

“Η Φυσική με Πειράματα, Α΄ Γυμνασίου”.

Μια διδακτική πρόκληση, μπορεί να εξελιχθεί σε διδακτική ευκαιρία;

Γιώργος Φασουλόπουλος

Εισαγωγή

Στην εργασία σχολιάζεται η εισαγωγή του μαθήματος Φυσικής την σχολική χρονιά 2013-14 στην Α΄ Γυμνασίου. Παρά την αμηχανία που προκύπτει από την απρογραμμάτιστη και αιφνίδια εισαγωγή χωρίς δοκιμασμένο και θεσπισμένο αναλυτικό πρόγραμμα, όσοι την αντιλαμβάνονται ως ευκαιρία οργανικής σύνδεσης των αναλυτικών προγραμμάτων Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) του Δημοτικού με εκείνα του Γυμνασίου ή, ακόμα πιο φιλόδοξα, ως νέα αφετηρία για την εργαστηριακή διδασκαλία της Φυσικής, πρέπει να έχουν κατά νου τρία ισχυρά δυσμενή εμπειρικά τεκμήρια. Το πρώτο αφορά στην αρνητική αντιμετώπιση της Φυσικής από τους μαθητές, ενδεχομένως λόγω και του πιο αφηρημένου χαρακτήρα της - γενικοί νόμοι και μαθηματικός φορμαλισμός- (Osborne, Simon and Collins, 2003). Το δεύτερο τεκμήριο αφορά την αδυναμία ανάπτυξης εργαστηριακής παράδοσης στη διδασκαλία της Φυσικής, παρά τις προσπάθειες των Σχολικών Συμβούλων και των υπευθύνων Ε.Κ.Φ.Ε.. Ως αιτίες μεταξύ άλλων, αναφέρονται η διαχείριση των

εργαστηριακών δραστηριοτήτων με οδηγίες ρουτίνας και συνακόλουθα η απουσία αυθεντικών ερωτημάτων, ικανών να πυροδοτήσουν τον πειραματισμό στο σχολικό εργαστήριο (Science Education NOW, 2007). Το τρίτο τεκμήριο σχετίζεται με το τρέχον κοινωνικό κλίμα που προκαλεί την απαξία των μαθητών για την προσφερόμενη γνώση, ενδεχομένως λόγω της χαμηλής προσδοκίας τους για επαγγελματική αποκατάσταση συνδεδεμένη με τις σπουδές (Κάτσικας, 2013).

Με διάθεση να υποστηριχθεί η συγκεκριμένη καινοτομία, επιχειρώ σύντομη προσέγγιση του υποστηρικτικού υλικού που προτείνεται από το Υπουργείο Παιδείας (Καλκάνης *et al.*, 2013), με στόχους την κατανόηση του πνεύματος που το καθοδηγεί και την ανάδειξη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των διδακτικών πρακτικών που προτείνει. Αυτή η διερεύνηση θα μπορούσε να διευκολύνει την εξειδίκευση και διαφοροποίηση της διδασκαλίας, ανάλογα με το μαθητικό δυναμικό που ο κάθε καθηγητής ΠΕ04 αντιμετωπίζει.

Διδακτική Θεώρηση

Οι συγγραφείς αντιλαμβάνονται τη διδασκαλία στις Φ.Ε. ως «*ανάλογη με την επιστημονική έρευνα*» και υπογραμμίζουν ότι, «*εφαρμόζουμε την επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση. Απαραίτητο συστατικό και αυτής της μεθόδου είναι το πείραμα*» (Καλκάνης *et al.* 2013, σελ. 5/76). Αυτές οι ρητές διατυπώσεις επαναφέρουν την αισιόδοξη διδακτική άποψη της δεκαετίας του 60 που αντιλαμβανόταν τον μαθητή των Φ.Ε. ως μικρό ερευνητή και παραγνώριζε το εύρος των νοητικών και πρακτικών δεξιοτήτων που απαιτούνται, αλλά και τα διαφορετικά προσωπικά κίνητρα και πολιτισμικές αξίες των μαθητών απ' αυτές των επιστημόνων (Χαλκιά, 2008, σελ.102). Σύμφωνα με την κριτική που έχει διατυπωθεί, οι μαθητές μπορούν να ανακαλύψουν γνώση με έντονα αντιληπτικά χαρακτηριστικά, όχι όμως έννοιες, ερμηνευτικά μοντέλα και το μικρόκοσμο (Καριώτογλου, 2006, σελ.32).

