεί γραπτά κείμενα. Μετά την εφαρμογή του προγράμματος, το ποσοστό ανήλθε στο 55%.

Τα πολυμεσικά εργαλεία για τη δίγλωσση διδασκαλία των φυσικών επιστημών και ιδιαίτερα της Χημείας είναι ελάχιστες διεθνώς. Μια σημαντική προσπάθεια έγινε στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Αθηνών, όπου αναπτύχθηκε τόσο ένα λεξιλόγιο όρων Χημείας στην ΕΝΓ, όσο και μια πολυμεσική εφαρμογή για τη διδασκαλία της Χημείας με βάση το δίγλωσσο μοντέλο (Panselina 2002). Η εφαρμογή αυτή προσανατολίζεται περισσότερο στην παρουσίαση της θεωρίας και λιγότερο στην παρουσίαση πειραμάτων.

Στην παρούσα εργασία, αναπτύχθηκε μία πολυμεσική εφαρμογή, η οποία μέσω του δίγλωσσου μοντέλου διδασκαλίας, έχει σκοπό τη διδασκαλία πειραμάτων Χημείας σε κωφούς μαθητές Γυμνασίου. Στην εφαρμογή αυτή κάθε πείραμα παρουσιάζεται συστηματικά με την παρουσίαση της εισαγωγής-θεωρίας, των απαραίτητων αντιδραστηρίων και οργάνων, των κανόνων ασφαλείας, της πειραματικής διαδικασίας, καθώς και του φύλλου εργασίας και αξιολόγησης.

Για την ανάπτυξη του λογισμικού, ως υλικό από τη διδακτέα ύλη του σχολικού βιβλίου της Γ' Γυμνασίου (Θεοδωρόπουλους, Παπαθεοφάνους, Σιδέρη 1997), επιλέχθηκαν οι ιδιότητες των οξέων και των βάσεων (Γιούρη-Τσοχατζή 2000). Η επιλογή αυτή έγινε κυρίως για τους εξής λόγους:

- Τα οξέα και οι βάσεις αποτελούν δύο από τις βασικότερες έννοιες της Χημείας που πρέπει να κατανοήσει ο μαθητής πριν προχωρήσει σε επόμενες ενότητες.
- Ο μαθητής θα συναντήσει τις έννοιες αυτές και στις τάξεις του Λυκείου, οπότε είναι πολύ χρήσιμο να τις αφομοιώσει από τώρα και να είναι σωστά προετοιμασμένος για τις επιπλέον πληροφορίες που θα χρειαστεί να μάθει αργότερα.
- Τα πειράματα, που συμπεριλαμβάνουν τα οξέα και τις βάσεις στη διαδικασία τους, είναι σχετικά ασφαλή. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στον καθηγητή να τα εκτελέσει και ο ίδιος στο χημικό εργαστήριο του σχολείου, καθώς επίσης να ζητήσει από τους μαθητές να συμμετάσχουν και οι ίδιοι, ώστε να πάντων να θεωρούν όλα τα πειράματα επικίνδυνα.
- Τα οξέα και οι βάσεις, είναι ενώσεις που περιέχονται σε πολλά υλικά καθημερινής χρήσης, όπως τροφές, καθαριστικά, κ.λ.π. Κάποια από τα πειράματα συμπεριλαμβάνουν αυτά καθαυτά τα υλικά. Έτσι, ο μαθητής αρχίζει να σκέφτεται πιο σφαιρικά για τα οξέα και τις βάσεις.
- Η θεωρία και οι συγκεκριμένες πειραματικές διαδικασίες περιλαμβάνουν καθημερινές λέξεις και όχι επιστημονικές ή αφηρημένες έννοιες και έτσι ο κωφός μαθητής δε θα συναντήσει ιδιαίτερη δυσκολία στην κατανόησή τους. Για την απόδοση των απαραίτητων όρων Χημείας χρησιμοποιήθηκε το λεξιλόγιο που έχει ήδη αναπτυχθεί (Panselina 2002).

Περιεχόμενα λογισμικού

Στο εκπαιδευτικό λογισμικό που αναπτύχθηκε, περιέχονται επτά πειραματικές διαδικασίες και το αντίστοιχο θεωρητικό μέρος, οι οποίες αναφέρονται στις ιδιότητες των οξέων και των βάσεων. Παρακάτω αναφέρονται οι τίτλοι και οι περιλήψεις των πειραμάτων.

- Πείραμα 1: «Διαχωρισμός διαλυμάτων σε οξέα και βάσεις με πεχαμετρικό χαρτί»
Γίνεται αναφορά στον ορισμό του pH, καθώς και στους τρόπους με τους οποίους μπορεί να μετρηθεί. Στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται τέσσερα διαλύματα (δύο διαλύματα οξέων και δύο διαλύματα βάσεων). Με τη βοήθεια πεχαμετρικού χαρτιού μετράται το pH τους και γίνεται η διάκριση του κάθε διαλύματος ως όξινο ή βασικό.
- Πείραμα 2: «Διαχωρισμός διαλυμάτων σε οξέα ή βάσεις με δείκτες»
Αρχικά, γίνεται λόγος για το τι είναι οι δείκτες. Παρουσιάζεται ένας πίνακας, ο οποίος περιλαμβάνει τις ονομασίες διαφόρων δεικτών, τις περιοχές του pH όπου αλλάζουν χρώμα, καθώς και τα χρώματά τους με την προσθήκη οξέος ή βάσης. Στην πειραματική διαδικασία, γίνεται μέτρηση του pH τεσσάρων διαλυμάτων με την προσθήκη φαινολοφθαλεΐνης και ηλιανθίνης, οπότε με τη σύγκριση των χρωμάτων τους με αυτά του πίνακα, γίνεται ο διαχωρισμός τους σε όξινα ή βασικά.
- Πείραμα 3: «Τα οξέα και οι βάσεις αλλάζουν το χρώμα των φυσικών δεικτών»
Σε συνέχεια του προηγούμενου πειράματος, παρουσιάζονται οι φυσικοί δείκτες και συγκεκριμένα το κόκκινο λάχανο. Προσθέτοντας το υγρό του κόκκινου λάχανου σε δύο διαλύματα, ενός οξέος και μιας βάσης, παρατηρούνται οι αλλαγές του χρώματός του και επαληθεύεται ο όξινος και ο βασικός χαρακτήρας του κάθε διαλύματος αντίστοιχα.
- Πείραμα 4: «Ένα παιχνίδι με τους δείκτες. Το «κρασί» γίνεται «νερό»»
Στο συγκεκριμένο πείραμα με τη χρήση ενός οξέος, μιας βάσης και ενός δείκτη, γίνεται αποχρωματισμός του τελικού διαλύματος μέσω μιας πολύ απλής διαδικασίας. Το πείραμα αυτό μπορεί αρχικά να παρουσιαστεί αποκλειστικά από τον εκπαιδευτικό, ώστε οι μαθητές να δουν το εντυπωσιακό αποτέλεσμα και στη συνέχεια να τους εξηγήσει το «μυστικό» που κρύβεται από πίσω.
- Πείραμα 5: «Τα οξέα και οι βάσεις άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα»
Αρχικά, εξηγείται πού οφείλεται η αγωγιμότητα που παρουσιάζουν τα διαλύματα των οξέων και των βάσεων. Μέσω τριών διαλυμάτων (ενός ισχυρού οξέος, ενός ασθενούς οξέος και ενός μη ηλεκτρολύτη) και την κατασκευή ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος, ο μαθητής μπορεί να δει το λαμπάκι του κυκλώματος να ανάβει με έντονο ή λιγότερο έντονο φως, ή να μην ανάβει, ανάλογα με το διάλυμα που παρεμβάλλουμε κάθε φορά στο κύκλωμα.
- Πείραμα 6: «Τα οξέα αντιδρούν με τα ανθρακικά άλατα»
Στο συγκεκριμένο πείραμα δίνονται δύο παραδείγματα χημικών αντιδράσεων οξέων με ανθρακικά άλατα και στη συνέχεια πραγματοποιείται μία από αυτές, οπότε μέσω του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται, καταφέρνουμε να σβήσουμε τη φλόγα ενός κεριού.
- Πείραμα 7: «Αβγό με ελαστικότητα»
Σε συνέχεια του προηγούμενου πειράματος, γίνεται άλλη μία εφαρμογή της αντίδρασης οξέων με ανθρακικά άλατα, αυτή τη φορά με υλικά που ο μαθητής χρησιμοποιεί στην καθημερινή του ζωή. Βυθίζοντας ένα αβγό μέσα σε ξίδι, παρουσιάζεται η ελαστικότητα που αποκτά το κέλυφος του αβγού μετά από 24 ώρες, λόγω της αντίδρασης που γίνεται ανάμεσα στα δύο υλικά.



Δημιουργία λογισμικού

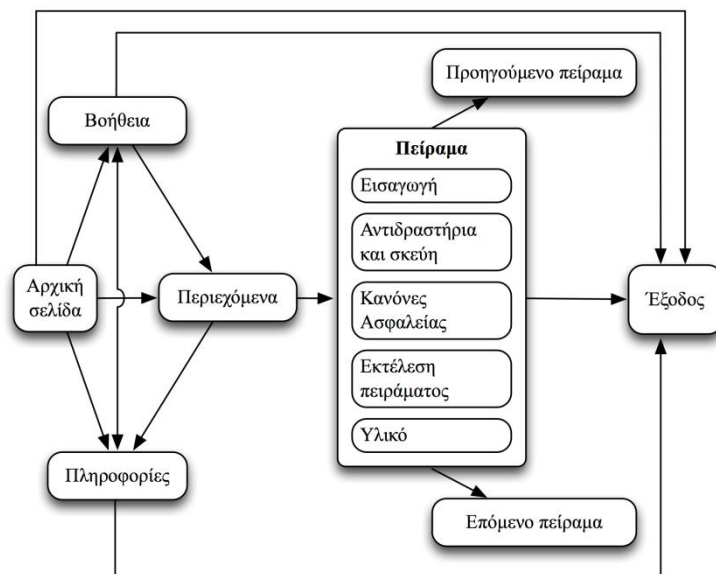
Η ανάπτυξη του λογισμικού έγινε στο περιβάλλον ανάπτυξης Director της Adobe, όπου σχεδιάστηκε η διεπαφή προγράμματος - χρήστη με βάση τη γλώσσα προγραμματισμού Lingo. Η βιντεοσκόπηση όλων των πειραμάτων πραγματοποιήθηκε στην εργαστηριακή αίθουσα της Ανόργανης Χημείας του Τμήματος Χημείας του Α.Π.Θ. με τη χρήση κάμερας λήψης βίντεο υψηλής ανάλυσης (High Definition) 720p/30fps, έτσι ώστε ο χρήστης του λογισμικού να έχει μεγάλη ευκρίνεια στην οθόνη του υπολογιστή του. Η επεξεργασία των βίντεο, δηλαδή οι περικοπές διάφορων σκηνών, οι ομαλές εναλλαγές μεταξύ τους, αλλά και η προσαρμογή κατάλληλων εφέ στα σημεία όπου ήταν απαραίτητο, πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα iMovie της Apple. Έτσι, ολοκληρώθηκε το μοντάζ.

Για την καλύτερη κατανόηση των πειραμάτων, κρίθηκε αναγκαία και η προσθήκη συνοδευτικών και επεξηγηματικών εικόνων, οι οποίες δημιουργήθηκαν με το Photoshop της Adobe. Η προσθήκη των υπότιτλων και των διαλόγων που αποδόθηκαν στην Ελληνική Νοηματική Γλώσσα και ο απαραίτητος συγχρονισμός μεταξύ αυτών και των βίντεο επιτεύχθηκε με τη χρήση προγραμματισμού σε Lingo. Οι σημειώσεις των πειραμάτων και τα φύλλα εργασίας μετατράπηκαν σε μορφή Portable Document Format (PDF) και ενσωματώθηκαν στο λογισμικό για την άμεση διάθεσή τους στο χρήστη.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι το λογισμικό είναι υβριδικό, που σημαίνει ότι εκτελείται χωρίς κανένα πρόβλημα τόσο σε λειτουργικό Mac OS (Apple), όσο και σε Windows (Microsoft).

Οργανόγραμμα λογισμικού

Στην εικόνα 1 δίνεται η δομή του λογισμικού, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται μεταξύ τους όλες οι σελίδες που συμπεριλαμβάνονται σ' αυτό.



Εικόνα 1: Οργανόγραμμα λογισμικού.

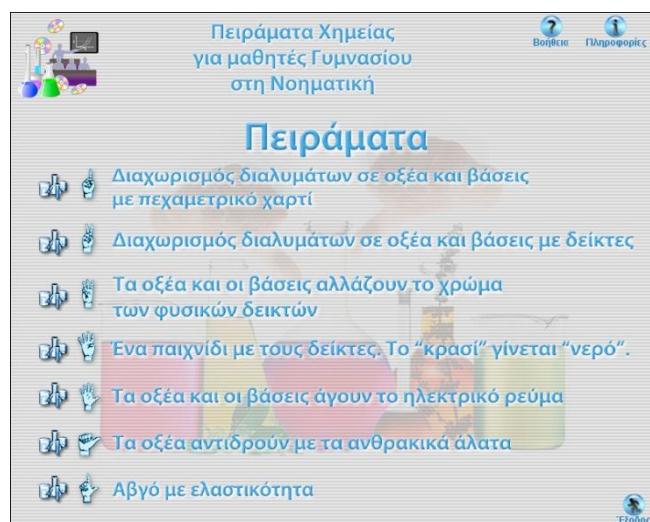
Κατά την σχεδίαση και ανάπτυξη του λογισμικού δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη δυνατότητα των χρηστών (κωφών μαθητών) να έχουν απόλυτο έλεγχο στη ροή της πληροφορίας και στο συγχρονισμό του βίντεο και του κειμένου.

Περιγραφή πλοήγησης και χρήσης του λογισμικού

Από την αρχική οθόνη του λογισμικού, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα:

- να μεταβεί στην κεντρική σελίδα του λογισμικού (εικόνα 2), όπου μπορεί να επιλέξει το πείραμα που επιθυμεί να παρακολουθήσει,
- να μεταβεί στη «Βοήθεια», όπου περιλαμβάνονται αναλυτικές οδηγίες για την πλοήγηση, τη δομή και τη λειτουργία του λογισμικού,
- να μεταβεί στις «Πληροφορίες», όπου αναφέρονται όλοι οι συντελεστές που εργάστηκαν και βοήθησαν για τη δημιουργία του λογισμικού,
- να εξέλθει από το λογισμικό.

Τα κουμπιά «Βοήθεια», «Πληροφορίες» και «Εξοδος» είναι προσβάσιμα και ενεργά σε όλες τις σελίδες του λογισμικού.



Εικόνα 2: Κεντρική σελίδα.

Από την κεντρική σελίδα, επιλέγοντας κάποιο πείραμα, ο χρήστης μεταφέρεται στην εισαγωγική σελίδα του πειράματος (εικόνα 3). Στο πάνω μέρος του παραθύρου υπάρχει ένα οριζόντιο μενού με πέντε καρτέλες μέσω των οποίων ο χρήστης μπορεί να μελετήσει διεξοδικά τις αντίστοιχες ενότητες του κάθε πειράματος και συγκεκριμένα:

"Εισαγωγή": Δίνονται βασικές πληροφορίες και το θεωρητικό πλαίσιο του πειράματος.

"Αντιδραστήρια και σκεύη": Παρουσιάζονται τα απαιτούμενα υλικά για την εκτέλεση του πειράματος με τη χρήση εικόνων, video στην ΕΝΓ και κειμένου.

"Κανόνες ασφαλείας": Δίδονται οι κανόνες ασφαλείας που πρέπει να τηρούνται κατά την εκτέλεση κάθε πειράματος.

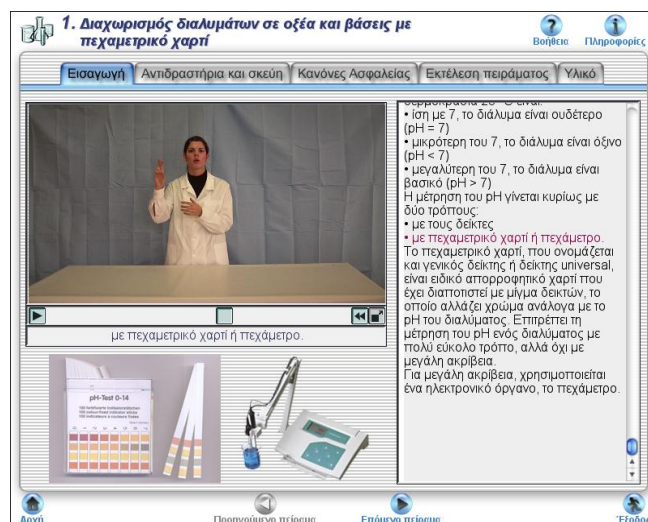
"Εκτέλεση πειράματος": Παρουσιάζεται η εκτέλεση του πειράματος με τη χρήση video στην ΕΝΓ και κειμένου (εικόνα 4). Η απόδοση στην ΕΝΓ γίνεται από την ίδια την εκπαιδευτικό που εκτελεί το πείραμα και το video είναι έτσι δομημένο, ώστε ο κωφός μαθητής να μπορεί εύκολα να παρακολουθεί την εκπαιδευτικό, αλλά και την εκτέλεση του πειράματος με κατάλληλες τοποθετήσεις και εστιάσεις της κάμερας.

Σε κάθε καρτέλα και στο πάνω μέρος του παραθύρου αναγράφεται ο τίτλος του πειράματος. Ο χρήστης μπορεί να δει το βίντεο της αντίστοιχης ενότητας του πειράματος που επέλεξε.

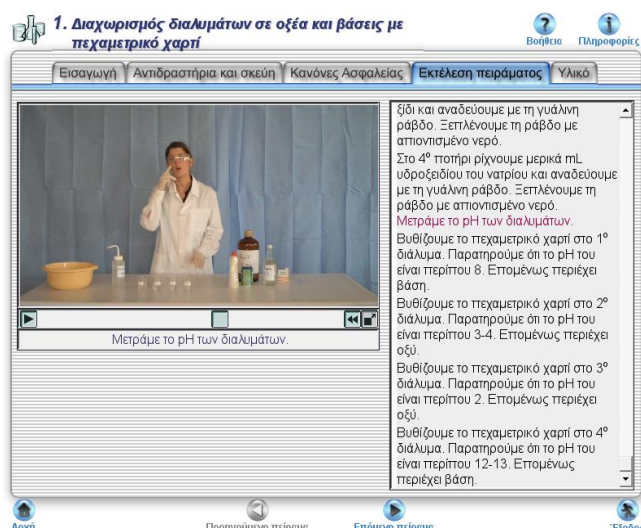
Κάτω ακριβώς από το βίντεο, υπάρχουν τα πλήκτρα ελέγχου, με τα οποία μπορεί να εκκινήσει, να σταματήσει, να επανεκκινήσει ή να δει το βίντεο σε πλήρη οθόνη. Επίσης, μετακινώντας αριστερά ή δεξιά το κουμπί χρονικής μετάβασης, ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει όποιο χρονικό σημείο του βίντεο επιθυμεί.

Στην περιοχή δεξιά από το βίντεο, υπάρχουν οι διάλογοι που εκείνη τη στιγμή η εκπαιδευτικός αποδίδει στην Ελληνική Νοηματική Γλώσσα. Μάλιστα, όποια πρόταση παρουσιάζεται στο βίντεο, αυτόματα χρωματίζεται με ένα διακριτικό κόκκινο χρώμα. Επίσης, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει όποια πρόταση επιθυμεί από την περιοχή των διαλόγων, οπότε το βίντεο αυτόματα μεταπηδά στο σημείο όπου ξεκινά να παρουσιάζεται η πρόταση αυτή.

Κάτω από τα πλήκτρα ελέγχου του βίντεο, εμφανίζεται με τη μορφή υπότιτλων το κείμενο που νοηματίζει η εκπαιδευτικός και ακριβώς κάτω από τους υπότιτλους, εμφανίζονται διάφορες εικόνες που συνοδεύουν το κείμενο και βοηθούν το χρήστη να το κατανοήσει καλύτερα.



Εικόνα 3: Εισαγωγική σελίδα πειράματος



Εικόνα 4: Σελίδα εκτέλεσης πειράματος

Στο κάτω μέρος του παραθύρου υπάρχουν δύο κουμπιά, με τα οποία ο χρήστης μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να μεταβεί στο επόμενο ή το προηγούμενο πείραμα.

Τέλος, επιλέγοντας την καρτέλα «Υλικό», ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ανοίξει και να αποθηκεύσει στον ηλεκτρονικό του υπολογιστή:

- τις σημειώσεις των πειραμάτων, οι οποίες έχουν δημιουργηθεί για κάθε πείραμα και περιλαμβάνουν αναλυτικά όλες τις οδηγίες που χρειάζεται ο χρήστης για να εκτελέσει ο ίδιος το πείραμα, συνοδευόμενες από εικόνες.
- τα φύλλα εργασίας των πειραμάτων, τα οποία περιέχουν ερωτήσεις που πρέπει να απαντήσουν οι μαθητές, μετά την παρακολούθηση του θεωρητικού μέρους και της πειραματικής διαδικασίας κάθε πειράματος.

Μελλοντική εργασία

Στο άμεσο μέλλον πρόκειται να ενταχθούν στο λογισμικό περισσότερα πειράματα χημείας. Επίσης θα αναπτυχθεί μια έκδοση του λογισμικού η οποία θα διατίθεται ως αυτόνομο μαθησιακό εργαλείο για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση των Κωφών μέσω του World Wide Web. Τέλος, προγραμματίζεται η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς του λογισμικού σε τάξεις Κωφών μαθητών.

Βιβλιογραφία

Γιούρη-Τσοχατζή Κ. (2000). Διδακτική Πειραμάτων Χημείας, Πειράματα σε μικροκλίμακα, επίδειξης, επίδειξης με προβολέα, από τους μαθητές, σύμφωνα με τα νέα αναλυτικά προγράμματα Γυμνασίου και Ενιαίου Λυκείου Γενικής Παιδείας, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Θεοδωρόπουλος Π., Παπαθεοφάνους Π., Σιδέρη Φ. (1997). Χημεία Γ' Γυμνασίου, ΥΠ.Ε.Π.Θ, Π.Ι., Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα.

Λαμπροπούλου, Β. (1997-1999). 1ο Εκπαιδευτικό Πακέτο Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών και Ειδικών Επιστημόνων ΣΜΕΑ Κωφών και Βαρηκόων, Η Κοινωνία και οι Κωφοί - Κοινότητα και Κουλτούρα Κωφών, Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. - ΥΠ.Ε.Π.Θ, Πάτρα.

Λαμπροπούλου, Β. (1999). 4ο Εκπαιδευτικό Πακέτο Επιμόρφωσης, Γλωσσική ανάπτυξη και κωφό παιδί. Μονάδα Ειδικής Αγωγής/Κωφών Π.Τ.Δ.Ε. Παν/μίου Πατρών, Πάτρα.

Λαμπροπούλου, Β., Τμήμα Ειδικής Αγωγής, (2004). Αναλυτικά προγράμματα σπουδών για μαθητές με προβλήματα ακοής για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, ΥΠ.Ε.Π.Θ., Π.Ι., Αθήνα.

Παπασπύρου, Χ. (1998) Κινηματική γλώσσα και καθολική γλωσσική θεωρία, εκδ. Ελληνική Γράμματα, Αθήνα.

Hansen, B. (1989). Trends in the Progress toward Bilingual Education of Deaf Children in Denmark. Copenhagen, DK: Center for Total Communication.

Panselina, M., Sigalas M.P., Tzougraki C. (2002). Design and Development of a Bilingual Multimedia Educational Tool for Teaching Chemistry Concepts to Deaf Students in Greek Sign Language, Education and Information Technologies, 7, 225-235.



eYES SpeNA: Ένα σύστημα εξατομίκευσης για διαδραστική εκπαίδευση παιδιών με αυτισμό

Ευτυχία Κωλέτσου¹, Γεράσιμος Χαμάλης²

¹ Καθηγήτρια Πληροφορικής, MSc Πληροφορική-Λογισμικό, ekoletso@cs.uoi.gr

² Μηχανικός Πληροφορικής, MSc Κβαντικός Μηχανικός Μοριακών Δομών,
Manager of TALLOS IT, chamalis@tallosweb.com

Περίληψη

Το *eYES SpeNA* (*Early Years Education System for Special Needs - Autism*), αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα για την αντιμετώπιση των προβλημάτων εκπαίδευσης αυτιστικών παιδιών. Ο αυτισμός ως διαταραχή χαρακτηρίζεται από την ανομοιογένεια των συμπτωμάτων, των δυσκολιών και των βαθμών βαρύτητας κάθε ατόμου ξεχωριστά. Έτσι τα αυτιστικά άτομα, από τη μια διαφέρουν σημαντικά από το φυσιολογικό ενώ από την άλλη, διαφέρουν και μεταξύ τους. Το *eYES SpeNA* αντιμετωπίζει το πρόβλημα αυτό *εξατομικεύοντας* τις μαθησιακές δυσκολίες του κάθε παιδιού με αυτισμό. Οι γνωστικές αρχές του δομητισμού και ορισμένες κοινωνικοπολιτιστικές θεωρίες αποτελούν και τους θεωρητικούς άξονες του συστήματος. Η αλληλεπίδραση των αυτιστικών παιδιών με κατάλληλα σχεδιασμένες πολυμεσικές εφαρμογές μπορεί να αυξήσει τις ικανότητες για ανάγνωση και επικοινωνία, παρέχοντάς τους ευκαιρίες στους τομείς της εκπαίδευσης, της επικοινωνίας, της δημιουργικότητας, του ελεύθερου χρόνου και της εργασίας. Το *eYES SpeNA* μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο στον Νηπιαγωγό και Δάσκαλο Ειδικής Αγωγής στην εκπαίδευση αυτιστικών παιδιών.

Λέξεις-κλειδιά: *Εξατομίκευση, ειδική αγωγή, νέες τεχνολογίες, αυτισμός*

Abstract

The *eYES SpeNA* (*Early Years Education System for Special Needs - Autism*), is an integrated system to cope with the educational problems of autistic children. Autism is a disorder characterized by the variety of symptoms, difficulties and degrees of severity of each person separately. Thus, autistic individuals from the one hand are significantly different than normal while from the other hand differ among themselves. The *eYES SpeNA* faces up this problem by *personalizing* learning disabilities of each child with autism. The cognitive principles of constructivism and some socio-cultural theories constitute the theoretical structures of the system. The interaction of autistic children with appropriately designed multimedia, can increase their skills for reading and communication, providing them opportunities for education, communication, creativity, leisure and work. The *eYES SpeNA* may be an important tool for the kindergarten teacher and the special needs education teacher in the education of autistic children.

Keywords: *Personalization, special needs education, new technologies, autism*

Εισαγωγή

Στη σημερινή εποχή υπάρχει διάχυτη η επιθυμία για δημιουργία δυναμικών μαθησιακών περιβαλλόντων με χρήση Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), για την επίτευξη των καινούριων διδακτικών στόχων. Η επιλογή αυτή φαίνεται να προσφέρει ενδιαφέρουσες και ολότελα νέες προοπτικές (McGee at al. 1994), ανοίγοντας νέους ορίζοντες ακόμη και στην εκπαίδευση και την απασχόληση αυτιστικών παιδιών. Με τη χρήση των ΤΠΕ

μπορεί να γίνει μία σωστή και ολοκληρωμένη καθοδήγηση των αυτιστικών παιδιών προκειμένου να αναπτύξουν σε ικανοποιητικό βαθμό τις γνωστικές τους ικανότητες.

Σύμφωνα με τους Heimann et al. (2005) η αλληλεπίδραση αυτιστικών παιδιών με κατάλληλα σχεδιασμένες πολυμεσικές εφαρμογές σε υπολογιστές μπορούν να αυξήσουν τις ικανότητες τους για ανάγνωση και επικοινωνία. Ακόμη, οι Bernard-Opitz et al. (2004) χαρακτηρίζουν τις νέες τεχνολογίες και ειδικότερα τον υπολογιστή ως ένα ευέλικτο και χρήσιμο μέσο, που παρέχει στα άτομα με αυτισμό ευκαιρίες στους τομείς της εκπαίδευσης, της επικοινωνίας, της δημιουργικότητας, του ελεύθερου χρόνου και της εργασίας.

Από την άλλη πλευρά, όσον αφορά το πλαίσιο της διαταραχής του αυτισμού, υπάρχει ποικιλία ως προς τη μορφή των συμπτωμάτων, το συνδυασμό δυσκολιών και το βαθμό βαρύτητας. Επομένως τα αυτιστικά άτομα, από τη μια διαφέρουν σημαντικά από το φυσιολογικό ενώ από την άλλη, διαφέρουν και μεταξύ τους. Το γεγονός αυτό καθιστά επομένως πολύ σημαντική τη μελέτη και αντιμετώπιση κάθε περίπτωσης ξεχωριστά, καθώς και την επιθυμία για μία εξατομικευμένη μέθοδο διδασκαλίας.

Παρακινούμενοι από τη σπουδαιότητα αναγνώρισης των αναγκών και ικανοτήτων κάθε αυτιστικού παιδιού ξεχωριστά, και εκμεταλλευόμενοι τις νέες τάσεις διδασκαλίας, μέσα από αυτή την εργασία παρουσιάζουμε το *eYES SpeNA (Early Years Education System for Special Needs - Autism)*, ένα ολοκληρωμένο σύστημα, με στόχο την υποστήριξη της εξατομίκευσης στην εκπαίδευση παιδιών με αυτισμό. Το θεωρητικό πλαίσιο του *eYES SpeNA* στηρίζεται στις γνωστικές αρχές του δομητισμού και στις κοινωνικοπολιτιστικές θεωρίες του Vygotsky (1978), όπου δίνεται έμφαση στη μαθησιακή διαδικασία, στην αλληλεπίδραση των εμπλεκόμενων μερών, καθώς και στο κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον που λαμβάνει χώρα.

Το *eYES SpeNA* μπορεί να αξιοποιηθεί στα πλαίσια της Ειδικής Αγωγής στα Τμήματα Ένταξης τόσο του Νηπιαγωγείου όσο και του Δημοτικού Σχολείου, ως υποστηρικτικό υλικό σε πολλαπλές δραστηριότητες όπως για τη διδασκαλία γλώσσας, αριθμητικής κτλ.

Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε τη σημασία της χρήσης των ΤΠΕ στην εκπαίδευση παιδιών με αυτισμό (Ενότητα 2). Επίσης, παρουσιάζουμε τεχνικές εξατομίκευσης χρηστών, έτσι όπως περιγράφονται μέσα από σχετικές ερευνητικές εργασίες (Ενότητα 3). Επιδεικνύουμε την αρχιτεκτονική του δικού μας συστήματος (Ενότητα 4), καταλήγοντας σε ενδιαφέροντα συμπεράσματα (Ενότητα 5).

Αυτισμός και Δομημένη Διδασκαλία

Ο αυτισμός είναι μια βαριά αναπτυξιακή διαταραχή, η οποία εμποδίζει το άτομο να κατανοήσει σωστά αυτά που βλέπει, ακούει και αισθάνεται. Σαν αποτέλεσμα το άτομο έχει προβλήματα στη επικοινωνία, στην κοινωνική επαφή, στις διαπροσωπικές σχέσεις, στη συμπεριφορά και στη δημιουργική σκέψη (Frith 1989, Mesibov et al. 1997). Ο αυτισμός εκδηλώνεται πολύ νωρίς στην παιδική ηλικία και συνήθως διαρκεί για το σύνολο της ζωής ενός ανθρώπου, επηρεάζοντας την αντίληψη, τη σκέψη και τη συμπεριφορά του.

Ο Kanner (1943) περιέγραψε για πρώτη φορά τον αυτισμό, θεωρώντας τον ως μια εγγενή διαταραχή του συναισθήματος. Ο αυτισμός παρουσιάζεται σε όλες τις φυλετικές, εθνικές και κοινωνικοοικονομικές ομάδες σε ίση αναλογία (Tsai et al. 1982), ενώ αναφορικά με το φύλο υπερτερούν κατά πολύ τα αγόρια (Lord & Schopler 1987).

Συχνά παρατηρείται πως οι μαθητές με αυτισμό καταφεύγουν σε μοναχικές δραστηριότητες και δεν ανταποκρίνονται όταν τους ζητείται να επικοινωνήσουν, κάνοντας επαναλαμβανόμενες κινήσεις, όπως π.χ. καταναγκαστική διαρρύθμιση αντικειμένων στον χώρο. Ακόμη, δεν μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τους συμμαθητές τους, όχι γιατί δε θέλουν αλλά γιατί δεν μπορούν.

Ο βαθμός σοβαρότητας διαφέρει σε κάθε άτομο και έτσι χρησιμοποιείται ο όρος «διαταραχές του αυτιστικού φάσματος», καθώς ποικίλει η νοητική ικανότητα, που μπορεί να



συνυπάρχει με νοητική υστέρηση και με σοβαρές μαθησιακές δυσκολίες. Η έγκαιρη διάγνωση υφίσταται διότι ανακόπτεται η φυσιολογική εξελικτική πορεία του παιδιού, και έτσι ειδικοί επιστήμονες μπορούν να επέμβουν άμεσα για την υποστήριξη του παιδιού κατά την εκπαιδευτική διαδικασία.

Η *Δομημένη Διδασκαλία (Structured Teaching)* είναι μία από τις επικρατέστερες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις στον χώρο του αυτισμού, η οποία βασίζεται στις αρχές των θεωριών μάθησης και αξιοποιεί τα ευρήματα της γνωστικής ψυχολογίας για τα ιδιαίτερα γνωστικά χαρακτηριστικά των μαθητών με αυτισμό (Mesibov et al. 2005). Είναι μία στρατηγική που βοηθά το άτομο με αυτισμό να ανταποκριθεί καλύτερα στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος και να αναπτύξει την αυτονομία του. Συνίσταται στην αναδόμηση του μαθησιακού περιβάλλοντος με βασική μέθοδο την *οπτική οργάνωση*, η οποία έχει αναδειχθεί ως κατάλληλη προσέγγιση για την κοινωνική και διδακτική ένταξη των παιδιών με αυτισμό (Hodgdon 1995, Quill 1995, Mesibov & Howley 2003).

Οι αρχές της Δομημένης Διδασκαλίας είναι: (i) η *σφαιρική αξιολόγηση* των δεξιοτήτων και γνώσεων των μαθητών με αυτισμό και του τρόπου με τον οποίο μαθαίνουν, (ii) η *εξατομίκευση* του ημερησίου προγράμματος, του συστήματος εργασίας, των δραστηριοτήτων και των υλικών, (iii) η *σταθερότητα* και η *προβλεπτικότητα* των γεγονότων, (iv) η *διευκρίνιση* των προσδοκιών που έχει ο εκπαιδευτικός από τον μαθητή με έμφαση στην κατά το δυνατόν μεγαλύτερη αυτονομία του, (v) η *καλλιέργεια* και *πλήρης αξιοποίηση* των ενδιαφερόντων του μαθητή, (vi) η ανάγκη να έχουν *νόημα* για τους μαθητές τόσο τα προγράμματα εργασίας όσο και οι δραστηριότητες με τις οποίες θα ασχοληθούν (Μαγαλιού & Τσακλίνη 2006).

Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση Παιδιών με Αυτισμό

Τα αυτιστικά παιδιά φαίνεται να εστιάζουν την προσοχή τους σε μεμονωμένα αντικείμενα που τα βλέπουν απομονωμένα από τον περιβάλλοντα χώρο. Επιπλέον, η δυσκολία που παρουσιάζουν τα περισσότερα αυτιστικά παιδιά με τη λεκτική επικοινωνία οδηγεί στη χρήση μεθόδων οπτικής διδασκαλίας, όπου πρέπει να υπάρχει οπτική σαφήνεια, οπτική οργάνωση και οπτικές οδηγίες.

Η χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση παιδιών με αυτισμό είναι ένα ιδανικό μέσο διδασκαλίας, γιατί επιτρέπει την αλληλεπίδραση, αφήνοντας τους ειδικούς παιδαγωγούς να μπουκν στο πεδίο προσοχής του ατόμου. Πιο συγκεκριμένα, η εκπαίδευση με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή οδηγεί σε μεγαλύτερη κινητοποίηση και ενθουσιασμό των αυτιστικών μαθητών, λιγότερα προβλήματα συμπεριφοράς και πιο αποτελεσματική εκμάθηση (Moore & Calvert 2000, Williams et al. 2002).

Οι μαθητές εστιάζουν στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή αγνοώντας τα εξωτερικά γεγονότα και επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον τους στη διδακτική ενότητα που καλούνται να κατανοήσουν και να αφομοιώσουν. Έτσι, η περιοχή συγκέντρωσης περιορίζεται από τα όρια της οθόνης και αυτό είναι και η αιτία που τα άτομα με αυτισμό μπορούν να ανεχθούν μεγαλύτερη είσοδο ερεθισμάτων μέσω του υπολογιστή, από αυτή που μπορούν να ανεχθούν οπουδήποτε αλλού. Σύμφωνα με μελέτες, έχει παρατηρηθεί αύξηση του ενθουσιασμού των αυτιστικών μαθητών όταν το μάθημα γίνεται με την βοήθεια υπολογιστή, καθώς και θετική επίδραση στα προβλήματα συμπεριφοράς, όπως η αποφυγή της βλεμματικής επαφής και η ηχολαλία, η βελτίωση στην αυθόρμητη επικοινωνία και η καλύτερη εκμάθηση (Bernard-Opitz et al. 1990, Chen & Bernard-Opitz 1993).

Είναι σαφές, λοιπόν, ότι η δημιουργία και η εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου υπολογιστικού συστήματος προσαρμοσμένο στις σύγχρονες εκπαιδευτικές ανάγκες του κάθε αυτιστικού μαθητή ξεχωριστά και ταυτόχρονα βασισμένο στις αρχές της Δομημένης Διδασκαλίας, αποκτά καίρια σημασία για τη σύγχρονη εκπαιδευτική διαδικασία των ατόμων αυτών. Έτσι οδηγούμαστε στην ανάγκη δημιουργίας κατάλληλων τεχνικών που θα μπορούν

να αναγνωρίσουν και να εξατομικεύσουν τον κάθε χρήστη σύμφωνα με τις προσωπικές ανάγκες και ιδιαιτερότητές του.

Το Ολοκληρωμένο Σύστημα eYES SpeNA

Το ολοκληρωμένο σύστημα eYES SpeNA διαθέτει ένα διαδραστικό περιβάλλον, εύκολο και φιλικό στη χρήση, μέσω του οποίου ο μαθητής πλοηγείται και αλληλεπιδρά με το σύστημα. Αρχική προϋπόθεση, για να μπορεί να αναγνωρίζει το σύστημα κάθε μαθητή, είναι η δημιουργία και χρήση προσωπικού λογαριασμού για το κάθε παιδί. Υπεύθυνος για τη δημιουργία των λογαριασμών είναι ο δάσκαλος ειδικής αγωγής, που μέσω μιας εύκολης και γρήγορης διαδικασίας καλείται να εισάγει στο σύστημα ορισμένες πληροφορίες για τον μαθητή. Οι πληροφορίες αυτές έχουν ως στόχο την δημιουργία του προφίλ του αυτιστικού παιδιού και την πρώτη προσαρμογή του συστήματος στις προσωπικές του ανάγκες.

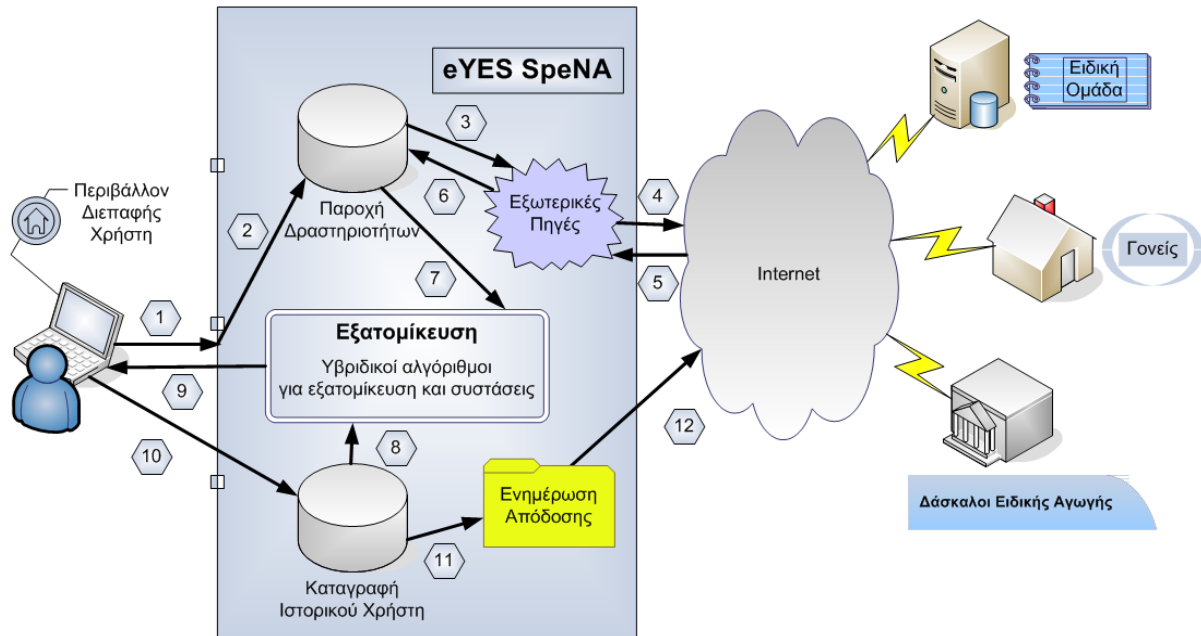
Αρχιτεκτονική του eYES SpeNA

Η αρχιτεκτονική σχεδίαση του eYES SpeNA βασίζεται στην αρχική δομή του συστήματος eYES όπως προτάθηκε από τους Κωλέτσου & Χαμάλη (2010), και αποτελείται από έξι βασικά δομικά στοιχεία: (i) *στοιχείο διεπαφής προσαρμοσμένο για παιδιά με αυτισμό*, (ii) *στοιχείο παροχής δραστηριοτήτων*, (iii) *στοιχείο εξωτερικών πηγών*, (iv) *στοιχείο εξατομίκευσης*, (v) *στοιχείο καταγραφής*, (vi) *στοιχείο ενημέρωσης απόδοσης*.

Αναλυτικότερα, ο τρόπος λειτουργίας του eYES SpeNA παρουσιάζεται στην Εικόνα 1. Ο μαθητής μέσω του *στοιχείου διεπαφής* πλοηγείται μέσα σε ένα εύχρηστο και φιλικό περιβάλλον, όπου μέσα από το παιχνίδι με τον υπολογιστή έρχεται σε επαφή με εκπαιδευτικές δραστηριότητες, κατάλληλα προσαρμοσμένες για παιδιά με αυτισμό. Το σύνολο των δραστηριοτήτων για όλες τις θεματικές ενότητες, προέρχεται από το *στοιχείο παροχής δραστηριοτήτων*, το οποίο ενημερώνεται και συντηρείται από μία ομάδα εξειδικευμένων επιστημόνων. Η ομάδα αυτή από ψυχολόγους, παιδαγωγούς, σχολικούς συμβούλους, μηχανικούς πληροφορικής και γραφίστες. Το eYES SpeNA παρέχει επιπλέον τη δυνατότητα συντονισμού και συνδυασμού δραστηριοτήτων με επίκαιρα θέματα, μέσω του *στοιχείου εξωτερικών πηγών*. Με τη χρήση τεχνολογιών RSS, το στοιχείο εξωτερικών πηγών εμπλουτίζει επιπλέον τις δραστηριότητες που παρέχονται από το στοιχείο παροχής δραστηριοτήτων. Στο *στοιχείο εξατομίκευσης* προωθούνται όλες οι δραστηριότητες εκείνης της θεματικής ενότητας που αιτήθηκε μέσω του στοιχείου διεπαφής. Το στοιχείο εξατομίκευσης 'φιλτράρει' τις δραστηριότητες δεχόμενο σαν είσοδο πληροφορία από το *στοιχείο καταγραφής*. Ουσιαστικά, το στοιχείο καταγραφής είναι μία βάση δεδομένων στην οποία γίνεται καταγραφή του ιστορικού απόδοσης κάθε παιδιού. Εξαιτίας της συγχρονισμένης λειτουργίας τόσο του στοιχείου εξατομίκευσης όσο και του στοιχείου καταγραφής, προωθούνται στους μαθητές δραστηριότητες διαβαθμισμένης δυσκολίας ανάλογα με τις ανάγκες τους και τις μαθησιακές δυσκολίες που έχουν παρουσιάσει στο παρελθόν από ανάλογες δραστηριότητες. Τέλος, μέσω του *στοιχείου ενημέρωσης απόδοσης* του κάθε αυτιστικού παιδιού αποστέλλεται διαδικτυακά πληροφορία για την αποτελεσματικότερη ενημέρωση (i) της ειδικής ομάδας, (ii) του δασκάλου ειδικής αγωγής, και (iii) των γονέων. Αξιοποιώντας αυτή την πληροφορία σχετικά με την πρόοδο των αυτιστικών παιδιών, μπορούν να δημιουργηθούν επιπλέον δραστηριότητες τόσο από την πλευρά της ειδικής ομάδας, εμπλουτίζοντας περαιτέρω το σύστημα, όσο και από την πλευρά του δασκάλου ειδικής αγωγής, δημιουργώντας συνδυαστικές δραστηριότητες εκτός της αίθουσας των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Το eYES SpeNA δίνεται ακόμη τη δυνατότητα τηλεδιάσκεψης του δασκάλου ειδικής αγωγής με αντιπροσώπους της ειδικής ομάδας ή/και τον σχολικό σύμβουλο, για τυχόν

προβλήματα ή απορίες του πάνω στη χρήση του συστήματος. Επιπλέον, το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα για διεξαγωγή online σεμιναρίων μεταξύ δασκάλων ειδικής αγωγής για έγκαιρη ενημέρωσή τους, καθώς και ειδικό wiki για ανάπτυξη ασύγχρονων συνομιλιών, όπου παρατίθενται απόψεις, νέες ιδέες και ανταλλάσσονται εμπειρίες που αφορούν τη χρήση του eYES SpeNA κατά την εκπαίδευση παιδιών με αυτισμό.



Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική του eYES SpeNA

Μηχανισμός Εξατομίκευσης

Στο eYES SpeNA, ο μηχανισμός εξατομίκευσης των δραστηριοτήτων, που προωθούνται στους χρήστες, βασίζεται σε τέσσερα στάδια: (i) τη συλλογή δεδομένων, (ii) την προεπεξεργασία δεδομένων, (iii) την ανάλυση δεδομένων, και (iv) τη λήψη αποφάσεων για παροχή συστάσεων και προβλέψεων.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, κάθε μαθητής εισέρχεται στο σύστημα κάνοντας χρήση του προσωπικού του λογαριασμού, τον οποίο ο δάσκαλος της ειδικής αγωγής θα πρέπει να έχει δημιουργήσει πρωτύτερα. Όσο ο μαθητής είναι συνδεδεμένος στο σύστημα και πλοηγείται σε αυτό, έμμεσα και άμεσα δεδομένα συλλέγονται για μετέπειτα επεξεργασία. Τα έμμεσα δεδομένα προκύπτουν από προηγούμενες ενέργειες των παιδιών μέσα στο σύστημα και καταγράφονται στα αρχεία ιστορικού των εξυπηρετητών μέσω τμημάτων καταγραφής cookies και sessions, ενώ τα άμεσα δεδομένα προέρχονται από την αρχική φόρμα εγγραφής στο σύστημα.

Στα δεδομένα που συλλέγονται και καταγράφονται στα αρχεία ιστορικού των εξυπηρετητών γίνεται μία προεπεξεργασία ώστε να πάρουν κατάλληλη μορφή για χρήση τους στην επόμενη φάση της ανάλυσης. Η προεπεξεργασία αυτή περιλαμβάνει καθαρισμό από ασυνέπειες, απόρριψη μη σχετικών με το στόχο της ανάλυσης πληροφοριών, συμπλήρωση των συνδέσμων που απουσιάζουν, κυρίως λόγω caching, σε μη ολοκληρωμένες διαδρομές από κλικ. Επιπλέον, γίνεται εντοπισμός των μοναδικών-ξεχωριστών sessions με τα διαφορετικά αιτήματα, χρησιμοποιώντας ευριστικές λύσεις.

Στην επόμενη φάση εφαρμόζονται τεχνικές εξαγωγής δεδομένων για την ανακάλυψη ενδιαφερόντων προτύπων χρήσης. Αυτές οι τεχνικές βασίζονται στα μοντέλα πρόβλεψης των

σειριακών προτύπων (sequential pattern discovery). Τα σειριακά πρότυπα είναι μια επέκταση της εξόρυξης κανόνων συσχέτισης, καθώς εντοπίζουν πρότυπα κοινής εμφάνισης αντικειμένων, αλλά ενσωματώνουν και την έννοια της χρονικής αλληλουχίας (Mobasher, 2004). Στο *eYES SpeNA*, αυτού του είδους τα πρότυπα χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό - σε πραγματικό χρόνο- μιας σειράς δραστηριοτήτων που θα πρέπει να προσπελαύνονται αμέσως μετά από μια σειρά άλλων δραστηριοτήτων. Τα σειριακά πρότυπα χρειάζονται ως είσοδο τόσο την πληροφορία που προέρχεται από ορισμένα στατικά κριτήρια που έχει θέσει η ειδική ομάδα για την επίδοση στις δραστηριότητες του συστήματος, όσο και από τις προσωπικές επιδόσεις του κάθε παιδιού στο σύνολο των δραστηριοτήτων, πληροφορία που είναι καταγεγραμμένη στο στοιχείο καταγραφής και διαφέρει για κάθε παιδί. Τα σειριακά πρότυπα μοντελοποιούν με μεγάλη πιστότητα τα μονοπάτια πλοήγησης των χρηστών μέσα στο σύστημα, παρέχοντας αρκετή πληροφορία. Στην τελευταία φάση, αξιοποιείται αυτή η πληροφορία ώστε να γίνει εφικτή η εφαρμογή διαδικασιών πρόβλεψης για τις επόμενες δραστηριότητες διαβαθμισμένης δυσκολίας που πρόκειται να εμφανιστούν στους χρήστες, και παράλληλα να παραχθούν συστάσεις για τις συγκεκριμένες δραστηριότητες ώστε να βοηθήσουν το κάθε παιδί να κατανοήσει πλήρως τη διδακτέα ύλη σύμφωνα με τις ανάγκες του και τις μαθησιακές δυσκολίες που αντιμετωπίζει.

Εκπαιδευτικό Λογισμικό για Αυτιστικά Παιδιά

Το *eYES SpeNA* παρέχει μία πλούσια συλλογή από θεματικές ενότητες, όπως γλώσσα, αριθμητική, ζωγραφική και παιχνίδια για το περιβάλλον και τα ζώα, διαβαθμισμένης δυσκολίας ώστε να μπορούν να προσαρμόζονται στις ανάγκες του κάθε παιδιού. Ο σχεδιασμός και ο τρόπος παρουσίασης των θεματικών ενοτήτων στα παιδιά βασίζονται στις αρχές της Δομημένης Διδασκαλίας, όπως αυτές περιγράφηκαν αναλυτικά πιο πάνω. Ωστόσο, οι θεματικές ενότητες έχουν τη δυνατότητα να ακολουθούν κάθε φορά το εκάστοτε εγκεκριμένο πρόγραμμα του Υπουργείου Παιδείας. Κάθε ενότητα παρέχει δραστηριότητες που διακρίνονται σε τρία επίπεδα δυσκολίας. Οι μαθητές βλέπουν όμως ένα κοινό περιβάλλον διεπαφής (interface). Ο βαθμός δυσκολίας στις δραστηριότητες επιλέγεται από το σύστημα αυτόματα μέσω κατάλληλων τεχνικών εξατομίκευσης που χρησιμοποιούνται.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό που παρουσιάζεται μέσα από το *eYES SpeNA*, είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες και ιδιαιτερότητες των παιδιών με αυτισμό. Τα εκπαιδευτικά λογισμικά για παιδιά με αυτισμό διαφέρουν σε σχέση με άλλα που απευθύνονται σε 'κανονικά' παιδιά. Αυτό συμβαίνει γιατί τα άτομα με αυτισμό έχουν έναν διαφορετικό μηχανισμό μάθησης. Συνεπώς, σε τέτοιου είδους λογισμικά, χρησιμοποιούμε πολύ απλές εικόνες, χωρίς πολλές λεπτομέρειες, καθώς και πολύ απλές εντολές, έτσι ώστε το παιδί να μην αποπροσανατολίζεται και να είναι σε θέση να εντοπίσει εύκολα τη σημαντική πληροφορία. Επίσης, χρησιμοποιείται κάθε φορά ένα μόνο αισθητηριακό κανάλι, γιατί το παιδί με αυτισμό δεν μπορεί να επεξεργαστεί ταυτόχρονα διαφορετικού είδους ερεθίσματα (π.χ. οπτικά και ακουστικά). Ακόμη, αποφεύγεται η χρήση έντονων ήχων, διότι τα αυτιστικά άτομα έχουν υπερευαίσθησία σε έντονα ακούσματα. Επιλέγουμε το κόκκινο χρώμα για να τραβήξουμε την προσοχή τους, καθώς και φωτεινά αντικείμενα. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα αυτιστικά παιδιά έχουν καλή φωτογραφική μνήμη, αναγνωρίζουν όμοια σχήματα, τους αρέσει η σύνθεση και οι ταυτίσεις εικόνων, έχουν οπτικοκινητικό συντονισμό και είναι σε θέση να ταξινομήσουν αντικείμενα με βάση το χρώμα, το μέγεθος, τη θέση κτλ (Noesi, 2010). Με δεδομένα αυτά τα αποτελέσματα, δημιουργούμε εκπαιδευτικές δραστηριότητες όπως παζλ, μνήμη, αντιστοίχιση, εύρεση όμοιων αντικειμένων, κτλ. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται το περιβάλλον διεπαφής του *eYES SpeNA* από την πλευρά του μαθητή, όταν πλέον έχει κάνει είσοδο στο σύστημα.



Εικόνα 2: Το περιβάλλον διεπαφής του eYES SpeNA από την πλευρά του μαθητή

Συμπεράσματα

Το περιβάλλον του ολοκληρωμένου συστήματος eYES SpeNA, παρέχει έναν καινοτόμο τρόπο εκπαίδευσης των παιδιών με αυτισμό. Οι σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες στις οποίες βασίζεται, και είναι προσαρμοσμένες στις ανάγκες της ειδικής αγωγής, καθώς και οι νέες τεχνολογίες που χρησιμοποιεί, το καθιστούν ισχυρό και ασυναγώνιστο εργαλείο που προάγει την εκπαίδευση των αυτιστικών παιδιών, βοηθώντας τους δασκάλους ειδικής αγωγής στο δύσκολο έργο τους και συνεισφέροντας στην βελτίωση του εκπαιδευτικού θεσμού.

Η εξατομίκευση της εφαρμογής λαμβάνει υπόψη την αρχή της ετερογένειας των αυτιστικών παιδιών και αξιολογεί την πολυπλοκότητα ως πηγή εμπλουτισμού, την οποία χρησιμοποιεί συστηματικά, προκειμένου να επιτευχθεί μαθησιακή διεργασία υψηλής ποιότητας και να επιτευχθεί υψηλότερο ατομικό και κοινωνικό όφελος. Βοηθάει το παιδί να αναπτύξει μια θετική αυτογνωσία, να ενισχύσει την ενσυναίσθηση, την αυτεπίγνωση του, την αυτορρύθμιση της συμπεριφοράς του, να διαθέτει μετασυναισθηματική ικανότητα, να έχει ενδογενή κίνητρα και να προάγει την πνευματική του ανάπτυξη.

Έτσι, το eYES SpeNA αποτελεί ένα πρότυπο εκπαιδευτικό περιβάλλον μάθησης που μπορεί να υποστηρίξει την εξατομικευμένη μάθηση των παιδιών με αυτισμό με χρήση νέων τεχνολογιών, ενώ ταυτόχρονα παρακινεί και προκαλεί την εμπλοκή του μαθητή στην εκπαιδευτική διαδικασία. Με τον τρόπο αυτό θα βοηθήσει στην άρση της μέχρι σήμερα αναλογίας μεταξύ της σχολικής επιτυχίας ενός αυτιστικού παιδιού με την οικονομική κατάσταση και μόρφωση των γονέων.

Θεωρώντας πως το eYES SpeNA, θα καταφέρει να επιτελέσει το έργο του στο μέγιστο βαθμό, υπάρχει μία συνεχής προσπάθεια για την κάλυψη των εκπαιδευτικών αναγκών, με την ανανέωση συνεχώς του εκπαιδευτικού του υλικού καθώς και την επέκταση των δυνατοτήτων του.

Βιβλιογραφία

Κωλέτσου Ε., Χαμάλης Γ. (2010). eYES: Ένα Ολοκληρωμένο Σύστημα για Υποστήριξη της Εξατομίκευσης στην Προσχολική Αγωγή. 2ο Διεθνές Συνέδριο Προσχολικής Αγωγής, «Σύγχρονες Τάσεις και Προοπτικές στην Προσχολική Αγωγή και Εκπαίδευση του 21^{ου} αιώνα», Ιωάννινα.

Μαγαλιού Ε., Τσακπίνη Κ. (2006). Η Δομημένη Διδασκαλία. Τμήμα Ειδικής Αγωγής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 39-57. Ανακτήθηκε 20/09/2010, από τη διεύθυνση <http://www.sed.uth.gr/eef/images/Yliko/Mauropoulou.pdf>

Noesi (2010). Αυτισμός. Ανακτήθηκε 09/09/2010, από τη διεύθυνση <http://www.noesi.gr/book/export/html/190>

Bernard-Opitz, V., Ross, K., & Tuttas, M. L., (1990). Computer assisted instruction for children with autism. *Annals of the Academy of Medicine*, 19, 611-616.

Bernard-Opitz V., Sriram N., Nakhoda-Sapuan S. (2004), Enhancing Social Problem Solving in Children with Autism and Normal Children Through Computer-Assisted Instruction, *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Volume 31, Number 4, 377-384.

Chen, S.H. & Bernard-Opitz, V. (1993). Comparison of personal and computer-assisted instruction for children with autism. *Mental Retardation*, 31(6), 368-376.

Frith, U. (1989). *Autism: Explaining the enigma*. Oxford, England: Blackwell.

Heimann M., Nelson K., Tjus T., Gillberg C. (2005), Increasing reading and communication skills in children with autism through an interactive multimedia computer program, *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Volume 25, Number 5, 459-480.

Hodgdon, L. (1995). *Visual strategies for improving communication*. Michigan: Quirk Roberts.

Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250.

Lord, C., & Schopler, E. (1987). Neurobiological implications of sex differences in autism. E. Schopler & G.B. Mesibov (Eds.), *Neurobiological issues in autism*, New York: Plenum Press, 191-211

McGee GG, Daly T, Jacobs HA. The Walden preschool in Massachusetts. In: Harris SL, Handleman JS, eds. *Preschool education programs for children with autism*. Austin, Tex: PRO-ED; 1994:15-36.

Mesibov, G.B., Howley, M. (2003). *Accessing the curriculum for pupils with autistic spectrum disorders. Using the TEACCH program to help inclusion*. London: David Fulton Publishers.

Mesibov, G.B., Shea, V., & Schopler, E. (2005). *The TEACCH approach to autism spectrum disorders*. New York: Plenum Press.

Mobasher, B. (2004). *Web Usage Mining and Personalization*. M. P. Singh (ed.) *The Practical Handbook of Internet Computing*, CRC Press.

Moore M., Calvert S. (2000). Brief Report: vocabulary acquisition for children with autism: teacher or computer instruction. *Journal of Autism Developmental Disorder*, 30(4), 359-62.

Quill, C. (1995). *Teaching children with autism: Strategies to enhance communication and socialization*. New York: Delmar.

Tsai, L.Y., Stewart, M.A., Faust, M., Shook, S. (1982). Social class distribution of fathers of children enrolled in the Iowa Autistic Program. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 12, 211-221.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*, Cambridge, MA: Harvard University Press. Gardner, H. (1983), *Frames of Mind*. New York: Basic Books INC.

Williams, C., Wright, B., Callaghan, G., Coughlan, B. (2002). Do children with autism learn to read more readily by computer assisted instruction or traditional book methods?: A pilot study. *Autism*, 6, 71-91.



Προτάσεις προσαρμογών στις εργαστηριακές ασκήσεις μηχανικής της Φυσικής της Α΄ Λυκείου για μαθητές χωρίς όραση

Παναγιώτης Φ. Παπαλεξόπουλος¹, Αναστασία Φερεντίνου², Θεόδωρος Καρακασίδης³, Διονύσιος Βαβουγιός⁴

1. Δρ Ειδικής Παιδαγωγικής, papalex@uth.gr 2. Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Τμήματα ένταξης, milts@sch.gr

3. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, thkarak@uth.gr 4. Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής

Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, dvanou@uth.gr

Περίληψη

Στο πλαίσιο ένταξης μαθητών χωρίς όραση στο γενικό σχολείο μελετήσαμε στην εργασία μας αυτή τις προσαρμογές τις οποίες μπορούν να κάνουν οι εκπαιδευτικοί στις εργαστηριακές ασκήσεις της μηχανικής της Α΄ τάξης του Γενικού Λυκείου. Αναλύοντας το περιεχόμενο του εργαστηριακού οδηγού εντοπίστηκαν τα όργανα μέτρησης, οι συσκευές και τα υλικά που προτείνεται να χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση των εργαστηριακών ασκήσεων, καθώς επίσης και οι ενέργειες των μαθητών κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των ασκήσεων. Η κριτική ανάλυση των στοιχείων της βιβλιογραφίας αναφορικά με τις εργαστηριακές προσαρμογές, έδειξε ότι οι απτικές προσαρμογές στα όργανα μέτρησης και τις συσκευές του σχολικού εργαστηρίου, όπως επίσης και η εξασφάλιση του απαραίτητου χρόνου σε συνδυασμό με τη δυνατότητα παρέμβασης κατά την διάρκεια της εκτέλεσης των πειραμάτων από τους μαθητές χωρίς όραση, αποτελούν τους απαραίτητους παράγοντες για την ουσιαστική / ενεργό από κοινού με τους συμμαθητές τους εργαστηριακή εξάσκησή τους.

Abstract

In this article we studied the adaptations that the teachers of physics could make in the laboratory exercises of mechanics in the first grade of lyceum in order to contribute to the integration of the children with no vision in the mainstream school. Analyzing the content of the laboratory textbook we identified the laboratory instruments, the devices and the materials that are proposed to be used for the realization of laboratory exercises as well as the students' actions during the experiments. As for the laboratory adaptations the critical analysis of the data that obtained from the literature research showed that the haptic adjustments in the laboratory instruments and in some devices and the appropriate time that could be given to the students with no vision in conjunction to their intervention in the ongoing experiments seem to contribute to their participation in the laboratory exercises of mechanics with the other students.

Εισαγωγή

Η ανάγκη υλοποίησης εργαστηριακών ασκήσεων στο πλαίσιο διδασκαλίας της Φυσικής (Φ.Ε.Κ. 131/τ.Β΄/7-2-2002), προκύπτει από τα ερευνητικά αποτελέσματα της ΔΦΕ (Hofstein & Lunetta 2004, 1982), τα οποία δείχνουν ότι η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στη διεξαγωγή των πειραμάτων, συνεισφέρει στην ουσιαστική και σε βάθος κατανόηση των διδασκομένων εννοιών. Οι χωρίς όραση / μη βλέποντες μαθητές, κατά την εκτέλεση των εργαστηριακών ασκήσεων της Φυσικής συναντούν ποικίλα εμπόδια (Simone, Vozzola & Worobey 2007) από τα οποία τα πλέον συνήθη αναφέρονται στην έλλειψη της δυνατότητας:

- μέτρησης μεγεθών με την βοήθεια μετρητικών οργάνων αναλογικής κλίμακας (κανόνες, μοιρογνωμόνια, θερμόμετρα κλπ) ή/και με ανάγνωση των ενδείξεων ψηφιακών μετρητικών οργάνων (χρονόμετρα, αμπερόμετρα, βολτόμετρα κλπ)
- οπτικής παρατήρησης των κινήσεων αντικειμένων αλλά και γενικότερα αλλαγών στο χρόνο και εκτέλεσης χειρισμών οι οποίοι απαιτούν τα παραπάνω.
- πρόσληψης πληροφοριών και επεξηγήσεων μέσω ανάγνωσης συνοδευτικού κειμένου ή/και παρατήρησης εικόνων λόγω της ακατάλληλης για αυτούς παρουσίασής της.

Γενικότερα, οι μη βλέποντες είναι αναγκασμένοι να χρησιμοποιούν διαδικασίες μέτρησης στην καθημερινή τους ζωή για να προσανατολιστούν, με αποτέλεσμα να εκτιμούν καλύτερα διαστάσεις και μήκη έναντι των βλέπόντων (Κώτσης 2007). Είναι επίσης περισσότερο ακριβείς στην εκτίμηση / μέτρηση διαστάσεων οι οποίες είναι άμεσα αντιληπτές από τον άνθρωπο (Jones, Taylor & Broadwell 2009). Στην βιβλιογραφία αναφέρεται επίσης (Mason & McCall 2004) ότι οι μη βλέποντες μαθητές δυσκολεύονται στην κατανόηση της σχέσης μεταξύ της απόστασης και του χρόνου. Έτσι, η διερεύνηση των δυνατοτήτων προσαρμογής των εργαστηριακών ασκήσεων της Φυσικής και γενικότερα των Φυσικών Επιστημών, ώστε να μπορεί να επιτευχθεί ουσιαστική και ενεργητική εργαστηριακή άσκηση και για τους μη βλέποντες μαθητές αποτελεί επομένως ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον ερευνητικό αντικείμενο στο πλαίσιο της ένταξης μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και ιδιαίτερα μαθητών χωρίς όραση στο γενικό Λύκειο (Ν. 2817/2000, Ν. 3699/2008).

Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια διερεύνησης των δυνατοτήτων προσαρμογής των εργαστηριακών ασκήσεων Μηχανικής της Α' Λυκείου, ώστε να μπορεί να επιτευχθεί ταυτόχρονη ουσιαστική και ενεργητική εργαστηριακή άσκηση για βλέποντες και μη βλέποντες μαθητές. Για το σκοπό αυτό εντοπίστηκαν από τον εργαστηριακό οδηγό της Φυσικής της Α' Λυκείου (Βλάχος κ.α., 2007) τα όργανα μέτρησης, οι συσκευές και τα υλικά τα οποία προτείνεται να χρησιμοποιηθούν, καθώς και οι ενέργειες τις οποίες πρέπει να εκτελέσουν οι μαθητές κατά την άσκησή τους. Εντοπίστηκαν επίσης από την σχετική βιβλιογραφία οι ενδεχόμενες προσαρμογές, οι οποίες μπορούν να γίνουν τόσο στα όργανα μέτρησης, τις συσκευές και τα υλικά, ώστε να είναι προσβάσιμα και από τους μη βλέποντες μαθητές όσο και στις ενέργειες οι οποίες θα πρέπει να εκτελεστούν κατά τη διάρκεια των ασκήσεων.

