

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο



Προτάσεις για την αξιοποίηση του διδακτικού υλικού

Βασίλης Τσελφές
Γιώργος Έψιμος
Γιώργος Φασουλόπουλος

ΑΘΗΝΑ 2007

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο

Προτάσεις για την αξιοποίηση
του διδακτικού υλικού



— Βασίλης Τσελφές —
— Γιώργος Έψιμος —
Γιώργος Φασουλόπουλος

Πρόγραμμα Εκπαίδευσης Μουσουλμανοπαίδων 2005 - 2007

ΕΠΕΑΕΚ II ΜΕΤΡΟ 1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ 1.1.1

ΦΟΡΕΑΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ: ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ/ΕΛΚΕ

Υπεύθυνες Έργου: Άννα Φραγκουδάκη - Θάλεια Δραγώνα

Η πράξη συγχρηματοδοτείται κατά 80% από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και κατά 20% από Εθνικούς Πόρους

ΔΡΑΣΗ 1.Α5

Επιστημονικές υπεύθυνες δράσης: Βενετία Αποστολίδου
Ελένη Χοντολίδου

Σύμβουλος σειράς: Γρηγόρης Πασχαλίδης

Επιμέλεια κειμένων: Ευαγγελία Βενιζελέα

Συγγραφείς: Βασίλης Τσεφλές

Γιώργος Έψιμος

Ο Γιώργος Φασουλόπουλος

Εισαγωγή

Το πρόγραμμα «Εκπαίδευση Μουσουλμανοπαίδων» ξεκίνησε το 1996 και περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα δράσεων που αποσκοπούν στο να προάγουν την ελληνομάθεια των μαθητών της μουσουλμανικής μειονότητας της Θράκης και γενικότερα, να βελτιώσουν τους όρους, τις συνθήκες και την αποτελεσματικότητα της σχολικής τους θητείας σε ολόκληρη τη διάρκεια της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Οι Προτάσεις για την αξιοποίηση του διδακτικού υλικού επιδιώκουν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία μιας ποικιλίας διδακτικών υλικών που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος και τα οποία σε άλλες περιπτώσεις μπορούν να υποκαταστήσουν τα ισχύοντα για όλα τα σχολεία της χώρας και σε άλλες να αξιοποιηθούν ως συμπληρωματικά τους. Ακολουθώντας τις γενικές προδιαγραφές της διδακτέας ύλης που προβλέπει το Αναλυτικό Πρόγραμμα, τα υλικά αυτά ετοιμάστηκαν με ξεχωριστή φροντίδα, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες δυσκολίες και ανάγκες των μειονοτικών μαθητών οι οποίοι, ιδιαίτερα όταν φτάνουν στο Γυμνάσιο, αντιμετωπίζουν οξυμμένα γλωσσικά προβλήματα. Οι δύο βασικές κατευθύνσεις στις οποίες κινήθηκε η ετοιμασία των διδακτικών υλικών είναι οι εξής:

- ⇒ Αναθεώρηση, αναδιοργάνωση και εμπλουτισμός του περιεχομένου ώστε να καταστεί πιο ελκυστικό και ενδιαφέρον,
- ⇒ Ανασχεδιασμός και διαφοροποίηση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ώστε να αυξηθεί η συμμετοχή και ενεργοποίηση των μαθητών μέσα στην τάξη, αλλά και η εμπλοκή τους σε μορφωτικές και πολιτισμικές διαδικασίες έξω από αυτήν.

Παρόμοια προσανατολισμένα είναι, επίσης, τα συνοδευτικά διδακτικά υλικά, όπως, μουσικοί και οπτικο-ακουστικοί ψηφιακοί δίσκοι, διαδραστικό τρίγλωσσο λεξικό όρων και άλλα εποπτικά μέσα, που σχεδιάστηκαν για την υποστήριξη και τον εμπλουτισμό του εκπαιδευτικού έργου.

Οδηγητικό ρόλο τόσο στην παραγωγή των παραπάνω υλικών όσο και στη διαμόρφωση της διδακτικής μεθοδολογίας τους διαδραμάτισαν βασικές αρχές της σύγχρονης παιδαγωγικής, όπως η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία, η πολυτροπικότητα των διδακτικών υλικών και η προαγωγή του πολυγραμματισμού, η διαθεματική προσέγγιση των

γνωστικών αντικειμένων προκειμένου να αναδειχθούν οι συνδέσεις και αλληλεξαρτήσεις τους, η έμφαση όχι στη μετάδοση της γνώσης αλλά στο «μαθαίνω πώς να μαθαίνω», στη δραστηριοποίηση των μαθητών σε εργασίες ερευνητικού και δημιουργικού χαρακτήρα, η ανάπτυξη προσωπικών κινήτρων και ενδιαφερόντων για μάθηση, η καλλιέργεια της κριτικής και αυτόνομης σκέψης, καθώς και η συνεχής και πολυδιάστατη αξιολόγηση ως μέσο επανατροφοδότησης. Αυτές και άλλες βασικές αρχές της παιδαγωγικής του προγράμματος παρουσιάζονται αναλυτικά στη σειρά των εγχειριδίων Κλειδιά και Αντικλειδιά, όπου ο εκπαιδευτικός μπορεί επιπλέον να βρει χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής τους, καθώς και συζητήσεις σχετικά με τα προβλήματα που ενδέχεται να συναντήσει κατά την εφαρμογή τους¹.

Μια ακόμα σημαντική αρχή της παιδαγωγικής φιλοσοφίας που διαπνέει αυτά τα διδακτικά υλικά, η οποία συνδέεται άμεσα με τη φιλοδοξία τους να προσφέρουν στους μαθητές ευκαιρίες για ουσιαστική μόρφωση και δυνατότητες για προσωπική ανάπτυξη και κοινωνική πρόοδο, έγκειται στην υιοθέτηση των αρχών και αξιών της διαπολιτισμικής εκπαίδευσης.

Στην εποχή μας, περισσότερο από ποτέ άλλοτε, μια σχολική τάξη δεν είναι απόλυτα ομοιογενής πολιτισμικά. Υπάρχουν πάντοτε διαφορές στο πολιτισμικό κεφάλαιο, τις ιδιαίτερες πολιτισμικές εμπειρίες, συνήθειες και ταυτότητες των μαθητών. Η σχολική τάξη αποτελεί, έτσι, μια μικρογραφία της ευρύτερης πολιτισμικής ποικιλομορφίας που παρουσιάζουν όλες οι σύγχρονες κοινωνίες, ιδιαίτερα μάλιστα τα τελευταία χρόνια, κατά τα οποία ενισχύθηκαν τα ρεύματα των μεταναστών και της διασποράς. Από τα ευρέως χρησιμοποιούμενα σχολικά εγχειρίδια, ωστόσο, απουσιάζουν αναφορές στην παρουσία, τη ζωή και την ιδιαίτερη κουλτούρα των διάφορων μειονοτικών ομάδων που ζουν στη χώρα μας. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα προβληματικό. Όταν η γλώσσα, η κουλτούρα και η εμπειρία που μεταφέρει κάθε παιδί αγνοούνται ή, χειρότερα, αποκλείονται και υποτιμούνται, οι μαθητές τοποθετούνται σε μειονεκτική θέση. Ό,τι έχουν μάθει για

¹ Τα εγχειρίδια είναι διαθέσιμα σε ηλεκτρονική και σε έντυπη μορφή στη σειρά Κλειδιά και Αντικλειδιά, ΠΕΜ, ΥΠΕΠΘ, Πανεπιστήμιο Αθηνών (βλ. στην ιστοσελίδα www.kleidia.kleidiakiaantikleidia.net). Εκείνα που αφορούν τις παιδαγωγικές αρχές του προγράμματος περιλαμβάνονται στη θεματική κατηγορία «Διδακτική μεθοδολογία».

τη ζωή και τον κόσμο περιθωριοποιείται, τα σημεία σύνδεσης με τη διδασκόμενη ύλη περιορίζονται ασφυκτικά, και η όλη εκπαιδευτική διαδικασία παίρνει για αυτούς τη μορφή της υποβάθμισης του οικείου περιβάλλοντός τους, της ίδιας της ταυτότητάς τους.

Οι εναλλακτικές διδακτικές προτάσεις που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος επιχειρούν να αντιμετωπίσουν αυτήν την κατάσταση, παίρνοντας καταρχήν υπόψη ότι οι μειονοτικοί μαθητές διδάσκονται τα μαθήματά τους σε μια γλώσσα που δεν είναι η μητρική τους, στοιχείο που δημιουργεί από μόνο του μια ιδιόρρυθμη συνθήκη ετερότητας μέσα στην τάξη. Η πρώτη, επομένως, μέριμνα αφορά στη διδασκαλία της ελληνικής γλώσσας ως ξένης. Στη συνέχεια, οι διδακτικές προτάσεις ενσωματώνουν, –όπου αυτό ήταν δυνατό– στοιχεία από τις καθημερινές πρακτικές και την κουλτούρα της μουσουλμανικής μειονότητας, και πάνω από όλα, προσεγγίζουν με σεβασμό και ευαισθησία τα έθιμα, τη θρησκεία, τη γλώσσα και τις αξίες της. Βασισμένη στην αρχή της ισοτιμίας των πολιτισμών, καθώς και στην παιδαγωγική αξιοποίηση του βιωματικού και μορφωτικού κεφαλαίου του ‘διαφορετικού’ μαθητή, η διαπολιτισμική εκπαίδευση ευαγγελίζεται μια δημοκρατική, πλουραλιστική κοινωνία, που εξασφαλίζει σε όλους ισότητα ευκαιριών για μόρφωση και επιλογές ζωής, χωρίς προκαταλήψεις, στιγματισμούς και αποκλεισμούς. Η διαπολιτισμική εκπαίδευση λειτουργεί, συνεπώς, προς όφελος όχι μόνον των μαθητών που προέρχονται από ένα διαφορετικό πολιτισμικό υπόβαθρο, αλλά προς όφελος του συνόλου των μαθητών, οι οποίοι καλούνται να συνυπάρξουν δημιουργικά στις κοινωνικές συνθήκες στις οποίες πρόκειται να ζήσουν ως ενήλικες².

Αλλά εάν η αναγνώριση και ο σεβασμός των ποικίλων πολιτισμικών παραδόσεων και ταυτοτήτων αποτελεί θεμελιώδη παράγοντα για την ανάπτυξη μιας νηφάλιας και ισορροπημένης αυτοεικόνας, που δεν αισθάνεται να απειλείται από το διαφορετικό, ούτε το απαξιώνει με αυτάρεσκες διακηρύξεις υπεροχής, εξίσου θεμελιώδης είναι και η καλλιέργεια μιας κριτικής και αναστοχαστικής στάσης απέναντί τους, όπως εξάλλου και απέναντι στο ευρύτερο πολιτισμικό περιβάλλον μας. Οι κουλτούρες και οι πολιτισμικές ταυτότητες δεν είναι στατικές

2 Για μια λεπτομερέστερη πραγμάτευση των διαφορετικών πτυχών της διαπολιτισμικής εκπαίδευσης βλ. τα εγχειρίδια που περιλαμβάνονται στη θεματική κατηγορία «Ταυτότητες και Ετερότητες» της ανωτέρω ιστοσελίδας.

ή παγιωμένες, αλλά μεταλλάσσονται συνεχώς μέσα από τις κοινωνικές και ιστορικές εξελίξεις, τις εμπειρίες και επιλογές μας. Επιδίωξη της διαπολιτισμικής εκπαίδευσης είναι να αμφισβητήσει κάθε περιχαράκωση των ταυτοτήτων γύρω από απόλυτες και αγεφύρωτες διαφορές, καθώς και να προάγει ένα πλαίσιο συνέκφρασης, συνομιλίας και συνδιαλλαγής των διαφορετικών πολιτισμικών εμπειριών και αναφορών που να επιτρέπει σε κάθε μαθητή και εκπαιδευτικό, να διαπλάσουν και να διεκδικήσουν ταυτότητες που να τους εκφράζουν και να τους ενδυναμώνουν, παρά να τους εγκλωβίζουν σε απλουστευτικά στερεότυπα, γραφικότητες και τυπολατρικές αντιλήψεις.

Τα διδακτικά υλικά του προγράμματος «Εκπαίδευση Μουσουλμανοπαίδων» συνιστούν μια πρόκληση για τον εκπαιδευτικό. Ανάλογα με το γνωστικό αντικείμενο, αν αφορούν δηλαδή στη γλώσσα και στη λογοτεχνία ή στην ιστορία, στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες, ο τρόπος με τον οποίο λαμβάνουν υπόψη τους την επίδραση των κοινωνικοπολιτισμικών εμπειριών των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης μπορεί να τα καθιστά λιγότερο ή περισσότερο διαφορετικά από εκείνα που έχει συνηθίσει ο εκπαιδευτικός, και είναι πολύ πιθανό να του προκαλέσουν κάποια αμηχανία ή δυσκολία. Οι Προτάσεις για την αξιοποίηση του διδακτικού υλικού, που τα συνοδεύουν, έχουν στόχο να τον βοηθήσουν να κατανοήσει τις όποιες καινοτομίες παρουσιάζουν στη διαμόρφωση και οργάνωση της διδακτέας ύλης, καθώς επίσης και τη λογική που διέπει τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες και γενικότερα, τη διδακτική μεθοδολογία τους. Όλα αυτά παρουσιάζονται αναλυτικά στο παρόν βιβλίο ενώ εξίσου χρήσιμο θα βρει ο εκπαιδευτικός και το κεφάλαιο εκείνο, όπου τίθενται ερωτήματα και προβλήματα που ενδέχεται να προκύψουν κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας και προτείνονται λύσεις.

Γρηγόρης Πασχαλίδης

Κοινωνιολόγος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Α.Π.Θ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ.....	9
1.1. Το υλικό αποτελείται	9
1.2. Τα χαρακτηριστικά του υλικού.....	10
2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ.....	15
2.1. Το υπόβαθρο της διδακτικής πρότασης	15
2.2. Ένα μοντέλο επιστημονικών και εν δυνάμει διδακτικών- μαθησιακών πρακτικών.....	22
2.3. Η διδακτική πρόταση.....	26
2.3.1. Διδακτικές-μαθησιακές δραστηριότητες-πρακτικές σύνδεσης «Εργαστηριακού Κόσμου» και «Τεκμηρίων».....	28
2.3.2. Διδακτικές δραστηριότητες σύνδεσης «Ιδεών» και «Τεκμηρίων»...31	
2.3.3. Διδακτικές δραστηριότητες σύνδεσης «Εργαστηριακού Κόσμου» και «Ιδεών».....	33
2.4. Η αξιολόγηση των μαθητών	35
3. ΣΥΖΗΤΩΝΤΑΣ ΜΕ ΤΟΥΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ ΣΤΗ ΘΡΑΚΗ.....	37
4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57

1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Το παρόν εγχειρίδιο γράφτηκε για να συμβάλει στην αποτελεσματικότερη κατανόηση και αξιοποίηση, από μέρους των εκπαιδευτικών, των υλικών που ετοιμάστηκαν, στο πλαίσιο του Προγράμματος Εκπαίδευσης Μουσουλμανοπαίδων (ΠΕΜ), για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στους μειονοτικούς μαθητές και μαθήτριες των Γυμνασίων της Θράκης.

Παρά τον ειδικό στόχο τους, τα συγκεκριμένα εκπαιδευτικά υλικά συγκροτήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη τα γενικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει διεθνώς η διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ. Το γεγονός αυτό οδήγησε τη συγγραφική ομάδα¹ να διαμορφώσει μια γενικότερη διδακτική πρόταση βάσει της οποίας ανέπτυξε, εφάρμοσε και αξιολόγησε τα υλικά. Η πρόταση αυτή θεωρούμε ότι εξυπηρετεί τον ειδικότερο στόχο της αντιμετώπισης των προβλημάτων γλωσσομάθειας που δυσκολεύουν την επικοινωνία των μαθητών της Θράκης και των εκπαιδευτικών τους. Ταυτόχρονα όμως θεωρούμε ότι αποτελεί μια καινοτόμο πρόταση που θα μπορούσε να ενδιαφέρει το σύνολο των εκπαιδευτικών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης που διδάσκουν μαθήματα ΦΕ στο Γυμνάσιο.

Έτσι, το παρόν εγχειρίδιο μαζί με το εκπαιδευτικό υλικό που υποστηρίζει, ελπίζουμε να αποτελέσουν ένα βοήθημα για τους εκπαιδευτικούς, που θα συμβεί να εργάζονται κάποια περίοδο της ζωής τους στη Θράκη ή με δίγλωσσους μαθητές σε άλλα μέρη της Ελλάδας. Ελπίζουμε όμως ότι θα αποτελέσουν και αντικείμενο προβληματισμού για όσους εκπαιδευτικούς αγωνιούν για το σκοπό και την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των ΦΕ στην ελληνική υποχρεωτική εκπαίδευση.

1.1. Το υλικό αποτελείται

Από δύο βιβλία για κάθε τάξη, ένα για τους μαθητές και ένα για τους εκπαιδευτικούς:

⇒ *Ο κόσμος της ζωής - ο κατασκευασμένος κόσμος. Δραστηριότητες*

¹ Νανά Αντωνιάδου, Γιώργος Έψιμος, Πέτρος Καριώτογλου, Βασίλης Τσελφές, Γιώργος Φασουλόπουλος και Δημήτρης Ψύλλος

για τους μαθητές της Α΄ τάξης του Γυμνασίου και *Οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς*.

- ⇒ *Κόσμοι της Φυσικής: θερμομέτρα, φωτεινές ακτίνες και ηλεκτρικά κυκλώματα*. Δραστηριότητες για τους μαθητές της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και *Οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς*.
- ⇒ *Ο Κόσμος του νερού*. Δραστηριότητες για τους μαθητές της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου και *Οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς*.

Τα βιβλία συνοδεύονται από τα απαραίτητα εργαστηριακά υλικά.

Το περιεχόμενο των βιβλίων αναφέρεται σε κλασικά θέματα Βιολογίας και Φυσικής και από την άποψη αυτή δεν είναι πρωτότυπο. Η καινοτομία βρίσκεται, ουσιαστικά, στον τρόπο οργάνωσης της παρουσίασης του κάθε θέματος. Η οργάνωση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί και για θέματα που δεν περιλαμβάνονται στα παραπάνω βιβλία. Με τον τρόπο αυτό, τα προτεινόμενα εκπαιδευτικά υλικά θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν από τους εκπαιδευτικούς και ως παραδείγματα για τη γενικότερη οργάνωση της δουλειάς τους. Για το σκοπό αυτό εκτιμούμε ότι η κωδικοποίηση των χαρακτηριστικών τους, η οποία ακολουθεί, είναι πολύ χρήσιμη.

1.2. Τα χαρακτηριστικά του υλικού

Το περιεχόμενο ακολουθεί σε γενικές γραμμές τις οδηγίες του επίσημου Αναλυτικού Προγράμματος (ΑΠ). Οργανώνεται όμως γύρω από θέματα-κόσμους και όχι γύρω από θέματα-ιδέες. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται, αφενός να αναδειχθεί και να αξιοποιηθεί διδακτικά η εργαστηριακή φύση του περιεχομένου και αφετέρου να αποφευχθεί η εμπλοκή με το μονοσήμαντο των «επιστημονικών ιδεών». Αναλυτικότερα, με το να αναφέρονται τα κεφάλαια σε υλικούς κόσμους (ο «κόσμος της ζωής» σε αντιδιαστολή με τον «κατασκευασμένο κόσμο», ο «κόσμος του θερμομέτρου», των «φωτεινών ακτίνων», των «ηλεκτρικών κυκλωμάτων», του «νερού») υποδηλώνεται ότι το αντικείμενο των μαθημάτων των ΦΕ είναι περισσότερο οι «κόσμοι» αυτοί και λιγότερο οι επιστημονικοί κλάδοι που τους μελετούν (Βιολογία, Μηχανική, Θερμότητα, κ.ο.κ.). Έτσι, το αντικείμενο της μελέτης αποκτά πρόσωπο, το οποίο μεταφέρεται μέσα στην τάξη ή το διδακτικό εργαστήριο. Εκεί βέβαια, οι «επιστημονικές ιδέες» δείχνουν κάποια μόνο από τα χαρακτηριστικά τους: αυτά που υποβάλλει η εργαστηριακή χρήση τους (που δεν απαιτεί υποχρεωτικά και καλή γνώση της γλώσσας). Τα χαρακτηριστικά αυτά, από την άλλη

μεριά, μπορούν να λειτουργήσουν ως αφετηρία για την κατανόηση και της θεωρητικής διάστασης, η οποία προβάλλεται κυρίως μέσω των θεσμοθετημένων βιβλίων του σχολείου. Με τον τρόπο αυτό, η κατανόηση της θεωρίας αντί να προϋποθέτει την καλή γνώση της γλώσσας βοηθά στην εκμάθησή της.

