

Διδακτική Μεθοδολογία

**Φυσικές Επιστήμες:
διδασκαλία και εκπαίδευση**

Βασίλης Τσελφές

ΥΠΕΠΘ

Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αθήνα 2003

Μέτρο 1.1. ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ

Εκπαίδευση Μουσουλμανοπαίδων 2002-2004

Επιστημονική υπεύθυνη της σειράς
«Κλειδιά και Αντικλειδιά»

Αλεξάνδρα Ανδρούσου

*Ο **Βασίλης Τσελφές** είναι Αναπληρωτής Καθηγητής στο Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία του Πανεπιστημίου Αθηνών.*

Κλειδιά και Αντικλείδια

Είναι άραγε δυνατόν να δουλέψει κανείς αποτελεσματικά σε ένα απομονωμένο, ορεινό χωριό της Θράκης, όταν νιώθει αδυναμία επικοινωνίας λόγω γλώσσας; Πώς βρίσκει ένας εκπαιδευτικός ισορροπία ανάμεσα στους κανόνες του σχολικού θεσμού, στις απαιτήσεις των εξετάσεων, στα περιεχόμενα του αναλυτικού προγράμματος και στις ανάγκες των παιδιών; Πώς διδάσκει κανείς ελληνικά, όταν πάνω από τα μισά παιδιά στην τάξη είναι αλλόγλωσσα; Υπάρχουν τρόποι να κινητοποιήσουμε τα παιδιά ώστε να ενδιαφερθούν για το σχολείο; Πώς αξιολογούμε εάν οι μαθητές έμαθαν ή όχι ιστορία; Αντέχεται η σιωπή των μαθητών από το δάσκαλο; Πώς διορθώνουμε τα λάθη των παιδιών; Πώς επικοινωνούμε σε μια σχολική τάξη; Υπάρχει χώρος για ευχαρίστηση στο σημερινό σχολείο;

Τα παραπάνω ερωτήματα και πολλά άλλα απασχολούν τους εκπαιδευτικούς και συνδέονται άμεσα με την καθημερινή διδακτική τους πράξη. Κάθε τάξη ορίζεται ως συνάντηση υποκειμένων με διαφορετική το καθένα προσωπική ιστορία που καλούνται να δράσουν σε ένα ενιαίο πλαίσιο. Αυτή η συνάντηση δεν είναι εύκολη ούτε ανέ-

φελη και δεν υπακούει σε προδιαγεγραμμένους κανόνες. Αντιθέτως, είναι γεμάτη συγκρούσεις, δυσκολίες, συγκινήσεις, απογοητεύσεις, ικανοποιήσεις και δημιουργεί συνεχώς νέα ερωτήματα που αναζητούν απαντήσεις.

Τα Κλειδιά και Αντικλειδιά δεν πρόκειται να αποπειραθούν να δώσουν απαντήσεις, αλλά *εργαλεία* που θα επιτρέψουν στους αναγνώστες/χρήστες τους να συνθέσουν τις δικές τους λύσεις που αντιστοιχούν στη δική τους πραγματικότητα. Αυτό βασίζεται στην αρχή ότι η σχολική πραγματικότητα είναι πολύπλοκη, δυναμική, απρόβλεπτη και κυρίως μοναδική. Άρα, δεν υπάρχει μία μόνο λύση, μία συνταγή μαγική που λύνει τα προβλήματα. Κάθε εκπαιδευτικό πλαίσιο έχει τις δικές του παραμέτρους που πρέπει πριν από όλα να εντοπιστούν για να αναζητηθούν στη συνέχεια οι κατάλληλες λύσεις.

Τα Κλειδιά και Αντικλειδιά είναι *εργαλεία ανάγνωσης* της σχολικής πραγματικότητας. Δηλαδή, κάθε κείμενο που έχετε στα χέρια σας αποτελεί μια προσπάθεια σύντομης απάντησης σε ένα ερώτημα (π.χ. πώς μαθαίνουν τα παιδιά;) από τη σκοπιά μιας επιστημονικής προσέγγισης (π.χ. της γνωστικής ψυχολογίας). Μπορεί ωστόσο σε άλλο κείμενο να συναντήσετε απάντηση στο ίδιο ερώτημα από διαφορετική επιστημονική σκοπιά (π.χ. την