Ο κύριος διδακτικός σκοπός των συγγραφέων αφορά την ποσοτική επεξεργασία των μετρήσεων ή με τα λόγια των ιδίων «*σκοπός του μαθήματος είναι η ομαλή μετάβαση των μαθητών από την περιγραφική προσέγγιση των φυσικών εννοιών και των φυσικών φαινομένων στο δημοτικό σχολείο στην αυστηρότερη και, κυρίως, ποσοτική προσέγγισή τους ως φυσικά μεγέθη και φυσικές διαδικασίες, αντίστοιχα, στο γυμνάσιο*» (σελ. 6/76).

Το διδακτικό υλικό προτείνει δώδεκα φύλλα εργασίας που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής. Τα πρώτα τέσσερα (1^ο-4^ο) επιδιώκουν την εξοικείωση των μαθητών με μετρήσεις μήκους, χρόνου, μάζας και

θερμοκρασίας. Άλλα τέσσερα (5^ο, 6^ο, 7^ο και 9^ο) αναφέρονται στα φαινόμενα: θερμική ισορροπία, αλλαγές φάσεων του νερού, ακανόνιστη διαστολή του νερού, φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στα τρία τελευταία από αυτά επιλέγονται ως πεδίο εφαρμογής περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως ο κύκλος του νερού, η διατήρηση της υδρόβιας ζωής όταν παγώνουν λίμνες και θάλασσες και η υπερθέρμανση του πλανήτη. Τα υπόλοιπα τέσσερα φύλλα (8^ο, 10^ο, 11^ο και 12^ο) εστιάζουν σε τεχνολογικές κατασκευές, δίνοντας λεπτομερείς οδηγίες κατασκευής μοντέλων του ηλιακού θερμοσίφωνα, της ηλεκτρικής ασφάλειας, του ηλεκτροκινητήρα και της ηλεκτρογεννήτριας.

Αξίζει να επισημανθούν δυο διαφοροποιήσεις στη διαχείριση του υλικού σε σχέση με τις διδακτικές αρχές και τους σκοπούς που επικαλούνται οι συγγραφείς. Η μια, εσωτερική στο βιβλίο, αφορά την υποβάθμιση της ποσοτικής πειραματικής διαδικασίας στις τέσσερις δραστηριότητες που αφορούν τις τεχνολογικές κατασκευές. Έτσι προτείνονται μόνον δυο θερμομετρήσεις και τέσσερις απλές βολτομετρήσεις στο σύνολο των τεσσάρων «τεχνολογικών» φύλλων εργασίας, ενώ στις τρεις δραστηριότητες που αφορούν περιβαλλοντικά θέματα, προβλέπονται τρεις μακρόχρονες καταγραφές θερμοκρασιών (η κάθε μία για χρόνο μεγαλύτερο από 15 λεπτά) και η κατασκευή των σχετικών διαγραμμάτων. Η δεύτερη διαφοροποίηση αναφέρεται στην υποβάθμιση των μικροσκοπικών ερμηνειών σε σχέση με τα βιβλία του Δημοτικού. Οι μικροσκοπικές ερμηνείες παραπέμπονται στο

τελευταίο δισέλιδο του διδακτικού υλικού «Ο μικρόκοσμος συγκροτεί και εξηγεί το Μακρόκοσμο» (σελ.57&58/76), όπου προτείνεται σχετικό ψηφιακό υλικό που έχει αναρτηθεί στο διαδίκτυο από μέλη της συγγραφικής ομάδας και αποτελούν αντικείμενο μόνο δυο ερωτήσεων «εφαρμογής». Αντιθέτως στα βιβλία του Δημοτικού (Αποστολάκης *et al.*, 2006) οι μικροσκοπικές περιγραφές αποτελούν προνομιακό τρόπο διαχείρισης (Κουμαράς, 2007). Αυτή η υποβάθμιση δεν συνάδει ούτε με την ηλικιακή ωρίμανση των μαθητών από το Δημοτικό στο Γυμνάσιο, ούτε με τις βασικές διδακτικές αντιλήψεις των ερευνητών - μελών της συγγραφικής ομάδας που επιχειρηματολογούν σχετικά με «την ανάδειξη του εκπαιδευτικού προτύπου του μικροκόσμου για την ερμηνεία των φαινομένων του μακροκόσμου ... στην ύστερη πρωτοβάθμια εκπαίδευση,...» (Καλκάνης, 2009).