Κάθε κεφάλαιο έχει τη δική του επιστημολογική και διδακτική προσέγγιση:

- ⇒ Ο «κόσμος της ζωής» αναπαρίσταται μέσα από φαινομενολογικές έννοιες-ιδέες (οι μαθητές καλούνται να περιγράψουν τα –με κάποιο τρόπο– ορατά χαρακτηριστικά της ζωής και να οδηγηθούν από αυτά σε κάποιες αφαιρετικές λειτουργικές κατηγοριοποιήσεις). Εδώ, αναπτύσσονται δραστηριότητες, που καθοδηγούν τη διαχείριση του περιεχομένου από ομάδες μαθητών.
- ⇒ Ο «κατασκευασμένος κόσμος» (που προτείνεται εναλλακτικά προς το κεφάλαιο των εργαστηριακών δραστηριοτήτων-εισαγωγικό κεφάλαιο της Φυσικής της Β΄ τάξης) οργανώνεται γύρω από ένα συγκεκριμένο και απλό κομμάτι υλικού κόσμου, το εκκρεμές, με έμφαση σε αφηρημένες ιδέες που μπορούν να μετρηθούν και που οικοδομούνται εργαστηριακά μέσω της διαδικασίας της μέτρησής τους.
- ⇒ Ο «κόσμος του θερμομέτρου» οργανώνεται γύρω από ένα ιστορικό σημαντικό τέχνημα: το θερμοόμετρο. Ένα τέχνημα, που η κατασκευή του άλλαξε ριζικά την αναπαράσταση και τη διαχείριση ενός πολύ γνωστού και καθημερινού κόσμου. Αυτού που στην εμπειρική μας κουλτούρα οργανώνεται γύρω από το δίπολο των αισθητηριακά προσεγγίσιμων εννοιών ζεστό/κρύο.
- ⇒ Στον «κόσμο των φωτεινών ακτίνων» η οργανωτική οντότητα του περιεχομένου (η φωτεινή ακτίνα) δεν είναι ένα υλικό τέχνημα αλλά μια θεωρητική ιδέα, που όμως στο εργαστηριακό περιβάλλον «υλοποιείται» με απλές συσκευές λέιζερ. Εδώ, διαχειριζόμαστε, επίσης, κομμάτια κατασκευασμένου κόσμου ενώ οι έννοιες-ιδέες που χρησιμοποιούμε στις αναπαραστάσεις και τις ερμηνείες παραμένουν στο φαινομενολογικό επίπεδο.
- ⇒ Στον «κόσμο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων» επανερχόμαστε στο πλαίσιο των υλικών τεχνημάτων, τα οποία αποτελούν και το πλαίσιο του επίσημου ΑΠ, αλλά αποφεύγουμε τις μικροσκοπικές ερμηνευτικές αναπαραστάσεις (που δημιουργούν περισσότερα

προβλήματα κατανόησης από όσα λύνουν). Μετασχηματίζουμε τους ορισμούς των μεγεθών στην κατεύθυνση των μετρήσεών τους.

- ⇒ Στον «κόσμο του νερού» επιχειρούμε να εισάγουμε τις άκρως αφαιρετικές ιδέες περιγραφής των ρευστών (όπως η ιδέα της «πίεσης») μέσω μιας διαθεματικής προσέγγισης, η οποία υποστηρίζεται ως καινοτομία και από τα τελευταία ΑΠ, με σαφή όμως εποικοδομητικά (constructivist) διδακτικά χαρακτηριστικά. Εδώ, η διαθεματικότητα υποστηρίζει την ανάπτυξη ενός καθημερινού λόγου που ενσωματώνει τις επιστημονικές και τεχνολογικές έννοιες σε περιγραφές ή αφηγήσεις, ενώ η εποικοδόμηση (constructivism) φροντίζει για τη λειτουργική κατανόησή τους σε επίπεδο εργαστηριακών παρεμβάσεων.

Τα παραπάνω διαφορετικά κεφάλαια κατανεμήθηκαν ανά τάξη σύμφωνα με τις προβλέψεις του τρέχοντος ΑΠ. Μόνη εξαίρεση αποτέλεσε ο «κατασκευασμένος κόσμος», όπου το αντίστοιχο κεφάλαιο (άσκησης στις εργαστηριακές πρακτικές) βρίσκεται ως εισαγωγικό κεφάλαιο στο βιβλίο της Β΄ τάξης. Η επιλογή αυτή έγινε για δύο λόγους:

- ⇒ Με κάποιον τρόπο έπρεπε να φανεί η σημαντική διαφορά στην προσέγγιση της γνώσης που επιχειρούν οι επιστήμες της ζωής (όπως η Βιολογία) σε σχέση με την προσέγγιση των εργαστηριακών επιστημών (όπως η Φυσική ή η Χημεία). Επιλέξαμε, λοιπόν, να αντιπαραθέσουμε τις δύο προσεγγίσεις στο πλαίσιο των μαθημάτων της Α΄ τάξης, έτσι ώστε οι μαθητές, από την αρχή, να μάθουν να μην αντιμετωπίζουν και τις δύο κατηγορίες επιστημών με τον ίδιο τρόπο.
- ⇒ Τα μαθήματα ΦΕ της Α΄ τάξης υπάρχει ανάγκη να λειτουργήσουν αντισταθμιστικά. Οι τουρκόφωνοι μαθητές του Γυμνασίου παρακολουθούν στο Δημοτικό Σχολείο ένα σαφώς διαφορετικό πρόγραμμα ΦΕ στην τουρκική γλώσσα. Το πρόγραμμά τους δεν περιλαμβάνει εργαστηριακές δραστηριότητες που εμπλέκουν ενεργητικά τους μαθητές, σε αντίθεση με αυτό των ελληνόφωνων συμμαθητών τους, το οποίο οργανώνεται στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου σχεδόν αποκλειστικά πάνω σε τέτοιου τύπου δραστηριότητες. Επιλέξαμε, επομένως, να ενισχύσουμε το περιεχόμενο των ΦΕ της Α΄ τάξης με εργαστηριακές

δραστηριότητες, αφενός οικοδομημένες πάνω σε επιστημονικές πρακτικές και αφετέρου καθοδηγούμενες στην προοπτική των τεχνολογικών εφαρμογών (μια γέφυρα από και προς τα μαθήματα της Τεχνολογίας που πραγματοποιούνται στην ίδια τάξη). Τα αντισταθμιστικά αυτά μαθήματα μπορούν να πραγματοποιηθούν είτε αποκλειστικά στους τουρκόφωνους μαθητές (στις ώρες, λόγω χάρη, των «Θρησκευτικών»), είτε στο σύνολο της τάξης (στις ώρες, λόγω χάρη, της «Ευέλικτης Ζώνης»), είτε, τέλος, και ως ώρες «ενισχυτικής διδασκαλίας».

Επιλέξαμε την εργαστηριακή διδασκαλία, επειδή θεωρήσαμε ότι, στο πλαίσιο αυτό, τα παιδιά της μειονότητας μπορούν και να συζητούν, ξεπερνώντας μέσω του προφορικού λόγου τα προβλήματα της γλωσσομάθειας (η προφορική χρήση της γλώσσας συντελεί αποφασιστικά στη μάθησή της). Επιπλέον, τα παιδιά μπορούν να παρεμβαίνουν με επιτυχία (κατασκευάζοντας απλά εργαστηριακά τεχνήματα και φαινόμενα) και να «ξαφνιάζονται» (αντιμετωπίζοντας τόσο τις αθέατες όψεις των εργαστηριακών τεχνημάτων όσο και τα μη αναμενόμενα στη βάση της καθημερινής εμπειρίας φαινόμενα). Από τις τρεις παραπάνω συνιστώσες των δραστηριοτήτων (συζήτηση, παρέμβαση, ξάφνιασμα), θεωρούμε ότι η πιο σημαντική για την οικοδόμηση της γνώσης και ταυτόχρονα η πιο ευάλωτη στο πλαίσιο της σχολικής κουλτούρας στη Θράκη –και όχι μόνο– είναι η συζήτηση. Γι αυτό, επιλέξαμε εργαστηριακές δραστηριότητες που ωθούν και τον εκπαιδευτικό να συζητά, ενδιαφερόμενος για τα ίδια τα εργαστηριακά γεγονότα και όχι μόνο για τον έλεγχο των αναπαραστάσεων που έχουν οι μαθητές σε σχέση με τις επιστημονικές αναπαραστάσεις (γεγονός που μετατρέπει τις επί του περιεχομένου συζητήσεις σε διαλόγους αξιολόγησης των μαθητών).

Οργανώσαμε την κατασκευή πακέτων εργαστηριακών υλικών που είναι «φιλικά» τόσο στον εκπαιδευτικό (μπορεί να τα βρει εύκολα στο σχολικό εργαστήριο ή στο εμπόριο) όσο και στους μαθητές (είναι κατά κανόνα εξοικειωμένοι μαζί τους από την καθημερινή τους ζωή). Τα υλικά αυτά δημιουργούν και φαινόμενα που η απόστασή τους από τις θεωρητικές προσεγγίσεις μπορεί να συντηρεί το διάλογο. Επιπλέον, τα εργαστηριακά αυτά υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια συμβατική τάξη και όχι αποκλειστικά σε ένα οργανωμένο εργαστήριο.

Προτείνουμε να χρησιμοποιούνται τα επίσημα βιβλία του Γυμνασίου ως βιβλία αναφοράς, ειδικά όταν αναζητούνται ερμηνείες

των εργαστηριακών γεγονότων και της λειτουργίας των τεχνολογικών κατασκευών. Με τον τρόπο αυτό, αφενός τα αναβαθμίζουμε και αφετέρου τα μετασχηματίζουμε σε εργαλεία προς χρήση και όχι προς ανάγνωση. Βέβαια, περιμένουμε ότι η παραγωγή των τουρκόφωνων μαθητών σε θεωρητικό λόγο θα είναι αρχικά περιορισμένη. Γι αυτό, αφενός προωθούμε τη «συγγραφή» μικρής μόνον έκτασης κειμένων (στα φύλλα εργασίας) και αφετέρου προσπαθούμε να υποβοηθήσουμε αυτή τη «συγγραφή» με τεχνικές γραφής και ανάγνωσης «ξένης γλώσσας» (κείμενα αφηγηματικού λόγου, συμπλήρωμα κενών, αντιστοιχήσεις εννοιών με φράσεις, κ.ο.κ.).

Προσανατολίζουμε την αξιολόγηση των μαθητών στην κατεύθυνση της ενίσχυσης του διαλόγου γύρω από τα εργαστηριακά γεγονότα. Συγκεκριμένα, προτείνουμε οι ομάδες των μαθητών που εργάζονται χωριστά να προσπαθούν να καταλήξουν σε μια συγκεκριμένη πρόταση ανά ζήτημα, μέσω των παρεμβάσεων τους στις εργαστηριακές κατασκευές και τον εσωτερικό, συναινετικό τους διάλογο. Την πρόταση αυτή θα πρέπει στη συνέχεια να την υποστηρίξουν δημόσια στην τάξη και να αξιολογηθούν ομαδικά μέσα από αυτή, καθώς και από τη διαδικασία της υποστήριξής της.

Τα βιβλία με τίτλο *Οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς* σκοπεύουν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία με τους ακόλουθους τρόπους: Συζητούν εκτενώς τις δυνατότητες που γεννά η συνύπαρξη της προφορικής εμπειρικής εργαστηριακής παράδοσης των ΦΕ με τη θεωρητική. Αναδεικνύουν (για κάθε μία δραστηριότητα του βιβλίου των μαθητών) τις δυνατότητες προφορικού διαλόγου, που είναι δυνατόν να αναπτυχθεί γύρω από τα ζητήματα τα οποία εγείρουν τα μη αναμενόμενα (κυρίως) χαρακτηριστικά της λειτουργίας των τεχνημάτων. Σχολιάζουν τις τυχόν αδυναμίες των θεωρητικών προσεγγίσεων της σχολικής επιστήμης. Και, κυρίως, προωθούν τη διαδικασία αξιολόγησης του μαθήματος, δίνοντας (σε κάθε ενότητα) έναν ενδεικτικό κατάλογο από παρατηρήσεις, που θα μπορούσε να κάνει ο εκπαιδευτικός, για να αποφασίσει τι πήγε και τι δεν πήγε καλά κατά τη διάρκεια της κάθε διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας.

2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Στη συνέχεια, και πριν την παρουσίαση της διδακτικής πρότασης, θα παραθέσουμε μια σειρά από «θέσεις» που αφορούν στη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ. Οι θέσεις αυτές θίγουν τα «αυτονόητα» της σχετικής εκπαιδευτικής διαδικασίας και αποτελούν προϋπόθεση για την αποδοχή της πρότασης. Αυτό δεν σημαίνει ότι οι συγκεκριμένες θέσεις αποτελούν κάποιες «καθολικές αλήθειες». Η αποδοχή τους αποτελεί, απλώς, προϋπόθεση για την επιτυχία του σκοπού της διδακτικής πρότασης, συνυπάρχουν με την πρόταση και τις πρακτικές της. Μπορεί να εφαρμοστούν και στο πλαίσιο κάποιων άλλων πρακτικών, ενώ σε άλλους χώρους της πράξης μπορεί οι θέσεις αυτές να αποδειχθούν μάλλον «νεκρές».

2.1. Το υπόβαθρο της διδακτικής πρότασης

Θέση 1

Η διάκριση των επιστημών (sciences και disciplines) σε «παρεμβατικές» και «αναπαραστατικές» είναι αποφασιστικής σημασίας για τη διδασκαλία των ΦΕ στη Γενική Εκπαίδευση.

Πρόκειται για μια διάκριση που δεν συζητιέται ιδιαίτερα στις μέρες μας και αφορά στη σχέση μιας επιστήμης με το «αντικείμενό» της. Η διάκριση αυτή έχει τις ρίζες της στην παλιά φιλοσοφική διάκριση «επιστήμης» και «τέχνης»², που στον εκπαιδευτικό χώρο τη συναντάμε κυρίως ως ρήξη «θεωρίας» και «πράξης»³. Κάποιες από τις δραστηριότητες που σήμερα αποκαλούμε επιστημονικές εστιάζουν περισσότερο (έως αποκλειστικά) στο λόγο και κάποιες περισσότερο στην πράξη. Για παράδειγμα, η φιλοσοφική δραστηριότητα ήταν (και σε κάποιο βαθμό παραμένει) εστιασμένη στην «κατασκευή ορθού λόγου», στην κατασκευή, δηλαδή, λόγου που αναπαριστά την

2 Για μια σύντομη και περιεκτική ανάλυση αυτής της αριστοτελικής διάκρισης, με αναφορά στη γέννηση της σύγχρονης-ωφέλιμης επιστήμης, δες στο Drake, S. (1993). *Γαλιλαίος*, μτφρ. Τ. Κυπριανίδης, Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

3 Δες στο Κουζέλης, Γ. (2005). «Πρακτικές της θεωρίας και θεωρίες της πρακτικής. Σκέψεις και απορίες σχετικά με την επιμόρφωση εκπαιδευτικών», στο Βρατσάλης Κ. (επιμ.). *Διδακτική εμπειρία και παιδαγωγική θεωρία*. Αθήνα: Νήσος, 55-65.

«πραγματικότητα». Με τη λογική αυτή η Φιλοσοφία είναι μια κατεξοχήν αναπαραστατική δραστηριότητα, τέτοια δραστηριότητα ήταν εξάλλου και η Φυσική Φιλοσοφία της αρχαίας ελληνικής και ελληνιστικής περιόδου. Όμως η Φυσική, από τη στιγμή που συμπεριέλαβε, επίσης, την τέχνη του πειράματος στις δραστηριότητές της δεν συνιστά δραστηριότητα αυτού του τύπου. Στη Φυσική σήμερα δεν αναπαριστούμε απλώς το φυσικό κόσμο, παρεμβαίνουμε, επίσης, και τον κατασκευάζουμε. Οι αναπαραστάσεις μας έχουν μεγαλύτερη σχέση με τα κομμάτια του κόσμου που κατασκευάζουμε παρά με αυτά που απλώς «παρατηρούμε» με τις αισθήσεις μας. Επίσης, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι, αν σήμερα εξακολουθούμε να εκτιμούμε τους φυσικούς, τους χημικούς και τους βιολόγους, δεν είναι τόσο για τη γνώση που παράγουν όσο για τα τεχνήματα που κατασκευάζουν.

Η ίδια διάκριση υφίσταται και στις Επιστήμες του Ανθρώπου. Για παράδειγμα, η Γνωστική Ψυχολογία (που μας ενδιαφέρει άμεσα) είναι κυρίως αναπαραστατική δραστηριότητα. Προσπαθεί να αναπαραστήσει όσο καλύτερα μπορεί το ανθρώπινο γνωστικό σύστημα χωρίς να επιθυμεί να το κατασκευάσει ή να το ανασκευάσει. Θα έλεγα μάλιστα ότι δεσμεύεται ηθικά, για παράδειγμα στα πειράματά της, να περιορίζει τις παρεμβάσεις της τόσο ώστε να μην προκαλεί μεταβολές στα υποκείμενα που μελετά. Αντίθετα, η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ) είναι μια κατεξοχήν παρεμβατική επιστημονική δραστηριότητα. Οι αναπαραστάσεις της και οι περιγραφές της έχουν στόχο την παρέμβαση και την αλλαγή των υποκειμένων που μελετά. Αναπαριστά, για παράδειγμα, με τέτοιο τρόπο μια διδακτική διαδικασία, ώστε να μπορεί, μέσω αυτής της αναπαράστασης, να παρέμβει και να αλλάξει και τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς στους οποίους αναφέρεται. Διδακτικές θεωρίες που δεν οδηγούν σε αλλαγή της γνωστικής κατάστασης των μαθητών (σε μάθηση) είναι από τη «φύση» τους άχρηστες.

Με την παραπάνω λογική, και οι ΦΕ (με εξαίρεση ίσως μόνο την παλιά-συστηματική και όχι τη σύγχρονη-μοριακή Βιολογία) και η Διδακτική των ΦΕ (που μας αφορούν), είναι παρεμβατικές επιστήμες. Επιστήμες, δηλαδή συνδεδεμένες περισσότερο με την πράξη παρά με το λόγο, ή διαφορετικά, επιστήμες που χρησιμοποιούν το λόγο για να πετύχουν στην πράξη-παρέμβαση.

Θέση 2

«Εν αρχή ην η πράξις»⁴

Εδώ υποστηρίζουμε ότι γενικά ο λόγος και πολύ περισσότερο ο λόγος στις παρεμβατικές επιστήμες (ΦΕ και ΔΦΕ), αποκτά το νόημά του μέσω της πράξης. Οι έννοιες των ΦΕ, για παράδειγμα, που αποτελούν τις περισσότερες φορές το διδακτικό-μαθησιακό στόχο στη δουλειά μας, αποκτούν εν πολλοίς τη σημασία τους μέσω των πρακτικών που χρησιμοποιούμε. Οι έννοιες, επίσης, της ΔΦΕ (όπως η «εννοιολογική αλλαγή» ή η «εννοιολογική σύγκρουση») σημαίνουν διαφορετικά πράγματα στο πλαίσιο διαφορετικών πρακτικών.

Για να στηρίξουμε αυτή τη θέση θα χρησιμοποιήσουμε κείμενα από τον Wittgenstein⁵. Τα κείμενα αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί από το συγγραφέα τους για να δείξουν ότι, ακόμη και στη Φιλοσοφία, το «παιχνίδι» του λόγου δεν έχει νόημα έξω από κάποιο σύνολο πρακτικών (κάποια «μορφή ζωής»). Θεωρούμε, ως εκ τούτου, ότι, αν τα κείμενα πείθουν για μια αναπαραστατική δραστηριότητα όπως η Φιλοσοφία, θα πρέπει να πείθουν περισσότερο για μια παρεμβατική δραστηριότητα, όπως η Φυσική, η Χημεία ή η ΔΦΕ.

Η γλώσσα είναι φαινόμενο της ανθρώπινης ζωής (281). Δηλαδή... σχετίζεται με έναν τρόπο ζωής (282). «Εν αρχή ην η πράξις» και ο λόγος είναι προϊόν ενός τρόπου ζωής, προϊόν πολιτισμού (285). Έτσι, και τα λόγια είναι πράξεις (286). Ο ρόλος που μια λέξη παίζει στη γλωσσική μας πρακτική συσκοτίζεται αν, αντί να κοιτάμε ολόκληρο το γλωσσικό παιχνίδι, εμείς απλώς κοιτάμε τα συμφραζόμενα: τις φράσεις της γλώσσας στις οποίες η λέξη κάνει την εμφάνισή της (287).

Για να περιγράψεις το φαινόμενο της γλώσσας πρέπει να περιγράψεις μια πρακτική. Όχι κάτι που συμβαίνει άπαξ, ό,τι είδους και αν είναι αυτό (288). Οι λέξεις ... «κανόνας», «υπολογισμός», «πείραμα», ... σχετίζονται με μια τεχνική, ένα έθος (290). ... Σωστό και λάθος είναι αυτό που οι άνθρωποι λένε. Οι άνθρωποι συμφωνούν στη γλώσσα. Αλλά αυτό δεν είναι συμφωνία γνωμών, αλλά συμφωνία μορφών ζωής (291). Για παράδειγμα, η συμφωνία των ανθρώπων, η οποία αποτελεί

4 Μια από τις πιο «διάσημες» θέσεις του L. Wittgenstein (1937), όπως τη μεταφράζει ο Κ. Κωβαίος, (1993) στο Wittgenstein: *Αφορισμοί και εξομολογήσεις*. Αθήνα: Καρδαμίτσας.