Προσαρμογές στα όργανα μέτρησης

Πίνακας 1: Όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούνται στις εργαστηριακές ασκήσεις της μηχανικής

Όργανα μέτρησης	Μετρούμενο φυσικό μέγεθος	Εργαστηριακές ασκήσεις										
		Μήκος, χρόνος, μάζα, δύναμη	Επιταχυνόμενη κίνηση	Επιβραδυνόμενη κίνηση	Αδρανειακή μάζα ($F=ma$)	Αδρανειακή μάζα (κεκλιμένο επίπεδο)	Οριζόντια βολή	Ελεύθερη πτώση	Κεντρομόλος δύναμη	Τριβή ολίσθησης	Διατήρηση ορμής	Διατήρηση μηχανικής ενέργειας
Γνώμονας	Μήκος						✓					✓
Διαστημόμετρο	Μήκος	✓										
Μικρόμετρο	Μήκος	✓										
Υποδεκάμετρο	Μήκος	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ζυγός ημιαναλυτικός	Μάζα	✓										



Ζυγός με βερνιέρο	Μάζα	✓			✓					✓	✓	✓
Μετρονόμος	Χρόνος	✓										
Χρονόμετρο	Χρόνος	✓							✓			
Δυναμόμετρο	Δύναμη	✓			✓							
Μοιρογνωμόνιο	Γωνία					✓		✓		✓		

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 1 οι μαθητές ασκούνται στην μέτρηση του μήκους, της μάζας, του χρόνου και της δύναμης. Περισσότερη εξάσκηση φαίνεται να γίνεται στη μέτρηση του μήκους που περιλαμβάνεται σε όλες τις εργαστηριακές ασκήσεις με τη χρήση τεσσάρων διαφορετικών οργάνων μέτρησης και στη μάζα που πραγματοποιείται σε πέντε ασκήσεις. Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι ιδιαίτερη σημασία έχουν οι προσαρμογές που αφορούν τα όργανα μέτρησης και θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

Όργανα μέτρησης του μήκους

Η χρήση του υποδεκάμετρου στην μέτρηση του μήκους γίνεται σε όλες εργαστηριακές ασκήσεις ενώ περιορισμένη είναι η χρήση του γνώμονα, του διαστημόμετρου και του μικρόμετρου. Δεδομένου ότι ο γνώμονας που χρησιμοποιείται σε δύο μόνο ασκήσεις μπορεί να αντικατασταθεί με το υποδεκάμετρο και ότι η εξάσκηση των μαθητών στη χρήση του διαστημόμετρου και του μικρόμετρου (που γίνεται μόνο στην πρώτη άσκηση) δεν αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για την πραγματοποίηση των υπολοίπων, θεωρούμε ότι οι προσαρμογές του υποδεκάμετρου καλύπτουν τις ανάγκες των μη βλέπόντων μαθητών. Η διερεύνηση της βιβλιογραφίας δείχνει ότι οι μαθητές χωρίς όραση μπορούν να εξασκηθούν στην ανάγνωση της κλίμακας οργάνων μέτρησης με την αίσθηση της αφής, αν οι ενδείξεις είναι ανάγλυφες. Σε μερικές περιπτώσεις τους είναι αρκετό να αισθανθούν τις διαφορετικές θέσεις των ενδείξεων της κλίμακας και ένας συμμαθητής τους να τους διαβάσει την ένδειξη. Γενικά, το υποδεκάμετρο μπορεί να προσαρμοστεί με την τοποθέτηση καρφίτσων διαφορετικού μεγέθους ή εξογκωμάτων έτσι ώστε να διαχωριστούν οι βασικές μονάδες της κλίμακάς του (Dion, Hoffman & Matter 2000). Μια άλλη δυνατότητα είναι να γίνει χρήση ράβδου αλουμινίου μήκους 20cm όπου έχουν χαραχθεί οι ενδείξεις των χιλιοστών στα πρώτα 5cm, οι ενδείξεις των εκατοστών στα επόμενα 5cm της ράβδου και οι ενδείξεις των 10cm στα υπόλοιπα 20cm (Windelborn 1999). Επίσης σε ξύλινο υποδεκάμετρο είναι δυνατόν να χαραχθούν εγκοπές σε απόσταση 1cm η μία από την άλλη. Οι μη βλέποντες μαθητές μπορούν να μετρούν μήκη με ακρίβεια 0,5cm. Η ίδια διαδικασία προσαρμογής ακολουθείται και με ορισμένους πλαστικούς χάρακες (Hill 1995). Μία μέθοδος η οποία προτείνεται γενικότερα για την κατασκευή ανάγλυφων οργάνων μέτρησης όπως το υποδεκάμετρο, είναι η φωτοτύπηση τμημάτων ενός υποδεκάμετρου, η μετατροπή της φωτοτυπίας σε διαφάνεια, η επικόλλησή της στο υποδεκάμετρο και η χρήση συνδετήρων ή κόλλας για τον σχηματισμό ανάγλυφης ένδειξης σε κάθε cm (Wagner 1995, Kumar, Ramasamy & Stefanich 2001).

Όργανα μέτρησης της μάζας

Από τον πίνακα 1 προκύπτει ότι η μάζα χρειάζεται να μετρηθεί στις περισσότερες ασκήσεις με τη χρήση ζυγού με βερνιέρο και μόνο στην πρώτη άσκηση με ημιαναλυτικό ζυγό. Ο τελευταίος χρησιμοποιείται με τη βοήθεια σταθμών, τα οποία μπορούν μέσω της αφής να αναγνωριστούν από τους μη βλέποντες μαθητές, καθώς είναι από το ίδιο υλικό και οι διαστάσεις τους διαφέρουν ανάλογα με τη μάζα τους (Windelborn 1999). Γενικότερα, ο ζυγός

με δίσκους μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς ιδιαίτερη προσαρμογή αν ο δείκτης της κλίμακας μετρήσεων μπορεί να ψηλαφιστεί. Οι μη βλέποντες μαθητές μπορούν να διδαχθούν τον τρόπο με τον οποίο θα εντοπίζουν και θα βρίσκουν την ένδειξη του δείκτη χωρίς να τον μετακινούν, με την προϋπόθεση ότι ο δείκτης του ζυγού είναι αρκετά κοντά στην κλίμακα και στο ίδιο ύψος με το δείκτη ή υψηλότερα από αυτόν. Έτσι, εφαρμόζοντας ελάχιστη πίεση θα μπορούν να αγγίζουν την κλίμακα και να αισθανθούν τον δείκτη με ένα δάχτυλο, μειώνοντας το πρόβλημα της τυχαίας μετακίνησής του δείκτη (Dion, Hoffman & Matter 2000). Όσον αφορά στον ζυγό με ελατήριο όπου η κλίμακα και ο δείκτης βρίσκονται συνήθως εντός πλαστικής ή μεταλλικής θήκης, η προσαρμογή του μπορεί να γίνει με αφαίρεση της θήκης και προσθήκη ανάγλυφης κλίμακας (Dion, Hoffman & Matter 2000).

Όργανα μέτρησης του χρόνου

Όσον αφορά στη μέτρηση του χρόνου, θεωρούμε ότι το χρονόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην άσκηση όπου προτείνεται η χρήση μετρονόμου. Το ψηφιακό χρονόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μη βλέποντες μαθητές, εφόσον ένας συμμαθητής τους διαβάσει την ένδειξη (Dion, Hoffman & Matter 2000, Simone, Vozzola & Worobey 2007) ή παρέχεται από τη συσκευή φωνητικά (Wilbraham, Staley, Matta & Waterman, Supalo et al, Kumar, Ramasamy & Stefanich 2001). Το ομιλούντα χρονόμετρο έχουν ακρίβεια έως 0,01s και λειτουργίες που ενεργοποιούνται με τη χρήση κουμπιών που έχουν ετικέτες σε γραφή Braille ή μικροδιακόπτες ευαίσθητους σε ασκούμενη δύναμη από το χέρι (Supalo et al). Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν μηχανές Braille που διαθέτουν χρονόμετρο (Windelborn 1999) με ακρίβεια έως και 0,1s.

Όργανα μέτρησης της δύναμης και της γωνίας

Η μέτρηση του φυσικού μεγέθους της δύναμης που γίνεται σε δύο εργαστηριακές ασκήσεις, αφορά τη μέτρηση του βάρους σε ορισμένα είδη αντικειμένων. Η προσαρμογή του δυναμόμετρου γίνεται με προσθήκη ανάγλυφων ενδείξεων, σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφηκε στις προσαρμογές για το υποδεκάμετρο και προτείνεται να εφαρμόζεται γενικά στην κατασκευή ανάγλυφων ενδείξεων-εικόνων-γραφημάτων (Wagner 1995, Kumar, Ramasamy & Stefanich 2001). Ανάλογη προσαρμογή προτείνεται και για το μοιρογνωμόνιο που χρησιμοποιείται στην μέτρηση των γωνιών σε τρεις εργαστηριακές ασκήσεις (Dion, Hoffman & Matter 2000, Simone, Vozzola & Worobey 2007).

Προσαρμογές στις συσκευές και τα υλικά

Η ταξινόμηση των αντικειμένων, από τα οποία αποτελούνται οι πειραματικές διατάξεις, σε συσκευές και υλικά έγινε σύμφωνα με το κριτήριο ότι τα αντικείμενα που αποτελούνται από διάφορα εξαρτήματα και μπορούν να εκτελέσουν μία συγκεκριμένη μηχανική λειτουργία ανήκουν στην κατηγορία των συσκευών (ηλεκτρικός χρονομετρητής, τροχαλία κλπ) ενώ τα αντικείμενα που δεν αποτελούνται από επί μέρους εξαρτήματα (σύρμα, μεταλλική ράβδος κλπ) ανήκουν στην κατηγορία των υλικών. Στις εργαστηριακές ασκήσεις της οριζόντιας βολής και της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας σύμφωνα με τον εργαστηριακό οδηγό προτείνεται να δοθούν στους μαθητές έτοιμες φωτογραφίες πολλαπλών λήψεων που θα τις χρησιμοποιήσουν για να μετρήσουν τις αποστάσεις και να κάνουν τους απαραίτητους υπολογισμούς. Η προσαρμογή που μπορεί να γίνει στις φωτογραφίες είναι η μετατροπή τους σε ανάγλυφη μορφή (Wagner 1995, Kumar, Ramasamy & Stefanich 2001).



Πίνακας 2: Συσκευές που χρησιμοποιούνται στις εργαστηριακές ασκήσεις της μηχανικής

Συσκευές	Εργαστηριακές ασκήσεις								
	Μήκος, χρόνος, μάζα, δύναμη	Επιταχυνόμενη κίνηση	Επιβραδυνόμενη κίνηση	Αδρανειακή μάζα ($F=ma$)	Αδρανειακή μάζα (κεκλιμένο επίπεδο)	Ελεύθερη πτώση	Κεντρομόλος δύναμη	Τριβή ολίσθησης	Διατήρηση ορμής
Αεροστάθμη									✓
Αμαξίδιο εργαστηριακό		✓	✓	✓	✓	✓			
Ηλεκτρικός χρονομετρητής	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Τριβόμετρο			✓					✓	
Τροχαλία		✓		✓					

Από τα δεδομένα του πίνακα 2, σε σύνολο εννέα ασκήσεων, φαίνεται ότι ο ηλεκτρικός χρονομετρητής και το εργαστηριακό αμαξίδιο χρησιμοποιούνται στις περισσότερες από τις εργαστηριακές ασκήσεις. Ο ηλεκτρικός χρονομετρητής περιλαμβάνει μεταλλική ακίδα η οποία χρησιμοποιείται για να σχηματίζει κουκκίδες σε χαρτοταινία, με τη βοήθεια ενός φύλλου καρμπόν. Η ακίδα συνήθως δημιουργεί ανάγλυφες κουκκίδες οι οποίες ανάλογα με το βάθος που έχουν αποτυπωθεί μπορούν να ενισχυθούν αν πατηθούν ξανά με τη βοήθεια μολυβιού από τον εκπαιδευτικό ή τον βλέποντα συμμαθητή. Ο θόρυβος από τα εργαστηριακά αμαξίδια κατά την κίνηση τους μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές χωρίς όραση να εντοπίσουν τη θέση τους ή την κατάσταση της κίνησής τους (Dion, Hoffman & Matter 2000) και έτσι δεν χρειάζεται να γίνει προσαρμογή. Η τροχαλία μπορεί να αναγνωριστεί από τους μη βλέποντες μαθητές μέσω της αφής, χρειάζονται όμως αρκετό χρόνο για να κατανοήσουν τη σύνδεσή της με τις υπόλοιπες συσκευές της διάταξης, όπως άλλωστε συμβαίνει με τον σχηματισμό της συνολικής εικόνας (αντιληπτικός χάρτης) που προκύπτει από απτικές πληροφορίες (Dion, Hoffman & Matter 2000). Επίσης η εξοικείωση τους με το τριβόμετρο μπορεί να γίνει με απτικό τρόπο. Όσον αφορά τη χρήση αεροστάθμης πρέπει να σημειωθεί ότι οι μη βλέποντες μαθητές μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν μόνο με τη βοήθεια των βλέπόντων συμμαθητών τους, θεωρούμε όμως ότι η περιορισμένη της χρήση μόνο στην άσκηση της διατήρησης της ορμής δεν μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για τη συμμετοχή των μαθητών χωρίς όραση στις υπόλοιπες εργαστηριακές ασκήσεις μηχανικής. Τα υλικά του πίνακα 3 που χρησιμοποιούνται σε μετρήσεις μεγεθών ή/και αποτελούν το κινούμενο αντικείμενο μπορούν να αναγνωριστούν με την αίσθηση της αφής από τους μαθητές χωρίς όραση. Η χρήση σχετικά λίγων υλικών σε κάθε εργαστηριακή άσκηση για μετρήσεις και η επαναλαμβανόμενη χρήση της χαρτοταινίας, αποτελούν θετικές ενδείξεις ότι τα παιδιά χωρίς όραση εφόσον έχουν τον χρόνο να επεξεργαστούν τα υλικά, για να σχηματίσουν τον αντίστοιχο αντιληπτικό χάρτη (Argyropoulos 2002), θα μπορούν να συμμετέχουν ενεργά στην εκτέλεση των πειραμάτων.

Πίνακας 3: Υλικά που χρησιμοποιούνται σε μετρήσεις φυσικών μεγεθών ή/και αποτελούν το κινούμενο αντικείμενο και συμπληρωματικά υλικά που χρησιμοποιούνται για τη συναρμολόγηση των πειραματικών διατάξεων στις εργαστηριακές ασκήσεις της μηχανικής

	Εργαστηριακές ασκήσεις								
	Μήκος, χρόνος, μάζα, δύναμη	Επιταχυνόμενη κίνηση	Επιβραδυνόμενη κίνηση	Αδρανειακή μάζα ($F=ma$)	Αδρανειακή μάζα (κεκλιμένο)	Ελεύθερη πτώση	Κεντρομόλος δύναμη	Τριβή ολίσθησης	Διατήρηση ορμής
Υλικά									
Βαράκι/ια	✓	✓		✓					
Μέταλλα (κύβοι κ.λπ.)	✓								
Ξύλινο παραλληλεπίπεδο			✓					✓	
Πώματα με δύο τρύπες							✓		
Ροδέλες σιδερένιες							✓		
Σανίδα λεία					✓	✓			
Σταθμά	✓								
Σύρμα	✓								
Τούβλα									✓
Χαρτοταινία		✓	✓	✓	✓	✓			
Συμπληρωματικά υλικά									
Βαρύ σώμα					✓	✓		✓	
Βάση από χυτοσίδηρο					✓	✓		✓	
Κολλητική ταινία		✓	✓	✓	✓	✓			
Νήμα		✓		✓			✓		
Ξύλινα εμπόδια (πήχεις)									✓
Ράβδοι μεταλλικοί					✓	✓		✓	
Σύνδεσμος απλός					✓	✓		✓	
Συνδετήρες							✓		
Σφιγκτήρας	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
Σωλήνας γυάλινος							✓		

Όσον αφορά στα υλικά που χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά στις πειραματικές διατάξεις (πίνακας 3) θεωρούμε ότι μπορούν να ψηλαφιστούν από τους μαθητές χωρίς όραση και να γίνει αντιληπτός ο ρόλος τους στις διατάξεις, με την προϋπόθεση ότι τους δίνεται αρκετός χρόνος. Ειδικότερα για τις δύο εργαστηριακές ασκήσεις της αδρανειακής μάζας και της ελεύθερης πτώσης όπου εμφανίζεται ο μεγαλύτερος αριθμός συμπληρωματικών υλικών, τα υλικά κολλητική ταινία και σφιγκτήρας έχουν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες εργαστηριακές ασκήσεις οπότε οι μαθητές χωρίς όραση έχουν εξασκηθεί στη χρήση τους.



Προσαρμογές στις ενέργειες των μαθητών

Η ανάλυση του εργαστηριακού οδηγού, για τον εντοπισμό των ενεργειών που πρέπει να εκτελέσουν οι μαθητές χωρίς όραση κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών ασκήσεων μηχανικής έγινε χρησιμοποιώντας ως μονάδα ανάλυσης τα ρήματα των προτάσεων που περιέγραφαν οδηγίες προς τους μαθητές. Η ανάλυση περιεχομένου έδειξε ότι οι ενέργειες αυτές είναι α) η ανάγνωση των οδηγιών για την υλοποίηση της άσκησης, β) η συναρμολόγηση της πειραματικής διάταξης, γ) η εκτέλεση του πειράματος, δ) η μέτρηση φυσικών μεγεθών που μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια του πειράματος, ε) η καταγραφή των μετρήσεων, στ) η επεξεργασία των μετρήσεων, ζ) η απάντηση ερωτημάτων σχετικών με το περιεχόμενο των ασκήσεων, η) η κατασκευή γραφικών παραστάσεων, θ) η εκτέλεση πράξεων με τα μέτρα των φυσικών μεγεθών και ι) οι υπολογισμοί φυσικών μεγεθών μέσω των γραφικών παραστάσεων.

Σε ενέργειες όπως η ανάγνωση οδηγιών, η καταγραφή και επεξεργασία μετρήσεων, η απάντηση ερωτημάτων, η κατασκευή γραφικών παραστάσεων, η εκτέλεση πράξεων και οι υπολογισμοί με βάση τα δεδομένα των γραφικών παραστάσεων, είναι απαραίτητη η χρήση της μηχανής Braille. Όσον αφορά στη συναρμολόγηση των διατάξεων, την εκτέλεση του πειράματος και τη μέτρηση μεγεθών που μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια των πειραμάτων οι προσαρμογές που έχουν ήδη αναφερθεί για τα όργανα μέτρησης, για τις συσκευές και για τα υλικά μπορούν να βοηθήσουν τους μη βλέποντες μαθητές να τις εκτελέσουν. Ειδικότερα για την ενέργεια "εκτέλεση του πειράματος" σε πειράματα ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης, ομαλής κυκλικής κ.λπ. οι εκπαιδευτικοί μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές χωρίς όραση να αντιληφθούν την κίνηση παροτρύνοντας τους να παρέμβουν στην εξέλιξή της π.χ. όπως να αγγίξουν ελαφρά το εργαστηριακό αμαξίδιο για να έχουν αίσθηση της αρχικής ταχύτητας, να σταματήσουν το αμαξίδιο όταν κινείται ώστε να έχουν αίσθηση της στιγμιαίας ταχύτητας, να ακούσουν τον ήχο της σύγκρουσης του αντικειμένου με την επιφάνεια που προσκρούει κατά την ελεύθερη πτώση κ.λπ. (Dion, Hoffman & Matter 2000).

Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκαν προτάσεις προσαρμογής των εργαστηριακών ασκήσεων μηχανικής της Α΄ Λυκείου ώστε μη βλέποντες μαθητές να συμμετέχουν στην πραγματοποίησή τους ισότιμα με τους βλέποντες μαθητές. Οι απτικές προσαρμογές που προτάθηκαν στα όργανα μέτρησης και τις συσκευές που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στις εργαστηριακές ασκήσεις έχουν αξιολογηθεί θετικά για τη συνεισφορά τους στην ενταξιακή διαδικασία των μαθητών χωρίς όραση. Η αξιολόγηση έχει γίνει είτε στο πλαίσιο ερευνητικών προγραμμάτων που έχουν πραγματοποιηθεί από συνεργασία φορέων που ασχολούνται με τα παιδιά χωρίς όραση, όπως ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα, συμβουλευτικοί φορείς κ.ά (Dion, Hoffman & Matter 2000, Supalo et al), είτε στο πλαίσιο μελετών περίπτωσης, όπως σε επίπεδο μιας σχολικής μονάδας (Hill 1995), σε επίπεδο ενός ατόμου (Windelborn 1999) κ.λπ. Όσον αφορά στα υλικά που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση φυσικών μεγεθών ή για τη συναρμολόγηση των πειραματικών διατάξεων θεωρούμε ότι αν δοθεί στους μη βλέποντες μαθητές ο απαραίτητος χρόνος θα μπορέσουν να σχηματίσουν τον αντίστοιχο αντιληπτικό χάρτη. Για τις προσαρμογές που αφορούν τις ενέργειες των μη βλέπόντων μαθητών οι εκπαιδευτικοί μπορούν να τους παροτρύνουν να παρέμβουν στην εξέλιξη της κίνησης του αντικειμένου κατά το πείραμα ώστε να αντιληφθούν το φαινόμενο και τα σχετικά μεγέθη. Σημαντικό ρόλο όμως έχουν και οι βλέποντες συμμαθητές τους καθώς μπορούν με την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών να βοηθήσουν κατά την εκτέλεση των ασκήσεων. Ολοκληρώνοντας την εργασία μας αυτή, θεωρούμε ότι ιδιαίτερα σημαντική είναι επίσης η παρουσία και συμμετοχή του εκπαιδευτικού ειδικής αγωγής στην συνολική διαδικασία καθώς

μπορεί να συμβάλει στην επιλογή και υλοποίηση των προτεινομένων προσαρμογών φροντίζοντας ώστε να επιλεγεί κατάλληλος αριθμός, βελτιώνοντας την εξάσκηση στις βασικές δεξιότητες και διατηρώντας αμείωτη την επικοινωνία των μη βλέπόντων με τους βλέποντες συμμαθητές τους (Dion, Hoffman & Matter 2000).

Βιβλιογραφία

Απόφαση του Υπουργού Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων Γ2/8212 (Φ.Ε.Κ. 131/τ.Β'7-2-2002). Πρόγραμμα Σπουδών των μαθημάτων των Α', Β', Γ' τάξεων του Ενιαίου Λυκείου.

Βλάχος, Ι., Γραμματικάκης, Ι., Καραπαναγιώτης, Β., Κόκκοτας, Π., Περιστερόπουλος, Π., & Τιμοθέου, Γ. (2007). Εργαστηριακός οδηγός Φυσικής Γενικής Παιδείας Α' Τάξης Ενιαίου Λυκείου, ΥΠΕΠΘ, ΠΙ. Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.

Κώτσης, Κ. (2007). Η ικανοποιητική δεξιότητα των τυφλών μαθητών στη διαδικασία της μέτρησης, σε αντίθεση με τους βλέποντες, τεκμήριο ορθότερης αντίληψης διαστάσεων αντικειμένων και εννοιών της φυσικής. 5ο Συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», 5 (Α), 149-157.

Νόμος 2817/2000 (Φ.Ε.Κ. 78/τ.Α'14-3-2000). Εκπαίδευση των ατόμων με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες ; 3699/2008 (Φ.Ε.Κ. 199/τ.Α'2-10-2008). Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση ατόμων με αναπηρία ή με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες.

Argyropoulos, V. (2002). Tactual shape perception in relation to the understanding of geometrical concepts by blind students. *The British journal of Visual Impairment*, 20(1), 7-16.

Dion, M., Hoffman, K., & Matter, A. (2000). *Teacher's Manual for Adapting Science Experiments for Blind and Visually Impaired Students*. Worcester Polytechnic Institute. <http://www.tsbvi.edu/Education/Manual2.doc>. (Πρόσβαση 13-12-2009)

Mason, H. & McCall, S. (2004). Παιδιά και νέοι με προβλήματα όρασης: Η πρόσβαση στην εκπαίδευση. Επιστημονική επιμέλεια: Α. Ζώνιου-Σιδέρη, Ε. Ντεροπούλου-Ντέρου. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.

Hill, K. (1995). Blind Students and Practical Science. *Future Reflections*, 14(3). <http://www.nfb.org/images/nfb/Publications/fr/fr14/Issue3/f140308.html>. (Πρόσβαση 27-11-2009).

Hofstein, A., & Lunetta, V., N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217 ; (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28-54.

Jones, M.G., Taylor, A., & Broadwell, B. (2009). Concepts of scale held by students with visual impairment. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(5), 506-519.

Kumar, D., Ramasamy, R., & Stefanich, G. (2001). Science for Students with Visual Impairments: Teaching Suggestions and Policy Implications for Secondary Educators. *Electronic Journal of Science Education*, 5(3). <http://wolfweb.unr.edu/homepage/crowther/ejse/kumar2etal.html>. (Πρόσβαση 30-11-2009).

Milchus, K. (2009). Accessible Science Labs. Center for Assistive Technology and Environmental Access, Georgia Tech., Atlanta, GA. <http://www.colorado.edu/ATconference/Milchus-Colorado1.htm>. (Πρόσβαση 27-11-2009)

Simone, N., Vozzola, E., & Worobey L. (2007). Adapting Hands-On Science Programs for Students with Disabilities. <http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042907-213933/unrestricted/IQP-HXA-A073-CSIRO.pdf>. (Πρόσβαση 27-11-2009)



Supalo, C., Kreuter, R., Mallouk, T., Greenberg, A., Wohlers, D., Roth, A., & Rankel, L. (χ.χ.). Techniques and Tools to Enhance Blind and Visually Impaired Students' Participation in High School Level and General Chemistry Laboratory Classes Final Progress Report. http://ilab.psu.edu/ILAB_report.pdf. (Πρόσβαση στις 29-7-2010)

Wagner, B.V. (1995). Measurement for students who are visually-impaired. In Egelston-Dodd, J. (ed.), Improving science instruction for students with disabilities: Proceedings of a working conference on science for persons with disabilities. IA: University of Northern Iowa, p. 77.

Wilbraham, A. Staley, D. Matta, M. & Waterman, E. (Eds) (χ.χ.). Adaptations to Experiments from the Prentice-Hall Chemistry Laboratory Manual, Teacher's Edition. http://ilab.psu.edu/expt_modifications.pdf. (Πρόσβαση 28-11-2009)

Windelborn, A.F. (1999). Doing Physics Blind. Physics Teacher, 37(6), 366-367.

Ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση της διδακτικής αποτελεσματικότητας εκπαιδευτικού λογισμικού χημείας για μαθητές με δυσλεξία της Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας

Ιωάννα Πάττα, Μαίρη Παπαρρηγοπούλου-Καμαριωτάκη

Μεταπτ. Φοιτήτρια ΔιχηNET, giannapatt@yahoo.gr

Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Χημείας, kamariotaki@chem.uoa.gr

Περίληψη

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να κατασκευαστεί και να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού στη σχολική επίδοση μαθητών Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας με πιστοποίηση δυσλεξίας. Το εκπαιδευτικό λογισμικό αναφέρεται στην ανάγνωση, αναγνώριση και γραφή των συνεπτυγμένων συντακτικών τύπων των ομολόγων σειρών των αλκανίων, αλκενίων, αλκοολών, αιθέρων, αλδεϋδών. Είναι εμπλουτισμένο με χρωματισμούς, animation, χρήση μοριακών μοντέλων μπάλας και διαδραστικές εφαρμογές. Η εκπαιδευτική διαδικασία έλαβε χώρα σε δύο διδακτικές ώρες σε είκοσι εννέα δυσλεξικούς μαθητές της Β' Λυκείου. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η πειραματική με προέλεγχο και μετέλεγχο ενώ ακολούθησε και συνέντευξη. Από τα δεδομένα της έρευνας επαληθεύτηκε η ερευνητική μας υπόθεση σύμφωνα με την οποία η εφαρμογή του υπολογιστικού προγράμματος και των νέων τεχνολογιών, αντίθετα με την παραδοσιακή διδασκαλία, βοηθάει στην κατανόηση και τη διάκριση των συγκεκριμένων εννοιών-συμβολισμών, προάγει το ενδιαφέρον για μάθηση και έχει ως αποτέλεσμα να βελτιώνεται η επίδοση των μαθητών με δυσλεξία.

Abstract

The aim of this study was to construct an educational software especially for students with dyslexia and then to apply to the sample population and investigate its effectiveness. This educational software refers to reading recognition and spelling of compact syntactic types of homologous series of alkanes, alkenes, alcohols, ethers and aldehydes. It is enriched with color, animation, the use of molecular ball models and interactive applications. The educational process took place at two teaching hours at twenty-nine dyslexic students of second grade of lyceum. The method used was experimental with pre and post- control. From the survey data was verified our initial research assumption that the application of computer program and new technologies, in contrast to traditional teaching, helps to understand and distinguish the specific concepts of symbolism, promotes interest in learning and is thereby improving the performance of students with dyslexia.

Εισαγωγή

Η μάθηση ανέκαθεν κέντριζε το ενδιαφέρον τόσο από την οπτική της απλής ανθρώπινης περιέργειας όσο και της πιο διεισδυτικής επιστημονικής σκοπιάς. Οι μηχανισμοί που εμπλέκονται στη διαδικασία κατάκτησής της αποτέλεσαν ιδιαίτερο ζήτημα ειδικότερα τη χρονική στιγμή που παρουσιάστηκαν δυσκολίες μάθησης στη σχολική τάξη. Ακολουθεί η κατηγοριοποίηση τους και η οριοθέτησή τους. Ωστόσο, ο ορισμός των ειδικών μαθησιακών δυσκολιών εξακολουθεί να αποτελεί αντικείμενο αντιπαράθεσης καθώς αποτέλεσε πεδίο ενδιαφέροντος για πολλές επιστήμες όπως την Ιατρική, την Παιδαγωγική και ιδιαίτερα την Ψυχολογία. Ο πιο πρόσφατος ορισμός των Μαθησιακών Δυσκολιών είναι αυτός στον οποίο



κατέληξε το «Εθνικό Συμβούλιο Μαθησιακών Δυσκολιών» των ΗΠΑ (National Joint Committee of Learning Disabilities). Έτσι, σύμφωνα με τον ορισμό αυτό:

«*Μαθησιακές Δυσκολίες είναι ένας γενικός όρος ο οποίος αναφέρεται σε μια ετερογενή ομάδα διαταραχών που προέρχονται από σοβαρές δυσκολίες στην εκμάθηση και χρήση του λόγου, της ανάγνωσης, της γραφής, της λογικής σκέψης και των μαθηματικών ικανοτήτων. Οι διαταραχές αυτές είναι εγγενείς και υποστηρίζεται ότι οφείλονται σε δυσλειτουργία του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Συχνά Μαθησιακές Δυσκολίες μπορεί να υπάρχουν ταυτόχρονα και σε άλλες συνθήκες ανεπάρκειας π.χ. αισθητηριακές βλάβες, νοητική καθυστέρηση, κοινωνική ή συναισθηματική διαταραχή. Μπορεί επίσης να συνυπάρχουν και με περιβαλλοντικού τύπου προβλήματα όπως π.χ. πολιτισμική αποστέρηση, ακατάλληλη ή ανεπαρκή διδασκαλία κ.τ.λ. Πρέπει όμως να τονιστεί ότι δεν είναι άμεσο αποτέλεσμα των συνθηκών αυτών*». Σήμερα ως μαθησιακές δυσκολίες θεωρούνται οι εξής κατηγορίες: α) δυσαριθμία, β) δυσαναγνώσια, γ) δυσγραφία, δ) διάσπαση προσοχής/υπερκινητικότητα και ε) δυσλεξία. Η δυσλεξία αποτελεί εδώ και πολλά χρόνια αντικείμενο εντατικής παρατήρησης, ερευνητικών προσπαθειών και θεραπευτικών πειραματισμών. Σύμφωνα με τη Διεθνή Εταιρεία Δυσλεξίας (International Dyslexic Association, IDA): «*Η δυσλεξία είναι μια συγκεκριμένη μαθησιακή δυσκολία που έχει νευρολογική προέλευση. Εμφανίζεται όταν η ακρίβεια και η ευχέρεια στην ανάγνωση λέξεων παρουσιάζει δυσκολίες, παράλληλα συνοδεύεται με μειωμένες ικανότητες στην ορθογραφημένη γραφή και την αποκωδικοποίηση. Αυτές οι δυσκολίες προκύπτουν χαρακτηριστικά από ένα έλλειμμα στο φωνολογικό σύστημα της γλώσσας, που είναι συχνά απροσδόκητο σε σχέση με άλλες γνωστικές ικανότητες και την παροχή αποτελεσματικής καθοδήγησης στην σχολική τάξη. Δευτερεύουσες συνέπειες μπορούν να περιλάβουν προβλήματα στην κατανόηση κειμένου κατά την ανάγνωση και μειωμένη αναγνωστική εμπειρία, που μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη λεξιλογίου και γνωστικού υπόβαθρου*». Η δυσλεξία αφορά στην ειδική δυσκολία του ατόμου στην ανάγνωση, την ορθογραφημένη γραφή λέξεων, τη βραχυπρόθεσμη μνήμη, την μακροπρόθεσμη μνήμη, το συντονισμό, δυσκολίες στην οργάνωση, δυσκολίες στην πρόσληψη πληροφοριών και φωνολογικές δυσκολίες (Peer & Reid, 2003), που ωστόσο ταυτόχρονα επηρεάζει την εκμάθηση και άλλων συμβολικών συστημάτων όπως εκείνο της χημείας (Πόρποδας, 1997). Η ιδιαιτερότητα της χημείας σε σχέση με τις υπόλοιπες θετικές επιστήμες είναι η εκτεταμένη χρήση χημικών τύπων και συμβολισμών, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν/ απεικονίσουν τις χημικές διεργασίες και τις εννοιολογικές ενότητες (μόρια, άτομα κ.τ.λ.). Οι χημικοί συμβολισμοί απαιτούν από τους μαθητές την ανάπτυξη ιδιαίτερων πνευματικών ικανοτήτων με συνέπεια οι περισσότεροι να θεωρούν το μάθημα της χημείας ιδιαίτερα δύσκολο ή ακόμη και βαρετό. Πράγματι, η αντιληπτική ικανότητα των περισσότερων μαθητών έχει την τάση να περιορίζεται στο αισθητηριακό επίπεδο με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να συλλάβουν νοερά και να ερμηνεύσουν τις μοριακές και άλλες συμβολικές παραστάσεις. Τρεις είναι κυρίως οι δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές σχετικά με τους χημικούς συμβολισμούς (Hsin-Kai Wu, Krajcik & Soloway, 2001): α) Στο επίπεδο της γυμνασιακής εκπαίδευσης πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν τους χημικούς τύπους. Είναι πιθανόν να θεωρούν τους τύπους περισσότερο ως συντμήσεις ονομάτων παρά ως τρόπους αναπαράστασης της δομής των χημικών ενώσεων, β) οι μαθητές συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε περιπτώσεις που απαιτείται να παρέχουν αντίστοιχους χημικούς συμβολισμούς με κάποιους δοσμένους από τα δεδομένα των προβλημάτων, γ) η μετατροπή ανάμεσα σε δισδιάστατες και τρισδιάστατες απεικονίσεις αποτελεί ένα τρίτο σημείο δυσκολίας για τους περισσότερους μαθητές. Κατά τη γραφή ενός χημικού τύπου, για παράδειγμα SO_4^{2-} , συχνά οι δυσλεξικοί μαθητές κάνουν λάθη σχετικά με το φορτίο ή τον αριθμό οξείδωσης του ιόντος καθώς και σχετικά με την ερμηνεία του δείκτη «4». Επίσης, επανειλημμένα γράφουν αντί για το σωστό στοιχείο «Pb» (μόλυβδος) το λάθος στοιχείο «Pd» (παλλάδιο) ή αντίστροφα (Ραγκούσης, 2000). Σύμφωνα με σχετική

διδασκαλική διατριβή (Kaminska-Ostep, 2005) οι αποτελεσματικές μέθοδοι διδασκαλίας δυσλεξικών μαθητών πρέπει να βασίζονται στα παρακάτω:

- Στη δημιουργία νοερών εικόνων των εννοιών στο μυαλό των μαθητών οι οποίες στη συνέχεια θα συνδέονται οπτικά και ακουστικά.
- Στην συχνή επανάληψη των απαιτούμενων γνώσεων και δεξιοτήτων.
- Στη χρήση όλων των αισθήσεων για την απόκτηση από τους μαθητές της νέας πληροφορίας.
- Στην διατήρηση της συγκέντρωσης και της προσοχής των δυσλεξικών μαθητών κατά τη διάρκεια της παράδοσης.

Η χρήση σχεδίων, εικόνων και σκίτσων σε συνδυασμό με τη χρήση απλών λέξεων και προτάσεων στα σχολικά βιβλία μπορούν επίσης να αποτελέσουν σημαντικά βήματα στη βελτίωση της σχέσης των δυσλεξικών μαθητών με τη χημεία (Γερογιαννάκη, 2008). Η εποχή μας χαρακτηρίζεται από την αλματώδη ανάπτυξη της τεχνολογίας, ενώ η συμβολή του υπολογιστή στη μάθηση είναι πλέον αποδεδειγμένη. Ο υπολογιστής δημιουργεί κίνητρα για μάθηση, αυξάνει την προσοχή και την προσήλωση του μαθητή στην εργασία που κάνει, δημιουργεί ευκαιρίες για επιπλέον εξάσκηση και αυξάνει την αυτοεκτίμηση (Βλασσοπούλου & Παπαδημητρίου, 2006). Έτσι, σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να κατασκευαστεί ένα εκπαιδευτικό λογισμικό για μαθητές με δυσλεξία βασισμένο στις σύγχρονες κατευθύνσεις της γνωσιακής ψυχολογίας και της διδακτικής μεθοδολογίας, να εφαρμοστεί σε δείγμα πληθυσμού και να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητά του. Το εκπαιδευτικό λογισμικό αναφέρεται στην ανάγνωση, αναγνώριση και γραφή των συνεπτυγμένων συντακτικών τύπων των ομολόγων σειρών των αλκανίων, αλκενίων, αλκοολών, αιθέρων, αλδεϋδών, κετονών, εστέρων και καρβοξυλικών οξέων. Είναι εμπλουτισμένο με χρωματισμούς, animation, χρήση μοριακών μοντέλων μπάλας και διαδραστικές εφαρμογές. Η εκπαιδευτική διαδικασία αφορούσε στις έξι πρώτες ομόλογες σειρές.

Περιγραφή εκπαιδευτικού υλικού

Το προτεινόμενο λογισμικό αποτελείται από 98 διαφάνειες παρουσίασης, σχεδιασμένες στο πρόγραμμα powerpoint, που αφορούν στις εξής ομόλογες σειρές:

- Αλκάνια,
- Αλκένια,
- Αλκοόλες (Κορεσμένες/ακόρεστες, Άκυκλες/κυκλικές, Αρωματικές/ Φαινόλες, Μονοσθενείς/Πολυσθενείς),
- Αιθέρες,
- Αλδεϋδες,
- Κετόνες,
- Καρβοξυλικά Οξέα και
- Εστέρες.

Κάθε ομόλογη σειρά διαθέτει μερικές διαφάνειες (5-7) όπου παρουσιάζονται τα πρώτα μέλη καθώς και ο τρόπος μετάβασης από το ένα μέλος στο επόμενο με χρήση animation. Ακολουθεί η εφαρμογή διαδραστικότητας που χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: η πρώτη προτρέπει το χρήστη να διαλέξει ανάμεσα σε διάφορες ενώσεις τη σωστή και η δεύτερη να φτιάξει τον μοριακό-συνεπτυγμένο συντακτικό τύπο της ένωσης που του ζητείται. Σε κάθε ομόλογη σειρά υπάρχουν τουλάχιστον 3 εφαρμογές από την πρώτη κατηγορία και 2 από τη δεύτερη κατηγορία. Να επισημάνουμε στο σημείο αυτό ότι το πρόγραμμα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε ο χρήστης να ενημερώνεται για τις λάθος επιλογές του και να εμποδίζεται να



προχωρήσει μέχρι να βρει τη σωστή επιλογή. Τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το PowerPoint (Microsoft), το Authorware 6.5(Micromedia) και το ChemBioDraw Ultra 11.0. Τέλος, οι στόχοι της προτεινόμενης πειραματικής διδασκαλίας επικεντρώνονται στην αναγνώριση των οργανικών ενώσεων:

- 1) μέσα από το συμβολισμό τους με τη χρήση του Συνεπτυγμένου Συντακτικού Τύπου
- 2) μέσα από το συμβολισμό τους με τη χρήση του Συντακτικού Τύπου
- 3) μέσα από το συμβολισμό τους με τη χρήση του Συντακτικού Τύπου με τη μορφή μοριακών μοντέλων μπάλας
- 4) τη χαρακτηριστική ομάδα που βρίσκεται στο μόριο της ένωσης

Μεθοδολογία της έρευνας

Είδος έρευνας

Με βάση την ποικιλία των προτάσεων που υπάρχουν για την τυποποίηση της εκπαιδευτικής έρευνας, θεωρούμε ότι η διερεύνηση της ερευνητικής μας υπόθεσης κατατάσσει την έρευνά μας στην κατηγορία του Πειράματος με προέλεγχο και μετέλεγχο. Το ουσιώδες χαρακτηριστικό της πειραματικής έρευνας είναι ότι οι ερευνητές ηθελημένα ελέγχουν και χειρίζονται τις συνθήκες οι οποίες καθορίζουν τα γεγονότα για τα οποία ενδιαφέρονται. Στην απλούστερη μορφή του ένα πείραμα εμπεριέχει την αλλαγή στην τιμή μίας μεταβλητής, η οποία ονομάζεται ανεξάρτητη μεταβλητή και την παρατήρηση της επίδρασης αυτής της μεταβλητής πάνω σε κάποια άλλη που καλείται εξαρτημένη μεταβλητή. Στην προκειμένη περίπτωση, την ανεξάρτητη μεταβλητή αποτελεί η νέα μέθοδος διδασκαλίας και η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η επίδοση των μαθητών.

Ερευνητικά Εργαλεία

Τα μέσα συλλογής δεδομένων στην παρούσα έρευνα αποτελούν το ερωτηματολόγιο και η συνέντευξη. Καθώς η ερευνητική μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε ήταν πειραματική με προέλεγχο και μετέλεγχο στο δείγμα των μαθητών, το κατάλληλο ερευνητικό εργαλείο αποτελεί το διαγνωστικό τεστ και το τεστ αξιολόγησης με μορφή ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από ερωτήσεις κλειστού τύπου αλλά περιλαμβάνει και μια ανοιχτού τύπου και είναι το ίδιο και στα δύο τεστ. Έτσι, υπάρχουν δυο ερωτήσεις αντιστοίχισης, μία ερώτηση σωστό-λάθος και μία ερώτηση ανάπτυξης. Η δομή του τεστ αλλά και η μορφή των ερωτήσεων είναι έτσι μελετημένες ώστε να συμφωνούν με το γενικότερο ύφος του σχολικού βιβλίου αλλά και των σύγχρονων εκπαιδευτικών μεθόδων διδασκαλίας. Τέλος, στις διαδραστικές εφαρμογές, που υπάρχουν στο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό, περιλαμβάνονται ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής που τις χρησιμοποιήσαμε στο πλαίσιο της παρατήρησης του υπό μελέτη φαινομένου. Η παρατήρηση γίνεται από τον ίδιο τον ερευνητή-εξεταστή, ο οποίος καταγράφει οποιαδήποτε πληροφορία σχετική με το ερευνώμενο θέμα κατά τη διάρκεια που εκτυλίσσεται το υπό μελέτη φαινόμενο. Επιπλέον, χρησιμοποιήσαμε και τη μέθοδο της συνέντευξης. Ως ξεχωριστή ερευνητική τεχνική η συνέντευξη αποτελεί κύριο μέσο συλλογής πληροφοριών που έχουν σχέση με αξίες, πεποιθήσεις, γνώσεις, προτιμήσεις. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται για να ελεγχθούν οι υποθέσεις, δηλαδή ως ερμηνευτικό εργαλείο. Στη παρούσα έρευνα χρησιμοποιείται τόσο ως ερμηνευτικό εργαλείο των αποτελεσμάτων της πειραματικής μας έρευνας, όσο και συνδυαστικά δηλαδή για να αποκαλύψουμε τις απόψεις των μαθητών ως προς την προτεινόμενη διδασκαλία.

Το δείγμα – χρόνος απασχόλησης

Στην παρούσα μελέτη το δείγμα αποτελείται από είκοσι εννέα μαθητές της Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας με πιστοποίηση δυσλεξίας. Η συγκεκριμένη ομάδα πληθυσμού είναι δύσκολο να εντοπισθεί σε ένα σημείο συγκεντρωτικά γι' αυτό και η συλλογή του δείγματος έγινε σε σχολεία της περιοχής της Χαλκίδας αλλά και της Αθήνας. Τέλος, ο χρόνος απασχόλησης του δείγματος ήταν δύο διδακτικές ώρες.

Εικόνα 1: Ερωτηματολόγιο (Διαγνωστικό Τεστ και Τεστ Αξιολόγησης)

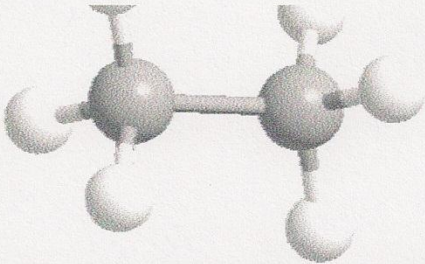
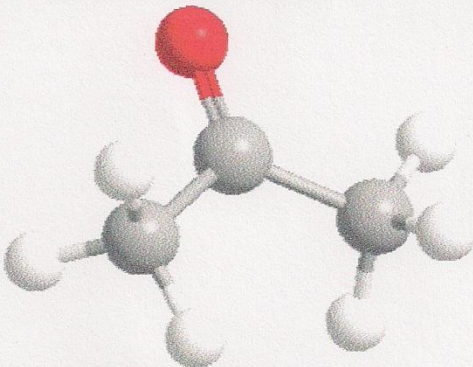
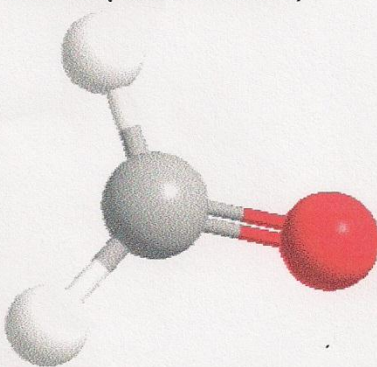
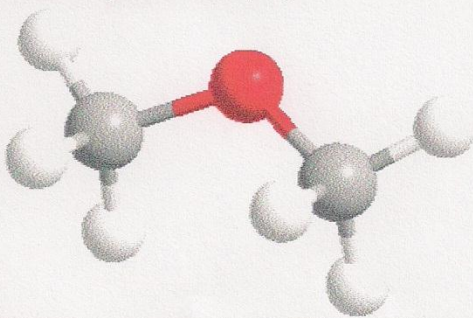
1. Να αντιστοιχίσετε σε κάθε τύπο της πρώτης στήλης την κατηγορία που ανήκει η ένωση και αναγράφεται στη δεύτερη στήλη.

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	ΑΛΚΟΟΛΗ
$\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$	ΑΛΔΕΥΔΗ
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$	ΑΛΚΑΝΙΟ
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	ΚΕΤΟΝΗ
CH_3COCH_3	ΑΙΘΕΡΑΣ

2. Να αντιστοιχίσετε σε κάθε συντακτικό τύπο της πρώτης στήλης την ομόλογη σειρά που αναφέρεται στη δεύτερη στήλη.

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CHO} \end{array}$	ΑΚΟΡΕΣΤΟΣ Η/Σ
$\begin{array}{c} \text{H}_2 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$	ΑΛΚΟΟΛΗ
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H} \end{array}$	ΑΛΔΕΥΔΗ
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	ΑΙΘΕΡΑΣ

3. Να συμπληρώσεις ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες βάζοντας x στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.

Η ένωση είναι αλκάνιο 	ΣΩΣΤΟ ☒	ΛΑΘΟΣ ☐
Η ένωση είναι αλκοόλη 	ΣΩΣΤΟ ☐	ΛΑΘΟΣ ☐
Η ένωση είναι αλδεΐδη 	ΣΩΣΤΟ ☐	ΛΑΘΟΣ ☐
Η ένωση είναι αιθέρας 	ΣΩΣΤΟ ☐	ΛΑΘΟΣ ☒

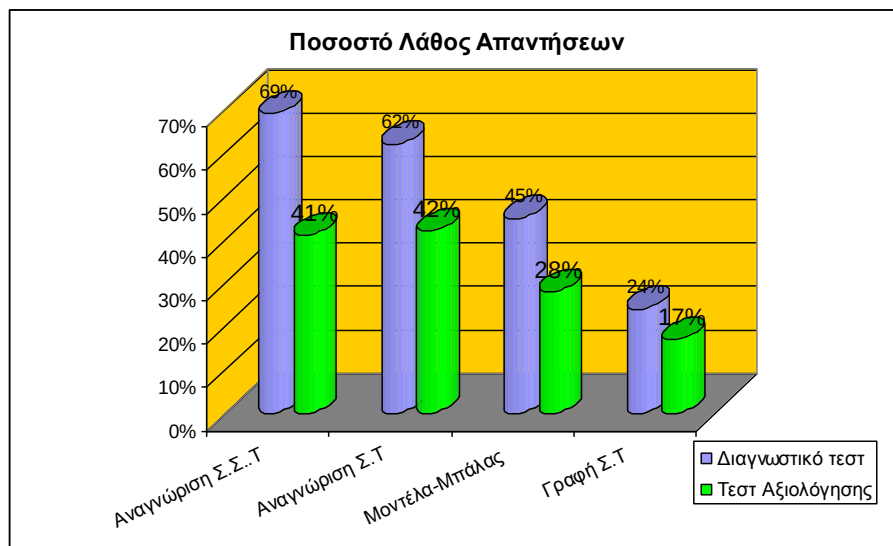
Αποτελέσματα και Συμπεράσματα

Με το πέρας της παρούσας έρευνας διαπιστώσαμε τα εξής:

- Οι μαθητές με δυσλεξία έχουν χαμηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων σε όλες τις ερωτήσεις που περιλάμβανε το Διαγνωστικό τεστ, σε σχέση με το Τεστ Αξιολόγησης. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι η εφαρμογή του εναλλακτικού τρόπου διδασκαλίας, με τη χρήση του υπολογιστή βασισμένη στην πολυαισθητηριακή μέθοδο, αποδίδει καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία.
- Στην ερώτηση 1, οι μαθητές με δυσλεξία στο Διαγνωστικό τεστ εμφανίζουν 69 % ποσοστό λάθους απάντησης. Ενώ, το ποσοστό λάθους, στην ίδια ερώτηση, μετά την προτεινόμενη διδασκαλία παρουσιάζεται 41%. Καθώς η ερώτηση 1 εξετάζει την αναγνώριση των Συνεπτυγμένων Συντακτικών Τύπων των Ομολόγων Σειρών μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι με τη χρήση του υπολογιστή, του animation και της διαδραστικότητας ο μαθητής με δυσλεξία κατανοεί καλύτερα το συμβολισμό των οργανικών ενώσεων με τη μορφή του Συνεπτυγμένου Συντακτικού Τύπου.
- Στην ερώτηση 2, το ποσοστό των λάθους απαντήσεων είναι 62 % στο Διαγνωστικό τεστ. Ενώ, στο Τεστ Αξιολόγησης είναι 49 %. Αρχικά, παρατηρούμε τη σημαντική βελτίωση της απόδοσης των μαθητών. Η πρότερη δυσκολία αναγνώρισης του Συντακτικού Τύπου των ομολόγων σειρών, μειώνεται σε αισθητά σημαντικό βαθμό μετά από την διδακτική προσέγγιση με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στο συνδυασμό της χρήσης εικόνων, animation αλλά και των μοριακών μοντέλων. Επικουρική αλλά εξίσου σημαντική είναι η συνεισφορά των διαδραστικών εφαρμογών, όπου ο κάθε μαθητής ελέγχει τι έμαθε με το πέρας της διδασκαλίας. Έτσι, έχει τη δυνατότητα της ελαχιστοποίησης των παρανοήσεων και τελικά της αυτοβελτίωσης.
- Η ερώτηση 3 έχει στόχο την διερεύνηση στην κατανόηση του Συντακτικού Τύπου των ομολόγων σειρών με τη μορφή μοντέλων-μπάλας. Το ποσοστό των λάθους απαντήσεων στο Διαγνωστικό τεστ είναι 45 %. Στο Τεστ Αξιολόγησης το ποσοστό των λάθους απαντήσεων είναι 28 %. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες ερωτήσεις, εδώ οι μαθητές με δυσλεξία έδειξαν ικανοποιητικά αποτελέσματα ήδη από το Διαγνωστικό τεστ. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στην ιδιαιτερότητα των δυσλεξικών μαθητών να διευκολύνονται στην αναπαράσταση των επιστημονικών εννοιών, αλλά και γενικότερα, με τη μορφή σχημάτων και εικόνων. Κατ' επέκταση η αναπαράσταση του Συντακτικού Τύπου μιας ομόλογης σειράς γίνεται πιο κατανοητή και προσεγγίσιμη μέσα από τα μοριακά μοντέλα. Τα αυξημένα ποσοστά βελτίωσης αποδίδονται στη διδασκαλία με τη χρήση μοριακών- μοντέλων τόσο μέσω υπολογιστή όσο και in vivo καθώς και τη χρήση εικόνων και σχημάτων.
- Η ερώτηση 4 εξετάζει τη γραφή του Συντακτικού Τύπου της Ομόλογης σειράς των αλκοολών. Στην ερώτηση αυτή παρατηρείται το φαινόμενο όπου μέρος των μαθητών δεν δίνει καμία απάντηση. Στο Διαγνωστικό τεστ το ποσοστό των μαθητών που δεν απάντησαν είναι 59 %, ενώ εκείνο όπου οι μαθητές έδωσαν λάθος απάντηση είναι 24%. Ωστόσο, με το πέρας της προτεινόμενης διδασκαλίας φαίνεται βελτίωση των μαθητών καθώς το ποσοστό των μαθητών που δεν απάντησαν καθόλου μειώνεται στο 24 %, ενώ εκείνο των λάθους απαντήσεων μειώνεται στο 17%. Τέλος, ιδιαίτερα εντυπωσιακό αποτελεί το γεγονός της θετικής επίδρασης των παραπάνω στοιχείων στην ψυχολογία του δυσλεκτικού μαθητή καθώς τα ευρήματά μας απεικονίζουν αλλαγή στάσης σε ποσοστό 35 %. Έτσι, το 35 % των μαθητών ενώ αρχικά αρνήθηκε να απαντήσει στην ερώτηση 4, με το πέρας της διδασκαλίας κατέβαλλε προσπάθεια. Τέλος, δίνεται η σχηματική απεικόνιση με μορφή γραφήματος ράβδου όπου



αποτυπώνονται τα ποσοστά λάθος απαντήσεων των μαθητών στο Διαγνωστικό Τεστ και στο Τεστ αξιολόγησης.



Γράφημα 1: Συγκριτικά αποτελέσματα ποσοστών λάθος απαντήσεων στο Διαγνωστικό τεστ και στο Τεστ Αξιολόγησης-Καταγραφή εννοιολογικής σημασίας αποτελεσμάτων

Βιβλιογραφία

Βλασσοπούλου Κ., Παπαδημητρίου Μ. (2006). Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές ως μέσο αντιμετώπισης των μαθησιακών δυσκολιών

Γερογιαννάκη Ι., (2008), Διδακτική πρόταση για τη διδασκαλία της Χημείας σε μαθητές με δυσλεξία και την αξιολόγησή τους, ΕΚΠΑ, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας, ΔιΧηNET

Παπαλεξόπουλος, Φ., Π, Βαβουγιός, Δ., Καραπέτσας, Β., Α., Βλάχος, Φ. (2006).. Κριτήρια συγγραφής κειμένου Φυσικής για μαθητές με δυσλεξία. 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης για την Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, 7-9 Απριλίου, σελ 594-601, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

<http://www.specialeducation.gr/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=415>
Πόρποδας, Κ.Δ. (1997). Δυσλεξία. Η Ειδική Διαταραχή στη μάθηση του λόγου, Αθήνα

Hsin-Kai Wu, J. S. Krajcik, E. Soloway (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom, Journal of research in science teaching, vol. 38, no. 7, pp 821-842

International Dyslexia Association (2002). Definition of dyslexia. IDA Board of Directors
http://www.interdys.org/ewebeditpro5/upload/Definition_Fact_Sheet_3-10-08.pdf

Kaminska-Ostep A. (2005), The influence of didactic innovations on the effectiveness of chemical education, European Science Education Research Association,

Peer, L., Reid, G. (2003). Introduction to Dyslexia, David Fulton Publishers Ltd

Ragkousis, A. (2000). The Language of Science: Problems for Pupils with SpLD/Dyslexia. Dyslexic Pupils and Chemical Problem Solving. Dyslexic Pupils and Chemical Formulas, University of Wales, Swansea, σελ. 31

Σχεδίαση και Εφαρμογή ενός Εκπαιδευτικού Προγράμματος Φυσικής για Μαθητές και Φοιτητές με Υψηλές Ικανότητες Μάθησης – Η Περίπτωση των Ελλήνων Μαθητών στην 41^η Διεθνή Ολυμπιάδα Φυσικής - Προτάσεις

Σαρ. Ι. Οικονομίδης, Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Αθηνών
sarecon@gmail.com, kalkanis@primedu.uoa.gr, <http://micro-kosmos.uoa.gr>

Περίληψη

Στη διάρκεια της πολυετούς ενασχόλησής μας με τις Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής (IPhOs), αλλά και διδάσκοντας στην τάξη, αντιμετωπίζουμε το πρόβλημα της ανάπτυξης του ταλέντου μαθητών με υψηλές ικανότητες μάθησης (ΥΨ.Ι.Μ). Οι επιδόσεις και τα αποτελέσματα των Ελλήνων μαθητών στις Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής αν και δεν αποτελούν αυτοσκοπό, είναι ένας αντικειμενικός και συγκριτικός δείκτης μέτρησης της λυκειακής μας εκπαίδευσης στη Φυσική, σηματοδοτούν δε τα όρια των θεωρητικών / γνωσιακών δυνατοτήτων και των πειραματικών / πρακτικών δεξιοτήτων των Ελλήνων αποφοίτων του λυκείου. Τα όρια αυτά επιβάλλονται από τον ασφυκτικό χαρακτήρα λειτουργίας του Λυκείου, την ελλειμματικότητα και την αποσπασματικότητα της γνώσης που προσφέρεται στους μαθητές. Στην εργασία αυτή περιγράφεται ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα το οποίο σχεδιάσαμε για μαθητές ΥΨ.Ι.Μ, όπως οι πρωτεύοντες στους Πανελλήνιους Διαγωνισμούς Φυσικής, το οποίο προετοιμάσαμε / δοκιμάσαμε κατά την προετοιμασία των μαθητών για τη συμμετοχή τους σε προηγούμενες Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής και εφαρμόσαμε πλήρως κατά την προετοιμασία των πέντε μαθητών οι οποίοι συμμετείχαν στην 41^η Διεθνή Ολυμπιάδα Φυσικής του 2010 στο Zagreb της Κροατίας. Από τις επιδόσεις των μαθητών αποδεικνύεται ότι αυτή η προετοιμασία έχει σημαντικά αποτελέσματα ιδιαίτερα στα εργαστηριακά ζητήματα στα οποία οι μαθητές έφεραν αξιόλογες επιδόσεις κατακτώντας 5 εύφημες μνείες. Τέλος, προτείνουμε κάποιες αλλαγές στο λύκειο και τον πυρήνα ενός αναλυτικού προγράμματος φυσικής. Μέρος του προγράμματος αυτού θα μπορούσε να εφαρμοστεί και σε πρωτοετείς φοιτητές.

Abstract

Dealing with International Physics Olympiads (IPhOs), as well as teaching in the classroom, we face the problem on developing high ability students' Physics talent. Greek students' performance at IPhOs, although it is not the one and only aim, is an objective and comparative index of lyceum education. It reveals the limits of theoretical / cognitive and experimental / practical capabilities of our lyceum graduate students. It is established beyond doubt that Greek lyceum students have incomprehensive and scrappy knowledge in Physics. In this work we describe an educational program, which we drew for high ability students, as well as its implementation to prepare the five students who participated in the 41st International Physics Olympiad. Students' performance at IPhO shows that this preparation has important results, particularly in the experimental questions, in which the students brought appreciable records conquering 5 honorable mentions. Finally, we propose certain changes in the lyceum character and the core of a Physics curriculum. Part of this program could be also applied in first-year university students.



Εισαγωγή

Ο διαχωρισμός της λυκειακής φυσικής σε φυσική γενικής παιδείας και φυσική κατεύθυνσης, η καθιέρωση των κατευθύνσεων από τη Β' λυκείου, η διατήρηση της γενικής παιδείας στην Γ' λυκείου, η κατάργηση των πανελληνίων εξετάσεων στη Β' λυκείου, η καθιέρωση της επιλογής μαθήματος γενικής παιδείας στις πανελλήνιες εξετάσεις, και η μη ενημέρωση του αναλυτικού προγράμματος σπουδών έχουν δημιουργήσει μια δύσκολη κατάσταση στη λυκειακή εκπαίδευση στη φυσική και όχι μόνο. Το γεγονός αυτό καταγράφεται από τους περισσότερους μαχόμενους εκπαιδευτικούς.

Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών δεν επιλέγει τη φυσική γενικής παιδείας ως εξεταζόμενο μάθημα στην Γ' λυκείου και δεν ασχολείται καθόλου με το μάθημα αυτό. Ουσιαστικά η ώρα αυτή χάνεται άσκοπα. Οι συνέπειες είναι ορατές σε τμήματα όπως το Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης όπου παρατηρήθηκε υστέρηση στις γνώσεις των δευτεροετών φοιτητών σε θέματα που πριν την καθιέρωση της επιλογής κατείχαν σε μεγαλύτερο ποσοστό.

Οι μαθητές της Β' λυκείου μπαίνουν από νωρίς στη λογική των κατευθύνσεων, και σε μεγάλα ποσοστά δεν ασχολούνται με τα μαθήματα γενικής παιδείας που δεν αντιστοιχούν στην κατεύθυνσή τους. Αλλά και στη Φυσική κατεύθυνσης της Β' λυκείου παρατηρείται μειωμένο ενδιαφέρον αφού δεν εξετάζεται για την εισαγωγή στα ΑΕΙ, ΤΕΙ.

Πολλές θεματικές όπως ο ηλεκτρομαγνητισμός, η θερμοδυναμική, οι κινήσεις σε πεδία, η ατομική και η πυρηνική Φυσική, τα μετακλασικά πρότυπα ο πειραματικός σχεδιασμός, ζητήματα εργαστηριακής πρακτικής και επεξεργασίας πειραματικών δεδομένων, είναι εκτός της εξεταστέας ύλης για την εισαγωγή στα ΑΕΙ, ΤΕΙ. Η ύλη που εξετάζεται στη Φυσική της Γ' λυκείου είναι μόλις 80 σελίδες με αποτέλεσμα οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί να αναλώνονται σε μια ακατάσχετη ασκησιολογία και απομνημόνευση αντί να προάγουν τη διερευνητική μάθηση, τη διδασκαλία και των μετακλασικών προτύπων, τον αποδεικτικό πειραματισμό και να αναπτύσσουν ικανότητες δημιουργικής συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων στο εργαστήριο. Πολλοί από τους μαθητές που επιτυγχάνουν υψηλές επιδόσεις στις εξετάσεις δεν έχουν κατανοήσει τις έννοιες και ακόμα περισσότερο τις διαδικασίες και τις αξίες της επιστήμης.

Υπάρχει έλλειμμα εφαρμογής / αξιοποίησης στην πράξη των σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών, περιλαμβανομένων και των εκπαιδευτικών τεχνολογιών πειραματισμού και των εκπαιδευτικών τεχνολογιών προσομοίωσης / οπτικοποίησης. Με την επιμόρφωση κάποιων εκπαιδευτικών στη διδακτική αξιοποίηση των ΤΠΕ, η οποία γίνεται τελευταία, προβλέπεται να γίνουν κάποια μικρά βήματα στον τομέα αυτό, αλλά η διάρθρωση του λυκείου, το αναλυτικό πρόγραμμα και οι Πανελλήνιες Εξετάσεις, δυσχεραίνουν το έργο των εκπαιδευτικών που προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν και τις ΤΠΕ όπου αυτό τεκμηριωμένα ενδείκνυται. Υπάρχει έλλειψη οποιασδήποτε εκπαιδευτικής μεθοδολογίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στη Φυσική. Αντίθετα εφαρμόζεται στις περισσότερες περιπτώσεις η φροντιστηριακή πρακτική. Ακόμα και επιμορφωμένοι εκπαιδευτικοί λυκείων αποφεύγουν να προσφέρουν στους μαθητές ένα πλαίσιο το οποίο ικανοποιεί τις προσδοκίες τους λόγω του ασφυκτικού χαρακτήρα λειτουργίας του λυκείου. Έτσι οι μαθητές δυσκολεύονται να αυτορρυθμιστούν μη έχοντας ενεργό ρόλο και δεν αποκτούν τις δεξιότητες εκείνες που θα τους είναι απαραίτητες στη ζωή, όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα και η επικοινωνία.

Ένα ακόμα σημαντικό πρόβλημα, είναι η ανάπτυξη του ταλέντου των μαθητών στη Φυσική. Διεθνώς, το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με διαφοροποιημένα προγράμματα σπουδών, εξατομίκευση της διδασκαλίας, και διδακτικές στρατηγικές όπως η συμπίεση του προγράμματος, η επιτάχυνση, ο εμπλουτισμός και άλλες. Ένα διαφοροποιημένο πρόγραμμα σπουδών περιλαμβάνει μια ποικιλία δραστηριοτήτων για μαθητές οι οποίοι διαφέρουν σε

ικανότητες και ρυθμούς μάθησης. Σε ένα διαφοροποιημένο πρόγραμμα σπουδών οι εκπαιδευτικοί ακολουθούν διαφορετική προσέγγιση στο τι θα μάθουν οι μαθητές (ποιο δηλαδή θα είναι το περιεχόμενο), στο πως θα μάθουν οι μαθητές (ποια θα είναι δηλαδή η διαδικασία) και στο πώς οι μαθητές θα παρουσιάσουν και εφαρμόσουν αυτά που έμαθαν (ποιο δηλαδή θα είναι το προϊόν της μάθησης). Μέσα από ένα τέτοιο πρόγραμμα, ικανοποιούνται τα ιδιαίτερα ενδιαφέροντα των προικισμένων μαθητών και ενθαρρύνονται οι δυνατότητες συλλογικής δράσης αλλά και αυτο-μάθησης (self-learning), που είναι αυξημένες σε αυτές τις κατηγορίες μαθητών (Ματσαγγούρας 2008). Οι δραστηριότητες εμπλουτισμού συχνά βρίσκονται μόνο σε υπερβάσεις του αναλυτικού προγράμματος και υπάρχει η ανάγκη να συμπεριληφθούν στο αναλυτικό πρόγραμμα προκειμένου να είναι σίγουρο ότι όλοι οι μαθητές θα έχουν πρόσβαση σε αυτές (Renzoulli 2003).

Υπάρχουν τρία μοντέλα προγραμμάτων και διδασκαλίας τα οποία σύμφωνα με την Joyce VanTassel-Baska (1986) είναι αποτελεσματικά για τους χαρισματικούς μαθητές σε διάφορα πλαίσια και σε διάφορες βαθμίδες. Τα μοντέλα αυτά είναι:

- 1) Το μοντέλο του περιεχομένου.
- 2) Το διερευνητικό μοντέλο διαδικασίας και έργου.
- 3) Το επιστημολογικό / εννοιολογικό μοντέλο.

Στο μοντέλο του περιεχομένου δίνεται έμφαση στις μαθησιακές δεξιότητες και στις έννοιες μέσα σε ένα προκαθορισμένο πλαίσιο διερεύνησης και εξατομικευμένης διδασκαλίας. Οι χαρισματικοί μαθητές ενθαρρύνονται να προσπελάσουν όσο γίνεται πιο γρήγορα την ύλη, γι' αυτό κυριαρχεί η πρακτική της επιτάχυνσης.

Στο διερευνητικό μοντέλο διαδικασίας και έργου, δίνεται έμφαση στις δεξιότητες διερεύνησης οι οποίες επιτρέπουν στους μαθητές να αναπτύξουν υψηλής ποιότητας έργα. Το μοντέλο αυτό είναι εξόχως συνεργατικό και απαιτεί την αλληλεπίδραση εκπαιδευτικών και μαθητών ως συνδημιουργών στην επίλυση προβλημάτων και τη διερεύνηση ειδικών θεμάτων που τους ενδιαφέρουν. Ακολουθείται η επιστημονική εκπαιδευτική μεθοδολογία. Στη Διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται αρκετά καθιερωμένα προγράμματα εμπλουτισμού όπως το μοντέλο Purdue (Renzulli 1977, Feldhusen and Kolloff 1978), τα οποία ακολούθησαν το διερευνητικό μοντέλο διαδικασίας και έργου για χαρισματικούς μαθητές, και αξιολογήθηκαν ως επιτυχημένα. Ιδιαίτερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ειδικά προγράμματα φυσικής για χαρισματικούς έχουν χρησιμοποιήσει το μοντέλο αυτό (VanTassel-Baska 1989).

Στο επιστημολογικό / εννοιολογικό μοντέλο δίνεται έμφαση στην κατανόηση και την αναγνώριση των γνωσιακών σχημάτων / συστημάτων παρά σε τμήματα αυτών των συστημάτων.

Η αντιπαράθεση των τριών αυτών μοντέλων έχει ως αποτέλεσμα την αποδυνάμωση της δημιουργίας ισχυρών διαφοροποιημένων προγραμμάτων σπουδών για τους χαρισματικούς μαθητές. Η σύνθεση των τριών αυτών μοντέλων είναι η λύση για εργασία με νόημα στα αναλυτικά προγράμματα για χαρισματικούς μαθητές (VanTassel-Baska 2003).