Οι δυο αποκλίσεις από την ισχυρή θέση περί «αναλογίας επιστήμης και διδασκαλίας των Φ.Ε.», δηλαδή η υποβάθμιση του μικροσκοπικού μοντέλου και η υποβάθμιση της ποσοτικοποίησης στις τεχνολογικές κατασκευές καθώς και η επιλογή περιεχομένου χαμηλής αφάιρεσης που αφορά περιβαλλοντικά ζητήματα και τεχνολογικές κατασκευές, συνάδουν με την τρέχουσα διεθνή πολιτική για τα αναλυτικά προγράμματα, που προβλέπουν λιγότερο περιεχόμενο και περισσότερες δραστηριότητες (National Research Council, 2012). Το πρόβλημα βέβαια είναι ότι οι δραστηριότητες που διεθνώς προωθούνται είναι διερευνητικές με στόχο την

καλλιέργεια της μεθοδολογίας και τη δημιουργία στάσεων.

Διδακτικοί Μετασχηματισμοί Επιστημονικών Μοντέλων

Μελετώντας το υπό συζήτηση διδακτικό υλικό, συνάντησα τρεις ιδιότυπους μετασχηματισμούς περιεχομένου. Πρόκειται για εξειδικεύσεις θεωρητικών απόψεων της Φυσικής και της μεθοδολογίας της που καθοδηγούν την κατασκευή εργαστηριακών δραστηριοτήτων για εκπαιδευτικούς λόγους. Αφορούν τη σχέση μάζας και βάρους, το νόημα της μέσης τιμής στο εργαστήριο Φ.Ε. και στις δημοσκοπήσεις και τον χειρισμό του πολυπαραγοντικού μοντέλου της υπερθέρμανσης της Γης.

Το πρόβλημα χειρισμού της μάζας και των διαδικασιών μέτρησής της, αφορά την αρχή λειτουργίας των ζυγών που στηρίζεται στις παραμορφώσεις ελατηρίων που προκαλούνται από τις βαρυτικές δυνάμεις των μετρούμενων μαζών, ενώ οι ίδιες οι μάζες μετρούνται έμμεσα. Οι διδακτικές προτάσεις για το χειρισμό του ζητήματος συνήθως υιοθετούν την αδιαφοροποίητη έννοια μάζα-βάρος, όπως γίνεται στη χημεία. Σπανιότερα, προτείνονται εκτιμήσεις της μάζας μέσα από τα αδρανειακά χαρακτηριστικά της. Οι συγγραφείς (σελ. 12/76) επιλέγουν μια ιδιόμορφη εναλλακτική διδακτική λύση νομιμοποίησης του ζυγού με ελατήριο ως οργάνου μέτρησης της μάζας. Προτείνουν βαθμονόμηση ενός ελατηρίου, ελέγχοντας τις μεταβολές που προκαλεί στο μήκος του ελατηρίου η μάζα και όχι το βάρος. Το βάρος που αποτελεί τον αιτιακό παράγοντα λειτουργίας του ζυγού, προκύπτει υπολο-

γιστικά από τη μάζα, αντιστρέφοντας την αρχή λειτουργίας του οργάνου. Δεν πρόκειται για περίπτωση «επιστημονικού λάθους» αλλά για επιλεγμένο διδακτικό μετασχηματισμό.