5 Τα κείμενα και η αρίθμηση είναι από το Wittgenstein, ό.π. Οι υπογραμμίσεις και η σύνθεση είναι δικά μας.

προϋπόθεση της λογικής, δεν είναι συμφωνία γνωμών, πόσο μάλλον γνωμών περί θεμάτων λογικής (292).

Ο τρόπος με τον οποίο μια γλώσσα σημαίνει, καθρεφτίζεται στη χρήση της (345). Μόνο στην πρακτική μιας γλώσσας μπορεί μια λέξη να έχει σημασία (350). Το να ξέρεις πώς χρησιμοποιείται μια λέξη είναι όπως το να ξέρεις πώς κινείται ένα πιόνι στο σκάκι (354). Η κατανόηση δεν είναι διαδικασία. Είναι το να κάνεις πράξεις με μια πρόταση (369) ενώ το νόημα μιας πρότασης είναι ο σκοπός της (378).

Έτσι, στο γλωσσικό παιχνίδι της Φιλοσοφίας αλλά ίσως και της Επιστήμης εκείνο που αντιλαμβανόμαστε ως δικαιολόγηση ενός ισχυρισμού, αυτό συνιστά το νόημα του ισχυρισμού (379). Επίσης, έχουμε την τάση να λέμε ότι, όσο μεγαλύτερος ο αριθμός των περιπτώσεων που συντάσσονται με μιαν υπόθεση, τόσο «πιθανότερη» η υπόθεση. Αυτό που θέλουμε να πούμε είναι ότι τόσο πιο άβολο θα είναι να εγκαταλείψουμε αυτή την υπόθεση και να διατυπώσουμε μια άλλη (392). Το κίνητρο για την απόρριψη μιας υπόθεσης είναι πάντοτε κάποιο υψηλότερο κέρδος (393). Ο βαθμός πιθανότητας μιας υπόθεσης είναι ευθέως ανάλογος του πλήθους των μαρτυριών που απαιτούνται για να αποδείξουν πως η απόρριψή της είναι συμφέρουσα (394).

Όμως, την ίδια στιγμή, τα λόγια είναι σαν την κρούστα μιας βαθιάς θάλασσας (398). Η καινούρια λέξη είναι ένας φρέσκος σπόρος που σπέρνεται στο έδαφος της συζήτησης (396). Όσο παλιότερη η λέξη, τόσο βαθύτερα φτάνει (397). Εκείνο που φαίνεται σαν μια κακή πρόταση μπορεί να είναι ο σπόρος για μια καλή (400).

Θέση 3

Το περιεχόμενο των σχολικών ΦΕ κατασκευάζεται για εκπαιδευτικούς λόγους. Παρόλα αυτά πρέπει να έχει κάποια σχέση με την επίσημη, επαγγελματική, επιστημονική δραστηριότητα (για να μπορούμε να λέμε ότι διδάσκουμε ΦΕ). Η σχέση αυτή έχει προβλήματα, όταν συγκροτείται μέσω «εννοιών» ή «θεωριών», «μοντέλων» ή «νόμων». Έχει προβλήματα και όταν συγκροτείται μέσω της «μεθοδολογίας» των ΦΕ. Μόνο μέσω των «πρακτικών» φαίνεται ότι μπορεί να συγκροτηθεί με τα λιγότερα, ίσως, προβλήματα.

Η θέση αυτή συγκρούεται ευθέως με κάποια αυτονόητα. Για παράδειγμα, τόσο κάποια σημαντικά ρεύματα της Διδακτικής των ΦΕ όσο και η τρέχουσα εκπαιδευτική πρακτική τείνουν να

αντιλαμβάνονται τον επιστημονικό (τουλάχιστον) λόγο ως ουδέτερο φορέα-όχημα νοήματος, ανεξάρτητα από το πλαίσιο της χρήσης του. Έτσι, φαίνεται να θεωρούν πως το κείμενο που γράφεται κάτω από τον τίτλο «περιεχόμενο» σε ένα ΑΠ, «μιλά» με μονοσήμαντο τρόπο για το φυσικό κόσμο. Αναπαριστά, δηλαδή, με τον ίδιο τρόπο το φυσικό κόσμο, ανεξάρτητα από το πώς χρησιμοποιείται (χρησιμοποιείται στην αξιολόγηση των μαθητών, στη διαμόρφωση κοινωνικών ισορροπιών ή συναινέσεων μέσα στην τάξη, στην κατασκευή ή διαχείριση δεδομένων, στη διατύπωση υποθέσεων, στην κατασκευή τεχνημάτων, κ.ο.κ.).

Η επιστημονική δραστηριότητα διατρέχεται, από τη γέννησή της, από δύο διαφορετικές κουλτούρες με διαφοροποιημένες «γλώσσες» και πρακτικές⁶. Η μία κουλτούρα της, η θεωρητική και περισσότερο εγγράμματη, κατασκευάζει κείμενα σε μαθηματική κυρίως γλώσσα. Μια γλώσσα που φαίνεται να καθοδηγεί την άρθρωση ενός λόγου ορθολογικής φιλοσοφικής παράδοσης. Ο λόγος αυτός όμως, διαφέρει από το λόγο της όποιας φιλοσοφικής παράδοσης, τουλάχιστον ως προς το ότι οι έννοιες που διαχειρίζεται αναπαριστούν σχεδόν αποκλειστικά σχέσεις και οι προτάσεις του «μιλούν» για σχέσεις σχέσεων. Η δεύτερη επιστημονική κουλτούρα, η εργαστηριακή και περισσότερο προφορική, κατασκευάζει τα κομμάτια του υλικού κόσμου που ταιριάζουν με τα κείμενα της πρώτης. Κατασκευάζει, δηλαδή, πρωτότυπα υλικά τεχνήματα τα οποία πραγματοποιούν με μικρότερη ή μεγαλύτερη ακρίβεια τις σχέσεις και τις σχέσεις των σχέσεων που αναπαριστά ο θεωρητικός επιστημονικός λόγος. Η εργαστηριακή επιστημονική δραστηριότητα παρεμβαίνει στον υλικό κόσμο, τον αλλάζει αλλά «μιλά» ελάχιστα γι αυτόν. Όταν «μιλά», χρησιμοποιεί μια προφορική μορφή λόγου με κωδικοποιήσεις, που ανάλογές τους συναντά κανείς στους χώρους άσκησης των διάφορων τεχνών.

Στη βάση αυτή, το αποκαλούμενο περιεχόμενο των σχολικών μαθημάτων περιλαμβάνεται ούτως ή άλλως σε «έργα» που υιοθετούν διαφορετικές πρακτικές και μορφές λόγου. Το συγκριτικό διάβασμα ενός σχολικού «βιβλίου» και ενός αντίστοιχου «εργαστηριακού οδηγού», βεβαιώνει απόλυτα γι αυτές τις διαφορές.

6 Δες Hacking, I. (1995). *Representing and intervening*. Cambridge: Cambridge University Press. Δες επίσης τη συζήτηση για τη συγκρότηση της σύγχρονης επιστήμης στο Drake, S. ό.π. Για μια συζήτηση σχετικά με τις δύο «γλώσσες» των Φυσικών Επιστημών, δες στο: Radder, H. (1996). *In and About the World*. NY: State University Press, 9-72.

Σε πείσμα αυτής της πραγματικότητας, η εκπαιδευτική παράδοση (κυρίως στην πράξη αλλά και στην έρευνα) φαίνεται να θεωρεί ότι στην επιστήμη μια έννοια (όπως, για παράδειγμα, η «μάζα») σημαίνει ένα και μόνον ένα πράγμα (τουλάχιστον στο πλαίσιο μιας θεωρίας). Με αυτό τον τρόπο δείχνει να αγνοεί (ενώ μάλλον αποσιωπά) ότι η ίδια λέξη και στην επιστήμη (ας πούμε στο πλαίσιο της Νευτώνειας μηχανικής) μπορεί να σημαίνει διαφορετικά πράγματα σε διαφορετικές χρήσεις. Η «μάζα», για παράδειγμα, σημαίνει την ποσότητα της ύλης σε μια διαδικασία μέτρησης με ζυγό, ενώ σημαίνει το μέτρο της αδράνειας σε μια διαδικασία μέτρησης ή μελέτης της αλλαγής της κίνησης ενός σώματος. Την ίδια στιγμή, βέβαια, αν αλλάξουμε θεωρία (και πάμε, λόγου χάρη, στη θεωρία της Σχετικότητας), η «μάζα» σημαίνει μια ενεργειακή μεταβλητή σε μια διαδικασία μέτρησης ή μελέτης μιας σχετικιστικής κίνησης ενώ ταυτόχρονα συγκροτεί ένα δομικό στοιχείο της γεωμετρίας του χώρου.

Επιπλέον, η σημασία της έννοιας «μάζα» δεν είναι η ίδια, όταν τη χρησιμοποιούμε σε μια συζήτηση και όταν τη χρησιμοποιούμε στην τυπική αξιολόγηση των μαθητών. Όταν στη συζήτηση ρωτήσουμε «τι εννοείς όταν λες μάζα;», αντιμετωπίζουμε τη σημασία της έννοιας ως άποψη του συνομιλητή μας, άποψη που δεν γνωρίζουμε εκ των προτέρων και για κάποιο λόγο ενδιαφερόμαστε να μάθουμε. Όταν κάνουμε την ίδια ερώτηση σε ένα μαθητή που αξιολογούμε, αντιμετωπίζουμε την ίδια έννοια μάλλον ως αφετηρία ενός «παιχνιδιού» μαντέματος. Διότι και εμείς και ο μαθητής μας γνωρίζουμε ότι τον εκπαιδευτικό δεν τον ενδιαφέρει η άποψη του μαθητή. Τον ενδιαφέρει αν θα ακουστεί ή όχι μια πρόταση που, αν και ρωτά γι αυτή, τη γνωρίζει εκ των προτέρων. Τι θα σήμαινε άραγε το όνομα ενός ανθρώπου, που θα μας πλησίαζε στο δρόμο και θα μας ρωτούσε: «πες μου σε παρακαλώ, πώς με λένε;»⁷

Αν λοιπόν αποφασίσουμε να χτίσουμε τη σχέση των σχολικών ΦΕ με την επίσημη επιστήμη πάνω σε έννοιες ή θεωρίες, ποια από όλες θα επιλέξουμε; Και με τι κριτήρια; Μήπως θα καταλήξουμε να διδάσκουμε τις «έννοιες» και τις «θεωρίες» που μπορούν να χειριστούν

7 Penick, J. (2002). «A Strategy for Using Questions and Inquiry», στο *2nd International Conference on Science Education*. The Cyprus Pedagogical Institute, Nicosia.

πιο εύκολα οι μαθητές μας (διαδικασία απλοποίησης ή διδακτικού μετασχηματισμού του περιεχομένου⁸); Αλλά τότε τα κριτήρια αφορούν στη χρήση της έννοιας ή της θεωρίας από τους μαθητές. Είναι δηλαδή κριτήρια πρακτικών. Μήπως θα διδάξουμε την ιστορία της έννοιας (ή της θεωρίας); Τότε θα πρέπει να σταθούμε στους λόγους για τους οποίους μια έννοια δεν σήμαινε σχεδόν ποτέ ένα πράγμα στις, κατά Κuhn, περιόδους της «κανονικής επιστήμης»⁹ ή η σημασία της άλλαζε ριζικά μέσω των «επιστημονικών επαναστάσεων». Θα πρέπει, δηλαδή να εστιάσουμε πάλι σε πρακτικές (αυτή τη φορά επιστημονικές ή κοινωνικές) που επέτρεπαν ή επέβαλαν την πολλαπλότητα ή τις «επαναστατικές» αλλαγές.

Από την άλλη μεριά, η λεγόμενη «μεθοδολογία» των ΦΕ έχει, επίσης, προβλήματα όταν χρησιμοποιείται ως οργανωτική αρχή της σχέσης των σχολικών ΦΕ με τις επίσημες επιστήμες. Ο λόγος είναι ότι η «μεθοδολογία», που συνήθως συναντούμε στη βιβλιογραφία, έχει προκύψει από το θεωρητικό λόγο των ΦΕ και αφορά σχεδόν μόνο σε αυτόν. Αυτή τη «μεθοδολογία» δεν την έχουν περιγράψει οι επιστήμονες και έχει ελάχιστη σχέση με αυτά που κάνουν. Πρόκειται για μια φιλοσοφική προσέγγιση (που καθιερώθηκε στις αρχές του 20ου αιώνα), η οποία αναφέρεται στην οργάνωση των κειμένων (το δημοσιευμένο προϊόν) των ΦΕ και όχι στη συνολική τους δραστηριότητα. Περιγράφει, δηλαδή, πώς οι επιστήμονες οργανώνουν τα κείμενά τους και όχι πώς παράγουν τη «γνώση» που οδηγεί στα κείμενα. Το πώς παράγουν τη «γνώση», δηλαδή τις πρακτικές τους¹⁰, μόνο πρόσφατα άρχισαν να το ερευνούν οι επιστημολόγοι. Και τα αποτελέσματα (οι επιστημονικές πρακτικές) είναι και ενδιαφέροντα και σημαντικά για τον εκπαιδευτικό χώρο (Γαβρόγλου 2004: 212-221).

8 Για μια αναλυτική συζήτηση πάνω στο συγκεκριμένο ζήτημα βλ. Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου Φυσικών Επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Γράφημα.

9 Βλ. για παράδειγμα, μια εντυπωσιακή περιγραφή των σημασιών της έννοιας «δύναμη» στο Κανδεράκης, Ν. (2007). «Οι έννοιες της ‘δύναμης’ κατά τον 17ο και τον 18ο αιώνα». Στα *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου, ΔΦΕ και ΝΤ στην εκπαίδευση*. Ιωάννινα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 490-498.

10 Για ένα παράδειγμα βλ. Nersessian, N., E, Kurz-Milcke, & J. Davis (2005). “Ubiquitous computing in science and engineering research laboratories: A case study from biomedical engineering” στο G. Kouzelis, M. Pournari, M. Stoppler & V. Tselfes (eds.). *Knowledge in the New Technologies*. Frankfurt am Main: Peter Lang.

Θέση 4

Η μάθηση πρακτικών μπορεί να οδηγήσει στη μάθηση της χρήσης εννοιών, θεωριών κ.ο.κ. δηλαδή, στην κατανόησή τους.

Εδώ δεν θα αναπτύξουμε αναλυτική επιχειρηματολογία, καθώς εκτιμούμε ότι η περιγραφή της διδακτικής πρότασης που θα ακολουθήσει μπορεί να πείσει. Θα αναφέρουμε μόνο ότι ακόμη και στο πλαίσιο της έρευνας στη Διδακτική των ΦΕ, που καθοδηγείται από την υπόθεση της σχέσης των επιστημονικών εννοιών με τις ιδέες των μαθητών, αναγνωρίζεται σήμερα η ύπαρξη διαφορετικών «όψεων» για μια έννοια. Για παράδειγμα οι diSessa, Gillespie και Esterly (2004: 854-857) προτείνουν πέντε τέτοιες «όψεις». Την υπαρξιακή (*existential*), την (ημι)ποσοτική (*coarse quantitative*), την οντολογική (*ontological*), τη συστατική (*compositional*) και την αιτιακή (*causal*). Τι μπορεί να σημαίνουν αυτές οι «όψεις» αν όχι το διαφορετικό περιεχόμενο της έννοιας στο πλαίσιο των διαφορετικών τρόπων της χρήσης της;

2.2. Ένα μοντέλο επιστημονικών και εν δυνάμει διδακτικών-μαθησιακών πρακτικών

Το μοντέλο που θα παρουσιάσουμε στηρίζεται στην ταξινομία των οντοτήτων της εργαστηριακής πρακτικής του Ian Hacking (1992). Σύμφωνα με τον Hacking, η επιστημονική δραστηριότητα των εργαστηριακών επιστημών (επιστημών που «κατασκευάζουν» στο εργαστήριο τα κομμάτια του κόσμου που μελετούν) έχει μια σχετικά αυτόνομη «εσωτερική ζωή». Η «ζωή» αυτή διαθέτει μια ελάχιστη εσωτερική δυναμική που δεν αλλοιώνεται σημαντικά από τις όποιες εξωτερικές (κοινωνικές ή πολιτισμικές) σχέσεις. Ακολουθώντας τις περιγραφές του Hacking (1992: 43-50), μπορούμε να περιγράψουμε τις πρακτικές της εσωτερικής αυτής «ζωής» ως εξής:¹¹

Στο εσωτερικό της δραστηριότητας των εργαστηριακών επιστημών οι επιστήμονες διαχειρίζονται τρεις σημαντικές κατηγορίες οντοτήτων,

¹¹ Βλ. Τσελφές, Β. (2002α). *Δοκιμή και πλάνη. Το εργαστήριο στη διδασκαλία των ΦΕ*. Αθήνα: Νήσος και Τσελφές, Β. (2003). «Μια πρόταση για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στηριγμένη στην κατά Ι. Hacking προσέγγιση της 'εσωτερικής ζωής' τους», στο Σκορδούλης, Κ. & Λ. Χαλκιά (επιμ.) *Η συμβολή της ιστορίας και φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*. Αθήνα: ΠΤΔΕ-ΕΚΠΑ, 259-265.

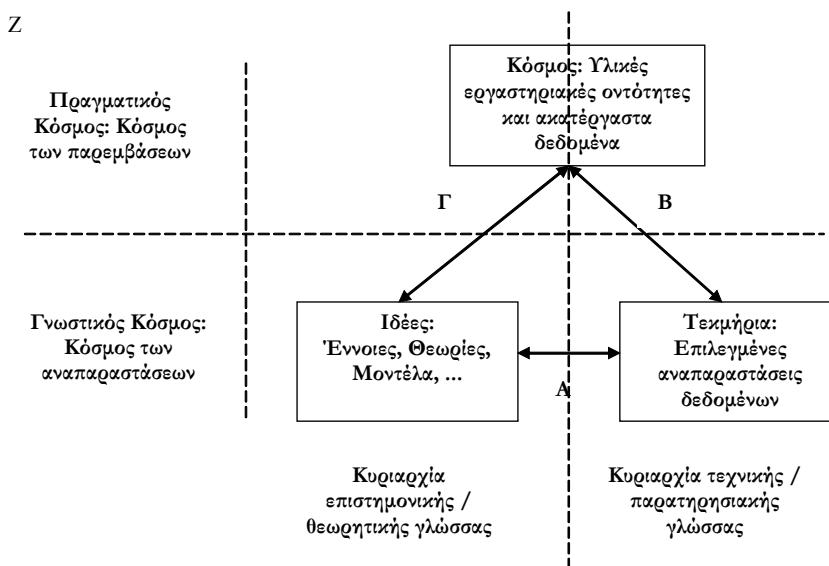
οι οποίες αλληλεπιδρούν δυναμικά μεταξύ τους και μπορούν να μετασχηματίζουν ή μια την άλλη. Οι οντότητες αυτές είναι:

1. Οι «ιδέες» οι σχετικές με το φυσικό φαινόμενο που μελετάται. Εδώ μπορούν να ενταχθούν οντότητες όπως οι θεωρητικές έννοιες, τα ερωτήματα, οι θεμελιώδεις πεποιθήσεις και γνώσεις (που χωρίς αυτές δεν νοείται επιστήμη, αλλά και που παράλληλα, επειδή θεωρούνται δεδομένες, δεν αναφέρονται συστηματικά), η συστηματική θεωρία, τα θεωρητικά μοντέλα, οι τοπικές υποθέσεις, τα μοντέλα των συσκευών, κ.λπ.
2. Οι υλικές οντότητες, όπως το δείγμα, οι πηγές των τροποποιήσεων (συσκευές που επηρεάζουν, μεταβάλλουν ή αλληλεπιδρούν με το δείγμα), οι ανιχνευτές των τροποποιήσεων, τα εργαλεία, οι γεννήτριες των δεδομένων (μπορεί να είναι από τον πειραματιστή μέχρι τα καταγραφικά, τις φωτογραφικές μηχανές ή τα «σκάνερς»), καθώς και τα «ακατέργαστα δεδομένα» (Hacking 1992: 44). Τα τελευταία είναι ό,τι παράγουν οι γεννήτριες των δεδομένων. Είναι τα ανερμήνευτα σημάδια, τα γραφήματα των μεταβολών με το χρόνο, οι φωτογραφίες, κ.λπ. Τα δεδομένα κατασκευάζονται στο εργαστήριο. Δεν «δίνονται» από τη φύση. Είναι η υλική παραγωγή των συσκευών (Ackermann 1985), που οι επιστήμονες και οι τεχνικοί κατασκευάζουν. Οι υλικές οντότητες και τα ακατέργαστα δεδομένα δίνουν υπόσταση στο φαινόμενο μέσα στον πραγματικό κόσμο –μέρος του οποίου είναι και ο ίδιος ο επιστήμονας.
3. Τα «τεκμήρια» που θεωρούνται ή παρουσιάζονται ως κατάλληλα από τον επιστήμονα και συνυπάρχουν με τον τρόπο κατασκευής τους. Τεκμήρια μπορούν να αποτελούν τα εκτιμημένα δεδομένα (ό,τι απομένει μετά την εκτίμηση των σφαλμάτων), τα ανηγμένα δεδομένα (ό,τι απομένει μετά την αναγωγή ενός μεγάλου αριθμού δεδομένων), τα αναλυμένα δεδομένα (ό,τι επιλέγεται από τα δεδομένα στη βάση της υπόθεσης ή της ερώτησης), τα προς ερμηνεία δεδομένα (ό,τι από τα αναλυμένα δεδομένα μπορεί να συνδεθεί με κάποια στοιχεία της συστηματικής θεωρίας), κ.ο.κ.