Στόχος της εργασίας μας ήταν η σύνθεση και πρόταση ενός διαφοροποιημένου εκπαιδευτικού προγράμματος για μαθητές λυκείου με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη Φυσική, το οποίο είναι επεκτάσιμο με την έννοια ότι θα μπορούσε να αποτελέσει τη ραχοκοκαλιά ενός νέου αναλυτικού προγράμματος για τη Λυκειακή Φυσική και το οποίο προβλέπει:

- τη συνεκτική / ενοποιητική, πλήρη, όχι αποσπασματική, ενημερωμένη, σύμφωνη με τη γνώση της εποχής και τη διεθνή εμπειρία, παρουσίαση του γνωσιακού αντικειμένου με τρόπο συνεπή ως προς τη διάρθρωση / δομή του,
- τη συνεπή (με την επιστήμη) εφαρμογή της επιστημονικής μεθοδολογίας (και) κατά την εκπαίδευση στη Φυσική, με απαραίτητα ενσωματωμένο τον αποδεικτικό πειραματισμό στην εφαρμοζόμενη εκπαιδευτική μεθοδολογία,



- τη συμπληρωματική εφαρμογή όλων –κατά το δυνατόν και στο μέτρο της διαθεσιμότητάς τους– των υποστηρικτικών εκπαιδευτικών τεχνολογιών των εκπαιδευτικών διαδικασιών,
- την υποστήριξη της διδασκαλίας προτυποποίησης / μοντελοποίησης και της επίλυσης προβλημάτων στο εργαστήριο.

Το εκπαιδευτικό αυτό πρόγραμμα το σχεδιάσαμε για μαθητές ΥΨ.Ι.Μ, όπως οι πρωτεύοντες στους Πανελλήνιους Διαγωνισμούς Φυσικής και διαμορφώσαμε / δοκιμάσαμε κατά την προετοιμασία των μαθητών για τη συμμετοχή τους σε προηγούμενες πριν το 2010 Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής. Τμήματα του προγράμματος αυτού εφαρμόστηκαν κατά την προετοιμασία των πέντε μαθητών οι οποίοι επελέγησαν μέσα από τις δύο φάσεις του Πανελλήνιου Διαγωνισμού Φυσικής 2010 και συμμετείχαν στην 41^η Διεθνή Ολυμπιάδα Φυσικής του 2010 στο Zagreb της Κροατίας. Στους Πανελλήνιους Διαγωνισμούς Φυσικής, οι μαθητές διαγωνίζονται τόσο σε θεωρητικά θέματα όσο και σε πειραματικό πρόβλημα (χωρίς τη λήψη αλλά με επεξεργασία πραγματικών πειραματικών δεδομένων), σε μια προσπάθεια προσέγγισης των θεμάτων των Διεθνών Ολυμπιάδων Φυσικής, αλλά και μια προσπάθεια δοκιμαστικής εφαρμογής τέτοιων θεμάτων σε εξεταστικό περιβάλλον από τους Έλληνες μαθητές.

Το ερευνητικό μας ερώτημα ήταν το αν αυτή η προετοιμασία των μαθητών τόσο στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών όσο και μέσα από περιβάλλοντα κοινωνικής δικτύωσης τους βοηθά να επιτύχουν μια διάκριση στη Διεθνή Ολυμπιάδα Φυσικής.

Η έρευνα – η εφαρμογή –η μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν οι 5 μαθητές που αποτελούσαν τη μαθητική Ολυμπιακή ομάδα.

Πριν την προετοιμασία με βάση το προτεινόμενο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, οι μαθητές συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο για την ανίχνευση των χαρακτηριστικών τους από το οποίο προέκυψε ότι δεν είχαν εμπειρία σε θέματα εργαστηριακής πρακτικής όπως, οι αβεβαιότητες στις μετρήσεις, οι πολλαπλές μετρήσεις, τα σημαντικά ψηφία, η στρογγυλοποίηση, η διάδοση των σφαλμάτων, η μέθοδος των ελάχιστων τετραγώνων, η διαστατική ανάλυση, η συλλογή, παρουσίαση και επεξεργασία πειραματικών δεδομένων, ο καθορισμός, η διάκριση η επιλογή του πλήθους των μεταβλητών και η εξοικείωση με τις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών, όπως τα συστήματα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης και η video ανάλυση της κίνησης.

Ειδικά για την προετοιμασία αυτών των μαθητών δημιουργήσαμε ένα περιβάλλον κοινωνικής δικτύωσης στο οποίο οι μαθητές είχαν πρόσβαση δύο μήνες πριν την Ολυμπιάδα. Αναθέταμε εργασίες και προβλήματα όπως εκείνα των Διεθνών Ολυμπιάδων Φυσικής στους μαθητές και τους προσφέραμε παρουσιάσεις για τη μελέτη θεμάτων τα οποία δε διδάσκονται στο Ελληνικό Λύκειο. Επίσης δημιουργήσαμε ειδικές σημειώσεις με σκοπό την κάλυψη του κενού μεταξύ του προγράμματος σπουδών του Ελληνικού Λυκείου και της ύλης ή οποία εξετάζεται στις Ολυμπιάδες. Τις τελευταίες 10 μέρες πριν την Ολυμπιάδα οι μαθητές συμμετείχαν στην προετοιμασία η οποία έγινε στο εργαστήριο φυσικών επιστημών του Πανεπιστημίου Αθηνών όπου επέλυσαν προβλήματα στο εργαστήριο και εκτέλεσαν εργαστηριακές ασκήσεις με εξοπλισμό που προέρχεται και από τις Διεθνείς Ολυμπιάδες και έχει αγοραστεί για τη δεκαήμερη αυτή προετοιμασία. Επίσης χρησιμοποίησαν διαδραστικό πίνακα εργαζόμενοι με διερευνητικά λογισμικά, αλληλεπιδραστικά λογιστικά φύλλα και παραμετρικές προσομοιώσεις σε θέματα για τα οποία δεν διαθέταμε τον κατάλληλο εξοπλισμό.

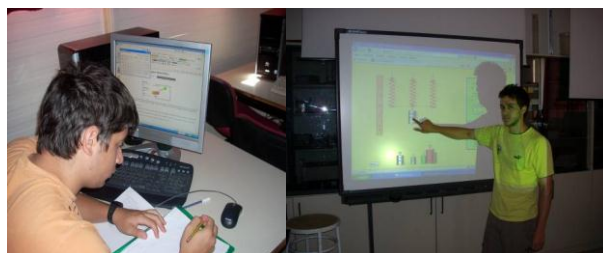
Η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε ήταν η επίλυση προβλήματος στο εργαστήριο.

Τα βήματα αυτής της μεθόδου είναι παρόμοια με εκείνα του μοντέλου του Πανεπιστημίου της Minnesota και είναι τα παρακάτω:

Καθορισμός του προβλήματος – περιγραφή του διαθέσιμου εξοπλισμού – μοντελοποίηση του προβλήματος (διαίρεσή του σε απλούστερα προβλήματα) – προετοιμασία (συλλογή απαραίτητων πληροφοριών κυρίως μέσω Σωκρατικών ερωτήσεων) – Υπόθεση των μαθητών – Σχεδίαση της πειραματικής διαδικασίας από τους μαθητές – Μετρήσεις (Πειραματικά δεδομένα και εκτίμηση των προσεγγίσεων) – Ανάλυση των πειραματικών δεδομένων (σύνθεση των επιμέρους τμημάτων) – Συμπεράσματα – Γενικεύσεις, εφαρμογές – Δημοσίευση / παρουσίαση της επίλυσης.



Εικόνα 1: Επίλυση προβλήματος στο εργαστήριο με video ανάλυση της κίνησης



Εικόνα 2: Εργασία με παραμετρική προσομοίωση και φύλλο εργασίας



Εικόνα 3: Παρουσίαση της επίλυσης προβλήματος στον διαδραστικό πίνακα

Εικόνα 4: Άσκηση στο εργαστήριο με ειδικά αγορασμένο εξοπλισμό.

Στο εργαστήριο εκτελούνται μόνο οι μετρήσεις και το στήσιμο της διάταξης. Όταν οι μαθητές προσέρχονται στο εργαστήριο, στα πρώτα λεπτά συγκρίνουν τις υποθέσεις τους με εκείνες των συνεργατών τους και συζητούν τους λόγους πιθανών διαφορών. Δεν είναι αναγκαίο οι υποθέσεις να είναι σωστές, αλλά είναι αναγκαίο να κατανοούν τους λόγους που τους οδήγησαν σ' αυτές. Στη συνέχεια προχωρούν στο στήσιμο της διάταξης και στη λήψη των πειραματικών δεδομένων. Συμπληρώνουν τους πίνακες δεδομένων. Εκτελούν την ανάλυση των δεδομένων και συμπληρώνουν τους πίνακες ανάλυσης δεδομένων στο φύλλο αναφοράς. Τέλος, γράφουν το συμπέρασμά τους συγκρίνοντάς το με την υπόθεσή τους.

Η Αξιολόγηση

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται επιδόσεις των Ελλήνων μαθητών στην 41^η Διεθνή Ολυμπιάδα. Στον πίνακα 1 φαίνονται οι πολύ καλές αναλυτικές επιδόσεις τους στο πρώτο πειραματικό πρόβλημα (Π1) και στον πίνακα 2 οι συνολικές επιδόσεις τους στα τρία θεωρητικά (Θ1, Θ2, Θ3) και τα δύο πειραματικά (Π1, Π2) προβλήματα. Επίσης φαίνονται οι συνολικές επιδόσεις τους στα θεωρητικά (Θολ), τα πειραματικά (Πολ) και τέλος η συνολική τους επίδοση (Σ). Η άριστη επίδοση σε κάθε πρόβλημα ήταν το 10.

Πίνακας 1: Επιδόσεις των μαθητών στο πειραματικό πρόβλημα 1. Π1.

Κωδικός μαθητή	Ζήτημα 1a	Ζήτημα 1b	Ζήτημα 2	Ζήτημα 3	Σύνολο
S01	1,9 / 1,9	3,7 / 4,3	2,3 / 2,8	0,8 / 1	8,7 / 10
S02	1,9 / 1,9	2,9 / 4,3	2,2 / 2,8	0,6 / 1	7,6 / 10
S03	1,7 / 1,9	3,1 / 4,3	0 / 2,8	0,5 / 1	5,3 / 10
S04	1,8 / 1,9	3,8 / 4,3	2,6 / 2,8	0,6 / 1	8,8 / 10
S05	1,9 / 1,9	3,2 / 4,3	2,3 / 2,8	0,8 / 1	8,2 / 10



Πίνακας 2: Επιδόσεις των μαθητών στα τρία θεωρητικά, στα δύο πειραματικά και συνολικές επιδόσεις.

	Θ1	Θ2	Θ3	Π1	Π2	Θολ	Πολ	Σ
S01	4,7	0,6	1,7	8,7	4,65	7,0	13,35	20,35
S02	7,05	1,2	1,4	7,6	0,15	9,65	7,75	17,4
S03	0	0	5,2	8,2	3,4	5,2	11,6	16,8
S04	4,65	0	3,4	5,4	3,4	8,05	8,8	16,85
S05	7,95	0,4	2,7	8,8	0,15	11,05	8,95	20

Σημειώνουμε εδώ ότι η κατώτερη επίδοση για την εύφημη μνεία ήταν το 16,8, για το χάλκινο μετάλλιο ήταν 22,35 για το αργυρό μετάλλιο ήταν 31 και για το χρυσό 38,1. Όπως φαίνεται από τις επιδόσεις δύο Έλληνες μαθητές πλησίασαν το χάλκινο μετάλλιο. Αναφέρουμε ότι 120 από τους 382 μαθητές που συμμετείχαν δεν κατάφεραν να διακριθούν.

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Οι επιλογή των μαθητών μέσω των δύο φάσεων του Πανελλήνιου Διαγωνισμού Φυσικής φαίνεται ότι γίνεται με τρόπο που δικαιώνει την προσπάθειά μας. Η προετοιμασία των μαθητών τόσο στο εργαστήριο όσο και μέσα από το περιβάλλον κοινωνικής δικτύωσης αποδεικνύεται από τις επιδόσεις των μαθητών ότι είχε θετικό αποτέλεσμα. Και οι πέντε Έλληνες μαθητές διακρίθηκαν κατακτώντας εύφημη μνεία. Οι καλύτερες επιδόσεις στο παρελθόν ήταν δύο εύφημες μνείες (2005, 2006) ή ένα χάλκινο μετάλλιο (2004). Αναδεικνύεται όμως και το όριο των δυνατοτήτων των Ελλήνων μαθητών για διάκριση σε Διεθνή Ολυμπιάδα λόγω των προβλημάτων του χαρακτήρα λυκείου τα οποία αναφέραμε στην εισαγωγή, αλλά και λόγω του ολιγοήμερου της προετοιμασίας τους. Σε σχέση με προηγούμενα έτη φαίνεται ότι η εφαρμογή του προγράμματος αυτού βοήθησε όλους τους μαθητές να επιτύχουν μια διάκριση. Η προετοιμασία αυτή γίνεται μετά της Πανελλήνιες εξετάσεις. Κατά τη γνώμη μας οι επιτυχίες των Ελλήνων μαθητών δείχνουν ότι γίνεται μια αξιόλογη προσπάθεια από εκπαιδευτικούς λυκείων η οποία θα απέδιδε ακόμα περισσότερο αν άλλαζαν ορισμένα παράλογα του Ελληνικού Λυκείου. Για παράδειγμα είναι παράλογο να παρακολουθούν φυσική κατεύθυνσης στην Γ' Λυκείου μαθητές οι οποίοι θέλουν να εισαχθούν σε οικονομικό τμήμα ή απλώς θέλουν να τελειώσουν το λύκειο για να εισέλθουν με 0,8 σε κάποιο ΤΕΙ. Για την υπέρβαση των προβλημάτων αυτών προτείνουμε κάποιες αλλαγές στο χαρακτήρα του Λυκείου και μια πρόταση αναλυτικού προγράμματος για το Λύκειο. Στην πρόταση αυτή καταλήξαμε μέσα από την εμπειρία μας στο International Board of Physics Olympiad αλλά και αφού μελετήσαμε αναλυτικά προγράμματα και προγράμματα προετοιμασίας χωρών οι οποίες διακρίνονται στις διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής.

Προτάσεις

Το προτεινόμενο πρόγραμμα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε στις δύο πρώτες τάξεις του λυκείου να διατρέχονται τα σημαντικότερα κλασικά και μετακλασικά πρότυπα σε ένα πλαίσιο γενικής παιδείας όπου για τους μαθητές διαφαίνονται οι αξίες και οι σχέσεις της φυσικής με την κοινωνία, την τεχνολογία και το περιβάλλον, προάγεται η ενεργός και διερευνητική μάθηση, αναπτύσσονται δεξιότητες όπως η διατύπωση υποθέσεων, η διαχείριση των μεταβλητών, η συλλογή πειραματικών δεδομένων, η ανάλυση γραφικών παραστάσεων, η επίλυση προβλημάτων στο εργαστήριο και η διδασκαλία προτυποποίησης / μοντελοποίησης. Σε κάθε πρότυπο που προσεγγίζουν οι μαθητές αναπτύσσουν πολλαπλές αναπαραστάσεις του (γραφικές, διαγραμματικές, μαθηματικές, συμβολικές και λεκτικές). Ο εκπαιδευτικός

απευθύνει ερωτήσεις ώστε οι μαθητές να συνοψίζουν την εργαστηριακή διαδικασία, να εξηγούν και να συσχετίζουν διαφορετικές αναπαραστάσεις, να δίνουν λειτουργικούς ορισμούς, να αντιμετωπίζουν τις παρανοήσεις τους, και να διατυπώνουν εικασίες για την επίλυση προβλημάτων.

Προτείνονται μέθοδοι επίλυσης προβλημάτων στο εργαστήριο με τη χρήση του υπάρχοντος εξοπλισμού αλλά και με τη video-ανάλυση της κίνησης με χρήση μιας κάμερας και του λογισμικού logger pro ή του ελεύθερου διαδικτυακού Tracker. (A. Drolapas et al 2010). Η εφαρμογή του προγράμματος βελτιστοποιείται με την κατάργηση των μαθημάτων γενικής παιδείας στη Γ' λυκείου και των μαθημάτων κατεύθυνσης στη Β' λυκείου. Με την κατάργηση των κατευθύνσεων στη Β' λυκείου θα μπορεί να αυξηθεί ο αριθμός των ωρών για τη φυσική γενικής παιδείας από τις 2 τουλάχιστον στις 3 ώρες.

Με την κατάργηση των μαθημάτων γενικής παιδείας στη Γ' λυκείου θα μπορεί να αυξηθεί ο αριθμός των ωρών για τη φυσική κατεύθυνσης τουλάχιστον στις 5 ώρες και πιθανόν να καθιερωθεί και ένα εργαστηριακό δίωρο εναλλάξ με άλλα αντικείμενα.

Υπάρχουν 9 ενότητες στις δύο πρώτες τάξεις του λυκείου, 4 στην Α' και 5 στη Β' λυκείου. Στην τρίτη τάξη του λυκείου υπάρχουν 10 ενότητες οι οποίες αναπτύσσονται πάνω σε εκείνες των δύο πρώτων τάξεων χωρίς να υπάρχουν αλληλοκαλύψεις. Κάθε ενότητα αποτελείται από ένα αριθμό υποενοτήτων. Η διαπραγματεύση των εννοιών της Γ' λυκείου απαιτεί επαρκή γνώση του περιεχομένου των αντίστοιχων εννοιών της Α' και Β' λυκείου.

Το πρόγραμμα αναπτύσσεται πάνω σε τέσσερις γενικούς σκοπούς. Ο κάθε γενικός σκοπός περιλαμβάνει έναν αριθμό ειδικότερων σκοπών. Οι δύο πρώτοι γενικοί σκοποί σχετίζονται με την κατασκευή της νέας επιστημονικής γνώσης και το αντίκτυπό της στην κοινωνία, την τεχνολογία και το περιβάλλον. Οι επόμενοι δύο γενικοί σκοποί αφορούν στη χρήση της επιστημονικής γνώσης.

Στην Α' λυκείου προηγούνται οι αλληλεπιδράσεις και η ενέργεια, και ακολουθεί η περιγραφή και οι νόμοι της κίνησης. Στη Β' λυκείου εισάγονται τα πρότυπα του φωτός και το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, τα ατομικά και πυρηνικά πρότυπα καθώς και το καθιερωμένο πρότυπο. Στη Γ' λυκείου εισάγονται σχετικιστικά και κβαντικά πρότυπα.

Κάθε θεματική ενότητα ξεκινά με μια εισαγωγική εργαστηριακή δραστηριότητα που αναδεικνύει τα κύρια χαρακτηριστικά του προτύπου, στο οποίο αναφέρεται η ενότητα. Αυτή η εισαγωγική δραστηριότητα είναι τέτοια ώστε οι μαθητές να έρχονται αντιμέτωποι με ένα φυσικό σύστημα και πρέπει να καθορίσουν τις μεταβλητές οι οποίες θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά του συστήματος. Οι μαθητές παρατηρούν, ερευνούν, διατυπώνουν ερωτήσεις, δοκιμάζουν υποθέσεις, αναλύουν δεδομένα, συσχετίζουν διαγραμματικές, γραφικές, μαθηματικές, συμβολικές και λεκτικές αναπαραστάσεις, παραδίδουν γραπτές αναφορές, και αξιολογούν τα ευρήματά τους. Οι μαθητές μπορεί στη συνέχεια να εκτελούν και άλλες αυτοπρακτικές δραστηριότητες.

Μετά την εισαγωγική εργαστηριακή δραστηριότητα, ακολουθεί διάλογος όπου οι μαθητές παρουσιάζουν τις αναπαραστάσεις τους για το φυσικό σύστημα. Πρόσθετες ερωτήσεις τίθενται στους μαθητές προκειμένου να εξηγήσουν το πώς μια αναπαράσταση σχετίζεται με μια άλλη, να έρθουν αντιμέτωποι με τις παρανοήσεις τους, να διατυπώσουν ορισμούς και εικασίες που αφορούν καταστάσεις για τις οποίες ακόμα δεν έχουν εμπειρία.

Στη συνέχεια, δίνονται διάφορα φύλλα εργασίας στους μαθητές ανάλογα με το αντικείμενο, τα οποία μπορεί να τα διαπραγματευτούν και στο σπίτι. Τα φύλλα αυτά μπορεί να περιγράφουν δραστηριότητες με λογισμικά ή με απλά υλικά, να εμπεριέχουν οδηγίες και ερωτήσεις για συζήτηση. Η επεξεργασία των φύλλων εργασίας ακολουθεί παρόμοια πορεία στην οποία ο εκπαιδευτικός διευκολύνει την εννοιολογική ανάπτυξη των μαθητών μέσω Σωκρατικών ερωτήσεων. Οι ερωτήσεις αυτές έχουν σκοπό να βοηθήσουν τους μαθητές στην επίλυση των προβλημάτων, στη διατύπωση υποθέσεων, στο σχεδιασμό της πειραματικής διαδικασίας, και στην ανάλυση των δεδομένων. Κάποια φύλλα εργασίας, κυρίως στο τέλος

κάθε ενότητας, μπορεί να είναι και προβλήματα σχετικά με τα πρότυπα που μελέτησαν οι μαθητές. Δηλαδή, κάποια από τα προβλήματα αυτά είναι εργαστηριακά, και θα πρέπει να ακολουθηθεί μια συγκεκριμένη μέθοδος επίλυσής τους στο εργαστήριο.

Βιβλιογραφία

Ματσαγγούρας Η. (2008). Εκπαιδεύοντας Παιδιά Υψηλών Ικανοτήτων Μάθησης: Διαφοροποιημένη Συνεκπαίδευση. Gutenberg, Αθήνα.

Drolapas, A., Zarkadis, D., Oikonomidis, S. and Kalkanis, G. (2010). Hands-on Activities using Video Analysis of Motion with Low Cost Equipment - An Inquiring, Innovating and Utilitarian Proposal for the Hellenic Physics Curriculum. HSci2010 - 7th International Conference on Hands-on Science Rethymno Greece, Proceedings 393.

Feldhusen, J., and Kollof, M. (1978). A three stage model for gifted education. G/C/T, 1, 53-58

Renzulli, J.S. (1977). The enrichment triad. Wethersfield, CT: Creative Learning Press.

Renzulli, J.S. (2003). e schoolwide enrichment model: Developing creative and productive giftedness. In N. Colangelo & G.A. Davis (Eds.). Handbook of gifted education. Boston

Van Tassel-Baska. (1986). Effective curriculum and instructional models for talented students. Gifted Child quarterly, 30(4), 164-169.

Van Tassel-Baska (1989). Characteristics and needs of the gifted. Excellence in educating the gifted. Denver: Love Publishing Company.

Van Tassel-Baska (2003). What matters in curriculum for gifted learners: Reflections on theory, research and practice. In N. Colangelo & G.A. Davis (Eds.), Handbook.

Συνεδρία 21: Διαθεματικές και Εναλλακτικές Εκπαιδευτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες

Οι Τεχνολογικές Εφαρμογές Παρωθούν το Ενδιαφέρον για τις Φυσικές Επιστήμες, οι Φυσικές Επιστήμες Ερμηνεύουν τις Τεχνολογικές Εφαρμογές – Η Περίπτωση του Ηλιακού Θερμοσίφωνα

Ευαγγελία Μπούρμπουλα, Ουρανία Γκικοπούλου, Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Αθηνών, <http://micro-kosmos.uoa.gr>
linabour@gmail.com, gikopoulou@gmail.com, kalkanis@primedu.uoa.gr

Περίληψη

Περιγράφεται μια εκπαιδευτική διαδικασία με την εφαρμογή της οποίας διερευνήθηκε η δυνατότητα και αποτελεσματικότητα των τεχνολογικών εφαρμογών να παρωθούν ισχυρά το ενδιαφέρον των φοιτητών / μαθητών σε θέματα των φυσικών επιστημών και –αντίστροφα– η δυνατότητα και αποτελεσματικότητα των φυσικών επιστημών να επιβεβαιώνουν και να ερμηνεύουν τη λειτουργία αυτών των τεχνολογικών εφαρμογών. Η εκπαιδευτική αυτή διαδικασία αφορούσε τον «κοινό» και «ευρύτατα εφαρμοζόμενο» ηλιακό θερμοσίφωνα ο οποίος αποτέλεσε την παρώθηση / αφόρμηση ή το έναυσμα ενδιαφέροντος για τη μελέτη όλων σχεδόν των θερμικών φαινομένων τα οποία διδάσκονται στην τυπική εκπαίδευση, με διατύπωση υποθέσεων και αποδεικτικό εργαστηριακό πειραματισμό για κάθε μέρος και φάση λειτουργίας του, διατύπωση συμπερασμάτων και σύνθεση των σχετικών επιστημονικών προτύπων για την ερμηνεία κάθε μιας από τις φάσεις λειτουργίας του, γενίκευση των εφαρμογών τους πέραν του ηλιακού θερμοσίφωνα καθώς και συσχέτιση των λειτουργιών του με διαθεματικές παραμέτρους τους. Η εφαρμογή υλοποιήθηκε σε φοιτητές οι οποίοι γνώριζαν στοιχειωδώς τα σχετικά θερμικά φαινόμενα και πρότυπα ως απόφοιτοι της λυκειακής εκπαίδευσης και πριν την παρακολούθηση πανεπιστημιακών μαθημάτων φυσικής. Η συγκριτική αξιολόγηση των ομάδων πειραματισμού και αναφοράς ήταν συντριπτική για την προτεινόμενη συσχέτιση τεχνολογίας –ως εναύσματος ενδιαφέροντος– και φυσικών επιστημών –ως ερμηνευτικού στοιχείου.

Abstract

It is described an educational procedure, by the application of which, the potentiality and effectiveness of technological application, that strongly stimulate the interest of students/pupils in science topics and-vice versa-the potentiality and effectiveness of science to confirm and interpret the function of these technological applications was investigated. The “common” and “widely applicable” solar heater was the prompting/motivation or trigger of interest, for the study of almost all of thermal phenomena which are taught during the formal education. The educational procedure followed, was by expressing hypothesis and proving lab experiment for every part and stage of its function, by making conclusions and composing the related scientific models for the interpretation of every single stage of solar heater’s function. The procedure has been completed by the generalization of the scientific models’ applications beyond solar heater, as also by the correlation of its function with interdisciplinary parameters. This educational procedure was applied to students who were aware at least of the relevant thermal phenomena and models, as secondary education graduates and before attending the science university courses. Benchmarking of experimentation and reference groups was overwhelming in favor of the suggested correlation of technology –as trigger of interest– and science –as an interpretative way.



Σκεπτικό – Ερευνητικά Ερωτήματα

Η συνήθης πρακτική κατά την εκπαιδευτική διαδικασία των φυσικών επιστημών είναι, δυστυχώς, η αναγγελία της θεματικής της, η περιγραφή φαινομένων, η διατύπωση ορισμών και η απαίτηση απομνημόνευσή τους, τέλος δε η επίλυση θεωρητικών ασκήσεων ή και η εκτέλεση πειραμάτων επίδειξης, χωρίς –ουσιαστικά– να συνδέεται η προσφερόμενη πληροφορία / γνώση με την καθημερινή ζωή, την επιστήμη, την τεχνολογία. Αυτή η πρακτική περιγράφει την παρούσα κατάσταση –τουλάχιστον στον ελληνικό χώρο– και εκτείνεται από την πρώτη / γυμνασιακή έως και την ύστερη / λυκειακή δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αλλά και έως –σε μερικές περιπτώσεις– την τριτοβάθμια εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες –τουλάχιστον σε τμήματα στα οποία οι φυσικές επιστήμες δεν αποτελούν τα κυρίαρχα μαθήματα. Αυτό αποδεικνύεται εκτός των άλλων από τα αποτελέσματα της συμμετοχής Ελλήνων μαθητών στις Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής, αφού επιτυγχάνουν καλές επιδόσεις στα θεωρητικά ζητήματα ενώ υστερούν στα πειραματικά (Οικονομίδης 2010). Στις ύστερες τάξεις της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης η πρακτική αυτή δεν –ή τουλάχιστον δε συνιστάται από τα αναλυτικά προγράμματα και τα αντίστοιχα εγχειρίδια να– ακολουθείται, αλλά ακολουθείται το ερευνητικά εξελισσόμενο εκπαιδευτικό πρότυπο το οποίο βασίζεται στην επιστημονική μεθοδολογία και προϋποθέτει την εκτέλεση πειραμάτων για την εξαγωγή συμπερασμάτων (ΔΕΠΠΣ 2003, Αποστολάκης κá 2006).

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, παρότι η επιστήμη και η τεχνολογία είναι οι καταλύτες των αλλαγών οι οποίες συμβαίνουν στη σύγχρονη κοινωνία, οι έρευνες να δείχνουν ότι η πλειοψηφία των σύγχρονων πολιτών / ανθρώπων στερούνται των απαραίτητων γνώσεων και δεξιοτήτων για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του σύγχρονου κόσμου (BouJaoude 2002). Γι' αυτό η βελτίωση του τρόπου εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες μαθητών / φοιτητών / εκπαιδευτικών / πολιτών πρέπει να αντιμετωπιστεί επείγοντως (Chin 2005) και η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες δεν πρέπει να είναι μια βαρετή ενασχόληση (Thornton 1999) με απομνημόνευση ορισμών και κανόνων χωρίς τη διασύνδεσή τους με την πραγματικότητα και κυρίως την τεχνολογία. Έρευνες δείχνουν ότι οι μαθητές / φοιτητές μαθαίνουν καλύτερα τις φυσικές επιστήμες όταν συμμετέχουν ενεργά στην ερμηνεία των φυσικών φαινομένων και των τεχνολογικών εφαρμογών τους (Donovan & Bransford 2005).

Τα –γενικότερα– ερευνητικά ερωτήματα τα οποία ανακύπτουν από αυτήν την πραγματικότητα και οδήγησαν σε αυτή την ερευνητική διαδικασία ήταν:

- με ποιον τρόπο είναι δυνατό να προκαλέσουμε ή και να ενισχύσουμε το ενδιαφέρον των μαθητών / φοιτητών για συγκεκριμένα φαινόμενα και πρότυπα / θεωρίες των φυσικών επιστημών ή για την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες γενικότερα;
- με ποιον τρόπο είναι δυνατό να υποκαταστήσουμε ή και να αντικαταστήσουμε τις παρεχόμενες κατά την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες γνώσεις των ορισμών με γνώσεις των διαδικασιών;
- με ποιον τρόπο είναι δυνατό να υποκαταστήσουμε ή και να αντικαταστήσουμε τη συνήθη πρακτική της απομνημόνευσης με την επιθυμητή πρακτική της κατανόησης;
- είναι δυνατό (και σε ποιο βαθμό) ή όχι μία τεχνολογική εφαρμογή να είναι ένας από τους τρόπους απάντησης / επίτευξης των παραπάνω ερωτημάτων / ζητημάτων; και
- είναι δυνατό (και σε ποιο βαθμό) ή όχι μια τέτοια εκπαιδευτική διαδικασία να ερμηνεύσει συγχρόνως μερικές τεχνολογικές εφαρμογές και να τις απομυθοποιήσει ώστε να μη θεωρούνται «μαύρα κουτιά» από τους μαθητές / φοιτητές / μελλοντικούς πολίτες και χρήστες τους;

Οι –γενικότεροι– ερευνητικοί στόχοι ήταν αντίστοιχα:

- η μελέτη της εφικτότητας και αποτελεσματικότητας μιας κοινής και χρήσιμης τεχνολογικής εφαρμογής ως εναύσματος ενδιαφέροντος μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας για αντίστοιχες θεματικές των φυσικών επιστημών

- η «προστιθέμενη αξία» της εφαρμογής των βημάτων της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας (υποθέσεις, πειραματισμός, συμπεράσματα / πρότυπα) με διερεύνηση κάθε τμήματος ή φάσης λειτουργίας της εφαρμογής
- η επιτυχία (και σε ποιο βαθμό ή όχι) μιας προσπάθειας γενίκευσης της τεχνολογικής εφαρμογής στην καθημερινή ζωή ή και στην επιστήμη, στο πλαίσιο πάντοτε της συγκεκριμένης διερευνητικής μεθοδολογίας.

Η Ιδέα

Στο πλαίσιο των παραπάνω γενικών ερευνητικών ερωτημάτων και στόχων, αποφασίσαμε τη σχεδίαση / διενέργεια μιας ερευνητικής διαδικασίας για τη δοκιμή του κοινού και ευρύτατα χρησιμοποιούμενου ηλιακού θερμοσίφωνα ως εναύσματος ενδιαφέροντος και την εφαρμογή της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση (Καλκάνης, 2007α) κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η εκπαιδευτική αυτή διαδικασία είχε γνωσιακό αντικείμενο τις αντίστοιχες / απαραίτητες / ερμηνευτικές θεματικές των φυσικών επιστημών και ειδικότερα ερευνητικά ερωτήματα και στόχους τα γενικότερα ερευνητικά ερωτήματα και στόχους της προηγούμενης εξειδικευμένα για την περίπτωση του ηλιακού θερμοσίφωνα.

Η μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε κατά την ερευνητική διαδικασία (ή ερευνητική μεθοδολογία) περιγράφεται στη συνέχεια.

Η Εφαρμογή

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών κατά το ακαδημαϊκό έτος 2009-2010. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 72 δευτεροετείς προπτυχιακοί φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, πριν την παρακολούθηση του μαθήματος της Φυσικής και πριν την υποχρεωτική άσκησή τους στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Η επιλογή / αξιολόγηση του δείγματος των φοιτητών του συγκεκριμένου Τμήματος θεωρείται επιτυχής για τη γενίκευση των αποτελεσμάτων της έρευνας σε μαθητές και φοιτητές γιατί οι φοιτητές των Παιδαγωγικών Τμημάτων Δ.Ε. κατά τη συγκεκριμένη φάση των πανεπιστημιακών σπουδών τους θεωρούνται γνωστικά και γνωσιακά μαθητές αφού έχουν μόνο τις γνώσεις των αποφοίτων μαθητών της λυκειακής εκπαίδευσης.

Οι φοιτητές χωρίστηκαν με τυχαίο τρόπο, σε δύο ομάδες των 36 ατόμων:

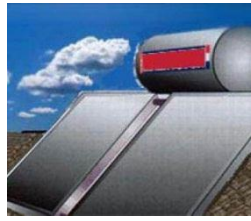
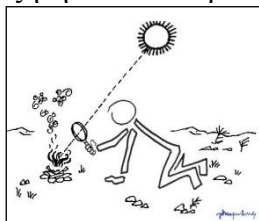
- α. την ομάδα αναφοράς, η οποία παρακολούθησε παραδοσιακά θεωρητικά μαθήματα διάρκειας 6 ωρών (τρία δίωρα) με θεματικές:
 - «μορφές» ενέργειας, μεταμορφώσεις ενέργειας, υπαγωγή των «μορφών» ενέργειας στις βασικές μορφές της, ανανεώσιμες μορφές και καθαρές μεταμορφώσεις ενέργειας, ...
 - θερμική ενέργεια / θερμοκρασία, θερμότητα, ηλεκτρομαγνητική διάδοση της θερμότητας (με ακτινοβολία), μεταφορά της θερμότητας (με ρεύματα), ανοδικά θερμικά ρεύματα, ...
 - ανάκλαση / απορρόφηση της θερμικής ακτινοβολίας, εξάρτηση από το χρώμα, την υφή και τον προσανατολισμό / κλίση των επιφανειών, διάδοση θερμότητας στα στερεά (με ακτινοβολία), ευθερμαγωγιά / δυσθερμαγωγιά σώματα, ...
 - θερμική διαστολή / συστολή των σωμάτων, λειτουργία / εκμετάλλευση ψηφιακών αισθητήρων θερμοκρασίας, ... και
- β. την ομάδα πειραματισμού, στην οποία επί 6 ώρες (τρία δίωρα επίσης) αξιοποιήθηκε ως έναυσμα της μελέτης μια αναφορά στη χρησιμότητα του ηλιακού θερμοσίφωνα και μια αναλυτική παρουσίαση των τμημάτων του. Ζητήθηκε από τα μέλη της η διατύπωση υποθέσεων για τον τρόπο λειτουργίας, τον τρόπο κατασκευής και τη χρησιμότητα κάθε τμήματός του. Επιβεβαιώθηκε με αποδεικτικό πειραματισμό η αλήθεια κάποιων υποθέσεων, ζητήθηκε η κατασκευή ενός αυτοσχέδιου ηλιακού θερμοσίφωνα με απλά υλικά και μελετήθηκαν τα βέλτιστα χαρακτηριστικά της κατασκευής του καθώς και οι βέλτιστες

συνθήκες λειτουργίας του. Καταγράφηκαν συμπεράσματα και επιχειρήθηκε η σύνθεση των σχετικών επιστημονικών προτύπων, ενώ αναζητήθηκαν τρόποι και άλλες εφαρμογές γενίκευσης των ηλιακών θερμοσίφωνων. Συσχετίστηκαν συστηματικά με τεχνολογικές, περιβαλλοντικές, οικονομικές, αισθητικές και άλλες παραμέτρους, τέλος δε ερμηνεύτηκαν από τους φοιτητές όλα τα τμήματα και οι λειτουργίες ενός ηλιακού θερμοσίφωνα με βάση τα επιστημονικά πρότυπα τα οποία διατυπώθηκαν από τους φοιτητές και τα οποία απεδείχθη ότι κάλυπταν ένα μεγάλο μέρος της θεωρίας όπως:

- «μορφές» ενέργειας (μεταξύ των οποίων η ηλιακή και θερμική ενέργεια), μεταμορφώσεις ενέργειας (μεταξύ των οποίων η μεταμόρφωση ηλιακής ενέργειας σε θερμική, η οποία συμβαίνει στον ηλιακό θερμοσίφωνα), υπαγωγή των «μορφών» ενέργειας στις βασικές μορφές της (υπαγωγή της «ηλιακής ενέργειας» σε δυναμική ενέργεια των πυρήνων υδρογόνου, υπαγωγή της «θερμικής ενέργειας» σε κινητική ενέργεια των σωματιδίων ύλης), ανανεώσιμες μορφές (όπως η ηλιακή ενέργεια) και καθαρές μεταμορφώσεις ενέργειας (όπως η μεταμόρφωση ηλιακής σε θερμική ενέργεια), εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας (όπως της χρήσης της θερμικής ενέργειας από τη λειτουργία του ηλιακού θερμοσίφωνα), ...
- θερμική ενέργεια / θερμοκρασία (της επιφάνειας του ήλιου, των διαφόρων μερών του ηλιακού θερμοσίφωνα, ...), μεταφορά θερμικής ενέργειας / θερμότητα (από τον ήλιο έως και το θερμό νερό του ηλιακού θερμοσίφωνα), ηλεκτρομαγνητική διάδοση / ακτινοβολία της θερμότητας (όπως η διάδοση θερμότητας με ηλεκτρομαγνητικά κύματα / φωτόνια από τον ήλιο έως την επιφάνεια του ηλιακού θερμοσίφωνα), ...
- ανάκλαση / απορρόφηση της θερμικής ακτινοβολίας (όπως η μετατροπή της ηλιακής / κυματικής ενέργειας σε θερμική / κινητική ενέργεια των σωματιδίων της επιφάνειας του ηλιακού θερμοσίφωνα), εξάρτηση από το χρώμα, την υφή και τον προσανατολισμό / κλίση των επιφανειών (όπως προκύπτει από τον πειραματισμό), διάδοση θερμότητας στα στερεά με ακτινοβολία / αγωγή μεταξύ των μορίων τους ή και με μεταφορά ηλεκτρονίων στα μέταλλα (όπως προκύπτει από σχετικό πειραματισμό), ευθερμαγωγιά / δυσθερμαγωγιά σώματα και η χρήση τους στον ηλιακό θερμοσίφωνα (όπως προκύπτει από σχετικό πειραματισμό), μεταφορά της θερμότητας με ρεύματα / ανοδικά θερμικά ρεύματα (όπως προκύπτει, επίσης, από σχετικό πειραματισμό), ...
- θερμική διαστολή / συστολή των σωμάτων (όπως προκύπτει από σχετικό πειραματισμό), λειτουργία / εκμετάλλευση ψηφιακών αισθητήρων θερμοκρασίας (οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τη διαπίστωση της λειτουργίας του ηλιακού θερμοσίφωνα και τη βελτιστοποίηση των χαρακτηριστικών του), ...

Η εκπαιδευτική διαδικασία διαρθρώθηκε / συστηματοποιήθηκε σύμφωνα με τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση (Καλκάνης 2007α): α. εναύσμα ενδιαφέροντος, β. διατύπωση υποθέσεων, γ. αποδεικτικός πειραματισμός, δ. διατύπωση συμπερασμάτων / σύνθεση προτύπου, ε. γενίκευση, συστηματική συσχέτιση, ερμηνείες.

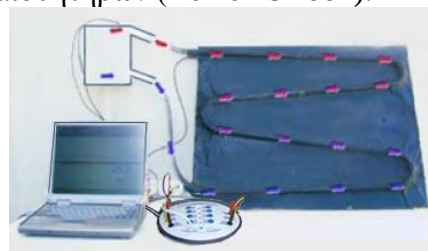
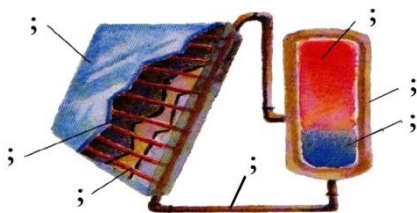
α. Ως εναύσματα ενδιαφέροντος χρησιμοποιήθηκαν ενδεικτικές εικόνες, φωτογραφίες και σχετικές εικονοσκοπίσεις οι οποίες επιδείχθηκαν στους φοιτητές και άλλες τις οποίες αναζήτησαν και παρέθεσαν οι ίδιοι φοιτητές,



Εικόνες «από την Ηλιακή στη Θερμική Ενέργεια»

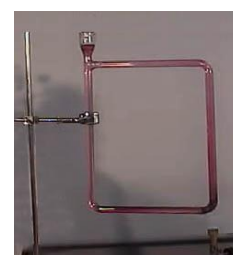
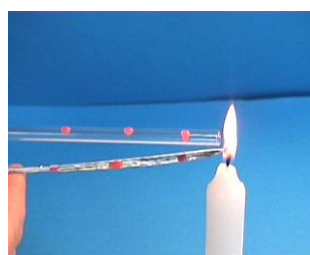
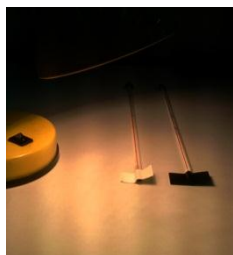
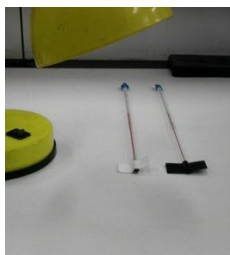
οι οποίοι συζήτησαν, εκτίμησαν τη σπουδαιότητα αυτών των φαινομένων και των εφαρμογών τους και ανέφεραν τους λόγους για τους οποίους –πρέπει να– αφορούν και να ενδιαφέρουν τον σύγχρονο άνθρωπο.

β. Οι φοιτητές προβληματίστηκαν και κλήθηκαν να διατυπώσουν υποθέσεις για τα μέρη ενός τυπικού / κοινού ηλιακού θερμοσίφωνα όπως τα είδαν σε εικόνες και σε έναν πραγματικό / πρότυπο ηλιακό θερμοσίφωνα (Καλκάνης 1997), αλλά και όπως υπέθεσαν για τη λειτουργία ενός ολοκληρωμένου πρότυπου ηλιακού θερμοσίφωνα με μετρήσεις της θερμοκρασίας των διαφόρων μερών του από αισθητήρες συνδεδεμένους με ηλεκτρονικό υπολογιστή, υποθέτοντας επίσης για τον τρόπο λειτουργίας των αισθητήρων (Kalkanis 2004):



Εικόνες των μερών ηλιακού θερμοσίφωνα και υποθέσεις για τη λειτουργία τους

γ. Ο πειραματισμός κατά την πρότυπη εκπαιδευτική διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση απλών πειραματικών υλικών πχ. για την εξάρτηση της θερμικής ενέργειας / θερμοκρασίας των σωμάτων από το χρώμα τους και τη γωνία πρόσπτωσης του φωτός στην επιφάνειά τους, την καλή / κακή θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων, τη λειτουργία των θερμικών ανοδικών ρευμάτων στα υγρά, ... (ενδεικτικά).



Εικόνες από τον πειραματισμό

Ο πειραματισμός ολοκληρώθηκε με την κατασκευή ή την παρακολούθηση μιας εικονοσκοπημένης κατασκευής ενός προτύπου αυτοσχέδιου –με απλά υλικά και μέσα– ηλιακού θερμοσίφωνα, της οποίας παρατίθενται στατικές εικόνες:



Υλικά και τρόπος / οδηγίες κατασκευής ενός προτύπου ηλιακού θερμοσίφωνα

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας που κατασκευάστηκε από τους ίδιους τους φοιτητές λειτουργούσε ικανοποιητικά αφού οι θερμοκρασίες των διαφόρων μερών του που καταγράφονταν από ηλεκτρονικό υπολογιστή συνδεδεμένο με αισθητήρες θερμοκρασίας στα διάφορα μέρη του ήταν αναμενόμενες. Στα σχέδια εργασίας από τους φοιτητές ζητείτο η δικαιολόγηση κάθε



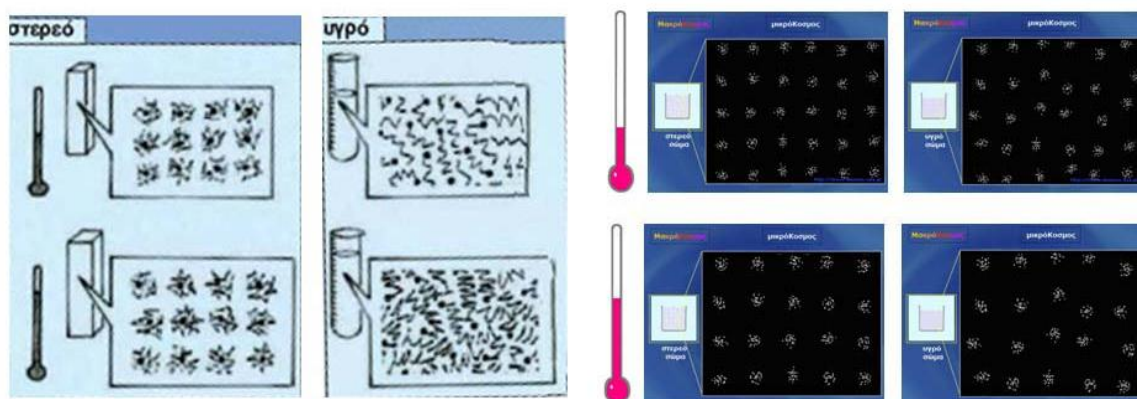
κατασκευαστικού στοιχείου, η καταγραφή παρατηρήσεων και προτάσεις βελτίωσης της κατασκευής.

δ. Η καταγραφή / αξιολόγηση των παρατηρήσεων από τους φοιτητές κατέληξε στη διατύπωση συμπερασμάτων και σύνθεση των σχετικών ερμηνευτικών προτύπων όπως αναπτύχθηκαν παραπάνω.

ε. Η γενίκευση της χρήσης της μεταμόρφωσης της ηλιακής σε θερμική ενέργεια έγινε με τη συλλογή / επιλογή πληροφοριών και εικόνων –κυρίως– από το διαδίκτυο (όπως εικόνων ηλιακής υψικαμίνου και πισίνας, ηλιακού θερμοκηπίου, του θερμικού ρεύματος του Κόλπου, ...).

Η συστηματική συσχέτιση (Straga 1999) της χρήσης του ηλιακού θερμοσίφωνα με διαθεματικές παραμέτρους του έγινε από τους φοιτητές με βάση πρότυπο διάγραμμα (Καλκάνης 2007α) το οποίο προτείνει την ακτινική (αλληλο)συσχέτιση της όποιας θεματικής με την επιστήμη, την τεχνολογία (αρχαία, σύγχρονη, βιομηχανία), το περιβάλλον (επιβάρυνση, προστασία), την ιστορία (αρχαιολογία, λαογραφία, λαϊκή παράδοση), κοινωνία (πολιτισμός, νομοθεσία, οικονομία, εμπόριο, υγεία), τέχνη (μουσική, λογοτεχνία, εικαστικά, θέατρο), γλώσσα (ετυμολογία, λεξικογραφία, ορολογία), ...

Οι ερμηνείες των συμπερασμάτων έγιναν από τους φοιτητές οι οποίοι παρακολούθησαν δυναμικές Monte Carlo προσομοιώσεις / οπτικοποιήσεις του μικροκόσμου (Καλκάνης κá 2007β) και σχεδίασαν / περιέγραψαν ή παρέθεσαν στατικά στιγμιότυπα των μικροσκοπικών διαδικασιών τα οποία ερμηνεύουν τις μεταμορφώσεις ενέργειας και τα θερμικά φαινόμενα (αγωγής, μεταφοράς, ακτινοβολίας, διαστολής / συστολής, ...) κατά τη λειτουργία του θερμοσίφωνα.



Στατικά στιγμιότυπα προσομοιώσεων / οπτικοποιήσεων του μικροκόσμου

Η Αξιολόγηση

Ως όργανα συλλογής των δεδομένων της ερευνητικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν γραπτά ερωτηματολόγια τα οποία δόθηκαν και στις δύο ομάδες (πειραματισμού και αναφοράς) πριν και μετά τη διδασκαλία της ενότητας. Επιπλέον δε στην ομάδα πειραματισμού χρησιμοποιήθηκαν και αναλυτικά φύλλα / σχέδια εργασίας τα οποία είχαν διαρθρωθεί με βάση τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση. Πριν την εφαρμογή της έρευνας προηγήθηκε μία πιλοτική διαμορφωτική έρευνα σε μικρότερο δείγμα φοιτητών για τη βελτιστοποίηση των ερωτηματολογίων. Τα τελικά ερωτηματολόγια περιελάμβαναν ερωτήσεις σχετικές με τις έννοιες και τις φυσικές διαδικασίες οι οποίες αναπτύχθηκαν παραπάνω.

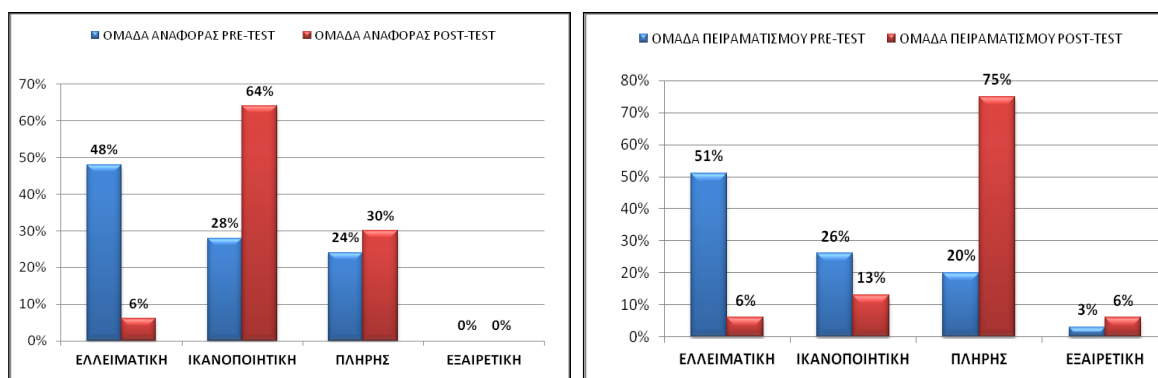
Η αξιολόγηση έγινε με τη διάκριση της επίδοσης / κατανόησης των φοιτητών με βάση τις απαντήσεις τους στα ερωτηματολόγια καθώς και στα φύλλα / σχέδια εργασίας σε «ελλειμματική» (όταν απαντούσαν επαρκώς σε λιγότερα από τα μισά ερωτήματα / βήματα), «ικανοποιητική» (όταν απαντούσαν επαρκώς σε περισσότερα από τα μισά ερωτήματα /

βήματα), «πλήρη» (όταν απαντούσαν επαρκώς σε όλα τα ερωτήματα / βήματα) και «εξαιρετική» (όταν απαντούσαν πλήρως σε όλα τα ερωτήματα / βήματα και είχαν διαπραγματευτεί επιτυχώς όλα τα βήματα των σχεδίων εργασίας).

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι ενώ πριν την διδακτική παρέμβαση δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες φοιτητών (αναφοράς και πειραματισμού), μετά την παρέμβαση η επίδοση της ομάδας πειραματισμού έχει βελτιωθεί σε πολύ σημαντικότερο βαθμό σε σχέση με την ομάδα αναφοράς.

Αναλυτικότερα, στην περίπτωση των ερωτηματολογίων τα οποία δόθηκαν σε όλο το δείγμα πριν τη διδακτική παρέμβαση δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στα δύο τμήματα (αναφοράς και πειραματισμού), καθώς η πλειοψηφία των φοιτητών και στις δύο ομάδες έδωσε απαντήσεις οι οποίες τους κατέτασσαν στην κατηγορία «ελλειμματικής» επίδοσης (ομάδα αναφοράς: 48% και ομάδα πειραματισμού: 51%) και στην κατηγορία «ικανοποιητικής» επίδοσης (ομάδα αναφοράς: 28 % και ομάδα πειραματισμού: 26 %), ενώ παρατηρήθηκαν λιγότερες επιδόσεις «πλήρεις» ή «εξαιρετικές» και στις δύο ομάδες (η κατηγοριοποίηση αναφέρεται παραπάνω).

Τα αποτελέσματα, όμως, για τις δύο ομάδες είναι αρκετά διαφορετικά μετά τη διδασκαλία, όπως φαίνεται και στα παρακάτω ραβδογράμματα:



Ραβδογράμματα επίδοσης των δύο ομάδων, πριν και μετά την παρέμβαση

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Με βάση τις απαντήσεις των φοιτητών στα ερωτηματολόγια και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα σε αντιστοίχιση των ερευνητικών ερωτημάτων και εκπαιδευτικών στόχων: επιβεβαιώνεται σε μεγάλο βαθμό η εφικτότητα και αποτελεσματικότητα της χρήσης του ηλιακού θερμοσίφωνα ως εναύσματος ενδιαφέροντος μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας για τα αντίστοιχα της λειτουργίας του φυσικά φαινόμενα και επιστημονικά πρότυπα, η εφικτότητα και αποτελεσματικότητα της εφαρμογής των βημάτων της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση. Επίσης διαπιστώνεται η επιτυχία της προσπάθειας γενίκευσης των σχετικών εφαρμογών της ηλιακής ενέργειας στην καθημερινή ζωή ή και στην επιστήμη και επιτυγχάνεται η ερμηνεία της λειτουργίας του ηλιακού θερμοσίφωνα σύμφωνα με τα εξαγόμενα από την εκπαιδευτική διαδικασία συμπεράσματα τα οποία διαμορφώνονται σύμφωνα με τα σχετικά επιστημονικά πρότυπα.

Προτείνεται ως εκ τούτου η ανάληψη τέτοιων εναλλακτικών / συμπληρωματικών –των τυπικών– εκπαιδευτικών διαδικασιών και η γενίκευσή τους πέραν της συγκεκριμένης θεματικής / τεχνολογικής εφαρμογής (του ηλιακού θερμοσίφωνα) και με άλλες θεματικές, όπως, για παράδειγμα, το ηλεκτρικό σύστημα του αυτοκινήτου, με δευτερογενείς θερμικές εφαρμογές (θέρμανση / ξεπάγωμα τζαμιών, ...), κινητικές εφαρμογές (υαλοκαθαριστήρες, ...), ψυκτικές εφαρμογές (κλιματισμός, ...), φωτεινές εφαρμογές (λαμπτήρες φωτισμού, ...),



ηλεκτρομαγνητικές εφαρμογές (λειτουργία ραδιοφώνου, ...) κτλ. ή η λειτουργία ενός διαστημοπλοίου με αντίστοιχες πολλαπλές δευτερογενείς εφαρμογές (κίνηση, πλοήγηση, επικοινωνίες, αναπνοή και διατροφή ανθρώπων, ...)

Βιβλιογραφία

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.

Καλκάνης Γ. Θ. (1997). Η Ενέργεια και οι Πηγές της: Τι, Πώς, Γιατί, βιβλίο για το μαθητή και βιβλίο για το δάσκαλο (βλ. <http://micro-kosmos.uoa.gr> → τα ΦΥΣΙΚΑ Ε' και Στ' Δημοτικού), Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας "Ανοιχτές Θύρες", Πικέρμι.

Καλκάνης Γ. Θ. (2007α). Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ (I. οι Θεωρίες, II. τα Φαινόμενα), "Εκπαιδευτικό ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Φυσικών Επιστημών, Εκπαιδευτικές ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ και οι Εφαρμογές τους" (I. το Εργαστήριο, II. 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.

Οικονομίδης Σ., Καλκάνης Γ. Θ. (2010). Σχεδίαση και Εφαρμογή ενός Εκπαιδευτικού Προγράμματος Φυσικής για Μαθητές και Φοιτητές με Υψηλές Ικανότητες Μάθησης – Η Περίπτωση των Ελλήνων Μαθητών στη Διεθνή Ολυμπιάδα Φυσικής 2010 – Προτάσεις, 7^ο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών ΚοΔιΦΕΕΤ, Αλεξανδρούπολη.

BouJaoude S. (2002). Balance of scientific literacy themes in science curricula: the case of Lebanon", Department of Education, American University of Beirut. International Journal of Science Education, Vol. 24, No. 2, pp.139–156.

Chin C. (2005). "First-year Pre-service Teachers in Taiwan—Do they enter the teacher program with satisfactory scientific literacy and attitudes toward science?", National Taichung Teachers College, Taiwan. International Journal of Science Education, Vol. 27, No. 12, pp. 1477–1493.

Donovan M. J. & Bransford J. D., (2005). How students learn: Science in the classroom. Washington, DC: National Academy Press.

Kalkanis G. et al (2004). Υλικό – Λογισμικό "Hands-on solar heater", "The electrical light and heat", "The biological / physical quantities of the human body" (ιδιοκατασκευές, διασύνδεση και μετρήσεις με ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω αισθητήρων, με διαθεματική προσέγγιση) για μαθητές του δημοτικού και του γυμνασίου (βλ. <http://micro-kosmos.uoa.gr/Hands-on-Science/applications.htm>), Socrates / Comenius "Hands-on Science (H-Sci)" Project, Project no. 110157-CP-1-2003-1-PT-COMENIUS-C3, 2004-2005.

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.

Thornton R. K., (1999). Why Don't Physics Students Understand Physics? Building a Consensus, Fostering Change. Chapter in The Thirteenth Labor, Improving Science Education, E.J. Chaisson, TC Kim ed., (Amsterdam, Gordon and Breach Publishers).

<http://micro-kosmos.uoa.gr>



Μια Εκπαιδευτική Συσχέτιση Φυσικών Φαινομένων, Τεχνολογικών Διαδικασιών και Κοινωνικών Παραμέτρων με χρήση Αλληλεπιδραστικών Λογιστικών Φύλλων – Η Περίπτωση της Αιολικής Ενέργειας και της Βιομάζας

Βασίλης Γρηγορίου, Ελένη Βυθοπούλου, Βασιλική Μαλλικούρτη, Σπυρίδωνας Χαραλάμπους, Γεώργιος Θ. Καλκάνης

*Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών*

vgigor@primedu.uoa.gr, evithopoulou@gmail.com, kalkanis@primedu.uoa.gr,
<http://micro-kosmos.uoa.gr>

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και τα συμπεράσματα από μια ερευνητική προσπάθεια που στόχο είχε να διερευνήσει κατά πόσο είναι εφικτό να συζητηθούν βασικές έννοιες των Φ.Ε. με έναν τρόπο που να αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης προσεγγίζοντας καθημερινά κοινωνικά και περιβαλλοντικά θέματα από το οικείο περιβάλλον των μαθητών. Η θεματική που επιλέχθηκε ήταν αυτή της ενέργειας, το μεθοδολογικό εκπαιδευτικό πλαίσιο που ακολουθήθηκε ήταν η διαθεματικότητα ενώ ως λύση στο πρόβλημα του φυσικού πειραματισμού επιλέχθηκε ο εικονικός μέσω αλληλεπιδραστικών λογιστικών φύλλων τύπου Excel. Παράπλευρα με το κύριο ερευνητικό ερώτημα επιχειρήθηκε να διερευνηθεί και το κατά πόσο θα μπορούσαν να ακολουθήσουν μια παράλληλη πορεία ανάπτυξης και εφαρμογής εκπαιδευτικού υλικού, τελειόφοιτοι του Φυσικού τμήματος. Περιγράφεται η πορεία που ακολουθήθηκε, τα προβλήματα που προέκυψαν καθώς και οι προοπτικές για περαιτέρω διεύρυνση της προσπάθειας και σε διαφορετικές θεματικές περιοχές.

Abstract

In this paper is presented the design, the effectuation and the conclusions that were made in an investigation effort which aimed to explore if it is feasible to discuss basic science concepts in a way that it raises students' interest by approaching common social and environmental issues. The chosen topic was energy; the methodological educational framework was that of interdisciplinary and as solution to the problematic real experimentation was chosen the virtual one through interactive Excel worksheets. In parallel, it was attempted to investigate the potentiality to develop an analogous educational material, graduands of the Physics department. It is presented the progress that was made, the arisen problems and also the perspectives for further amplification of the effort research at different science regions.

Εισαγωγή

Η παιδαγωγική στη σχολική επιστήμη τείνει να γίνεται δασκαλίστικη, αυταρχική και χωρίς δυνατότητα διεύρυνσης, με μικρό περιθώριο για αυτόνομη μάθηση ή για την ανάπτυξη κριτικής αιτιολόγησης. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί, οι ίδιοι ως το «προϊόν» του τυποποιημένου πρότυπου της επιστήμης εκπαίδευσης, συχνά έχουν πρωτόλειες απόψεις σχετικά με τη φύση της επιστήμης (Osborne J., Hennessy S. 2004), εγκλωβιζόμενοι στις προσωπικές τους εμπειρίες. Καινοτόμες διδακτικές πρακτικές που συνδυάζουν τα κατάλληλα εκπαιδευτικά μεθοδολογικά εργαλεία μπορούν να προωθήσουν διερευνητικές διεργασίες που θα βοηθήσουν στον απεγκλωβισμό τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών, δημιουργώντας μια δυναμική για ανακάλυψη της νέας γνώσης και διαδικασιών. Αυτό εξάλλου είναι ζητούμενο και από τη δημόσια διαβούλευση που έχει ξεκινήσει το ελληνικό υπουργείο παιδείας για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, όπου στοχεύοντας στην αλλαγή της φυσιογνωμίας της υποχρεωτικής εκπαίδευσης αναφέρει χαρακτηριστικά για τον επιδιωκόμενο ρόλο των εκπαιδευτικών: « Στο Νέο Σχολείο μαθητές και εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι σε θέση να αυτενεργούν και να διαχειρίζονται με κριτικό και δημιουργικό τρόπο τον τεράστιο όγκο της παρεχόμενης πληροφορίας, ώστε να μετεξελιχτούν σε παραγωγούς περιεχομένου που θα αντανakλά τις δικές τους αξίες και προτεραιότητες, οικοδομώντας, κατά συνέπεια, τη δική τους εναλλακτική οπτική για τη «διδασκτέα ύλη» της τάξης τους.» (Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών «ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΒΟΥΛΕΥΣΗΣ» 2010).

Η ενασχόληση με πτυχές των Φ.Ε. που άπτονται άμεσα με τα σύγχρονα κοινωνικά προβλήματα, όπως αυτό της ενεργειακής κρίσης και της μόλυνσης του περιβάλλοντος, μπορεί να συνεισφέρει στην προσπάθεια ένταξης του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις Φ.Ε. που ακολουθεί συνεχώς μια φθίνουσα πορεία, ενώ παράλληλα μπορεί να προτείνει και μια νέα διάσταση στην εκπαιδευτική προσέγγισή τους. Οι μαθητές παρακινούνται να κρίνουν επιστημονικά επιχειρήματα, να κατανοούν το νόημα και την εμβέλεια επιστημονικών υποθέσεων και δεδομένων, να αναζητούν και να καταλήγουν στην επιστημονική γνώση της εποχής τους, να μετέχουν στον κοινωνικό διάλογο (Anderson et al. 2006). Βιβλιογραφικά έχουν αποτυπωθεί δύο τάσεις γύρω από την εισαγωγή θεματικών κοινωνικών και περιβαλλοντικών προβληματικών στην υποχρεωτική εκπαίδευση: το πρώτο που τονίζει την ανάγκη για την ανάπτυξη μιας γνώσης και κατανόησης των βασικών επιστημονικών αρχών και, της δεύτερης, που υποστηρίζει την έμφαση στις διαδικασίες της επιστημονικής σκέψης (Osborne & Hennessy 2004). Και στις δύο προσεγγίσεις οι θεματικές αυτές συναρτώνται άμεσα με τις Φ.Ε. και την εκπαιδευτική μεθοδολογία με την οποία αυτές προσεγγίζονται

Παράλληλα, η διαθεματική προσέγγιση των γνωστικών αντικειμένων μπορεί να προσδώσει επιπλέον ώθηση στην προσπάθεια, προσφέροντας το ισχυρό εργαλείο της συστημικής θεώρησης και μελέτης. Με τον τρόπο αυτό ταυτοποιούνται οι παράγοντες που υπεισέρχονται στη μελέτη όπως επίσης διαφαίνονται και οι αλληλεπιδράσεις τόσο μεταξύ τους όσο και με εξωσυστημικές συνιστώσες και όλα αυτά σε ένα πλαίσιο που έχει νόημα για τον μαθητή.

Ο φυσικός όμως πειραματισμός, ως εγγενές κομμάτι της επιστημονικής άλλα και εκπαιδευτικής μεθοδολογίας στις Φ.Ε. (Καλκάνης 2007) καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολος, όταν υπεισέρχονται κοινωνικοί παράγοντες. Τη λύση έρχεται να δώσει εδώ η τεχνολογία, όπου με τη χρήση αλληλεπιδραστικών λογισμικών γίνεται εφικτή η μοντελοποίηση του επί παρατήρηση συστήματος και κατά συνέπεια ο εικονικός πειραματισμός.

Σκοπός της εργασίας - Ερευνητικά ερωτήματα

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται κατά πόσο είναι εφικτό και εν τέλει ποια η εκπαιδευτική αξία της προσέγγισης βασικών αρχών Φ.Ε. που βιβλιογραφικά παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες στον εκπαιδευτικό τους μετασχηματισμό σε σχολική γνώση, μέσω της ενασχόλησης, με διαθεματικό τρόπο, με θεματικές από τις προβληματικές με τις οποίες καθημερινά έρχονται



σε επαφή οι μαθητές. Πιο συγκεκριμένα εξετάζεται το φυσικό μέγεθος της ενέργειας διαμέσου των μορφών της αιολικής ενέργειας και της βιομάζας. Παράλληλα εξετάζεται η χρήση των αλληλεπιδραστικών λογιστικών φύλλων ως εκπαιδευτικού εργαλείου εικονικού πειραματισμού.

Τέλος, γίνεται μια πρώτη προσπάθεια να διερευνηθεί κατά πόσο είναι εφικτή μελλοντικοί εκπαιδευτικοί να γίνουν δημιουργοί τέτοιων προτάσεων, με την υλοποίηση των ανάλογων εκπαιδευτικών σεναρίων.

Συνεπώς, τα ερωτήματα ενασχόλησης της παρούσας εργασίας είναι:

- Κατά πόσον είναι εφικτή η πρόταση διαθεματικών εκπαιδευτικών σεναρίων για την προσέγγιση του φυσικού μεγέθους «ενέργεια», μέσω των μορφών της αιολικής ενέργειας και της βιομάζας για μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης;
- Ποια η χρησιμότητα των αλληλεπιδραστικών λογιστικών φύλλων ως εκπαιδευτικού εργαλείου εικονικού πειραματισμού;
- Είναι εφικτή η ανάπτυξη ανάλογου εκπαιδευτικού υλικού από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς;

Μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας

Η έρευνα περιλαμβάνει την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού λογισμικού και μετέπειτα την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής του αξίας. Η ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού έγινε σε δύο φάσεις: κατά την πρώτη η ερευνητική ομάδα μελέτησε τόσο βιβλιογραφικά αλλά και εργάστηκε σε πρακτικό επίπεδο ώστε να εξακριβώσει κατά πόσο είναι εφικτό να αναπτυχθεί διαθεματικό εκπαιδευτικό υλικό που να πληροί τις προδιαγραφές που έχουν προαναφερθεί. Μετά τα πρώτα ενθαρρυντικά αποτελέσματα η έρευνα πέρασε στη δεύτερη φάση όπου η ερευνητική ομάδα εμπλουτίστηκε από δύο μελλοντικούς φυσικούς που οικειοθελώς συνέδραμαν στην προσπάθεια. Οι δύο φοιτητές ήταν τελειόφοιτοι και είχαν παρακολουθήσει το υποχρεωτικό μάθημα διδακτικής που γίνεται στο Φυσικό τμήμα του Π.Α..