Το δεύτερο ζήτημα αφορά τη μεθοδολογία των μετρήσεων. Οι συγγραφείς προτείνουν (σελ. 20&21/76) εκτιμήσεις της περιόδου ενός εκκρεμούς από δυο ομάδες μαθητών που χρησιμοποιούν η κάθε μία, χρονόμετρα διαφορετικής ακρίβειας (δευτερολέπτου η μια και εκατοστών του δευτερόλεπτου η άλλη). Ο κάθε μαθητής μιας ομάδας, ταυτόχρονα με όλους τους άλλους, εκτιμά μια τιμή της περιόδου του εκκρεμούς. Στη συνέχεια προτείνεται η άθροιση των περιόδων που εκτιμά ο κάθε χρονομέτρης-μαθητής και το άθροισμα διαιρείται με τον αριθμό των μαθητών της ίδιας ομάδας. Δηλαδή υπολογίζεται η «μέση τιμή» της περιόδου που εκτιμά η ομάδα που εργάζεται με τον ίδιο τύπο χρονομέτρου. Εκείνο που εκφράζει αυτή η «μέση τιμή» είναι η μέση ικανότητα μιας ομάδας μαθητών στις μετρήσεις χρόνου με τον συγκεκριμένο τύπο χρονομέτρου. Αυτή η τεχνική επομένως, δεν έχει σχέση με τις εργαστηριακές μεθόδους Φυσικής αλλά με τις δημοσκοπικές τεχνικές που ακολουθούν οι κοινωνικές έρευνες όταν διερευνούν τάσεις, απόψεις ή ικανότητες πληθυσμών. Ως πλεονέκτημα αυτής της διδακτικής απόφασης αναγνωρίζω την ενδεχόμενη μετωπική ενεργοποίηση μεγάλου αριθμού μαθητών και θα κριθεί από την ένταση και την ποιότητα της συζήτησης που θα προκληθεί σχετικά με το θέμα της ακρίβειας των διαφορετικών χρονομέτρων, παρά το «δημοσκοπικό» τρόπο

υπολογισμού της μέσης τιμής, αρκεί να υπολογιστούν οι μέσες τιμές με τα διαφορετικής ακρίβειας χρονόμετρα από την ίδια ομάδα.

Τέλος, θα αναφερθώ στο 9^ο φύλλο εργασίας «*το φαινόμενο του θερμοκηπίου υπερ-θερμαίνει*» (σελ.52-56/76), όπου προτείνεται μια εργαστηριακή διαδικασία γνωστή και ως «θερμοκήπιο στο μπουκάλι», όπου τεχνητή ατμόσφαιρα εμπλουτισμένη με διοξείδιο όταν φωτίζεται με λαμπτήρα πυράκτωσης, αυξάνει αισθητά τη θερμοκρασία της σε χρονική διάρκεια 15-20 λεπτών σε σχέση με το περιβάλλον. Οι Wagoner *et al.* (2010) κριτικάρουν εργαστηριακά και με μαθηματικά μοντέλα την κατασκευασμένη σε κλειστό διαφανές δοχείο ατμόσφαιρα εμπλουτισμένη με διοξείδιο που φωτίζεται με λαμπτήρα πυράκτωσης. Οι ερευνητές αναδεικνύουν ότι η θερμοκρασιακή αύξηση δεν οφείλεται στην απορροφητικότητα του διοξειδίου στο υπέρυθρο, όπως προβλέπει το μοντέλο υπερθέρμανσης, αλλά στην διαφορά πυκνότητας μεταξύ διοξειδίου και αέρα που ελαττώνει τη μεταφορά θερμικής ενέργειας εμποδίζοντας έτσι την ανάμειξη με τον εξωτερικό αέρα. Χρησιμοποιούν ως αέριο σύγκρισης το Αργό που δεν απορροφά στο υπέρυθρο, αλλά έχοντας συγκρίσιμη πυκνότητα με το διοξείδιο δημιουργεί παρόμοια θερμοκρασιακή άνοδο, χωρίς να είναι αέριο θερμοκηπίου. Επισημαίνω ότι αυτή η εκπαιδευτική δραστηριότητα είναι γνωστή στην εκπαιδευτική κοινότητα και αποδίδει θετικά διδακτικά αποτελέσματα (Lueddecke *et al.*, 2001). Αλλά, όπως συνοψίζουν οι Wagoner

et al, πρόκειται για περίπτωση «καλών» αποτελεσμάτων με «κακή» επιστημονική ερμηνεία. Οι Σκορδούλης και Σωτηράκου (2005, σελ.252) αξιολογούν τα οικολογικά μοντέλα ανάλογα με το αν περιγράφουν τα αίτια που ρυθμίζουν τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος και με το αν προβλέπουν τη συμπεριφορά του. Στην περίπτωση του «θερμοκηπίου στο μπουκάλι» δεν ικανοποιείται κανείς από τους δυο όρους. Αυτή η ελλειμματική διαχείριση υπογραμμίζει τα ιδιαίτερα προβλήματα που προκύπτουν όποτε χρησιμοποιούνται απλά θεωρητικά μοντέλα και συναφείς εργαστηριακές αναλογίες για να αναπαραστήσουν σύνθετα περιβαλλοντικά ζητήματα.