Οι ιδέες και τα τεκμήρια είναι γλωσσικές οντότητες που αναπαριστούν το εργαστηριακό φαινόμενο, ταυτοχρόνως όμως ερμηνεύουν ή καθιστούν έγκυρες οι μεν τα δε. Είναι οντότητες του

γνωστικού κόσμου μέσω των οποίων αναπαρίστανται τα φαινόμενα του «πραγματικού» κόσμου. Οι επιστήμονες επικοινωνούν μέσω των ιδεών και των τεκμηρίων, όταν συζητούν τις προβλέψεις τους, τις ερμηνείες των φαινομένων ή την εγκυρότητά τους. Χρησιμοποιούν, δηλαδή, τόσο τη «θεωρητική γλώσσα» των επιστημονικών ιδεών, η οποία είναι σε μεγάλο βαθμό συμβολική, όσο και την «παρατηρησιακή γλώσσα» των τεκμηρίων. Από την άλλη μεριά, το φαινόμενο ως μέρος του υλικού κόσμου είναι πάντα παρόν στο εργαστήριο και με ένα διαφορετικό τρόπο. Ο επιστήμονας παρεμβαίνει (Hacking 1995) και κάνει τα πράγματα να «δουλέψουν» με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, αν και το πραγματικό-υλικό μέρος του φαινομένου, που δεν μπορεί να μιλήσει για τον εαυτό του, δεν «υποτάσσεται» υποχρεωτικά σε οποιαδήποτε ιδέα ή αναμενόμενο τεκμήριο. Οι επιστήμονες επικοινωνούν και κατά τη διάρκεια των παρεμβατικών τους δραστηριοτήτων. Εδώ, χρησιμοποιούν όρους που αναφέρονται σε οντότητες του υλικού κόσμου και σε τρόπους με τους οποίους μπορούν να τις χειριστούν. Στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιούν, κυρίως, μια άλλη γλώσσα που θα μπορούσαμε να την πούμε τεχνική. Η γλώσσα αυτή δεν έχει σχέση με τη «θεωρητική γλώσσα». Είναι ανεξάρτητη από τις θεωρητικές ιδέες που εμπλέκονται με τον εκάστοτε πειραματισμό και συνδέεται μόνο με την «παρατηρησιακή γλώσσα» των τεκμηρίων (Radder 1996). Οι τεχνικοί μπορούν να δουλεύουν αποτελεσματικά σε ένα επιστημονικό εργαστήριο, γνωρίζοντας μόνο το «παρατηρησιακό» μέρος των φαινομένων που κατασκευάζουν (χωρίς, δηλαδή, να γνωρίζουν τις σχετικές θεωρητικές επιστημονικές ιδέες). Θεωρούμε ότι και μόνο η ύπαρξη αυτής της «μορφής ζωής», φανερώνει τη σημασία των παρεμβάσεων στο πλαίσιο της επιστημονικής δραστηριότητας.

Σχηματικά, το μοντέλο αναπαρίσταται στο σχήμα 1. Στο σχήμα, γίνεται μια προσπάθεια να αναπαρασταθεί και η δυναμική του «επιστημονικού πειραματισμού».



Σχήμα 1:
Οι οντότητες της «ζωής» των Εργαστηριακών Επιστημών και οι σχέσεις τους

Συγκεκριμένα, ο πειραματισμός είναι επιτυχής, όχι όταν οι ιδέες συμφωνούν απλώς με τα τεκμήρια, αλλά όταν ταιριάζουν μεταξύ τους οι ιδέες, η υλική κατασκευή και τα τεκμήρια. Αυτό μπορεί να γίνει με μια ποικιλία τρόπων: είτε κατασκευάζοντας τα κατάλληλα τεκμήρια (π.χ. επιλέγοντας μεθόδους διαχείρισης των ακατέργαστων δεδομένων) είτε μεταβάλλοντας κάποιες από τις θεωρητικές ιδέες ή τα μοντέλα είτε παρεμβαίνοντας στον υλικό κόσμο και κατασκευάζοντας καινούρια κομμάτια του (π.χ. νέες συσκευές μέτρησης που παράγουν διαφορετικού τύπου ακατέργαστα δεδομένα) είτε, τέλος, με κάποιο συνδυασμό των προηγούμενων. Έτσι, στην εργαστηριακή πρακτική τα προβλήματα της φιλοσοφικής επαγωγής (οι θεωρίες καθοδηγούνται από την παρατήρηση) και της φιλοσοφικής παραγωγής (οι παρατηρήσεις καθοδηγούνται από τη θεωρία) χάνουν τη σημασία τους. Μεταξύ ιδεών και τεκμηρίων μπορεί κανείς να δημιουργεί σχέσεις, χρησιμοποιώντας τότε την επαγωγή (για να επικυρώσει κάποιες ιδέες) και τότε την παραγωγή (για να ερμηνεύσει κάποια τεκμήρια). Το ουσιαστικό όμως «δέσιμο» ιδεών και τεκμηρίων γίνεται με την κατασκευή του κατάλληλου κομματιού υλικής «πραγματικότητας». Επιπλέον, στο εσωτερικό της εργαστηριακής πρακτικής και η Ποππεριανή διάψευση αποκτά διαφορετική σημασία από τη φιλοσοφική: αν ένα τεκμήριο διαψεύδει

μια θεωρητική ιδέα, τότε ίσως κάποιος μπορεί, παρεμβαίνοντας στον υλικό κόσμο, να κατασκευάσει μια νέα «πραγματικότητα» που να του δίνει τα κατάλληλα τεκμήρια. Τέλος, μια, κατά Κuhn, «επιστημονική επανάσταση» είναι κάτι το αναμενόμενο: μια νέα σειρά δεδομένων που παράγεται από μια βελτιωμένη συσκευή μέτρησης μπορεί να καταστήσει έγκυρη μια νέα θεωρητική ιδέα, ασύμβατη με τις προηγούμενες. Το μόνο που δεν μεταβάλλεται (ιστορικά) είναι η ισορροπία ανάμεσα στις τρεις κατηγορίες πρακτικών Α, Β και Γ (όπως παρουσιάζονται στο σχήμα 1). Επιπλέον, όταν μια ισορροπία αποκατασταθεί, επιβιώνει ακόμη και όταν εμφανίζεται μια καινούργια. Σήμερα, για παράδειγμα, υπάρχουν χιλιάδες φυσικοί που δουλεύουν στο «παράδειγμα» (στην ισορροπία πρακτικών) της Κλασικής Μηχανικής, όπως και της Σχετικότητας και της Κβαντικής Μηχανικής, αδιαφορώντας αν οι φιλόσοφοι και οι επιστημολόγοι «βλέπουν» τις περιοχές τους ως ασύμβατες, ως παλαιότερες και νεότερες ή ως περισσότερο ή λιγότερο προσδευμένες. Με άλλα λόγια, οι επιστήμονες δεν έχουν πρόβλημα να χρησιμοποιούν μια έννοια με διαφορετική κάθε φορά σημασία, ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο δουλεύουν. Εμείς, στην εκπαίδευση, θα αντιμετωπίζουμε το γεγονός αυτό ως πρόβλημα;

2.3. Η διδακτική πρόταση

Αναπλαισιώνοντας το παραπάνω μοντέλο των επιστημονικών πρακτικών στον εκπαιδευτικό χώρο (Τσελφές 2002α, 2003, Psillos, Tselves & Kariotoglou 2004), μπορούμε να παρατηρήσουμε τα ακόλουθα:

Αν και οι παρατηρούμενες πρακτικές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε παρεμβατικές και αναπαραστατικές, σχεδόν όλες περιλαμβάνουν τη ρητή διαχείριση κάποιου είδους εννοιών. Για παράδειγμα, η πολυσυζητημένη πρακτική της παρατήρησης, στο πλαίσιο του μοντέλου, σημαίνει μετάβαση από τον πραγματικό υλικό κόσμο στον αναπαραστατικό κόσμο των τεκμηρίων (σχέση Β στο σχήμα). Δηλαδή, για το μοντέλο η πρακτική αυτή σημαίνει ότι περιγράφω (με χρήση παρατηρησιακών εννοιών) ό,τι παρατηρώ. Δεν παρατηρώ, απλώς, χωρίς να μιλώ ή να γράφω. Η ίδια, όμως, πρακτική της παρατήρησης μπορεί να σημαίνει και κάτι άλλο. Μπορεί να σημαίνει μετάβαση από τον πραγματικό υλικό κόσμο στον θεωρητικό

κόσμο των ιδεών (σχέση A στο σχήμα). Προκύπτουν, με άλλα λόγια, δύο τουλάχιστον διαφορετικές πρακτικές παρατήρησης για το ίδιο γεγονός του φυσικού κόσμου: μία με παρατηρησιακούς όρους και μία με θεωρητικούς. Για παράδειγμα, μπορούμε παρατηρώντας να πούμε: *το χρώμα του φωτός άλλαξε όταν βάλουμε μπροστά στο φακό μια κόκκινη ζελατίνα, αλλά και το υλικό που βάλουμε μπροστά στην πηγή ορατού φωτός απορρόφησε ακτινοβολίες συγκεκριμένων συχνοτήτων*. Το ίδιο μπορεί να συμβεί αν ζητήσουμε την κατασκευή μιας υλικής οντότητας: *σε παρακαλώ, φτιάξε μια κόκκινη δέσμη φωτός ή σε παρακαλώ, βάλε στην πηγή κάτι να απορροφήσει τις συχνότητες πάνω από τα 'τάδε' Hz*.

Η προηγούμενη επισήμανση δείχνει ότι πέρα από την κατηγοριοποίηση των πρακτικών σε κυρίως παρεμβατικές ή κυρίως αναπαραστατικές, οι πρακτικές διαχειρίζονται και δύο διαφορετικά είδη λόγου. Το είδος του λόγου που αναφέρεται στα τεκμήρια είναι κατά κανόνα γνωστό στους μαθητές, συμπίπτει με την καθημερινή γλώσσα και λογική, αν και περιλαμβάνει κατά περίπτωση κάποιους τεχνικούς όρους. Έτσι οι μαθητές, με μικρή άσκηση, μπορούν να τον χρησιμοποιούν με επιτυχία στις πρακτικές τους. Μπορούν, για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας τον να πετύχουν και στις περιγραφές τους και στην κατασκευή των εργαστηριακών διατάξεων ακολουθώντας οδηγίες (πρακτικές B). Οι δυσκολίες εμφανίζονται στο είδος του λόγου που αφορά στις θεωρητικές επιστημονικές ιδέες. Εδώ, το πρόβλημα δεν είναι μόνο οι επιστημονικές έννοιες. Η θεωρητική επιστημονική γλώσσα είναι άλλη γλώσσα. Έχει άλλες αρχές και λογικές. Άλλη «γραμματική» και «συντακτικό». Για παράδειγμα, η καθημερινή γλώσσα (και η γλώσσα των τεκμηρίων) χρησιμοποιεί ουσιαστικά για να αναπαριστά τις υλικές οντότητες και επίθετα για να αναπαριστά τις ιδιότητές τους (π.χ. «το νερό είναι ζεστό»). Η θεωρητική γλώσσα έχει ουσιαστικά-μεταβλητές για να αναπαριστά τις ιδιότητες των υλικών οντοτήτων (π.χ. «το νερό έχει θερμοκρασία 600C»). Τα παιδιά γνωρίζουν την καθημερινή τους γλώσσα και τη «βαθιά» γραμματική της, πριν καν πάνε στο Νηπιαγωγείο. Επομένως, οι διδακτικές-μαθησιακές πρακτικές που χρησιμοποιούν τη θεωρητική επιστημονική γλώσσα θέλουν ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό και την εφαρμογή τους.

Μετά τις παραπάνω επισημάνσεις, μπορούμε να προχωρήσουμε στην παρουσίαση ενός χάρτη διδακτικών-μαθησιακών δραστηριοτήτων-πρακτικών κατάλληλου και για μαθητές με περιορισμένη γλωσσομάθεια.

2.3.1. Διδακτικές-μαθησιακές δραστηριότητες-πρακτικές σύνδεσης «Εργαστηριακού Κόσμου» και «Τεκμηρίων»

Στις δραστηριότητες αυτές, ο διδακτικός σχεδιασμός πρέπει να καθοδηγεί τους μαθητές να δοκιμάζουν την αποκατάσταση σχέσεων μεταξύ υλικών κατασκευών (πειραματικές διατάξεις) και τεκμηρίων. Οι δραστηριότητες αυτές, στην τρέχουσα διδακτική πρακτική προτείνονται πάντα πρώτες και εμφανίζουν σημαντικά ποσοστά επιτυχίας. Ο λόγος, σύμφωνα με το μοντέλο, είναι ότι σε αυτές τις δραστηριότητες οι μαθητές χρησιμοποιούν ουσιαστικά την καθημερινή τους γλώσσα, την οποία απλώς εμπλουτίζουν με τεχνικούς όρους, χωρίς να χρειαστεί να την αναθεωρήσουν. Οι πιο διαδεδομένες σχετικές δραστηριότητες είναι αυτές των πειραμάτων επίδειξης και των καθοδηγούμενων εργαστηριακών ασκήσεων. Σε αυτές όμως, οι μαθητές εμπλέκονται με περισσότερες από μία πρακτικές. Εδώ, έχει καθοριστική σημασία να είμαστε σαφείς στις οδηγίες μας. Για παράδειγμα, εστιάζοντας σε ένα κομμάτι εργαστηριακού κόσμου (και όχι σε ένα κομμάτι του κόσμου που πρέπει να ανακαλέσουν στη μνήμη τους οι μαθητές, χωρίς να ξέρουμε ποιες εμπειρίες έχουν από αυτό) μπορούμε να ζητήσουμε:

- ⇒ Να περιγράψουν, αυτό το κομμάτι του υλικού κόσμου (την πειραματική διάταξη, τα υλικά, τη σχέση τους, την κατάσταση τους, κ.ο.κ.). Να περιγράψουν δηλαδή τη στατική του «εικόνα». Και αυτή η περιγραφή-παρατήρηση (όπως και οι επόμενες) δεν είναι ούτε αυτονόητη ούτε μονοσήμαντη ούτε απλή.
- ⇒ Να περιγράψουν τα φαινόμενα-γεγονότα που βλέπουν ότι συμβαίνουν. Εδώ, και σε αντιδιαστολή με την προηγούμενη δραστηριότητα-πρακτική, πρέπει να γίνει σαφές ότι ζητάμε να περιγραφούν οι αλλαγές-μεταβολές που συμβαίνουν στο κομμάτι του υλικού κόσμου. Και αυτή είναι μια διαφορετική πρακτική παρατήρησης από την προηγούμενη. Οι προτάσεις εδώ έχουν άλλη «γραμματική», ενώ συνήθως τα παιδιά είναι πιο

αποτελεσματικά: «βλέπουν» ευκολότερα τις αλλαγές παρά τα στατικά χαρακτηριστικά των πειραματικών διατάξεων.

- ⇒ Να ακολουθήσουν οδηγίες και να παρέμβουν, με βάση αυτές, στο κομμάτι του υλικού κόσμου, για να αλλάξουν κάτι (είτε στα στατικά του χαρακτηριστικά είτε στα φαινόμενα που συμβαίνουν).
- ⇒ Να περιγράψουν πώς πραγματοποίησαν την παρέμβαση (χρησιμοποιώντας κυρίως λόγο και λιγότερο νεύματα). Να περιγράψουν τι πέτυχαν και τι δεν πέτυχαν.
- ⇒ Να ακολουθήσουν οδηγίες για να κατασκευάσουν ένα ολόκληρο κομμάτι εργαστηριακού κόσμου (για παράδειγμα, μια ολόκληρη πειραματική διάταξη).
- ⇒ Να ασκήσουν κριτική στην κατασκευή που έκανε κάποιος άλλος συμμαθητής τους (ή κάποια άλλη ομάδα μαθητών). Να μιλήσουν, δηλαδή και να πουν γιατί αυτοί πέτυχαν και οι συμμαθητές τους απέτυχαν (ή το αντίστροφο) σε κάποια κατασκευή ή παρέμβαση.
- ⇒ Να ακολουθήσουν οδηγίες για να κατασκευάσουν δεδομένα. Εδώ αναφερόμαστε στις πρακτικές των μετρήσεων. Κάθε τύπου μέτρηση έχει τη δική της (εκ των προτέρων συμφωνημένη) πρακτική, η οποία μαθαίνεται και δεν ανακαλύπτεται ούτε αιτιολογείται. Για το σημείο αυτό, πρέπει επίσης να επισημάνουμε δύο πράγματα: α) η ιδέα της «μέτρησης», που βρίσκεται πίσω από κάθε τύπου μέτρηση, είναι εξαιρετικά αφαιρετική και είναι μάταιο να τη συζητήσουμε με ανθρώπους που δεν έχουν την εμπειρία ενός πλήθους μετρήσεων στην πράξη (μια διαδικασία που προωθείται από αρκετούς εργαστηριακούς οδηγούς στην εισαγωγή τους). β) Η πρακτική ενός τύπου μέτρησης ισοδυναμεί με παρέμβαση στον υλικό κόσμο με βάση οδηγίες, οι οποίες διατυπώνονται στην καθημερινή γλώσσα των παρατηρήσεων-τεκμηρίων ή «δείχνεται» και με νεύματα. Για παράδειγμα, για να μετρήσουμε το μήκος ενός τραπεζιού, «ακουμπάμε το μηδέν του χάρακα στην άκρη του τραπεζιού». Παρόλα αυτά η διαδικασία αυτή αφορά πάντα σε μια επιστημονική ιδέα (έννοια-μεταβλητή). Ως εκ τούτου, η πρακτική της μέτρησης αποκαθιστά μια πρώτη σχέση των παρεμβάσεων και των περιγραφών, που ήδη περιγράψαμε, με τις επιστημονικές ιδέες (συνδέσεις τύπου Α ή Γ). Και είναι ενδιαφέρον να προσέξουμε ότι αυτή η σύνδεση (η σύνδεση μέσω της πρακτικής της μέτρησης)

δίνει και μια πρώτη σημασία-περιεχόμενο στην έννοια. Ένα περιεχόμενο το οποίο μοιάζει με αριθμό (ή το οποίο μοιάζει να λέει ότι «μήκος είναι αυτό που μετράμε έτσι») και που σίγουρα δεν είναι το μοναδικό επιστημονικό της περιεχόμενο. Πολλές φορές επίσης, αυτή η σημασία-περιεχόμενο είναι και η μοναδική που διδάσκουμε στους μαθητές. Σκεφτείτε λίγο γύρω από την έννοια του «μήκους» ή της «θερμοκρασίας».

- ⇒ Να παράγουν τεκμήρια από σειρές ακατέργαστων δεδομένων. Εδώ μπορεί να κληθούν να αποφασίσουν ποια τιμή μέτρησης θα εμπιστευτούν, όταν περισσότερες από δύο διαδοχικές μετρήσεις του ίδιου πράγματος παράγουν διαφορετικά δεδομένα. Ή να αποφασίσουν ποια πληροφορία δίνει ένας πίνακας ή ένα διάγραμμα δεδομένων. Και εδώ υπάρχουν τεχνικές που μπορούν να μαθευτούν. Υπάρχουν όμως και απόψεις των παιδιών που έχουν ενδιαφέρον να ακουστούν και να συζητηθούν.

Στο όριο αυτής της κατηγορίας των πρακτικών, μπορεί κανείς να ζητήσει από τα παιδιά:

- ⇒ Να κατασκευάσουν μια «νέα» υλική πραγματικότητα με βάση συγκεκριμένα τεκμήρια. Οι μαθητές μπορούν να την κατασκευάσουν ως τέτοια (νέα!) και να μάθουν από την παρεμβατική διαδικασία αυτής της κατασκευής. Μπορούν, για παράδειγμα, να μάθουν χαρακτηριστικά της κουλτούρας των εργαστηριακών επιστημών. Μιας κουλτούρας η οποία, αν και δεν έχει σχέση με αυτή των ταχυδακτυλουργών, στο εμπειρικό της πεδίο τα γεμάτα με νερό ποτήρια μπορούν να είναι τοποθετημένα ανάποδα χωρίς να αδειάζουν και τα κυλινδρικά κουτιά συσκευασίας μπορούν να ανεβαίνουν από μόνα τους στα κεκλιμένα επίπεδα (δες π.χ. Κουμαράς 1998).
- ⇒ Να κατασκευάσουν, με βάση τις οδηγίες, όργανα παρατήρησης ή μέτρησης και να αποκαλύψουν με αυτά κρυφά κομμάτια μιας υφιστάμενης υλικής πραγματικότητας. Οι μαθητές, οργανώνοντας (και μέσω του διαλόγου) την παρατήρησή τους, μπορούν και να τα βρουν και να τα «δουν». Από εδώ μπορούν να μάθουν και άλλα στοιχεία της ίδιας κουλτούρας. Όπως, ότι βλέπουμε τα πράγματα που επιδιώκουμε να δούμε και όχι τα πράγματα που «υπάρχουν» ή, αλλιώς, ότι τα πράγματα που δηλώνουμε ότι βλέπουμε αποτελούν

τεκμήρια για όσα πιστεύουμε ότι συμβαίνουν (υπάρχουν σε σχέση με τις προσδοκίες που έχουμε για αυτά). Παράλληλα, οι μαθητές μπορούν να μάθουν να εμπιστεύονται (ή να μην εμπιστεύονται) τις συσκευές παρατήρησης ή μέτρησης τόσο, όσο και τις αισθήσεις τους.