Κατόπιν διαδοχικών συναντήσεων της ερευνητικής ομάδας με τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς αποφασίστηκαν οι κεντρικοί άξονες ενασχόλησης καθώς και οι συνιστώσες της προβληματικής που θα προσεγγίζονταν. Επίσης επιλέχθηκαν οι τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν ως υποβοηθητικό υλικό. Στις συναντήσεις αυτές η ερευνητική ομάδα κατέγραφε τους διαλόγους ενώ επίσης αρχειοθετούσε το υλικό που κάθε φορά παρουσιαζόταν. Τα δεδομένα αυτά αναλύθηκαν με ποιοτικές μεθόδους ανάλυσης του περιεχομένου (Erickson 1998).

Μετά την ολοκλήρωση του σχεδιασμού και της ανάπτυξης του εκπαιδευτικού υλικού, ακολούθησε η διαμορφωτική αξιολόγησή του. Αυτή έγινε σε ένα τμήμα 35 ατόμων στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Π.Τ.Δ.Ε. στο Π.Α.. Το τμήμα το αποτελέσαν τριτοετείς φοιτητές οι οποίοι θεωρούνται αρκετά εξοικειωμένοι με την προτεινόμενη εκπαιδευτική μεθοδολογία, τόσο ως επιμορφούμενοι όσο και ως επιμορφωτές. Οι δύο υπό μελέτη μελλοντικοί φυσικοί διενέργησαν μία διδασκαλία χρησιμοποιώντας το υλικό που είχαν αναπτύξει (φύλλα εργασίας και λογισμικό). Αποδελτίωσαν τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας και ύστερα από συζήτηση με την ερευνητική ομάδα καθορίστηκαν τα κριτήρια και ο τρόπος αξιολόγησης. Επιλέχθηκε κάθε απάντηση να ταξινομηθεί σύμφωνα με μία πεντάβαθμη κλίμακα (1:επιστημονικά λανθασμένο, 5: επιστημονικά ορθό) προσπαθώντας έτσι να υπάρξει μια υποτυπώδης ποσοτικοποίηση της αξιολόγησης.

Σχεδιασμός και ανάπτυξη εκπαιδευτικού σεναρίου

Τα εκπαιδευτικά σεναρία σχεδιάστηκαν με στόχο να προβάλλουν μια ενοποιητική θεώρηση τόσο ως εσωτερική συνέπεια για τις Φυσικές Επιστήμες, όσο και μεταξύ των Φυσικών

Επιστημών, της τεχνολογίας, των περιβαλλοντικών και κοινωνικών ζητημάτων. Επίσης, στην προσπάθεια αυτή επιστρατεύτηκαν και δύο μελλοντικοί εκπαιδευτικοί ώστε να γίνει μια πρωτόλεια απόπειρα διερεύνησης του κατά πόσο είναι εφικτό να σχεδιαστεί και να αναπτυχθεί ένα τέτοιο υλικό όχι από εξειδικευμένα και έμπειρα στελέχη της εκπαίδευσης, αλλά από άπειρους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, με τους όποιους περιορισμούς θέτει μια τέτοια επιλογή.

Εγγενές κομμάτι της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας, η οποία υποστηρίζει την ανακάλυψη της επιστημονικής αλήθειας από τους μαθητές, είναι ο πειραματισμός, ως μοναδικός και τελικός κριτής των αρχικώς διατυπωμένων από τους μαθητές, προσωπικών τους υποθέσεων και ερμηνειών (Καλκάνης 2007). Στη συγκεκριμένη όμως θεματική, με την προτεινόμενη διαθεματική προσέγγιση, ο φυσικός πειραματισμός με τη στενή έννοια ενός εργαστηρίου είναι αδύνατος, αφού εμπλέκονται γενικότεροι κοινωνικοί παράγοντες. Επομένως, λύσεις μπορούν να αναζητηθούν στις ψηφιακές εκπαιδευτικές τεχνολογίες, όπου δίνουν τη δυνατότητα τόσο για τη συλλογή πολυπληθών και ετερογενών μεταξύ τους πληροφοριών, όσο και επεξεργασία τους, καθιστώντας εφικτή την ποσοτική και ποιοτική αξιολόγησή τους.

Οι εκπαιδευτικές τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι τεχνολογίες πληροφόρησης και επικοινωνίας καθώς και οι τεχνολογίες επεξεργασίας και απεικόνισης της πληροφορίας. Πιο συγκεκριμένα, μέσω του διαδικτύου αναζητήθηκαν πληροφορίες με κύρια κριτήρια την εγκυρότητα, την αυθεντικότητα της γνώσης (Osborne & Hennessy 2004) και τη δυνατότητα εκπαιδευτικού μετασχηματισμού τους από τους δύο μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Η χρήση του διαδικτύου προτείνεται για διαδικασίες που απαιτούν έρευνα, προτιμώντας κυρίως ιστοτόπους που φιλοξενούν προσομοιώσεις ή μεγάλη ποσότητα αριθμητικών δεδομένων (Moore & Huber 2001)

Επίσης, χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Excel 2007 ως πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού με βασική απαίτηση τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με το χρήστη. Με τον τρόπο αυτό επιδιώχθηκε να ξεπεραστούν οι αγκυλώσεις και η εσωστρέφεια που συχνά διακατέχει αυστηρώς δομημένα λογισμικά, παρέχοντας τη διέξοδο της ατομικής και επιλεκτικής παραμετροποίησης. Ο χρήστης δηλαδή, μπορεί να επιλέγει κάθε φορά ποιες παράμετροι θα είναι σταθερές και ποιες θα μεταβάλλονται, ώστε να καθίστανται πιο εύληπτες οι αιτιώδεις σχέσεις που περιγράφουν το σύστημα. Οι αιτιώδεις αυτές σχέσεις είναι μαθητικοποιημένες με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν μια ιδιαίτερα φιλική μορφή. Αυτό σημαίνει ότι σε πρώτο επίπεδο είναι κρυφές στο χρήστη ώστε αφενός να μειώνουν το επίπεδο πολυπλοκότητας κατά τη χρήση, αφετέρου να αποτελούν και ένα στόχο έρευνας δίνοντας νέες διαστάσεις στη διαθεματική προσέγγιση. Σε κάθε περίπτωση όμως, είναι προσβάσιμες τόσο από τον εκπαιδευτικό όσο και από το μαθητή ώστε να μπορούν να τις διαφοροποιούν και παραμετροποιούν κατά το δοκούν, αυξάνοντας τις περιγραφικές δυνατότητες του μοντέλου για το σύστημα.

Η επιλογή της συγκεκριμένης πλατφόρμας δεν θέτει περιορισμούς σε ότι αφορά το προαπαιτούμενο εγκατεστημένο λογισμικό προκειμένου να λειτουργήσει, διότι αφενός και τα ελεύθερα λογισμικά είναι συμβατά με αυτό το είδος αρχείου (google documents, open office) και αφετέρου η Microsoft προσφέρει δωρεάν λογισμικό που επιτρέπει να «τρέχει» οποιοσδήποτε τέτοιες εφαρμογές.

Οι θεματικές ενότητες που επιλέχθηκαν να μελετηθούν ήταν η αιολική ενέργεια και η βιομάζα. Η επιλογή έγινε βάσει των κάτωθι κριτηρίων:

- Οι θεματικές να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις που θέτει η διαθεματική θέαση, με τις κοινωνικές και πολιτισμικές προεκτάσεις να παρουσιάζουν έντονο ενδιαφέρον για τους μαθητές, τόσο σε πανελλήνιο-παγκόσμιο επίπεδο, όσο και στο πιο περιορισμένο τοπικό επίπεδο της περιοχής τους.
- Να είναι συνεπείς με την προσπάθεια χειρισμού της Ενέργειας ως ενοποιητικής έννοιας που διατρέχει οριζόντια το αναλυτικό πρόγραμμα των Φ.Ε. τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- Να συμβαδίζει απόλυτα με την επιστημονική μεθοδολογική προσέγγιση που επιχειρείται στις Φ.Ε..



Μέσα από την πλοήγηση στο λογισμικό που αφορά την αιολική ενέργεια οι χρήστες μπορούν να διαπιστώσουν την ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας των οικιακών συσκευών τους, ανάλογα με τις ώρες που τις χρησιμοποιούν ημερησίως, να υπολογίσουν την ποσότητα των εκπεμπόμενων ρύπων, να διαπιστώσουν το κόστος για την αντικατάσταση του τρόπου παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας με εναλλακτικές των ορυκτών πρώτων υλών καθώς επίσης και να σχολιάσουν τα δυναμικά διαγράμματα που σχεδιάζονται ανάλογα με τις προηγούμενες επιλογές τους (βλέπε εικόνα: 1).

[Αρχική σελίδα](#)

Παραγωγή ηλ. Ενέργειας	Κόστος(ευρώ/kwh)
ανεμογεννήτρια	0,06
εργοστάσιο ΔΕΗ	0,1

οικιακές συσκευές	πλήθος συσκευών	πλήθος ημερών λειτουργίας/εβδομάδα	ώρες λειτουργίας κάθε συσκευής/ημέρα	κατανάλωση kwh/έτος	ΔΕΗ		Ανεμογεννήτρια	
					Κόστος (ευρώ/έτος)	CO ₂ (kg/έτος)	Κόστος (ευρώ/έτος)	CO ₂ (kg/έτος)
πλυντήριο ρούχων	1	2	2	193,44	19,34	157,46	11,61	0
κουζίνα	1	7	2	1.092,00	109,20	888,89	65,52	0
φούρνος	1	3	2	1.209,31	120,93	984,38	72,56	0
πλυντήριο πιάτων	1	2	1	135,20	13,52	110,05	8,11	0
κλιματιστικό	2	3	3	936,00	93,60	761,90	56,16	0
ηλεκ. θερμάστρα	3	2	1	503,88	50,39	410,16	30,23	0
τηλεόραση	3	7	3	134,32	13,43	109,33	8,06	0
βίντεο/DVD player	1	3	1	5,15	0,51	4,19	0,31	0
υπολογιστής	2	6	2	312,00	31,20	253,97	18,72	0
λαμπτήρες	5	7	6	655,20	65,52	533,33	39,31	0
ηλεκ. σίδερο	1	3	1	156,00	15,60	126,98	9,36	0
ηλεκ. σκούπα	1	5	1	260,00	26,00	211,64	15,60	0
θερμοσίφωνας	1	4	1	832,00	83,20	677,25	49,92	0
Σύνολο	23	54	26	6.424,50	642,45	5.229,54	385,47	0

[Διάγραμμα Κατανάλωση](#)

[Διάγραμμα Κόστος](#)

Εικόνα 1: Επιλογές του λογισμικού για την αιολική ενέργεια (Α)

Επίσης, στο λογισμικό για την αιολική ενέργεια οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν το μοντέλο της οικονομικής ανάπτυξης μιας περιοχής και κατόπιν συμπληρώνοντας τον πληθυσμό της να υπολογιστούν οι ετήσιες ανάγκες σε ηλεκτρικής ενέργεια ανά κατηγορία κατανάλωσης (οικίες, καταστήματα, βιοτεχνίες, βιομηχανίες) όπως επίσης το αντίστοιχο κόστος και η ποσότητα των εκπεμπόμενων ρύπων (βλέπε εικόνα: 2).

[Αρχική σελίδα](#)

οικονομική ανάπτυξη περιοχής

οισική

▼

πληθυσμός περιοχής

20.000

Παραγωγή ηλεκ. Ενέργειας	Κόστος(ευρώ/KWh)
Ανεμογεννήτρια	0,06
εργοστάσιο ΔΕΗ	0,1

Παραγωγή ηλεκ. Ενέργειας		Πλήθος	Κατανάλωση (MWh/έτος)	Κόστος ηλεκ. Ενέργειας (ευρώ/έτος)	CO ₂ (τόνοι/έτος)	
ΔΕΗ	οικίες	8.000	60.000	6.000.000	48.840	
	καταστήματα	66	2.475	247.500	2.015	
	βιοτεχνίες	20	3.000	300.000	2.442	
	βιομηχανίες	1	7.500	750.000	6.105	
Σύνολο			72.975	7.297.500	59.402	πλήθος ανεμογεννητρι
Αναμογεννήτρια	οικίες	8.000	60.000	3.600.000	0	
	καταστήματα	66	2.475	148.500	0	
	βιοτεχνίες	20	3.000	180.000	0	
	βιομηχανίες	1	7.500	450.000	0	
Σύνολο			72.975	4.378.500	0	

Εικόνα 7: Επιλογές του λογισμικού για την αιολική ενέργεια (Β)

Αντίστοιχα, στο λογισμικό που αφορά τη βιομάζα, οι χρήστες μπορούν να πειραματιστούν και να δουν τα διαγράμματα που περιγράφουν τις απαιτήσεις σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις, σε άρδευση και τις ποσοστώσεις τους σε σχέση με τη συνολική έκταση της Ελλάδας, προκειμένου να αντικατασταθεί το πετρέλαιο ως πρώτη ύλη για την κίνηση των οχημάτων, με βιοκαύσιμα που προέρχονται από διαφορετικούς καρπούς (βλέπε εικόνα:3).

Αρχική σελίδα

Καύσιμο	Καλλιέργεια	Απόδοση σε βιοκ/μο (λίτρα/στρέμμα)	απαιτούμενη έκταση (στρέμματα)	απαιτούμενο νερό (% της συνολικής κατανάλωσης)	αντικατάσταση όλων των οχημάτων της Ελλάδας
βιοαιθανόλη	σίταρι	142,5	47.017.544	141	η έκταση της Ελλάδας δεν επαρκεί
	σόργο	850	7.882.353	24	η έκταση της Ελλάδας επαρκεί
	αραβόσιτος	270	24.814.815	74	η έκταση της Ελλάδας επαρκεί
	τεύτλα	600	11.166.667	34	η έκταση της Ελλάδας επαρκεί



Εικόνα 8: Επιλογές του λογισμικού για τη βιομάζα (Α)

Α

B

C

D

E

F

G

H

I

J

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

Αρχική σελίδα

Οικονομική ανάπτυξη περιοχής

αστική

πληθυσμός περιοχής

10.000.000

πλήθος οχημάτων

6.000.000

καύσιμο

κόστος(ευρώ/λίτρο)

βενζίνη

1,5

βιοαιθανόλη

2

E85

1,6

καύσιμο

κατηγορία

πλήθος οχημάτων

κατανάλωση (λίτρα/έτος)

κόστος(ευρώ)

CO₂ (τόνοι/έτος)

βενζίνη

μοτοσυκλίδες I.X.

900.000

405.000.000

607.500.000

1.350.000

βενζίνη

Φορτηγά-Λεωφορεία

4.500.000

8.775.000.000

13.162.500.000

13.500.000

βενζίνη

μηχανήματα

300.000

1.350.000.000

2.025.000.000

11.250.000

βενζίνη

μηχανήματα

300.000

450.000.000

675.000.000

1.350.000

Σύνολο

10.980.000.000

16.470.000.000

27.450.000

βιοαιθανόλη

μοτοσυκλίδες I.X.

900.000

542.700.000

1.085.400.000

40.500

βιοαιθανόλη

Φορτηγά-Λεωφορεία

4.500.000

11.758.500.000

23.517.000.000

405.000

βιοαιθανόλη

μηχανήματα

300.000

1.809.000.000

3.618.000.000

337.500

βιοαιθανόλη

μηχανήματα

300.000

603.000.000

1.206.000.000

40.500

Σύνολο

14.713.200.000

29.426.400.000

823.500

E85 (85% βιοαιθανόλη-15% βενζίνη)

μοτοσυκλίδες I.X.

900.000

522.045.000

835.272.000

236.925

E85 (85% βιοαιθανόλη-15% βενζίνη)

Φορτηγά-Λεωφορεία

4.500.000

11.310.975.000

18.097.560.000

2.369.250

E85 (85% βιοαιθανόλη-15% βενζίνη)

μηχανήματα

300.000

1.740.150.000

2.784.240.000

1.974.375

E85 (85% βιοαιθανόλη-15% βενζίνη)

μηχανήματα

300.000

580.050.000

928.080.000

236.925

Σύνολο

14.153.220.000

22.645.152.000

4.817.475

Διαγράμματα για βενζίνη

Διαγράμματα βενζίνη-βιοαιθανόλη

Διαγράμματα βενζίνη-E85

αντικατάσταση με βιοαιθανόλη

ποσοστό οχημάτων (% του πληθους της περιοχής)

ζημία (ευρώ)

κέρδος σε CO₂ (τόνοι)

απαιτούμενη έκταση % της συνολικής καλλιέργειας της Ελλάδας

μοτοσυκλίδες I.X.

5

-23.895.000

65.475

0,580

0,097

0,30

Φορτηγά-Λεωφορεία

25

-2.588.625.000

3.273.750

62.882

10.542

33,18

μηχανήματα

45

-716.850.000

4.910.625

17.413

2.919

9,19

μηχανήματα

5

-26.550.000

65.475

0,645

0,108

0,34

Σύνολο

20%

30%

81.520

13.667

43,02

αντικατάσταση με E85

μοτοσυκλίδες I.X.

100

-227.772.000

1.113.075

11,167

1,872

5,89

Φορτηγά-Λεωφορεία

100

-4.935.060.000

11.130.750

241,953

40,563

127,69

μηχανήματα

100

-759.240.000

9.275.625

37,224

6,240

19,64

μηχανήματα

100

-253.080.000

1.113.075

12,408

2,080

6,54

Σύνολο

37%

82%

302.752

50,755

159,78

Εικόνα 9: Επιλογές του λογισμικού για τη βιομάζα (Β)

Ακόμα, στο λογισμικό για τη βιομάζα οι χρήστες πάλι μπορούν να επιλέξουν το μοντέλο της οικονομικής ανάπτυξης μιας περιοχής και κατόπιν συμπληρώνοντας τον πληθυσμό της να υπολογιστούν οι ετήσιες ανάγκες σε καύσιμα, το κόστος και την ποσότητα των εκπεμπόμενων ρύπων, ανά κατηγορία οχημάτων (μοτοσυκλίδες, I.X. επιβατικά, φορτηγά-λεωφορεία, μηχανήματα). Επίσης μπορούν να πειραματιστούν με την αντικατάσταση σε



κάποιες κατηγορίες οχημάτων του πετρελαίου με εναλλακτικά βιοκαύσιμα και να δουν τις μεταβολές των παραπάνω μεγεθών (βλέπε εικόνα: 4).

Το λογισμικό βοηθά στη την ταυτοποίηση των αλληλεπιδραστικών κανόνων μεταξύ των συνιστωσών που δημιουργούν το σύστημα, επιτρέποντας στο χρήστη να κάνει προβολές και επομένως να δίνει τις δικές του απαντήσεις και προσεγγίσεις σε σύγχρονα καθημερινά κοινωνικά προβλήματα. Επίσης του επιτρέπει να βρίσκει τα όρια εφαρμογής της κάθε πρότασης, στηριζόμενος σε πραγματικά δεδομένα και βάσει της επιστημονικής μεθόδου. Είναι άξιο αναφοράς ότι στο λογισμικό που αφορά τη βιομάζα, εάν γίνει η πρόταση να υποκατασταθεί πλήρως το πετρέλαιο από καύσιμο που παράγεται από σιτάρι, τότε θα απαιτηθεί μία έκταση ίση με το 140% του εμβαδού της Ελλάδας! Επίσης, οι ποσότητες σιτηρών που απαιτούνται για να υποκαταστήσουμε το καύσιμο των Ι.Χ. αυτοκινήτων με βιοντίζελ, θα αρκούσε για να ταΐσει σχεδόν 27.000.000 ανθρώπους.

Αξιολόγηση - Συμπεράσματα

Οι υπό μελέτη φοιτητές, ανέπτυξαν το λογισμικό και αντίστοιχα φύλλα εργασίας και τα εφάρμοσαν σε μία πρότυπη διδασκαλία σε 35 τριτοετής φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε. του Π.Α.. Για την αξιολόγηση της εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποίησαν αλλά και της μεθοδολογικής πρότασης της διαθεματικότητας, βινετοσκοπήσαν τη διδασκαλία τους την οποία και ανέλυσαν παράλληλα με την αποδελτίωση των φύλλων εργασίας. Με την επιλογή αυτή η ερευνητική ομάδα θέλησε να εισαγάγει τους εκπαιδευόμενους φοιτητές και στις βασικές αρχές της εκπαιδευτικής έρευνας, με τα όποια εύαλωτα σημεία αυτή αναμενόταν να έχει.

Από την αποδελτίωση των φύλλων εργασίας φάνηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των φοιτητών (85%) κατάφερε να διατυπώσει προσωπικές υποθέσεις τις οποίες και αργότερα εξέτασε πειραματικά. Το γεγονός αυτό θεωρείται ιδιαίτερα ενθαρρυντικό διότι σε προηγούμενες έρευνες (Γρηγορίου & Καλκάνης 2007, Grigoriou & Kalkanis 2009) είχε αποτυπωθεί η ελλιπής πειραματική συσχέτιση μεταξύ υποθέσεων και συμπερασμάτων. Η επιτυχία αυτή αποδίδεται στο οξύμένο ενδιαφέρον των φοιτητών για το μάθημα καθώς επίσης και στις δυνατότητες παραμετροποίησης του λογισμικού.

Επίσης, αποτυπώθηκε η ευρεία δυνατότητα ερμηνευτικού πλαισίου που παρέχει η διαθεματική προσέγγιση κοινωνικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων, ιδιαίτερα όταν υπεισέρχονται και σε βασικές έννοιες Φ.Ε.. Οι φοιτητές κατάφεραν να καταλήξουν σε έναν πολύ ικανοποιητικό ορισμό για την έννοια της ενέργειας, της εντροπίας και της απόδοσης των θερμικών μηχανών ενώ μπόρεσαν να χειριστούν θέματα που αφορούσαν φυσικά μεγέθη, μονάδες μέτρησης, γραφική απεικόνιση και σχέσεις αλληλεξάρτησης φυσικών μεγεθών με μια διαδικασία που κατά δική τους ομολογία ήταν άκρως ενδιαφέρουσα. Το συμπέρασμα αυτό είναι συνεπές με τη βιβλιογραφία (Edelson D. 2007).

Οι ίδιοι οι επιμορφούμενοι φοιτητές, σε προσωπικές συνεντεύξεις δήλωσαν ικανοποιημένοι από το γεγονός ότι κατάφεραν να δημιουργήσουν το δικό τους εκπαιδευτικό υλικό, τόσο με τη μορφή των φύλλων εργασίας όσο και με τη μορφή του λογισμικού. Χαρακτήρισαν ιδιαίτερα χρήσιμη την αλληλεπίδραση με την ερευνητική ομάδα και υποβοηθητική στο έργο τους. Διαπίστωσαν τις ελλείψεις που διαθέτουν σε θέματα εκπαιδευτικής μεθοδολογίας και δήλωσαν τη θέλησή τους να συμμετάσχουν σε κάποιο είδος επιμορφωτικής διαδικασίας.

Μένει ακόμα προς μελλοντική διερεύνηση η δυνατότητα να εφαρμοσθεί η προτεινόμενη διαθεματική προσέγγιση μεταξύ Φ.Ε. τεχνολογίας και κοινωνικών-περιβαλλοντικών προβληματικών και σε άλλες θεματικές, όπως επίσης και η συστηματικοποίηση των υποστηρικτικών ενεργειών προς τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς Φ.Ε..

Βιβλιογραφία

Γρηγορίου Β., Καλκάνης Γ. (2007). Από μια Ερευνητική σε μια Εκπαιδευτική Δραστηριότητα: η Περίπτωση του ΒαρυτοΤροπισμού – Εργαστηριακό Υλικό και Εκπαιδευτικό Λογισμικό. (Πρακτικά 5ου Συνεδρίου) Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, 5 (Γ) 1050-1058.

Καλκάνης Γ. (2007). ΕκΠαιδευτική Φυσική ΕκΠΑιδευτικές Τεχνολογίες. Έκδοση 1^η, Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης

Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών «ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΒΟΥΛΕΥΣΗΣ» (http://www.minedu.gov.gr/publications/docs/plaisio_diavouleusis_100604.pdf) ημερομηνία πρόσβασης 06/10/10

Anderson C.W., Abdel-Kareem H., Chen J., Carolan A., Cho I.-Y., Covitt B., Foster A., Gallagher J., Gunckel K., Hawkins L. M., Jin H., Sharma A., Tsurusaki B., Wilson C., Zesaguli J. & Piety P., (2006). Environmental literacy blueprint, University of Michigan, available at <http://edr1.educ.msu.edu/EnvironmentalLit/publicsite/files/EstesParkMeeting/906EnvtfFramework.doc>

Edelson D., (2007). Environmental Science for All? Considering Environmental Science for Inclusion in the High School Core Curriculum Science Educator, 16 (1)

Erickson, F. (1998). Qualitative Research Methods for Science Education. In B. J. Fraser & K. G. Tobin(Eds.): International Handbook of Science Education. Dordrecht: Kluwer, 1155-1173.

Grigoriou V., Kalkanis G., (2009), Training of prospective Greek teachers in the development of simulations for the model of the ideal gas., ESERA 2009 conference August 31st - September 4th 2009

Moore, C. J., & Huber,R. (2001). Internet tools for facilitating inquiry. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* [Online serial] , 1 (4) . Available: <http://www.citejournal.org/vol1/iss4/currentissues/science/article1.htm>

Osborne J., Hennessy S., (2004). FUTURELAB SERIES REPORT 6: Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions.



«Μαμά, να έρθει στο σπίτι ο κύριος Μαγνήτης να παίξουμε;»

Άννα Βαρσάμου, Βασίλης Τσελφές, Αντιγόνη Παρούση

ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, annvarsam@gmail.com

ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, tselfesv@ecd.uoa.gr

ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, aparous@ecd.uoa.gr

Περίληψη

Οι πολλαπλές δυνατότητες της αφήγησης στην επικοινωνία με τα παιδιά, προκαλούν για την αξιοποίησή της στα πλαίσια της διδακτικής των φυσικών επιστημών (ΔΦΕ). Προκειμένου να διδάξουμε επιστημονικό περιεχόμενο σχετικό με τους «μαγνήτες» δημιουργήσαμε μια σειρά από δραστηριότητες, κατά τις οποίες οι επιστημονικές οντότητες γίνονται οι κεντρικοί χαρακτήρες αφηγήσεων, που παρουσιάζονται στα παιδιά μέσω λόγου, εικόνας, και θεάτρου. Οι δραστηριότητες αυτές υλοποιήθηκαν στα πλαίσια μιας έρευνας- δράσης, που διεξήχθη σε δημόσιο νηπιαγωγείο, το έτος 2010. Τα πρώτα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά, και δείχνουν πως η ανάπτυξη ολοκληρωμένων διδακτικών προτάσεων που θα εκμεταλλεύονται την αφήγηση και τη θεατρική έκφραση, για την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών, θα δώσει πιθανότατα νέα πνοή και σημαντική ώθηση στην ΔΦΕ για την υποχρεωτική εκπαίδευση.

Abstract

Narrative is an age-old and powerful means of communication, yet compelling in its use through Science Education. To explore its potentialities in teaching science, we created a course of narrative-based activities, introducing “Magnets” to Kindergarten students. In these activities the scientific entities become the central characters/ agents of stories, which are presented to children via verbal narration, images and theatre genres (role-play, puppet-theatre etc). The activities took place at a public Kindergarten in 2010, as a part of an action-research study performed by the teacher/ researcher. The first results are encouraging. It seems that the development of research-based teaching approaches, which exploit narrative and theatre advantages in communicating science ideas, might increase the effectiveness of Science Education in primary classroom.

Εισαγωγή

Τα σχολικά βιβλία, καθώς και η «διάλεκτος» που χρησιμοποιείται κατά την διδασκαλία των φυσικών επιστημών (ΦΕ), μπορεί να είναι εξαιρετικά «φιλικά προς την επιστήμη» αλλά αποδεικνύονται «εχθρικά προς τον μαθητή». Βασισμένα σε μια μη- αφηγηματική γλώσσα (Klein, 2006), παρουσιάζουν τις επιστημονικές οντότητες και σχέσεις με τρόπο που στερείται ανθρώπινου ενδιαφέροντος και αναλογιών προς τις φυσικές, ανθρώπινες εμπειρίες (Klassen, 2008). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η επικοινωνία στο σχολικό πλαίσιο μέσω των ΦΕ να είναι βαρετή, με κείμενα «πυκνά» και στριφνά, όπου οι ιδέες παρουσιάζονται «ξεκομμένες» ακυρώνοντας την επιστημονική ενδελέχεια (Norris et al, 2005), ενώ απουσιάζει η εσωτερική σύνδεση ανάμεσα στο υποκείμενο (ανάγκη, ενδιαφέρον, κίνητρο) και στο αντικείμενο μελέτης (Martin & Brouwer, 1991).

Η αφηγηματική γλώσσα δίνει στα λεγόμενά μας «συνοχή» ενώ η αφήγηση, ως τεχνική διδασκαλίας, καθιστά τις επιστημονικές ιδέες πιο επικοινωνίσιμες -με μεγαλύτερη «λογική ευστάθεια» και περισσότερο νόημα-, πετυχαίνοντας, έτσι, να τις κάνει και πιο απομνημονεύσιμες (Norris et al, 2005). Γιατί η κατανόηση και η απομνημόνευση, δεν

προκύπτουν με την εναποθέτηση ιδεών στα ράφια ενός παθητικού νου. Το μυαλό επιλεκτικά διαλέγει, διατηρεί, μετασχηματίζει και διαδίδει πληροφορίες (Norenzayan & Atran, 2004).

Ο τρόπος που θα δοθούν οι αφηγήσεις στα παιδιά, εξαρτάται από την ηλικία και τα ενδιαφέροντά τους. Για την προσχολική εκπαίδευση και τις πρώτες τάξεις του δημοτικού, φαίνεται πως κατάλληλο όχημα αποτελεί το παιχνίδι και το θέατρο, σε διάφορες εκδοχές τους (δραματοποίηση, θεατρικό παιχνίδι, θέατρο αντικειμένων κ.α). Αυτά, πέρα απ' το ό,τι αποτελούν πολιτιστική γέφυρα ανάμεσα στον κόσμο του σχολείου και την καθημερινή ζωή του μαθητή (Papadopoulos & Seroglou, 2007), δίνουν στα παιδιά την ικανότητα να χρησιμοποιήσουν όλη τους την εμπειρία και γνώση (όπως αυτές προέκυψαν από ταυτόχρονη συμμετοχή σώματος, νου και αισθήματος). Αυτό είναι σημαντικό, μιας και πρόσφατες μελέτες δείχνουν πως η θέληση για μάθηση και η κατανόηση, δεν πηγάζουν από αυτό που αποκαλούμε «μυαλό». Είναι μια διάθεση που προκύπτει από την καρδιά και το νου, συναισθήματα και σκέψεις, φαντασία και λογική (Girod, Rau & Schepige, 2003).

Θεωρητικό πλαίσιο

Όταν οι πληροφορίες που δεχόμαστε από τον εξωτερικό κόσμο συμφωνούν με την «διαίσθηση» μας, τότε τακτοποιούνται σχεδόν «διεκπεραιωτικά» στο νου και σύντομα τις ξεχνάμε (Norenzayan et al., 2006). Αντίθετα, οι «κόντρα στην διαίσθηση» πληροφορίες π.χ. ζώα που μιλάνε, φαντάσματα που περνάνε από τοίχους κλπ, που συναντάμε στις θρησκευτικές παραδόσεις, σε παραμύθια και μύθους, καταστρατηγούν την «κοινή λογική» και εντυπώνονται στο νου. Τα στοιχεία μιας εντυπωσιακής αφήγησης είναι ελαστικά, αναπηδούν πάνω στην πεζή πραγματικότητα και αφήνουν ανεξίτηλο το στίγμα τους στη μνήμη. Οι ΦΕ είναι γεμάτες από εντυπωσιακές οντότητες, με αλλόκοτες ονομασίες και υπερφυσικές, για τα ανθρώπινα μέτρα, «συμπεριφορές», οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν προς όφελος της διδασκαλίας μας.

Σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο για την αξιοποίηση της αφήγησης στην ΔΦΕ (Norris et al., 2005), μια αφήγηση χρειάζεται δομή και χαρακτήρες που θα υπηρετούν το σκοπό/ «δίδαγμα» της, αλλά όχι εις βάρος της ψυχαγωγίας: μια καλή ιστορία πρέπει, καταρχάς, να μας ανοίγει την «όρεξη» για να την ακούσουμε -αν θέλουμε κάτι βαρετό και διδακτικό, ανατρέχουμε και στα σχολικά βιβλία!

Για να θυμούνται τα παιδιά όσα έμαθαν, οι αφηγήσεις μας οφείλουν να αξιοποιούν τις ιδιαιτερότητες της ανθρώπινης μνήμης, η οποία αναπτύχθηκε για να λειτουργεί συνθετικά και να λύνει προβλήματα (Norenzayan & Atran, 2004). Επομένως οι ιστορίες μας πρέπει να έχουν μια υπόθεση, που να απαιτεί την νοητική κινητοποίηση του παιδιού και, επίσης, να εξάπτει την περιέργειά του. Προκειμένου, δε, να μένουν μακροπρόθεσμα στη μνήμη, μια «συνταγή» είναι να αφηγούμαστε κοινά, πεζά δρώμενα που θα διανθίζονται από ελάχιστα «κόντρα στην διαίσθηση» περιστατικά.

Η ταυτότητα της έρευνας

Βάσει των παραπάνω, σχεδιάσαμε μια έρευνα με τρεις κύριες υποθέσεις:

- i. Η ΔΦΕ που αξιοποιεί τεχνικές αφήγησης (μέσω παιχνιδιού και θεάτρου), προσφέρει στα παιδιά την ευκαιρία να λειτουργούν ως ολότητες –επιστρατεύοντας για την επίλυση προβλημάτων όχι μονάχα τη νόηση, αλλά κάθε τους ικανότητα (συναισθηματική, νοητική, σωματική).
- ii. Αυτή η ολόπλευρη εμπλοκή των παιδιών, σε αφηγήσεις και θεατρικές αναπαραστάσεις που εμπεριέχουν επιστημονικές οντότητες, βοηθά στην καλύτερη κατανόηση των επιστημονικών ιδεών και στην διαρκέστερη παραμονή τους στη μνήμη των μαθητών.



- iii. Μέσα από το θεατρικό παιχνίδι και τις αφηγήσεις που δημιουργούν οι μαθητές για τις επιστημονικές οντότητες, επικοινωνεί η σχολική με την καθημερινή εμπειρία και γνώση, η επιστημονική ορολογία χρησιμοποιείται αυθόρμητα στην καθημερινή γλώσσα και οι «θεωρητικές» επιστημονικές ιδέες βρίσκουν εφαρμογή στην καθημερινή «πράξη» των παιδιών.

Η έρευνα μας απευθύνεται σε νήπια και πραγματώνεται με μια σειρά δραστηριοτήτων, τις οποίες διενεργεί η εκπαιδευτικός με την παρουσία ή την ουσιαστική βοήθεια των παιδιών. Οι δραστηριότητες έχουν σκοπό να φέρουν τα παιδιά σε βιωματική επαφή με έναν εικονικό «κόσμο» (όπως είναι ο θεατρικός) όπου οι επιστημονικές ιδέες ζουν εκδοχές της ιδιαίτερης ζωής τους. Ο «κόσμος» αυτός δεν είναι ο κόσμος των επιστημονικών κειμένων (επαγγελματικών ή διδακτικών), με τον οποίο τα παιδιά του Νηπιαγωγείου δεν έχουν, ούτε επιδιώκουμε να έχουν, κάποια σχέση. Δεν είναι επίσης ο κόσμος των θετικιστών φιλοσόφων, όπου οι επιστημονικές ιδέες αποτελούν «πραγματικότητες». Είναι ένας *συμβατικός κόσμος*, τον οποίο τα παιδιά αναγνωρίζουν ως τέτοιο, και στον οποίο αναγνωρίζουν, επίσης, τι είναι το εμπειρικά «πραγματικό» και άρα μπορεί να ισχύσει και εκτός σύμβασης (π.χ τις *ιδιότητες* των μαγνητών). Οι δραστηριότητες εξελίσσονται σε συνθήκες καθημερινού μαθήματος και επαναλαμβάνονται ή διαφοροποιούνται, με βάση τα πραγματικά προβλήματα/ ανάγκες που προκύπτουν κατά την εφαρμογή τους. Το διδακτικό αντικείμενο που πραγματεύεται είναι οι «μαγνήτες».

Οι παρακάτω δράσεις, αποτελούν τις επιμέρους «πράξεις» του ενιαίου θεατρικού, κατά βάση δρώμενου, «η Μαγνητούπολη».

1. Το Μαγνητοξενοδοχείο

Ιδέες προς κατανόηση: οι μαγνήτες έχουν την ιδιότητα να έλκουν σίδηρα –με επαφή ή και από απόσταση- οι μαγνήτες δεν έλκουν πλαστικό, γυαλί, ξύλο, ύφασμα κ.α

Υλοποίηση: Όλη η τάξη συμμετέχει σε ένα θεατρικό παιχνίδι, κατά το οποίο πηγαίνουμε ένα «ταξίδι». Εκεί, αφού περνάμε πολλές περιπέτειες, η Νηπιαγωγός λέει πως *έχει κουραστεί και πρέπει να βρουν ένα πανδοχείο να ξαποστάσουν*. Πράγματι, βρίσκουν ένα (διαμορφωμένος χώρος στο Νηπιαγωγείο, σαν μικρή ρεσεψιόν ξενοδοχείου). Ο ιδιοκτήτης που εμφανίζεται είναι ένας μαγνήτης (αληθινός, μεγάλος, πεταλοειδής μαγνήτης, ντυμένος σαν «άνθρωπος-ξενοδόχος», τον χειρίζεται η Νηπιαγωγός με τεχνικές κουκλοθέατρου). Ο κυρ Μαγνήτης καλωσορίζει, ρωτά πόσα δωμάτια κλπ, και ύστερα ρωτά, *αν κουβαλάει κανείς τους μεταλλικά αντικείμενα πάνω του*. Αναθέτει στα παιδιά ανά ζευγάρια να ψάξουν ο ένας τον άλλο για οτιδήποτε μεταλλικό και να το αφήσουν πάνω στη ρεσεψιόν (αναγνώριση από παιδιά μεταλλικών αντικειμένων/ υλικού). Όταν τον ρωτάνε *τι τα θέλει*, ο Μαγνήτης φέρνει και δείχνει δύο αληθινές φωτογραφίες του, όπου στην πρώτη έχει γεμίσει καρφίτσες και στη δεύτερη πρόκες και βίδες. Περιγράφει γλαφυρά τα «τραυματικά» περιστατικά, με έναν πελάτη ράφτη κι έναν ξυλουργό. Για να τον πιστέψουν τα παιδιά τους δείχνει τι συμβαίνει όταν πλησιάζει τα μεταλλικά αντικείμενα που έχουν μαζέψει (κοκαλάκια, νομίσματα, παραμάνες, κουμπιά, κλειδιά, αυτοκινητάκια κλπ). Η Νηπιαγωγός αφήνει τον Μαγνήτη σε όποιο παιδί θέλει να δοκιμάσει, *αν κολλάει από μόνος του ή μήπως έχει κόλλα πάνω του*; Όταν γίνει το «πείραμα» απ' τα παιδιά, ο Μαγνήτης γυρνά και τους διηγείται πώς αναγκάστηκε να αλλάξει τα πάντα σχεδόν στο ξενοδοχείο για να μην κολλά όλη την ώρα (για κάθε τι που λέει, παρουσιάζει το αντικείμενο): τα μαχαιροπίρουνα είναι πλαστικά, τα πιάτα πηλίνα, οι κατσαρόλες γυάλινες, οι πρόκες ξύλινες και οι κλειδαριές αντικαταστάθηκαν με κάρτες. Επιδεικνύει στην πράξη ότι δεν κινδυνεύει να κολλήσει σε αυτά. Κατόπιν τούτων τους δείχνει τα δωμάτια τους για να κοιμηθούν. Η Νηπιαγωγός πάει να του δώσει το χέρι της για χειραγγία και κολλάει πάνω στο μεταλλικό μπρασελέ της. Τη μαλώνει που δεν παρέδωσε τα μεταλλικά της αντικείμενα!

2. Το Μαγνητοσχολείο

Ιδέες προς κατανόηση: οι μαγνήτες έλκονται αλλά και απωθούνται μεταξύ τους· οι μαγνήτες έχουν δυο πόλους.

Υλοποίηση: Πάμε να δούμε πώς ζουν οι υπόλοιποι μαγνήτες στην Μαγνητούπολη; Ξεκινάμε από το Μαγνητοσχολείο (ένα χαρτόκουτο συσκευασίας που το μεταμορφώνουμε σε σχολική αίθουσα· η σκεπή/ καπάκι βγαίνει και μπορούμε να δούμε πώς γίνεται το μάθημα ανάμεσα σε Δασκάλα και μαθητές, που είναι ραβδόμορφοι μαγνήτες, με σημαντικό βάρος και διατομή ώστε να είναι ευσταθείς όταν «στέκονται» όρθιοι, ντυμένοι σαν «ανθρωπάκια»). Παρατηρούμε τους μαθητές στα θρανία τους, τοποθετημένους χωριστά ανά χρώμα: όσοι έχουν μπλε καπέλα απ' τη μια, όσοι έχουν κόκκινα απ' την άλλη. Η Μαγνητοδασκάλα αντιλαμβάνεται την παρουσία μας και μας μιλάει. Στην ερώτηση «γιατί οι μαθητές κάθονται έτσι, χωριστά, ανά χρώμα» η Μαγνητοδασκάλα δεν προδίδει τι θα συμβεί αν κάτσουν αλλιώς, παρά παροτρύνει τα παιδιά να δοκιμάσουν να βάλουν μαζί έναν μπλε κι έναν κόκκινο (Πείραμα 1: Με τη βοήθεια 2-3 παιδιών βάζουμε τους μπλε και κόκκινους να σταθούν κοντά και κολλάνε όλοι μεταξύ τους). Η Μαγνητοδασκάλα πάει να τους χωρίσει, κολλάει και αυτή. Βάζουμε μια άλλη ομάδα παιδιών να τους ξεκολλήσουν. Στην ερώτηση «κι όταν θέλουν να παίξουν κάποιοι ίδιοι μεταξύ τους τι γίνεται; Κολλάνε έτσι»; ξαναδοκιμάζουμε στην πράξη: (Πείραμα 2: Με τη βοήθεια 2-4 παιδιών βάζουμε τους μπλε να πλησιάσουν τους μπλε και κόκκινους με κόκκινους· ο ένας σπρώχνει μακριά τον άλλο). Δράση/ Πείραμα 3: η Νηπιαγωγός βάζει έναν μπλε μαγνήτη κοντά σε έναν κόκκινο, ο μπλε φωνάζει «κυρία μου κολλάει, δε με αφήνει ήσυχο, ξεκόλλα από πάνω μου, κυρία πείτε του κάτι!». Καλούμε 2-4 παιδιά να κάνουν άλλα ζευγάρια και να πουν τι λένε οι μαγνήτες μεταξύ τους· χαζογελάνε και δίνουν φιλία; κλπ. Χτυπά κουδούνι: η Μαγνητοδασκάλα αποχωρεί από την τάξη. Δυο μαγνήτες πλησιάζουν τα παιδιά μόλις φεύγει η Μαγνητοδασκάλα: είναι και οι δυο με μπλε καπέλα. «Εμείς μπορεί να μην μπορούμε να γίνουμε κολλητοί κανονικά, γιατί ο ένας απομακρύνει τον άλλο (το βλέπουμε) αλλά θέλουμε να κάνουμε παρέα, κι άμα θες όλα γίνονται (και με μια κίνηση γυρνά ανάποδα -με το κεφάλι/ πόλο κάτω- οπότε κολλάει με τον φίλο του). Βέβαια δεν είναι και πολύ βολικό, να περπατάς με τα χέρια αλλά...» και βγαίνουν για διάλειμμα.

3. Μαγνητοσχολή Χορού

Ιδέες προς κατανόηση: οι μαγνήτες έχουν δύο πόλους· οι μαγνήτες έλκονται ή απωθούνται μεταξύ τους

Υλοποίηση: Αφού τα παιδιά έχουν παίξει ελεύθερα στο Μαγνητοσχολείο, μια άλλη μέρα πάμε να δούμε πώς γίνεται το μάθημα στη Σχολή Χορού. Η Νηπιαγωγός γίνεται Δασκάλα Χορού και τα νήπια γίνονται μαγνήτες, φορώντας από ένα καπελάκι, μπλε ή κόκκινο (διαδικασία θεατρικού παιχνιδιού). Πριν ξεκινήσουν ρωτάει αν θυμούνται τους κανόνες στη ζωή των μαγνητών: με ποιους μπορούν να κολλήσουν και με ποιους όχι, ποιοι έχουν απόσταση μεταξύ τους και δεν κολλάνε κλπ. Η Δασκάλα Χορού δίνει οδηγίες όπως: «και τώρα θα μάθουμε twist: στο twist χορεύουμε από μακριά κουνώντας τους γοφούς μας κλπ. Βρείτε όλοι ένα ζευγάρι με το οποίο να έχετε συνεχώς απόσταση ανάμεσά σας (όμοιοι πόλοι/ καπέλα)». Περνά και ελέγχει τα ζευγάρια, διορθώνει τα λάθος ζεύγη και βάζει μουσική να χορέψουν twist. Το ίδιο γίνεται με waltz («βρείτε ζευγάρι με το οποίο να είστε κολλητά») και yanka/ «τρενάκι» (όλοι μαζί ενωμένοι, σε σειρά- εναλλάξ). Αφού χορέψουμε, αν τα παιδιά αντέχουν κι έχουν όρεξη, τους λέμε αν θέλουν να βοηθήσουν και τους μαγνήτες στην παράσταση χορού, ώστε να μην κάνουν λάθη μπροστά στο κοινό.

Στη συνέχεια, έχουμε δημιουργήσει μια Σχολή Χορού (ένα χαρτόκουτο μεταμορφωμένο σε μικρό κουκλοθέατρο). Η Νηπιαγωγός δίνει τις οδηγίες «γρήγορα, ετοιμαστείτε για waltz» και τα παιδιά, σε ζευγάρια, καλούνται να βοηθήσουν τους Μαγνήτες να φτιάξουν σωστά ζευγαράκια, ώστε να μην ρεζιλευτούν στο χορό. Για κάθε χορό, θα πρέπει να θυμούνται το είδος της επαφής που ζητείται (κολλητά/ έλξη ή με απόσταση ανάμεσά τους/ άπωση). Τα υπόλοιπα παιδιά είναι το κοινό, που χειροκροτεί τους χορευτές όταν το πετύχουν.



4. Στη μάντρα σιδερικών της γειτονιάς μας.

Ιδέες προς κατανόηση: οι μαγνήτες έχουν την ιδιότητα να έλκουν σίδηρα –με επαφή ή και από απόσταση

Υλοποίηση: «Τι δουλειά κάνουν οι μαγνήτες; Στο δικό τους κόσμο κάνουν όποια δουλειά θέλουν, αλλά μερικοί εργάζονται και στον δικό μας κόσμο. Ως τι; Δεν τους έχετε δει εσείς να κάνουν καμιά δουλειά; Οι μικροί εργάζονται ως μαγνητάκια ψυγείου, ως μαγνητικά πόνια σε σκάκι ως μαγνητικά γράμματα σε πίνακες σχολείων, ως κλείσιμο σε τσάντες και πορτοφόλια, ως αποκωδικοποιητές σε bar codes. Οι μεγάλοι εργάζονται κυρίως ως γερανοί».

Αφήνουμε τα παιδιά να δέσουν/ κολλήσουν μαγνήτες σε γερανούς, μπουλντόζες και άλλα παιχνίδια, να φτιάξουν μηχανές που «σηκώνουν» αυτοκίνητα, σίδηρα για πολυκατοικίες κλπ. Παίζουν στην μάντρα σιδερικών σε ομάδες, όποτε το θέλουν, χωρίς καθοδήγηση.

5. Το τσίρκο στην Μαγνητούπολη

Ιδέες προς κατανόηση: οι μαγνήτες έχουν την ιδιότητα να έλκουν σίδηρα –με επαφή ή και από απόσταση· οι μαγνήτες έχουν δύο πόλους· οι μαγνήτες έλκονται ή απωθούνται μεταξύ τους

Υλοποίηση: Φτιάχνουμε, με τα παιδιά, ένα τσίρκο που τα κόλπα θα γίνονται με μαγνήτες. Οι μεταλλικοί ακροβάτες θα κρέμονται πολλοί μαζί από τις αιώρες-μαγνήτες, θα στέκονται όρθιοι στην πλάτη ενός μαύρου αλόγου που για σέλα θα είχε μια στρώση μαγνητικού φύλλου, φώκιες με μαγνητικές μύτες σηκώνουν μεταλλικούς βόλους χωρίς να πέφτουν, φίδια από συνδετήρες χορεύουν με την πίπιζα-μαγνήτη του φακίρη και ο μάγος φτιάχνει «λουλούδια μέσα στο μαύρο νερό» (μαγνητικά πεδία σε ferrofluid).

6. Ο μαγνήτης Μίκης και η Λίνα Ατσαλίνα

Ιδέες προς κατανόηση: οι μαγνήτες έχουν την ιδιότητα να έλκουν σίδηρο και ατσάλι, με επαφή ή και από απόσταση· αν κόψεις έναν μαγνήτη δημιουργείς δυο νέους μαγνήτες· ο μαγνήτης χάνει την μαγνητική του ικανότητα με τη θερμότητα.

Υλοποίηση: Παραμύθι που το διηγούμαστε και αν αρέσει στα παιδιά το κάνουμε σε κουκλοθέατρο, αναλαμβάνοντας όλοι να βοηθήσουμε να γίνουν τα σκηνικά κλπ. Στην ιστορία μας, ο σκουριασμένος φτωχός μαγνήτης Μίκης, βρίσκεται καταλάθος σε έναν χορό που κάνει ο Οίκος των Ατσαλίνων και ερωτεύεται την κόρη του άρχοντα, Λίνα. Όταν ο πατέρας της καλεί όλα τα αρχοντόπουλα που ενδιαφέρονται να ζητήσουν το χέρι της Λίνας, να κάνουν ένα βήμα μπροστά, κάνει και ο Μίκης. Ο άρχοντας δίνει μια δοκιμασία για να βρει τον πιο άξιο να παντρευτεί την κόρη του : να βρουν όσο το δυνατόν πιο γρήγορα μια βελόνα μέσα στ' άχυρα, γιατί *νύφη σαν την κόρη του είναι τόσο δύσκολο να βρεθεί όσο μια βελόνα μέσα στ' άχυρα*. Ο Μίκης την βρίσκει πρώτος, αλλά ο πατέρας δεν ήθελε να δώσει την αστραφτερή κορούλα του σε αυτόν τον μαυρισμένο μαγνήτη. Έτσι βάζει νέα δοκιμασία: να βγάλει τη Λίνα από ένα μεγάλο μπουντρούμι, που μανταλώνει μόνο από μέσα! Ο Μίκης «έλκει από απόσταση» και κουνάει το μάνταλο, πίσω από τον τοίχο, ελευθερώνοντας την Λίνα. Όταν το βλέπει ο πατέρας της τρελαίνεται. Για να τον ξεφορτωθεί, αποφασίζει να τον δωροδοκήσει: τον παίρνει λοιπόν σηκωτό και πάει και τον πετάει μέσα στα χρυσά φλουριά στο θησαυροφυλάκιό του: «θα σου δώσω όσο χρυσάφι κολλήσει πάνω σου, χρυσάφι να αγοράσεις ότι τραβάει η ψυχή σου, όλο το χρυσάφι που μπορείς να σηκώσεις, αρκεί να αφήσεις τη Λίνα ήσυχη». Ο Μίκης όμως σηκώνεται κι ούτε ένα τόσο δα φλουρί δεν έχει κρατήσει (κολλήσει πάνω του). Τότε ο Άρχοντας, διατάζει να τον αποκεφαλίσουν! Μα όταν ο Δήμιος κοπανάει με φόρα, ο Μίκης σπάει στα δύο και γίνεται δυο μικρότεροι μαγνήτες, που μάλιστα κολλάνε μεταξύ τους στο μέρος του σπασίματος και ξαναφτιάχνουν ολόκληρο τον Μίκη. Ε, αυτό πια ήταν το αποκορύφωμα. Ο πατέρας της Ατσαλίνας διέταξε να τον κάνουν. Και έτσι κι έγινε: μια μεγάλη φωτιά στήνεται στην αυλή στο αρχοντικό να τιμωρηθεί παραδειγματικά ο μαγνήτης που νομίζει πως μπορεί να κοροϊδέψει τον άρχοντα του τόπου. Η Ατσαλίνα μόλις το καταβαίνει τρέχει να τον βοηθήσει, πριν προλάβουν να την πιάσουν πέφτει μέσα στις φλόγες, κολλάει πάνω του και τους τυλίγει και τους δυο η φωτιά. Ο

άρχοντας μόλις το βλέπει διατάζει να σβήσουν τα ξύλα, μα μέχρι να τα καταφέρουν ο Μίκης και η Λίνα έχουν λιώσει κι έχουν ενωθεί σε ένα δυνατό και λαμπερό κομμάτι ατσάλι.

Εφαρμογή και ανταπόκριση

Η έρευνα διενεργήθηκε σε συνθήκες καθημερινού μαθήματος, κατά τη διάρκεια της απογευματινής βάρδιας, σε δημόσιο νηπιαγωγείο της Αττικής. Το δείγμα αποτελούνταν, αρχικά, από μια ομάδα 8 παιδιών (εκ των οποίων τα μισά με ξένη μητρική γλώσσα και μειωμένη λεκτική επικοινωνία στην τάξη). Στην πορεία, επειδή διαδόθηκε το Μαγνητοπαιχνίδι που γινόταν στην απογευματινή βάρδια, η ομάδα αυξανόταν κάθε μέρα από 1- 4 παιδιά (μαθητές που φοιτούσαν στο Κλασικό Τμήμα και ζητούσαν να παραμείνουν στο Ολοήμερο, για να ζήσουν κι αυτά στην Μαγνητούπολη). Η συλλογή δεδομένων έγινε με κάμερα, ημερολόγιο παρατήρησης από την Νηπιαγωγό και δημιουργία φύλλων εργασίας από τα παιδιά.

Παρότι υπήρχε η πρόβλεψη να διενεργηθούν όλες οι προσχεδιασμένες δραστηριότητες, η κατανόηση των επιστημονικών ιδεών επιτεύχθηκε στις τρεις πρώτες δράσεις και εξελίχθηκε μέσα από νέες δράσεις που εφήυραν τα παιδιά:

-«κρυφτό» (έλξη σίδερου): ένα νήπιο τα φυλάει και οι φίλοι του κρύβουν τους μαγνητομαθητές, μονάχα σε μέρη μέσα στην τάξη, στα οποία μπορούν να «κολλήσουν» μόνοι τους. Το παιδί που τα φυλάει, ψάχνει να τους βρει. Τα φυλάει, κάθε φορά, το παιδί του οποίου τον μαγνητομαθητή βρίσκουν πρώτο.

-«γάμος» (έλξη- άπωση μαγνητών): παιχνίδι ρόλων, που οι μαγνήτες ανάλογα με τον αν έλκονται ή απωθούνται, μαλώνουν ή αγαπιούνται, χωρίζουν ή παντρεύονται, κλπ. Πιο πολύ τους αρέσει να βρίσκουν ποιοι «κολλάνε δυνατά» και να αναπαριστούν γάμους μαζί τους.

-«γίγαντες» (έλξη- άπωση μαγνητών): οι μαγνητομαθητές, αν βάλεις έναν μπλε πάνω από έναν κόκκινο κ.ο.κ, σχηματίζουν «γίγαντες»/ψηλές στήλες. Τα παιδιά έφτιαξαν πολλές διαφορετικές αφηγήσεις με «γίγαντες» εμποδώνοντας το «μπλε –κόκκινο κολλάει»

-«Ινδιάνοι στα άλογα»: κολλάνε με σελοτέιπ σιδεράκια πάνω σε πλαστικά άλογα, κόβουν χαρτιά και «ντύνουν» τους μαγνήτες Ινδιανάκια που κολλάνε στη σέλα, πειραματίζονται με το πόσοι μπορούν να κάτσουν πάνω στο ίδιο άλογο κ.α

-«τα μαγνητοπαιδάκια του νηπιαγωγείου μας» (έλξη- άπωση μαγνητών, έλξη σιδερένιων αντικειμένων): την ώρα του φαγητού, όσα παιδιά κάθονταν δίπλα και φορούσαν κάτι μπλε ή κόκκινο αυθόρμητα πλησίαζαν ή τραβούσαν μακριά τις καρέκλες τους φωνάζοντας «μπλε με μπλε, με διώχνεις» ή «κόκκινο με μπλε, κολλήσαμε». Επίσης διασκέδαζαν να παίρνουν τον μαγνήτη την ώρα του φαγητού να τους «ταΐζει» με το πιρούνι τους ή να κλέβει τα πιρούνια των άλλων κλπ.

Όσον αφορά στις σχεδιασμένες δραστηριότητες, το Μαγνητοξενοδοχείο και η Μαγνητοσχολή χορού, εξελίχθηκαν με μεγάλη επιτυχίας ως προς την επίτευξη των στόχων τους. Αντιθέτως, το Μαγνητοσχολείο δεν κατάφερε να λειτουργήσει θεατρικά, μιας και η αφήγηση ήταν υπερβολικά κοντά στα παιδικά βιώματα και οι μαγνητομαθητές υποτάχθηκαν στη σχολική ρουτίνα.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Παρότι δεν έχει ολοκληρωθεί η ανάλυση των δεδομένων, μερικά πρώτα αποτελέσματα είναι:

-Η «μη γραμμική» δομή των γεγονότων³⁵, κέντρισε τις προσδοκίες των θεατών/ παιδιών και ...άνοιξε την «όρεξη για αφήγηση».

³⁵ το κάθε προηγούμενο γεγονός έχει πιθανότητες να προκαλεί διάφορα επόμενα, και το ποιο κάθε φορά θα πραγματοποιηθεί καθορίζεται από την ιδέα που επιχειρεί να προβάλλει η αφήγηση.



-Τα αφηγηματικά πρότυπα (οι «χαρακτήρες» Μαγνητοξενοδόχος, Μαγνητομαθητές κ.α) συνδέονται άμεσα με τις επιστημονικές ιδέες, συνδέοντας γνώσεις με συναισθήματα (π.χ κόλλημα μαγνήτη: ζημιά, ενόχληση ή χαρά, συντροφικότητα κ.α).

-Οι ιδέες που παρουσιάστηκαν μονάχα λεκτικά έγιναν αντιληπτές από λίγα παιδιά. Όσες παρουσιάστηκαν με φωτογραφία/ εικόνα, είχαν ελάχιστα καλύτερη τύχη. Οι ιδέες που λειτούργησαν ήταν όσες παρουσιάστηκαν μέσα από ταυτόχρονη κίνηση και λόγο: όσες ιδέες «έπαιξαν» μπροστά στα παιδιά οι Μαγνήτες, αυτές έσβησαν κάθε τι προηγούμενο.

-Το αναπάντεχο γεγονός («κολλάει», «διώχνει»), ως στοιχείο κόντρα στη διαίσθηση, μένει στο μυαλό των παιδιών που διαρκώς προσπαθούν να ανακαλύψουν πώς συμβαίνει.

-Όσο περισσότερη «δραματουργική ένταση» δημιουργεί ένα γεγονός, τόσο περισσότερο εντυπωσιάζει: η έλξη δημιουργεί ένα αστείο χάος στο Μαγνητοσχολείο και «καπελώνει» την άπωση που είναι «άφωνη» (δεν ενοχλεί, δεν προκαλεί φασαρία).

-Φαίνεται να υπάρχει σαφής σχέση ανάμεσα στην σύμβαση και τις ιδέες: όσο περισσότερο «έγιναν» κάποιοι μαγνήτες τόσο περισσότερο «ένιωσαν» και άρα εντόπισαν τις προς αναπαραγωγή ιδέες. Ως προς τα χαρακτηριστικά της δράσης, το βιωματικό κομμάτι φαίνεται να βοηθάει στο να εντυπωθούν οι ιδέες στη μνήμη ενώ το εμπράγματο εμπνέει για αναπαραγωγή των ιδεών, δεκάδες φορές, ξανά και ξανά.

-Στα δρώμενα που το θεατρικό πλαίσιο ήταν υπερβολικά οικείο («μαγνητοσχολείο»), το θεατρικό πλαίσιο απέτυχε να «καθηλώσει» τους μαθητές: η διαίσθηση εξουδετέρωσε την όποια «μαγεία», και οι «μαγνητομαθητές» δε μπόρεσαν να λειτουργήσουν ως «θεατρικές οντότητες» και να τραβήξουν την προσοχή στην «μαγνητική» ιδιότητά τους, αφού κατέλωσε τα πάντα η «μαθητική» τους ταυτότητα.

-Το χαλαρό, «παιγνιώδες» πλαίσιο, οδήγησε τα παιδιά να «φισκάρουν» λεκτικά, συμμετέχοντας περισσότερο, προβαίνοντας με άνεση σε προσωπικές απορίες απευθυνόμενοι στους μαγνήτες κλπ. Αυτή η πρακτική φαίνεται να βοηθάει αρκετά τους μαθητές με προβλήματα γλώσσας και όσους αντιμετωπίζουν ελλιπή συγκέντρωση.

Με βάση τα παραπάνω θεωρούμε ότι οι εικονικές καταστάσεις που διαμορφώθηκαν υπήρξαν αρκετά θελκτικές, δημιουργώντας και κρατώντας το «κοινό τους», που όλο και αυξανόταν. Τα παιδιά παρακολούθησαν με κέφι και ενδιαφέρον τις ιδέες όπως παρουσιάστηκαν και συμμετείχαν με προθυμία και ενθουσιασμό στις διδακτικές καταστάσεις (δραματοποιήσεις, θεατρικό παιχνίδι, ελεύθερο παιχνίδι με μαγνήτες κ.α).

Η ενσωμάτωση της αφήγησης (μέσω παιχνιδιού και θεάτρου) στην καθημερινή διδασκαλία ΦΕ, φάνηκε να μειώνει τις έντονες μαθησιακές ανισότητες: στο θέατρο αντικειμένων τα προβλήματα λύνονται με την «πράξη», προσφέροντας ίσες ευκαιρίες σε αλλόγλωσσα παιδιά ή μαθητές με προβλήματα γλωσσικής έκφρασης να συμμετάσχουν. Επίσης, το παιχνίδι κατευθύνει τα παιδιά προς νέες στρατηγικές ή επιλογές, επιτρέποντάς τους μια, εκ νέου, εξερεύνηση στοιχείων.

Η καθομιλουμένη γλώσσα που χρησιμοποιήθηκε, με την οικειότητα των περιστατικών και χαρακτήρων, οδήγησε τα παιδιά να τοποθετήσουν τις επιστημονικές ιδέες στο καθημερινό τους πλαίσιο, βρίσκοντάς τους θέση και ρόλο (οι μαγνήτες ταΐζουν με τα κουτάλια, τραβάνε και «κλέβουν» τις σιδερένιες μολυβοθήκες την ώρα τη ζωγραφικής κ.α).

Η μάθηση δεν περιορίστηκε για σχολική χρήση (μαγνήτες για τους μαγνήτες), αλλά αξιοποιήθηκε στην καθημερινότητά τους, σε ποικίλα ζητήματα (ήθελαν να παίξουν οι μαγνήτες με τους χάρτινους πγκούνους που έφτιαξαν, κι έτσι κόλλαγαν συνδετήρες επάνω στα χαρτιά· για να «ιππεύσουν» οι μαγνήτες- ινδιάνοι στα πλαστικά άλογα, κόλλαγαν στα ζώα σίδερα κ.α.). Επίσης αναγνώριζαν τους μαγνήτες όταν τους συναντούσαν (π.χ στα αγαπημένα τους παιχνίδια, τα bakugan, καταλάβαιναν ότι έχουν μαγνήτη μέσα και γι' αυτό κολλάνε πάνω π.χ στα κάγκελα του σχολείου).

Όταν, δύο μήνες αργότερα, έγινε συζήτηση στο σχολείο για Πλανήτες και τέθηκε το θέμα «γιατί οι άνθρωποι δεν πέφτουν από τη Γη», μια ιδέα που ακούστηκε ήταν «η Γη έχει μέσα

μαγνήτη και μας τραβάει». Όταν κάποιο άλλο παιδί ανέφερε τη λέξη «βαρύτητα» και μας είπε ότι είναι «η δύναμη της Γης», ρωτήσαμε «τι σόι δύναμη είναι αυτή, την έχει δει κανείς σας;». Τότε τα παιδιά μίλησαν για δυνάμεις που βλέπουμε (τα «μπράτσα»), και άλλες που δε βλέπουμε («μαγνήτες»). Μόλις ειπώθηκε η λέξη «μαγνήτες», ένα αλαλούμ επικράτησε, όπου σχεδόν όλα τα παιδιά άρχισαν να λένε το καθένα κάτι για τους μαγνήτες (θυμάστε που κάναμε τους Ινδιάνους, και τους γίγαντες, και κολλάνε μπλε με κόκκινο κλπ). Όταν ρωτήθηκαν *αν μπορούν να ζωγραφίσουν την μαγνητική δύναμη κι ας μην την βλέπουν*, ζωγράρισαν και σχολίασαν με φαντασία την σωματική αίσθηση που τους είχε αφήσει (π.χ. την άπωση σαν «μια πέτρα ανάμεσα τους», «στροβίλους» για τις κινήσεις που κάνουν οι μαγνήτες όταν βρεθούν κοντά ή μια πεταλούδα που ανοιγοκλείνει τα φτερά της και μια φέρνει τους μαγνήτες κοντά, μια μακριά, για την «έλξη»-«άπωση»).

Θεωρούμε ότι η αφήγηση, δίνοντας περιθώριο για προσωπική εμπλοκή και προσφέροντας δυνατές εμπειρίες στα παιδιά, βοηθάει στην ουσιαστική μάθηση και κατανόηση, στην μακροχρόνια αποτύπωση των επιστημονικών ιδεών στη μνήμη, καθώς και στην ένταξή τους στην καθημερινή γλώσσα. Από την άλλη μεριά, το πλαίσιο αυτό μετασχηματίζει αναπόφευκτα επιστημονικές ιδέες και πρακτικές σε ανιμιστικές κατευθύνσεις. Κατευθύνσεις που ούτως ή άλλως είναι αναπόφευκτες και λειτουργικές για τα μικρά παιδιά ενώ εμφανίζονται και στους ενεργούς επιστήμονες, τουλάχιστον της πρώτης επιστημονικής περιόδου (Case, 2007). Έτσι, πιστεύουμε πως η ανάπτυξη ολοκληρωμένων διδακτικών προτάσεων που θα εκμεταλλεύονται τα αναφερόμενα οφέλη της αφήγησης, του παιχνιδιού και του θεάτρου, μπορεί να δώσει νέα πνοή στην ΔΦΕ τουλάχιστον για παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας.

Βιβλιογραφία

Case S. E. (2007). *Performing Science & the virtual*, Routledge, New York

Girod, M., Rau C. & Schepige A., (2003). Appreciating the beauty of science ideas: Teaching for aesthetic understanding. *Science Education*, Vol. 87, issue 4, Pages 574-587

Klassen S., (2008). The construction & analysis of a science story: a proposed methodology. *Science & Education*, Volume 18, Numbers 3-4, 401-423

Klein P.D, (2006). The challenges of scientific Literacy: from the viewpoint of second- generation cognitive science. *International Journal of Science Education*, Vol. 28, Nos 2-3, 2006, pp 143- 178

Martin, B. & Brouwer, W. (1991). The Sharing of Personal Science and the Narrative Element in Science Education, *Science Education* 75 (6): 707-722 (1991)

Norenzayan, A., & Atran, S. (2004). Cognitive and emotional processes in the cultural transmission of natural and non-natural beliefs. Στο M. Schaller & C. Crandall (Eds.), *The psychological foundations of culture* (pp. 149-169). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Norenzayan A., Atran S., Faulkner J. & Schaller, M. (2006), Memory and Mystery: The Cultural Selection of Minimally Counterintuitive Narratives. *Cognitive Science*, Vol.30, issue3, 2006, pp 531-553

Norris S.P, Guilbert S. M., Smith M. L., Hakimelahi S., Phillips L. M., (2005). A theoretical framework for narrative explanation in science, Wiley InterScience, 27 May 2005

Papadopoulos, P. & Seroglou, F. (2007) A progressive sequence of theatre techniques for teaching science. Paper presented at the 9th International History, Philosophy and Science Teaching Conference, June 24-28, 2007, Calgary, Canada



Μια εφαρμογή Εκπαιδευτικού Δράματος στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Ο Αρχιμήδης και η ηθική της επιστήμης

Μαρία Μουστάκα

Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, Γυμνάσιο Ριζωμάτων Ημαθίας, mariamoustaka@sch.gr

Περίληψη

Το Εκπαιδευτικό Δράμα ως μεθοδολογία και η διδακτική των Φυσικών Επιστημών στηρίζονται σε κοινές παιδαγωγικές αρχές και αποβλέπουν σε κοινούς στόχους, έτσι το Εκπαιδευτικό Δράμα μπορεί να συμβάλλει σε μια ολιστική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, μέσα στο ιστορικό, κοινωνικό και πολιτισμικό τους πλαίσιο. Στην παρούσα εργασία περιγράφεται ο σχεδιασμός ενός προγράμματος Εκπαιδευτικού Δράματος για τον Αρχιμήδη και στη συνέχεια η εφαρμογή κάποιων ενοτήτων του σε σχολείο της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Οι Ενότητες που αναφέρονται αφορούν στην ηθική της επιστήμης και στη δημιουργία ενός μουσείου για τον Αρχιμήδη.