Εργαστηριακοί Διδακτικοί Χειρισμοί

Οι συγγραφείς αντιλαμβάνονται την εργαστηριακή διαδικασία με τα ακόλουθα βήματα: «*Τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση είναι: α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι, β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω, γ. ενεργώ, πειραματίζομαι, δ. συμπεραίνω, καταγράφω και ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω*» (σελ.7/76) και προκρίνουν την ποσοτική επεξεργασία των μετρήσεων σε σχέση με την αντίστοιχη περιγραφική διαχείριση των πειραμάτων στο Δημοτικό. Θα επιχειρήσω να ελέγξω τις πειραματικές δραστηριότητες που προτείνονται στα κρίσιμα πεδία «*γ. ενεργώ, πειραματίζομαι*» και «*ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω*» καθώς και τον τρόπο που εξελίσσεται η ποσοτικοποίηση των πειραμάτων.

Η ποσοτική επεξεργασία των μετρήσεων εισάγεται στα πρώτα τέσσερα φύλλα εργασίας που επιδιώκουν την εξοικείωση των μαθητών με τις έννοιες των πειραματικών αβεβαιοτήτων (εκτίμηση της ακρίβειας των οργάνων μέτρησης και υπολογισμός της μέσης τιμής πολλών μετρήσεων). Αυτές όμως οι έννοιες και δεξιότητες που άπτονται της μεθοδολογίας των μετρήσεων δεν θα απαιτηθούν ούτε θα εφαρμοστούν στα επόμενα «περιβαλλοντικά» και «τεχνολογικά» φύλλα εργασίας, που αποτελούν τον βασικό περιεχόμενο του υλικού. Εξαιρεση αποτελεί μόνον η δεξιότητα ακριβούς ανάγνωσης του θερμομέτρου (σελ. 31/76). Και όταν οι γνώσεις ή οι δεξιότητες (γνωστικές ή χειρονακτικές) δεν εφαρμόζονται, είναι καταδικασμένες ή να υποβιβαστούν σε περιεχόμενο προς αποστήθιση ή να ξεχαστούν. Όμως, η διαχείριση της ποσοτικοποίησης στα πειράματα απαιτεί διάρκεια που υπερβαίνει τον προβλεπόμενο διδακτικό χρόνο. Πράγματι η ποσοτικοποίηση, όπως αναπτύσσεται στα πειράματα θερμομετρήσεων (4^ο, 5^ο, 6^ο, 9^ο φύλλα εργασίας), απαιτεί τουλάχιστον 15 λεπτά μετρήσεων, άλλα τόσα τουλάχιστον απαιτούνται για την ανάγνωση των οδηγιών και την ανάπτυξη των μετρητικών διατάξεων, ενώ αν λάβουμε υπόψη και το πεντάλεπτο που θα απαιτηθεί για να καλυφθούν οι συνήθεις διαδικαστικές αστοχίες καθώς και το χρόνο χάραξης των διαγραμμάτων, δε φαίνεται να μένει χρόνος για τα δυο πρώτα βήματα «*α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι, β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω*». Κυρίως όμως δεν μένει χρόνος για την εννοιολογική

διαπραγματεύσει, δηλαδή για το βήμα «δ. συμπεραίνω, καταγράφω».