2.3.2. Διδακτικές δραστηριότητες σύνδεσης «Ιδεών» και «Τεκμηρίων»

Στις δραστηριότητες αυτές ο διδακτικός σχεδιασμός πρέπει να καθοδηγεί τους μαθητές να δοκιμάζουν, από τη μια πλευρά, την αποκατάσταση σχέσεων μεταξύ των εννοιών, των θεωριών ή των μοντέλων των ΦΕ, και από την άλλη των τεκμηρίων που συνδέονται μαζί τους. Οι δραστηριότητες αυτής της μορφής είναι οι πλέον διαδεδομένες στη γενική εκπαίδευση. Συνήθως, όμως, γίνονται με πολύπλοκες πρακτικές ή «ετικέτες» που αποκρύπτουν τη φύση τους. Για παράδειγμα, η λύση προβλημάτων είναι μια τέτοια δραστηριότητα. Μόνο που τα μεν δεδομένα ή ζητούμενα τεκμήρια εμφανίζονται και αντιμετωπίζονται, συνήθως, ως αριθμητικά δεδομένα, οι δε θεωρίες και τα μοντέλα ως μαθηματικοί «τύποι» χωρίς ιδιαίτερο εννοιολογικό περιεχόμενο. Από την άλλη μεριά, όταν τα τεκμήρια προκύπτουν από πειραματικές διατάξεις επίδειξης, οι διδάσκοντες συνηθίζουν να μην επιμένουν στο φραστικό εντοπισμό τους, εκτιμώντας ότι «τα φαινόμενα μιλάνε από μόνα τους». Οι δραστηριότητες, όμως, σύνδεσης ιδεών και τεκμηρίων μπορούν να πραγματοποιηθούν μόνο στον κόσμο του λόγου. Τα τεκμήρια δεν «φαίνονται». Κατασκευάζονται μέσω διαδικασιών που, όπως είδαμε, είναι συνθετότερες από αυτό που απλοϊκά αποκαλούμε «παρατήρηση».

Για παράδειγμα, εστιάζοντας πάντοτε σε ένα κομμάτι του κόσμου, το οποίο είναι «παρόν» (με κάποιο τρόπο) στο μάθημα, μπορούμε να ασκήσουμε τους μαθητές σε πρακτικές αυτής της κατηγορίας, όπως:

⇒ Να περιγράψουν αυτό το κομμάτι του κόσμου (τα στατικά αλλά και τα μεταβαλλόμενα χαρακτηριστικά του-τα φαινόμενα) και με θεωρητικούς και με παρατηρησιακούς όρους. Πρόκειται για μια πρακτική, η οποία δηλώνει την ύπαρξη δύο διαφορετικών τρόπων αναπαράστασης των φυσικών φαινομένων (δύο «γλωσσών») και με αυτό τον τρόπο ξεκαθαρίζει το τοπίο. Αν αυτό γίνεται για κάθε κομμάτι κόσμου που μελετούμε στην τάξη, τότε οι αιτιολογήσεις

και οι προβλέψεις αποτελούν πρακτικές με σαφές περιεχόμενο.

- ⇒ Να μαθαίνουν να αιτιολογούν ένα φαινόμενο όταν αποδίδουν κάποια στοιχεία από την παρατηρησιακή περιγραφή του (κάποια τεκμήρια) σε θεωρητικές έννοιες ή μοντέλα. Με τη λογική αυτή οι μαθητές κατανοούν πού πρέπει να ψάξουν όταν τους ζητάμε μια αιτιολόγηση ή μια εξήγηση.
- ⇒ Με την ίδια λογική, να μαθαίνουν να προβλέπουν ένα φαινόμενο όταν μεταβαίνουν από τη θεωρητική περιγραφή του (για παράδειγμα, μέσω ενός μοντέλου) προς συγκεκριμένα τεκμήρια (παρατηρησιακά χαρακτηριστικά).
- ⇒ Η ίδια λογική μπορεί πιθανότατα να «ξεμπλέξει» και ένα πρόβλημα ή άσκηση (από αυτά που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια). Η κλασική μορφή ενός προβλήματος περιλαμβάνει στο ίδιο κείμενο περιγραφές ενός κομματιού κόσμου και με παρατηρησιακούς όρους (με την καθημερινή γλώσσα) και με θεωρητικούς όρους. Αυτός που προσπαθεί να λύσει το πρόβλημα, θα πρέπει να μπορεί να κατανοήσει δύο «εικόνες»: μία «ρεαλιστική» (σαν να έβλεπε με τα μάτια του το κομμάτι του κόσμου και τα φαινόμενα που συμβαίνουν σε αυτό) και μία «εικόνα» του μοντέλου, αντίστοιχη με τη «ρεαλιστική». Αν τα καταφέρει, τότε μπορεί, μάλλον εύκολα, να «λύσει» το πρόβλημα στρεφόμενος αποκλειστικά στην «εικόνα» του μοντέλου.
- ⇒ Μπορεί, επίσης, η ίδια λογική να καθοδηγήσει τις απαντήσεις των τεστ πολλαπλής επιλογής. Και εδώ μπορεί τα πράγματα να απλοποιηθούν αν, αφενός γίνει σαφής στους μαθητές η διπλή αναπαράσταση του φυσικού κόσμου και αφετέρου, για μια «σωστή» επιλογή στραφεί η προσοχή των μαθητών στην «εικόνα» του μοντέλου.

Στο όριο αυτών των πρακτικών:

- ⇒ Μπορεί κάποιος να «στήσει» ένα «πείραμα» ως επιχείρημα, μέσα στο πλαίσιο μιας παραγωγικής συζήτησης. Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές μπορούν τότε να επιλέγουν (π.χ. από μία πειραματική επίδειξη), συνειδητά και ρητά, τα κατάλληλα τεκμήρια και να τα χρησιμοποιούν ως επιχειρήματα.
- ⇒ Μπορεί επίσης να στηθούν «πειράματα» στην κατεύθυνση

της παρουσίασης τεκμηρίων, ως θετικών στιγμιότυπων μιας άποψης. Και εδώ τα τεκμήρια θα πρέπει να δηλώνονται ρητά, με αποτέλεσμα, ο εκπαιδευτικός διάλογος να πλουτίζεται και με επαγωγικά επιχειρήματα.

- ⇒ Το «πείραμα», σε αυτή την περιοχή των πρακτικών, μπορεί να εμφανίζεται χωρίς την υλική πραγμάτωσή του. Το «νοητικό πείραμα» είναι μια παλιά και δοκιμασμένη νοητική άσκηση (καθαρό παιχνίδι μεταξύ ιδεών και τεκμηρίων), που δεν χρειάζεται υλική βάση για να πραγματοποιηθεί. Στο πλαίσιο αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσια κομμάτια από την Ιστορία των Φυσικών Επιστημών ή και την παλαιότερη Φυσική Φιλοσοφία.

2.3.3. Διδακτικές δραστηριότητες σύνδεσης «Εργαστηριακού Κόσμου» και «Ιδεών»

Στις δραστηριότητες αυτές, ο διδακτικός σχεδιασμός πρέπει να καθοδηγεί τους μαθητές να δοκιμάζουν τη συγκρότηση σχέσεων μεταξύ του κατασκευασμένου κόσμου των πειραματικών διατάξεων, από τη μια μεριά και των εννοιών, θεωριών και μοντέλων των ΦΕ, από την άλλη. Οι επιδιωκόμενες σχέσεις θα πρέπει και εδώ να είναι αμφίδρομες και, κυρίως, να μην συγχέονται με τις σχέσεις των τεκμηρίων και του υλικού κόσμου. Για παράδειγμα, μπορούμε να προωθήσουμε:

- ⇒ Το διάλογο που θα επιχειρεί να περιγράψει τα γεγονότα του κατασκευασμένου κόσμου με θεωρητικούς όρους. Εδώ πρέπει να προσεχθεί το γεγονός ότι οι περιγραφές αυτές τείνουν συνήθως να γίνονται από διδάσκοντες και διδασκόμενους μέσω τεκμηρίων (Τσελφές 2002β). Η περιγραφή, με όρους-έννοιες της θεωρίας, απαιτεί τη χρήση της θεωρητικής γλώσσας, η οποία είναι ελάχιστα καλλιεργημένη στον εκπαιδευτικό χώρο. Στα παλαιότερα σχολικά εγχειρίδια οι θεωρίες εισάγονταν κατά το δυνατόν αφηρημένα και οδηγούσαν στο μαθηματικό φορμαλισμό. Ο μαθηματικός, όμως, λόγος οδηγεί μάλλον στη σιωπή παρά στο διάλογο. Τα τελευταία χρόνια γίνεται μια συστηματική προσπάθεια χρήσης του μη μαθηματικού θεωρητικού λόγου (οι λεγόμενες ποιοτικές προσεγγίσεις των ΦΕ) για την περιγραφή των γεγονότων του υλικού κόσμου. Αλλά σε αυτή την προσπάθεια, ο θεωρητικός λόγος διαχέεται μέσα στην καθημερινή γλώσσα, και με τον τρόπο

αυτό δεν μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητός από τον μη μυημένο μαθητή.

- ⇒ Τις παρεμβάσεις που θα μπορούσαν να οδηγήσουν τους μαθητές στην άρρητη «νοητική κατασκευή» των οντοτήτων του πραγματικού κόσμου, οι οποίες αντιστοιχούν στις επιστημονικές έννοιες και τα μοντέλα των θεωριών. Αυτή η περιοχή των δραστηριοτήτων είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Ακόμη και όταν κάποιες εποικοδομητικές διδακτικές διαδικασίες, πετυχαίνουν να οδηγήσουν τους μαθητές στην οικοδόμηση μιας νέας θεωρητικής έννοιας, η έννοια αυτή χρησιμοποιείται λειτουργικά μόνο σε δραστηριότητες οι οποίες τη συνδέουν με κάποια τεκμήρια (πρακτικές της δεύτερης κατηγορίας). Έτσι, όταν οι μαθητές χρειαστεί να παρέμβουν, δεν μπορούν να «βρουν» στον εργαστηριακό κόσμο την υλική οντότητα, την αντίστοιχη με τη θεωρητική έννοια που ήδη γνωρίζουν. Μπορεί, για παράδειγμα, ένας μαθητής να αντιληφθεί ότι η έννοια της Νευτώνειας δύναμης μετρά την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων. Μπορεί, επίσης, να αντιληφθεί ότι η διεύθυνση και η φορά της δύναμης που δέχεται ένα σώμα δεν συμπίπτει υποχρεωτικά με τη διεύθυνση και τη φορά της κίνησης. Ποτέ όμως δεν έχουμε συναντήσει μια εργαστηριακή δραστηριότητα στην οποία ο μαθητής θα εκμεταλλευόταν αυτές τις αντιλήψεις, για να κατασκευάσει κομμάτια του πραγματικού κόσμου. Δεν έχουμε, δηλαδή, συναντήσει εργαστηριακή άσκηση που να ζητά από τους μαθητές να κινήσουν ένα σώμα σε συγκεκριμένη κατεύθυνση, ασκώντας του δύναμη σε μια σαφώς διαφορετική κατεύθυνση. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι σε αυτή την περιοχή πρακτικών δεν έχουμε ενδιαφέρουσες και διαδεδομένες προτάσεις για διδακτικές πρακτικές ενώ η επιστημονική πρακτική (της «καθαρής» μαθηματικής αναπαράστασης και επεξεργασίας) δεν φαίνεται να πετυχαίνει όταν «μεταφέρεται» στον εκπαιδευτικό χώρο. Στη βιβλιογραφία έχουμε βρει μία μόνο ενδιαφέρουσα πρόταση: αυτή των «αφηγήσεων» (Millar & Osborne 1998), την οποία και χρησιμοποιούμε σποραδικά στα υλικά μας.

Συνολικά, θα θέλαμε να παρατηρήσουμε ότι η παραπάνω πρόταση δεν υπονοεί ότι οι μαθητές δρουν ως επιστήμονες (Driver 1983). Στηρίζεται απλώς στην εξής υπόθεση: αν οι μαθητές μάθουν τις βασικές επιστημονικές πρακτικές (κατά κάποιο τρόπο στοιχεία από την «επιστημονική μορφή ζωής»), τότε έχουν πιθανότητες να

κατανοήσουν και τα επιστημονικά κείμενα (έννοιες, μοντέλα, κ.λπ.), τα οποία αποκτούν τη σημασία τους, κυρίως, μέσα στη συγκεκριμένη «μορφή ζωής».

Οι μαθητές με περιορισμένη γνώση της γλώσσας μπορούν να μάθουν τις επιστημονικές πρακτικές αν αυτές διατυπωθούν κατά το δυνατόν απλά (π.χ. και με τη βοήθεια σχημάτων). Επιτυγχάνοντας αυτό το στόχο, έχουν πιθανότητες να «σπάσουν» το φράγμα της περιθωριοποίησής τους και να περάσουν και στην περιοχή της κατανόησης (δημιουργικής χρήσης εννοιών, μοντέλων, κ.λπ.).

Όταν οι επιστημονικές έννοιες, τα μοντέλα, κ.λπ. χρησιμοποιηθούν σε άλλο πλαίσιο, δεν μπορούν παρά να μετασχηματιστούν. Έτσι, όταν αναπόφευκτα (για παράδειγμα στο Λύκειο) βρεθούμε στο πλαίσιο της θεσμικά επιβεβλημένης μορφής αξιολόγησης των μαθητών (συγκεκριμένου τύπου εξετάσεις), δεν είναι αθέμιτο να μετασχηματίσουμε το επιστημονικό περιεχόμενο, προκειμένου οι μαθητές να επιτύχουν.

2.4. Η αξιολόγηση των μαθητών

Ας δοκιμάσουμε να παραμείνουμε στο πλαίσιο όπου διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ περιγράφεται ως άσκηση πρακτικών από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές (πλαίσιο που αντιμετωπίζει την «επιστημονική γνώση» ως γνώση που χρησιμοποιείται στις διάφορες πρακτικές και πιθανότατα διαφοροποιείται ανάλογα με τη χρήση της).

Στο πλαίσιο αυτό, μπορούμε να προσεγγίσουμε την «αξιολόγηση των μαθητών» (με μια όσο γίνεται πιο γενική διατύπωση) ως τη διαδικασία εκείνη με την οποία επιχειρούμε να διαπιστώσουμε με ποιο τρόπο οι μαθητές ασκούν κάποιες πρακτικές που σκοπεύουμε να τους διδάξουμε ή που τους έχουμε ήδη διδάξει σε μαθήματα ΦΕ.

Σε ένα δεύτερο επίπεδο, μπορούμε «αξιολογώντας τους μαθητές» να αναζητούμε και τη μορφή με την οποία εσωτερικεύουν-κατανοούν τη συγκεκριμένη κάθε φορά άσκηση πρακτικών. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να διαθέτουμε μια θεωρία περί γνώσης ή μάθησης, την οποία θα ακολουθούμε με συνέπεια. Μια τέτοια θεωρία θα μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε έγκυρες σχετικά υποθέσεις ως γέφυρες

που συνδέουν τους τρόπους με τους οποίους οι άνθρωποι-μαθητές εσωτερικεύουν (γνωστικά ή μαθησιακά) όσα φαίνεται ότι κάνουν.

Με μια, επίσης, θεωρία περί διδασκαλίας-μάθησης μπορούμε να μετασχηματίζουμε αυτό που προσεγγίσαμε αρχικά ως «αξιολόγηση των μαθητών» (την αξιολόγηση των πρακτικών τους) σε αξιολόγηση της διδασκαλίας. Εδώ οι υποθέσεις-γέφυρες θα πρέπει να συνδέουν τα όσα φαίνεται να κάνουν οι μαθητές ασκώντας τις πρακτικές τους με όσα η θεωρία περί διδασκαλίας-μάθησης προβλέπει ως αποτελέσματά της.

Με αυτή την αρχική διατύπωση περί «αξιολόγησης των μαθητών» μπορούμε, επίσης, να ξεκαθαρίσουμε κάποια πράγματα που στην αρχή φαίνονται ότι θολώνουν το τοπίο.

Φαίνεται ότι υπάρχουν διαφορετικών τύπων αξιολογήσεις αυτής της μορφής, επειδή, κατά τη διδασκαλία των ΦΕ, διδάσκουμε διάφορες μορφές πρακτικών. Για παράδειγμα, ένας τύπος αξιολόγησης αφορά στις «ιδέες των μαθητών». Αυτός ο τύπος αξιολόγησης αφορά στον τρόπο με τον οποίο χειρίζονται οι μαθητές τις αναπαραστάσεις των υλικών κόσμων με τους οποίους ασχολούνται και οι ΦΕ (των στατικών στιγμιότυπων τους ή των αλλαγών, γεγονότων ή φαινομένων που συμβαίνουν σε αυτούς).

Συνήθως όμως, οι υλικοί κόσμοι που ζητήσαμε να αναπαραστήσουν οι μαθητές μας βρίσκονται ζωγραφισμένοι πάνω στο χαρτί. Θα τους αναπαριστούσαν άραγε με τον ίδιο τρόπο αν τους χειρίζονταν στο εργαστήριο ή στην καθημερινή εμπειρική ζωή τους; Εκεί όπου, για παράδειγμα, με τον τρόπο που περιγράφει το σχολικό βιβλίο το οποιοδήποτε φαινόμενο θερμικής ισορροπίας, αυτό είναι περίπου αδύνατο να κατασκευαστεί, έτσι όπως περιγράφεται;

Επειδή, επιπλέον, στις ΦΕ δεν αναπαριστούμε μόνο, αλλά παρεμβαίνουμε και κάνουμε μια ποικιλία από δραστηριότητες, είναι αναμενόμενο να δοκιμάζουμε και ένα εξίσου μεγάλο πλήθος διαφορετικών αξιολογήσεων. Για παράδειγμα, μπορεί να μας ενδιαφέρει ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές μας περιγράφουν τις παρεμβάσεις τους. Είναι τέτοιος που να μπορεί να καθοδηγήσει και κάποιον άλλο να κάνει τα ίδια πράγματα χωρίς να τα έχει δει; Μπορεί να μας ενδιαφέρει ο τρόπος με τον οποίο κατανοούν τις περιγραφές άλλων (γεγονός που, μαζί με το προηγούμενο, είναι αποφασιστικής σημασίας

αν μας ενδιαφέρει η περιβόητη αρχή της «επαναληψιμότητας» των πειραμάτων). Μπορεί να μας ενδιαφέρει ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές μας πραγματοποιούν τη μέτρηση ενός συγκεκριμένου μεγέθους, ο τρόπος με τον οποίο εκτιμούν τα αποτελέσματα των μετρήσεών τους, ο τρόπος με τον οποίο αιτιολογούν κάποιο γεγονός ή φαινόμενο, ο τρόπος που διατυπώνουν υποθέσεις, ο τρόπος με τον οποίο ελέγχουν υποθέσεις (πείθονται ή προσπαθούν να πείσουν για την «αλήθεια» τους), κ.ο.κ. Αυτού του τύπου το ενδιαφέρον για τις αξιολογήσεις, συνήθως, καταλήγει στην κατηγοριοποίηση των διαφορετικών τρόπων με τους οποίους οι μαθητές ασκούν παρόμοιες πρακτικές και στη συνέχεια στη σύνδεση των εμφανιζόμενων κατηγοριών με «εσωτερικά» γνωστικά σχήματα-νοητικά μοντέλα των μαθητών.