Abstract

The Drama in Education as methodology and the didactics of Sciences are supported in common pedagogic beginnings and they aim at common objectives, thus the Drama in Education can contribute in a extended knowledge of Sciences, including his historical, social and cultural frame. In the present project the planning of a program of Drama in Education for the Archimedes is described and then the application of certain units in a school of Secondary Education. The units that are reported concern in the ethics of science and in the creation of a museum for Archimedes.

Εισαγωγή

Στην εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια διερεύνησης της αξιοποίησης του Εκπαιδευτικού Δράματος (Ε.Δ.) στην εκπαιδευτική διαδικασία και ειδικότερα στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.). Βασικά ερευνητικά ερωτήματα είναι:

Α) Μπορεί η χρήση του Ε. Δ. να συμβάλλει ώστε να αλλάξει η στάση και η διάθεση των μαθητών για αυτά τα μαθήματα; Β) Η μέθοδος του Ε. Δ. μπορεί να προαγάγει τη γνώση και την εσωτερίκευσή της; Γ) Μπορούμε μέσω του Δράματος να φωτίσουμε κι άλλες πλευρές των Φ. Ε., όπως το κοινωνικό, πολιτισμικό και ιστορικό τους πλαίσιο;

Η εργασία αποτελεί τμήμα της διάλεξης της Μαρίας Μουστάκα, στα πλαίσια Διπλωματικής Εργασίας, στο τμήμα Θεάτρου, της Σχολής Καλών Τεχνών του Α.Π.Θ., υπό την εποπτεία της κ. Άβρας Αυδή και κ. Μελίνας Χατζηγεωργίου. Περιλαμβάνει αρχικά, μία θεωρητική προσέγγιση της δυνατότητας αξιοποίησης του Ε. Δ. στη διδακτική των Φ. Ε. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στο σχεδιασμό ενός Ε. Δ. για τον Αρχιμήδη και τέλος περιγράφεται η εφαρμογή συγκεκριμένων ενοτήτων του Ε. Δ. σε σχολείο της Β/θμιας εκπαίδευσης.

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Αρχικά, θα πρέπει να επισημανθεί ότι, οι Φ.Ε., ως μάθημα που διδάσκεται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, δεν ήταν ποτέ ιδιαίτερα ελκυστικό για τα παιδιά. Σύμφωνα με αρκετές έρευνες (Matthews 2007, Bruner 2007, Καριώτογλου 2006), οι μαθητές συνήθως θεωρούν τα μαθήματα που σχετίζονται με τις θετικές επιστήμες πολύ βαρετά, αδιάφορα,

απωθητικά, δύσκολα, κάποτε και απάνθρωπα. Η αρνητική αυτή στάση τους μπορεί να οφείλεται σε διάφορες αιτίες, που αφορούν τόσο στο ίδιο το αντικείμενο των φυσικών επιστημών, όσο και στον τρόπο που τους μεταδίδεται η γνώση σχετικά με τις αυτές.

Τα σημεία που θα ήταν καλό να επικεντρωθεί η διδακτική ώστε να υπάρξει θετική διάθεση από τους μαθητές και αποτελεσματική μάθηση θα μπορούσαν να είναι: Α) Η ίδια η φύση της επιστήμης, όπου πρέπει να δοθεί έμφαση στο παρεμβατικό – επιστημονικό κομμάτι (Τσελφές & Μουστάκα 2004). Β) Η γλώσσα της επιστήμης, όπου είναι θεμιτό να χρησιμοποιείται κατά τη μαθησιακή εμπειρία μια προσιτή, καθημερινή γλώσσα και οι ανάλογες τεχνικές που την προάγουν, όπως αυτές της αφήγησης, της συζήτησης και της συνεργασίας (Bruner 2007, Matthews 2007). Γ) Η μεθοδολογία, στηριγμένη στο εποικοδομητικό μοντέλο, που θεωρεί ότι οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση, στηριζόμενοι τόσο στις προϋπάρχουσες νοητικές αναπαραστάσεις τους όσο και στη διδασκαλία, αξιοποιώντας η γνωστική σύγκρουση και τη μεταγνώση. (Bruner 1960, Lemeignan & Weil-Barais 1997, Driver et al 1998, Psilos & Kariotoglou 1998).

Οι καινοτόμες προσεγγίσεις στο χώρο της εκπαίδευσης προσδιορίζουν πλέον μια διδασκαλία των φυσικών επιστημών, όχι μόνο ως εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες αλλά και ως εκπαίδευση για τις φυσικές επιστήμες. Οι ερευνητές (Matthews 2007, Arons 1992, Bruner 2007) υποστηρίζουν ότι το πλαίσιο μέσα στο οποίο συντελείται η επιστήμη, αποτελεί ουσιαστικά τμήμα της και για την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών είναι απαραίτητη η συμμετοχή των θεωριών και της φιλοσοφίας. Παράλληλα, το αναλυτικό πρόγραμμα των Φ.Ε. οφείλει να διαμορφώνεται έτσι, ώστε πάνω σε ιστορική βάση να διαπραγματεύεται και τις ιστορικές, φιλοσοφικές, πολιτισμικές διαστάσεις των φυσικών επιστημών.

Το Εκπαιδευτικό Δράμα και η αξιοποίησή του στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών

Το Εκπαιδευτικό Δράμα σύμφωνα με τις Αυδή & Χατζηγεωργίου (2007) είναι μια μορφή θεατρικής τέχνης, που όμως έχει καθαρά παιδαγωγικό χαρακτήρα. Ο βασικός στόχος του Δράματος είναι η μάθηση με την έννοια της κατανόησης του εαυτού μας αλλά και του κόσμου. Μέσα από τις θεωρίες που υποστήριξαν ο Bruner και ο Vygotsky, το Δράμα εξελίχθηκε περαιτέρω. Αναγνωρίστηκε η αξία του ως μέσου μάθησης, εστιάζοντας τόσο στη διερεύνηση ενός θέματος, όσο και στη διαπραγμάτευση των νοημάτων που συνδέονται μ' αυτό, ενώ ως μέθοδος διδασκαλίας προώθησε τόσο την ενεργητική, βιωματική, συνεργατική μάθηση, όσο και την κριτική σκέψη και κοινωνική υπευθυνότητα.

Η Heathcote υποστηρίζει (Αυδή & Χατζηγεωργίου 2007) ότι, η δραματική πράξη σχετίζεται άμεσα με το νόημα, με τη διαπραγμάτευση του οποίου, μπορεί να προχωρήσουμε σε μια διαδικασία αλλαγής, και να αποκτήσουμε μια νέα οπτική για τα πράγματα. Για να φτάσει κανείς στη γνώση δεν αρκεί απλά η βίωση, δηλαδή η συναισθηματική εμπλοκή. Χρειάζεται νοητική επεξεργασία και συνειδητοποίηση των βιωμάτων, η οποία για να επιτευχθεί απαιτείται ο «αναστοχασμός», δηλαδή συναισθηματική απόσταση από αυτά που βιώθηκαν. Ένα άλλο βασικό στοιχείο του Ε.Δ., σύμφωνα με τις Αυδή & Χατζηγεωργίου (2007), είναι η δραματική ένταση. Πρόκειται για τη δύναμη που ωθεί το Δράμα και διατηρεί τη δυναμική της ομάδας, ενισχύοντας τις συνθήκες έντασης των ρόλων και οδηγώντας έτσι στη σύγκρουση.

Οι δεξιότητες που το Δράμα καλλιεργεί, σύμφωνα με τον Wooland (1999), είναι η ενίσχυση της αυτό-έκφρασης, η ευαισθησία απέναντι στους άλλους, η αυτογνωσία και η ενίσχυση της συνεργασίας και της σύμπραξης, ενώ τα ακατέργαστα συστατικά του είναι ο ρόλος, η αφήγηση και η γλώσσα, που εξαρτώνται από το ευρύτερο κοινωνικο-πολιτισμικό πλαίσιο.

Το Ε.Δ., ως μέθοδος διδασκαλίας και η διδακτική των Φ.Ε. στηρίζονται σε κοινές παιδαγωγικές αρχές και αποβλέπουν σε κοινούς στόχους. Έτσι:

- Στηρίζονται σε κοινές θεωρητικές αρχές, βασισμένες στο εποικοδομητικό μοντέλο.



- Διαθέτουν διερευνητικό χαρακτήρα. Συμβάλλουν στην κατανόηση του εαυτού μας και του κόσμου. Προωθούν τη διαπραγμάτευση των νοημάτων και τη διαδικασία της αλλαγής, αξιοποιώντας τον αναστοχασμό και τη μεταγνώση. Στη διδακτική των Φ.Ε. η αξιοποίηση – μέσω του Δράματος – της δραματικής έντασης μπορεί να συμβάλλει στην ενίσχυση και της γνωστικής σύγκρουσης, ώστε να προωθηθεί η εννοιολογική αλλαγή.
- Το Δράμα εμπλέκει συναισθηματικά τα παιδιά και καλλιεργεί ψυχοκινητικές και συναισθηματικές δεξιότητες. Η συναισθηματική επένδυση στο πεδίο της μάθησης, καθιστά τη μάθηση πιο προσωπική υπόθεση, χειροπιαστή και με ξεκάθαρο στόχο, ωθώντας έτσι σε βαθύτερη και πιο ολοκληρωμένη κατανόηση (Kelin 2007). Μέσω του Δράματος, επομένως, μπορεί η διδακτική των Φ.Ε. να εξασφαλίσει συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών και άρα καλύτερη κατανόηση.
- Αξιοποιείται η αφήγηση. Για το Δράμα η αφήγηση αποτελεί βασικό στοιχείο. Μέσω λοιπόν του Δράματος μπορεί να αξιοποιηθεί η αφήγηση στη διδακτική των Φ.Ε, ως εργαλείο στην υπηρεσία της – κατά Ong (1997) – προφορικότητας.
- Προωθείται η διαθεματική / διεπιστημονική προσέγγιση. Η αξιοποίηση του Δράματος στη διδακτική των Φ.Ε. μπορεί να συμβάλλει στην ολιστική θεώρηση του κόσμου και η κατανόηση του εαυτού μέσα στον κόσμο.

Πρόγραμμα Εκπαιδευτικού Δράματος για τον Αρχιμήδη: η ηθική της επιστήμης – Εφαρμογή στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Το Πρόγραμμα Ε. Δ. για τον Αρχιμήδη, σχεδιάστηκε σε μια προσπάθεια προσέγγισης εννοιών της φυσικής μέσα σε ένα ευρύτερο ιστορικό, κοινωνικό και πολιτιστικό πλαίσιο. Κύριο ερέθισμα, υπήρξε το βιβλίο της Τζίλλιαν Μπράντσοου *Ο άνθρωπος που μετρούσε την άμμο*. Το βιβλίο αυτό χρησιμοποιώντας ιστορικά στοιχεία, δημιουργεί ένα μυθοπλαστικό κείμενο με ιδιαίτερο ενδιαφέρον, γύρω από τον Αρχιμήδη, τις εφευρέσεις του και τη ζωή του. Παράλληλα αξιοποιήθηκαν στοιχεία και από άλλες πηγές, όπως από τη μη κερδοσκοπική εταιρεία «Θαλής και φίλοι», καθώς και το βιβλίο του Χρήστου Δ. Λάζου *Αρχιμήδης ο Ευφυής μηχανικός*, που περιγράφει πολλά στοιχεία για τις εφευρέσεις του.

Το πρόγραμμα του Ε. Δ. είναι χωρισμένο σε ενότητες με ποικίλες συνιστώσες, που άλλες εμβαθύνουν περισσότερο σε μια μαθησιακή, κοινωνική ή συναισθηματική προσέγγιση. Οι ενότητες αυτές αν και αποτελούν οπτικές του ίδιου πλαισίου, επικεντρώνονται σε διαφορετικά θέματα, αποτελώντας έτσι η κάθε μια και ένα ξεχωριστό Ε. Δ. Αυτός ήταν εξάλλου και ο λόγος που ονομάσαμε όλο το σχεδιασμό Πρόγραμμα Ε. Δ.

Οι ενότητες μπορούν να εφαρμοστούν κατ' επιλογή και μεμονωμένα, γι' αυτό και θεωρήθηκε λειτουργικό να μην υπερβαίνουν τις 4 ώρες εφαρμογής η κάθε μία.

1. Ενότητα 1^η : Αρχιμήδης, η αυθεντία – φτιάχνοντας το μουσείο του Αρχιμήδη
2. Ενότητα 2^η : Η μοναξιά του επιστήμονα – μοναχική ή συλλογική η εργασία ενός επιστήμονα
3. Ενότητα 3^η : Η ηθική της επιστήμης
4. Ενότητα 4^η : Η άνωση – η αισχροκέρδεια
5. Ενότητα 5^η : Ο θάνατος του Αρχιμήδη – Η λήθη μετά το θάνατο – φόρος τιμής σε έναν μεγάλο άνθρωπο – ολοκλήρωση του μουσείου.

Από το Πρόγραμμα Ε.Δ. που σχεδιάστηκε, κατέστη δυνατό να εφαρμοστούν μόνο κάποιες από τις ενότητες και συγκεκριμένα, η 2^η, η 3^η και ένας συμπυκνμένος συνδυασμός της 1^{ης} και 4^{ης}. Στη συνέχεια θα περιγραφεί η εφαρμογή της 3^{ης} ενότητας, που αφορά στην ηθική της επιστήμης. Πρόκειται για μια θεματική που αφορά σε όλα τα επιστημονικά πεδία και προκαλεί το ενδιαφέρον των ερευνητών αλλά και της κοινωνίας γενικότερα. Εδώ γίνεται μια προσπάθεια επικέντρωσης της ηθικής στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών, μέσα στο πλαίσιο της ολιστικής διδασκαλίας της φυσικής. Στη συνέχεια, θα γίνει μια σύντομη αναφορά στην

εφαρμογή του συνδυασμού 1^{ης} και 4^{ης} ενότητας, που αφορούσε τη δημιουργία ενός μουσείου για τον Αρχιμήδη και την παρουσίασή του σε κοινό.

Το πρόγραμμα του Ε.Δ. εφαρμόστηκε στη Β' και Γ' τάξη του Γυμνασίου Πενταβρύσου Καστοριάς και σε σύνολο δεκαπέντε μαθητών (12 της Β' τάξης και 3 της Γ' τάξης). Η 2^η ενότητα πραγματοποιήθηκε στις 23/4/2010 και σε διάστημα τριών ωρών. Το Δράμα παρακολούθησαν οι δύο φιλόλογοι του σχολείου. Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται συνοπτικά οι δραστηριότητες και οι στόχοι του συγκεκριμένου σχεδίου Εκπαιδευτικού Δράματος, ενώ παράλληλα σχολιάζονται τα κυριότερα σημεία που προέκυψαν από την εφαρμογή του.

Πίνακας 1. Η Εφαρμογή του Εκπαιδευτικού Δράματος

Εφαρμογή 3^{ης} ενότητας: η ηθική της επιστήμης

Άσκηση ζεστάματος

Στόχος: Να χαλαρώσουν τα παιδιά και να αισθανθούν άνετα.

Αφήγηση: Οι Ρωμαίοι απειλούν τις Συρακούσες

Αποσπάσματα από το: Πλούταρχος: Βίοι Παράλληλοι [Πελοπίδας – Μάρκελλος Βίος Μάρκελλου § 14 – 19]

Στόχος: Μέσα από μια ιστορική πηγή, να παρουσιαστεί μια συνθήκη πολέμου – απειλής.

Ζευγάρια: Τι έλεγαν ή τι σκέφτονταν.

Στόχος: Να αντιληφθούν πώς αισθάνεται και εκφράζεται κανείς, όταν πλησιάζει ο κίνδυνος μιας κατάστασης που μπορεί να στερήσει τα αγαθά, την ελευθερία του, ίσως και τη ζωή του.

Σχόλια: Τα παιδιά σε ρόλο Συρακούσιων, «πήραν» ρόλους διαφόρων ηλικιών και οικογενειακών καταστάσεων, δείχνοντας έτσι το σύνολο μιας κοινωνίας. Εξέφρασαν προβληματισμούς σχετικά με την απώλεια της ζωής τους ή της ζωής κάποιου δικού τους, την τιμή, την αξιοπρέπεια, τη δουλειά του και οι σκέψεις τους ποικίλαν, από το να φύγουν από την πόλη, να μην πολεμήσουν, μέχρι να θυσιάστούν.

Αφήγηση: Η σωτήρια επέμβαση των μηχανών του Αρχιμήδη

Στοιχεία και αποσπάσματα από το: Πλούταρχος: Βίοι Παράλληλοι, ό.π.

Στόχος: Μέσα από μια περιγραφή με ιστορικά στοιχεία, να παρουσιαστεί η θετική έκβαση της 1^{ης} επίθεσης για τους Συρακούσιους.

Κυκλικό δράμα: Σχολιάζοντας τον Αρχιμήδη - Σωτήρα

Στόχος: Να γίνει κατανοητό πώς ένα πρόσωπο μπορεί να γίνει ήρωας και τι προσδοκίες έχουν οι συμπολίτες του.

Σχόλια: Πρέπει να επισημανθεί εδώ, ότι όταν είχε γίνει εφαρμογή της 2^{ης} ενότητας: η μοναξιά του επιστήμονα – σε προηγούμενη μέρα – τα παιδιά σε ρόλο Συρακούσιων δεν αποδέχονταν τον Αρχιμήδη, τον κοροϊδεύαν και τον περιγελούσαν, επειδή φερόταν περίεργα και δεν τον καταλάβαιναν. Συνέδεσαν λοιπόν, πολύ την ευγνωμοσύνη που ένιωθαν τώρα για τον Αρχιμήδη, με την προηγούμενη αρνητική συμπεριφορά τους, ως Συρακούσιοι, για την οποία έδειξαν μετανιωμένοι. Όλα τα παιδιά εκφράστηκαν θετικά για τον Αρχιμήδη.

Ρόλος στον τοίχο: Τι λένε οι άλλοι

Στόχος: Πώς δημιουργείται ένα είδωλο.

Σχόλια: Τα παιδιά έγραψαν μόνο τους με μαρκαδόρο έξω από ένα ανθρώπινο περίγραμμα – στερεωμένο στον τοίχο – τι πιστεύουν, ως Συρακούσιοι για τον Αρχιμήδη. Οι χαρακτηρισμοί που έγραψαν ήταν πολύ θετικοί. Οι περισσότεροι εστίασαν στην ευφυΐα του, γεγονός που δείχνει την αναμενόμενη σύνδεση της επιστημονικής γνώσης με την εξυπνάδα.

Ρόλος στον τοίχο: Τι σκέφτεται ο Αρχιμήδης

Στόχος: Να διατυπωθούν οι σκέψεις του Αρχιμήδη, από τους ίδιους τους μαθητές, όπως έχουν προκύψει μετά την επιτυχία του.

Σχόλια: Τα παιδιά σε ρόλο Αρχιμήδη έγραψαν, μέσα στο ανθρώπινο περίγραμμα, δείχνοντας ένα θυμό απέναντι στους Συρακούσιους και μια απογοήτευση, που μόνο τώρα τον αποδέχονται, επειδή τον έχουν ανάγκη. Διακρίνεται επίσης, μια υπεροψία του Αρχιμήδη: ξέρεi την αξία του και δηλώνει την υπεροχή του.

Αφήγηση: Οι μηχανές του Αρχιμήδη τρομοκρατούν τους Ρωμαίους Αποσπάσματα από το: Πλούταρχος: Βίοι Παράλληλοι ό.π.

Στόχος: Ξανά μέσα από μια ιστορική πηγή να φωτιστεί η άλλη πλευρά.

Κύκλος του κουτσομπολιού: Κακά μαντάτα

Στόχος: Με αυτή τη δραστηριότητα τα παιδιά αποκτούν μια άλλη οπτική γωνία του θέματος και εκφράζονται αναλαμβάνοντας ρόλους Ρωμαίων στρατιωτών.

Ρόλος στον τοίχο: Χαρακτηρισμός από τον εχθρό

Στόχος: Να δημιουργηθεί ένα μωσαϊκό με απόψεις αντιμαχόμενων πλευρών.

Σχόλια: Τα παιδιά σε ρόλο Ρωμαίων έγραψαν φράσεις που δήλωναν πως θα ήθελαν τον Αρχιμήδη νεκρό.



Παράλληλα όμως, παραδέχονται την αξία του.

Κύκλος ανάγνωσης: Η οπτική του Αρχιμήδη

Στόχος: Μέσα από μικρές φράσεις– από το βιβλίο *ο άνθρωπος που μετρούσε την άμμο* της Μπράντσοου – να δοθεί ο προβληματισμός του επιστήμονα. Παράλληλα να αναδειχθούν τα φονικά αποτελέσματα των μηχανών του Αρχιμήδη, με βίαιο και ανατριχιαστικό τρόπο.

Παρακολούθηση σκέψης: Τι σκέφτεται ο Αρχιμήδης

Στόχος: Με αυτή τη δραστηριότητα τα παιδιά από τη μια αντιλαμβάνονται πώς μπορούν να τροποποιούνται οι σκέψεις του Αρχιμήδη και από την άλλη εκφράζουν τους προβληματισμούς τους.

Σχόλια: Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά εξέφρασαν τις σκέψεις τους, σε ρόλο Αρχιμήδη, μετά την ανάγνωση των βίαιων φράσεων και εκφράστηκαν με υπεροψία. Η βιαιότητα των φράσεων που διαβάστηκαν δεν κλόνησε τα παιδιά. Αυτό μπορεί να δείχνει τον επιφανειακό τρόπο με τον οποίο διαβάστηκαν οι φράσεις ή πόσο εξοικειωμένα είναι τα παιδιά με τη βία.

Σκηές: Όνειρο, Φρικιαστική σκηνή / εχθρική απειλή

Στόχος: Να αντιληφθούν οι μαθητές πώς μπορεί να αισθάνεται ένας επιστήμονας, τι διλήμματα τον πνίγουν, όταν αναγκάζεται να κάνει πράγματα που δεν συμφωνούν με τη φιλοσοφία του. Παράλληλα μπαίνοντας στη θέση του να προβληματιστούν και σχετικά με «εκπτώσεις», που και οι ίδιοι μπορεί να κάνουν κάποιες φορές, σε δικές τους αρχές.

Σχόλια: Τα παιδιά, σε τρεις ομάδες, παρουσίασαν διαφορετικές οπτικές για τους εφιάλτες.

Η 1^η ομάδα έδειξε τον Αρχιμήδη να τον κατατρέχουν οι τύψεις για τους θανάτους που προκάλεσαν οι μηχανές του. Τα παιδιά επισήμαναν ότι, μπορεί να ήταν κακό που ο Αρχιμήδης σκότωνε ανθρώπους, αλλά ήταν αναγκασμένος να το κάνει.

Η 2^η ομάδα έδειξε ότι ο Αρχιμήδης είδε σαν εφιάλτη ότι κάποιος Ρωμαίος σκότωσε την οικογένεια του και έπειτα και τον ίδιο. Όταν σχολιάστηκε το γεγονός από την ομήγυρη, επισημάνθηκε ότι η απειλή από τους Ρωμαίους ήταν ακόμη εκεί, για τον Αρχιμήδη.

Η 3^η ομάδα έδειξε ότι ο Αρχιμήδης καθώς έδινε τα σχέδια μια μηχανής σε κάποιους εργάτες ή βοηθούς του, ξαφνικά έπεσε κάτω νεκρός. Τα παιδιά πρότειναν διάφορες εκδοχές. Ότι μπορεί να σκοτώθηκε από την ίδια του τη μηχανή, ότι μπορεί να σκοτώθηκε από κάποιο βέλος των Ρωμαίων, ότι οι εχθροί του έστησαν ενέδρα μεταμφιεσμένοι σε Συρακούσιους ή ότι μπορεί να σκοτώθηκε από κάποιους δικούς του, που ίσως τον ζήλευαν.

Σε αυτή τη δραστηριότητα τα παιδιά έδειξαν πάρα πολλές οπτικές και προβληματισμούς του Αρχιμήδη. Παράλληλα βλέποντας τα όνειρα των άλλων ομάδων, σκέφτηκαν, σχολίασαν, κατέληξαν σε συμπεράσματα. Έτσι ενώ στην προηγούμενη δραστηριότητα, στο ρόλο του Αρχιμήδη, έδειξαν μια τρομερή αυτοπεποίθηση και σιγουριά, σε αυτή τη δραστηριότητα τον παρουσίασαν προβληματισμένο, σκεπτικό και μετανοιωμένο. Δύο διαφορετικές αντιμαχόμενες σκέψεις του ίδιου προσώπου, που συνιστούν διλήμμα.

Διάδρομος της συνείδησης: Η δραστηριότητα αυτή δεν υπήρχε στον προγραμματισμό της εφαρμογής, αλλά προστέθηκε εκείνη τη στιγμή. Είναι σημαντικό στην εφαρμογή του Δράματος, ο εμπνευστής να είναι σε εγρήγορση και από τα ερεθίσματα που κάθε φορά παίρνει από τους συμμετέχοντες να τροποποιεί, αν χρειάζεται, τις δραστηριότητες.

Σε ρόλο Ιέρωνα λοιπόν, ζήτησα από τα παιδιά, σε ρόλο να κατασκευάσουν κι άλλες μηχανές όχι μόνο για να σιγουρέψουν τη νίκη μας αλλά και για να συμβάλλουν στην αίγλη και τη δόξα της πόλης. Το διλήμμα: Να φτιάξει ο Αρχιμήδης και άλλα νέα όπλα εξασφαλίζοντας τη νίκη τους και συμβάλλοντας στην αίγλη και δόξα των Συρακουσών, έχοντας όμως ως προϋπόθεση τη διαιώνιση των σκοτωμών και του μακελειού ή όχι.

Στόχος: Να αναλάβουν τα παιδιά την ευθύνη της απόφασης. Από τη μια η σωτηρία της πόλης αλλά και η αίγλη – δόξα της και από την άλλη η ηθική του Αρχιμήδη.

Σχόλια: Στο διάδρομο της συνείδησης ακούστηκαν πολλές διαφορετικές φωνές και τελικά τα παιδιά πήραν διαφορετικές αποφάσεις, οι περισσότεροι αποφάσισαν ότι δεν θα έφτιαχναν άλλα όπλα, κάποιοι ότι θα έφτιαχναν κι άλλες μηχανές και δύο παιδιά είπαν ότι θα έφτιαχναν μηχανές που θα προστάτευαν αλλά δεν θα σκότωναν ανθρώπους.

Οι περισσότεροι λοιπόν αποφάσισαν να μην φτιάξουν άλλα όπλα. Το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν, πως ό,τι δεν μπόρεσαν να προσφέρουν οι βίαιες φράσεις που διαβάσαμε προηγουμένως, το ανακάλυψαν μόνα τους τα παιδιά δημιουργώντας και βιώνοντας τους εφιάλτες. Ευαισθητοποιήθηκαν και αντιλήφθηκαν τις πολύπλευρες διαστάσεις των επιτευγμάτων της επιστήμης. Φαίνεται λοιπόν η μεγάλη αξία της προσωπικής εμπλοκής, της απελευθέρωσης της φαντασίας, της δραματοποίησης στην ολιστική θεώρηση των πραγμάτων.

Σκηές: Ο Αρχιμήδης αντιμέτωπος με την εξουσία. Θα δώσει τα σχέδια των πολεμικών μηχανών που έχει κατασκευάσει;

Στόχος: Τα παιδιά να βρεθούν στη θέση του Αρχιμήδη, να αντιμετωπίσουν καταστάσεις πίεσης και να πάρουν αποφάσεις.

Σχόλια: Μετά την αφήγηση τα παιδιά χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες και έδειξαν διάφορες οπτικές. Η εξουσία μπορεί να είναι πολύ δυνατή· να προσφέρει ή να στερήσει τα πάντα. Μπορεί να εξαγοράζει ή να προσφέρει προστασία. Ο Αρχιμήδης από την άλλη παρουσιάστηκε απόλυτα ηθικός και ανένδοτος ή άνθρωπος με αδυναμίες και πάθη ή διαλλακτικός με επιχειρήματα.

Συζήτηση

Στόχος: Αναστοχαστική δραστηριότητα.

Σχόλια: Έγινε γενική συζήτηση για την ηθική της επιστήμης, με τη συμμετοχή και των δύο φιλολόγων του σχολείου και θίχτηκαν διάφορα θέματα. Όπως ο Γαλιλαίος, το ραντάρ, η ατομική βόμβα, ο δούρειος ίππος, η κλωνοποίηση, τα στερεότυπα. Τα παιδιά φάνηκαν να προβληματίστηκαν από τη συζήτηση. Διαφώνησαν, συζήτησαν, επιχειρηματολόγησαν. Σε κάποια σημεία, παρουσιάστηκαν και διερευνήθηκαν οι προϋπάρχουσες γνώσεις τους, ενώ κάποιες διαφοροποιήθηκαν ή άλλαξαν, και παράλληλα προστέθηκαν και νέες. Όλα αυτά έγιναν μέσα από τη συζήτηση αξιοποιώντας ο καθένας τις γνώσεις του άλλου.

Εφαρμογή συνδυασμού 1^{ης} και 3^{ης} ενότητας: Αρχιμήδης η αυθεντία, το μουσείο του Αρχιμήδη, το εργαστήριο του Αρχιμήδη

Σε επόμενες ημέρες πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή του συνδυασμού 1^{ης} και 3^{ης} ενότητας. Περιλάμβανε διάφορες δραστηριότητες, ανάμεσα στις οποίες και εργαστηριακή άσκηση για την άνωση, όπου τα παιδιά ήταν σε ρόλο βοηθών του Αρχιμήδη. Τελικά δημιουργήσαμε ένα μουσείο για τον Αρχιμήδη το οποίο οι μαθητές της Β' και Γ' τάξης του Γυμνασίου Πενταβρύσου παρουσίασαν στους καθηγητές και τους μαθητές του σχολείου, δηλαδή τους μαθητές της Α' τάξης του Γυμνασίου Πενταβρύσου, καθώς και τους μαθητές των τριών τάξεων του Γυμνασίου Χιλιοδέντρου, που αποτελεί παράρτημα του Γυμνασίου Πενταβρύσου.

Παρουσίαση του μουσείου του Αρχιμήδη

Η παρουσίαση έγινε στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου, από όλους τους μαθητές που συμμετείχαν. Υπήρχε μια αφίσα που δημιουργήσαμε με στοιχεία για τον Αρχιμήδη, ένας πάγκος με κατασκευές των εφευρέσεων, ένας πάγκος με ένα μικρό εργαστήριο και ένας πάγκος με το παιχνίδι tangram. Ειδικότερα στον πάγκο του μικρού εργαστηρίου, υπήρχαν δύο κομμάτια πλαστελίνης, μία κανονική και μία νοθευμένη – προσομοιάζοντας στο πρόβλημα με το χρυσό στέμμα του Ιέρωνα – και οι θεατές καλούνταν να αποφανθούν για το ποια ήταν η νοθευμένη, έχοντας στη διάθεσή τους κι άλλη πλαστελίνη, δοχεία, νερό, ζυγό. Αφού έγινε η παρουσίαση οι θεατές μπορούσαν να περιηγηθούν στο χώρο και να διαβάσουν, να παρατηρήσουν, να παίξουν, να πειραματιστούν με την καθοδήγηση των μαθητών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα.

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του δράματος βασίστηκαν σε κάποια διερευνητικά εργαλεία που είχαμε καθορίσει από την αρχή: Α) Η παρατήρηση και τα συμπεράσματα από την εφαρμογή του προγράμματος. Β) Η βιντεοσκόπηση του προγράμματος. Γ) Υλικό που προέκυψε από τα παιδιά κατά τη διάρκεια της εφαρμογής. Δ) Ερωτηματολόγια μαθητών και καθηγητών. Τα συμπεράσματα αυτά δεν είναι βέβαια δυνατό να γενικευθούν, αφού η εφαρμογή έγινε σε ένα μόνο περιορισμένο δείγμα μαθητών. Επίσης, και σχετικά με τα ερωτηματολόγια πρέπει να επισημάνουμε ότι δεν φιλοδοξούν να αποτελέσουν εργαλεία μέτρησης συντελεστών αφού η δημιουργία τους δεν έχει κάποιο στατιστικό υπόβαθρο. Είναι περισσότερο φύλλα κατάθεσης κάποιων εμπειριών και σκέψεων και η χρησιμοποίηση του όρου ερωτηματολόγια είναι μάλλον καταχρηστική. Στην πορεία προέκυψε ακόμη ένα διερευνητικό εργαλείο. Συγκεκριμένα μετά τις προαγωγικές εξετάσεις της Β' Γυμνασίου και τη σύγκριση των βαθμολογιών των γραπτών δοκιμασιών των παιδιών, προέκυψε ότι τα παιδιά στο μάθημα της φυσικής σε αντίθεση με τα άλλα μαθήματα Φ.Ε. που διδάσκονται (χημεία και γεωγραφία), έγραψαν πολύ καλύτερα στις προαγωγικές τους εξετάσεις από ότι στα τεστ και διαγωνίσματα κατά τη διάρκεια της χρονιάς. Πρέπει να επισημανθεί ότι η εφαρμογή του Ε.Δ. πραγματοποιήθηκε προς το τέλος της χρονιάς, οπότε μπορεί να θεωρηθεί ότι επηρέασε την απόδοσή τους θετικά.

Σε μια γενική θεώρηση της εφαρμογής του προγράμματος Ε. Δ. για τον Αρχιμήδη, που συμπεριλαμβάνει τα συμπεράσματα από τα διερευνητικά εργαλεία κυρίως, αλλά και την αποδοχή της παρουσίας από το κοινό που την παρακολούθησε, καθώς επίσης τις συζητήσεις με τους συναδέλφους αλλά και τα σχόλια των παιδιών, όχι μόνο κατά την εφαρμογή αλλά και μετά το πέρας, όταν όλα είχαν τελειώσει, μπορεί να ειπωθεί με σιγουριά ότι η αίσθηση και η εντύπωση για όλους ήταν θετική.



Κατά τη διάρκεια του προγράμματος τα παιδιά ήταν πρόθυμα να συμμετέχουν, να ψάξουν στοιχεία για τον Αρχιμήδη, ενώ τους άρεσε πολύ το πειραματικό κομμάτι, που αφορούσε ξεκάθαρα το γνωστικό αντικείμενο. Στο τελικό ερωτηματολόγιο δήλωσαν ότι είχαν μάθει πολλά για τον Αρχιμήδη και ότι θα ήθελαν για ξαναγίνει κάτι ανάλογο για κάποιον άλλον επιστήμονα. Τα παραπάνω καθώς και η διάθεσή τους να διαβάσουν περισσότερο για τις τους εξετάσεις τους δείχνουν ότι το Ε.Δ. μπορεί να συμβάλλει στην αλλαγή στάσης και διάθεσης των μαθητών για τις Φ.Ε.

Οι επιδόσεις των μαθητών αποδεικνύουν ότι τα παιδιά έμαθαν καλύτερα Φυσική. Αυτό συνέβη πιθανόν, λόγω ενός συνδυασμού αλλαγής διάθεσης και καλύτερης κατανόησης του αντικειμένου, λόγω κυρίως, του πειράματος. Τα παιδιά επίσης, γνώρισαν για τον Αρχιμήδη και την εποχή του και ανέπτυξαν μια πολύπλευρη θεώρηση για τη συγκεκριμένη γνωστική ενότητα· γεγονός που είναι ζητούμενο στη διδασκαλία της Φυσικής. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι το Ε.Δ. μπορεί να προαγάγει τη γνώση και μάλιστα μέσα σε μια ολιστική θεώρηση. Η Φ.Ε. μέσα στο πλαίσιο τους ήταν ο βασικός άξονας σχεδιασμού του προγράμματος. Τα παιδιά βίωσαν καταστάσεις μοναξιάς του επιστήμονα, όπου κατέθεσαν και τις προσωπικές τους εμπειρίες, αντιλήφθηκαν τη σημασία της επιστημονικής γνώσης και της αποδοχής της, γνώρισαν πολιτικές καταστάσεις – με την πολιορκία των Συρακουσών –, καθώς και ζητήματα ηθικής της επιστήμης. Αυτά ήταν μόνο κάποια, από τα πιο βασικά σημεία που φωτίστηκαν από το Δράμα και αφορούν στο ιστορικό, κοινωνικό, πολιτισμικό πλαίσιο της επιστήμης. Στις δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν τα παιδιά είχαν συναισθηματική εμπλοκή, εξέφρασαν τη γνώμη τους, πήραν αποφάσεις, διαφώνησαν. Άρα μέσω του Δράματος είναι δυνατό να φωτιστούν διάφορες πλευρές του πλαισίου των Φ.Ε.

Η εφαρμογή του προγράμματος είχε κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά, που αξίζει να αναφερθούν. Εφαρμόστηκε εμβρυακά η συνδιδασκαλία και η διαθεματικότητα / διεπιστημονικότητα. Υπήρχε συμμετοχή στις συζητήσεις – είτε μετά από διάφορες σκηνές σαν σχολιασμό, είτε στις δραστηριότητες αναστοχασμού – συναδέλφων διαφόρων ειδικοτήτων που φώτιζαν με τις παρεμβάσεις τους κι άλλες πλευρές, ενώ – όπως προέκυψε από συζητήσεις με την αντίστοιχη συνάδελφο – η εμπειρία που αποκόμισαν οι μαθητές της Γ' Γυμνασίου αξιοποιήθηκε στη διδασκαλία του μαθήματος της Αρχαία Ελληνικής Γλώσσας. Υπήρξε επίσης συνεργασία με το μάθημα της Τεχνολογίας, όπου κατασκεύαζαν τα παιδιά, με την επίβλεψη του διδάσκοντα, έναν καταπέλτη και έναν κοχλία, για το μουσείο.

Από την άλλη, καλλιεργήθηκε ως δεξιότητα η μεταγνώση, με την παρουσίαση του μουσείου. Τα παιδιά παρουσίασαν το μουσείο του Αρχιμήδη και στη συνέχεια ξεναγούσαν τον κόσμο και απαντούσαν σε ερωτήσεις ή προσπαθούσαν να λύσουν απορίες. Αυτή η διαδικασία, έδωσε στα παιδιά τη δυνατότητα για καλύτερη εσωτερικευση της γνώσης, αφού έπρεπε να την μεταδώσουν και παράλληλα για κατανόηση του τρόπου, με τον οποίο έμαθαν.

Σχετικά με την εξέλιξη του προγράμματος υπάρχουν κάποια σημεία που θα μπορούσαν να επισημανθούν. Αρχικά θα ξεκινήσουμε με κάποιες βασικές προϋποθέσεις για την εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων: Α) Ο χρόνος. Είναι απαραίτητο να υπάρχει ο κατάλληλος χρόνος, ώστε να παιδιά που συμμετέχουν, να εξοικειώνονται με τις τεχνικές και να δίνεται η δυνατότητα να εκφραστούν και να συζητηθούν όλες οι σκέψεις και οι προβληματισμοί. Β) Τα ολιγομελή τμήματα. Είναι γεγονός πως όσο καλή διάθεση και αν υπάρχει δεν μπορούν να εφαρμοστούν τέτοιες δραστηριότητες σε τμήματα 30 ατόμων. Γ) Η διδακτέα ύλη. Σε πολλές περιπτώσεις, η υπέρογκη ύλη που προβλέπεται από το αναλυτικό πρόγραμμα, αποτελεί τροχοπέδη στην αφιέρωση περισσότερων ωρών για τέτοιες δραστηριότητες. Για το συγκεκριμένο πρόγραμμα υπάρχουν κάποια επιπλέον σημεία, πέρα από τα γενικά που προαναφέρθηκαν, που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην εξέλιξή του. Έτσι η ενίσχυση της διαθεματικότητας και η επέκταση της συνδιδασκαλίας θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε πολύ θετικές εξελίξεις. Από την άλλη η διάσταση της μεταγνώσης θα μπορούσε να εξελιχθεί

περισσότερο με τις παρουσιάσεις, περισσότερων στοιχείων από το πρόγραμμα και σε ευρύτερο κοινό.

Ολοκληρώνοντας, θα ήταν σκόπιμο να επισημάνουμε, πως ακόμη και στην περίπτωση που δεν μπορεί να εφαρμοστεί ένα ολοκληρωμένο Ε.Δ., ακόμη και κάποιες λίγες σχετικές δραστηριότητες μέσα στην τάξη μπορούν να συμβάλλουν στην αλλαγή της στάσης και στην καλύτερη προώθηση της μαθησιακής διαδικασίας.

Βιβλιογραφία

Arons B. Arnold, *Οδηγός διδασκαλίας της φυσικής*, επιμ.-μτφρ. Ανδρέας Βαλαδάκης, Τροχαλία, Αθήνα, 1992.

Αυδή Αβρα – Μελίνα Χατζηγεωργίου, *Η τέχνη του Δράματος στην εκπαίδευση – 48 προτάσεις για εργαστήρια θεατρικής αγωγής*, Μεταίχμιο, Αθήνα, 2007

Bruner Jerome, *Ο Πολιτισμός της Εκπαίδευσης*, εισαγ.-επιμ. Χριστίνα Βέικου, μτφρ. Άννα Βουγιούκα, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, 2007.

Driver Rosalind – Ann Squires – Peter Rushworth – Valerie Wood-Robinson, *Οικο-δομώντας της έννοιες των φυσικών επιστημών: μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*, επιμ. Παναγιώτης Κόκκοτας, μτφρ. Μαρία Χατζή, Τυπωθήτω, Αθήνα, 1998.

Καριώτογλου Πέτρος, *Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου φυσικών επιστημών*, Γράφημα, Θεσσαλονίκη, 2006

Kelin A. Daniel, «Βαδίζοντας στις θάλασσες της φαντασίας: επενδύοντας συναισθηματικά στις φυσικές επιστήμες», *Εκπαίδευση και Θέατρο*, τ.7, Πανελλήνιο Δίκτυο για το Θέατρο στην Εκπαίδευση, 2007, σσ. 63-66

Λάζος Δ. Χρήστος, *Αρχιμήδης: ο ευφυής μηχανικός*, Αίολος, Αθήνα 1995

Lemeignan Gerard– Annick Weil-Barais, *Η οικοδόμηση των εννοιών στη φυσική*, επιμ., μτφρ. Νίκος Δαπόντες – Αγγελική Δημητρακοπούλου, τυπωθήτω Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα, 1997.

Matthews R. Michael, *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες: ο ρόλος της ιστορίας και της φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*, επιμ. Φανή Σέρογλου, μτφρ. Αγγελική Μουμτζή, Επίκεντρο Α.Ε., Θεσσαλονίκη, 2007.

Ong, J Walter, *Προφορικότητα και Εγγραμματοσύνη*, μτφρ. Κώστας Χατζηκυριάκου, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 1997.

Τσελφές Βασίλης – Μαρία Μουστάκα, «Σχετικά με τη φύση της διδασκόμενης επιστήμης στα παιδιά της προσχολικής και πρώτης σχολικής επιστήμης», *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Έρευνα και Πράξη*, τεύχος 7, Ιανουάριος –Μάρτιος 2004, Γρηγόρη, σσ. 12-18.

Τσελφές Βασίλης - Αντιγόνη Παρούση «Θέατρο και επιστήμη στην εκπαίδευση», στο *Θεατρικότητα και θεωρία*, επιμ Γ. Κουζέλης. Νήσος (προς δημοσίευση), Αθήνα, 2008.

Wooland Brian, *Η διδασκαλία του δράματος στο δημοτικό σχολείο*, μτφρ. Ελένη Κανηρά, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα 1999.

Bruner Jerome, *The Process of Education*, Harvard U.P., Cambridge MA, 1960.

Psilos Dimitris– Petros Kariotoglou, «Teaching Fluids: Intended knowledge and students' actual conception evolution», *International Journal of Science Education* (special issue: «Conceptual Development»), Vol. 21, No 1, 1999, pp. 17-38.



Μια πιλοτική εφαρμογή για τη χρήση της Ιστορίας των Επιστημών στη διδασκαλία φοιτητών ΠΤΔΕ: Αποτίμηση και συμπεράσματα

Κώστας Ταμπάκης, ΠΤΔΕ/ΕΚΠΑ, konstantinos.tampakis@gmail.com

Μαρία Δρακοπούλου, ΠΤΔΕ/ΕΚΠΑ, m.drakop@gmail.com

Περίληψη: Η παρούσα εργασία σκοπεύει να παρουσιάσει μια πιλοτική έρευνα πάνω στην αξιοποίηση της Ιστορίας της Φυσικής για τη διδασκαλία εννοιών της κινηματικής, η οποία διεξήχθη με φοιτητές και φοιτήτριες του ΠΤΔΕ Αθηνών. Η έρευνα μας είχε ως στόχους να διερευνηθεί η εικόνα που έχουν οι φοιτητές για την σχέση της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών και Διδακτικής, να διερευνηθούν οι στάσεις και οι απόψεις τους για τη χρήση της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών και να ασκηθούν σε έναν προτεινόμενο τρόπο διδακτική αξιοποίησης της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης. Η έρευνα έγινε μέσω μιας διδακτικής παρέμβασης, η οποία λειτούργησε ταυτόχρονα ως διδασκαλία και ως παιδαγωγικό παράδειγμα. Ως διδακτέες έννοιες, επιλέχθηκαν ο νόμος της αδράνειας και το ηλιοκεντρικό πλανητικό σύστημα. Τα αποτελέσματα της πιλοτικής εφαρμογής δείχνουν ότι οι φοιτητές ανταποκρίνονται στη διδακτική αξιοποίηση της ιστορίας των επιστημών και ότι είναι πρόθυμοι να την αξιοποιήσουν στη διδασκαλία τους.

Abstract: This paper is to present a pilot study on using of History of Science to teach concepts from kinematics, in which preservice teachers of the Department of Primary Education of the University of Athens took part. The goals of our research were to study the image that students had on the History of Science- Science Education relation, to record the ideas on the didactic use of History of Science and to acquaint them with a possible way to harness History of Science for educational purposes. The study was structured around a teaching sequence. The law of inertia and the heliocentric planetary system were chosen as the concepts to be taught. Our findings indicate that preservice primary teachers respond positively to the teaching sequence and appear willing to use history of science didactically.

Εισαγωγή

Η ιδέα της χρήσης της Ιστορίας της Επιστήμης στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών μετράει πάνω από έναν αιώνα ζωής. Ο Ernst Mach, εκτός από παραγνωρισμένος πρωτοπόρος της Διδακτικής της Φυσικής, ήταν ένθερμος οπαδός της ιστορικής και φιλοσοφικής προσέγγισης της επιστήμης στο σχολείο (Mach 1893). Ομοίως, από το 1917 η British Association for the Advancement of Science είχε υποστηρίξει ότι η Ιστορία της Επιστήμης μπορεί να υπερκεράσει τα τεχνητά, εντός των αναλυτικών προγραμμάτων, σύνορα μεταξύ ανθρωπιστικών σπουδών και Φυσικών Επιστημών. Η πρώτη όμως εφαρμοσμένη προσπάθεια συγκερασμού τους έγινε κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου, στο Πανεπιστήμιο του Harvard, από τους ιστορικούς James Conant και Bernard Cohen. Απότοκο αυτών των προσπαθειών ήταν τα *Harvard Project Physics Course* και *Introduction to concepts and theories the Physical Science* των Holton & Brush (1952/1969). Την ίδια περίπου εποχή, εμφανίστηκαν και οι πρώτες αρνητικές κρίσεις, πρώτα από τον ιστορικό της επιστήμης Martin Klein, ο οποίος μίλησε για ψευδοϊστορία και μετά από τον ίδιο τον Kuhn, ο οποίος

προέβαλε την άποψη ότι η ορθή χρήση Ιστορίας της Επιστήμης θα υπονόμει το επιστημονικό Παράδειγμα (Kuhn 1977). Ο S. G. Brush, ως ανταπάντηση, αρχικά υπερασπίστηκε μια μέση οδό, προτείνοντας η Ιστορία της Επιστήμης να διδάσκεται μόνο σε ώριμα ακροατήρια (Brush 1974), αλλά μετά επέστρεψε στην παλαιότερη θέση του για πλήρη αποδοχή της ιστορίας ως διδακτικό εργαλείο (Brush 1989). Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980, προτάθηκαν μια σειρά προγραμμάτων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, τα οποία περιελάμβαναν και την ιστορική, φιλοσοφική και κοινωνική διάσταση της επιστήμης. Σε αυτά εντάσσονται για παράδειγμα τα «Science in the Social Context» της British Association of Science Education και Project 2061 της American Association for the Advancement of Science. Έκτοτε, μια σειρά από θεωρητικές μελέτες έχουν γίνει πάνω στο σχέση Διδακτικής, Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Επιστημών, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε διεθνές επίπεδο (Hodson 2009, McComas 2008, 2000, Holton et al 2001).

Ταυτόχρονα, η ιστοριογραφία των επιστημών δεν σταμάτησε να εξελίσσεται, κα μάλιστα προς κατευθύνσεις οι οποίες συγκλίνουν με αιτήματα της διδακτικής. Τα ρεύματα της κοινωνικής ιστορίας της επιστήμης, όπως αυτή εκφράζεται από την έρευνα των S. Shapin, S. Schaffer, D. McKenzie και T. Pinch (Golinski 2005), καθώς και της μεταγενέστερης πολιτισμικής ιστοριογραφία των επιστημών (Clark 2007, Smith 1997, Biaggioli 1994), μελετούν με εξηγητική και αφηγηματική ευελιξία την επιστήμη, ενώ το έργο των επιστημόνων αναδεικνύεται ως άλλη μια τάξη λόγου μέσα στην κοινωνική πρακτική. Παρά την εγγενή διάχυση των απόψεων στον χώρο της ιστοριογραφίας της επιστήμης, πρόσφατα η ΕΕ ανέθεσε τη συγγραφή μιας έκθεσης για το ρόλο του κλάδου στη διαμόρφωση της πολιτικής της (Pestre 2007), η οποία αναμένεται να παίξει αντίστοιχο ρόλο με την έκθεση για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (Rocard et al. 2007). Υπάρχουν λοιπόν οι προϋποθέσεις για μια αναζωογόνηση της σχέσης Ιστορίας και Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, τόσο σε ερευνητικό, όσο και σε εφαρμοσμένο και θεσμικό επίπεδο. Παρ' όλ' αυτά, λίγες είναι μέχρι τώρα οι πρακτικές εφαρμογές της Ιστορίας στη διδασκαλία (Seker et al. 2006, Abd-El-Khalick 2000), ειδικά στον, αναγνωρισμένο ως κομβικό, τομέα της εκπαίδευσης δασκάλων (Rocard et al. 2007).

Η παρούσα εργασία σκοπεύει να παρουσιάσει μια πιλοτική έρευνα πάνω στην αξιοποίηση της Ιστορίας της Φυσικής για τη διδασκαλία εννοιών της κινηματικής, η οποία διεξήχθη σε φοιτητές και φοιτήτριες του ΠΤΔΕ Αθηνών. Αφού περιγραφεί η σκοποθεσία και η δομή της έρευνας, στη συνέχεια θα γίνει μια αποτίμηση της προσπάθειας και θα συζητηθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της.

Στόχοι της έρευνας

Η συγκεκριμένη έρευνα είναι μέρος ενός γενικότερου ερευνητικού προγράμματος με στόχο τη διερεύνηση του πλαισίου στο οποίο η Ιστορία των Επιστημών μπορεί να αξιοποιηθεί για την εκπαίδευση δασκάλων, ειδικά σε θέματα σύγχρονης Φυσικής. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η έρευνα μας είχε τους παρακάτω στόχους:

- Να διερευνηθεί η εικόνα που έχουν οι φοιτητές για την σχέση της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών και Διδακτικής.
- Να ασκηθούν σε έναν προτεινόμενο τρόπο διδακτική αξιοποίησης της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης.
- Να διερευνηθούν οι στάσεις και οι απόψεις των φοιτητών για τη χρήση της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στην τάξη.

Με βάση τη συγκεκριμένη στοχοθεσία, πάρθηκε η απόφαση η έρευνα να γίνει γύρω από μια διδακτική παρέμβαση, η οποία θα λειτουργεί ταυτόχρονα ως διδασκαλία και ως παιδαγωγικό παράδειγμα. Σε αυτή, οι φοιτητές λαμβάνουν το ρόλο και του μαθητή και του εκπαιδευτικού,



ο οποίος καλείται να κρίνει ένα πλαίσιο διδασκαλίας. Ως διδακτέες έννοιες, επιλέχθηκαν ο νόμος της αδράνειας και το ηλιοκεντρικό πλανητικό σύστημα. Οι έννοιες αυτές συνδυάζουν την παιδαγωγική σπουδαιότητα (Driver 2000) με την ιστορική σημασία, αφού ήταν κεντρικά διακυβεύματα στη μετάβαση από το αριστοτελικό κοσμοείδωλο στο νευτώνειο. Η διδακτική παρέμβαση έγινε σε τριτοετείς φοιτητές και φοιτήτριες του ΠΤΔΕ Αθηνών, ως μια από τις ασκήσεις του υποχρεωτικού εργαστηρίου του μαθήματος Διδακτικής Φυσικών Επιστημών. Οι φοιτητές και φοιτήτριες συμμετείχαν σε ομάδες των 8 με 12 ατόμων και κάθε συνάντηση κράτησε τρεις ώρες. Η πιλοτική εφαρμογή της πρότασης διήρκησε ένα εξάμηνο, σε ένα σύνολο 48 ατόμων.

Παρουσίαση της διδακτικής παρέμβασης

Η συνάντηση με κάθε ομάδα αποτελείτο από δυο διακριτά μέρη. Στο πρώτο μέρος, οι φοιτητές έπαιρναν καταρχάς το ρόλο μαθητών, οι οποίοι συμμετείχαν σε μια σειρά από δράσεις, με σκοπό πρώτον τη μελέτη της μετάβασης από το γεωκεντρικό στο ηλιοκεντρικό κοσμοείδωλο και δεύτερον τη διδασκαλία της αρχής της αδράνειας. Η παρέμβαση ξεκινούσε με την ανάγνωση ενός αποσπάσματος από το μυθιστόρημα «Το νησί της προηγούμενης ημέρας» (Eco 2004). Το συγκεκριμένο απόσπασμα επιλέχθηκε γιατί περιέχει έναν ιστορικά ορθό διάλογο μεταξύ ενός οπαδού των νέων ιδεών του 17ου αιώνα και ενός ιησουΐτη μοναχού, ο οποίος υπερασπίζεται την αριστοτελική ορθοδοξία της εποχής. Μετά την ανάγνωση, οι φοιτητές χωρίζονταν σε δυο ομάδες, εκ των οποίων η μια έπρεπε να επιχειρηματολογήσει υπέρ του γεωκεντρικού συστήματος και οι άλλοι υπέρ του ηλιοκεντρικού, με επιχειρήματα τα οποία θα ήταν διαθέσιμα και αποδεκτά τον 17ο αιώνα. Ο στόχος της άσκησης αυτής ήταν οι φοιτητές να κατανοήσουν ότι τα κριτήρια αλήθειας στη μελέτη της φύσης έχουν αλλάξει συν τω χρόνω, και ότι διαφορετικά συστήματα σκέψης απαιτούν διαφορετική αντιμετώπιση. Από ένα σημείο και μετά, η συζήτηση καθοδηγούνταν στο πως, ως δάσκαλοι και δασκάλες, θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν ιστορικό υλικό, για να αντιμετωπίσουν παρόμοιες εναλλακτικές ιδέες των παιδιών στην τάξη.

Στη δεύτερη δραστηριότητα, στους φοιτητές δινόταν ένα φύλλο εργασίας, το οποίο περιέχει ένα μεταφρασμένο απόσπασμα από το έργο του Γαλιλαίου «Διάλογος για δυο κύρια κοσμικά συστήματα» (Galilei 1632 [2001]). Σε αυτό, περιγράφεται το περίφημο νοητικό πείραμα της ρίψης μια πέτρας από την κορυφή του καταρτιού πλοίου, το οποίο κινείται. Το διακύβευμα της συζήτησης είναι ακριβώς η γαλιλαϊκή έννοια της κίνησης έναντι της αριστοτελικής, και εν τέλει η κίνηση της γης. Μετά την ανάγνωση του πειράματος, οι φοιτητές έπρεπε να απαντήσουν σχετικά με το τι πιστεύουν ότι θα συμβεί αν εκτελέσουμε το πείραμα και καταγράφουν τις απόψεις τους. Στη συνέχεια το πείραμα γινόταν, με μια τροχήλατη καρέκλα γραφείου ως πλοίο, από την οποία ένας φοιτητής άφηνε ένα μικρό κομμάτι πλαστελίνης, πρώτα όταν αυτή είναι ακίνητη, μετά όταν κινείται με σταθερή ταχύτητα και τέλος όταν επιταχύνεται απότομα. Μετά από κάθε πείραμα, οι φοιτητές σημείωναν το αποτέλεσμα. Στο τέλος, του ζητιόταν να προχωρήσουν ανά ομάδες στην περιγραφή του νόμου αδράνειας και στη συναγωγή συμπερασμάτων για την κίνηση της γης.

Στο τρίτη και τελευταία δραστηριότητα, οι φοιτητές μετείχαν σε μια συζήτηση περί των κοινωνικών και πολιτισμικών επιπτώσεων του νέου ηλιοκεντρικού κοσμοειδώλου. Τα θέματα συζήτησης περιλάμβαναν τους λόγους για το οποίο ήταν δύσκολο για τους ανθρώπους της Ευρώπης του 17ου αιώνα να δεχτούν ότι η γη δεν βρισκόταν στο κέντρο του σύμπαντος, πως οι απόψεις αυτές συνδεόταν με τη θρησκευτικότητα και πως αυτό επηρέαζε άλλες πτυχές της πνευματικής κίνησης της εποχής, όπως η ζωγραφική (Dear 2009). Ταυτόχρονα, προβάλλονταν πίνακες ζωγραφικής από διαφορετικές περιόδους, για να έχουν οι φοιτητές την ευκαιρία να δουν τις αλλαγές στην απεικόνιση.

Στο δεύτερο μέρος της παρέμβασης, οι φοιτητές λάμβαναν μέρος σε μια συζήτηση-παρουσίαση των τρόπων όπου η σύγχρονη ιστοριογραφία της επιστήμης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, καθώς και ποιες απόψεις έχουν προταθεί κατά καιρούς γύρω από αυτό το ζήτημα. Ως εφόρμηση της συζήτησης χρησίμευε το ίδιο το εργαστήριο. Οι φοιτητές παρακινούνταν να προτείνουν οι ίδιοι τρόπους, να ασκήσουν κριτική στις υπάρχουσες απόψεις και να καταθέσουν τις εντυπώσεις και τους προβληματισμούς τους.

Αποτελέσματα και συμπεράσματα της πιλοτικής εφαρμογής

Μια πρώτη αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης έγινε μέσω της συνέντευξης φοιτητών. Μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης, οι φοιτητές εντάχθηκαν σε ομάδες των δύο ή τριών ατόμων, με το μέγεθος του συνολικού δείγματος να είναι 16 άτομα. Οι συνεντεύξεις ήταν ολιγόλεπτες (10-15 λεπτά) και στόχο ήταν την πρώτη ποιοτική διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της προσέγγισης. Οι συνεντεύξεις ήταν ημιδομημένες, με στόχο οι φοιτητές να ρωτηθούν για τη χρήση της ιστορίας στη διδασκαλία, για το διττό χαρακτήρα του εργαστηρίου και για τα θετικά και τα αρνητικά της συγκεκριμένης προσέγγισης. Στο τελευταίο ερώτημα, οι φοιτητές ενθαρρύνονταν να καταθέσουν οποιαδήποτε δική τους ένσταση ή παρατήρηση.

Τα πρώτα αποτελέσματα από την πιλοτική εφαρμογή της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης είναι ενθαρρυντικά. Οι φοιτητές ανταποκρίθηκαν θετικά στο διττό χαρακτήρα του εργαστηρίου. Ειδικά, θεώρησαν εποικοδομητικό το γεγονός ότι στις δραστηριότητες υπήρχαν δυο επίπεδα συμμετοχής, ως μαθητές και ως εκπαιδευτικοί. Επίσης, έκριναν ως θετικό το γεγονός ότι τα πειράματα επίδειξης ήταν εύκολα τόσο στη σύλληψη, όσο και στην εφαρμογή. Η χρήση της ιστορίας κρίθηκε ως αναζωογονητική για τη διδασκαλία, καθώς ξέφευγε από τις συνηθισμένες παρουσιάσεις των έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Ιδιαίτερα θετικά εκφράστηκαν και για τη χρήση λογοτεχνικών και πρωτότυπων κειμένων στη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

Στο επίπεδο του στόχου διερεύνησης της άποψης τους για τη χρήση της ιστορίας των Φυσικών Επιστημών στη διδακτική, φάνηκαν πρόθυμοι να δοκιμάσουν νέους τρόπους στη διδασκαλία τους και θεώρησαν ότι το πεδίο αυτό παρουσιάζει αρκετό ενδιαφέρον, ώστε να ασχοληθεί κανείς με την εκπαιδευτική αξιοποίηση τους. Τέλος, όσον αφορά την ίδια τη ιστορία των επιστημών, οι περισσότεροι δήλωσαν ότι είχαν άλλη εικόνα για τον κλάδο και συγκεκριμένα ότι εστιάζεται αποκλειστικά σε μια χρονολογική περιγραφή των ανακαλύψεων διάσημων επιστημόνων.

Η πιλοτική εφαρμογή έδειξε όμως και κάποιες εγγενείς αδυναμίες της σχεδίασης της παρέμβασης. Καταρχάς, το εργαστήριο εύκολα γινόταν ιδιαίτερα χρονοβόρο, λόγω των πολλών ανοικτών ερωτήσεων και συζητήσεων που περιλαμβάνει. Ακόμα, κάποιες από τις δραστηριότητες, ειδικά αυτές που καλούσαν τους φοιτητές να επιχειρηματολογήσουν ενάντια στις σύγχρονες επιστημονικές αντιλήψεις, κρίθηκαν ως ιδιαίτερα δύσκολες στην εφαρμογή και απαιτούσαν συνεχή παρέμβαση από τον συντονιστή. Αμφιβολίες διατυπώθηκαν και ως προς την ευκολία σχεδίασης μιας διδασκαλίας που θα έκανε χρήση της ιστορίας των επιστημών. Οι φοιτητές στην πλειοψηφία τους θεώρησαν ότι απαιτεί γνώσεις και δεξιότητες τις οποίες δεν έχουν και το κατέθεσαν ως μια δυσχέρεια την υιοθέτηση τέτοιων προσεγγίσεων. Τέλος, από την πλευρά του συντονιστή του εργαστηρίου, παρατηρήθηκε το φαινόμενο να απαιτείται πολύ καλός χειρισμός του χρόνου, καθώς και εμβάθυνση στη σύγχρονη ιστοριογραφία των επιστημών, ώστε να μπορεί να συνεισφέρει στις ανοικτές συζητήσεις που προέκυπταν κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου.



Η πιλοτική εφαρμογή και αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης δεν προσφέρονται για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Παρόλαυτα, τα πρώτα αποτελέσματα καταρχάς συμφωνούν με την υπάρχουσα βιβλιογραφία σε σχέση με την χρήση της Ιστορίας στη διδακτική Φυσικών Επιστημών. Οι φοιτητές αισθάνονται ανασφάλεια για τη χρήση της λόγω έλλειψης καλής γνώσης του αντικειμένου. Όταν όμως έρχονται αντιμέτωποι με συγκεκριμένες προτάσεις εμφανίζονται πρόθυμοι να την υιοθετήσουν στην τάξη τους. Επίσης, στην πλειοψηφία τους δέχονται την ανάγκη εισαγωγής στοιχείων Φύσης της Επιστήμης (Nature of Science) στη διδασκαλία τους. Τέλος, φαίνεται να επαληθεύεται η άποψη ότι 'απλά' μαθήματα Ιστορίας δεν είναι αποτελεσματικά σε υπονήφιους δασκάλους, και ότι πρέπει να επαναδιαμορφωθούν με βάση τον διδακτικό τους προορισμό.

Συμπερασματικά, η πιλοτική εφαρμογή της πρότασης έδειξε καταρχάς ότι η συγκεκριμένη αξιοποίηση της ιστορίας των επιστημών για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι εφικτή και ευκατά, για τους φοιτητές παιδαγωγικών τμημάτων. Το επόμενο βήμα της έρευνας έχει σχεδιαστεί να είναι ο επανασχεδιασμός της με βάση τα ευρήματα της πιλοτικής εφαρμογής και η εφαρμογή της συστηματικά σε μεγαλύτερο δείγμα, με αυστηρότερη αξιολόγηση. Πριν την πλήρη όμως εφαρμογή είναι απαραίτητες κάποιες αλλαγές στο σχεδιασμό της. Το χρονικό πλαίσιο των δυο ωρών δεν είναι αρκετό για να επιτευχθούν στόχοι που να αφορούν και τη θεωρητική κατάρτιση των φοιτητών και την ίδια τη παιδαγωγική αξιοποίηση. Είναι λοιπόν αναγκαίο να διαχωριστεί η παρέμβαση σε δυο αυτόνομες διδασκαλίες, η μια από τις οποίες θα αφορά το θεωρητικό μέρος της αξιοποίησης της Ιστορίας των Φυσικών Επιστημών και η άλλη την πρακτική εφαρμογή. Επίσης, η ανατροφοδότηση από τους φοιτητές υποδεικνύει ότι θα ήταν πιο αποτελεσματική μια πιο στοχευμένη παρέμβαση, η οποία θα αποσκοπούσε στη διδασκαλία μιας ολόκληρης ενότητας της Φυσικής, παραδείγματος χάρι, μέσω της αξιοποίησης της ιστορίας της. Τέλος, διαφαίνεται η ανάγκη της σύνθεσης μιας τέτοιας πρακτικής διδασκαλίας με το μάθημα Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Επιστημών, όταν αυτό διδάσκεται.

Βιβλιογραφία

Eco, U. (2004). Το νησί της προηγούμενης ημέρας, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα

Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science, *Journal of Research in Science Teaching* 37(10), pp. 1057–1095

Biagioli, M. (1994). Galileo, Courtier: The Practice of Science in the Culture of Absolutism, University Of Chicago Press, Chicago

Brush, S. (1974). Should the History of Science Be Rated X?, *Science* 183. pp. 1164-1172

Brush, S. (1989). History of science and science education, *Interchange* 20(2), pp. 60-70

Clark, W. (2007). Academic Charisma and the Origins of the Research University, University Of Chicago Press, Chicago

Dear, P. (2009). Revolutionizing the Sciences: European Knowledge and Its Ambitions, 1500-1700, Princeton University Press, Princeton

- Galilei, G. (1637 [2001]). Dialogue Concerning the Two Chief World Systems, Modern Library, New York
- Golinski, J., (2005), Making Natural Knowledge: Constructivism and the History of Science, University of Chicago Press, Chicago
- Hodson, D., (2009), Teaching and Learning about Science: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values, Sense Publishers, Rotterdam
- Holton, G., Brush, S. (2001). Physics, the Human Adventure: From Copernicus to Einstein and Beyond, Rutgers University Press, London
- Kuhn, T. (1977). The essential tension, Cambridge University Press, Cambridge
- Mach, E. (1893). The Science Of Mechanics, [The Open Court Publishing Co, Chicago](#)
- Matthews, M. (1990). History, Philosophy and Science Teaching: A Rapprochement, Studies in Science Education 18 (1), pp. 25 - 51
- McComas, W. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science, Science & Education 17(2-3), pp. 249-263
- McComas, W., Clough, M., Almazroa, H. (2000). The role and character of the nature of science in science education in McComas (ed), The Nature of Science in Science Education - Rationales and Strategies, Springer, Dordrecht/Boston/London
- Pestre, D. (2007). *Science, Society and Politics: Knowledge Societies from an Historical Perspective, report to the Science*, Directorate-General for Science, Economy and Society Directorate, Brussels
- Rocard et al. (2007). *Science Education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*, Directorate-General for Research Science, Economy and Society, Brussels
- Seker, H., Welsh, L. (2006). 'The Use of History of Mechanics in Teaching Motion and Force Units', Science & Education 15(1), pp 55-89
- Smith, P., (1997), The Business of Alchemy, Princeton University Press, Princeton

Αναρτημένες Εργασίες



Μια απόπειρα διδασκαλίας των εργαστηριακών ασκήσεων μετεωρολογίας σε φοιτητές γεωπονίας με τη βοήθεια ιδιοκατασκευών

Σεραφείμ Σπανός και Ξενοφών Βάτσιος

*Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Π.Θ. Seraf@sch.gr
Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών (ΕΚΦΕ) Μαγνησίας fonbat@sch.gr*

Περίληψη

Στην εργασία αυτή περιγράφεται μια απόπειρα διδασκαλίας εργαστηριακών ασκήσεων μετεωρολογίας με τη βοήθεια ιδιοκατασκευών. Οι ασκούμενοι φοιτητές γεωπονίας στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας κατά το παρελθόν ακαδημαϊκό έτος κλήθηκαν να κατασκευάσουν μια μετρητική συσκευή της επιλογής τους και να τη βαθμονομήσουν ώστε να είναι λειτουργική και αξιόπιστη. Η μαζική ανταπόκριση στις απαιτήσεις αυτές έδειξε μια ενθαρρυντική αύξηση του ενδιαφέροντος για το μάθημα και έδωσε ενδείξεις για καλύτερη κατανόηση μετεωρολογικών εννοιών. Η επανάληψη του εγχειρήματος με μεγαλύτερη τυποποίηση θεωρείται ότι θα εξαλείψει ορισμένες ατέλειες και θα δώσει περισσότερα δεδομένα για αντικειμενική αξιολόγηση της διδακτικής αυτής μεθόδου.