κοινωνιολογία). Τα κείμενα, γραμμένα από εκπαιδευτικούς και πανεπιστημιακούς διάφορων ειδικοτήτων, ακολουθούν την ίδια δομή: ξεκινούν από μια σκηνή σε ένα σχολικό πλαίσιο, αναλύουν τι συμβαίνει και ύστερα διατυπώνουν απαντήσεις στηριγμένες σε μία επιστήμη. Δηλαδή, με αφετηρία την εκπαιδευτική *πράξη*, περνούν μέσα από μια διαδικασία ανάλυσης και σύνθεσης από τη *θεωρία*, για να καταλήξουν στα χέρια σας σαν *κλειδιά* για τη δική σας διδακτική πρακτική.

Τα κείμενα συνδέονται λειτουργικά μεταξύ τους γιατί καθένα αναδεικνύει και μια ξεχωριστή ψηφίδα από την πραγματικότητα της εκπαιδευτικής πράξης. Μελετώντας και δουλεύοντας πάνω στον τρόπο με τον οποίο τα κείμενα συνδέονται μεταξύ τους, φανταστήκαμε πολλά από τα κλειδιά που μπορούν να ξεκλειδώσουν πολλά από τα φαινόμενα που αναλύουμε. Ωστόσο, μόνο εσείς μπορείτε να κατασκευάσετε τα αντικλειδιά που έχουν νόημα τη συγκεκριμένη στιγμή για το δικό σας πλαίσιο, που κάνουν... κλικ και ανοίγουν μια «πόρτα» που οδηγεί σε δικές σας λύσεις.

Αυτή η πολυπρισματική, διεπιστημονική προσέγγιση της καθημερινής εκπαιδευτικής πράξης είναι προφανές ότι χρησιμοποιεί ως έναυσμα μια ευρεία ποικιλία αναφορών

σε σχολικές πραγματικότητες: τάξεις στην πόλη, στο βουνό, μονοθέσια σχολεία, μειονοτικά σχολεία της Θράκης, σχολεία με πολλούς αλλόγλωσσους μαθητές, σχολεία σημερινά, στην Ελλάδα και αλλού, άλλοτε και τώρα. Είναι κοινή πεποίθηση όλων όσοι συμμετέχουμε σε αυτή τη σειρά ότι συχνά βοηθάει να αναγνώσει κανείς τη δική του εκπαιδευτική πραγματικότητα βλέποντας κάτι ανάλογο που συμβαίνει σε μια άλλη τάξη, σε ένα άλλο πλαίσιο, ώστε μέσα από την ανάλυση και την κατανόησή του να μεταφέρει την εμπειρία αυτής της γνώσης στη δική του πραγματικότητα, στο δικό του πλαίσιο. Η απόσταση από τα δικά μας πράγματα τελικά βοηθάει να τα καταλάβουμε καλύτερα.

Τρεις θεματικές ενότητες, η *Διδακτική Μεθοδολογία*, το *Κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο της εκπαίδευσης* και τα ζητήματα *Ταυτότητας και Ετερότητας*, αποτελούν τον καμβά πάνω στον οποίο, μέσα από διαφορετικές επιστημονικές προσεγγίσεις, προσπαθούμε να απαντήσουμε στα ερωτήματα της καθημερινής εκπαιδευτικής πρακτικής. Δεν κρύβουμε τις δυσκολίες ούτε αποσιωπούμε τα όρια των προτάσεων που κάνουμε και δεν πιστεύουμε ότι η ευθύνη για τις λύσεις είναι μόνο στα χέρια των εκπαιδευτικών. Υποστηρίζουμε όμως ότι μπορούν οι εκπαιδευτικοί να πάρουν στα χέρια τους τα εργαλεία που

θα τους επιτρέψουν να καταλάβουν καλύτερα το πλαίσιο μέσα στο οποίο εργάζονται, να το βελτιώσουν και να αντλήσουν ικανοποίηση από τη δουλειά τους.

Τα Κλειδιά και Αντικλειδιά ευτύχησαν να συναντήσουν στη διαδρομή τους άξιους τεχνίτες που τόσο στην έντυπη όσο και στην ηλεκτρονική μορφή τα έκαναν ανθεκτικά, λειτουργικά και... έτοιμα να ξεκλειδώσουν. Τους ευχαριστώ όλους και όλες θερμά.