Επειδή η όποια αξιολόγηση εδράζεται συνήθως στην επίσημη επιστημονική δραστηριότητα επηρεάζεται και από την (επιστημολογική ή φιλοσοφική) εικόνα που έχουμε για τη δραστηριότητα αυτή (τη «φύση» της επιστημονικής δραστηριότητας και τη σχέση της με την κοινωνία). Με τον τρόπο αυτό η όποια αξιολόγηση έχει και την επιστημολογική της διάσταση. Για παράδειγμα, αν, αναζητώντας την άποψη ενός μαθητή για τους τρόπους με τους οποίους αυτός αναπαριστά τα φαινόμενα «θερμικής ισορροπίας», διαπιστώσουμε ότι χειρίζεται τη θερμότητα ως ένα άυλο ρευστό, θα εκτιμήσουμε ότι ο μαθητής μας κάνει λάθος; Συμφωνεί με τη «θεωρία του καλορικού ρευστού»; Ασπάζεται μια υπόθεση που ανταποκρίνεται πλήρως στα εμπειρικά δεδομένα που έχει στη διάθεσή του ή κάτι άλλο; Με τη λογική αυτή, μπορούμε να βρούμε διαφορετικές κατηγορίες αξιολογήσεων. Έτσι, για παράδειγμα, αν ασπάζομαστε ένα ορθολογικό επιστημολογικό-φιλοσοφικό ρεύμα, μπορούμε να σκεφτόμαστε την αξιολόγηση των πρακτικών του μαθητή σε ό,τι αφορά διακριτά χαρακτηριστικά της «επιστημονικής μεθοδολογίας» (π.χ. διάκρισης επιστημονικών ερωτήσεων από τις μη επιστημονικές, άσκηση επιστημονικής αιτιολόγησης, διαχείριση μεταβλητών, κ.λπ.). Ενώ, αν είμαστε περισσότερο κοινωνικοί εποικοδομιστές (social constructivists), μπορεί να αναζητούμε στις πρακτικές των μαθητών τα χαρακτηριστικά της τοπικής τους γλώσσας ή κουλτούρας (για να τα αξιοποιήσουμε ή για να συγκρουστούμε μαζί τους). Αυτού του τύπου το ενδιαφέρον για τις διαφορετικές μορφές αξιολόγησης εστιάζει στη σύγκριση των μαθητικών πρακτικών με αυτές

που κάθε φορά κατανοούμε ως επιστημονικές (σε συγκεκριμένο κάθε φορά πλαίσιο). Έτσι, καταλήγουμε να συλλέγουμε πληροφορίες, όχι για τον «εσωτερικό»-«γνωστικό κόσμο» του μαθητή, αλλά για τη σχέση του με ευρύτερους, δικούς μας, κοινωνικούς ή πολιτικούς στόχους. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί η αξιολόγηση των μαθητών σε σχέση με τον κοινωνικό-πολιτικό στόχο του «επιστημονικού γραμματισμού», που αξιολογεί το πρόγραμμα PISA (Program of International Student Assessment).

Επειδή, τέλος, η αξιολόγηση στηρίζεται συνήθως και σε κάποιους επιμέρους διδακτικούς-μαθησιακούς στόχους, αντιμετωπίζεται και με βάση αυτούς. Εδώ η αξιολόγηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αφετηρία για το σχεδιασμό ενός μαθήματος ή σαν αφορμή για τον επανασχεδιασμό του. Στο πλαίσιο αυτό παίζει σημαντικό ρόλο η αντίληψή μας για το θεσμό της διδασκαλίας, ο οποίος σε τελική ανάλυση καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και τους στόχους μας. Έτσι, μπορούμε να συναντήσουμε αξιολογήσεις που στοχεύουν στην αναδιαμόρφωση των διδακτικών μας σχεδιασμών (μέχρι και στην αναδιαμόρφωση-μετασχηματισμό του περιεχομένου). Αξιολογήσεις, δηλαδή, οι οποίες μέσω των μαθητών στοχεύουν στους εκπαιδευτικούς. Μπορούμε όμως να συναντήσουμε και αξιολογήσεις που δεν πραγματεύονται κάποια διδακτικά χαρακτηριστικά (όπως το περιεχόμενο ή το ρόλο του εκπαιδευτικού) και με τον τρόπο αυτό καταλήγουν να εστιάζουν αποκλειστικά στους μαθητές και να τους κατηγοριοποιούν (ανάλογα με την «απόσταση» των πρακτικών τους από τις πρακτικές-στόχους). Είναι προφανές ότι το συγκεκριμένο ενδιαφέρον για τις αξιολογήσεις έχει διδακτική αναφορά και ως εκ τούτου θα πρέπει να υποστηρίζεται και από κάποια διδακτική-μαθησιακή θεωρία.

Με βάση την αρχική γενική διατύπωση μπορούμε, επίσης, να επισημάνουμε ότι η διαδικασία της αξιολόγησης του μαθητή είναι και μια μορφή διδασκαλίας-μάθησης, συνήθως πολύ αποτελεσματική (ανάλογα με την κατεύθυνση που έχει), λόγω της σημασίας που της αποδίδουν και οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί.

Για να διαπιστώσουμε την παραπάνω πολυπλοκότητα, ας δοκιμάσουμε ένα παράδειγμα. Βάζουμε στους μαθητές μας το ακόλουθο έργο (που με πρώτη ματιά φαίνεται ότι επιχειρεί να αξιολογήσει τις «γνώσεις» των μαθητών μας περί θερμικής αγωγιμότητας): *Είναι*

καλοκαίρι, κάνει ζέστη και θέλεις να σερβίρεις κρύο αναψυκτικό στους φίλους σου. Σε τι ποτήρι θα διαλέξεις να το σερβίρεις; Σε γυάλινο, σε ποτήρι από φελιζόλ ή σε απλό πλαστικό ποτήρι;

Το έργο αυτό επιχειρεί να θέσει το ζήτημα της αξιολόγησης των μαθητών σε ένα πλαίσιο «καθημερινής ζωής». Παρόλα αυτά, ο μαθητής, πιθανότατα, θα κληθεί να απαντήσει μέσα σε κάποια αίθουσα διδασκαλίας, έχοντας μπροστά του χαρτιά και μολύβια, καθώς και τον εκπαιδευτικό που του «κάνει» τα μαθήματα της Φυσικής. Αν ο μαθητής θα απαντήσει στο πλαίσιο της «καθημερινής ζωής» (ανακαλώντας τις εμπειρίες του) ή στο πλαίσιο της «σχολικής τάξης» (προσπαθώντας να ανακαλέσει τα όσα έχουν συζητηθεί μέσα στην αίθουσα), είναι κάτι που δεν μπορούμε να προεξοφλήσουμε και, πάντως, κάτι που θα πρέπει να κρίνουμε εκ του αποτελέσματος.

Για παράδειγμα, η αναφορά στην εμπειρία δείχνει ότι στα αναψυκτήρια τα αναψυκτικά και οι κρύοι καφέδες σερβίρονται σε πλαστικά (λεπτά) ποτήρια ενώ οι ζεστοί καφέδες σε ποτήρια από φελιζόλ. Επίσης, κρύοι καφέδες και αναψυκτικά σερβίρονται και σε γυάλινα ποτήρια. Πάντως, ζεστοί καφέδες σε γυάλινα ποτήρια σερβίρονται σπάνια (π.χ. Irish coffee) και ακόμη πιο σπάνια αναψυκτικά σε ποτήρια από φελιζόλ. Και ασφαλώς, τους λόγους για τους οποίους συμβαίνουν αυτά (κόστος ποτηριών, κόπος για το πλύσιμό τους, οι πελάτες «καίνε» τα χέρια τους, κ.ο.κ.) ο μαθητής δεν είναι σίγουρο αν τους γνωρίζει.

Μια απάντηση, επομένως, του μαθητή που θα επέλεγε τα γυάλινα ποτήρια για το αναψυκτικό, θα μπορούσε να σημαίνει διάφορα πράγματα. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να δείχνει ότι ο μαθητής συνάγει συμπεράσματα επαγωγικά και αναλογικά με τα τεκμήρια της «καθημερινής του ζωής» (τι συμβαίνει τις πιο πολλές φορές) και δεν σχετίζει την απάντησή του με το στόχο – πρόβλεψη του προβλήματος (ώστε να διατηρηθεί κρύο το αναψυκτικό για περισσότερη ώρα). Θα μπορούσε όμως να έχει δώσει την ίδια απάντηση και στη βάση μιας εναλλακτικής «θεωρητικής» του άποψης, με την οποία αναπαριστά το φυσικό κόσμο: το φελιζόλ «ζεσταίνει» το περιεχόμενό του ενώ το γυαλί το «κρυώνει» (μιας και το τεκμήριο που προκύπτει από την επαφή του σώματος με τα αντίστοιχα υλικά λέει ότι το γυαλί είναι «κρύο υλικό» ενώ το φελιζόλ «ζεστό»). Θα μπορούσε, επίσης, να επιχειρήσει να

δώσει την απάντηση, υποβάλλοντας στον εκπαιδευτικό μια σειρά από διευκρινιστικές ερωτήσεις ή «ρίχνοντας στο τραπέζι» όλες τις δυνατές απαντήσεις και παρακολουθώντας τις αντιδράσεις του τελευταίου. Μέσω αυτών των πρακτικών θα επιχειρούσε να εκμαιεύσει την άποψη του εκπαιδευτικού (έχοντας κατανοήσει τη διαδικασία αξιολόγησης ως διαδικασία κατηγοριοποίησής του). Θα μπορούσε, ασφαλώς, να γνωρίζει τις ιδιότητες θερμικής αγωγιμότητας των διαφόρων υλικών και να κάνει πρόβλεψη με βάση αυτές. Και ασφαλώς, θα μπορούσε να ζητήσει από τον εκπαιδευτικό του ποτήρια και θερμομέτρα για να δοκιμάσει πειραματικά.

Η δουλειά του αξιολογητή-εκπαιδευτικού, εδώ, είναι, αφενός να διακρίνει ποια πρακτική ακολουθεί ο μαθητής και με ποια μορφή την εφαρμόζει και αφετέρου να στρέψει το μαθητή στην πρακτική που ενδιαφέρει τον ίδιο. Το μόνο που είναι σχεδόν βέβαιο είναι ότι καμία απάντηση μαθητή δεν είναι «ανόητη». Επίσης, τόσο λόγω της ποικιλίας των επιστημονικών πρακτικών όσο και λόγω του ότι τις αναπλαισιώνουμε με βάση τις διδακτικές, γνωστικές και επιστημολογικές μας απόψεις, είναι σχεδόν αδύνατο να κατασκευάσουμε εκ των προτέρων έργα που θα αξιολογούν μονοσήμαντα κάτι που μας ενδιαφέρει. Πάντα, εκ των υστέρων, θα πρέπει να αξιολογούμε τα αποτελέσματά μας και τα έργα μας και να προχωράμε πολύ προσεκτικά σε συμπεράσματα (όπως άλλωστε συμβαίνει και με τις ΦΕ και με κάθε άλλη επιστήμη).

3. ΣΥΖΗΤΩΝΤΑΣ ΜΕ ΤΟΥΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ ΣΤΗ ΘΡΑΚΗ

Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν δύο συζητήσεις οι οποίες βασίζονται στα πρακτικά αυθεντικών επιμορφωτικών συναντήσεων επιλεγμένες όμως και τροποποιημένες, έτσι ώστε να φωτίζουν εκείνα τα σημεία που οι συγγραφείς εκτίμησαν ότι έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Ο σκοπός τους είναι να δείξουν πώς «δούλεψαν» στη διδακτική πράξη όσα προσπαθήσαμε να κωδικοποιήσουμε παραπάνω. Δεν επιχειρούμε να καταλήξουμε σε συμπεράσματα, απλώς να μεταφέρουμε συγκεκριμένες διδακτικές εμπειρίες και προβληματισμούς, που μπορεί να χρησιμεύσουν σε όσους εκπαιδευτικούς χρησιμοποιήσουν το υλικό αυτό στο μέλλον.

Το σκηνικό στήνεται σε ένα Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών, (ΕΚΦΕ, όπως το αποκαλούν οι φυσικοί). Είναι ένα βροχερό απόγευμα. Οι άνθρωποι που μας ενδιαφέρουν, οι δωδεκάχρονοι ή δεκατριάχρονοι μαθητές, βρίσκονται στα σπίτια τους και μάλλον αγνοούν με τι ασχολούνται οι εκπαιδευτικοί τους. Τρεις από τους εκπαιδευτικούς αυτούς και ο επιμορφωτής τους ετοιμάζονται να συζητήσουν, με αφορμή ένα θέμα που προτείνεται για διδασκαλία και μάθηση μέσα από τα εκπαιδευτικά υλικά των ΦΕ του Προγράμματος Εκπαίδευσης Μουσουλμανοπαίδων: «τον κόσμο του θερμομέτρου».

Επιμορφωτής: Ο «κόσμος του θερμομέτρου» λοιπόν. Με άλλα λόγια, η πρόταση της ομάδας των Φυσικών Επιστημών για μια διδακτική σειρά σχετική με τα θερμικά φαινόμενα. Μια διδακτική σειρά διαμορφωμένη με τρόπο που εκτιμούμε πως θα μπορούσε να βοηθήσει στην υλοποίηση των στόχων του προγράμματος.

Αντώνης: Στους οποίους έχουμε αναφερθεί.

Επιμορφωτής: Ναι. Έχουμε αναφερθεί. Ίσως και να το παρακάναμε εδώ που τα λέμε. Ας τους κρατήσουμε πάντως στο νου μας, καθώς σήμερα θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στο πώς τους βλέπουμε να υλοποιούνται στο επίπεδο της διδακτικής μας πραγματικότητας.

Κώστας: Καλή ιδέα.

Επιμορφωτής: Σας ακούω.

(σιωπή)

Αντώνης: Τι εννοείτε;

Επιμορφωτής: Την άποψή σας θα ήθελα. Έχετε τον «κόσμο του θερμομέτρου» στα χέρια σας. Τις δραστηριότητες για τους μαθητές. Τις οδηγίες για τον εκπαιδευτικό. Άρα, υποθέτω και μια άποψη για αυτόν στο μυαλό σας. Έτσι δεν είναι;

Μαρία: Ναι. Εμένα μου φαίνεται πολύ καλός.

Κώστας: Κι εμένα.

Επιμορφωτής: Μπορούμε να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι;

Κώστας: Κοιτάξτε, έχει μια σειρά από πολύ καλά πειράματα. Σίγουρα θα αρέσει στους μαθητές. Συνήθως δεν κάνουν τέτοια. Αν και, για να πω την αλήθεια, δεν είμαι σίγουρος ότι θα τα καταφέρουν όλα αυτά.

Μαρία: Ναι. Κάποια είναι μάλλον δύσκολα. Ειδικά τα τελευταία με τις μετρήσεις, αν δεν τους τα δείξεις, δεν θα τα καταφέρουν.

Αντώνης: Έχει και αρκετές διαφορές από το βιβλίο του κανονικού προγράμματος. Αυτό σίγουρα θα δυσκολέψει τους μαθητές.

(παύση)

Μαρία: Έλα, μη ντρέπεσαι, πες το. Και εμάς θα μας δυσκολέψει!

(γέλια)

Επιμορφωτής: Ας συζητήσουμε λίγο αυτό που είπε ο Αντώνης. Έχουμε κάποιο παράδειγμα που να δείχνει μια διαφοροποίηση ανάμεσα στον «κόσμο του θερμομέτρου και το σχολικό βιβλίο»;

Αντώνης: Η διαστολή, ας πούμε. Στο σχολικό βιβλίο μπαίνει στη μέση του κεφαλαίου, ενώ στον «κόσμο του θερμομέτρου» είναι σχεδόν στην αρχή. Ο κόσμος του θερμομέτρου δεν ακολουθεί τη ροή του Αναλυτικού Προγράμματος.

Επιμορφωτής: Ωραία. Μπορούμε, λοιπόν, να ξεκινήσουμε την κουβέντα μας από αυτό το σημείο. Με ποιο τρόπο νομίζετε θα μπορούσαμε να επιχειρηματολογήσουμε υπέρ μιας τέτοιας επιλογής;

(παύση)

Μαρία: Πρέπει;

(γέλια)

Επιμορφωτής: Δίκιο έχετε. Αν κάποιος πρέπει να επιχειρηματολογήσει υπέρ αυτής της επιλογής, τότε σίγουρα αυτός ο κάποιος είμαστε εμείς, και όχι εσείς. Αφού εμείς την προτείνουμε. Και από

την πλευρά σας όμως, μια τέτοια προσπάθεια επιχειρηματολογίας εκτιμώ πως είναι ένας καλός τρόπος να εξοικειωθείτε με τη λογική του εκπαιδευτικού υλικού. Τι λέτε;

Αντώνης: Ναι. Κοιτάξτε να δείτε. Εγώ δεν συμφωνώ με αυτή την επιλογή, άρα πώς να επιχειρηματολογήσω;

Επιμορφωτής: Σωστά. Μπορείτε λοιπόν να επιχειρηματολογήσετε για το αντίθετο.

Αντώνης: Ευχαρίστως. Έχουμε και λέμε. Η διαστολή είναι ένα θερμικό φαινόμενο: τα σώματα διαστέλλονται, αν θερμανθούν. Για να την εξηγήσουμε, λοιπόν, στους μαθητές, θα πρέπει πρώτα να τους έχουμε μάθει τα μεγέθη που χρησιμοποιούμε στη Φυσική, για να ερμηνεύσουμε ένα θερμικό φαινόμενο. Δηλαδή τη θερμοκρασία και τη θερμότητα. Αλλιώς, τους παρουσιάζουμε ένα φαινόμενο χωρίς να τους δίνουμε τα εργαλεία για να το εξηγήσουν.

Επιμορφωτής: Μάλιστα.

Κώστας: Δεν είναι ακριβώς έτσι όμως.

Επιμορφωτής: Δηλαδή;

Κώστας: Αν θέλουμε πραγματικά να ερμηνεύσουμε τη διαστολή, δεν αρκούν τα φυσικά μεγέθη θερμοκρασία και θερμότητα. Θα πρέπει να αναφερθούμε στο τι γίνεται σε μοριακό επίπεδο. Ουσιαστικά να μιλήσουμε και για την έννοια της θερμοκρασίας σε μοριακό επίπεδο και από εκεί να περάσουμε στην αύξηση της μέσης απόστασης μεταξύ των ατόμων ενός υλικού, άρα και στη διαστολή του. Μόνο έτσι μπορεί να γίνει.

Μαρία: Τρέχα γύρευε. Θα καταλήξουμε να τους μιλάμε για το ατομικό πλέγμα δηλαδή; Τι νόημα έχει; Το έχουμε χαμένο το παιχνίδι!

Επιμορφωτής: Υποστηρίζετε, δηλαδή, ότι διδακτικά δεν αξίζει να δούμε τη θερμική διαστολή ως ένα φαινόμενο προς ερμηνεία.

Μαρία: Ναι. Δεν έχει νόημα. Καλύτερα να τους πούμε αυτή είναι η διαστολή: τα σώματα διαστέλλονται όταν θερμανθούν. Νόμος. Μέχρι εκεί.

Αντώνης: Ε, αυτό είναι που προτείνει και το σχολικό βιβλίο. Δεν επιχειρεί να ερμηνεύσει το φαινόμενο βουτώντας στα βάθη του μικρόκοσμου, απλώς το περιγράφει.

Επιμορφωτής: Ενώ ο «κόσμος του θερμομέτρου»;

Αντώνης: Το ίδιο. Καμία αναφορά στο μικρόκοσμο.

Κώστας: Με τη διαφορά, όμως, που αναφέραμε και πριν. Το φαινόμενο της διαστολής παρουσιάζεται αρκετά νωρίτερα, σαν να είναι ιδιαίτερα ζωτικής σημασίας.

Επιμορφωτής: Είναι!

Κώστας: Είναι;

Επιμορφωτής: Για τη λογική του «κόσμου του θερμομέτρου», είναι ζωτικής σημασίας! Ζωτικής διδακτικά προφανώς...

Αντώνης: Γιατί;

Επιμορφωτής: Γιατί είναι ο «κόσμος του θερμομέτρου».

Μαρία: Δηλαδή, ένας κόσμος γύρω από το θερμόμετρο...

Κώστας: Κατάλαβα. Το οποίο θερμόμετρο, τουλάχιστον στην κλασική του μορφή, λειτουργεί βασισμένο στο φαινόμενο της θερμικής διαστολής.

Επιμορφωτής: Ακριβώς αυτό.

Αντώνης: Ενδιαφέρον...

Επιμορφωτής: Με άλλα λόγια, πρόκειται για επιλογή που καθορίζεται από το όλο σκεπτικό της διδακτικής σειράς που κρατάτε στα χέρια σας. Αν θέλουμε να υποστηρίξουμε τον εργαστηριακό λόγο των Φυσικών Επιστημών, το λόγο των παρεμβάσεων, ως το λόγο με τις περισσότερες γέφυρες με τους προϋπάρχοντες γλωσσικούς κώδικες των μαθητών, τότε οφείλουμε, όσο μπορούμε, να ξεκαθαρίσουμε το τοπίο σχετικά με τη λειτουργία των οργάνων που θα χρησιμοποιήσουμε στο εργαστηριακό μας πλαίσιο.

Κώστας: Στην προκειμένη περίπτωση τη λειτουργία του θερμομέτρου.

Επιμορφωτής: Ακριβώς. Και με βάση ένα τέτοιο πλαίσιο, αυτό το πρώτο στάδιο της διδακτικής σειράς δεν είναι ανάγκη να εμπλέκει έννοιες όπως η θερμότητα και η θερμοκρασία.

Μαρία: Μεγαλώνει διότι ζεσταίνεται και αυτό το φαινόμενο χρησιμοποιούμε για να φτιάξουμε το βασικό μας εργαλείο: το θερμόμετρο. Κάπως έτσι;

Επιμορφωτής: Ναι.