Abstract

The paper is a concise description of an attempt to teach laboratory meteorology in the school of agriculture at the University of Thessaly by using self made meteorological instrumentation. After a thorough description of the operational principles and the exhibition of model constructions, students were asked to repeat the construction using ordinary materials and simple tools. A calibration procedure and sample measurements were also required in order to complete their project. Increased enthusiasm and among students was especially encouraging for the future repetition of the attempt.

Εισαγωγή

Η διδασκαλία του μαθήματος της μετεωρολογίας στα πανεπιστήμια περιλαμβάνει παραδοσιακά ένα εργαστηριακό κομμάτι το οποίο ανάλογα με το πρόγραμμα σπουδών διδάσκεται είτε ως αυτόνομο μάθημα είτε ως τμήμα του θεωρητικού μαθήματος. Τα διάφορα εγχειρίδια διδασκαλίας για τις εργαστηριακές ασκήσεις (Καραπιπέρης 1966, Φλόκας 1988) περιλαμβάνουν μια ανάλυση των θεωρητικών βάσεων στις οποίες στηρίζονται οι διάφορες μετρήσεις προσαρμοσμένη σε συγκεκριμένες περιπτώσεις οργάνων και συσκευών. Πολλές από τις συσκευές αυτές έχουν ξεπεραστεί σήμερα από νεότερες τεχνολογίες και από τη σύγχρονη θεωρία των μετρήσεων η οποία έχει δώσει ολοκληρωμένες λύσεις στα προβλήματα μέτρησης, καταγραφής και διανομής των δεδομένων. Τα σύγχρονα μετεωρολογικά όργανα περιλαμβάνουν ηλεκτρικούς ή ηλεκτρονικούς αισθητήρες, καταγράφουν και αποθηκεύουν τα δεδομένα αυτόματα μειώνοντας σημαντικά τη συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα. Η σμίκρυνση των οργάνων και η ολοκλήρωση πολλών από αυτά σε μικρό χώρο δημιουργεί την αίσθηση του μαύρου κουτιού τόσο στους φοιτητές όσο και στους επαγγελματίες αργότερα. Στη σημερινή εποχή που ο αριθμός και η ακρίβεια των δεδομένων έχουν εξαιρετικά αυξηθεί ο ποιοτικός έλεγχος και η κριτική αποτίμηση της αντιπροσωπευτικότητας των μετρήσεων έχει όχι τυχαία ατονήσει.

Τα προβλήματα αυτά φαίνεται ότι έχουν αναγνωρισθεί από πολλές πανεπιστημιακές σχολές καθώς διατηρούν στα προγράμματα σπουδών τους την διδασκαλία των παραδοσιακών οργάνων μέτρησης (Φλόκας, 1988) και την εργαστηριακή άσκηση πάνω στον τρόπο λειτουργίας τους. Τα απλά αυτά όργανα που συνήθως φέρουν τα ονόματα των κατασκευαστών τους, προϋποθέτουν και οδηγούν σε βαθειά κατανόηση των φυσικών



φαινόμενων που μετρούν. Επίσης η ιστορικότητα της κατασκευής και του τρόπου μέτρησης παραπέμπουν στην εξέλιξη των ιδεών στη φυσική (Σέρογλου και Κουμαράς, 2008) και στον τρόπο προσέγγισης τεχνολογικών προβλημάτων. Πέραν του διδακτικού οφέλους τα όργανα αυτά εξακολουθούν και σήμερα να βρίσκονται σε λειτουργία είτε για λόγους κόστους αντικατάστασης είτε για λόγους συνέχειας και συγκρισιμότητας των δεδομένων. Η απλότητα της κατασκευής τους προσφέρει ένα εμφανές πλεονέκτημα συντήρησης και δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την αναπαραγωγή τους με υποκατάσταση των υλικών κατασκευής από υλικά της καθημερινότητας.

Με αφορμή την τελευταία παρατήρηση και έχοντας υπόψη προηγούμενες απόπειρες (Bohren 2001, Τσιγρή & Μιχαηλίδης 2002, Michaelides. & Tsigris 2004) δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν με τη βοήθεια του ΕΚΦΕ Μαγνησίας υποκατάστατα βασικών μετεωρολογικών οργάνων (ακτινόμετρα, βροχόμετρα, εξατμισίμετρα κλπ) με σκοπό την αναπαραγωγή τους από φοιτητές. Η διαδικασία αυτή ως τμήμα μαθησιακής λειτουργίας και ως αξιολόγηση του γνωστικού αποτελέσματος περιγράφεται στη παρούσα εργασία. Στην επόμενη παράγραφο περιγράφονται λεπτομερώς τα κίνητρα του εγχειρήματος και ακολουθεί συνοπτική περιγραφή των προτεινόμενων ιδιοκατασκευών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένα προϊόντα αυτής της διαδικασίας και τέλος ακολουθεί σχολιασμός με τη μορφή επιλόγου.

Τα κίνητρα του εγχειρήματος

Το τμήμα γεωπονίας του Π.Θ. είναι μια νέα σχετικά πανεπιστημιακή σχολή που διαθέτει μια σειρά από αυτόματους μετεωρολογικούς σταθμούς. Δεν διαθέτει όμως πρόσβαση σε κλασσικό μετεωρολογικό σταθμό με κλωβό και τα αντίστοιχα όργανα που αυτός περιλαμβάνει (Καραπιτέρης 1966, Φλόκας 1988). Το θέμα των εργαστηριακών ασκήσεων είχε στο παρελθόν αντιμετωπισθεί ως πρόβλημα αξιοποίησης δεδομένων με τη βοήθεια υπολογιστή προς την κατεύθυνση της εξαγωγής μετεωρολογικών συμπερασμάτων. Οι φοιτητές διεκπεραίωναν μια σειρά από ατομικές εργασίες βασισμένες στην επεξεργασία δεδομένων που είχαν ληφθεί σε παρελθόντα χρόνο. Παρά την επιτυχή διεκπεραίωση αυτών των εργαστηριακών ασκήσεων οι φοιτητές υστερούσαν χαρακτηριστικά σε αντίστοιχα θεωρητικά θέματα που ετέθησαν στις τελικές εξετάσεις. Οι περισσότεροι φοιτητές παρουσίαζαν δυσκολίες κατανόησης ακόμα και στις πιο απλές φυσικές διαδικασίες. Υπήρχαν για παράδειγμα φοιτητές που πίστευαν ότι η θερμοκρασία του αέρα μπορεί να μετρηθεί με ένα θερμόμετρο εκτεθειμένο ακόμη και στην επίδραση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας. Επίσης αρκετοί αδυνατούσαν να κατανοήσουν γιατί μια ποσότητα νερού εξατμίζεται πιο γρήγορα πάνω σε ένα κρεμασμένο ένδυμα από ότι σε ένα πιάτο σε όμοιο θερμοκρασιακό περιβάλλον. Λεπτομερής μελέτη των αντιλήψεων με τις οποίες εφοδιάζει η καθημερινότητα τους φοιτητές όσον αφορά τα θέματα φυσικής της ατμόσφαιρας η μετεωρολογίας δεν έχει υποπέσει στην αντίληψή των συγγραφέων. Ελπίζουμε το θέμα αυτό να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής εργασίας μας. Είναι φανερό όμως ότι όσο απουσιάζει η άμεση επαφή με τα φαινόμενα και την ποσοτική έκφρασή τους τέτοιες λανθασμένες αντιλήψεις θα συνεχίζουν να υπάρχουν ακόμη και μετά την ολοκλήρωση μιας πορείας απόκτησης θεωρητικών γνώσεων.

Τελικά λόγω της φύσεως του εργαστηρίου αλλά και των κακών επιδόσεων στις εξετάσεις οι φοιτητές εξέφραζαν δυσμενή σχόλια για το μάθημα. Με αφορμή τις παρατηρήσεις αυτές έγινε μια προσπάθεια αντιστροφής του ψυχολογικού κλίματος και ενδεχόμενης βελτίωσης των επιδόσεων στις εξετάσεις. Ως προς το πρώτο στόχο τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά όπως θα φανεί και στη συνέχεια. Για τον δεύτερο απαιτούνται περισσότερα δεδομένα καθώς και μια αυστηρά προκαθορισμένη και οπωσδήποτε ανεξάρτητη διαδικασία αξιολόγησης (Τσιχουρίδης, Βαβουγιός και Ιωαννίδης 2009).

Κατά τη διάρκεια των μαθημάτων περιγράφονταν με λεπτομέρεια τα διάφορα μετεωρολογικά όργανα μετρήσεων σύμφωνα με τα εγχειρίδια και όπου υπήρχε δυνατότητα γινόταν επίδειξη ιδιοκατασκευής, του τρόπου βαθμονόμησης και της διαδικασίας λήψης των μετρήσεων. Από τους φοιτητές ζητήθηκε να διαλέξουν κάποια από τις ιδιοκατασκευές και την αναπαράγουν με δικά τους υλικά. Στη συνέχεια ζητήθηκε να ακολουθήσουν μια διαδικασία βαθμονόμησης και να δημιουργήσουν την αντίστοιχη καμπύλη. Σε περίπτωση απουσίας πρότυπου οργάνου ζητήθηκε να ληφθεί σειρά μετρήσεων σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα ώστε αυτές να μπορούν να αναπαραχθούν από αυτόν που ελέγχει την κατασκευή. Μαζί με την κατασκευή οι φοιτητές κατέθεσαν: ένα μικρό κείμενο σχετικά με τα υλικά και τον τρόπο κατασκευής, ιστορικά στοιχεία για το όργανο που κατασκεύασαν και τέλος την καμπύλη βαθμονόμησης ή τη σειρά μετρήσεων που έλαβαν. Οι συσκευές αξιολογήθηκαν πρωτίστως από την ακρίβεια των μετρήσεων και δευτερευόντως από την αισθητική και την καινοτομία (Τσιγρής και Μιχαηλίδης 2002).

Προτάσεις Ιδιοκατασκευών.

Ακτινόμετρο Arago-Davy

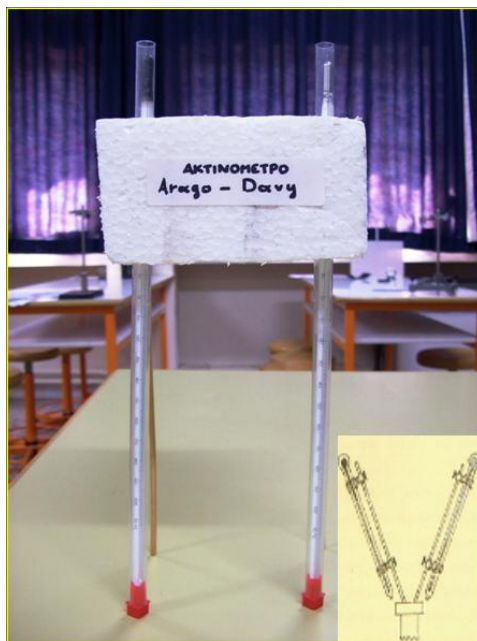
Στόχοι: Εξοικείωση με τα φαινόμενα εκπομπής-απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας και θερμικής διαστολής. Προσδιορισμός των μεγεθών ηλιακή ακτινοβολία, συντελεστής απορρόφησης. Παρατήρηση των αποτελεσμάτων που προκαλεί η ολική ηλιακή ακτινοβολία σε θερμόμετρα.

Υλικά: Δύο ίδια θερμόμετρα υδραργύρου -10 ... 110 °C

Σύστημα στήριξης (εδώ styrofoam λευκό και δύο καλαμάκια από σουβλάκια). Πλαστικές θήκες θερμομέτρων διαφανείς.

Κατασκευή: Προσεκτικό κάπνισμα του δοχείου ενός θερμομέτρου (Εικόνα 1) με φλόγα κεριού ή αναπτήρα και στήριξη σε δυσθερμαγωγό υλικό με τα δοχεία προς τα άνω

Έλεγχος: Μια ηλιόλουστη ημέρα λαμβάνονται μετρήσεις των δύο θερμομέτρων και υπολογίζεται η διαφορά τους ανά δίωρο από τις 0800 έως 1800.



Εικόνα 1: Ιδιοκατασκευή ακτινομέτρου Arago-Davy (στο κάτω δεξιό μέρος φαίνεται σχηματική περιγραφή σύμφωνα με τα διδακτικά εγχειρίδια)



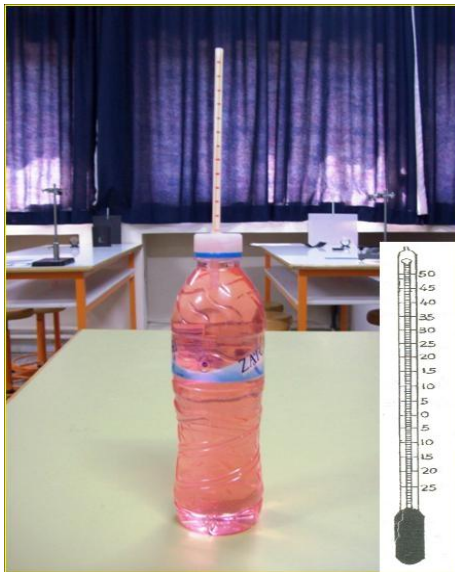
Θερμόμετρο χρωματισμένου νερού

Στόχοι: Εξοικείωση με τη θερμική διαστολή των υγρών, την έννοια της θερμικής ισορροπίας συστημάτων, τη μέτρηση της θερμοκρασίας σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα.

Υλικά: Δοχείο νερού $\frac{1}{2}$ L πλαστικό, καλαμάκι αναρρόφησης αναψυκτικού στο οποίο χαράσσονται υποδιαίρεσεις ανά μισό εκατοστό

Κατασκευή: Άνοιγμα οπής στο καπάκι του δοχείου (Εικόνα 2) ώστε να περάσει μέσα από αυτό το καλαμάκι. Σφράγισμα του καπακιού με βενζινόκολλα.

Έλεγχος: Μέτρηση θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα (Ψυγείο, δωμάτιο, εξωτερικοί χώροι) με υδραργυρικό θερμόμετρο και αντίστοιχη καταγραφή των ενδείξεων στο καλαμάκι. Κατασκευή καμπύλης βαθμονόμησης στο excel.



Εικόνα 2: Ιδιοκατασκευή θερμομέτρου με χρωματιστό νερό (στο κάτω δεξιό μέρος φαίνεται σκαρίφημα κοινού θερμομέτρου)

Βροχόμετρο



Εικόνα 3: Ιδιοκατασκευή βροχομέτρου από δοχείο εμφιαλωμένου νερού (στο κάτω δεξιό μέρος φαίνεται εικόνα πραγματικού βροχομέτρου προσαρμοσμένου σε ξύλινο στήριγμα)

Στόχοι: Προσδιορισμός του μεγέθους ύψος βροχής ως πηλίκου όγκου ανά μονάδα επιφάνειας. Μέτρηση ύψους νερού από καιρικό φαινόμενο ή άρδευση.

Υλικά: Δοχείο νερού 1½ L πλαστικό, κολλητική ταινία, διαφανές χιλιοστομετρικό χαρτί

Κατασκευή-βαθμονόμηση: Εξωτερικά κολλάμε τμήμα από διαφανές χιλιοστομετρικό χαρτί. Κόβεται με φαλτσέτα ο επάνω κώνος. Ο επάνω κώνος αναποδογυρίζεται και σφηνώνεται στο δοχείο (Εικόνα 3). Υπολογίζουμε το εμβαδό διατομής μετρώντας τη διάμετρο. Προσθέτουμε συγκεκριμένες ποσότητες όγκου νερού και διαιρούμε τους όγκους με την επιφάνεια συλλογής για να υπολογίσουμε το αντίστοιχο ύψος. Χαράσσεται καμπύλη βαθμονόμησης με τη βοήθεια γραφήματος από το excel.

Έλεγχος: μετρούμε συγκεκριμένες ποσότητες όγκου νερού και επαληθεύουμε το αποτέλεσμα με τη χρήση της καμπύλης βαθμονόμησης.

Εξατμισόμετρο Wild

Στόχοι: Προσδιορισμός του μεγέθους ύψος εξατμιζόμενου νερού ως πηλίκου όγκου ανά μονάδα επιφάνειας και αρχικά ως μάζας νερού ανά μονάδα επιφάνειας. Μέτρηση ύψους εξατμίσωσης νερού σε συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες.

Υλικά: Ηλεκτρονική ζυγαριά, δοχείο πλαστικό το οποίο γεμίζεται με νερό (Εικόνα 4)

Χρήση-βαθμονόμηση : Γίνεται αναπλήρωση μέχρι την προηγούμενη στάθμη μετά την ζύγιση και σημειώνονται οι διαφορές τιμών. Χρησιμοποιώντας τυπική τιμή πυκνότητας νερού μετατρέπεται η μάζα που εξατμίσθηκε σε όγκο νερού. Στη συνέχεια η τιμή όγκου διαιρείται με την επιφάνεια εξατμίσωσης και όπως στη περίπτωση του βροχόμετρου υπολογίζεται ύψος νερού.

Έλεγχος: Μέτρηση ημερήσιας εξατμίσωσης για μια ηλιόλουστη ημέρα με ασθενή άνεμο, επανάληψη ίδιας μέτρησης για περίπτωση ισχυρού ανέμου. Επανάληψη του ζεύγους μετρήσεων σε συνθήκες πλήρους νεφοκάλυψης και καταγραφή όλων των μετρήσεων.



Εικόνα 4: Ιδιοκατασκευή εξατμισίμετρου τύπου Wild
(στο κάτω δεξιό μέρος φαίνεται σχηματικά η αρχή λειτουργίας του)

Ανεμόμετρο Daloz

Στόχοι: Εξοικείωση με τα χαρακτηριστικά ένταση και διεύθυνση του ανέμου. Μέτρηση έντασης και διεύθυνσης ανέμου σε τεχνητές συνθήκες (ανεμιστήρας)

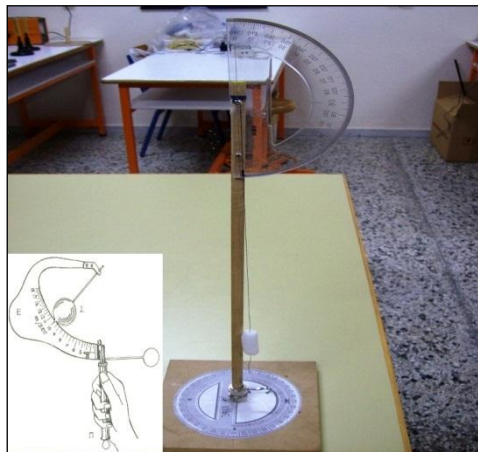
Υλικά: Ξύλινος ιστός όπου προσαρμόζεται κλωστή με δεμένο στο άκρο τεμάχιο styrofoam κατάλληλου σχήματος Ξύλινη βάση όπου έχει κολληθεί φωτοαντίγραφο κυκλικού



μοιρογνομονίου. Ρουλμάν ή άλλη διάταξη περιστροφής που προσαρμόζεται στη βάση για ελεύθερη περιστροφή

Κατασκευή-Λειτουργία: Η κατασκευή φαίνεται στη εικόνα 5. Αντίστοιχα με την ένταση του ανέμου διαφοροποιείται η γωνία στην οποία ισορροπεί το δεμένο τμήμα αφρώδους πλαστικού. Το μοιρογνομόνιο λειτουργεί και ως περύγιο κατεύθυνσης. Στη κατάλληλα προσαρμοσμένη βάση υπάρχει ο μηχανισμός ρουλμάν.

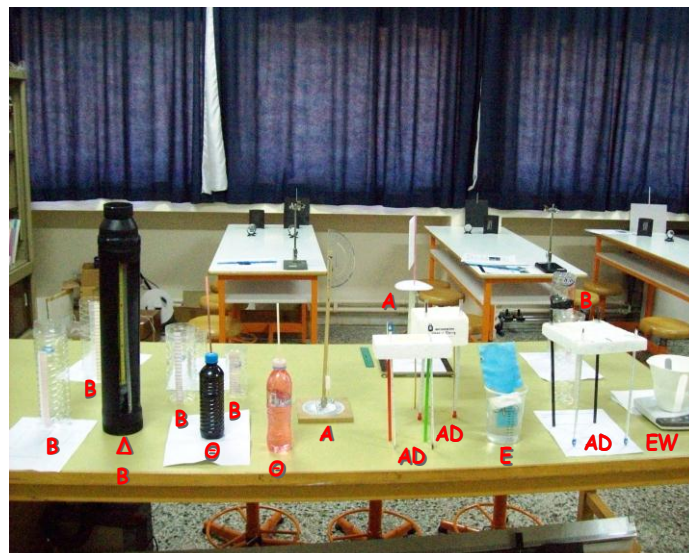
Έλεγχος: Λήψη σειράς μετρήσεων σε συγκεκριμένη απόσταση από δεδομένο ανεμιστήρα με διαβαθμίσεις έντασης.



Εικόνα 5: Ιδιοκατασκευή ενός ανεμομέτρου τύπου Daloz (στο κάτω αριστερό μέρος φαίνεται σχηματικά ένα πραγματικό ανεμόμετρο Daloz)

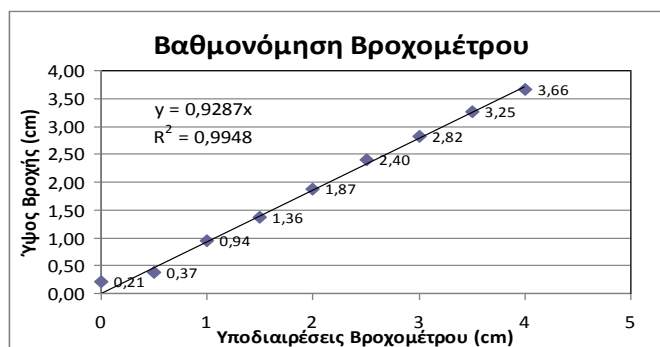
Αξιολόγηση των ιδιοκατασκευών

Οι φοιτητές παρέδωσαν συσκευές (Εικόνα 6) παρόμοιες με αυτές που τους έγινε επίδειξη.



Εικόνα 6: Διάφορες ιδιοκατασκευές των φοιτητών προς αξιολόγηση (B: Βροχόμετρο, ΔB: Δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο, Θ: Θερμόμετρο, A: Ανεμόμετρο, AD: Arago-Davy, E: Εξατμισόμετρο, EW: Εξατμισόμετρο Wild)

Δεν έλειψαν ωστόσο και ορισμένες καινοτομικές προσεγγίσεις στην μέτρηση των μετεωρολογικών στοιχείων. Στην εικόνα 6 φαίνονται διάφορες συσκευές που παραδόθηκαν προς αξιολόγηση μαζί με τα φύλλα βαθμονόμησης και μετρήσεων. Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται καμπύλη βαθμονόμησης ενός βροχόμετρου που παραδόθηκε προς αξιολόγηση. Ο συντελεστής R^2 είναι ένα μέτρο της προσαρμογής της εξίσωσης $y=f(x)$ στα δεδομένα. Στην εξίσωση έχει σκόπιμα παρακαμφτεί η πρώτη υποδιαίρεση για λόγους ατελειών στη βάση του δοχείου.



Σχήμα 1: Βαθμονόμηση ιδιοκατασκευασμένου βροχόμετρου.

Σημειώνεται η κατασκευή ενός δεκαπλασιαστικού βροχόμετρου (ΔΒ στην εικόνα 6) από φοιτητή χωρίς να έχει προηγηθεί επίδειξη μοντέλου. Η κατασκευή πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το διδακτικό εγχειρίδιο (Καραπιτέρης 1966) και εντυπωσιάζει με τη σταθερότητα της και την χρήση πλαστικής αφισοθήκης ως εξωτερικού καλύματος. Επίσης εντυπωσιακή είναι η καινοτομική σχεδίαση και κατασκευή ενός εξατμισίμετρου με συρμάτινο πλαίσιο και απορροφητικό πανί τύπου vetex (Εικόνα 7). Η κατασκευή συνοδεύεται από πλαστικό βαθμολογημένο δοχείο και στήριγμα από Styrofoam.



Εικόνα 7: Καινοτομική Ιδιοκατασκευή εξατμισίμετρου

Η συσκευή σε πλήρη διαβροχή του υφάσματος είχε υψηλά το κέντρο βάρους με προβλήματα ανατροπής. Για τη λύση των προβλημάτων ο κατασκευαστής πρόσθεσε μεταλλικά βάρη στο στήριγμα χωρίς να απαλείψει το πρόβλημα. Παρόλα αυτά οι μετρήσεις του μπόρεσαν να αναπαραχθούν κατά τον έλεγχο.



Επίλογος

Στη συντριπτική πλειοψηφία τους οι φοιτητές πραγματοποίησαν κατασκευές για πρώτη φορά στη ζωή τους και δήλωσαν ενθουσιασμένοι. Οι φοιτητές ανταποκρίθηκαν με προθυμία στις ιδιοκατασκευές παρόλο που γνώριζαν ότι το εργαστήριο μέτρησε μόνο κατά 20% στον τελικό βαθμό τους. Η αίσθηση ότι συμμετείχαν σε μια πρωτοποριακή μορφή διδασκαλίας φαίνεται ότι έπαιξε καταλυτικό ρόλο στην προθυμία. Αντίθετα με ότι αναμενόταν οι φοιτήτριες έδειξαν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Υπήρξαν φυσικά και αρκετές πρόχειρες κατασκευές με κατασκευαστικά ελαττώματα και προβληματική βαθμονόμηση. Τα ελαττώματα παραδέχθηκαν και οι ίδιοι οι κατασκευαστές στην ανακεφαλαιωτική συζήτηση που έκλεισε τη διδασκαλία. Αρκετοί δήλωσαν ότι πριν το εγχείρημα αδυνατούσαν να αντιληφθούν ότι μετεωρολογικές μετρήσεις-εκτιμήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς ακριβά όργανα. Άλλοι δήλωσαν ότι μόνο όταν τελείωσαν το βροχόμετρο κατανόησαν τι σημαίνει το ύψος βροχής που διδάχθηκαν κατά τη διάρκεια των θεωρητικών διαλέξεων.

Συμπερασματικά μπορεί να γραφεί ότι η διδακτική αυτή απόπειρα έδειξε αρκετά ενθαρρυντικά στοιχεία κυρίως όσον αφορά στη παρακίνηση και διέγερση ενδιαφέροντος για το μάθημα. Ορισμένες ατέλειες που ανέκυσαν κυρίως ως προς την αξιολόγηση μπορούν να υπερνικηθούν με καλύτερη τυποποίηση στο μέλλον. Ως προς το γνωστικό αποτέλεσμα χρειάζεται έλεγχος με τη βοήθεια τυποποιημένων ερωτημάτων που θα δοθούν χωριστά ή ως τμήμα των τελικών εξετάσεων περιόδου. Τέλος η επιτυχημένη ανταπόκριση των περισσότερων φοιτητών έδειξε ότι η διαδικασία μπορεί με τροποποιήσεις να επαναληφθεί και σε άλλες βαθμίδες εκπαίδευσης. Οι ιδιοκατασκευές μετεωρολογικών οργάνων μέτρησης μπορούν άνετα να ενταχθούν σε προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης Γυμνασίου ή Λυκείου όπως επίσης και σε διεπιστημονικές προσεγγίσεις αυτών των θεμάτων.

Βιβλιογραφία

Καραπιπέρης, Λ., (1966). Πρακτική Μετεωρολογία. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Σερόγλου Φ. και Κουμαράς Π. (2008). Διερευνώντας τη συμβολή της Ιστορίας των Φυσικών Επιστημών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Ένα μοντέλο έρευνας και δύο περιπτώσεις εφαρμογής. Επιθεώρηση Φυσικής. Αφιέρωμα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία), Έκδοση ΕΕΦ, 7-18.

Τσιγκρής Μ., και Π. Μιχαηλίδης (2002). Μετρήσεις με Ιδιοκατασκευασμένες Πειραματικές Διατάξεις στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογής Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Κρήτης, 442-447.

Τσιχουρίδης Χ., Βαβουγιός Δ. και Ιωαννίδης Γ. (2009). Διδακτική αξιοποίηση κατασκευαστικών δεξιοτήτων μαθητών για τη μελέτη φαινόμενων μεταφοράς θερμότητας με χρήση νέων τεχνολογιών. 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογής Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, ΠΣΠΑΜ Φλώρινα, 886-894.

Φλόκας, Α. (1988). Εργαστηριακές και Φροντιστηριακές Ασκήσεις Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Bohren C. (2001). Clouds in a Glass of Beer. Simple Experiments in Atmospheric Physics. Dover Publications INC, Mineola NY.

Michaelides P. and Tsigris M. (2004). Science Teaching with Self-made Apparatus. 1st International Conference on Hands on Science Hsci2004 – Teaching and Learning Science in the XXI Century, Ljubljana, Slovenia, 47-52.



Μια επικοινωνιακή προσέγγιση της αφήγησης για τη διδασκαλία του νερού στο Δημοτικό Σχολείο: Μια εφαρμογή της θεωρίας του Egan.

Ιωάννα Τσάρπα

Msc Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Δασκάλα, tsarpa@yahoo.gr

Περίληψη.

Στην εισήγηση αυτή περιγράφεται μια πιλοτική εφαρμογή μιας Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας που έγινε σε μαθητές/τριες της Γ' Δημοτικού και το περιεχόμενό της αφορά την αφήγηση και τη σύνδεσή του με την καθημερινή ζωή. Αρχικά, περιγράφεται η ηλεκτρονική σελίδα www.iERG.gr με έμφαση στον Οδηγό Σχεδιασμού Πλαισίου για τη μυθική κατανόηση (πρωτοβάθμια εκπαίδευση). Έπειτα, αναφέρεται ένα διδακτικό παράδειγμα, η ιστορία του νερού ως εφαρμογή στη Μυθική Κατανόηση. Τέλος, παρουσιάζεται συνοπτικά ο σχεδιασμός και η οργάνωση της διαθεματικής διδασκαλίας που εφαρμόστηκε στην τάξη, ενώ στη συνέχεια περιγράφεται το περιεχόμενο της διδασκαλίας στην πιλοτική εφαρμογή, καθώς και ορισμένα αποτελέσματα της, όπου είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά.

Abstract.

This suggestion tests a pilot application of a teaching-learning sequence, whose contents are related to the narrative and its connection to everyday life. First, the website www.iERG.gr is described, focusing on the Guide to the Planning Framework for mythic understanding (primary education). Then, an instructive example is referred, the history of water as applied to the Mythical Understanding. Finally, it outlines the planning and organization of interdisciplinary teaching applied in class and then describing the content of teaching and piloted, and some results, which is very encouraging.

Εισαγωγή.

Η ιστοσελίδα www.iERG.net εισάγει νέες θεωρίες, αρχές και πρακτικές τεχνικές για να καταστεί η εκπαίδευση πιο αποτελεσματική. Επειδή η καταφυγή στη φαντασία στην εκμάθηση και στη διδασκαλία, έχει ζωτική σημασία για να καταστεί η γνώση στο αναλυτικό πρόγραμμα ζωντανή και ουσιαστική, προτείνουν τη νέα αυτή προσέγγιση Ευφάνταστης Εκπαίδευσης (IE). Το έργο IERG είναι αφιερωμένο στο να καταδείξει πώς μπορεί να γίνει στην καθημερινή τάξη και στο σπίτι. Δυστυχώς, το περιεχόμενο του προγράμματος σπουδών συνήθως διδάσκεται μόνο από ένα βιβλίο παραλείποντας τους φόβους, τις ελπίδες, και τα πάθη των πραγματικών ανθρώπων που οι μαθητές πολύ συχνά θεωρούν ότι είναι θαμπό, άψυχο και χωρίς συμμετοχή. Πιστεύουμε ότι οι ιδέες, τα υλικά, και τα πρακτικά τμήματα σε αυτή την ιστοσελίδα μπορεί να δείξει πώς να φέρει το πρόγραμμα σπουδών στη ζωή.

Σχετικά με το **σχεδιασμός πλαισίων** η σελίδα παρέχει ενημερωμένες εκδόσεις σχεδιασμού πλαισίων για: **Μυθική κατανόηση** (πρωτοβάθμια εκπαίδευση), **Ρομαντική Κατανόηση** (δευτεροβάθμια εκπαίδευση), και **Φιλοσοφική Κατανόηση** (ανώτερη εκπαίδευση): είναι διαθέσιμα σε δύο μορφές: πρώτον, έναν «οδηγό» που παρέχει λεπτομερείς οδηγίες για το πώς θα μπορούσε κανείς να συμπεριλάβει τη φαντασία των

μαθητών στη μάθηση, και δεύτερον, μια περίληψη που περιλαμβάνει το σχεδιασμό ερωτήσεων. Τα **κυκλικά πλαίσια** που σχεδιάστηκαν από τον Tannis Calder προσφέρουν μια εναλλακτική προσέγγιση στο σχεδιασμό και μπορεί να αποδειχθούν ιδιαίτερα χρήσιμα για την ανταλλαγή απόψεων και την αρχική πρόσβαση σε θέματα. Για να βοηθήσει περαιτέρω και η μονάδα σχεδιασμού μαθήματος προσφέρονται παραδείγματα **δυναδικών αντιθέσεων** και **ηρωικές αρετές**. Για πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με οποιοδήποτε από τα γνωστικά εργαλεία που περιλαμβάνονται σε αυτά τα πλαίσια μπορείτε απλά να ασχοληθείτε λίγο με τη συγκεκριμένη ηλεκτρονική σελίδα.

Οδηγός Σχεδιασμού Πλαισίου για τη μυθική κατανόηση (πρωτοβάθμια εκπαίδευση).

1. Εντοπισμός σημασίας Τι ασκείται συναισθηματικά για αυτό το θέμα; Πώς μπορεί να προκαλέσει κατάπληξη; Γιατί θα πρέπει να έχει σημασία για μας;

2. Η διαμόρφωση του μαθήματος ή της ενότητας: Η διδασκαλία έχει κάποιες ομοιότητες με τη μετάδοση ειδήσεων. Ακριβώς όπως ο στόχος του δημοσιογράφου είναι να επιλέξει και να διαμορφώσει τα γεγονότα για να αναδείξει με σαφήνεια τη σημασία τους και τη συναισθηματική σημασία για τους αναγνώστες ή ακροατές, έτσι ακριβώς και ως εκπαιδευτικός, ο στόχος σας είναι να παρουσιάσετε το θέμα κατά τρόπο που να ενεργοποιεί τα συναισθήματα και τη φαντασία των μαθητών. Για να γίνει αυτό, χρειάζεται να εξεταστεί ποιες από τις ακόλουθες διαστάσεις της συναισθηματικής και φαντασιακής ζωής των μαθητών σας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαμορφώσει το μάθημα ή την ενότητα. Όλες οι παραπάνω δεξιότητες σχετίζονται με τις δεξιότητες του καλού ρεπόρτερ, δηλαδή να εργάζεται με τα παρακάτω:

2.1. Εύρεση της ιστορίας: Τι είναι η "ιστορία" για το θέμα; Πώς μπορείτε να διαμορφώσετε το περιεχόμενο για να αποκαλύψετε τη συναισθηματική σημασία της;

2.2. Εύρεση δυναδικών αντιθέτων: Ποιες αφηρημένες και συναισθηματικές δυναδικές έννοιες συλλαμβάνουν με τον καλύτερο τρόπο την έκπληξη και το συναίσθημα του θέματος; Ποιες είναι οι αντιτιθέμενες δυνάμεις στην "ιστορία" σας;

2.3. Εύρεση εικόνων: Ποια μέρη του θέματος είναι πιο δραματικά, ώστε να ενσαρκώσουν τις δυναδικές έννοιες; Ποια εικόνα αποδίδει καλύτερα αυτή η δραματική αντίθεση;

2.4. Χρησιμοποιείτε επιπλέον γνωστικά εργαλεία της Μυθικής κατανόησης: Τι είδους δραστηριότητες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως άλλα εργαλεία των γνωστικών εργαλείων των μαθητών;

Αινίγμα και μυστήριο: Πώς μπορούν οι μαθητές να διερευνήσουν ορισμένες πτυχές του μυστηρίου που να συνδέονται με το θέμα; Για ποια αινίγματα μπορεί να αναρωτιούνται;

Μεταφορά: Πώς μπορούν οι μαθητές να χρησιμοποιούν την αλληγορία για την εμβάθυνση της αντίληψής τους επί του θέματος;

Ανέκδοτα και χιούμορ: Μπορούν οι μαθητές να μαθαίνουν - και να δημιουργήσουν τα δικά τους - αστεία για το θέμα; Πώς θα μπορούσαν να διευρύνουν την κατανόησή τους μέσα από το παιχνίδι με το χιούμορ;

Ομοιοκαταληξία, ρυθμός και πρότυπο: Υπάρχουν πρότυπα για το θέμα με τα οποία οι μαθητές μπορούν να παίξουν; Ποιες δραστηριότητες θα επιστήσουν την προσοχή τους σε ομοιοκαταληξία, ρυθμό και πρότυπο;

Παιχνίδια, δράμα και παιχνίδι: Πώς μπορούν οι μαθητές να συμμετάσχουν σε παιχνίδια, δραματοποίηση για να κατανοήσουν το θέμα;

Εμβρυικά εργαλεία της ρομαντικής κατανόησης: Εξετάστε τρόπους για να εμπλέξετε τους μαθητές σας με την ηρωική και την ανθρώπινη διάσταση του θέματος. Τι είδους δραστηριότητες θα μπορούσε να αποκαλύψει; Πώς μπορούν αυτές οι πτυχές να δώσουν ώθηση στη σκέψη των μαθητών για το θέμα;



2.5. Με βάση τις γνώσεις των προηγούμενων ειδών της κατανόησης:
Σωματική κατανόηση - Πώς μπορούν οι μαθητές να χρησιμοποιούν ορισμένες από τις γνώσεις της σωματικής κατανόησης στη μάθηση για το θέμα; Πώς μπορούν να αναπτυχθούν αισθήσεις, συναισθήματα, χιούμορ, μουσικότητα, και ούτω καθεξής;

3. Πόροι Ποιους πόρους μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για να μάθετε περισσότερα για το θέμα και το σχήμα της ιστορίας; Ποιοι πόροι είναι χρήσιμοι στη δημιουργία των δραστηριοτήτων;

4. Συμπέρασμα Πώς τελειώνει η ιστορία; Πώς μπορεί η διένεξη που δημιουργήθηκε μεταξύ των δυαδικών αντιθέσεων να επιλυθεί με ικανοποιητικό τρόπο; Εναλλακτικά, ποια νέα ερωτήματα αναδύονται όταν οι μαθητές συνειδητοποιούν αυτές τις αντίθετες δυνάμεις; Ποια πτυχή του θέματος ενδέχεται να επιστήσσει την προσοχή των μαθητών;

5. Αξιολόγηση Πώς μπορεί κανείς να γνωρίζει αν το θέμα έχει γίνει κατανοητό, η σημασία του έχει γίνει αντιληπτή και το περιεχόμενο του έχει κατακτηθεί από τους μαθητές;

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ - Ιστορία με το νερό

Συναισθηματική εμπλοκή

Είναι μια όμορφη και πολύ ζεστή ημέρα. Τι θα θέλατε περισσότερο να κάνετε τώρα;

Πιθανές απαντήσεις: βουτιά στη θάλασσα, ντους σε καταρράκτη, να παίξουμε μπουγέλο, να πω παγωμένο νερό, να φάω πολλά παγωτά.

Δημιουργώντας νοητικές εικόνες

Ας μας οδηγήσουν οι αισθήσεις μας να: δούμε, ακούσουμε, γευτούμε, πιάσουμε, μυρίσουμε ότι έχει σχέση με το νερό.

- Ακούω το κύμα, τη βουή του καταρράκτη, το νερό που τρέχει από τη βρύση.
- Νιώθω την πρωινή υγρασία, το βρεγμένο ρούχο, το κρύο-χλιαρό-ζεστό νερό.
- Γεύομαι το γλυκό, αλμυρό νερό, το χυμό.
- Βλέπω τη θάλασσα, τη βροχή, τις δροσοσταλίδες.
- Μυρίζω το νοτισμένο από τη βροχή χώμα, το βρώμικο νερό.

Μεταφορά

Ξεκινάμε ένα ταξίδι, το ταξίδι του νερού.

Δυαδικά αντίθετα

Στο ταξίδι θα βρούμε φίλους και εχθρούς, τις πηγές, αλλά και τα σκουπίδια στις ακτές, την ευεργετική δύναμη του νερού, την ενέργειά του αλλά και την καταστροφική του δύναμη, την αναζωογόνηση του χώματος από τη βροχή, αλλά και την όξινη βροχή, τον πλούτο και την ευεργετική προσφορά του νερού, και τη δημιουργία πολιτισμών γύρω από αυτό, την προσφορά ζωής, αλλά και τη ρύπανση και σπατάλη του από τους ανθρώπους, την έλλειψή του σε πολλές χώρες, το θάνατο.

Μυστήριο

Πώς βρέθηκε ο Μολυβένιος στρατιώτης στην κοιλιά του ψαριού; (Διηγούμαστε το παραμύθι αν δεν το γνωρίζουν τα παιδιά). Ας κάνουμε το ταξίδι του μολυβένιου στρατιώτη.

Τα παιδιά ακολουθούν τον ήρωα του παραμυθιού από το ρυάκι, στον υπόνομο, στη θάλασσα, στην κοιλιά του ψαριού. (Ο μολυβένιος στρατιώτης κάνει έναν κύκλο, όπως και το νερό. Θα εκμεταλλευτούμε αυτήν την ιδέα για να παρουσιάσουμε στα παιδιά τον κύκλο του νερού).

Άλλες ιδέες για ταξίδια που μπορεί να κάνουν τα παιδιά ανά ομάδες:

Είμαι ένα ζουζούνι που μπαίνω στη βρύση και ψάχνω να βρω από πού έρχεται το νερό.

Είμαι μια χάρτινη βαρκούλα που άφησε ένα παιδάκι στο ρυάκι και σας μιλά για το ταξίδι μου

Είμαι μια σταγόνα βροχής που έπεσε στο φύλλο ενός λουλουδιού.

Διηγούμαστε και ζωγραφίζουμε την ιστορία.

Κατασκευή-παζλ

Τα διαφορετικά κομμάτια των ιστοριών θα ενωθούν σε ένα μεγάλο παζλ και θα συνδεθούν με τον κύκλο του νερού, καθώς οι ιστορίες θα αποτελούν κομμάτια του. Ο εκπαιδευτικός με ερωτήσεις θα βοηθήσει τα παιδιά να βρουν τυχόν κενά σε αυτόν τον κύκλο.

Ποιήματα -Παράδοση

Τα παιδιά ανάλογα με την ιστορία που έφτιαξαν, θα δημιουργήσουν αντίστοιχα ποιηματάκια με ομοιοκαταληξία ή αινίγματα. Π.χ.

Το κουτσό ανθρωπάκι

που πέταξε το αγοράκι,

σε μια βαρκούλα βρέθηκε,

Φοβήθηκε πολύ!

Πέρασε κίνδυνο μεγάλο,

κι έλεγε: δεν αντέχω άλλο.

Στο τέλος όμως του παραμυθιού

στο ψάρι μέσα θα βρεθεί!

Ακόμη θα διαβάσουμε και θα ακούσουμε ποιήματα δημοτικά, θρύλους, παραδόσεις γύρω από το νερό (Το αμίλητο νερό)

Δραματοποίηση

Τα παιδιά δραματοποιούν τη ιστορία τους, μιμούνται την κίνηση του κύματος, δημιουργούν ήχους (τη βροχή που δυναμώνει με σιγανά και δυνατά παλαμάκια, φτιάχνουν όργανα της βροχής), παίζουν τα σύννεφα που μεταμορφώνονται, τα δέντρα που απορροφούν το νερό μέσα από τις ρίζες τους κ.α.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Κατά το σχολικό έτος 2009-2010, στο Δημοτικό Σχολείο Μαριτσών, επιχειρήσαμε να ανανεώσουμε τη διδακτική προσέγγιση του μαθήματος της Μελέτης Περιβάλλοντος της Γ' Δημοτικού, αξιοποιώντας τις νέες τάσεις στη διδασκαλία της αφήγησης και τις δυνατότητες που μας παρέχουν οι τεχνολογίες της πληροφορίας και επικοινωνίας. Οι διδασκαλίες αυτές πραγματοποιήθηκαν στην τάξη, στο εργαστήριο πληροφορικής, στην αίθουσα εκδηλώσεων του σχολείου, στο Πολιτιστικό κέντρο Κρεμαστής, στην αίθουσα εκδηλώσεων του πνευματικού κέντρου, στο υδραγωγείο, στην Ε.Υ.Δ.Α.Π., στο Ενυδρείο, στο λιμεναρχείο.

Συγκεκριμένα επιλέξαμε να δημιουργήσουμε την ιστορία του νερού μέσω της αφήγησης και τις τεχνικές της μέσα από κείμενα γλωσσικά (λογοτεχνικά) και πολυτροπικά (θέατρο), αλλά και παραμύθια. Τη διδασκαλία μας κατεύθυναν οι ακόλουθοι στόχοι:

- να κατανοήσουν οι μαθητές τι σημαίνει «αφήγηση».
- να διακρίνουν τη μυθοπλαστική αφήγηση από τη ρεαλιστική αφήγηση.
- να γνωρίσουν τα συστατικά του αφηγηματικού λόγου (διήγηση, μίμηση, περιγραφή).
- να εξοικειωθούν με τις τεχνικές της αφήγησης - διήγησης (αφηγητής, οπτική γωνία αφήγησης, αφηγηματικός χρόνος, πλοκή, αποδέκτης της αφήγησης).
- να παράγουν αφηγηματικό κείμενο σε αυθεντικές συνθήκες επικοινωνίας, ενεργώντας ομαδοσυνεργατικά.
- να συνδέσουν την καθημερινή ζωή με το μάθημα.
- να κατασκευάσουν παζλ με τον κύκλο του νερού.
- να κατασκευάσουν πρόσκληση με συγκεκριμένο θέμα.
- να δημιουργήσουν ένα μουσικό όργανο (αυλός) που θα συνοδεύει τη θεατρική παράσταση των μαθητών.
- να διαβάσουν και να επεξεργαστούν το θεατρικό κείμενο – παραμύθι.
- να δραματοποιήσουν το θεατρικό κείμενο.



- να δώσουν μια συναυλία στο σχολείο συνοδευόμενη από τραγούδι, μουσική και χορό.
- να αντιληφθούν ότι το μάθημα είναι πολυτροπικό.

Οργάνωση διδασκαλίας

Αναλυτικότερα, για τρεις περίπου εβδομάδες, η διδασκαλία της αφήγησης και των τεχνικών της οργανώθηκε με θεματικό άξονα *το παιδί*, καταργώντας τα στεγανά, που επιβάλλει το ωρολόγιο πρόγραμμα, ανάμεσα στα μαθήματα της Μελέτης Περιβάλλοντος, της Γλώσσας και της λογοτεχνίας ως εξής:

1. Επίσκεψη μαθητών στο Υδραγωγείο, στην Ε.Υ.Δ.Α.Π., στο Ενυδρείο, στο λιμεναρχείο: 2 ημερήσιες σχολικές εκδρομές.
2. Επίσκεψη μαθητών στο Πνευματικό Κέντρο Κρεμαστής, στην αίθουσα εκδηλώσεων: ημερήσια σχολική εκδρομή.
3. Παραγωγή προφορικού λόγου από τους μαθητές για τα θέματα της επίσκεψης: δύο διδακτικές ώρες.
4. Αναζήτηση στο Διαδίκτυο κειμένων σχετικών με το νερό, τον πολιτισμό, την τέχνη: δύο διδακτικές ώρες.
5. Παρουσίαση στην ολομέλεια του τμήματος των εργασιών των μαθητών σχετικά με την αναζήτηση στο διαδίκτυο: μία διδακτική ώρα.
6. Παραγωγή παραμυθιού με αφήγηση και εικονογράφηση της ημερήσιας εκδρομής: τρεις διδακτικές ώρες.
7. Παραγωγή παραμυθιού με αφήγηση και εικονογράφηση για την ιστορία του νερού: δεκαπέντε διδακτικές ώρες.
8. Εξοικείωση των μαθητών με την έννοια, δομή και λειτουργία αφισών, προσκλήσεων: μία διδακτική ώρα.
9. Δημιουργία προσκλήσεων για εκδήλωση των μαθητών με αφορμή την ιστορία του νερού: δύο διδακτικές ώρες.
10. Εκμάθηση των μαθητών για τη χρήση και λειτουργία των μουσικών οργάνων: μία διδακτική ώρα.
11. Δημιουργία από τους μαθητές μουσικού οργάνου (αυλού): δύο διδακτικές ώρες.
12. Παραγωγή μουσικού κομματιού με τους αυλούς μας: μία διδακτική ώρα.
13. Παραγωγή μουσικής συναυλίας με μουσική (αυλούς), τραγούδι και χορό, στην αίθουσα εκδηλώσεων του σχολείου μας: δύο διδακτικές ώρες.
14. Εξοικείωση των μαθητών με τη γλώσσα του θεάτρου: σενάριο, τεχνική του decoupage (εικονογραφική απόδοση): δύο διδακτικές ώρες.
15. Παραγωγή προφορικού λόγου με θέμα τις ομοιότητες και διαφορές της λογοτεχνικής και θεατρικής αφήγησης: δύο διδακτικές ώρες.
16. Ανάγνωση του θεατρικού κειμένου – παραμυθιού «Η ιστορία του νερού»: μία διδακτική ώρα.
17. Εντοπισμός και καθορισμός του χώρου και χρόνου στο θεατρικό κείμενο μας: μία διδακτική ώρα.
18. Σύνδεση του θεατρικού θέματος (αυλός) με την κατασκευή μας: μία διδακτική ώρα.
19. Δημιουργία θεατρικής παράστασης στην αίθουσα εκδηλώσεων του σχολείου μας: τέσσερις διδακτικές ώρες.
20. Κριτήριο αξιολόγησης: η ανταπόκριση των παιδιών, σε όλη τη διάρκεια των τριών εβδομάδων, με τις δραστηριότητές μας.

Περιεχόμενο διδασκαλίας

Ειδικότερα το περιεχόμενο της διδασκαλίας με θέμα τον αφηγηματικό λόγο στις ποικίλες εκφάνσεις του αναπτύχθηκε ως εξής:

Επίσκεψη στο Πνευματικό Κέντρο Κρεμαστή και στην αίθουσα εκδηλώσεων.

- Οι μαθητές ενημερώθηκαν για την έννοια του πνευματικού κέντρου και τη χρησιμότητά του.
- Αντιλήφθηκαν την έννοια της αίθουσας εκδηλώσεων σε εξωσχολικούς χώρους
- Ενημερώθηκαν για τη χρήση και λειτουργία της αίθουσας εκδηλώσεων ενός δήμου.
- Εξοικειώθηκαν με τους βοηθητικούς χώρους της (καμαρίνια).

Επίσκεψη στο υδραγωγείο, στην Ε.Υ.Δ.Α.Π., στο Ενυδρείο, στο λιμεναρχείο.

Ξενάγηση στους χώρους.

- Οι μαθητές εξοικειώθηκαν με τους χώρους.
- Περιηγήθηκαν σε όλους τους χώρους τους, π.χ γραφεία υπαλλήλων, χώρος συνεργειών υδροδότησης, ταμεία, χώρος μουσείου Ενυδρείου, λιμεναρχείο.
- Ενημερώθηκαν για τη χρήση των χώρων.

Συνάντηση με τους υπαλλήλους της ύδρευσης στις αίθουσες συνεδριάσεων.

- Τα παιδιά εξοικειώθηκαν με την αίθουσα συνεδριάσεων ενός υδραγωγείου, λιμεναρχείου.
- Γνώρισαν από κοντά το διευθυντή και τους υπαλλήλους υδροδότησης, το λιμενάρχη του δήμου τους (Δήμος Ρόδου).
- Αντιλήφθηκαν το ρόλο ύπαρξής τους και τη χρήση των χώρων.
- Ενημερώθηκαν για τα θέματα που συζητούνται στο χώρο των συνεδριάσεων.

Συζήτηση.

- Τα παιδιά συζήτησαν για το νερό στο δήμο.
- Οι υπάλληλοι τους ενημέρωσαν σχετικά με το ρόλο του δήμου στην υδροδότηση.
- Οι υπάλληλοι άκουσαν τις ερωτήσεις των μαθητών και προσπάθησαν να τους βοηθήσουν με τις απαντήσεις τους.
- Ενημερώθηκαν για τα προβλήματα των μαθητών και τα ζητήματά τους, π.χ. η διακοπή του νερού στο χωριό τους και για τη μόλυνση του νερού.
- Τα παιδιά ενθουσιάστηκαν.

Γλωσσικά κείμενα:

Λογοτεχνικό κείμενο (πρόσκληση): «Εκδήλωση»

- Προσδιορισμός της έννοιας της αφήγησης σε σύγκριση με τη θεατρική γραφή.
- Εξοικείωση των μαθητών στην αναγνώριση των χρονικών σχέσεων που διέπουν τα γεγονότα στην πρόσκληση.
- Ο *αφηγητής*: ταυτότητα του αφηγητή – οπτική γωνία του αφηγητή – απόσταση.
- Σύνδεση της αφήγηση με εικόνες - ο ρόλος της περιγραφής.

Λογοτεχνικό κείμενο (αφήγηση-παραμύθι) : «Η εκδρομή μας»

- Αφήγηση λόγων: Ανάγνωση αφήγησης / παραμυθιού.
- Οι αφηγηματικοί ρόλοι των προσώπων (υποκείμενο – αντικείμενο, πομπός – δέκτης).
- Ο ρόλος του αποδέκτη στην αφήγηση (στο «Η εκδρομή μας» η παρουσία του είναι αισθητή, στο «Εκδήλωση» προϋποτίθεται). Διαδραστική αφήγηση (Κάλφας, 1993, 16-17 & Μανταλαγούρας, ό.π., 42).

Δημοσιογραφικό κείμενο: «Ομιλία υπαλλήλων»

- Διάκριση ανάμεσα στη *μυθοπλαστική αφήγηση*, όπως είναι το λογοτεχνικό κείμενο, και στη *ρεαλιστική αφήγηση* (Πολίτης, www.komvos.edu.gr).
- Στοιχεία ρεαλιστικής αφήγησης: εξιστόρηση σύγχρονων προς τον αφηγητή γεγονότων
- Σχέσεις αιτιότητας (αιτία, δυννητική αιτία, εξήγηση, σκοπός) που οικοδομούν την αφήγηση και σχέσεις χρονικής συνάφειας.



- Η γλώσσα της αφήγησης: σύνδεσμοι που εκφράζουν την αιτιότητα ή τη χρονική συνάφεια, ρήματα που αποδίδουν τις ενέργειες των «ηρώων» και ρήματα που αποκαλύπτουν τα σχόλια του αφηγητή.
 - Η ταυτότητα και η πρόθεση του αφηγητή στα κείμενα.
- Παράγοντες που διαμορφώνουν το ύφος της αφήγησης: η εμπειρία και η πρόθεση του αφηγητή, το μέγεθος του ακροατηρίου, η φύση της αφήγησης (προφορική ή γραπτή).

Λογοτεχνικό κείμενο: «Το θεατρικό μας».

- Εξοικείωση των μαθητών με τη γλώσσα του θεάτρου: σενάριο, τεχνική του decoupage (εικονογραφική απόδοση).
- Η περιγραφή, η μίμηση, το σχόλιο, η διήγηση στον αφηγηματικό λόγο.
- Η ταυτότητα του αφηγητή, η οπτική γωνία της αφήγησης, η γλώσσα του αφηγητή, το ύφος της αφήγησης.
- Η χρονική και αφηγηματική τάξη των γεγονότων.
 - Οι αφηγηματικοί ρόλοι των προσώπων και οι λειτουργίες που διέπουν τις αφηγηματικές δομές.

Θεατρικό (πολυτροπικό) κείμενο: «Η ιστορία του νερού»

- Προσδιορισμός της έννοιας *μύθος* ως πρώτη ύλη για την αφήγηση και της έννοιας *λόγος-πλοκή* ως η ίδια η αφήγηση.
- Παρατήρηση της *χρονικής και αφηγηματικής τάξης* στη διαδοχή των γεγονότων.
- Καθορισμός του όρου *σκηνή* ως ενότητα χώρου – χρόνου - προσώπων και «σπάσιμο» μιας θεατρικής σκηνής σε επιμέρους *εικόνες - πλάνα*.
 - Σταδιακή εξοικείωση με την ορολογία των εικόνων στη θεατρική αφήγηση: γενικό πλάνο, κοντινό πλάνο, γκρο πλαν κ.ά.

Σύνδεση γλωσσικού μαθήματος με τις νέες τεχνολογίες.

- Τα παιδιά έμαθαν να χρησιμοποιούν τον ηλεκτρονικό υπολογιστή για να αναζητούν πληροφορίες σχετικά με τις έννοιες που επεξεργάζονται, π.χ. πρόσκληση, τέχνη.
- Εξοικειώθηκαν με τη σύνδεση του μαθήματος με τις νέες τεχνολογίες μέσω της χρήσης φωτογραφικής μηχανής, κάμερας, ηλεκτρονικού υπολογιστή για τη διδασκαλία του μαθήματος.
- Έμαθαν να συνεργάζονται μεταξύ τους για να πετυχαίνουν καλύτερο αποτέλεσμα στην αναζήτηση πληροφοριών.

Σύνδεση γλωσσικού μαθήματος με την τέχνη.

Κατασκευή μουσικών οργάνων.

- Οι μαθητές ενημερώθηκαν για διάφορα μουσικά όργανα και την αξία της μουσικής.
- Οι μαθητές δημιούργησαν αυλούς με απλά υλικά - καλαμάκια, ταινία, πλαστελίνη.
- Έμαθαν για τους διαφορετικούς ήχους που δημιουργούν τα μουσικά όργανα, πειραματίστηκαν.

Δημιουργία μουσικής παράστασης.

- Οι μαθητές ανακάλυψαν την έννοια της μουσικής παράστασης.
- Συντονίστηκαν για να οργανώσουν μια συναυλία.
- Μοιράστηκαν τους ρόλους, τραγούδι, χορός, μουσική.
- Χάρηκαν «παίζοντας» την μουσική τους παράσταση.

Θεατρικό «Η ιστορία του νερού».

- Τα παιδιά επεξεργάστηκαν το θεατρικό – παραμύθι.
- Αναγνώρισαν το χώρο και το χρόνο που διαδραματίζονται τα γεγονότα του θεατρικού.
- Πειραματίστηκαν με τη δημιουργία της δικής τους θεατρικής παράστασης στην αίθουσα εκδηλώσεων του σχολείου.
- Έμαθαν να συνεργάζονται για να επιτύχουν το καλύτερο αποτέλεσμα μιας εκδήλωσης

- Δημιουργήθηκε ευχάριστο κλίμα και τα παιδιά χαλάρωσαν και απέδρασαν από τον καθιερωμένο τρόπο διδασκαλίας των σχολικών μαθημάτων.

Συμπεράσματα

Οι τρεις αυτές εβδομάδες ήταν γοητευτικές τόσο για τους εννιάχρονους μαθητές όσο και για τη διδάσκουσα. Επιχειρήσαμε και σε άλλες διδακτικές ενότητες της Μελέτης Περιβάλλοντος ανάλογη προσέγγιση, καθώς από την πρώτη μας απόπειρα διαπιστώσαμε ότι:

- Σε επίπεδο γνωστικό πραγματοποιήσαμε τους στόχους μας. Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να γνωρίσουν τον αφηγηματικό λόγο στις ποικίλες κειμενικές εκφάνσεις του (γλωσσικές και πολυτροπικές), πέτυχαν να κατανοήσουν τις τεχνικές και τα εργαλεία της αφήγησης, είχαν την ευκαιρία να παραγάγουν αφηγηματικά κείμενα αξιοποιώντας και τις νέες τεχνολογίες.
- Σε επίπεδο διδακτικής πράξης ανταποκριθήκαμε στις βασικές αρχές της Διδακτικής. Η συνολικότητα, η εποπτεία, η εγγύτητα στη ζωή, η βιωματικότητα, η αυτενέργεια, η παιδοκεντρικότητα εφαρμόζονται στο διδακτικό αυτό παράδειγμα και μας εξασφαλίζουν την επιτυχία του εγχειρήματος.

Συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες μπόρεσαν:

- να κατανοήσουν τι σημαίνει «αφήγηση».
- να διακρίνουν τη μυθοπλαστική αφήγηση από τη ρεαλιστική αφήγηση.
- να γνωρίσουν τα συστατικά του αφηγηματικού λόγου (διήγηση, μίμηση, περιγραφή).
- να εξοικειωθούν με τις τεχνικές της αφήγησης - διήγησης (αφηγητής, οπτική γωνία αφήγησης, αφηγηματικός χρόνος, πλοκή, αποδέκτης της αφήγησης).
- να παράγουν αφηγηματικό κείμενο σε αυθεντικές συνθήκες επικοινωνίας, ενεργώντας ομαδοσυνεργατικά.
- να συνδέσουν την καθημερινή ζωή με το μάθημα.
- να κατασκευάσουν παζλ με τον κύκλο του νερού.
- να κατασκευάσουν πρόσκληση με συγκεκριμένο θέμα.
- να δημιουργήσουν ένα μουσικό όργανο (αυλός) που θα συνοδεύει τη θεατρική παράσταση των μαθητών.
- να διαβάσουν και να επεξεργαστούν το θεατρικό κείμενο – παραμύθι.
- να δραματοποιήσουν το θεατρικό κείμενο.
- να δώσουν μια συνανλία στο σχολείο συνοδευόμενη από τραγούδι, μουσική και χορό.
- να αντιληφθούν ότι το μάθημα είναι πολυτροπικό.

Τέλος, θεωρούμε ότι τέτοιες απόπειρες διδακτικής προσέγγισης της Μελέτης Περιβάλλοντος και της Νεοελληνικής Γλώσσας, όπως αυτή που σας παρουσιάσαμε, έχουν ενδιαφέρον για τον εκπαιδευτικό, γιατί εκλαμβάνουν το διδάσκοντα όχι ως απλό διεκπεραιωτή του αναλυτικού προγράμματος αλλά ως ουσιαστικό παράγοντα ανάπτυξής του, ως άτομο υπεύθυνο, που αναπτύσσει πρωτοβουλίες, που προχωρεί με ευελιξία στις διδακτικές του επιλογές, λαμβάνοντας υπόψη του τις ειδικές συνθήκες που αντιμετωπίζει στην τάξη του.

Βιβλιογραφία

- Κάλφας, Α. (1993), *Ο μαθητής ως αναγνώστης*, Θεσσαλονίκη: Τα τραμάκια
- Ματσαγγούρας, Η. (2004), *Κειμενοκεντρική προσέγγιση του γραπτού λόγου ή αφού σκέφτονται γιατί δεν γράφουν;*, Αθήνα: Γρηγόρη
- Νικολαΐδου, Σ., *Πλανήτης Πρέσπα*, www.snikolaidou.gr
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (1999), *Προγράμματα Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης*, Αθήνα
- Πολίτης, Π., *Αφήγηση*, www.komvos.edu.gr



- ΥΠ.Ε.Π.Θ., Π.Ι., Με λογισμό και μ' όνειρο – Ανθολόγιο λογοτεχνικών κειμένων Ε' και ΣΤ' δημοτικού, ΟΕΔΒ.
- ΥΠ.Ε.Π.Θ., Π.Ι., Μελέτη Περιβάλλοντος Γ' δημοτικού, ΟΕΔΒ.
- ΥΠ.Ε.Π.Θ., Π.Ι., Γλώσσα Γ' δημοτικού, ΟΕΔΒ.
- ΥΠ.Ε.Π.Θ., Π.Ι., Τα αναλυτικά προγράμματα του Δημοτικού σχολείου της νεοελληνικής γλώσσας και της μελέτης περιβάλλοντος.
- www.ierg.net

Το δάσος της πόλης μου

Γεωργία Καρούντζου

Δημοτικό Σχολείο Ασίνης, georgiakarountzou@yahoo.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία είναι ένα Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης που υλοποιήθηκε την προηγούμενη σχολική χρονιά σε Δημοτικό Σχολείο του Νόμου Αργολίδας. Σκοπός του προγράμματος ήταν:

- η γνωριμία και μελέτη ενός προαστικού δάσους καθώς και η ουσιαστική συμβολή του στη ζωή της πόλης του Άργους.
- η διεπιστημονική προσέγγιση του θέματος και γνωριμία τόσο με το δασικό σύστημα και την αμετάβλητη ισορροπία του όσο και με τις συνέπειες και τους κινδύνους της ανθρώπινης παρέμβασης.
- και τέλος η κριτική - διερευνητική προσέγγιση του θέματος και ο προβληματισμός γύρω από τις δασικές πυρκαγιές, την πρόληψη και την κατάσβεσή της.

Το πρόγραμμα αυτό στοχεύει στην ενίσχυση της έννοιας του δάσους ως γνωστικού αντικείμενου, μέσα στο Αναλυτικό Πρόγραμμα και στη χρήση του δάσους ως χώρου εκπαίδευσης.

Abstract

The current project is an attempt to present a programme of Environmental Education carried out at Primary School of Asini during the school year 2009-2010. The programme's title is «Our town's forest» and it's a programme referred to the forest situated in the district of the mentioned school. This programme aims at the development of children's knowledge on the subjects as well as changing their attitudes towards environmental problems and more specifically towards forests and fires and ways of preventing them.

Στόχοι του προγράμματος

Γνωστικοί

- Να μάθουν τι είναι δάσος, δασικό οικοσύστημα, να αναγνωρίσουν την αξία του για την ανθρώπινη ζωή.
- Να γνωρίσουν βιωματικά τη χλωρίδα και την πανίδα καθώς και τις σχέσεις αλληλεξάρτησης που υπάρχουν.
- Να εξοικειωθούν με τον προγραμματισμό και τη διεξαγωγή απλών επιστημονικών ερευνών (παρατήρηση - σύγκριση - καταγραφή συμπερασμάτων)
- Να υπολογίζουν την ηλικία του δέντρου με απλό τρόπο.
- Να γνωρίσουν το δάσος μέσα από μύθους και αρχαιολογικά ευρήματα.

Συναισθηματικοί

- Να έρθουν σε άμεση επαφή με τη ζωή στο δάσος, να ευαισθητοποιηθούν και να αποκτήσουν θετικές τάσεις και συμπεριφορές.

Ψυχοκινητικοί

- Να εμπλουτίσουν τις εμπειρίες τους και να αναπτύξουν κριτική σκέψη.



- Να μάθουν κανόνες και μεθόδους ομαδικής εργασίας.

Κριτήρια επιλογής θέματος

Σε προηγούμενα προγράμματα τα παιδιά του σχολείου μας είχαν την ευκαιρία να γνωρίσουν αλλά και να νοιαστούν για το άμεσα κοντινό τους περιβάλλον. Φέτος αποφασίσαμε να αναπτύξουμε λίγο παραπάνω τους ορίζοντές μας και να γνωρίσουμε τα περιστατικά δάση που μας περιστοιχίζουν. Έτσι η επιλογή του θέματος ήρθε αβίαστα, γιατί πιστεύουμε ότι όταν τα παιδιά γνωρίσουν κάτι, μπορούν να το αγαπήσουν και να το προστατέψουν (Katz 2002).