Το βήμα «γ. ενεργώ, πειραματίζομαι» γίνεται αντιληπτό από τους συγγραφείς ως το βασικό βήμα ανάπτυξης «της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση» αφού «Στο τρίτο μεθοδολογικό βήμα, απαιτείται η οργάνωση και η πραγματοποίηση "αποδεικτικών" πειραμάτων από τους μαθητές με άμεσο στόχο τον έλεγχο (επιβεβαίωση ή διάψευση) των υποθέσεων. Ευκαίριο είναι κάποια από τις υποθέσεις να επιβεβαιωθεί από τα πειράματα, τα οποία θα γίνουν, και να οδηγήσει τους μαθητές, μέσω του πειραματισμού, στην ανακάλυψη/διατύπωση των ορθών συμπερασμάτων. Έμμεσος στόχος (και κριτήριο αξιολόγησης) είναι η ενεργοποίηση/δραστηριοποίηση των μαθητών, η δημιουργική συνεργασία τους σε ομάδες» (σελ.7/76). Αλλά όλα τα πειράματα που προτείνονται στα φύλλα εργασίας ακολουθούν εντελώς καθορισμένες ρουτίνες οδηγιών. Πρόκειται δηλαδή για αυστηρά καθοδηγούμενες δραστηριότητες που ενδεχομένως να είναι ενδιαφέρουσες μόνο για τους προπτυχιακούς φοιτητές θετικών επιστημών, διότι «τα κομμάτια της επιστημονικής γνώσης, που συνήθως επιλέγονται για τις εργαστηριακές ασκήσεις, είναι εκείνα που οι φοιτητές κατανοούν καλύτερα... έτσι το σημαντικότερο κομμάτι των διδακτικών διαδικασιών γίνεται συγκεκριμένο μέσω του καθοδηγούμενου χειρισμού οντοτήτων» (Τσελφές 2002, σελ. 96). Οι μαθητές όμως της Α΄ Γυμνασίου που δεν κατέχουν τα αντίστοιχα «κομμάτια της επιστημονικής γνώσης», υποθέτω ότι δεν θα τις

αντιμετωπίσουν με ενδιαφέρον, που θεωρείται βασική προϋπόθεση για την αποδοχή του μαθήματος.

Στο βήμα «ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω» απουσιάζουν ερωτήσεις που αφορούν τεχνικές διευκρινήσεις για τα πειράματα που έγιναν, εναλλακτικές λύσεις που προέκυψαν ή μπορούν να υπάρξουν, συμπληρωματικές μετρήσεις που απαιτούνται. Μόνες αυθεντικές προτάσεις προς την κατεύθυνση της εφαρμογής αποτελούν οι λεπτομερείς οδηγίες κατασκευής «απλού ηλιακού θερμοσίφωνα» (σελ. 51/76), που όμως είναι μια πολύ απαιτητική τεχνικά κατασκευή καθώς και η κατασκευή μιας ηλεκτρικής πηγής με ξύδι και μεταλλικές βίδες (σελ. 61/76). Στην πλειοψηφία τους (το 76% των συνολικών) οι υπόλοιπες ερωτήσεις απαιτούν απαντήσεις δηλωτικού τύπου. Π.χ., «Πώς νομίζεις ότι μετράμε την απόσταση γης - σελήνης;» (1^ο φύλλο εργασίας, σελ.4/76) ή «Με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σου και μελετώντας το παράρτημα, συζήτησε με τους συμμαθητές σου και εξήγησε την αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας των σωμάτων του μακρόκοσμου με τις κινήσεις των μορίων του μικρόκοσμου» (5^ο φύλλο εργασίας, σελ. 32/76) ή «Ποια θεωρείς ότι είναι η σημασία του κύκλου του νερού για το περιβάλλον κάθε τόπου, για τα φυτά, τα ζώα και τους ανθρώπους;» (6^ο φύλλο εργασίας, σελ. 32/76). Εκτός από την απόσταση που έχουν αυτές οι ερωτήσεις από την εφαρμογή ενός διερευνητικού εκπαιδευτικού προγράμματος, είναι δύσκολο να αποτελέσουν μοντέλο για την αξιολόγηση του μαθήματος, αφού οι «σωστές απαντήσεις» δεν

υπάρχουν ρητά διατυπωμένες δεδομένου ότι η γνώση θα πρέπει να έχει «ανακαλυφθεί» από τους μαθητές.