Κώστας: Καλό.

Αντώνης: Δεν ξέρω.

Επιμορφωτής: Το οποίο εργαλείο βέβαια, ελπίζουμε αργότερα να μας βοηθήσει να μεταφράσουμε αυτά τα μεγαλώνει και ζεσταίνεται,

χρησιμοποιώντας τους όρους της θερμότητας και της θερμοκρασίας. Αλλά κάτι τέτοιο θα μας απασχολήσει αργότερα.

Κώστας: Πάντως, και από μόνη της η θερμική διαστολή δεν είναι και τόσο εύκολη ιστορία. Θα μπορούσα δηλαδή να ρωτήσω: γιατί, όταν λέμε *μεγαλώνει* *διότι ζεσταίνεται*, είμαστε τόσο σίγουροι ότι οι μαθητές θα συνδέσουν τόσο εύκολα το *μεγαλώνει* με το *ζεσταίνεται*;

Μαρία: Σωστά. Εγώ δεν είμαι καθόλου σίγουρη.

Αντώνης: Ούτε κι εγώ.

Επιμορφωτής: Ούτε κι εγώ...

(γέλια)

Επιμορφωτής: Όντως, δεν είμαστε καθόλου σίγουροι. Αυτή είναι η αλήθεια. Σε μια τέτοια όμως προσπάθεια, έχουμε συμμάχους. Και κυρίως το θέμα του διδακτικού χρόνου.

Κώστας: Επειδή θα δουλέψουμε το υλικό στα πλαίσια του διευρυμένου ωραρίου, υποθέτω.

Επιμορφωτής: Σωστά. Δεν μπορούμε να τις εξαλείψουμε, αλλά οι κλασικές χρονικές πιέσεις που σας δυσκολεύουν στο κανονικό ωράριο, σε αυτή την περίπτωση δεν είναι τόσο ισχυρές.

Κώστας: Αυτό είναι ενθαρρυντικό. Πρόσεξα, επίσης, ότι η θερμική διαστολή δεν απασχολεί μόνο μία ενότητα του «κόσμου του θερμομέτρου».

Αντώνης: Ναι. Έχετε βάλει και αυτό το παραμύθι.

Επιμορφωτής: Το «συνέδριο των υλικών».

Αντώνης: Με όλο το σεβασμό, αλλά δεν μπορώ να καταλάβω τι νόημα έχει ένα παραμύθι μέσα σε ένα μάθημα Φυσικών Επιστημών.

Μαρία: Καλά, απ' ό,τι είδα δεν είναι και τελείως άσχετο. Τα θέματα που πραγματεύεται είναι ουσιαστικά θέματα Φυσικών Επιστημών. Η διαφάνεια των υλικών, η συμπιεστότητά τους και ακόμη πιο εκτεταμένα, η θερμική τους διαστολή.

Αντώνης: Δεν διαφωνώ. Απλώς, τι να πω, μιλάει για αυτά σαν να είναι... Δεν ξέρω, δεν έχω συνηθίσει κάτι τέτοιο.

Επιμορφωτής: Το σίγουρο είναι ότι οι μαθητές σας δεν έχουν ακόμη ξεσυνηθίσει το ύφος και το λόγο των παραμυθιών.

Κώστας: Και τι σημαίνει αυτό;

Επιμορφωτής: Μάλλον ότι δεν θα διστάσουν να συζητήσουν τα

θέματα που το παραμύθι πραγματεύεται. Τουλάχιστον όχι όσο διστάζουν, όταν καλούνται να κάνουν το ίδιο χρησιμοποιώντας τον θεωρητικό λόγο των Φυσικών Επιστημών. Και μην ξεχνάτε ότι, είτε στη βάση μιας παρεμβατικής δραστηριότητας όπως το πείραμα διαστολής του αέρα είτε στο αφαιρετικό πλαίσιο αυτού του παραμυθιού, κεντρικό ζητούμενο αυτής της διδακτικής πρότασης είναι να ξεκινήσουν οι μαθητές μας να συζητούν.

Αντώνης: Δεν μπορώ να καταλάβω. Με το ζόρι; Αφού οι μαθητές αυτοί δεν μπορούν να μιλήσουν καλά την ελληνική γλώσσα.

Επιμορφωτής: Ακριβώς για αυτό το λόγο θα προσπαθήσουμε να τους βοηθήσουμε. Για να τη μάθουν. Και όπως όλες τις γλώσσες, μπορούν να τη μάθουν μιλώντας την.

Κώστας: Πώς θα μπορούσαμε να τους βοηθήσουμε προς αυτήν την κατεύθυνση; Πώς μπορούμε δηλαδή να τους πείσουμε να συμμετέχουν περισσότερο σε μία συζήτηση που εμείς θα προκαλέσουμε;

Επιμορφωτής: Αυτό είναι το ερώτημα που ήμουν έτοιμος να σας θέσω. Υπάρχει καμία ιδέα;

(σιωπή)

Επιμορφωτής: Ας πάρουμε για παράδειγμα την έκτη διδακτική ενότητα, που αναφέρεται στην κατασκευή ενός «θερμοσκοπίου».

Μαρία: Το πείραμα με το νερό στο μπουκάλι; Που το θερμαίνουμε και διαπιστώνουμε την άνοδο του νερού στο καλαμάκι;

Επιμορφωτής: Ακριβώς. Πώς θα μπορούσαμε να ευνοήσουμε τη συζήτηση γύρω από ένα τέτοιο εργαστηριακό γεγονός;

Μαρία: Το σίγουρο είναι ότι, τουλάχιστον αρχικά, θα πρέπει να δεχτούμε ότι θα κάνουν ένα σωρό λάθη.

Επιμορφωτής: Αν κάποιος μαθητής σας πει ότι θερμαίνοντας το νερό μεγαλώνει, θα τον διορθώσετε;

Μαρία: Κοιτάξτε, αυτό δεν είναι ακριβώς λάθος.

Κώστας: Ναι, αλλά μπορεί να εννοεί ότι αυξάνεται η μάζα του νερού. Που σύμφωνα με τη Φυσική είναι λάθος.

Επιμορφωτής: Εσύ, δηλαδή, Κώστα θα τον διορθώσεις;

Κώστας: Από ό,τι κατάλαβα, η προτροπή σας είναι να μην το κάνω.

Επιμορφωτής: Ναι.

Αντώνης: Δεν νομίζω όμως ότι δεχόμενοι πιθανά τους λάθη, θα καταφέρουμε και πολλά πράγματα. Εντάξει, με αυτόν τον τρόπο

ίσως ενθαρρύνουμε όσους έχουν ήδη ξεκινήσει να μιλούν. Σκεφτείτε όμως ότι σε αυτές τις τάξεις υπάρχουν μαθητές που ανοίγουν το στόμα τους μόνο για να πουν το όνομά τους.

Επιμορφωτής: Σε αυτήν την περίπτωση σίγουρα το έργο σας θα είναι πιο δύσκολο. Σκεφτείτε πάντως ότι το υλικό που κρατάτε στα χέρια σας έχει σχεδιαστεί ώστε να διευκολύνει τους μαθητές που έχουν προβλήματα με τη γλώσσα. Για παράδειγμα, το φύλλο εργασίας που αναφέρεται στη δραστηριότητα θέρμανσης του μπουκαλιού με το καλαμάκι, καλεί τους μαθητές να ζωγραφίσουν και όχι να περιγράψουν λεκτικά αυτό που παρατηρούν.

Αντώνης: Κατάλαβα.

Επιμορφωτής: Έχει, επίσης, μεγάλη σημασία το αν κι εσείς θα χρησιμοποιήσετε αυτό το υλικό με παρόμοια νοοτροπία. Για παράδειγμα, οι ίδιες οι ζωγραφιές των μαθητών θα μπορούσαν να αποτελέσουν ένα καλό σημείο αφετηρίας για συζήτηση: δεν είναι κατά κάποιο τρόπο πειρασμός για ένα μαθητή να υπερασπιστεί ότι η δική του ζωγραφιά απεικονίζει καλύτερα το φαινόμενο που παρατηρήθηκε στην τάξη;

Μαρία: Σίγουρα.

Επιμορφωτής: Γνωρίζετε καλά, επίσης, ότι κάθε εργαστηριακό γεγονός έχει πλήθος πτυχών που θα μπορούσαν να προκαλέσουν τεράστιες συζητήσεις. Στο χέρι σας είναι να επιλέξετε ποιες μπορεί να είναι ωφέλιμες για τη διδασκαλία σας και να τις προκαλέσετε.

Κώστας: Για παράδειγμα, ποια πτυχή του εργαστηριακού γεγονότος που συζητάμε θα μπορούσε να προκαλέσει κουβέντα μέσα στην τάξη;

Επιμορφωτής: Αυτό που τώρα μου έρχεται στο μυαλό είναι το εξής: θα μπορούσατε να ζητήσετε από τους μαθητές σας να σχολιάσουν το γεγονός ότι λίγα λεπτά μετά την παρατήρηση του φαινομένου, η στάθμη του νερού στο καλαμάκι επανέρχεται περίπου στην αρχική της θέση.

Κώστας: Επειδή επανήλθε στην αρχική του θερμοκρασία.

Επιμορφωτής: Ακριβώς. Αλλά μην θεωρείτε ότι για όλους τους μαθητές σας η απάντηση έρχεται τόσο αυθόρμητα. Επιπλέον, η στάθμη του νερού συνήθως επανέρχεται περίπου και ποτέ ακριβώς, στην αρχική της θέση. Τέλος πάντων, το θέμα δεν είναι τόσο να σας αποκαλύψω εγώ σημεία που υποθέτω ότι ευνοούν τη συζήτηση

όσο να τα αναζητήσετε εσείς.

Μαρία: Γιατί δεν επανέρχεται ακριβώς στην αρχική θέση;

Επιμορφωτής: Βρείτε το. Τα πειράματα πρέπει να έχουν και για σας ενδιαφέρον. Να έχουν ερωτηματικά.

Μαρία: Λογικό ...

Επιμορφωτής: Σημειώστε, επίσης, ότι στο σχετικό φύλλο εργασίας, σε κανένα σημείο δεν αναφέρεται ο όρος θερμοσκόπιο ή θερμόμετρο. Για ποιον λόγο, ή αν θέλετε για ποιους λόγους, πιστεύετε ότι θα μπορούσε να έχει επιλεγεί κάτι τέτοιο;

Αντώνης: Για τον όρο θερμόμετρο δεν τίθεται θέμα. Αφού δεν είναι θερμόμετρο αυτό που κατασκευάζουν οι μαθητές. Δεν έχει κλίμακα! Σε αυτή την περίπτωση, η μόνη ονομασία που εγώ, σαν φυσικός, θα επέτρεπα θα ήταν θερμοσκόπιο. Έτσι δεν είναι;

Επιμορφωτής: Δίκιο. Δεν πρόκειται για θερμόμετρο, αλλά για θερμοσκόπιο. Και σε αυτήν την περίπτωση όμως, ο όρος θερμοσκόπιο απουσιάζει από τις οδηγίες του φύλλου εργασίας. Οπότε μάλλον συμφωνείτε ότι δικαιούμαι να επαναφέρω το ερώτημα: για ποιο λόγο πιστεύετε ότι γίνεται κάτι τέτοιο;

Μαρία: Ίσως για να κρατήσουμε ζωντανό το ενδιαφέρον των μαθητών για αυτό που κάνουν;

Κώστας: Μπα, δεν νομίζω... Θέλω να πω πως ακόμη κι αν αυτός είναι ο λόγος, θεωρώ ότι δύσκολα καταφέρνει το στόχο του. Αν ήταν η απουσία ή η παρουσία μιας λέξης να καθορίζει το ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα, τότε η δουλειά μας θα ήταν πολύ εύκολη!

Αντώνης: Σωστά. Η μόνη λέξη που μπορείς να είσαι σίγουρος ότι θα ενδιαφέρει τους μαθητές, είναι η λέξη 'σχόλασμα'.

(γέλια)

Επιμορφωτής: Όντως, δεν είναι θέμα ενδιαφέροντος. Ο λόγος που δεν αναφέρεται κάπου ο όρος θερμόμετρο ή θερμοσκόπιο είναι ότι αυτό που κατασκευάζουν οι μαθητές δεν είναι ούτε θερμόμετρο ούτε θερμοσκόπιο.

Κώστας: Μισό λεπτό. Τι σημαίνει αυτό; Συμφωνούμε ότι θερμόμετρο δεν είναι, γιατί όμως δεν είναι θερμοσκόπιο;

Επιμορφωτής: Δεν εννοώ αυτό. Εννοώ ότι μπορεί να είναι θερμοσκόπιο για εμάς, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι είναι και για τους μαθητές μας. Για τους μαθητές μας είναι απλώς ένα μπουκάλι! Ένα μπουκάλι με χρωματισμένο νερό, κλεισμένο με ένα φελλό από

τον οποίο περνάει ένα καλαμάκι. Τι σημασία θα είχε να τους το ονομάσουμε εκ των προτέρων θερμοσκόπιο;

Αντώνης: Έχετε δίκιο. Στο κάτω-κάτω της γραφής ανάλογο κατασκευάσμα μπορεί να χρησιμοποιήσουμε και όταν θέλουμε να τους μιλήσουμε περί ατμοσφαιρικής πίεσης, έτσι δεν είναι;

Επιμορφωτής: Πολύ σωστά. Και τότε, φυσικά, δεν θα το ονομάσουμε ούτε θερμοσκόπιο ούτε θερμόμετρο. Θα έχουμε στα χέρια μας την ίδια συσκευή και θα της αποδίδουμε διαφορετική ονομασία.

Μαρία: Οπότε...

Επιμορφωτής: Οπότε;

Μαρία: Οπότε, καλά θα κάνουμε και το μπουκάλι με το καλαμάκι και το νερό, τουλάχιστον μέχρι να το χειριστούμε ως θερμοσκόπιο, να το αποκαλούμε «μπουκάλι με καλαμάκι και νερό».

Επιμορφωτής: Καλό ...

Η συζήτηση συνεχίστηκε για αρκετή ώρα. Το ίδιο και η βροχή έξω από τα παράθυρα του ΕΚΦΕ. Συμφωνίες, διαφωνίες, απόψεις και αντιρρήσεις περί της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών συναγωνίζονται σε ρυθμό τις στάλες της βροχής, που εδώ και αρκετό καιρό όλοι οι κάτοικοι του νομού, ανεξαρτήτως θρησκείας, έχουν συνηθίσει. Αυτό δεν σημαίνει βέβαια ότι το τέλος αυτής της συζήτησης έχει οπωσδήποτε γεμίσει τους εμπλεκόμενους με σιγουριά. Άλλωστε, όπως είπαμε, οι «βασικοί παίκτες» (οι μαθητές) δεν συμμετείχαν σε αυτήν την «προπόνηση». Αυτό έγινε τις επόμενες τέσσερις εβδομάδες. Μετά από αυτές, τα ίδια πρόσωπα ξανασυναντήθηκαν.

Ο καιρός σαφέστατα καλύτερος. Όπου να 'ναι θα μπούμε στην άνοιξη. Έτσι, τα σύννεφα έχουν κατευθυνθεί προς άλλα μέρη και οι στάλες της βροχής δεν ταλαιπωρούν πλέον τους τέσσερις συνομιλητές μας. Αυτό που μάλλον δείχνει να απασχολεί το νου τους είναι: «παιξαμε καλά ή κάναμε λάθη;». Για να δούμε. Κάπου ειπώθηκε πως οι καλύτεροι παίκτες είναι αυτοί που προσπαθούν να βελτιώνονται μετά από κάθε παιχνίδι.

Επιμορφωτής: Καλησπέρα σε όλους.

Κώστας/Μαρία/Αντώνης: Καλησπέρα.

Επιμορφωτής: Από ό,τι υποπτεύομαι, μάλλον έχουμε πολλά να

πούμε σήμερα. Ελπίζω να υποπτευόμαι σωστά, γιατί αυτό σημαίνει ότι θα μάθουμε εξίσου πολλά. Και εγώ κι εσείς.

Μαρία: Εγώ να πω την αλήθεια, ανυπομονούσα. Έχω ένα σωρό ερωτήματα, αναγκάστηκα να κρατήσω σημειώσεις!

Επιμορφωτής: Τέλεια! Ας τα πάρουμε με τη σειρά.

Μαρία: Ωραία.

Επιμορφωτής: Μπορούμε να ξεκινήσουμε από την ενότητα που πραγματεύεται τη διαστολή του αέρα. Θυμάστε, αυτή που εντάσσει το κλασικό πείραμα θέρμανσης ενός μπουκαλιού, στο οποίο έχουμε προσαρμόσει ένα μπαλόνι στο στόμιό του. Αντώνη;

Αντώνης: Ναι. Λοιπόν, εγώ να σας πω την αλήθεια απογοητεύτηκα από την εφαρμογή αυτής της ενότητας. Θέλω να πω... Είχα στο νου μου την κουβέντα που είχαμε κάνει για το πόσο σημαντικό είναι να συζητήσουν οι μαθητές, να εκφέρουν άποψη για ό,τι γίνεται στην τάξη.

Επιμορφωτής: Ωραία.

Αντώνης: Τι ωραία; Δεν νομίζω ότι κατάφερα και πολλά. Με το ζόρι απέσπασα κάποιες σκόρπιες λέξεις και αυτές ήταν από παιδιά που από το κανονικό ωράριο γνωρίζω ότι μπορούν να μιλήσουν αρκετά. Στο τέλος, σχεδόν αναγκάστηκα να τους λέω εγώ τις απαντήσεις στο φύλλο εργασίας.

Επιμορφωτής: Καλά, δεν συζητούσαν ούτε μεταξύ τους, στο πλαίσιο της ομάδας;

Αντώνης: Κοιτάξτε, ακριβώς επειδή σκεφτόμουν ότι θα χρειαστεί να εξοικονομήσω κάποιο χρόνο, για να διευκολύνω τους μαθητές στη μετέπειτα συζήτηση, αποφάσισα να τους κάνω το συγκεκριμένο πείραμα ως πείραμα επίδειξης. Συνεπώς ομάδες, ουσιαστικά δεν υπήρχαν. Έτσι, το πείραμα πήγε μια χαρά.

Κώστας: Ναι, βρε Αντώνη, αλλά οι οδηγίες για τον εκπαιδευτικό έλεγαν ότι οι μαθητές θα έπρεπε να δουλέψουν σε ομάδες.

Επιμορφωτής: Εντάξει, σημασία δεν έχει τόσο αν ο Αντώνης ακολούθησε τις οδηγίες για τον εκπαιδευτικό όσο αν αυτό που τελικά αποφάσισε να κάνει συμβάλλει προς την ίδια κατεύθυνση, προς τους στόχους δηλαδή της διδακτικής πρότασης.

Μαρία: Που κυρίως είναι να εκφράσουν άποψη οι μαθητές για τα τεκταινόμενα.

Αντώνης: Αν κρίνω από το αποτέλεσμα, οι επιλογές μου δεν

κατάφεραν κάτι τέτοιο. Υποθέτω δηλαδή. Αλλά γιατί;

Επιμορφωτής: Εκτιμώ πως η επιλογή σου να σώσεις το πείραμα, πραγματοποιώντας το εσύ ο ίδιος, δεν άφησε περιθώρια να εμπλακούν οι μαθητές σου στην όλη διαδικασία. Οπότε μάλλον δύσκολα θα εξέφραζαν άποψη στη συνέχεια ...

Κώστας: Είναι όπως όταν πηγαίνεις το αυτοκίνητο σου σε κάποιο μηχανικό για να το φτιάξει. Ακόμη και αν κάθε φορά στέκεσαι δίπλα του, δύσκολα θα καταφέρεις να μάθεις πώς λειτουργεί ένα αυτοκίνητο. Ενώ, αν προσπαθήσεις μόνος σου, ίσως αργήσεις, αλλά στο τέλος θα γίνεις εξπέρ!

Επιμορφωτής: Μου άρεσε αυτή η παρομοίωση.

Αντώνης: Και εμένα μου άρεσε, αλλά δεν γνωρίζετε ότι τον Κώστα τον έφερα εγώ εδώ, με το δικό μου αυτοκίνητο!

(γέλια)

Επιμορφωτής: Λοιπόν, ας επανέλθουμε. Υπάρχει κάποια πιο αισιόδοξη εμπειρία από την εφαρμογή της ίδιας ενότητας;

Κώστας: Κοιτάξτε, εμένα οι μαθητές μου δούλεψαν σε ομάδες και η αλήθεια είναι πως προλάβαμε τσίμα-τσίμα. Και πάλι όμως δεν νομίζω ότι μπορώ να μιλήσω για κάποια έκρηξη συζητήσεων. Τα παιδιά ενδιαφέρθηκαν για το πείραμα, αλλά όσοι συνήθως δεν μιλούν στην τάξη, συνέχισαν να μην μιλούν.