Αλεξάνδρα Ανδρούσου
Εκπαιδευτική Ψυχολόγος
Νοέμβριος 2002

Από τη σειρά «Κλειδιά και Αντικλειδιά» κυκλοφορούν τα βιβλία:

θεματικό πεδίο *Διδακτική Μεθοδολογία*

- *Κίνητρο στην εκπαίδευση*
Ανδρούσου Α.
- *Ανάγνωση και ετερότητα*
Απαστολίδου Β.
- *Εμπύχωση στην τάξη*
Δημητρίου Α., Λαγοπούλου Β., Νικολάου Β.
- *Για τη μέθοδο project*
Μάγος Κ.
- *Διαθεματική προσέγγιση της γνώσης*
Σφυρόερα Μ.
- *Η επεξεργασία της εικόνας στη σχολική τάξη*
Σφυρόερα Μ.
- *Το λάθος ως εργαλείο μάθησης και διδασκαλίας*
Σφυρόερα Μ.
- *Μουσική στο σχολείο*
Τσιριδής Π.

θεματικό πεδίο *Κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο της εκπαίδευσης*

- *Η μη λεκτική επικοινωνία στο σχολείο*
Κούρτη Ε.
- *Πολιτισμός και σχολείο*
Πλεξουσάκη Ε.
- *Γλώσσα του σπιτιού και γλώσσα του σχολείου*
Φραγκουδάκη Α.
- *Η ικανότητα του λόγου και η γλωσσική διδασκαλία*
Φραγκουδάκη Α.

θεματικό πεδίο *Ταυτότητες και Ετερότητες*

- *Γλωσσική ετερότητα στην Ελλάδα*
Μπαλτσιώτης Λ.
 - *Ταυτότητες και λογοτεχνία στο σχολείο*
Χοντολίδου Ε.
-

Για περισσότερα «Κλειδιά και Αντικλείδια»:
www.kleidiakaiantikleidia.net

Φυσικές Επιστήμες: διδασκαλία και εκπαίδευση

Μια επίσκεψη σε δύο σχολικές τάξεις

Πρόκειται για τάξεις του γυμνασίου που θα μπορούσαν να βρίσκονται σε οποιοδήποτε μέρος της Ελλάδας, της Ευρώπης, ίσως και του κόσμου. Σ' αυτές, δύο έμπειροι εκπαιδευτικοί, καθηγητές της Φυσικής, επιχειρούν να ξεκινήσουν μια σειρά εργαστηριακών μαθημάτων για το «εκκρεμές».

Τάξη Α'

Εδώ ο εκπαιδευτικός ακολουθεί τις «τυπικές» διαδικασίες που συναντά κανείς στις καθοδηγούμενες εργαστηριακές δραστηριότητες. Τις διαδικασίες αυτές τις έμαθε ως φοιτητής, όταν μαζί με την αξέχαστη ομάδα-παρέα των συναδέλφων του παρακολουθούσε τα (μάλλον ευχάριστα, αν και υποχρεωτικά) εργαστηριακά μαθήματα της σχολής του. Όμορφα χρόνια...

Χωρίζει λοιπόν τους μαθητές του σε ομάδες, τους δίνει τα απαραίτητα υλικά και από ένα «φύλλο εργασίας» (σαν κι αυτά που περιέχουν, σχεδόν σε κάθε μάθημα, τα βιβλία Επιστήμης των τελευταίων τάξεων του ελληνικού

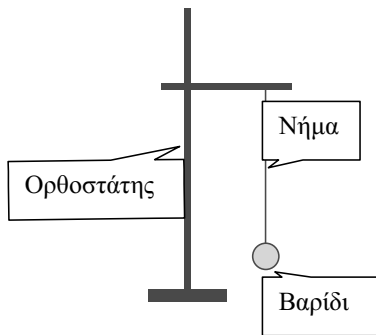
δημοτικού σχολείου). Ο καθηγητής του, βέβαια, στη σχολή τού έδινε έναν πλήρη εργαστηριακό οδηγό (συνήθως πιο προχειρογραμμένο απ' αυτόν που παίρνουν σήμερα οι μαθητές της δεύτερης και τρίτης τάξης του ελληνικού γυμνασίου). Ζητά την προσοχή των μαθητών του, επικαλείται τη σοβαρότητά τους και τους αφήνει να ακολουθήσουν τις οδηγίες για να «κατασκευάσουν» ένα απλό εκκρεμές και να «μελετήσουν» τις ιδιότητές του. Δοκιμασμένα πράγματα...