- Τα δασικά οικοσυστήματα αποτελούν βασικό παράγοντα διατήρησης της ζωής, αφού συντηρούν τη βιοποικιλότητα, συμβάλλουν στη διαμόρφωση του κλίματος, προστατεύουν τα εδάφη από πλημμύρες, δεσμεύουν CO₂, παράγουν οξυγόνο και χρήσιμη ξυλεία.
- Η περιοχή της Πελοποννήσου, διαθέτει ορεινούς σχηματισμούς και μεγάλη βιοποικιλότητα με σπάνια ενδημικά είδη.
- Είναι ανεκτίμητη η αξία των δασών, αλλά και σημαντικά τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν εξαιτίας της χρήσης τους από τις σύγχρονες κοινωνίες.
- Τα προβλήματα που δημιουργήθηκαν από τις πυρκαγιές καθιστούν επιτακτική ανάγκη την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και δράση της εκπαιδευτικής κοινότητας για το παραπάνω θέμα.

Το δάσος είναι ένα από τα κρίσιμα θέματα τόσο τοπικής όσο και εθνικής προτεραιότητας (Agenda 21, Rio de Janeiro 1992).

Σύμφωνα με το Σύνταγμα της Ελλάδος άρθρο 24 ως δάσος ή δασικό σύστημα νοείται το οργανικό σύνολο άγριων φυτών με ξυλώδη κορμό πάνω στην αναγκαία επιφάνεια του εδάφους, τα οποία, μαζί με εκεί συνυπάρχουσα χλωρίδα και πανίδα, αποτελούν μέσω της αμοιβαίας αλληλεξάρτησης και αλληλοεπίδρασής τους, ιδιαίτερη βιοκοινότητα (δασοβιοκοινότητα) και ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον (δασογενές). Δασική έκταση υπάρχει όταν στο παραπάνω σύνολο η άγρια ξυλώδης βλάστηση, υψηλή ή θαμνώδης, είναι αραιά.



Εικόνα 1: Δάσος

Είναι ένα πολύπλοκο οικοσύστημα, ένας βιολογικός οργανισμός κοινοβίωσης με φυτά και ζώα που χαρακτηρίζεται από την επικράτηση δέντρων. Κάθε δασικό είδος έχει τις δικές του απαιτήσεις σε υγρασία, θρεπτικά στοιχεία, κλιματικούς παράγοντες. Υπάρχει αμοιβαία αλληλεπίδραση και αλληλεξάρτηση μεταξύ των φυτών, των ζώων και του φυσικού περιβάλλοντος (Wolf 2004).

Από τις σχέσεις αυτές δημιουργείται μια ισορροπία, που παίζει βασικό ρόλο στην οικολογική ισορροπία του ευρύτερου περιβάλλοντος. Το δάσος διαθέτει εσωτερικούς μηχανισμούς αυτορύθμισης των βιοτικών και των αβιοτικών παραγόντων που διαταράσσουν την ισορροπία του. Αν όμως δράσουν εξωτερικοί παράγοντες όπως ο άνθρωπος με τις επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές του φετινού χειμώνα, την υπερβόσκηση, τις εκτεταμένες υλοτομίες τότε το δασικό οικοσύστημα υποβαθμίζεται. Ένα δάσος μπορεί να διακριθεί σε παρθένο δάσος, σε φυσικό δάσος και σε τεχνητό δάσος.

Μεθοδολογική προσέγγιση

Το πρόγραμμα αυτό χρησιμοποίησε τη βιωματική – συνεργατική μέθοδο και παιδαγωγικές – περιβαλλοντικές δράσεις ευαισθητοποίησης. Οι δραστηριότητες περιλάμβαναν αφενός θεωρητική προσέγγιση με εποπτικό υλικό, επίσκεψη μελέτης, αξιολόγηση με παιχνίδι και κατασκευές. Το πρόγραμμα υλοποιήθηκε από το Δεκέμβρη του 2008 μέχρι τον Ιούνιο του 2009 και την περιβαλλοντική ομάδα αποτελούσαν 20 παιδιά, μαθητές της Γ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου.

Αρχικό στάδιο

Έγινε διερεύνηση των γνώσεων των παιδιών πάνω στο υπό μελέτη θέμα με ερωτήσεις και συζήτηση προκειμένου να οργανωθεί καλύτερα το πρόγραμμα. Επιπλέον επειδή είναι απαραίτητη η συνεργασία με όλους τους φορείς, ενημερώθηκαν γονείς, Σχολική Επιτροπή και Δήμος για την εκπόνηση του Προγράμματος (Δημοπούλου κ.α 2000, Μιχαλοπούλου κ.α 2001).

Δραστηριότητες

Οι δραστηριότητες που επιλέχθηκαν ύστερα από αξιολόγηση των αναγκών των μαθητών μας και των στόχων του Διαθεματικού Προγράμματος Σπουδών συνδέουν το Πρόγραμμα με όλα σχεδόν τα μαθήματα: Γλώσσα, Μαθηματικά, Μελέτη Περιβάλλοντος και Εικαστικά (Γεωργοπούλου κ.α 1998).

Συγκεκριμένα

- Επισκεφτήκαμε το περαστικό Δάσος στο λόφο Ασπίδα. Παρατηρήσαμε, φωτογραφίσαμε, βιντεοσκοπήσαμε, συλλέξαμε φύλλα και σπόρους.
- Ακούσαμε τους ήχους του δάσους και τους μιμηθήκαμε.
- Περπατήσαμε στο δάσος και γνωρίσαμε τα ζώα του δάσους.
- Πήγαμε βόλτα και παίξαμε στη φύση

Στο σχολείο

- Φτιάξαμε φυτολόγιο με τα είδη δέντρων στα δάση.
- Κάναμε ανακυκλωμένο χαρτί και μετά ζωγραφίσαμε πάνω σ' αυτό.
- Κατασκευάσαμε σελιδοδείκτες με θέμα το δάσος.
- Ζωγραφίσαμε πανό με συνθήματα για την προστασία του δάσους.
- Φτιάξαμε ταμπέλες με συνθήματα που κρεμάσαμε στον πίνακα ανακοινώσεων.
- Δανειστήκαμε λογοτεχνικά βιβλία με θέμα το δάσος από τη βιβλιοθήκη της πόλης.
- Έγινε προβολή βίντεο με θέμα «τα δάση» και βίντεο από τις πυρκαγιές της Πάρνηθας.
- Έγινε αναζήτηση υλικού σχετικού με το θέμα που επεξεργαζόμασταν από το διαδίκτυο και διάφορα περιοδικά και εφημερίδες.



- Παιχνίδι ρόλων με θέμα « Το δάσος κινδυνεύει».
- Κατασκευή επιτραπέζιου παιχνιδιού.
- Συγγραφή του μύθου για το λόφο της ΑΣΠΙΔΑΣ.
- Έγινε ομαδική ζωγραφική με νερομπογιές με θέμα το ΔΑΣΟΣ.
- Έγιναν κατασκευές του δάσους με απλά υλικά όπως χαρτόνια, ρολά από χαρτί υγείας, φύλλα, πλαστελίνη, καρύδια.
- Επίσκεψη του σχολείου μας στις 21 Μαρτίου Παγκόσμια ημέρα Δασοπονίας στο Δασαρχείο και την Πυροσβεστική και έγινε ομιλία για τα δάση, τα οφέλη τους και τους κινδύνους που τα απειλούν.
- Συμμετείχαμε στη δεντροφύτευση του λόφου κοντά στο σχολείο.
- Κατασκευή φυτολογίου και παρακολούθηση της ανάπτυξης των φυτών.
- Επίσκεψη στο Κ.Π.Ε. Ν. Κίου και παρακολούθηση σχετικού προγράμματος.

Συμπεράσματα

Με αφορμή το γεγονός ότι η χώρα μας πλήττεται από καταστροφικές πυρκαγιές - οι συνέπειες των οποίων συνεχώς γίνονται δραματικά εμφανείς – και λαμβάνοντας υπόψη την με ραγδαίους ρυθμούς καταστροφή των δασών – το σχολείο μας υλοποίησε το περιβαλλοντικό πρόγραμμα «Το Δάσος». Στόχος του προγράμματος που πραγματοποιήθηκε κατά τη σχολική χρονιά 2008-2009, ήταν η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των μαθητών πάνω σε θέματα σχετικά με το δάσος και η επισήμανση της ανάγκης για λήψη άμεσων μέτρων για την προστασία του.

Χρησιμοποιώντας ποικίλες μορφές πηγών πληροφόρησης και μέσω διαφόρων δραστηριοτήτων, επιχειρήθηκε η ανάπτυξη της δημιουργικής και κριτικής σκέψης των μαθητών, καθώς και του αισθήματος ευθύνης ως προς τη διαφύλαξη του φυσικού περιβάλλοντος. Επιπλέον, οι μαθητές εξοικειώθηκαν με την έννοια του δάσους συνειδητοποιώντας ότι τα θέματα που άπτονται του περιβάλλοντος συνδέονται άμεσα με τη ζωή μας (Kaizer 1998).

Τέλος με αφορμή το ολοένα και αυξανόμενο κίνδυνο πυρκαγιάς και καταστροφής του οικοσυστήματος – μια κατάσταση που όλοι βιώνουμε – οι μαθητές διερεύνησαν τον αντίκτυπο του φαινομένου αυτού στο δάσος της περιοχής μας.

Βιβλιογραφία

Ανδρούσου Α., (2002): *Κίνητρο στην εκπαίδευση* (διαθέσιμο στο: <http://www.kleidiakaiantikleidia.net>.)

Βλαχοπούλου Σ., (1986)., *Το καμένο δάσος*, Αγροτικές Συνεταιριστικές Εκδόσεις.

Γεωργόπουλος Α., Τσαλίκη Ε., (1998), *Περιβαλλοντική εκπαίδευση. Αρχές – Φιλοσοφία. Μεθοδολογία. Παιχνίδια και Ασκήσεις*. Εκδ. Gutenberg.

Δημοπούλου Μ., Ζόμπολας Τ., Μπαμπίλα Ε., Χατζημιχαήλ Μ., *Περιβαλλοντική αγωγή για μικρά παιδιά*, εκδ. Καλειδοσκόπιο.

Θάνου Α., (2001), *Πειράματα στο Νηπιαγωγείο. Θεωρητικό υπόβαθρο και δραστηριότητες*, εκδ. Καστανιώτη.

Μιχαλοπούλου Κ., Χιωτάκη Ε., (2001), *Δραστηριότητες για την ανακάλυψη και κατανόηση του περιβάλλοντος στην προσχολική ηλικία*, εκδ. Καστανιώτη.

De Pennant G., (1998), *Ο καλόκαρδος Λύκος*, εκδ. Παπαδόπουλος.

Kaizer R., (1989), *Το βιβλίο του δάσους*, εκδ. Ερευνητές.

Katz L., Helm Judy Harris (2002), *Η μέθοδος project και προσχολική εκπαίδευση. Μικροί ερευνητές*. Εκδ. Μεταίχμιο.

Wolf T., (2004), *Το δάσος*, εκδ. Σαββάλας.



Χημικός αλφαριθμητισμός των Ελλήνων αποφοίτων λυκείου: η περίπτωση των καταλυτών και του ρόλου τους στην πράσινη χημεία

Σωτήριος Χαρτζάβαλος, Γεώργιος Τσαπαρλής, Yael Schwartz, Ruth Ben-Zvi, Avi Hofstein
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας, shartz@otenet.gr; gtseper@cc.uoi.gr
The Weizmann Institute of Science, Department of Science Teaching, Rehovot, Israel

Περίληψη

Παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των αντιλήψεων σχετικά με την έννοια του καταλύτη νέων πρωτοετών φοιτητών πανεπιστημιακών τμημάτων που έχουν άμεση σχέση με τη χημεία. Το ερευνητικό δείγμα περιλαμβάνει και ένα μικρό αριθμό μαθητών γ' λυκείου. Ειδικότερα, οι ερωτήσεις εντάσσονται στην θεματική της πράσινης χημείας. Οι ερωτήσεις αποτελούν τμήμα ευρύτερης έρευνάς μας για τον χημικό αλφαριθμητισμό Ελλήνων αποφοίτων λυκείου και είναι βασισμένη σε ανάλογη μελέτη που διεξήχθη στο Ισραήλ. Στην εργασία αναλύονται, ταξινομούνται και σχολιάζονται οι απαντήσεις των φοιτητών και διαπιστώνονται κοινά χαρακτηριστικά στις παρανοήσεις για την έννοια του καταλύτη, αλλά και έλλειψη γνώσης μιας χρήσης του διαφορετικής από αυτήν που είχαν διδαχθεί στο λύκειο. Η έρευνα αποκαλύπτει επίσης μια σημαντική όσο και αναμενόμενη διαφορά στην επίδοση μεταξύ των φοιτητών που προέρχονταν από την θετική κατεύθυνση και αυτών που προέρχονταν από την τεχνολογική κατεύθυνση, υπέρ των πρώτων.

Abstract

We present the findings of a study on the knowledge about a catalyst of new first-year undergraduate students studying in university departments directly related to chemistry. The research sample also included a small number of upper secondary students (at the twelfth grade). In particular, the questions are embedded in the theme of green chemistry. The questions are part of a broader research study concerning Greek secondary education's graduates, and are based on a similar study in Israel. The study analyzes, classifies, and discusses students' answers, ascertaining not only common features of misconceptions about the concept of a catalyst, but also a lack of knowledge of an alternative use of catalysts, different from what they learned in school. The study reveals also an expected large difference in achievement between the students who had followed in high school the positive stream of studies than those who had followed the technical stream, in favour of the former.

Εισαγωγή – Χημικός Αλφαριθμητισμός

Οι έννοιες της χημικής κινητικής και οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας αντίδρασης είναι ουσιώδη θέματα για το αναλυτικό πρόγραμμα της χημείας (Cachapuz και Maskill, 1987; Ragsdale et al., 1998). Όμως, παρά τη σπουδαιότητα της χημικής κινητικής, οι απόψεις των μαθητών για τα θέματα, τις έννοιες και τις σχέσεις που την χαρακτηρίζουν (Justi, 2002) δεν αποτελούν συχνό αντικείμενο εκπαιδευτικής έρευνας (Cacmacil, Donnelly, Leach, 2003).

Στην παρούσα εργασία, μελετάμε τις αντιλήψεις νέων πρωτοετών φοιτητών και φοιτητριών πανεπιστημιακών τμημάτων που έχουν άμεση σχέση με τη χημεία, σχετικά με την έννοια του καταλύτη. Το ερευνητικό δείγμα περιλαμβάνει και ένα μικρό αριθμό μαθητών γ' λυκείου. Ειδικότερα, οι ερωτήσεις εντάσσονται στη θεματική της πράσινης χημείας. Οι ερωτήσεις σχετικά με την έννοια του καταλύτη αποτελούν τμήμα ευρύτερης έρευνάς μας για

τον χημικό αλφαριθμητισμό των Ελλήνων μαθητών και είναι βασισμένη σε ανάλογη μελέτη που διεξήχθη στο Ισραήλ (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, A., 2006).

Για την αξιολόγηση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού χρησιμοποιήσαμε μια θεωρητική κλίμακα που έχει προταθεί από τον Bybee (1997) και από το BSCS (1993). Η ιεραρχία της κλίμακας μπορεί να μεταφερθεί εύκολα στους εκπαιδευτικούς σκοπούς και γι' αυτό προσφέρεται για την αξιολόγηση της μελέτης των φυσικών επιστημών (φ.ε.) στο σχολείο. Η κλίμακα αυτή χρησιμοποιήθηκε και στην αντίστοιχη έρευνα του Ισραήλ. Η κλίμακα προτείνει τα ακόλουθα επίπεδα επιστημονικού αλφαριθμητισμού:

1. *Επιστημονικός αναλφαριθμητισμός*: Αναφέρεται στους μαθητές που δεν μπορούν να απαντήσουν σε μια εύλογη ερώτηση για τις φ.ε.. Οι μαθητές δεν διαθέτουν τις σχετικές γνώσεις, τις έννοιες, το λεξιλόγιο, ή τη γνωσιακή ικανότητα για να αναγνωρίσουν την ερώτηση ως επιστημονική.

2. *Ονομαστικός επιστημονικός αλφαριθμητισμός*: Οι μαθητές αναγνωρίζουν μια έννοια σε σχέση με τις φ.ε., αλλά το επίπεδο κατανόησης δείχνει σαφώς ότι έχουν παρανοήσεις.

3. *Λειτουργικός επιστημονικός αλφαριθμητισμός*: Οι μαθητές μπορούν να περιγράψουν μια έννοια σωστά, αλλά έχουν μια περιορισμένη κατανόηση σχετικά με αυτή.

4. *Εννοιολογικός επιστημονικός αλφαριθμητισμός*: Οι μαθητές αναπτύσσουν κάποια βασική κατανόηση των κύριων εννοιολογικών σχημάτων του γνωστικού αντικείμενου και συσχετίζουν αυτά τα σχήματα με τη γενική κατανόησή τους ως προς τις φ.ε..

5. *Πολυδιάστατος επιστημονικός αλφαριθμητισμός*: 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, στην καθημερινή ζωή τους. Πιο συγκεκριμένα, αρχίζουν να κάνουν τις συνδέσεις μεταξύ των επιστημονικών κλάδων. Μεταξύ της επιστήμης, της τεχνολογίας, αλλά και των ευρύτερων ζητημάτων που αφορούν την κοινωνία και σχετίζονται με αυτές.

Η κατάλυση στα σχολικά συγγράμματα του Λυκείου

Στο βιβλίο χημείας της α' λυκείου αναφέρεται ότι: «*Η ταχύτητα μιας αντίδρασης μπορεί να αυξηθεί:2. Με την παρουσία καταλυτών. Ο καταλύτης αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης, χωρίς να καταναλώνεται. Οι αντιδράσεις στους ζωντανούς οργανισμούς καταλύονται από τα ένζυμα ή βιοκαταλύτες..*»

Οι μαθητές β' λυκείου θετικής κατεύθυνσης συναντούν στο βιβλίο της χημείας β' λυκείου θετικής κατεύθυνσης, στο κεφάλαιο 3 (χημική κινητική) μια λεπτομερή ενότητα που αναφέρεται στους καταλύτες (και τους βιοκαταλύτες), στη δράση τους και στις θεωρίες που την ερμηνεύουν καθώς και στις εφαρμογές τους. Ο ορισμός του καταλύτη σε αυτό το βιβλίο είναι: «*Καταλύτης ονομάζεται μια ουσία, η οποία με την παρουσία του σε μικρά ποσά, αυξάνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης, ενώ στο τέλος της αντίδρασης παραμένει ουσιαστικά αμετάβλητος τόσο στη μάζα όσο και στη χημική του σύσταση*» Το σχολικό βιβλίο έχει ακόμη αρκετές λεπτομέρειες, επεξηγηματικά διαγράμματα και σχήματα, καθώς και ενδιαφέροντα ελεύθερα αναγνώσματα και αποσπάσματα από άλλα βιβλία χημείας σχετικά με την κατάλυση.

Όμως, και στο μάθημα της χημείας γενικής παιδείας β' λυκείου υπάρχουν αρκετές αναφορές κατάλυσης σε συγκεκριμένες αντιδράσεις, π.χ. στην ενότητα των γενικών παρασκευών των αλκανίων «*Με καταλυτική υδρογόνωση ακόρεστων υδρογονανθράκων*», στην πυρόλυση των αλκανίων «*..γίνεται με θέρμανση παρουσία καταλυτών..*», στις γενικές μεθόδους παρασκευής των αλκενίων, ενώ υπάρχει ξεχωριστή ενότητα (2.4 Καυσάερια – καταλύτες αυτοκινήτων) όπου γίνεται ιδιαίτερη και σαφής αναφορά στη δράση των



καταλυτών. Σε αρκετές εκφωνήσεις ασκήσεων ή άλλων δραστηριοτήτων, υπονοείται η παρουσία καταλύτη: «...ποσότητα αιθυλενίου αντιδρά πλήρως με υδρογόνο παρουσία νικελίου...». Δεν πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι και στην τεχνολογική κατεύθυνση της β' λυκείου υπάρχει το μάθημα της χημείας, αλλά ως επιλογή, με αποτέλεσμα να προτιμάται από ελάχιστους μαθητές.

Ο τρόπος με τον οποίο συμβολίζεται μια αντίδραση που πραγματοποιείται με παρουσία καταλύτη δεν αναφέρεται σε κανένα από τα παραπάνω σχολικά συγγράμματα, με εξαίρεση ίσως αυτό της α' λυκείου, όπου στον γενικό συμβολισμό (σελ. 96), πάνω από το βέλος που συνδέει τα αντιδρώντα με τα προϊόντα, είναι σημειωμένη η λέξη «συνθήκες» που όμως δεν αναφέρεται κατανάγκη αποκλειστικά στους καταλύτες. Στα βιβλία της β' λυκείου (κατεύθυνσης και γενικής παιδείας) σε όλες τις αντιδράσεις που συμμετέχουν καταλύτες, αυτοί είναι πλέον σημειωμένοι πάνω από το βέλος. Να σημειωθεί ότι οι καταλύτες που αναφέρονται στα παραδείγματα είναι στο μεν βιβλίο της κατεύθυνσης τα MnO_2 , $\text{H}_2\text{O(g)}$ και Fe , ενώ στο βιβλίο της γενικής παιδείας ως επί το πλείστον τα Ni , Pd , Pt .

Αποτελεί διαπίστωση από την ανωτέρω περιγραφή, ότι η έννοια της κατάλυσης για τους μαθητές της θετικής κατεύθυνσης φαίνεται πως καλύπτεται σε ικανοποιητικό βαθμό από το αναλυτικό πρόγραμμα και από τα σχολικά συγγράμματα. Επομένως θεωρήθηκε ότι οι μαθητές που είχαν ακολουθήσει την θετική κατεύθυνση θα είχαν αποκτήσει σημαντικές γνώσεις για το συγκεκριμένο αντικείμενο, σε αντίθεση με όσους είχαν επιλέξει στη β' λυκείου να ακολουθήσουν την τεχνολογική κατεύθυνση.

Μέθοδος

Σε ευρεία έρευνα που επιμελήθηκαν οι Shwartz, Ben-Zvi και Hofstein (2006), αναζητήθηκε ο χημικός αλφαριθμητικός μαθητών των τελευταίων τριών τάξεων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ένα μέρος της έρευνας ήταν η κριτική ανάλυση κειμένων που είχαν επιμεληθεί οι συγγραφείς και που συνοδεύονταν από μια σειρά από δραστηριότητες (σημείωση κεντρικών εννοιών, ασαφών εννοιών, ανάλυση και κριτική προτάσεων και φράσεων από το κείμενο και ερωτήσεις ανοικτού τύπου). Το κείμενο της παρούσας έρευνας ήταν δισέλιδο και αφορούσε θέματα σχετικά με την πράσινη χημεία, τονίζοντας ιδιαίτερα τις κατευθυντήριες αρχές της, με αναφορά στην έννοια της οξειδωσης υδρογονανθράκων. Ένας από τους στόχους της πράσινης χημείας, σύμφωνα με το κείμενο, είναι η ανάπτυξη ελεγχόμενων συνθηκών για την οξειδωση υδρογονανθράκων, με τις οποίες δεν θα παράγονται ανεπιθύμητα παραπροϊόντα. Μεταξύ των δραστηριοτήτων που σχετιζόταν με το κείμενο υπήρχαν και δύο ανοικτού τύπου ερωτήσεις που αφορούσαν τους καταλύτες: «Τι είναι καταλύτης;» και «Ποιος είναι ο ρόλος του καταλύτη στο κείμενο;». Το απόσπασμα του κειμένου που αναφέρονταν στους καταλύτες ήταν:

«...Ένα από τα προγράμματα που μελετάται είναι η ανάπτυξη μιας καθαρής διαδικασίας παραγωγής προπυλενοξειδίου. Αυτή η διαδικασία βασίζεται στη χρησιμοποίηση της αντίδρασης με το οξυγόνο στον αέρα προσθέτοντας ένα καταλύτη. Έτσι η χρήση χλωριούχων ενώσεων αποφεύγεται εντελώς. Το παραπροϊόν σε αυτή την αντίδραση είναι το νερό...»

Παρατηρούμε ότι στο απόσπασμα αυτό δεν γίνεται καμιά αναφορά στην ταχύτητα αντίδρασης, καθώς και καμιά μνεία για το πώς χρησιμοποιείται ο καταλύτης στη συγκεκριμένη αντίδραση. Ο καταλύτης παρουσιάζεται ως μια ουσία με την κατάλληλη προσθήκη της οποίας αποφεύγεται τόσο η χρήση όσο και η παραγωγή βλαβερών χλωριούχων ενώσεων (Lei Y. et al, 2010).

Όλη η δραστηριότητα μεταφράστηκε από το πρωτότυπο αγγλικό κείμενο στα ελληνικά και μοιράστηκε σε ένα σύνολο ($N = 85$) πρωτοετών φοιτητών και μαθητών γ' λυκείου θετικής κατεύθυνσης. Οι φοιτητές προέρχονταν από τρία πανεπιστημιακά τμήματα ως εξής: Τμήμα Χημείας (XHM) ($N = 34$), Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογίας (BET) (N

= 29), και Τμήμα Μηχανικών Διαχείρισης Φυσικών Πόρων (ΜΔΦΠ) ($N = 16$), ενώ είχαμε και μικρό δείγμα μαθητών από πειραματικό λύκειο επαρχιακής πόλης πρωτεύουσας νομού ($N = 6$). Από τους συμμετέχοντες, ο μεγαλύτερος αριθμός είχε ακολουθήσει την θετική κατεύθυνση (ΘτΚ) ($N = 68$ ή 80%), ενώ οι υπόλοιποι ($N = 17$ ή 20%) την τεχνολογική (ΤΚ).

Η αξιολόγηση των απαντήσεων έγινε από τον πρώτο ερευνητή, σε συνεργασία με τον δεύτερο. Ένα μικρό δείγμα απαντήσεων δόθηκε προς αξιολόγηση σε τρεις καθηγητές χημείας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ώστε να ελεγχθεί η αξιοπιστία της βαθμολογίας του ερευνητή. Διαπιστώθηκε πολύ ικανοποιητική σύμπτωση μεταξύ της αξιολόγησης του ερευνητή και των καθηγητών.

Αποτελέσματα και Σχολιασμός

1^η Ερώτηση: «Τι είναι καταλύτης»

Στην ερώτηση αυτή 61 αποδεκτές απαντήσεις (71,7%) και 24 μη αποδεκτές (28,3%). Από τους φοιτητές της ΘτΚ, σχεδόν ένας στους πέντε (19,1%) έδωσε μη αποδεκτές απαντήσεις. Αντίθετα, από τους φοιτητές της ΤΚ, σχεδόν οι δύο στους τρεις (64,7%) έδωσε μη αποδεκτές απαντήσεις.

Στις απαντήσεις που χαρακτηρίστηκαν ως αποδεκτές περιλαμβάνονται απλοί και λιτοί ορισμοί, όπως: «ουσίες που επιταχύνουν τις αντιδράσεις». Η πλέον κοινή από τις απαντήσεις που δόθηκαν ήταν «ουσίες που αυξάνουν την ταχύτητα αντίδρασης και παραμένουν αναλλοίωτες μετά την ολοκλήρωσή της». Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και απαντήσεις όπου εμφανίζεται η λέξη «βοηθούν», που απουσιάζει όμως από τα σχολικά συγγράμματα: «καταλύτης είναι μια ουσία που βοηθάει στις χημικές αντιδράσεις» / «βοηθά μια αντίδραση να ξεκινήσει ή να πραγματοποιηθεί με μεγαλύτερη ταχύτητα» / «ουσίες που βοηθούν τις αντιδράσεις να πραγματοποιηθούν χωρίς να συμμετέχουν σε αυτήν»

Αξιοσημείωτη είναι η έμμεση αναφορά στην ενέργεια ενεργοποίησης, έστω και από ελάχιστους ερωτηθέντες: «είναι μια ουσία που χρησιμοποιείται σε συγκεκριμένες χημικές αντιδράσεις με σκοπό να μειώσει την ενέργεια που απαιτείται για την πραγματοποίηση της αντίδρασης» και «ουσία που προστίθεται σε μια αντίδραση ώστε για την πραγματοποίηση της να χρειάζεται λιγότερη ενέργεια». Τέτοιες απαντήσεις δόθηκαν από φοιτητές και μαθητές της ΘτΚ.

Σαφής αναφορά στα μέταλλα Pd, Pt που, όπως προαναφέρθηκε, σημειώνονται συχνά σε αντιδράσεις στη χημεία γενικής παιδείας β' λυκείου: «καταλύτης είναι κάποιο ευγενές μέταλλο που επιταχύνει μια αντίδραση χωρίς να συμμετέχει σε αυτήν», «καταλύτες αποκαλούμε, απ' όσο θυμάμαι, κάποια στοιχεία»

Ας δούμε κάποια άλλα χαρακτηριστικά παραδείγματα απαντήσεων: «χρησιμεύει στην απορρόφηση των ρυπογόνων ουσιών που εκπέμπονται ως προϊόντα μιας αντίδρασης» / «εργαλείο με το οποίο φιλτράρουμε τυχόν ανεπιθύμητες ουσίες» / «μια συσκευή που χρησιμοποιείται για να "φιλτράρει" με διάφορες χημικές αντιδράσεις ένα σύνολο στοιχείων αέριας μορφής» / «μια διάταξη που συγκρατεί τα βλαβερά στοιχεία των καυσίμων» / «καταλύτης είναι μια ένωση που χρησιμοποιείται για να αντιδράσει με μια ένωση τοξική ώστε τα προϊόντα της αντίδρασης να είναι ακίνδυνα για το περιβάλλον» Οι απαντήσεις αυτές δεν εξηγούν τι είναι οι καταλύτες και δεν τους συνδέουν με τον ρόλο που παίζουν στην ταχύτητα μια χημικής αντίδρασης, αλλά δίνουν μια καθημερινή αντίληψη για τη χρήση του καταλύτη, όπως π.χ. με τον καταλύτη του αυτοκινήτου.

Ακόμη, υπήρξαν και γενικόλογες και/ή ή επιστημονικοφανείς απαντήσεις του τύπου: «είναι κάποιο υλικό που έχει την ιδιότητα να παίρνει κάποια στοιχεία» Εξάλλου, αξιοσημείωτο είναι ότι στην πλειονότητά τους οι φοιτητές που έδωσαν αποδεκτές ή μη απαντήσεις στην πρώτη ερώτηση δείχνουν ότι δεν χρησιμοποίησαν την πληροφορία που τους δόθηκε στο κείμενο. Υπήρξε όμως και ένας αριθμός απαντήσεων στις οποίες διαπιστώνεται



μια προσπάθεια συνδυασμού της προϋπάρχουσας γνώσης με την καινούργια πληροφορία που δίνεται στο κείμενο της δραστηριότητας: «είναι ουσίες που λαμβάνουν μέρος σε χημικές αντιδράσεις για να διευκολύνουν την πορεία τους ή να απορροφήσουν ανεπιθύμητα παραπροϊόντα» Σε λίγες απαντήσεις υπάρχει μόνο η καινούργια πληροφορία, όπως ακριβώς δίνεται στο κείμενο (ταυτολογική απάντηση) και δεν περιέχεται κανένα στοιχείο από αυτά που είχαν διδαχθεί στο λύκειο: «χρησιμοποιεί στο να αποτρέπει τη χρήση χλωριούχων ενώσεων»

Συμπερασματικά, οι απαντήσεις μπορεί να συνοψιστούν και ταξινομηθούν (Πίνακας 1 και Σχήμα 1) ανάλογα με το περιεχόμενό τους σε κατηγορίες:

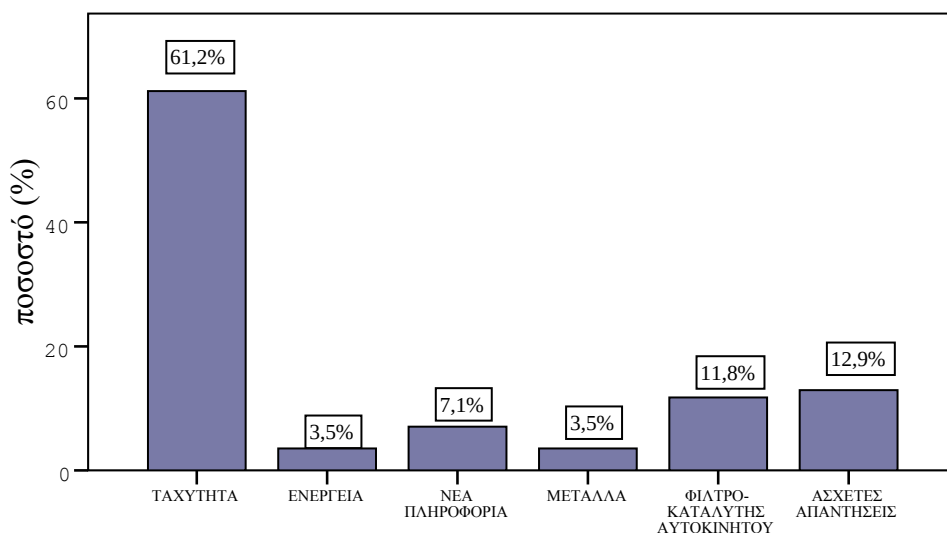
- Απαντήσεις που αναφέρονται αποκλειστικά στον ρόλο του καταλύτη για την ταχύτητα της αντίδρασης (όπως είναι στον ορισμό των βιβλίων της α' και β' λυκείου)
- Απαντήσεις που αναφέρονται στην ερμηνεία της δράσης του καταλύτη από ενεργειακή άποψη (όπως αυτή δίνεται στο βιβλίο της β' λυκείου ΘτΚ)
- Απαντήσεις που αναφέρουν τους καταλύτες ως κάποια στοιχεία (μέταλλα)
- Απαντήσεις που χρησιμοποιούν και τη νέα πληροφορία που δόθηκε στο κείμενο
- Απαντήσεις που συνδυάζουν την έννοια του καταλύτη με τη διάταξη του αυτοκινήτου ή που του αποδίδουν ιδιότητες φίλτρου και
- Λοιπές απαντήσεις γενικόλογες, επιστημονικοφανείς, ασαφείς, ταυτολογικές.

(Οι απαντήσεις των δυο τελευταίων κατηγοριών αξιολογήθηκαν ως «μη αποδεκτές»)

Από τον Πίνακα 1 παρατηρούμε ότι η πλειονότητα των ερωτηθέντων (61,2%) εξακολουθεί – ορθά – να συνδυάζει τους καταλύτες με την αύξηση της ταχύτητας μιας αντίδρασης. Ένα πολύ μικρό ποσοστό (3,5%) μόνο, αναγνωρίζει στον καταλύτη επιπλέον και τον ρόλο που αυτός έχει για την ενέργεια ενεργοποίησης. Ένα 7% χρησιμοποιεί ήδη από το πρώτο σκέλος της ερώτησης τη νέα πληροφορία που δίνεται στο κείμενο, χωρίς να χρησιμοποιεί την ορολογία που διδάχθηκε (τυπικά) στο σχολείο. Ένας μικρός αριθμός (3,5%) θυμάται το νικέλιο, το παλλάδιο και τον λευκόχρυσο (από την χημεία γενικής παιδείας β' λυκείου) και αναφέρεται σε μέταλλα. Το 11,8% των ερωτηθέντων κάνει αναφορά στον καταλύτη του αυτοκινήτου (ως συσκευή) ή θεωρεί τον καταλύτη ως ένα είδος φίλτρου. Τέλος, το 12,9% δίνει απαντήσεις κατά κύριο λόγο στερούμενες επιστημονικής βάσης.

Πίνακας 1. Ταξινόμηση απαντήσεων ανάλογα με το περιεχόμενο

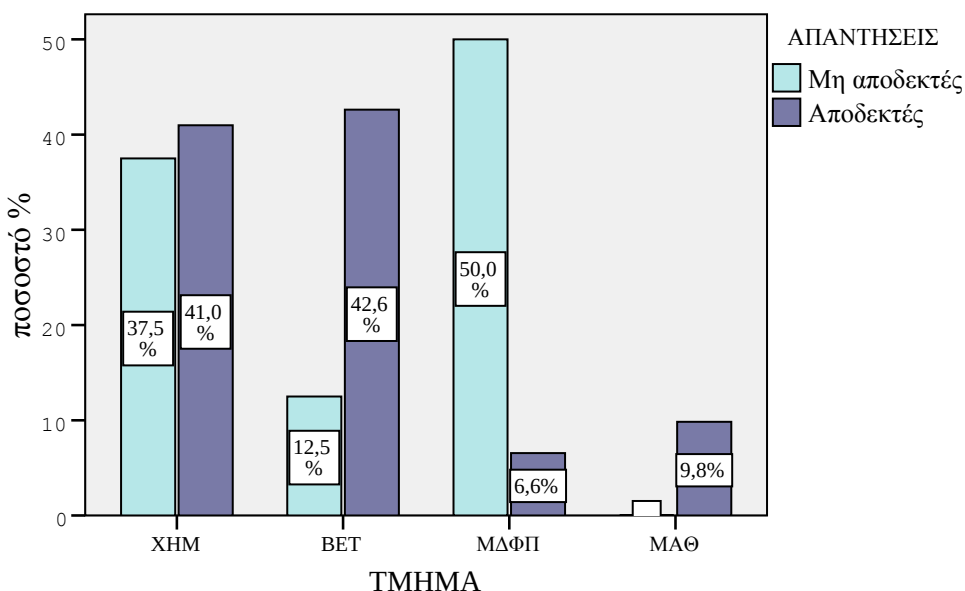
Περιεχόμενο	Συχνότητα (f)	Ποσοστιαία συχνότητα (%)	Αθροιστικό ποσοστό
Ταχύτητα	52	61,2	61,2
Ενέργεια	3	3,5	64,7
Νέα πληροφορία	6	7,1	71,8
Μέταλλα	3	3,5	75,3
Φίλτρο - καταλύτης αυτοκινήτου	10	11,8	87,1
Λοιπές χωρίς επιστημονική βάση	11	12,9	100,0
ΣΥΝΟΛΟ	85	100,0	100,0



Σχήμα 1. Ποσοστό απαντήσεων ανάλογα με το περιεχόμενο

Απαντήσεις ανά πανεπιστημιακό τμήμα

Εξετάζοντας τις απαντήσεις ανά τμήμα (Σχήμα 2), διαπιστώνουμε ότι μεγαλύτερο ποσοστό μη αποδεκτών απαντήσεων δόθηκε από τους φοιτητές του τμήματος ΜΔΦΠ, κάτι που οφείλεται πιθανότατα στο γεγονός ότι προέρχονταν κατά 81,3% από την ΤΚ. Το καλύτερο ποσοστό εμφανίζεται από τους φοιτητές ΒΕΤ και ΧΗΜ, οι οποίοι σχεδόν αποκλειστικά, προέρχονταν από τη ΘτΚ. Και οι έξι οι μαθητές λυκείου έδωσαν αποδεκτές απαντήσεις.



Σχήμα 2. Ποσοστά αποδεκτών και μη αποδεκτών απαντήσεων ανά ΤΜΗΜΑ

2^η Ερώτηση: «Ποιος είναι ο ρόλος του καταλύτη στο κείμενο;»

Στην ερώτηση αυτή απάντησαν 57 από τους συμμετέχοντες σε αυτήν (51 φοιτητές και όλοι οι μαθητές), ενώ 28 (32,9%) δεν απάντησαν. Από όσους απάντησαν, οι 38 (34 από τη ΘτΚ και 4 από την ΤΚ) χρησιμοποίησαν με επιτυχία τα δεδομένα του κειμένου, αναγνωρίζοντας τη νέα



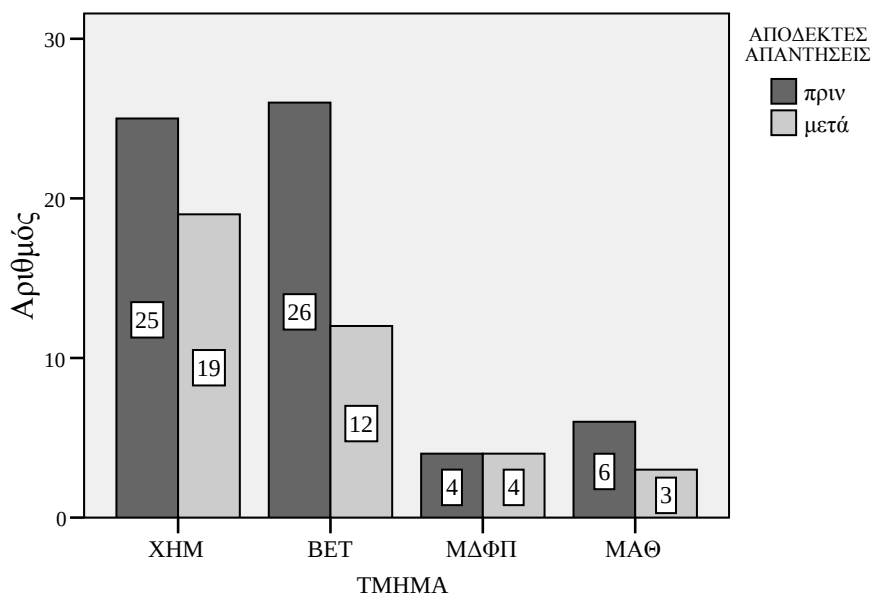
γι' αυτούς χρήση του καταλύτη που παρουσιαζόταν σε αυτό. Τυπική απάντηση που δόθηκε ήταν της μορφής: «ο ρόλος των καταλυτών είναι ότι αποφεύγουμε τη χρήση χλωριούχων ουσιών, που προκαλούν ανεπιθύμητα προϊόντα που ρυπαίνουν το περιβάλλον». Οι υπόλοιποι, έδωσαν απαντήσεις στις οποίες διαπιστώνεται σύγχυση με την εισαγωγή της νέας χρήσης του καταλύτη. Χαρακτηριστικές απαντήσεις σε αυτή την ερώτηση:

«οι καταλύτες στο συγκεκριμένο κείμενο αντικαθιστούν τις χλωριούχες ενώσεις»

«με την παραγωγή προπυλενοξειδίου παράγονται χλωριούχες ουσίες που αντιδρούν με τους καταλύτες και εξουδετερώνονται»

Διαπιστώνεται πως δημιουργήθηκαν νέες παρανοήσεις σχετικά με τον ρόλο των καταλυτών στο κείμενο. Σε αυτές τις απαντήσεις, ο καταλύτης αντιμετωπίζεται ως μια ουσία που με κάποιο τρόπο αντικαθιστά ή αντιδρά με ανεπιθύμητες ουσίες (στη συγκεκριμένη περίπτωση τις χλωριούχες ενώσεις)

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται ο αριθμός των αποδεκτών απαντήσεων για τα δύο σκέλη της δραστηριότητας όπου και εμφανίζεται σημαντική διαφορά πριν και μετά, για τους φοιτητές του ΧΗΜ, του τΒΕΤ και τους μαθητές, ενώ για τους φοιτητές του ΜΔΦΠ δεν υπάρχει διαφορά και μάλιστα οι ίδιοι φοιτητές ή φοιτήτριες που έδωσαν αποδεκτές απαντήσεις στην πρώτη ερώτηση, έδωσαν αποδεκτή και στη δεύτερη.



Σχήμα 3. Αποδεκτές απαντήσεις στα δυο σκέλη της δραστηριότητας

Συμπεράσματα και προτάσεις

Η γνώση βασικών εννοιών και θεμάτων της χημείας είναι απαραίτητο στοιχείο τόσο για τον *πρακτικό/λειτουργικό* όσο και τον *πολυδιάστατο επιστημονικό αλφαριθμητισμό*. Με δεδομένα τα έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα που έχουν αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια, η γνώση θεμελιωδών αρχών και εφαρμογών της πράσινης χημείας αποτελεί ένα σημαντικό κεφάλαιο προς την κατεύθυνση αυτή. Ειδικότερα, στην περίπτωση φοιτητών τμημάτων που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με την χημείας ο χημικός αλφαριθμητισμός αποτελεί μια σημαντική προϋπόθεση και απαραίτητο εφόδιο. Ειδικότερα, έννοιες όπως αυτή του καταλύτη είναι σημαντικές για την κατανόηση πολλών χημικών διαδικασιών.

Από την παρούσα όμως μελέτη διαπιστώνεται ένας σημαντικός αριθμός παρανοήσεων σχετικά με το τι είναι καταλύτης και ποιος είναι ο ρόλος του σε μια αντίδραση. Οι παρανοήσεις αυτές, όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα, οφείλονται κατά ένα μεγάλο

μέρος στη εσφαλμένη καθημερινή χρήση της λέξης (Talanquer, 2006). Στην περίπτωση των φοιτητών που ως μαθητές είχαν ακολουθήσει την τεχνολογική κατεύθυνση στη β' λυκείου και δεν είχαν παρακολουθήσει χημεία ως μάθημα κατεύθυνσης, είναι φυσιολογικό να αγνοούν πιο εξειδικευμένα θέματα, όπως είναι ο ρόλος του καταλύτη στην ενέργεια ενεργοποίησης. Δεν μπορεί να αγνοηθεί και ο μικρός έστω αριθμός των φοιτητών που είχαν ακολουθήσει τη θετική κατεύθυνση, αλλά παρ' όλα αυτά έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις και παρουσίασαν σημαντικές παρανοήσεις που δείχνουν μια επιφανειακή μελέτη του αντικείμενου. Σημαντικό εύρημα, αν και μικρό σε δείγμα, είναι και το απόλυτο ποσοστό (100%) ορθών απαντήσεων των μαθητών του πειραματικού λυκείου, το οποίο προφανώς λόγω της τρόπου λειτουργίας και στελέχωσής του δεν είναι αντιπροσωπευτικό του συνόλου των μαθητών.

Στο δεύτερο σκέλος της ερώτησης, η εικόνα άλλαξε δραματικά. Το πολύ λιτό κείμενο και πιθανόν η έλλειψη από τη σχολική βιβλιογραφία εκτενούς αναφοράς στην πράσινη χημεία και για τον τρόπο με τον οποίο οι καταλύτες χρησιμοποιούνται σε αυτήν, φαίνεται πως απέτρεψε σημαντικό αριθμό φοιτητών και μαθητών να αντιληφθεί, να διαχειριστεί και να αξιολογήσει την καινούργια πληροφορία, με αποτέλεσμα να εμφανιστούν νέες παρανοήσεις και αδυναμία διατύπωσης της έννοιας *σύμφωνα με το κείμενο*.

Τελειώνοντας, θα προτείνουμε μια προσαρμογή της ενότητας που αναφέρεται στους καταλύτες, στη χρήση τους και στη δράση τους σύμφωνα με τα σύγχρονα δεδομένα ώστε ως διδακτικό/μαθησιακό υλικό να συμπεριλαμβάνει και κοινωνικά και επιστημονικά θέματα (Sadler, 2004, Zeidler et al., 2005). Το μεγάλο ποσοστό μη αποδεκτών απαντήσεων από φοιτητές που είχαν ακολουθήσει την τεχνολογική κατεύθυνση, αλλά ακολουθούν σπουδές στις οποίες η χημεία παίζει σημαντικό ρόλο, πρέπει οπωσδήποτε να αποτελέσει αντικείμενο προβληματισμού και επομένως και αναθεώρησης του αναλυτικού προγράμματος (Τσαπαρλής, 2006) του σχετικού με την κατεύθυνση αυτή.

Βιβλιογραφία

Λιοδάκης, Στ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., Κάλλης, Αν., Χημεία Α' Λυκείου, Ενότητα 3.5 «Χημικές αντιδράσεις», Πόσο γρήγορα γίνεται μια χημική αντίδραση, Σελ.98. ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Λιοδάκης, Στ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., Κάλλης, Αν., Χημεία Γενικής Παιδείας Β' Λυκείου, Ενότητα 2.4 «Καυσάερια - καταλύτες», σελ.44 – 47. ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Λιοδάκης, Στ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., Κάλλης, Αν., Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Β' Λυκείου, Ενότητα 3.2 «Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης – καταλύτες», σελ. 85 – 88. ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Τσαπαρλής, Γ. (2006). Η Χημεία ως μάθημα γενικής παιδείας. Χημικός αλφαριθμητισμός και χημική κουλτούρα για όλους, Χημικά Χρονικά, Τεύχος 9, 19 – 21

Biological Science Curriculum Studies (BSCS), (1993) Developing biological literacy, pp. 1-25. Dubuque, Ia: Kendall Hunt Publishing.

Bybee, R.W. (1997). Achieving scientific literacy: From purposes to practices, pp. 82-86. Portsmouth, NH: Heinmann Publishing.

Cachapuz, A.F.C., & Maskill, R. (1987). Detecting changes with learning in the organization of knowledge: use of word association tests to follow the learning of collision theory. International Journal of Science Education, 9(4), 491-504.



Cakmakci1,G., Donnelly, J., Leach, J. (2003) A cross-sectional study of the understanding of the relationships between concentration and reaction rate among Turkish secondary and undergraduate students (Paper presented at the European Science Education Research Association (ESERA) conference, Noordwijkerhout, The Netherlands, 19-23 August 2003)

Justi, R. (2002). Teaching and learning chemical kinetics. In J. K. Gilbert & O. De Jong & R. Justi & D. Treagust & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (pp. 293-315). London: Kluwer Academic Publishers.

Lei, Y., Mehmood, F., Lee, S., Greeley, J., Lee, B., Seifert, S., Winans, R. E., Elam, J. W., Meyer, R. J., Redfern, P. C., Teschner, D., Schlögl, R., & Vajda, S. (2010). Increased silver activity for direct propylene epoxidation via subnanometer size effects. *Science*, 328 (5975).

Sadler, T.D., 2004. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41: 513-536.

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>]

Sutton, R., Rockett, B.& Swindells, P. (2000). *Chemistry for the Life Sciences*. Taylor and Francis, London

Talanquer, V. (2006). Common sense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83, 811-816.

Zeidler, D.L., T.D. Sadler, M.L. Simmons and E.V. Howes, 2005. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89: 357-377.

Εργαστήρια





Εργαστήριο 1^ο: Η μέθοδος jigsaw: μελέτη των ιδιοτήτων των υλικών που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες

Σπύρτου Άννα, Ζουπιδής Αναστάσιος, Πολατίδου Θεοδώρα, Καριώτογλου Πέτρος,

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, aspirtou@uowm.gr

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, tzoupidis@gmail.com

2^ο Γυμνάσιο Φλώρινας, mitsop@gmail.com

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, pkariotog@uowm.gr

Περίληψη

Στο εργαστήριο αυτό θα εφαρμοστεί η συνεργατική μέθοδος jigsaw η οποία περιλαμβάνει τόσο ομαδική, όσο και ατομική εργασία, καθώς και αλληλοδιδασκτική μεταξύ των μελών της «ομάδας σύνθεσης». Η μέθοδος είναι κατάλληλη για εκπαίδευση διερευνητικού χαρακτήρα, με πραγματοποίηση πειραμάτων και αναζήτηση – επεξεργασία πληροφοριών στο διαδίκτυο και σε βιβλία. Πεδίο εφαρμογής είναι η αγωγιμότητα ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών διατάξεων. Μετά την εφαρμογή θα ακολουθήσει συζήτηση για τα βασικά χαρακτηριστικά, τα πλεονεκτήματα / μειονεκτήματα της μεθόδου και προϋποθέσεις εφαρμογής της.

Abstract

In this laboratory session we will negotiate the jigsaw collaborative teaching and learning method. This method includes group and individual work, as well as peer teaching and learning procedure between the members of the home groups. The method is appropriate for inquiry teaching and learning, through a) experiments and b) information searching and elaborating both in internet as well as in books. The science content of the laboratory session is electrical and electronic devices conductivity. In the last part of laboratory session, there will be a discussion about the main characteristics, advantages / disadvantages of the method and the prerequisites for its implementation.

Εισαγωγή

Το εργαστήριο είναι μέρος μιας Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς (ΔΜΣ) η οποία σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στα πλαίσια του διαπανεπιστημιακού ερευνητικού προγράμματος MaterialsScience³⁶. Η ΔΜΣ αποτελείται από δύο βασικά μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά τη διδασκαλία-μάθηση, στο σχολείο, υλικών που υπάρχουν γύρω μας και χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες. Οι μαθητές αρχικά εκτελούν πειραματικές δραστηριότητες και ψάχνουν πληροφορίες για τα υλικά που μελετούν. Το δεύτερο μέρος της ΔΜΣ αφορά την επίσκεψη στον ΟΤΕ. Συγκεκριμένα οι μαθητές αρχικά οργανώνουν την επίσκεψή τους σ' ένα τεχνικό τμήμα του ΟΤΕ. Αυτό σημαίνει ότι αναζητούν πληροφορίες για τον ΟΤΕ, ετοιμάζουν ερωτήσεις που θα απευθύνουν στο προσωπικό του οργανισμού, μοιράζουν τις εργασίες που ο καθένας τους θα πραγματοποιήσει κατά την επίσκεψη, π.χ. μαγνητοφώνηση των διαλόγων, καταγραφή γραπτών σημειώσεων, φωτογράφιση. Το δεύτερο μέρος ολοκληρώνεται με δύο δράσεις: η πρώτη περιλαμβάνει επίσκεψη στον ΟΤΕ και καταγραφή πληροφοριών για τη λειτουργία του και τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις

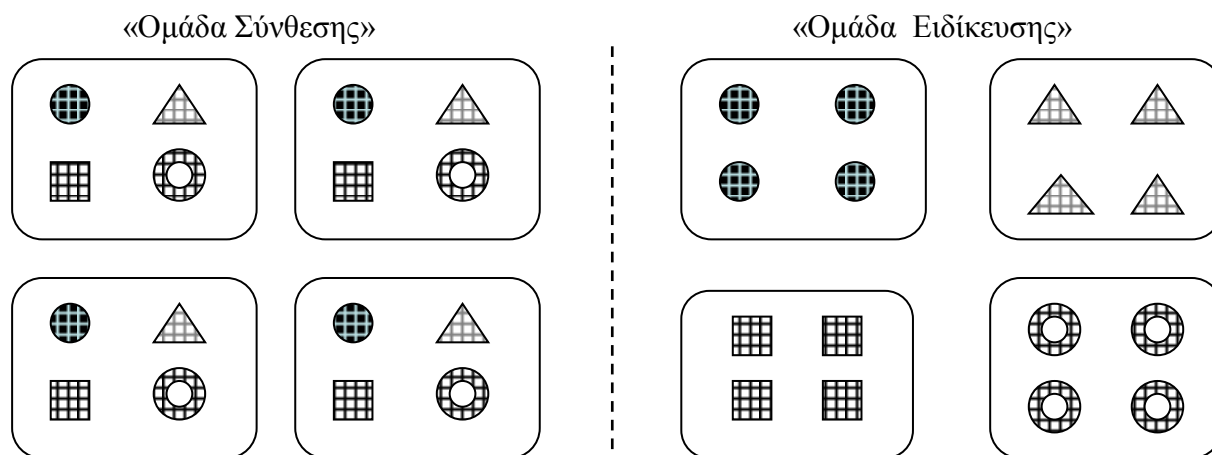
³⁶ <http://lsg.ucy.ac.cy/MaterialsScience/>

τηλεπικοινωνίες· η δεύτερη αναφέρεται στη μελέτη των πληροφοριών που συγκεντρώθηκαν, την επεξεργασία τους και την αξιοποίησή τους για παραγωγή πολυτροπικών κειμένων π.χ. αφίσες.

Η μέθοδος Jigsaw

Στη βιβλιογραφία έχει καταγραφεί το χαμηλό ενδιαφέρον των μαθητών και η αρνητική τους στάση απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες (Eilks 2005, Osborne & Dillon, 2008). Οι προτάσεις που γίνονται για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος υπογραμμίζουν ότι είναι αναγκαίο να δοκιμαστούν αλλαγές στις διδακτικές μεθόδους που κυριαρχούν μέχρι τώρα στη διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Από το φάσμα των προτεινόμενων αλλαγών, μια τάση που κερδίζει συνεχώς έδαφος, είναι η ανάπτυξη διδασκαλιών οι οποίες στοχεύουν -εκτός από την επίτευξη των γνωστικών στόχων- στην επίτευξη στόχων που αφορούν τις κοινωνικές δεξιότητες και την προσωπική ανάπτυξη των μαθητών. Για παράδειγμα, εστιάζονται στην ικανοποίηση βασικών αναγκών των μαθητών όπως είναι η ικανοποίηση των αναγκών για επικοινωνία, αυτονομία και επάρκεια, δηλαδή ότι μπορούν να ανήκουν σε μια ευρύτερη ομάδα, ότι μπορούν να κάνουν επιλογές των δραστηριοτήτων που εκτελούν στο μάθημα, ότι είναι ικανοί αλληλεπιδρώντας με τους συμμαθητές τους να εκτελέσουν τις πειραματικές τους δραστηριότητες (Eilks 2005, Στεφανίδου 2007, Deci & Ryan 2000).

Στο πλαίσιο του παραπάνω προβληματισμού προτείνεται η συνεργατική μέθοδος jigsaw. Κατά τη μέθοδο jigsaw το περιεχόμενο που διδάσκεται χωρίζεται σε επιμέρους περιεχόμενα. Ο κάθε μαθητής εργάζεται σε δύο διαφορετικές ομάδες. Αρχικά οι μαθητές εντάσσονται στις «ομάδες σύνθεσης» (homegroup/learning group). Εκεί ο κάθε μαθητής αναλαμβάνει να μελετήσει ένα τμήμα του περιεχομένου. Αφού αναλάβει τη συγκεκριμένη εργασία, εντάσσεται σε μια νέα ομάδα, την «ομάδα ειδίκευσης» (expert group). Στην ομάδα αυτή επικεντρώνεται σ' ένα τμήμα του περιεχομένου· εκτελεί πειραματικές δραστηριότητες, ψάχνει πληροφορίες σε ηλεκτρονικές και έντυπες πηγές, συμπληρώνει φύλλα εργασίας. Στη συνέχεια, όταν ολοκληρωθεί η εργασία στην ομάδα αυτή, ο μαθητής επιστρέφει στην αρχική «ομάδα σύνθεσης» όπου εξηγεί στους συμμαθητές του το θέμα το οποίο μελέτησε. Έτσι ο κάθε μαθητής είναι «δάσκαλος» και «μαθητής» μαζί (Eilks 2005, Στεφανίδου 2007, Eilks, Markic, Witteck, 2010). Στο σχήμα 1, φαίνεται το διάγραμμα υλοποίησης της μεθόδου jigsaw. Το κάθε ένα από τα τέσσερα σχήματα συμβολίζει ένα τμήμα του περιεχομένου, π.χ. το τρίγωνο συμβολίζει «αγωγούς-μονωτές», το τετράγωνο τη δίοδο κ.ο.κ. Έτσι έχουμε 4 θεματικές «ομάδες ειδίκευσης».



Σχήμα 1: Διάγραμμα υλοποίησης της μεθόδου jigsaw



Το περιεχόμενο του εργαστηρίου

Το περιεχόμενο του εργαστηρίου αφορά την ηλεκτρική συμπεριφορά των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών στοιχείων, και περιλαμβάνει τέσσερις θεματικές «ομάδες ειδίκευσης»: (α) μονωτές, αγωγούς, (β) δίοδο, (γ) αντιστάτη, (δ) φωτοαντίσταση - θερμίστορ. Οι εκπαιδευτικοί με την καθοδήγηση φύλλων εργασίας θα εκτελέσουν μια σειρά από δραστηριότητες ακολουθώντας τη διαδικασία υλοποίησης της μεθόδου jigsaw. Οι δραστηριότητες αυτές χωρίζονται σε τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος εκτελούνται πειραματικές δραστηριότητες στις οποίες αρχικά δίνονται πληροφορίες για το θέμα που θα μελετήσει η «ομάδα ειδίκευσης» (σχήμα 2) στη συνέχεια, με βάση τις πληροφορίες αυτές, τα μέλη της ομάδας εκτελούν πειράματα συμπληρώνοντας το φύλλο εργασίας. Στο δεύτερο μέρος, ο κάθε εκπαιδευτικός θα αναζητήσει πληροφορίες σε βιβλία/περιοδικά ή/και στο διαδίκτυο για το ηλεκτρικό ή ηλεκτρονικό στοιχείο που μελετά η «ομάδα ειδίκευσής» τους. Για παράδειγμα, θα αναζητήσει πληροφορίες για τις χρήσεις του θερμίστορ, τις χρήσεις της μίκας, τα είδη των αντιστατών, κ.λπ.

Συσκευές και υλικά

- κύκλωμα με μπαταρία 4,5 V, LED 3V (κόκκινο)
- μιλιαμπερόμετρο
- φωτοαντίσταση



Το μιλιαμπερόμετρο να λειτουργεί στην κλίμακα 20mA-κίτρινο.

Οδηγίες

Το πόσο ρεύμα θα αναπτυχθεί σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα δεν εξαρτάται μόνο από την ηλεκτρική πηγή (μπαταρία) αλλά κι από την **ηλεκτρική αντίσταση** που προβάλλει ένας αγωγός στη ροή του φορτίου. Οι **αντιστάτες** είναι τεχνολογικά προϊόντα τα οποία παρουσιάζουν αντίσταση στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. Η αντίστασή τους μετριέται σε Ωμ. Έτσι, ένας αντιστάτης 5Ωμ έχει μικρότερη αντίσταση από έναν αντιστάτη 7Ωμ.

Μια ειδική κατηγορία αντιστατών είναι οι **φωτοαντιστάτες**. Οι **φωτοαντιστάτες** είναι εξαρτήματα των οποίων η αντίσταση **μεταβάλλεται** όταν πέσει πάνω τους **φως**.

Μια άλλη ειδική κατηγορία αντιστατών είναι τα **θερμίστορ**. Η αντίσταση των θερμίστορ **μεταβάλλεται** με τη θερμοκρασία. Υπάρχουν δύο τύποι θερμίστορ. Στον ένα τύπο η **αντίστασή τους αυξάνεται** με την αύξηση της θερμοκρασίας. Στο άλλο τύπο η **αντίστασή τους μειώνεται** με την αύξηση της θερμοκρασίας.



Σχήμα 2: Πειραματική δραστηριότητα σχετική με το ρόλο του φωτοαντιστάτη και του θερμίστορ στην αγωγιμότητα ενός κυκλώματος

Τέλος στο τρίτο μέρος, οι εκπαιδευτικοί θα εργαστούν στην «ομάδα σύνθεσης» με σκοπό ν' ανταλλάξουν τις πληροφορίες που συγκέντρωσαν για το θέμα τους, από τα πειράματα και την αναζήτησή τους στις έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές.

Μετά την ολοκλήρωση του εργαστηρίου θα αναπτυχθεί συζήτηση μεταξύ όλων των εκπαιδευτικών έτσι ώστε ν' αναδειχτούν τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά της μεθόδου

jigsaw, τα πλεονεκτήματά της καθώς και οι δυσκολίες και τα όρια των εφαρμογών της. Έτσι το συνολικό εργαστήριο διαρκεί 2 ώρες και υλοποιείται σε 3 φάσεις:

1^η φάση: Εισαγωγική προσέγγιση της μεθόδου jigsaw, (10 mins).

2^η φάση: Χωρισμός των εκπαιδευτικών σε ομάδες. Υλοποίηση των δραστηριοτήτων στις «ομάδες σύνθεσης» και στις «ομάδες ειδίκευσης», (70 mins).

3^η φάση: Συζήτηση για τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα της μεθόδου jigsaw, (40 mins).

Βιβλιογραφία

Στεφανίδου, Π. (2007). Εφαρμογή ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας στις λιπαρές ουσίες. Στα πρακτικά: 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση. 15-18 Μαρτίου, Ιωάννινα, 784-792. Στο δίκτυο, στη διεύθυνση: <http://kodipheet.gr>.

Deci, E. L., Ryan, R. M. (2000). The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.

Eilks, I. (2005). Experiences and reflections about Teaching Atomic Structure in a Jigsaw Classroom in Lower Secondary School Chemistry Lessons. *Chemical Education Research*, 82(2), 313-319.

Eilks, I., Markic, S., Witteck, T. (2010). Theory in practice in a Project of Implementing Cooperating Learning Methods in Chemistry Education. In: M. V. Zuljan, J. Vogriuc (Eds), *Facilitating Effective Student Learning through Teacher Research and Innovation*, 77-101, Faculty of Education, University of Ljubljana, Littera picta, d.o.o., Ljubljana.

Osborne, J. Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Reported to the Nuffield Foundation*. The Nuffield Foundation, London.



Εργαστήριο 2ο: Μια εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία στο Δημοτικό Σχολείο με χρήση της IERG: πιλοτική εφαρμογή

Ιωάννα Τσάρπα

Πανεπιστήμιο Αιγαίου, tsarpa@yahoo.gr

Περίληψη.

Στο εργαστήριο αυτό επιχειρείται μια πιλοτική εφαρμογή μιας Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας, όπου το περιεχόμενο της αφορά την αφήγηση και τη σύνδεσή της με την καθημερινή ζωή. Αρχικά, περιγράφεται η ηλεκτρονική σελίδα www.ierg.net με έμφαση στον Οδηγό Σχεδιασμού Πλαισίου για τη μυθική κατανόηση (πρωτοβάθμια εκπαίδευση). Έπειτα, τα μέλη του εργαστηρίου χωρίζονται σε ομάδες και προσπαθούν να δημιουργήσουν τη δική τους αφήγηση μέσα από φόρμες που τους μοιράζονται σε σχέση με τη συγκεκριμένη διδακτική εφαρμογή. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι αφηγήσεις που δημιουργούνται και γίνεται προσπάθεια να δραματοποιηθούν από τα μέλη του εργαστηρίου. Τέλος, επιχειρείται να αξιολογηθούν οι αφηγήσεις με κριτήριο τον Οδηγό Σχεδιασμού Πλαισίου και να αναλυθούν τα αποτελέσματα του εργαστηρίου.

Abstract.

This workshop tests a pilot application of a teaching-learning sequence, whose contents are related to the narrative and its connection to everyday life. First, the website www.ierg.net is described, focusing on the Guide to the Planning Framework for mythic understanding (primary education). Then, members of the workshop are divided into groups and try to create their own narrative through forms given, with regard to the teaching application in question. Then the stories created are presented, and members of the workshop dramatize the narratives. Finally, the narratives are evaluated on the basis of the Planning Framework Guide to analyze the results of the laboratory.

Εισαγωγή.

Η ιστοσελίδα www.ierg.net εισάγει νέες θεωρίες, αρχές και πρακτικές τεχνικές για να καταστεί η εκπαίδευση πιο αποτελεσματική. Επειδή η καταφυγή στη φαντασία στην εκμάθηση και στη διδασκαλία, έχει ζωτική σημασία για να καταστεί η γνώση στο αναλυτικό πρόγραμμα ζωντανή και ουσιαστική, προτείνουν τη νέα αυτή προσέγγιση Ευφάνταστης Εκπαίδευσης (IE). Το έργο IERG είναι αφιερωμένο στο να καταδείξει πώς μπορεί να γίνει στην καθημερινή τάξη και στο σπίτι. Δυστυχώς, το περιεχόμενο του προγράμματος σπουδών συνήθως διδάσκεται μόνο από ένα βιβλίο παραλείποντας τους φόβους, τις ελπίδες, και τα πάθη των πραγματικών ανθρώπων που οι μαθητές πολύ συχνά θεωρούν ότι είναι θαμπό, άψυχο και χωρίς συμμετοχή. Πιστεύουμε ότι οι ιδέες, τα υλικά, και τα πρακτικά τμήματα σε αυτή την ιστοσελίδα μπορεί να δείξει πώς να φέρει το πρόγραμμα σπουδών στη ζωή.