Επιμορφωτής: Μην περιμένετε τεράστιες αλλαγές τόσο γρήγορα! Μην ξεχνάτε ότι ουσιαστικά ζητάτε από τους μαθητές σας να αλλάξουν τον τρόπο που λειτουργούν μέσα στην τάξη. Σκεφτείτε ότι κι εμείς δυσκολευόμαστε να προσαρμοστούμε ακόμη και σε μικρές αλλαγές στο χώρο που έχουμε συνηθίσει να κινούμαστε καθημερινά.

Κώστας: Δεν έχετε άδικο.

Επιμορφωτής: Αυτό που τώρα σίγουρα θα είχε νόημα να συζητήσουμε, είναι με ποιους τρόπους θα μπορούσατε στη συγκεκριμένη ενότητα να βοηθήσετε τους μαθητές σας να μπουν στο παιχνίδι της συζήτησης.

Μαρία: Αυτό που εγώ έκανα και νομίζω βοήθησε, ήταν που τους έβαλα να περιγράψουν πώς κατασκευάσανε την πειραματική διάταξη.

Επιμορφωτής: Καλή αρχή.

Κώστας: Και το ίδιο το φαινόμενο βέβαια, όταν πετυχαίνει, τους

προκαλεί να συμμετέχουν. Στο κάτω-κάτω είναι ένα μπαλόνι που φουσκώνει με τρόπο που, υποθέτω, κανένα παιδί δεν έχει ξαναδεί!

Επιμορφωτής: Ακριβώς. Σκεφτείτε επίσης ότι ακόμη και αυτό το όταν πετυχαίνει το φαινόμενο που ανέφερε ο Κώστας, κρύβει από πίσω του πολύ χώρο για κουβέντα... Σκέφτομαι, ας πούμε, ότι όλο και κάποιος μαθητής θα έφτανε στη διαπίστωση ότι μια τρύπα θα μπορούσε να κάνει το φαινόμενο να μην πετύχει, αρκεί να του αφήναμε το πεδίο της συζήτησης ανοικτό.

Αντώνης: Θα μπορούσαμε, με παρόμοια λογική, να θέσουμε στους μαθητές ερωτήματα σχετικά με πιθανές μετατροπές στο πείραμα. Για παράδειγμα, τι θα γίνει, αν μετά τη θέρμανση βουτήξουμε το μπουκάλι σε κρύο νερό, ή αν θα παρατηρούσαμε κάτι παρόμοιο αν μέσα στο μπουκάλι είχαμε βάλει καπνό.

Επιμορφωτής: Πολύ σωστά. Νομίζω ότι το έχουμε πιάσει το νόημα. Προτείνω να μιλήσουμε και λίγο για την αφήγηση που εντάσσεται στις πρώτες ενότητες του «κόσμου του θερμομέτρου».

Κώστας: Για το «συνέδριο των υλικών» ;

Επιμορφωτής: Ναι. Ποιες είναι οι εντυπώσεις σας από την εφαρμογή του;

Κώστας: Πρώτον, είναι αρκετά μεγάλο το κείμενο του παραμυθιού. Πρέπει με κάποιο τρόπο να γίνει πιο περιληπτικό.

Μαρία: Ή να σπάσει σε δύο μέρη. Εγώ, αν και είχα από την αρχή του μαθήματος στο νου μου ότι ο χρόνος θα με πιέσει, δεν τα κατάφερα να το ολοκληρώσω μέσα στον προβλεπόμενο χρόνο. Εκτιμώ πως, αν το κείμενο μείνει όπως είναι τώρα, θα πρέπει να χωριστεί σε δύο τουλάχιστον ενότητες.

Επιμορφωτής: Καταλαβαίνω.

Αντώνης: Εγώ πάντως τα κατάφερα. Θέλω να πω, μόνο λίγοι από τους μαθητές μου δεν είχαν ολοκληρώσει στο τέλος του μαθήματος τη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας.

Κώστας: Πώς δηλαδή τα κατάφερες βρε Αντώνη; Δεν μας λες και εμάς το μυστικό;

Αντώνης: Κοίταξε να δεις, αρχικά προσπάθησα να τους βοηθήσω εξηγώντας τους κάθε άγνωστη λέξη του παραμυθιού. Με αυτό τον τρόπο όμως ο ρυθμός ήταν απελπιστικά αργός. Κάτι ανάλογο υποθέτω βιώσατε κι εσείς. Πριν λοιπόν περάσει ένα δεκάλεπτο, είχα καταλάβει ότι θα έπρεπε να αλλάξω τακτική.

Μαρία: Και τι έκανες;

Αντώνης: Τους είπα ότι δεν είναι ανάγκη να γνωρίζουν όλες τις λέξεις ενός παραμυθιού για να το καταλάβουν, ή ακόμη περισσότερο για να το ευχαριστηθούν. Αυτό βέβαια που μου έκανε εντύπωση ήταν ότι πολύ πιο πειστικό φάνηκε να είναι το επιχείρημα της ευχαρίστησης, παρά αυτό της κατανόησης! Ανακάλυψα δηλαδή ότι αυτό το κείμενο δουλεύει καλύτερα, όταν δεν κρύβουμε από τους μαθητές ότι είναι ένα παραμύθι και, όπως όλα τα παραμύθια, χρησιμοποιούμε περισσότερο από ότι σε ένα συνηθισμένο κείμενο τη φαντασία μας για να το κατανοήσουμε.

Επιμορφωτής: Η αλήθεια είναι ότι τα παιδιά βρίσκονται πιο κοντά στον κώδικα ενός παραμυθιού από ότι εμείς, οπότε μάλλον δεν τους φαίνεται και τόσο δύσκολο να το επεξεργαστούν. Τουλάχιστον, όσο δύσκολο το σκεφτόμαστε εμείς.

Αντώνης: Ναι. Υπήρξε μάλιστα ένας μαθητής που ενώ στο πρώτο δεκάλεπτο δεν έδειχνε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη συζήτηση, στη συνέχεια τον πήρε το αφτί μου να θέλει να αναλάβει και ρόλο! *Είμαι το Σίδερο*, είπε, που κανονίζει ποιο υλικό θα μιλά κάθε φορά!

Επιμορφωτής: Ενδιαφέρον.

Μαρία: Εγώ να σας πω την αλήθεια, δυσκολεύτηκα αρκετά σε αυτό το μάθημα. Ούτε που μου πέρασε από το μυαλό ο χειρισμός που πρότεινε ο Αντώνης. Ίσως να έχει δίκιο.

Κώστας: Κι εγώ δυσκολεύτηκα. Τα μόνα σημεία στα οποία οι μαθητές μου έδειχναν να χειρίζονται πιο εύκολα το κείμενο ήταν αυτά στα οποία μπορούσαν να κάνουν κάποια σύνδεση με κάτι που είχαν ήδη δει στο μάθημα.

Επιμορφωτής: Για παράδειγμα;

Κώστας: Για παράδειγμα η αναφορά στον αέρα. Ήταν πολύ βοηθητικό ότι μέσα στο «συνέδριο των υλικών» εμφανίζεται να μιλά και ο αέρας. Οι μαθητές νομίζω ότι πολύ εύκολα ανακάλεσαν την εικόνα του φουσκωμένου μπαλονιού από το προηγούμενο πείραμα, οπότε μάλλον προσπέρασαν τις όποιες γλωσσικές δυσκολίες μπορεί να είχαν σε εκείνο το σημείο του παραμυθιού.

Επιμορφωτής: Τι συμπέρασμα μπορεί να βγει από μια τέτοια διαπίστωση;

Κώστας: Συμπέρασμα; Τι να πω. Το πρώτο που μου έρχεται στο μυαλό σαν συμπέρασμα είναι ότι έχει σημασία να έχει προηγηθεί

κάποιο εργαστήριο, πριν από ένα μάθημα με τέτοιο φανταστικό περιεχόμενο.

Επιμορφωτής: Υπάρχει κάτι που το παραμύθι προσφέρει σε αυτή τη διαδικασία; Ή είναι απλώς ένα μάθημα που επαναλαμβάνει με διαφορετικό τρόπο ό,τι προηγήθηκε στο εργαστηριακό πλαίσιο;

Κώστας: Δεν ξέρω.

Αντώνης: Κοιτάξτε, το «συνέδριο των υλικών» επαναλαμβάνει με το δικό του τρόπο το φαινόμενο της θερμικής διαστολής του αέρα. Ταυτόχρονα όμως αναφέρεται και στη διαστολή της βενζίνης, αλλά και του γυαλιού.

Μαρία: Όχι μόνο. Εμμέσως πλην σαφώς, αναφέρεται στη θερμική διαστολή όλων των υλικών! Αφού, όπως λέει, στο συνέδριο είχαν πάει όλα τα υλικά.

Επιμορφωτής: Ακριβώς. Σκεφτείτε πόσο εύκολο, ή για να είμαι πιο ρεαλιστής, πόσο εφικτό είναι να κατασκευάσουμε στο εργαστηριακό πλαίσιο έναν κατάλογο με όλα τα υλικά που διαστέλλονται, όπως αυτό γίνεται μέσα από το φανταστικό πλαίσιο του παραμυθιού.

Μαρία: Όντως. Στην πιο αισιόδοξη προοπτική, στο εργαστήριο μπορούμε να κατασκευάσουμε έναν κατάλογο με δύο ή τρία υλικά που διαστέλλονται.

Επιμορφωτής: Δύο με τρία υλικά ή δύο με τρία αντικείμενα;

Μαρία: Ναι... Δεν το είχα σκεφτεί. Δύο με τρία αντικείμενα.

Αντώνης: Τώρα κατάλαβα. Λέτε ότι κατά κάποιο τρόπο αυτά τα δύο, το εργαστηριακό κομμάτι και το κείμενο, λειτουργούν παράλληλα.

Μαρία: Κράτα με να σε κρατώ, να ανεβούμε το βουνό ...

Επιμορφωτής: Κάπως έτσι. Όπου βουνό βέβαια, οι διδακτικοί μας στόχοι.

Αντώνης: Ενδιαφέρον...

Επιμορφωτής: Είναι. Προτείνω όμως να προχωρήσουμε λίγο την κουβέντα μας και να αλλάξουμε θέμα. Θέλετε να συζητήσουμε για την ενότητα που ακολουθεί το κείμενο του παραμυθιού και ουσιαστικά ξαναγυρνάει τους μαθητές στο εργαστηριακό πλαίσιο;

Κώστας: Για την κατασκευή του θερμοσκοπίου;

Επιμορφωτής: Ακριβώς.

Κώστας: Στη δική μου περίπτωση κύλησε πολύ καλά. Χρειάστηκε να βιαστούμε λίγο στην τελευταία άσκηση του φύλλου εργασίας, στο

μικρό κείμενο που πρέπει οι μαθητές να συμπληρώσουν τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις. Αλλά προλάβαμε.

Μαρία: Εγώ να σας πω την αλήθεια, καθυστέρησα αρκετά στο κατασκευαστικό κομμάτι της ενότητας και δεν κατάφερα να την ολοκληρώσω. Μέσα στην ώρα που είχαμε, προλάβαμε μόνο να κατασκευάσουμε θερμοσκόπια και όχι να δοκιμάσουμε τη λειτουργία τους. Και πάλι όχι όλες οι ομάδες. Πάντως, έχω την εντύπωση ότι τελικά αυτό λειτούργησε θετικά.

Επιμορφωτής: Δηλαδή;

Μαρία: Είπα στους μαθητές ότι θα συνεχίζαμε την επόμενη φορά. Όσοι από αυτούς δεν είχαν προλάβει να φτιάξουν ένα θερμοσκόπιο, τους παρότρυνα να δοκιμάσουν να το κάνουν στο σπίτι τους. Το αποτέλεσμα; Όταν βρεθήκαμε ξανά, βρέθηκα σε μία τάξη με ένα σωρό διαφορετικά θερμοσκόπια! Άλλα χρώματα, άλλα υγρά, άλλα καλαμάκια, άλλα μπουκάλια, κάποια έπαιρναν αέρα, από κάποια έτρεχαν τα νερά... Στην αρχή πανικοβλήθηκα. Μετά όμως σκέφτηκα ότι θα ήταν καλή ιδέα να τους βάλω να συγκρίνουν τα διαφορετικά θερμοσκόπια μεταξύ τους.

Κώστας: Και το φύλλο εργασίας;

Μαρία: Το φύλλο εργασίας το βάλαμε στην άκρη!
(γέλια)

Μαρία: Συγγνώμη...

Επιμορφωτής: Τι λες; Από ό,τι καταλαβαίνω, το βασικό μας ζητούμενο, δηλαδή το να συζητούν οι μαθητές για τις κατασκευές τους, το κατάφερες με το δικό σου τρόπο.

Μαρία: Και με το παραπάνω θα 'λεγα. Η συζήτηση είχε πάρει φωτιά!

Επιμορφωτής: Τέλεια. Εσύ, Αντώνη; Πώς πήγε;

Αντώνης: Νομίζω καλά. Είχα μάλιστα και ένα ενδιαφέρον περιστατικό, σκέφτηκα να σας το πω νωρίτερα, καθώς μιλούσαμε για αυτό το πήγαινε-έλα από το πείραμα στο κείμενο του παραμυθιού.

Επιμορφωτής: Από το πλαίσιο των παρεμβάσεων σε αυτό των αναπαραστάσεων.

Αντώνης: Ναι, αυτό. Που λέτε, καθώς συζητούσαμε για την άνοδο του νερού στο καλαμάκι του θερμοσκοπίου, ένας από τους μαθητές μου σχολίασε: *είναι το ίδιο με τον αέρα στο μπαλόνι, τον αέρα που μιλούσε στη συνάντηση.*

Επιμορφωτής: Καλό! Σε μια τέτοια περίπτωση, αυτό που θα πρότεινα να κάνετε είναι να αναδείξετε και στους υπόλοιπους μαθητές αυτή τη σύνδεση.

Αντώνης: Το προσπάθησα, αλλά δεν ξέρω πόσο επιτυχώς. Αυτό πάντως που μου έχει κάνει αρκετή εντύπωση είναι πώς ανταποκρίνεται στα μαθήματα ο Χ, αυτός ο μαθητής που σας λέω. Ξέρετε, είναι από τα παιδιά που σπάνια συμμετέχουν στο μάθημα. Στον «κόσμο του θερμομέτρου» είναι από τους πρωταγωνιστές!

Κώστας: Έχω εντοπίσει κι εγώ κάποιες παρόμοιες περιπτώσεις.

Αντώνης: Το πρόβλημα όμως που βλέπω είναι ότι ο Χ, σχεδόν ποτέ δεν χρησιμοποιεί έννοιες της Φυσικής. Όταν, για παράδειγμα, τον ρώτησα πώς ονομάζεται το φαινόμενο που παρατηρήσαμε και στον αέρα και στο νερό, δεν θυμόταν. Ή δεν κατάλαβε τι τον ρώτησα. Αναγκάστηκα να του το πω εγώ.

Επιμορφωτής: Μην ανησυχείς, θα έρθει και αυτό σιγά-σιγά. Σκέψου ότι το δυσκολότερο κομμάτι, να συνδέσει δηλαδή μεταξύ τους αυτά τα διαφορετικά φαινόμενα με τον τρόπο που το κάνουν οι Φυσικές Επιστήμες, το έχει καταφέρει. Τώρα, το πώς θα βαφτίσει την κοινή ταμπέλα που πρέπει να τους δώσει, ακολουθεί μάλλον πιο εύκολα.

Κώστας: Έχω κι εγώ να κάνω ένα σχόλιο προς αυτήν την κατεύθυνση. Αφορά νομίζω στη λογική που περιγράφετε και έχει σχέση με τη συζήτηση που είχαμε κάνει εδώ την προηγούμενη φορά για τον όρο θερμομέτρο. Για το γεγονός ότι ο όρος αυτός, ή ο όρος θερμοσκόπιο, δεν αναφέρονται από την αρχή στο φύλλο εργασίας.

Επιμορφωτής: Σε ακούμε.

Κώστας: Κάποια στιγμή, προς το τέλος του μαθήματος, ζήτησα από μια μαθήτριά να κάνει μια περίληψη του τρόπου με τον οποίο εξελίχθηκε το μάθημα. Κουτσά-στραβά τα κατάφερνε, οπότε δεν τη διέκοπτα. Δεν μπορούσε όμως να θυμηθεί πώς είχαμε 'βαφτίσει' το καινούργιο μας κατασκεύασμα. Την πρόσεξα να ρίχνει κλεφτές ματιές στο φύλλο εργασίας και, φυσικά, να μην παίρνει βοήθεια από αυτό, αφού ο όρος *θερμομέτρο* εμφανίζεται ελάχιστες φορές.

Αντώνης: Της τον είπες εσύ;

Κώστας: Δεν βιάστηκα. Το βρήκε η φιλενάδα της και της το ψιθύρισε! Έκανα πως δεν κατάλαβα. Αλλά νομίζω ότι δεν θα το ξεχάσει. Θα το θυμάται ...

Επιμορφωτής: Καλό!

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενογλώσση

Ackermann, R. (1985). *Data, Instruments and Theory: A Dialectical Approach to Understanding Science*. Princeton: Princeton University Press.

Disessa, A., M. Gillespie & B. Esterly (2004). «Coherence Versus fragmentation in the Development of the Concept of Force». *Cognitive Science*, 28(6), 843-900.

Driver, R. (1983). *The Pupil as Scientist?*. UK: Open University Press.

Hacking, I. (1992). «The Self Vindication of the Laboratory Sciences». In A. Pickering (ed.). *Science as Practice and Culture*. Chicago: The University Chicago Press.

Hacking, I. (1995). *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.

Millar, R. & J. Osborne (eds.) (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: School of Education, King's College London.

Nersessian, N., E. Kurz-Milcke & J. Davis (2005). «Ubiquitous Computing in Science and Engineering Research Laboratories: A Case Study from Biomedical Engineering». In G. Kouzelis, M. Pournari, M. Stoppler & V. Tselfes (eds.). *Knowledge in the New Technologies*. Frankfurt am Main: Peter Lang.

Penick, J. (2002). «A Strategy for Using Questions and Inquiry». In *2nd International Conference on Science Education*. The Cyprus Pedagogical Institute, Nicosia.

Psillos, D., V. Tselfes & P. Kariotoglou (2004). «An Epistemological Analysis of the Evolution of Didactical Activities» in Teaching-Learning Sequences: the Case of Fluids. *International Journal of Science Education*, 26(5), 555-578.

Radder, H. (1996). *In and About the World*. New York: State University Press.

Ελληνόγλωσση

Drake, S. (1993). *Γαλιλαίος*, μτφρ. Τ. Κυπριανίδης. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Γαβρόγλου, Κ. (2004). *Το Παρελθόν των Επιστημών ως Ιστορία*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 207-231.

Κανδεράκης, Ν. (2007). «Οι έννοιες της 'δύναμης' κατά τον 17ο και τον 18ο αιώνα». *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΔΦΕ και ΝΤ στην εκπαίδευση*. Ιωάννινα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 490-498.

Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου Φυσικών Επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Γράφημα.

Κουζέλης, Γ. (2005). «Πρακτικές της θεωρίας και θεωρίες της πρακτικής. Σκέψεις και απορίες σχετικά με την επιμόρφωση εκπαιδευτικών», στο Βρατσάλης, Κ. (επιμ.). *Διδακτική εμπειρία και παιδαγωγική θεωρία*. Αθήνα: Νήσος, 55-65.

Κουμαράς, Π. (1998). *Πειραματική Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών (Πειράματα με απλά υλικά)*. Θεσσαλονίκη: Χριστοδουλίδης.

Κωβαίος, Κ. (1993). *Wittgenstein: Αφορισμοί και εξομολογήσεις*. Αθήνα: Καρδαμίτσας.

Τσελφές, Β. (2002α). *Δοκιμή και Πλάνη: Το εργαστήριο στη διδασκαλία των ΦΕ*. Αθήνα: Νήσος.

Τσελφές, Β. (2002β). «Διδακτικές πρακτικές και διδακτικές θεωρίες: Αναγνώριση μιας αμφίδρομης σχέσης», *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Έρευνα και Πράξη*, 1, 12-23.

Τσελφές, Β. (2003). «Μια πρόταση για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στηριγμένη στην κατά Ι. Hacking προσέγγιση της 'εσωτερικής ζωής' τους», στο Σκορδούλης, Κ. και Λ. Χαλκιά (επιμ.). *Η συμβολή της ιστορίας και φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: ΠΤΔΕ-ΕΚΠΑ, 259-265.

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

Ο Βασίλης Τσελφές είναι Αναπληρωτής Καθηγητής στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, ΕΚΠΑ

Ο Γιώργος Ήψιμος είναι εκπαιδευτικός, με Μεταπτυχιακό Δίπλωμα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών.

Ο Γιώργος Φασουλόπουλος είναι σύμβουλος Φυσικών Επιστημών, Διδάκτωρ στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών.

Πρόγραμμα Εκπαίδευσης Μουσουλμανοπαίδων 2005 - 2007

ΕΠΕΑΕΚ II ΜΕΤΡΟ 1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ 1.1.1

ΦΟΡΕΑΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ: ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ/ΕΛΚΕ

Υπεύθυνες Έργου: Άννα Φραγκουδάκη - Θάλεια Δραγώνα

Η πράξη συγχρηματοδοτείται κατά 80% από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και κατά 20% από Εθνικούς Πόρους