Κατασκευή ενός απλού εκκρεμούς

Να συμβουλευτείτε το σχετικό σχήμα και:

- να δέσετε ένα από τα βαρίδια που έχετε στη διάθεσή σας με πλαστικό νήμα (πετονιά),
- να συναρμολογήσετε τον ορθοστάτη (βάση στήριξης, κατακόρυφο και οριζόντιο στέλεχος),
- να στερεώσετε το νήμα με το βαρίδι στο οριζόντιο στέλεχος του ορθοστάτη, ώστε αυτό να μπορεί να κινείται ελεύθερα.

Το εκκρεμές είναι έτοιμο για να αρχίσετε τη μελέτη των ιδιοτήτων του.



Σχήμα 1

Μελέτη των ιδιοτήτων του απλού εκκρεμούς

- *Μετρήστε... Υπολογίστε... Αλλάξτε... Υπολογίστε... Κατασκευάστε το διάγραμμα... Μετρήστε...*

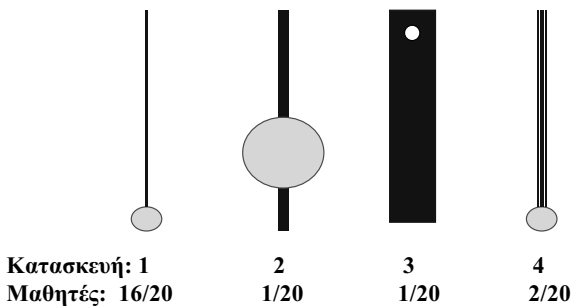
Τάξη Β΄

Και εδώ ο εκπαιδευτικός έχει παρόμοια φοιτητική εμπειρία με το συνάδελφο της Α΄ τάξης. Έχει όμως σκεφτεί σοβαρά όσα —περί «κινήτρων», περί «ενδιαφέροντος των μαθητών» και περί «κοινωνικής κατασκευής της γνώσης»— γράφουν τα κείμενα της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών που πέρασαν από τα χέρια του. Επιχειρεί, λοιπόν, να κάνει το μάθημα πιο αποτελεσματικό: να συνδέσει το αντικείμενο της μελέτης (το εκκρεμές)

με την «καθημερινή ζωή» των μαθητών του και στη συνέχεια να προκαλέσει συζήτηση γύρω απ' αυτό. Έτσι, στο προηγούμενο μάθημα (και αποφεύγοντας να δώσει ιδιαίτερες οδηγίες) έχει ζητήσει από τους μαθητές: να φτιάξουν στο σπίτι τους από ένα εκκρεμές ο καθένας και να το φέρουν στην τάξη στο επόμενο μάθημα.

- Οι περισσότεροι μαθητές και μαθήτριες ψάχνουν στα βιβλία της Φυσικής, σταματούν στο κείμενο που περιγράφει το «απλό εκκρεμές» και φτιάχνουν το εκκρεμές τους δένοντας ένα μικρό και βαρύ σώμα (βαρίδι, πετραδάκι, κουμπί...) με μια κλωστή (κατασκευή 1, Σχήμα 2).
- Ένας μαθητής ρωτάει τη μητέρα του, η οποία τον παραπέμπει στο ρολόι του τοίχου. Μετά από τις σχετικές διαπραγματεύσεις σε επίπεδο οικογενειακής ολομέλειας, ο μαθητής ξεκρεμάει από το ρολόι του τοίχου το αιωρούμενο στέλεχος και το φέρνει στην τάξη (κατασκευή 2, Σχήμα 2).
- Κάποιος άλλος μαθητής, που ξεκινάει ψάχνοντας στο βιβλίο του, αρχίζει να το ξεφυλλίζει από πίσω προς τα μπρος. Έτσι, σταματά στο κείμενο που περιγράφει το «φυσικό εκκρεμές». Ακολουθώντας, περίπου, τις περιγραφές του βιβλίου, βρίσκει ένα κομμάτι ξύλου, το τρυπάει κοντά στη μία από τις άκρες του και το φέρνει στην τάξη (κατασκευή 3, Σχήμα 2).