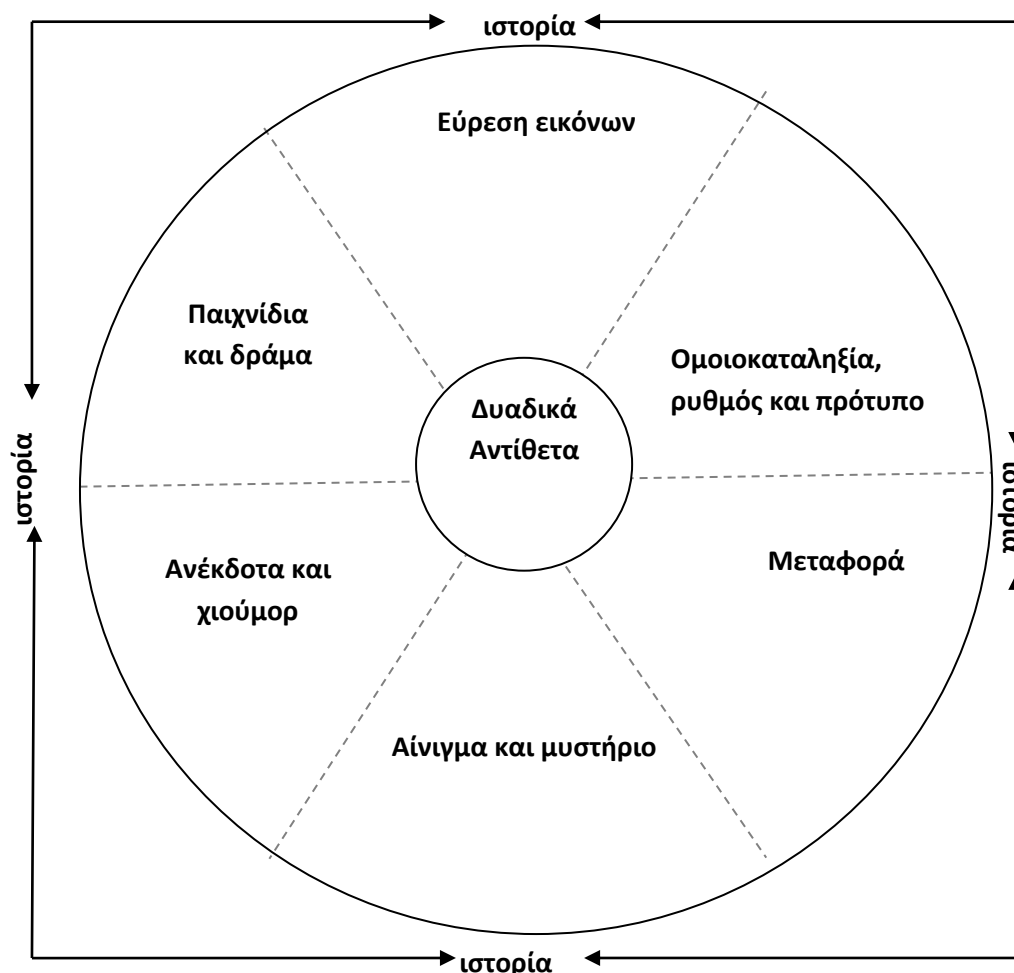
Σχετικά με το **σχεδιασμός πλαισίων** η σελίδα παρέχει ενημερωμένες εκδόσεις σχεδιασμού πλαισίων για: **Μυθική κατανόηση (πρωτοβάθμια εκπαίδευση)**, **Ρομαντική Κατανόηση (δευτεροβάθμια εκπαίδευση)**, και **Φιλοσοφική Κατανόηση (ανώτερη εκπαίδευση)**: είναι διαθέσιμα σε δύο μορφές: πρώτον, έναν «οδηγό» που παρέχει λεπτομερείς οδηγίες για το πώς θα μπορούσε κανείς να συμπεριλάβει τη φαντασία των μαθητών στη μάθηση, και δεύτερον, μια περίληψη που περιλαμβάνει το σχεδιασμό

ερωτήσεις. Η **εγκύκλιος πλαισίων** που σχεδιάστηκε από τον πονγκ Calder προσφέρει μια εναλλακτική προσέγγιση στο σχεδιασμό και μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη για την ανταλλαγή απόψεων και την αρχική πρόσβαση σε θέματα. Για να βοηθήσει περαιτέρω και η μονάδα σχεδιασμός μαθήματος προσφέρονται παραδείγματα **δυσδικών αντιθέσεων** και **ηρωικές αρετές**. Για πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με οποιοδήποτε από τα γνωστικά εργαλεία που περιλαμβάνονται σε αυτά τα πλαίσια μπορείτε απλά να ασχοληθείτε λίγο με τη συγκεκριμένη ηλεκτρονική σελίδα.

Εφαρμογή στο εργαστήριο.

Τα άτομα του εργαστηρίου, μέχρι 25, χωρίζονται σε ομάδες και προσπαθούν να συμπληρώσουν το παρακάτω σχεδιάγραμμα για να δημιουργήσουν στη συνέχεια τη δική τους αφήγηση. Ταυτόχρονα δίνεται λίστα με παραδείγματα δυσδικών αντιθέτων και χαρακτηριστικά ηρώων, ενώ από την άλλη δίνεται φυλλάδιο, όπου εξηγούνται οι όροι που χρησιμοποιούνται στο παρακάτω διάγραμμα.

Διάγραμμα: τα γνωστικά εργαλεία της προφορικότητας.



Στη συνέχεια, δίνεται ο Οδηγός Σχεδιασμού Πλαισίου για τη Μυθική κατανόηση και τα άτομα του εργαστηρίου προσπαθούν ως ομάδα να συμπληρώσουν τον οδηγό με τη βοήθεια του προηγούμενου διαγράμματος.



Οδηγός Σχεδιασμού Πλαισίου για τη μυθική κατανόηση.

1. Εντοπισμός σημασίας Τι ασκείται συναισθηματικά για αυτό το θέμα; Πώς μπορεί να προκαλέσει κατάπληξη; Γιατί θα πρέπει να έχει σημασία για μας;

2. Η διαμόρφωση του μαθήματος ή της ενότητας: Η διδασκαλία έχει κάποιες ομοιότητες με τη μετάδοση ειδήσεων. Ακριβώς όπως ο στόχος του δημοσιογράφου είναι να επιλέξει και να διαμορφώσει τα γεγονότα για να αναδείξει με σαφήνεια τη σημασία τους και τη συναισθηματική σημασία για τους αναγνώστες ή ακροατές, έτσι ακριβώς και ως εκπαιδευτικός, ο στόχος σας είναι να παρουσιάσετε το θέμα κατά τρόπο που να ενεργοποιεί τα συναισθήματα και τη φαντασία των μαθητών. Για να γίνει αυτό, χρειάζεται να εξεταστεί ποιες από τις ακόλουθες διαστάσεις της συναισθηματικής και φαντασιακής ζωής των μαθητών σας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαμορφώσει το μάθημα ή την ενότητα. Όλες οι παραπάνω δεξιότητες σχετίζονται με τις δεξιότητες του καλού ρεπόρτερ, δηλαδή να εργάζεται με τα παρακάτω:

2.1. Εύρεση της ιστορίας: Τι είναι η "ιστορία" για το θέμα; Πώς μπορείτε να διαμορφώσετε το περιεχόμενο για να αποκαλύψετε τη συναισθηματική σημασία της;

2.2. Εύρεση δυαδικών αντιθέτων: Ποιες αφηρημένες και συναισθηματικές δυαδικές έννοιες συλλαμβάνουν με τον καλύτερο τρόπο την έκπληξη και το συναίσθημα του θέματος; Ποιες είναι οι αντιτιθέμενες δυνάμεις στην "ιστορία" σας;

2.3. Εύρεση εικόνων: Ποια μέρη του θέματος είναι πιο δραματικά, ώστε να ενσαρκώσουν τις δυαδικές έννοιες; Ποια εικόνα αποδίδει καλύτερα αυτή η δραματική αντίθεση;

2.4. Χρησιμοποιείτε επιπλέον γνωστικά εργαλεία της Μυθικής κατανόησης: Τι είδους δραστηριότητες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως άλλα εργαλεία των γνωστικών εργαλείων των μαθητών;

Αίνιγμα και μυστήριο: Πώς μπορούν οι μαθητές να διερευνήσουν ορισμένες πτυχές του μυστηρίου που να συνδέονται με το θέμα; Για ποια αινίγματα μπορεί να αναρωτιούνται;

Μεταφορά: Πώς μπορούν οι μαθητές να χρησιμοποιούν την αλληγορία για την εμβάθυνση της αντίληψής τους επί του θέματος;

Ανέκδοτα και χιούμορ: Μπορούν οι μαθητές να μαθαίνουν - και να δημιουργήσουν τα δικά τους - αστεία για το θέμα; Πώς θα μπορούσαν να διευρύνουν την κατανόησή τους μέσα από το παιχνίδι με το χιούμορ;

Ομοιοκαταληξία, ρυθμός και πρότυπο: Υπάρχουν πρότυπα για το θέμα με τα οποία οι μαθητές μπορούν να παίξουν; Ποιες δραστηριότητες θα επιστήσουν την προσοχή τους σε ομοιοκαταληξία, ρυθμό και πρότυπο;

Παιχνίδια, δράμα και παιχνίδι: Πώς μπορούν οι μαθητές να συμμετάσχουν σε παιχνίδια, δραματοποίηση για να κατανοήσουν το θέμα;

Εμβρυικά εργαλεία της ρομαντικής κατανόησης: Εξετάστε τρόπους για να εμπλέξετε τους μαθητές σας με την ηρωική και την ανθρώπινη διάσταση του θέματος. Τι είδους δραστηριότητες θα μπορούσε να αποκαλύψει; Πώς μπορούν αυτές οι πτυχές να δώσουν ώθηση στη σκέψη των μαθητών για το θέμα;

2.5. Με βάση τις γνώσεις των προηγούμενων ειδών της κατανόησης:
Σωματική κατανόηση - Πώς μπορούν οι μαθητές να χρησιμοποιούν ορισμένες από τις γνώσεις της σωματικής κατανόησης στη μάθηση για το θέμα; Πώς μπορούν να αναπτυχθούν αισθήσεις, συναισθήματα, χιούμορ, μουσικότητα, και ούτω καθεξής;

3. Πόροι Ποιους πόρους μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για να μάθετε περισσότερα για το θέμα και το σχήμα της ιστορίας; Ποιοι πόροι είναι χρήσιμοι στη δημιουργία των δραστηριοτήτων;

4. Συμπέρασμα Πώς τελειώνει η ιστορία; Πώς μπορεί η διένεξη που δημιουργήθηκε μεταξύ των δυαδικών αντιθέσεων να επιλυθεί με ικανοποιητικό τρόπο; Εναλλακτικά, ποια νέα ερωτήματα αναδύονται όταν οι μαθητές συνειδητοποιούν αυτές τις αντίθετες δυνάμεις; Ποια πτυχή του θέματος ενδέχεται να επιστήσει την προσοχή των μαθητών;

5. Αξιολόγηση Πώς μπορεί κανείς να γνωρίζει αν το θέμα έχει γίνει κατανοητό, η σημασία του έχει γίνει αντιληπτή και το περιεχόμενο του έχει κατακτηθεί από τους μαθητές;

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι αφηγήσεις που δημιουργούνται από την κάθε ομάδα και γίνεται προσπάθεια να δραματοποιηθούν από τα μέλη του εργαστηρίου. Τέλος, επιχειρείτε να αξιολογηθούν οι αφηγήσεις με κριτήριο τον Οδηγό Σχεδιασμού Πλαισίου και να αναλυθούν τα αποτελέσματα του εργαστηρίου.

Βιβλιογραφία

- www.ierg.net
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (1999), Προγράμματα Σπουδών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, Αθήνα
- ΥΠ.Ε.Π.Θ., Π.Ι., Με λογισμό και μ' όνειρο – Ανθολόγιο λογοτεχνικών κειμένων Ε' και ΣΤ' δημοτικού, ΟΕΔΒ.
- ΥΠ.Ε.Π.Θ., Π.Ι., Αναλυτικά προγράμματα του Δημοτικού σχολείου.



Εργαστήριο 3^ο: Πειραματισμός και Ψηφιακές Τεχνολογίες στο "Εργαστήριο" Φυσικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Γεωργ Θεοφ. Καλκάνης

*Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Αθηνών*
<http://micro-kosmos.uoa.gr>, kalkanis@primedu.uoa.gr

(Συν-)Οργανωτές: Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών και Σχολικοί Σύμβουλοι Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Περιφερειών Έβρου, Ξάνθης και Ροδόπης

Συντονιστές: Σοφία Στράγκα, Δέσποινα Ιμβριώτη, Παναγιώτης Τσάκωνας, Ματθαίος Πατρινόπουλος

Εισηγητές / Επιμορφωτές: Δέσποινα Ιμβριώτη, Παναγιώτης Τσάκωνας, Ματθαίος Πατρινόπουλος, Χρήστος Χατζηχρηστίδης, Σαράντος Οικονομίδης, Ουρανία Γκικοπούλου, Δημήτριος Σωτηρόπουλος, Νικόλαος Βουδούκης, Βασίλειος Γρηγορίου, Ελένη Βυθοπούλου, Κωνσταντίνος Μιτζήθρας, Ανάργυρος Δρόλαπας, Ευαγγελία Μπούρμπουλα

Περίληψη

Πρόκειται για μια πρότυπη / δειγματική «προσομοίωση» μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας φυσικών επιστημών με εκπαιδευόμενους εν ενεργεία ή μελλοντικούς εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και επιμορφωτές ειδικούς ερευνητές, διδάκτορες, μεταπτυχιακούς φοιτητές του Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών. Η «προσομοίωση» περιλαμβάνει πραγματικό πειραματισμό με απλά μέσα, εφαρμογή «καλών» πρακτικών και αξιοποίηση όλων των υποστηρικτικών ψηφιακών εκπαιδευτικών τεχνολογιών σε διάφορες θεματικές του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών και των εγχειριδίων «ΦΥΣΙΚΑ – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε' και Στ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου, σύμφωνα με τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας.

Abstract

This experimental laboratory is a normative / exemplary “simulation” of a science educational procedure of in-service and future primary education teachers with special researchers / doctors / postgraduate students of Science, Technology and Environment Laboratory of the Department of Primary Education of Athens University as educators. The “simulation” consists of real experimentation with simple material, application of practical ideas and implementation of all digital educational technologies at various subjects of science curriculum and the textbooks “SCIENCE – I Investigate and Discover” of 5th and 6th grade of primary education, in accordance with the steps of scientific / educational methodology.

Εισαγωγή

Το Εργαστήριο απευθύνεται στους τοπικούς φοιτητές / μελλοντικούς εκπαιδευτικούς καθώς και στους τοπικούς εν ενεργεία εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι σε

ομάδες ασκούνται πρακτικά με την επίβλεψη διδασκόντων, υποψηφίων διδασκόντων και μεταπτυχιακών φοιτητών του Εργαστηρίου σε θεματικές και πειράματα των εγχειριδίων των φυσικών του δημοτικού σχολείου, έτσι ώστε να ενισχυθούν όσοι ήδη διδάσκουν –ή να ενθαρρυνθούν όσοι φιλοδοξούν να διδάξουν– (και) φυσικές επιστήμες στην Ε΄ και Στ΄ τάξη του δημοτικού σχολείου με γενικό σκοπό τη βελτιστοποίηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στις φυσικές επιστήμες (Καλκάνης, 2010).

Το Πλαίσιο – Η Αναγκαιότητα – Οι Στόχοι

Το πλαίσιο λειτουργίας ενός επιμορφωτικού Εργαστηρίου καθορίζεται από την υπάρχουσα κατάσταση στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, όπου διαπιστώνεται σημαντικό έλλειμμα στο γνωσιακό αντικείμενο των φυσικών επιστημών και στις απαραίτητες πειραματικές και τεχνολογικές δεξιότητες των εκπαιδευτικών οι οποίοι ενώ δεν έχουν ειδική εκπαίδευση για το ιδιαίτερα απαιτητικό αυτό αντικείμενο καλούνται να το διδάξουν θεωρητικά και πειραματικά. Ένα ερευνητικό ερώτημα το οποίο αφορά στην αναγκαιότητα οργάνωσης / πραγματοποίησης / αξιολόγησης ενός τέτοιου εργαστηρίου είναι αν –είναι δυνατό να– συνεισφέρει ουσιαστικά στην κάλυψη των παραπάνω ελλειμμάτων, συμπληρώνοντας τις οδηγίες οι οποίες δίνονται στους εκπαιδευτικούς στο «βιβλίο του δασκάλου» ή/και στα θεματικά σεμινάρια των κατά τόπους σχολικών συμβούλων. Μετά την εμπειρία της διοργάνωσης παρόμοιων εργαστηρίων σε συνεργασία με σχολικούς συμβούλους σε σχολεία ή/και σε προηγούμενα συνέδρια της ΚοΔιΦΕΕΤ (Καλκάνης 2007γ, 2007δ, 2009α) θεωρούμε ότι η αναγκαιότητα τέτοιων εργαστηρίων είναι επιτακτική δεδομένης μάλιστα της έλλειψης μιας γενικευμένης και συστηματικής θεσμικής επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών.

Οι άμεσοι στόχοι ενός τέτοιου Εργαστηρίου συναρτώνται με τα παραπάνω ελλείμματα / ερωτήματα και συνοψίζονται στη βελτιστοποίηση του πειραματισμού –(και) με ψηφιακές τεχνολογίες– στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Απώτερος στόχος είναι η ενίσχυση της αυτοπεποίθησης των εκπαιδευτικών (και) στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες.

Η Μεθοδολογία – Ο Πειραματισμός – Οι Τεχνολογίες

Η προτεινόμενη (και) από εμάς επιστημονική / εκ-παιδευτική μεθοδολογία (Καλκάνης, 2007α) ή διδακτική μεθοδολογία με διερεύνηση (by inquiry) και ανακάλυψη ή ερευνητικά εξελισσόμενο εκπαιδευτικό πρότυπο (όπως εφαρμόζεται από τα εγχειρίδια του δημοτικού σχολείου «ΦΥΣΙΚΑ – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ και Στ΄ τάξης) βασίζεται στην ιστορικά καταξιωμένη επιστημονική μεθοδολογία (η οποία έχει την αφετηρία της στην αρχαιοελληνική φυσική φιλοσοφία) και σχηματοποιείται με βήματα: το έναυσμα ενδιαφέροντος, τη διατύπωση υποθέσεων, τις αποδεικτικές διαδικασίες / πειραματισμό, τη διατύπωση συμπερασμάτων / θεωρίας, τη γενίκευση / διαθεματική συστημική συσχέτιση / (μικρο)ερμηνείες. Αυτή η μεθοδολογία αναδεικνύει τόσο τον εκπαιδευτικό / γνωσιακό όσο και τον παιδευτικό / παιδαγωγικό χαρακτήρα και ρόλο της εκ-παιδευτικής διαδικασίας των φυσικών επιστημών, αφού αποβλέπει τόσο στην ανάπτυξη του γνωσιακού υποβάθρου στο αντικείμενο αυτό, όσο και στην ανάπτυξη του ορθολογικού τρόπου σκέψης και της κριτικής ικανότητας, αλλά και των δεξιοτήτων του ατόμου.

Ο αποδεικτικός πειραματισμός με απλά υλικά και μέσα (αλλά και αυτοσχέδιες κατασκευές), όπως υποδεικνύεται να πραγματοποιείται σε ομάδες από τα σχετικά βιβλία στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Αποστολάκης κá, 2006), ονομάζεται αποδεικτικός γιατί πράγματι αποδεικνύει την αλήθεια ή μη των υποθέσεων, οι οποίες έχουν διατυπωθεί στο πλαίσιο της επιστημονικής / εκ-παιδευτικής μεθοδολογίας. Στα πλεονεκτήματα αυτού του πειραματισμού εντάσσονται: η ανεύρεση και επιλογή από τους μαθητές των απαιτούμενων απλών υλικών και μέσων για τον πειραματισμό της κάθε εκπαιδευτικής διαδικασίας, η αποκτούμενη πεποίθηση



των μαθητών ότι για τον πειραματισμό δεν απαιτούνται πάντοτε ιδιαίτερα όργανα και συσκευές και η δυνατότητα (ενδεχομένως) εκτέλεσης του πειράματος και εκτός της τάξης – στο προαύλιο, στο σπίτι ...– αλλά και κατά τη διάρκεια των επαναλήψεων των μαθημάτων στο σπίτι. Ο συντονισμός των ομάδων οι οποίες πειραματίζονται, ο χρονισμός και η τήρηση χρονοδιαγράμματος αλλά και η ανάδραση της πληροφορίας είναι βασικές συνιστώσες της επιτυχίας μιας συλλογικής προσπάθειας, στην οποία –με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού ο οποίος πρέπει να έχει συντονιστικό μόνο ρόλο– ασκούνται οι εκπαιδευόμενοι.

Ως εκπαιδευτικές τεχνολογίες θεωρούμε, εκτός των τεχνολογιών πληροφόρησης και επικοινωνίας (οι οποίες αναφέρονται συνήθως μόνες ως εκπαιδευτικές τεχνολογίες), και όλες τις άλλες εκφάνσεις των σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών οι οποίες έχουν σχέση με την παραγωγή, ψηφιοποίηση, επεξεργασία, αποθήκευση, διακίνηση, αξιοποίηση (...) της πληροφορίας. Τις τεχνολογίες αυτές τις χαρακτηρίζουμε εκ-παιδευτικές αφού η αξιοποίησή τους για την εκ-παίδευση σε κάθε γνωσιακό αντικείμενο έχει –ή πρέπει να έχει– τόσο εκπαιδευτικό / γνωσιακό όσο και παιδευτικό / παιδαγωγικό χαρακτήρα και ρόλο και η εκ-παιδευτική διαδικασία πρέπει να αποβλέπει τόσο στην ανάπτυξη του γνωσιακού υποβάθρου στο αντικείμενο αυτό, όσο και στην ανάπτυξη του ορθολογικού τρόπου σκέψης και της κριτικής ικανότητας, αλλά και των δεξιοτήτων του ατόμου.

Ομαδοποιώντας όλες τις εκπαιδευτικές τεχνολογίες, τις ταξινομούμε / διακρίνουμε σε πέντε γενικές κατηγορίες (Καλκάνης, 2010), με κριτήριο την εκπαιδευτική χρήση τους και την ένταξη / αξιοποίησή τους στα βήματα της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας: α. τις τεχνολογίες πληροφόρησης και επικοινωνίας (κυρίως για εναύσματα ενδιαφέροντος στο διαδίκτυο), β. τις τεχνολογίες προσομοίωσης / οπτικοποίησης (κυρίως των «αόρατων» και τυχαίων διαδικασιών του μικροκόσμου με μεθόδους / τεχνικές Monte Carlo), γ. τις τεχνολογίες πειραματισμού και αυτοματισμού (με αισθητήρες και απτήρες, συνδεδεμένους με ηλεκτρονικό υπολογιστή), δ. τις τεχνολογίες επεξεργασίας / αναπαράστασης της πληροφορίας (με τη μορφή αριθμών, γραφημάτων, σχεδίων, εικόνων, κινούμενων εικόνων, ...) και ε. τις τεχνολογίες οργάνωσης / παρουσίασης της πληροφορίας (με τη μορφή κοινών εμπορικών προγραμμάτων) σε συνδυασμό με τη χρήση οθονών ή διαδραστικών πινάκων.

Η Εφαρμογή

Πρόκειται για μια πρότυπη / δειγματική «προσομοίωση» από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς (σε πενταμελείς ομάδες, υπό την καθοδήγηση επιμορφωτών / συνεργατών του Εργαστηρίου) της προτεινόμενης από εμάς –σύμφωνα με τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας και αξιοποίηση των ψηφιακών εκπαιδευτικών τεχνολογιών– εκπαιδευτικής διαδικασίας σε διάφορες θεματικές του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών και τα εγχειρίδια «ΦΥΣΙΚΑ – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε' και Στ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου, με εστίαση στον πειραματισμό με απλά μέσα ο οποίος εντάσσεται στη μεθοδολογία, στην επίδειξη / χρήση υποστηρικτικών ψηφιακών τεχνολογιών και στην εφαρμογή "καλών" πρακτικών οι οποίες αφορούν στην προετοιμασία και εκτέλεση των πειραμάτων.

Γενικότερα, με την εκτέλεση των πειραμάτων από διάφορες θεματικές ενότητες, υποδεικνύονται ή/και αναπτύσσονται / εφαρμόζονται καλές ιδέες και πρακτικές οι οποίες αφορούν: στο έναυσμα του ενδιαφέροντος των μαθητών, στον τρόπο διεξαγωγής συζήτησης και ενθάρρυνσης των μαθητών για διατύπωση υποθέσεων, στη διεύρυνση του πειραματισμού και με άλλα πειράματα (και με χρήση αισθητήρων και απτήρων σε διασύνδεση με ηλεκτρονικό υπολογιστή), στον τρόπο βέλτιστης διατύπωσης / καταγραφής και εφαρμογής των συμπερασμάτων, στη γενίκευση / εμπέδωση των συμπερασμάτων, στην εφαρμογή της

συστημικής ανάλυσης για τη διαθεματική ολοκλήρωση της μελέτης, αλλά και στην ερμηνεία των συμπερασμάτων με αξιοποίηση προσομοιώσεων / οπτικοποιήσεων του μικροκόσμου.

Επίσης, υποδεικνύονται ο βέλτιστος τρόπος για την επιλογή των προσφορότερων θεματικών ενοτήτων και ο ορθολογικότερος χρονικός καταμερισμός των θεματικών αυτών, αλλά και ο βέλτιστος χρονικός καταμερισμός (%) της διάρκειας των βημάτων / σταδίων της μεθοδολογίας (Καλκάνης 2009β). Παράλληλα επιδεικνύονται σχετικά επεισόδια της Εκπαιδευτικής Τηλεόρασης τα οποία έχουν δημιουργηθεί από το Εργαστήριο (Καλκάνης 2007β) και διατίθενται δωρεάν, καθώς και υπερσυνδέσεις του διαδικτυακού τόπου του Εργαστηρίου <http://micro-kosmos.uoa.gr> με αναλυτικές πληροφορίες / οδηγίες / φύλλα εργασίας / φύλλα αξιολόγησης, προσομοιώσεις και δειγματικές εκπαιδευτικές διαδικασίες για διάφορες θεματικές. Επισημαίνεται ότι μέσω του διαδικτυακού αυτού τόπου είναι δυνατή και η αμφίδρομη "επικοινωνία" Εργαστηρίου – εκπαιδευτικών, με ερωτήσεις και απαντήσεις σχετικά με τη βέλτιστη εφαρμογή και τη μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των βιβλίων.

Οι Αναφορές – Η Βιβλιογραφία

Καλκάνης, Γ.Θ., (2010), "Εκπαιδευτικό ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Φυσικών Επιστημών, Εκπαιδευτικές ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ και οι Εφαρμογές τους" Ι. το Εργαστήριο, ΙΙ. οι Τεχνολογίες (βιβλία), Βιβλιοπωλείο Σαββάλας, Αθήνα, 2010

Καλκάνης, Γ.Θ., (2007α), "Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ" Ι. οι Θεωρίες, ΙΙ. τα Φαινόμενα (βιβλία), Βιβλιοπωλείο Σαββάλας, Αθήνα, 2007

Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Στ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., Πετρέα, Κ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α., Καλκάνης, Γ.Θ., (2006), "ΦΥΣΙΚΑ - Ερευνώ και Ανακαλύπτω" - Βιβλίο Μαθητή - Τετράδιο Εργασιών - Βιβλίο Δασκάλου Ε' και Στ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2006

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"» (εκπαιδευτικό λογισμικό), Εργαστήριο ΦΕΤΠ Πανεπιστημίου Αθηνών σε συνεργασία με τις εκδόσεις Ερευνητές Α.Ε., Εκπαιδευτική Ραδιοτηλεόραση (<http://www.edutv.gr>), Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, 2007-2008

Καλκάνης, Γ.Θ., κά, (2009α), Συμπόσιο / Εργαστήριο "Διά Νοός", "διά Χειρός", "διά Τεχνών", "διά Ψυχής" Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις Φυσικές Επιστήμες - τα Πρότυπα, ο Πειραματισμός, οι Τεχνολογίες, οι Άνθρωποι" (<http://micro-kosmos.uoa.gr>), 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΚοΔιΦΕΕΤ "Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση", Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα, 07-10 Μαΐου 2009

Καλκάνης, Γ.Θ., (2009β), 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, (βλ. <http://micro-kosmos.uoa.gr> => τα ΦΥΣΙΚΑ Ε' και Στ' Δημοτικού), Αθήνα, 2006

Καλκάνης, Γ.Θ., (2008), "Δια Νοός", "Δια Χειρός", "Δια Τεχνών" και -κυρίως- "Δια Ψυχής" Εκπαίδευση στις-με τις Φυσικές Επιστήμες - Η Περίπτωση του Μαθήματος ΦΥΣΙΚΑ του Δημοτικού Σχολείου, Προσκεκλημένη Ομιλία στο Διήμερο Επιμορφωτικό Σεμινάριο Σχολικών Συμβούλων Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Αθήνα, 04-05 Δεκεμβρίου 2008

Καλκάνης, Γ.Θ., κά, (2007γ), "Ερευνώ και Ανακαλύπτω" τα "Φυσικά" στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση - Προτάσεις για τη βέλτιστη Εφαρμογή των νέων Βιβλίων, Συμπόσιο / Εργαστήριο "Πρωτοβάθμια Εκ-Παίδευση στις-με τις Φυσικές Επιστήμες - Η Βέλτιστη Εφαρμογή των νέων Βιβλίων Φυσικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης" (<http://micro-kosmos.uoa.gr>), 5ο Πανελλήνιο



Συνέδριο ΚοΔιΦΕΕΤ "Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση", Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 15-18 Μαρτίου 2007

Καλκάνης, Γ.Θ., κά., (2007δ), "Το ΟΛΟκληρωμένο ΤΕΧΝΟλογικά και Μεθοδολογικά ΕκΠαιδευτικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών" (<http://micro-kosmos.uoa.gr>), Συμπόσιο / Εργαστήριο (μια Πρόταση και Εφαρμογές), 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΚοΔιΦΕΕΤ "Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση", Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 15-18 Μαρτίου 2007

Εργαστήριο 4ο: Η χαρτογράφηση εννοιών ως εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Εργασία επί χάρτου και αξιοποίηση των λογισμικών Inspiration και Kidspiration

Οργανωτής: Αναστασία Δημητρίου¹

Συεργάτης: Ευμορφία Μαλκοπούλου²

¹Επ. Καθηγήτρια, anadim@otenet.gr

²Νηπιαγωγός, Υπ. Διδάκτορας, emalkopo@alex.duth.gr

Δ.Π.Θ., Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης στην Προσχολική Ηλικία, Εργαστήριο Έρευνας και Επικοινωνίας για το Περιβάλλον και την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση,

Περίληψη

Στο εργαστήριο αυτό θα εφαρμοστεί η μέθοδος της χαρτογράφησης εννοιών. Πρόκειται για μία μέθοδο η οποία χρησιμοποιείται για την οργάνωση εννοιών που αφορούν ένα θέμα μελέτης και την οπτικοποίηση της δομής των μεταξύ τους σχέσεων, σε μορφή σχηματικού διαγράμματος (χάρτης εννοιών ή εννοιολογικός χάρτης). Οι συμμετέχοντες θα εργαστούν ατομικά και σε ομάδες στην κατασκευή εννοιολογικών χαρτών, για την οργάνωση εννοιών που αφορούν ένα θέμα μελέτης των φυσικών επιστημών της επιλογής τους. Οι εννοιολογικοί χάρτες θα κατασκευαστούν επί χάρτου και παράλληλα θα παρουσιαστούν τα λογισμικά εννοιολογικής χαρτογράφησης Inspiration και Kidspiration. Τα λογισμικά αυτά είναι ανοιχτά περιβάλλοντα εννοιολογικής χαρτογράφησης. Ειδικότερα το δεύτερο (Kidspiration) απευθύνεται σε παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας.

Abstract

The aim of this workshop is the implementation of concept-map method as educational tool for teaching and learning sciences at school. Concept maps are graphical tools for studying children's conceptions, organizing and representing their knowledge or/and evaluation of an educational process. They consist of circles or other boxes where concepts are included. By the use of linking lines the relationships between several concepts are indicated. The participants of the workshop are going to construct concepts maps regarding scientific phenomena. The Inspiration and Kidspiration Software are also going to present as tool for constructing concept maps.



Εισαγωγή³

Οι εννοιολογικοί χάρτες αναπτύχθηκαν το 1972 από τον Novak, στο πλαίσιο ερευνητικού προγράμματος που αποσκοπούσε στην παρακολούθηση και ερμηνεία του τρόπου που τα παιδιά κατανοούν επιστημονικές έννοιες (Novak & Cañas 2008). Προκειμένου να θεμελιωθεί βέλτιστος τρόπος αναπαράστασης της εννοιολογικής κατανόησης των παιδιών προέκυψε η ιδέα της σχηματικής αναπαράστασης των γνώσεων των παιδιών στη μορφή ενός χάρτη εννοιών. Η ιδέα αυτή αναδύθηκε από τη θεμελιώδη ιδέα της θεωρίας του Ausubel που υποστηρίζει ότι η μάθηση πραγματώνεται με τη συσχέτιση, ενσωμάτωση και αφομοίωση νέων πληροφοριών και εννοιών με ήδη προϋπάρχοντα στοιχεία της γνωστικής δομής των ατόμων (Novak & Cañas 2008).

³Το πληροφοριακό περιεχόμενο του κεφαλαίου αυτού αποτελεί μέρος δημοσιευμένου κεφαλαίου: Δημητρίου, Α. (2009). *Περιβαλλοντική εκπαίδευση: Περιβάλλον, αειφορία. Θεωρητικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις* (σελ. 248-254). Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.

Ενώ αρχικά, οι εννοιολογικοί χάρτες αρχικά χρησιμοποιήθηκαν ως ένα νέο ερευνητικό εργαλείο, στη συνέχεια εξελίχθηκε σε εκπαιδευτικό εργαλείο με εφαρμογές στη διδασκαλία και τη μάθηση των φυσικών επιστημών. Αποτελεί μέθοδο που ευνοεί την αντίληψη και οργάνωση των αντιλήψεων των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των φυσικών επιστημών, την οργάνωση της γνώσης καθώς και την αξιολόγηση εκπαιδευτικών παρεμβάσεων.

Μεθοδολογία

Δομή των εννοιολογικών χαρτών

Οι εννοιολογικοί χάρτες αποτελούνται από πλαίσια διαφόρων σχημάτων (π.χ. κύκλος, έλλειψη, ορθογώνιο, τετράγωνο) και ευθείες με τις οποίες συνδέονται μεταξύ τους. Μέσα στα πλαίσια γράφονται οι έννοιες και πάνω στις ευθείες σύνδεσης τους σημειώνονται συνδετικές λέξεις ή μικρές φράσεις που προσδιορίζουν τη σχέση μεταξύ των συνδεόμενων εννοιών. Κατασκευάζονται είτε σε μορφή ιεράρχησης είτε σε μορφή δικτύου.

Στην πρώτη περίπτωση οι συνδεόμενες έννοιες ιεραρχούνται από τη γενικότερη στην ειδικότερη και ακολουθούν συγκεκριμένη διάταξη δημιουργώντας ένα συγκεκριμένο κλάδο (οριζόντιο ή κάθετο) (Σχήμα 1). Στη δεύτερη περίπτωση δημιουργείται πλέγμα συνδέσεων καθώς κάθε μία από ορισμένες έννοιες συνδέεται με τις περισσότερες από τις υπόλοιπες. Οι έννοιες αυτές, λειτουργούν κατά κάποιο τρόπο σαν κόμβος σύνδεσης μεταξύ των διάφορων κλάδων του χάρτη. Το δίκτυο που δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο αναδεικνύει τις πολλαπλές σχέσεις που έχουν μεταξύ τους οι έννοιες που απεικονίζονται στο χάρτη (Σχήμα

2). Η πορεία σύνδεσης δύο ή περισσότερων εννοιών διαμέσου των γραμμών σύνδεσης δίνουν μια λογική πρόταση. Το σύνολο των προτάσεων που "διαβάζονται" σε ένα χάρτη εννοιών διαμορφώνουν ένα συγκεκριμένο κείμενο που περιγράφει τις έννοιες και τις μεταξύ τους σχέσεις.

Ανάπτυξη εννοιολογικών χαρτών

Η χαρτογράφηση εννοιών εφαρμόζεται με ποικίλους τρόπους που χαρακτηρίζονται από διαφορετικό βαθμό δυσκολίας. Η επιλογή του τρόπου εφαρμογής εξαρτάται από μεταξύ άλλων από το βαθμό εξοικείωσης των μαθητών με τη συγκεκριμένη μέθοδο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένοι, μεταξύ άλλων, προτεινόμενοι τρόποι εφαρμογής με αυξανόμενο βαθμό δυσκολίας (από το χαμηλότερο στον υψηλότερο) :

Το σύνολο των εννοιών που αφορούν στο θέμα μελέτης, οι συνδετικές λέξεις ή μικρές φράσεις καθώς επίσης και το διάγραμμα του χάρτη είναι διαθέσιμα στους εκπαιδευόμενους. Στην περίπτωση αυτή, οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να μελετήσουν τα διαθέσιμα στοιχεία και να επιλέξουν τις θέσεις του διαγράμματος (πλαίσια και συνδετικές γραμμές) όπου θα τα τοποθετήσουν.

Το σύνολο των εννοιών που αφορούν στο θέμα μελέτης καθώς επίσης και οι συνδετικές λέξεις ή μικρές φράσεις είναι διαθέσιμα στους εκπαιδευόμενους, οι οποίοι καλούνται να κατασκευάσουν οι ίδιοι το διάγραμμα και να διαμορφώσουν το χάρτη.

Οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να επεκτείνουν ένα προτεινόμενο ημιδομημένο χάρτη εννοιών προσθέτοντας νέες έννοιες και συνδετικές λέξεις ή φράσεις οι οποίες μπορεί να είναι διαθέσιμες ή όχι. Η δεύτερη εκδοχή αυξάνει το βαθμό δυσκολίας του τρόπου εφαρμογής της μεθόδου.

Οι έννοιες και οι συνδετικές λέξεις ή φράσεις επιλέγονται από τους ίδιους τους εκπαιδευόμενους μέσα από τη μελέτη κειμένου σχετικού με το θέμα διαπραγμάτευσης. Οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να επιλέξουν οι ίδιοι τις σημαντικότερες κατά την άποψη τους έννοιες που θα περιλάβουν στο χάρτη καθώς επίσης και τις συνδετικές λέξεις ή μικρές φράσεις για να προσδιορίσουν τις μεταξύ τους σχέσεις. Το διάγραμμα του χάρτη προσχεδιασμένο μπορεί να είναι διαθέσιμο ή όχι. Στη δεύτερη περίπτωση ο βαθμός δυσκολίας είναι ακόμη υψηλότερος.

Στην περίπτωση αυτή, που χαρακτηρίζεται από τον υψηλότερο βαθμό δυσκολίας, προτείνεται μόνο το θέμα μελέτης. Οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να προτείνουν οι ίδιοι τις έννοιες και τις συνδετικές λέξεις ή φράσεις που θα περιληφθούν στο χάρτη το διάγραμμα τον οποίο επίσης θα κατασκευάσουν οι ίδιοι.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο εφαρμογής της μεθόδου, οι εκπαιδευόμενοι κατασκευάζοντας ένα χάρτη εννοιών που αφορούν ένα θέμα ή ένα ερώτημα, καλούνται να εμβαθύνουν στη μελέτη



του συγκεκριμένου θέματος, να κατανοήσουν τις σχετικές έννοιες και τις μεταξύ τους σχέσεις όπως αυτές προσδιορίζονται από τις συνδετικές λέξεις και μικρές φράσεις. Οι χάρτες εννοιών που προκύπτουν από τη μελέτη ενός ίδιου θέματος από διαφορετικά άτομα μπορεί να είναι διαφορετικοί μεταξύ τους και να αναπαριστούν ποικίλες εκδοχές του θέματος μελέτης. Αυτό συμβαίνει καθώς ο συντάκτης ενός χάρτη μπορεί να εστιάζεται σε διαφορετικές έννοιες και να προσδιορίζει άλλες σχέσεις μεταξύ τους που να διαφοροποιούνται από εκείνες ενός άλλου συντάκτη.

Η παρουσίαση και συζήτηση των διαφορετικών εκδοχών χαρτογράφησης και η σύγκριση των χαρτών δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές, να εντοπίσουν λάθη ή παραλείψεις, να αναγνωρίσουν νέες έννοιες και σχέσεις αλληλεξάρτησης μεταξύ τους στις οποίες δεν εστιάστηκαν οι ίδιοι. Μέσα από τις διαδικασίες αυτές οι εκπαιδευόμενοι έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίσουν ποικίλες διαστάσεις του θέματος μελέτης και να αποκτήσουν συνολική αντίληψη του.

Εφαρμογή της μεθόδου – Παραδείγματα

Χάρτης ιεράρχησης

Στο παράδειγμα που ακολουθεί δίνονται οι έννοιες και οι συνδετικές φράσεις. Οι έννοιες που απεικονίζονται στο χάρτη ιεραρχούνται από τη γενικότερη στην ειδικότερη.

Έννοιες: φυσικό περιβάλλον, βιοτικούς παράγοντες, αβιοτικούς παράγοντες, κλίμα, ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα, λιθόσφαιρα, ζώα, φυτά, θάλασσα, ξηρά, θηλαστικά, αμφίβια, πτηνά, αέρας, νερό, πετρώματα, βροχή, άνεμος, θερμοκρασία.

Συνδετικές λέξεις ή φράσεις: περιλαμβάνουν, περιλαμβάνει, αλληλεπιδρούν, συνίσταται από, καθορίζεται από, ζουν, αποτελείται από, κυριαρχεί, όπως η, όπως η, όπως η.



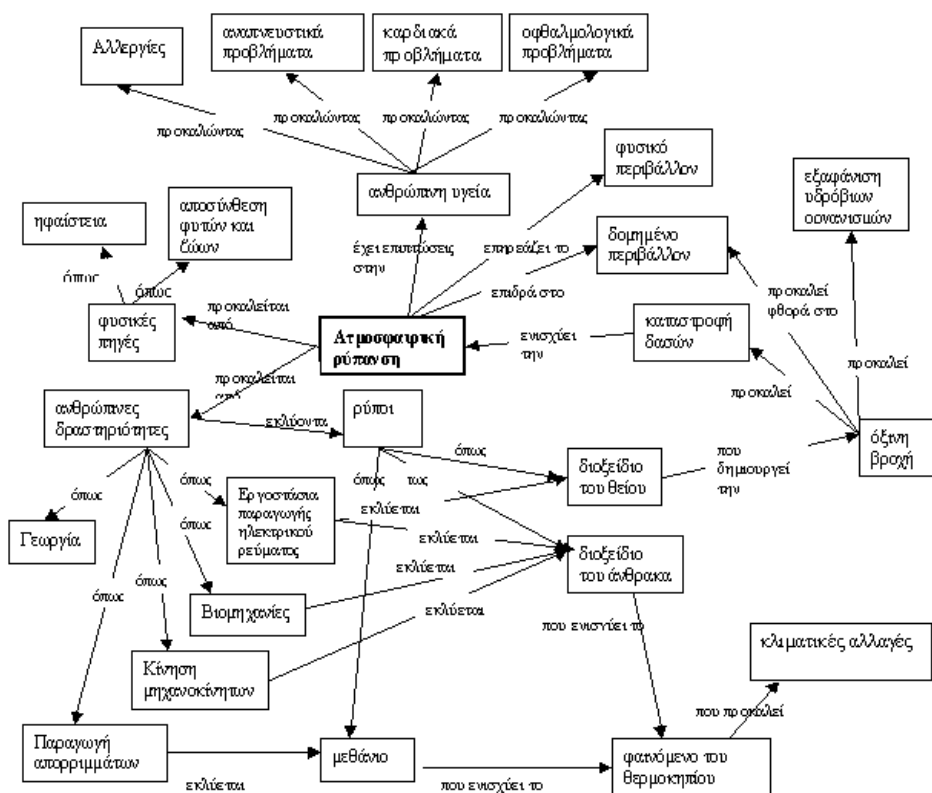
Σχήμα 1. Χάρτης ιεράρχησης [Πηγή: Δημητρίου (2009)].

Η ανάγνωση της πορείας των εννοιών, φυσικό περιβάλλον, βιοτικούς παράγοντες, αβιοτικούς παράγοντες δίνει την πρόταση: Το φυσικό περιβάλλον περιλαμβάνει βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες οι οποίοι αλληλεπιδρούν.

"Διαβάζοντας" την πορεία σύνδεσης των εννοιών που βρίσκονται στο αριστερό σκέλος του χάρτη διαμορφώνεται το ακόλουθο κείμενο: Το φυσικό περιβάλλον περιλαμβάνει αβιοτικούς παράγοντες που περιλαμβάνουν το κλίμα και τα περιβαλλοντικά υποστρώματα, όπως η ατμόσφαιρα που αποτελείται από αέρια, η υδρόσφαιρα όπου κυριαρχεί το νερό και η λιθόσφαιρα που αποτελείται από πετρώματα. Το κλίμα καθορίζεται από τη βροχή, τον άνεμο και τη θερμοκρασία.

Χάρτης δικτύου

Στο παράδειγμα που ακολουθεί παρουσιάζεται εννοιολογικός χάρτης σε μορφή δικτύου. Παριστάνονται μερικές από τις έννοιες που αφορούν την ατμοσφαιρική ρύπανση.



Σχήμα 2. Χάρτης δικτύου [Πηγή: Δημητρίου (2009)].



Βιβλιογραφία

Δημητρίου, Α. (2009). *Περιβαλλοντική εκπαίδευση: Περιβάλλον, αειφορία. Θεωρητικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις* (σελ. 248-254). Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.

Inspiration and Kidspiration Software <http://www.inspiration.com>

Novak, J.D., & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28, 117-153.

Novak, J. D., & A. J. Cañas (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them*. Technical Report IHMC CmapTools, Florida Institute for Human and Machine Cognition. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: [http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/Theory/](http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/Theory/UnderlyingConceptMaps.pdf)

[UnderlyingConceptMaps.pdf](http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/Theory/UnderlyingConceptMaps.pdf) (10/01/11).

Εργαστήριο 5^ο: Παραδείγματα - μεθοδολογίες ανακαλυπτικής μάθησης και επιμόρφωση εκπαιδευτικών στη διδασκαλία-μάθηση Φυσικών Επιστημών του Γυμνασίου

Σαράντος Ψυχάρης¹, Χρήστος Γκοτζαρίδης², Γιώργος Φασουλόπουλος³, Βασίλης Τσελφές⁴
⁵Διονύσης Κωνσταντίνου

¹Αναπληρωτής Καθηγητής, ΑΣΠΑΙΤΕ, spsycharis@gmail.com

²Σχολικός Σύμβουλος ΦΕ Θράκης, gotzar@sch.gr

³Φυσικός, gfasou@yahoo.gr

⁴ΤΕΑΠΗ-ΕΚΠΑ, tselfesv@ecd.uoa.gr

⁵Σχολικός Σύμβουλος Καρδίτσας

Περίληψη. Στο εργαστήριο θα παρουσιασθούν παραδείγματα ανακαλυπτικής μάθησης με γλώσσες προγραμματισμού(Java) και λογισμικά (Interactive Physics, Autograph κλπ) και οι εμπειρίες από τη μέχρι στιγμής εφαρμογή μιας σειράς σεμιναρίων γενικής επιμόρφωσης που πραγματοποιείται στη Θράκη, στο πλαίσιο του Προγράμματος: «Εκπαίδευση των παιδιών της μουσουλμανικής μειονότητας στη Θράκη». Σύμφωνα με την βιβλιογραφία η ανακαλυπτική μάθηση είναι μια διαδικασία στην οποία οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν επαγωγική λογική και επαγωγικές αιτιολογήσεις για να δημιουργήσουν υποθέσεις που μπορούν να ελεγχθούν και να αξιολογηθούν. Η ανακαλυπτική διαδικασία προσδιορίζεται από παράγοντες εξωτερικούς του εκπαιδευόμενου, όπως η πολυπλοκότητα του γνωστικού αντικείμενου, και από παράγοντες που σχετίζονται από τον εκπαιδευόμενο, όπως π.χ. η προηγούμενη γνώση, η ικανότητα δημιουργίας μοντέλων, οι δεξιότητες ανακάλυψης οι μεταγνωστικές δεξιότητες κλπ.. Η ανακαλυπτική μάθηση μπορεί να θεωρηθεί και ως μια δυαδική θεωρία όπου η «ανακάλυψη» είναι μια ερευνητική διαδικασία ανάμεσα στον χώρο των υποθέσεων και στον χώρο του πειράματος(φυσικού ή εικονικού). Στο εργαστήριο θα παρουσιασθούν παραδείγματα που θα συνδυάζουν την ανακαλυπτική μάθηση με τα μοντέλα προσομοίωσης και την αλγοριθμική διαδικασία καθώς και σεμινάρια γενικής επιμόρφωσης στο πλαίσιο του Προγράμματος: «Εκπαίδευση των παιδιών της μουσουλμανικής μειονότητας στη Θράκη».

Abstract. According to the research, discovery learning is a process in which the learner uses inductive reasoning to generate hypotheses that can be tested and evaluated by evidence. The discovery/scientific inquiry process of learners is determined by a number of external to the learner factors, e.g. the complexity of the discipline, the particular thematic unit, etc and by internal to the learner factors, like the motives, psychological factors (self esteem, locus of control etc), prior domain knowledge, model knowledge, discovery skills, metacognitive skills e.t.c. Klahr and Dunbar(1988) developed scientific discovery as dual search (SDDS) theory. This theory sees discovery as a search in two "spaces"—hypothesis space and experiment space—and provides the basis for identifying detailed processes of discovery by describing moves within and between these two spaces. During the Lab, we will present examples of discovery learning, which combine the creation of simple algorithmic models, the investigation during the discovery learning and the experiences from training courses in low secondary school for the education of the Muslim students in Thrace.

The inquiry based learning studies were supported by the project Pathway,
Project full title: " The Pathway to Inquiry Based Science Teaching "
Grant agreement no: 266624 and presented by Sarantos Psycharis.



Εισαγωγικά στοιχεία

Η κατασκευή μοντέλων από τον εκπαιδευόμενο-στο πλαίσιο της ανακαλυπτικής μάθησης- μπορεί να συνεισφέρει στην εννοιολογική αλλαγή αν τα μοντέλα περιέχουν α) δραστηριότητες προσανατολισμού(π.χ. διάκριση ανεξάρτητων-εξαρτημένων μεταβλητών, υποθέσεις για μαθηματικές σχέσεις ,σχεδιασμός πειραμάτων κλπ.), β) συστηματικές κανονικότητες(π.χ. μεταβολές ορισμένων μεταβλητών κάθε φορά), γ) δραστηριότητες αξιολόγησης(π.χ. διαχείριση και έλεγχος των αποτελεσμάτων) δ) δραστηριότητες λεπτομερούς ανάλυσης των φαινομένων αλλά επιπλέον και 1) δυνατότητες χρήσης εκφραστικών μοντέλων, 2) δυνατότητες ανάπτυξης αλγοριθμικής σκέψης και 3) διαδικασίες ρύθμισης της μάθησης.(Ψυχάρης, 2009; 2010, Pathway project, 2011)

Θεωρητικό πλαίσιο

Η χρήση των υπολογιστών στη Φυσική και γενικότερα στις Επιστήμες μπορεί να διαιρεθεί στις παρακάτω κατηγορίες: στην αριθμητική ανάλυση, στην οπτικοποίηση, στο συμβολικό χειρισμό, στην προσομοίωση και στην συλλογή δεδομένων. Η αριθμητική ανάλυση αναφέρεται στην εύρεση λύσεων ,σαφώς ορισμένων προβλημάτων, οι οποίες εκφράζονται σε αριθμητική μορφή και όχι σε συμβολική μορφή. Τέτοιες περιπτώσεις συναντάμε π.χ. στον υπολογισμό πολλαπλών ολοκληρωμάτων, την επεξεργασία πινάκων, την επίλυση μη γραμμικών διαφορικών εξισώσεων κλπ. Ο συμβολικός χειρισμός στηρίζεται στην εγγενή ιδιότητα των Μαθηματικών να διαχειρίζονται σύμβολα. Η χρήση των υπολογιστών στο συμβολικό χειρισμό αναφέρεται στα αφηρημένα σύμβολα των Μαθηματικών με τα οποία παρέχεται η δυνατότητα να λύνουμε παρόμοια προβλήματα χρησιμοποιώντας σύμβολα. Με την οπτικοποίηση δεδομένων μπορούμε να παρατηρήσουμε πρότυπα(patterns) τα οποία δύσκολα θα τα προσδιορίζαμε χωρίς να έχουμε οπτική αναπαράσταση των δεδομένων μέσω αναπαραστάσεων και γραφικών παραστάσεων. Επειδή συνήθως απαιτούνται περισσότερες από τρεις μεταβλητές για την ανάλυση ενός φαινομένου, η γραφικές παραστάσεις είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την κατανόηση του φαινομένου.

Τέτοια εργαλεία αναπτύσσονται συνεχώς που έχουν συνεισφέρει με πολλούς τρόπους στην βελτίωση της οπτικοποίησης. Ένα σημαντικό μέρος της Επιστήμης ασχολείται με την ανάπτυξη μοντέλων. Για να είναι ένα μοντέλο συνεπές με τις παρατηρήσεις, θα πρέπει να καταλάβουμε το μοντέλο και τις προβλέψεις του. Για να το κάνουμε αυτό θα πρέπει να υλοποιήσουμε το μοντέλο στον Η/Υ, δηλαδή να δημιουργήσουμε μοντέλα προσομοίωσης. Οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούν τα υπολογιστικά εργαλεία της αριθμητικής ανάλυσης και του συμβολικού χειρισμού ενώ δίνουν έμφαση στην ανακαλυπτική μορφή μάθησης. Τέλος οι υπολογιστές εμπλέκονται σε όλες τις φάσεις ενός πειράματος στο εργαστήριο, από το σχεδιασμό των συσκευών μέχρι τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων. Πολλές από τις ενέργειες που πραγματοποιούνται στο φυσικό εργαστήριο είναι αντίστοιχες με αυτές που εμφανίζονται στις προσομοιώσεις.(Gould et.al.,2006). Συχνά οι προσομοιώσεις με Η/Υ αναφέρονται και ως υπολογιστικά πειράματα εξαιτίας και των αναλογιών που παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1: Συγκριτική Παρουσίαση του φυσικού πειράματος και της υπολογιστικής προσομοίωσης

Φυσικό Εργαστήριο	Υπολογιστική Προσομοίωση
Δείγμα	Μοντέλο
Φυσικές Συσκευές	Πρόγραμμα στον Η/Υ
Ρύθμιση των Συσκευών	Έλεγχος του Προγράμματος
Μετρήσεις	Υπολογισμοί
Ανάλυση των Δεδομένων	Ανάλυση των Δεδομένων

Η θεωρία της μοντελοποίησης είναι πρωταρχικά μια θεωρία της επιστήμης αλλά και μια θεωρία «περί» της επιστημονικής θεωρίας και πρακτικής και συνδέεται και με την φιλοσοφία της επιστήμης. Ένα μοντέλο είναι ένα εννοιολογικό σύστημα το οποίο απεικονίζεται(προβάλλεται)-στο πλαίσιο μιας θεωρίας-σε ένα ειδικό μοτίβο-πρότυπο(pattern) του πραγματικού κόσμου με σκοπό να αναπαραστήσει το κάθε φαινόμενο αξιόπιστα και ως προς το περιεχόμενο και ως προς τις λειτουργίες του, πάντα όμως ενταγμένο στο πλαίσιο μιας ήδη καθιερωμένης θεωρίας (Halloun, 2006).

Σύμφωνα με τους (Tseitin & Gallili,2005) το μοντέλο είναι ο ενδιάμεσος «πράκτορας» ανάμεσα στα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου και ενός συστήματος από βασικές αρχές (θεωρία). Το μοντέλο μπορεί να έχει διερευνητικές λειτουργίες (περιγραφή μοτίβων, εξηγήσεις, προβλέψεις) και «επινοητικές» λειτουργίες όπως έλεγχο ή αλλαγή των υπαρχόντων συστημάτων -τα οποία μελετάμε-ώστε να παραγάγουν μοτίβα –patterns που να αντιστοιχούν στο μοντέλο ή ακόμα και παραγωγή δεδομένων από ένα μοτίβο ώστε να αντιστοιχούν σε ένα φυσικό σύστημα. Η θεωρία των μοντέλων, ως παιδαγωγική θεωρία για την εκπαίδευση στις Επιστήμες, σχετίζεται με γνωστικές διαδικασίες που αναπτύσσονται με τη χρήση των μοντέλων και το αναλυτικό πρόγραμμα –σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης-ώστε να δημιουργηθεί ένα ειδικό «σώμα γνώσης» αλλά και δεξιότητες που συνδέονται με την επιστημονική θεωρία και πρακτική. Μια ολοκληρωμένη θεωρία της μοντελοποίησης στην εκπαίδευση θα μπορούσε να βοηθήσει στην ανάπτυξη τρόπων γνώσης και μάθησης που θα είναι κοντά με την επιστημονική αιτιολόγηση και έρευνα αν:

α) χρησιμοποιηθούν κατάλληλα σχήματα μοντέλων που δεν θα κρύβουν και θα «ενοχοποιούν» την επιστημονικότητα των μοντέλων και

β) θα βοηθούν τους εκπαιδευόμενους να αναπτύξουν αιτιολογήσεις με βάση το μοντέλο (model-based reasoning) (Nersessian & Patton, 2009; Nersessian, 2002).

Ένα σενάριο ανακαλυπτικής μάθησης σχετίζεται με την ένταξη της διαδικασίας της μάθησης σε ένα πολύπλοκο, ρεαλιστικό και πραγματικό περιβάλλον, δηλαδή με την εμπλοκή των εκπαιδευόμενων σε ρεαλιστικά -αυθεντικά καθήκοντα με χρήση μοντέλων προσομοίωσης. Μια άλλη συνιστώσα του «ανακαλυπτικού» σεναρίου αφορά την σχέση των διδακτικών στρατηγικών με την έρευνα. Κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διδακτικής ακολουθίας θα πρέπει να εγείρονται ερωτήματα όπως(Flick, & Lederman,2006).

1. έχουν εμπλακεί οι εκπαιδευόμενοι στην επιστημονική διαδικασία;
2. είναι οι διδακτικές στρατηγικές ενταγμένες στην επιστημονική διαδικασία;

Ένα διδακτικό μοντέλο –σενάριο ανακαλυπτικής μάθησης θα πρέπει οπωσδήποτε να περιλαμβάνει τις εξής δομές: εμπλοκή, διερεύνηση, εξήγηση, λεπτομερή ανάπτυξη και αξιολόγηση, ώστε να είναι συμβατό και με τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης σύμφωνα με τις οποίες ο εκπαιδευόμενος χτίζει μόνος του τη γνώση όταν του δίνεται η δυνατότητα να μετασχηματίσει τα νοητικά του μοντέλα σε εννοιολογικά.



Οι δραστηριότητες του Εργαστηρίου

Το πρώτο μέρος του εργαστηρίου θα αφιερωθεί στα :

1. Παρουσίαση της ραδιενεργού διάσπασης ,κίνησης πλανητών με τη χρήση της Java
2. Πόσες φορές πρέπει να ρίχνουμε καρύδια και από ποιο ύψος για να σπάσουν. Ένα διεπιστημονικό παράδειγμα ανακαλυπτικής μάθησης που συνδυάζει Μαθηματική –Φυσική με το λογισμικό Autograph
3. Ένα ανακαλυπτικό μοντέλο για την τριβή με τη χρήση του Interactive Physics(Δ.Κωνσταντίνου)

Στο δεύτερο μέρος (Επιστημονικός υπεύθυνος Β.Τσελφές), Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στη διδασκαλία-μάθηση Φυσικών Επιστημών του Γυμνασίου, παρουσιάζονται οι εμπειρίες από τη μέχρι στιγμής εφαρμογή μιας σειράς σεμιναρίων γενικής επιμόρφωσης που πραγματοποιείται στη Θράκη, στο πλαίσιο του Προγράμματος:

«Εκπαίδευση των παιδιών της μουσουλμανικής μειονότητας στη Θράκη» (Επιστημονικός υπεύθυνος Β.Τσελφές).

Τα σεμινάρια εξελίσσονται σε τρεις διδακτικές ώρες το καθένα, με θεωρητική στήριξη, εφαρμογή σε πραγματική τάξη και την τρίτη ώρα με συζήτηση της διαδικασίας. Εστιάζουν δε στη διαφοροποιημένη διαχείριση του διαφορετικού: μαθητή, εκπαιδευτικού, περιεχομένου.

Βιβλιογραφία

- Flick,L., & Lederman,N.,(2006). Scientific Inquiry and Nature of Science. Kluwer Academic Publishers
- Gould,H.,Tobochnik, J. & Christian,W. Introduction to Computer Simulation Methods Addison-Wesley (2006).
- Halloun,I.(2006). Modeling Theory in Science Education. . Dordrecht: Kluwer Academic Publishers / Springer.
- Nersessian, N. J. (2002) The cognitive basis of model-based reasoning in science. In Carruthers, P., Stich, S. & Siegal, M. (eds.) The Cognitive Basis of Science. 133--153. Cambridge University Press.
- Nersessian, N.J. & Patton, C. (2009). "Model-based reasoning in interdisciplinary engineering", The Handbook of the Philosophy of Technology & Engineering Sciences, A. W. M. Meijers, ed., Springer.
- Tseitlin ,M.& Gallili,I.(2005). Physics Teaching in the Search for Its Self. Science & Education (2005) 14.
- Ψυχάρης,Σ.(2009):Εισαγωγή των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας(ΤΠΕ) στην Εκπαίδευση-Παιδαγωγικές Εφαρμογές των ΤΠΕ. Εκδοτικός Οίκος Παπαζήση. ISBN: 978-960-02-2318-7 ΤΟΜΟΣ ΠΡΩΤΟΣ
- Ψυχάρης,Σ.(2010):Εισαγωγή των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας(ΤΠΕ) στην Εκπαίδευση-Παιδαγωγικές Εφαρμογές των ΤΠΕ. Εκδοτικός Οίκος Παπαζήση. ΤΟΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΣ. ISBN:978-960-02-2434-4

Ευρετήριο Συγγραφέων

- Archer, 27
 Ben-Zvi, 588, 1109
 DeWitt, 27
 Dillon, 27
 Hofstein, 588, 1109
 Johnson, 40
 Osborne, 27
 Roberts, 40
 Schwartz, 588, 1109
 Willis, 27
 Wong, 27
 Αβραάμ, 390
 Αθανασίου, 406, 414, 422, 961
 Αθανασοπούλου, 439
 Αλεξιάδης, 325
 Αλκιβιάδου, 364
 Αλχασίδης, 340
 Αντωνίου, 639
 Αντώνογλου, 863
 Αποστόλου, 275
 Αποστολούμη, 257
 Ασημόπουλος, 138
 Αυγερινού, 970
 Αυγητίδου, 517
 Βαβουγιός, 1021
 Βαζούρα, 275
 Βαλαδάκης, 176, 178, 185, 191
 Βαρσάμη, 997
 Βαρσάμου, 1063
 Βασιλείου, 596
 Βάτσιος, 1086
 Βαχλιώτης, 854
 Βελέντζας, 129
 Βλάσση, 308, 317
 Βλάχου, 588
 Βοσνιάδου, 291
 Βουδούκης, 212
 Βυθοπούλου, 1055
 Γαλανοπούλου, 300, 783
 Γαρυφαλλίδου, 203
 Γεωργόπουλος, 696
 Γιαλαμάς, 800
 Γιαλλούση, 800
 Γιαννίτσιου, 774
 Γκάμα, 970
 Γκαντώνας, 961
 Γκατζόπουλος, 961
 Γκέκος, 837
 Γκερτσάκης, 621
 Γκικοπούλου, 220, 740, 1046
 Γκόγκου, 970
 Γκοτζαρίδης, 1138
 Γρηγοριάδης, 257
 Γρηγορίου, 926, 1055
 Δάκος, 1006
 Δεβελάκη, 871
 Δημητριάδη, 113
 Δημητριάδου, 340
 Δημητρίου, 1132
 Δρακοπούλου, 1079
 Δρόλαπας, 749
 Ευαγγελοπούλου, 447, 457
 Ευαγγέλου, 228
 Ζαφειριάδης, 197, 201
 Ζέρβας, 961
 Ζλάτη, 970
 Ζουπίδης, 151, 525, 1119
 Ζωγόπουλος, 348
 Θάνος, 176, 178, 185, 191
 Ιμβριώτη, 731
 Καλκάνης, 212, 220, 283, 740, 749, 926, 1038, 1046, 1055, 1127
 Καλλέρη, 168, 808
 Καλογιαννάκης, 704
 Καμπουράκης, 72, 83
 Καμπούρης, 176, 178, 185, 191
 Καραβελάκη-Καπλάνη, 257
 Καρακασίδης, 1021
 Καρακώστα, 475
 Καραλιώτα, 308, 317, 596
 Καραόγλου, 467
 Καραχάλιου, 846
 Καριώτογλου, 19, 21, 24, 151, 517, 525, 1119
 Καρνέζου, 517
 Καρούντζου, 1104
 Καρτσιώτου, 248
 Καρύδας, 580
 Κασσέτας, 176, 178, 185, 191
 Κατάκος, 422
 Κατσίκης, 988
 Κεραμιτσόπουλος, 970
 Κλωνάρη, 355
 Κόκκαλης, 970
 Κολτσάκης, 176, 178, 185, 191
 Κοτσίνας, 533, 542, 551
 Κουκά, 291
 Κουλουγλιώτης, 837
 Κουλουμπαρίτση, 783
 Κουμαράς, 500
 Κουμπάρου, 414



- Κουντουριώτης, 2, 561
 Κυνηγός, 508
 Κυράτση, 146
 Κυριακόπουλος, 176, 178, 185, 191
 Κυριακούδη, 414
 Κωλέτσου, 1013
 Κωνσταντίνου, 159, 364, 390, 484, 889, 1138
 Κώστουλλου, 889
 Κώτσης, 228, 238, 467, 533, 542, 551, 696, 944
 Λαζαρίδης, 406
 Λαζάρου, 431
 Λαμπρινός, 961, 970, 979
 Λεύκος, 670
 Λιβιτζής, 159
 Λύτρα, 308
 Μαλανδράκης, 151, 621
 Μαλκοπούλου, 1132
 Μαλλικούρη, 1055
 Μανδρίκας, 382
 Μαντζουρίδης, 492
 Μαρμαρωτή, 300
 Μαυραγάνη, 439
 Μαυρικάκη, 406
 Μαυροδή, 792
 Μικρόπουλος, 197, 198, 696
 Μιτζήθρας, 283
 Μιχαήλ, 687
 Μίχας, 447, 457, 561
 Μόγιας, 658
 Μολοχίδης, 168, 934
 Μοσχοχωρίτου, 325
 Μουρούζης, 176, 178, 185, 191
 Μουστάκα, 1071
 Μπαγιάτη, 648
 Μπασματζίδης, 961
 Μπέλλου, 696
 Μπενιάτα, 613
 Μπούρμπουλα, 1046
 Μωραΐτης, 176, 178, 185, 191
 Νάκου, 604
 Νίκας, 961
 Οικονομίδης, 212, 1038
 Παναγιωτόπουλος, 176, 178, 185, 191
 Πανταζή, 372, 588
 Παπαβασιλείου, 630
 Παπαγεωργίου, 2, 14, 687, 713, 792, 817
 Παπαδημητρίου, 267
 Παπαδοπούλου, 422, 431, 961
 Παπαδούρης, 364, 390, 484
 Παπαευριπίδου, 159
 Παπαλεξόπουλος, 1021
 Παπαρρηγοπούλου, 1030
 Παππά, 102
 Παρασκευάς, 571, 934
 Παρούση, 829, 1063
 Πατρινόπουλος, 475
 Πάττα, 1030
 Παυλάτου, 800
 Πετράτου, 783
 Πετρίδου, 908
 Πετσιμέρη, 837
 Πιερράτος, 176, 178, 185, 191, 500
 Πολατίδου, 1119
 Πολάτογλου, 500
 Πούρης, 439
 Πριμεράκης, 500
 Πρίνου, 766
 Προμπονά, 475
 Ρέλλου, 979
 Ρίζος, 467
 Ρούμκος, 817
 Ρούσσου, 508
 Σάλτα, 332, 837, 846, 854
 Σαμιακός, 176, 178, 185, 191
 Σιγάλας, 197, 199, 863, 1006
 Σκάρκος, 621
 Σκήπας, 970
 Σκορδούλης, 110, 382, 492, 758, 766, 881
 Σμυρναίου, 508
 Σούλιος, 899
 Σπανός, 1086
 Σπάρταλη, 325
 Σπηλιωτοπούλου, 687, 774
 Σπυράτου, 952
 Σπύρτου, 146, 151, 525, 1119
 Σταμοβλάσης, 713
 Σταράκης, 398
 Σταύρου, 138
 Στεφανίδου, 881
 Στράγκα, 740
 Στύλος, 944
 Σχολινάκη, 159
 Σωτηρόπουλος, 283
 Ταμπάκης, 758, 1079
 Ταραμόπουλος, 679
 Τάτση, 92
 Τέγος, 621
 Τζαμπερή, 639
 Τζαμπερή, 630, 639
 Τζήμος, 721
 Τζουγκράκη, 332, 846, 854
 Τσάκωνας, 220
 Τσάπαλη, 613

Τσαπαρλής, 68, 72, 83, 92, 102, 291, 372, 588,
604, 1109
Τσάρπα, 1095, 1123
Τσελφές, 49, 613, 829, 952, 1063, 1138
Τσέου, 917
Τσίρος, 571
Τσιτσιπής, 713
Τσούλος, 72, 83
Φασουλόπουλος, 176, 178, 185, 191, 1138
Φαχαντίδης, 275
Φερρεντίνου, 1021
Χαλατζογλίδης, 704

Χαλκιά, 110, 113, 129, 398, 492, 766
Χαμάλης, 1013
Χαραλάμπους, 1055
Χαριστός, 863
Χαρίτος, 332
Χαρτζάβαλος, 1109
Χατζηδάκη, 121
Χατζηκρανιώτης, 146, 168, 670, 679, 908
Χατζηλουκά, 159, 889
Χουλιαροπούλου, 317
Ψύλλος, 58, 168, 670, 679, 899, 908, 934
Ψυχάρης, 704, 1138