Συνοψίζοντας, δεν διακρίνεται στο διδακτικό υλικό εκείνο το πεδίο εφαρμογής που να δικαιώνει την εισαγωγή της ακρίβειας στις μετρήσεις, η έμφαση στην ποσοτικοποίηση της επεξεργασίας των μετρήσεων είναι πιθανόν να λειτουργήσει εις βάρος της εννοιολογικής διαπραγμάτευσης, η διδακτική επιλογή της διερευνητικής μεθόδου δεν διευκολύνεται από τις αυστηρά καθοδηγούμενες δραστηριότητες και οι προτεινόμενες εφαρμογές αναφέρονται κυρίως σε ζητήματα αναπαραγωγής της γνώσης.

Συμπεράσματα

Η γενναία καινοτομία που επιχειρούν οι συγγραφείς με την εισαγωγή πειραματικού μαθήματος Φυσικής πρέπει να στηριχθεί, αφού στην τρέχουσα εκπαιδευτική και κοινωνική συγκυρία καταγράφεται αντίσταση στην αφηρημένη γνώση στο σχολείο και αμφισβήτηση του ορθολογικού τρόπου σκέψης στην κοινωνία. Η κριτική ανάγνωση στο διδακτικό υλικό με το οποίο στηρίζεται το εγχείρημα, επισημαίνει ζητήματα που μπορούν να ληφθούν υπόψη με σκοπό την ομαλότερη εφαρμογή του.

Η διδακτική επιλογή των συγγραφέων στην «επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση» δεν οδήγησε σε συμβατά με αυτήν φύλλα εργασίας, αφού αυτά καθοδηγούν ισχυρά τους μαθητές στους πειραματισμούς τους, χωρίς να τους επιτρέπουν να

συμπεριφερθούν ως «επιστήμονες». Ούτε η εργαστηριακή μεθοδολογία που ελέγχει την ακρίβεια των μετρήσεων βρήκε εφαρμογή στο κύριο περιεχόμενο των εργαστηριακών φύλλων, που αφορούσαν περιβαλλοντικά προβλήματα και τεχνολογικές εφαρμογές. Τέλος η ποσοτική επεξεργασία των μετρήσεων κατέληξε σε χρονοβόρες διαδικασίες που τείνουν να εξοστρακίσουν την εννοιολογική διαπραγμάτευση.

Τα συγκεκριμένα όμως περιεχόμενα του υλικού μπορούν να λειτουργήσουν, αν γίνουν αντιληπτά ως ανοιχτά προβλήματα (η μάθηση μέσω μικρών ερευνών – οι επιστημονικές διαδικασίες, Χαλκιά, 2008, σελ.121-156). Παραδειγματικά αναφέρω τη μελέτη της θερμικής ισορροπίας (5^ο φύλλο εργασίας) που εύκολα θα μπορούσε να αποτελέσει ανοιχτό πρόβλημα διερεύνησης των παραγόντων που την καθορίζουν, δίνοντας νόημα ακόμα και στις χρονοβόρες λήψεις θερμοκρασιακών τιμών. Μια εναλλακτική προσέγγιση του ίδιου περιεχομένου θα διευκόλυνε χρονικά την οικοδόμηση υποθέσεων για το ρόλο των ποσοτήτων, του είδους των υλικών, του χρόνου αποκατάστασης κ.τ.λ. αν περιοριζόταν στην εκτίμηση των θερμοκρασιών μόνο των αρχικών και τελικών καταστάσεων καθώς και του χρόνου αποκατάστασης της θερμικής ισορροπίας.

Η αποδοχή των πειραματικών δραστηριοτήτων από τον καθηγητή της τάξης θα συναρτηθεί και από τον προκαθορισμό ερωτήσεων αξιολόγησης, που να είναι συμβατές με τις τρέχουσες αξιολογικές πρακτικές αλλά και να ενισχύουν την

προτεινόμενη πειραματική διαπραγμάτευση, συνδυάζοντας ερωτήσεις αναπαραγωγής γνώσης (π.χ. σχετικές με είδος των μετρητικών συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν στο έλεγχο της θερμικής ισορροπίας) με ερωτήσεις π.χ. ελέγχου των μεταβλητών που σχετίζονται με ένα σχετικό πρόβλημα, όπως θα μπορούσε να είναι ο χρόνος για να κρυώσει μια κούπα ζεστό τσάι.

Τέλος, σ' αυτή την άγωνα εκπαιδευτική συγκυρία που τα τμήματα της Α' Γυμνασίου

αριθμούν 27 μαθητές, πρέπει να γίνει αποδεκτό ότι πολύ δύσκολα μπορούν να εξασφαλιστούν συσκευές και υλικά για κάθε ομάδα μαθητών και ακόμα πιο δύσκολα ο εκπαιδευτικός μπορεί να διαχειριστεί περίπου 7 (27:4) ομάδες μαθητών σε κάθε τάξη, οπότε η επιδιωκόμενη διερεύνηση υποχρεωτικά πολλές φορές θα καταλήξει να περιοριστεί σε μετωπική διδασκαλία με όλη την τάξη.

Βιβλιογραφία

Lueddecke, S.B., Pinter, N. and McManus, S. A. (2001). *Greenhouse effect in the classroom: A project- and laboratory-based curriculum*. J. Geosci. Educ. 49, 274–279.

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academy Press.

Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). *Attitudes towards science: a review of the literature and its implications*. International Journal of Science Education, 25(9), 1049-1079.

Science Education NOW (2007): Διαθέσιμο στο: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

Wagoner P., Liu C., and Tobin P. (2010). *Climate change in a shoebox: Right result, wrong physics*, American Journal of Physics, 78 -5. Διαθέσιμο στο: <http://rtobin.phy.tufts.edu/Wagoner%20AJP%202010.pdf>

Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου Ε., Σάββας Σ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ., Τόλιας Β., Τσακαλέωργα Α. & Καλκάνης Γ. (2006). *Φυσικά Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω*. Βιβλία Μαθητή Ε' & Στ' Δημοτικού. ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Καλκάνης Γ. (2009). Συμπόσιο 2: ..."διά Χειρός" Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις Φυσικές Επιστήμες - ο Πειραματισμός. Οργανωτής / Συζητητής: Καλκάνης Γ. 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φ.Ε. και Ν.Τ. στην Εκπαίδευση, Φλώρινα. Διαθέσιμο στο: <http://users.sch.gr/ ioarvanit/Praktika.pdf>

Καλκάνης Γ., Γκικοπούλου Ο., Καπότης Ε., Γουσόπουλος Δ., Πατρινόπουλος Μ., Τσάκωνας Π., Δημητριάδης Π., Παπατσίμπα Λ., Μιτζήθρας Κ., Καπόγιαννης Α., Σωτηρόπουλος Δ., Πολίτης Σ., και τα μέλη των συγγραφικών ομάδων των βιβλίων "Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω" της Ε' και Στ' τάξης του δημοτικού σχολείου. (2013).

Η Φυσική με Πειράματα, Α Γυμνασίου, ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ. Διαθέσιμο στο: <http://ebooks.edu.gr/2013/classcoursespdf.php?classcode=DSGYM-A>

Καριώτογλου Π. (2006). *Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών*. Εκδόσεις Γράφημα, Θεσσαλονίκη.

Κάτσικας Χ. (2013). *Λευκές κόλλες σε μαύρο μέλλον*. Εφημερίδα Συντακτών, 29/1/13. Διαθέσιμο στο: <http://www.efsyn.gr/?p=19179>.

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο

Κουμαράς Π. (2007). *Τα νέα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών Ε' & Στ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου. Μια κριτική θεώρηση*. Έρευνα και Πράξη. Διπλό Τεύχος 20-21, σελ. 18-33.

Σκορδούλης, Κ. & Σωτηράκου, Μ. (2005). *Περιβάλλον, Επιστήμη και Εκπαίδευση*. Εκδόσεις Leader Books, Αθήνα.

Τσελφές, Β. (2002). *Δοκιμή και πλάνη, το εργαστήριο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Εκδόσεις Νήσος, Αθήνα.

Χαλκιά Κ. (2008). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες – Α Τόμος*. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.



Ο Γιώργος Φασσουλόπουλος είναι Φυσικός. Πήρε το διδακτορικό του στη Διδακτική της Φυσικής το 2000 από το Α.Π.Θ.. Υπηρετεί στη Δημόσια Εκπαίδευση από το 1985. Τα ερευνητικά του ενδιαφέροντα συναρτώνται με καθημερινά ερωτήματα της τάξης, τα οποία επιχειρεί να διαπραγματευτεί με πειραματικές διαδικασίες.