- Τέλος, δύο από τους μαθητές που κατέληξαν θιασώ-
 τες του «απλού εκκρεμούς» των βιβλίων Φυσικής,
 για τους δικούς του λόγους ο καθένας (ο ένας
 επειδή δε βρήκε αρκετά γερές τις κλωστές που
 υπήρχαν διαθέσιμες σπίτι του και ο άλλος επειδή
 εκτίμησε ότι η κατασκευή με την κλωστή θα ήταν
 πολύ «ανιαρή»), δένουν το βαρίδι τους με λάστιχο
 και το φέρνουν στην τάξη (κατασκευή 4, Σχήμα 2).
 Ο εκπαιδευτικός νιώθει τυχερός. Το θέμα που επιθυμεί
 να συζητήσουν στην τάξη τέθηκε «εκ των πραγμάτων».
 Κρεμάει, λοιπόν, σε ένα ταμπλό τα τέσσερα είδη των
 κατασκευών, ανακοινώνει τους αριθμούς των μαθητών-
 κατασκευαστών ανά κατασκευή και ξεκινάει τη συζή-
 τηση: «Τι είναι, τελικά, το εκκρεμές;».*



Σχήμα 2

Ας σταθούμε τώρα ως εξωτερικοί παρατηρητές, ελπίζοντας ότι η εξέλιξη του κειμένου θα μας παρασύρει στο πολύπλοκο εσωτερικό τοπίο των τάξεων.

Και στις δύο τάξεις οι εκπαιδευτικοί ξεκίνησαν τις δραστηριότητές τους υιοθετώντας την άποψη ότι το εκκρεμές είναι ένα «υλικό τέχνημα»: και οι δύο ζήτησαν από τους μαθητές τους να το κατασκευάσουν. Έτσι, όλα τα εκκρεμή των μαθητών μας είναι υλικές κατασκευές που δημιουργήθηκαν από παρέμβαση στον υλικό κόσμο και μετασχηματισμό κομματιών του, είτε σύμφωνα με κάποιες οδηγίες (Α' τάξη) ή περιγραφές που απαντούν στα βιβλία είτε από ονομασίες που προέκυψαν από ανάκληση εμπειριών (Β' τάξη).

Και στις δύο τάξεις, επίσης, οι εκπαιδευτικοί έχουν σχεδιάσει απόλυτα δόκιμες διδακτικές παρεμβάσεις: ο εκπαιδευτικός της Α' τάξης προτείνει μια βιωμένη από τον ίδιο διδακτική διαδικασία, η οποία, επιπλέον, στηρίζεται και από τις θεωρίες της προσωπικής οικοδόμησης της γνώσης, μέσα σε περιβάλλοντα απευθείας αλληλεπίδρασης των υποκειμένων με το σχετικό αντικείμενο. Ο εκπαιδευτικός της Β' τάξης επιχειρεί να φέρει το αντικείμενο της γνώσης στο πλαίσιο του διαλόγου, γνωρίζο-

ντας ότι η πρότασή του υποστηρίζεται, επίσης, από ανάλογου κύρους θεωρητικά σχήματα¹.

Από εδώ και μετά η κάθε τάξη θα τραβήξει το δικό της δρόμο και ο κάθε εκπαιδευτικός θα βιώσει τα δικά του διλήμματα.

Στην Α΄ τάξη τα διλήμματα έχουν μικρή πιθανότητα να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής διαδικασίας. Οι μαθητές συνήθως τα καταφέρνουν με τις κατασκευές και τις μετρήσεις· η προφορική επικοινωνία με τους συμμαθητές, τα νεύματα, τα σχήματα κάνουν παιχνίδι και τις πιο σύνθετες διαδικασίες, και όπου εμφανιστούν δυσκολίες λίγο «μαγείρεμα» δε βλάπτει. Σ΄ αυτό συναινεί σιωπηλά και ο εκπαιδευτικός. Συναινούσαν,

¹ Για μια εκτεταμένη παρουσίαση και συζήτηση του ρόλου των προσωπικών (από τον Piaget μέχρι το von Glasersfeld) και κοινωνικών (από τους Gergen και Taylor μέχρι τους Steier και Cobern) προσεγγίσεων της οικοδόμησης της γνώσης στην εκπαίδευση, δες στο συλλογικό τόμο: Steffe L. & Gale J. (eds), *Constructivism in Education*, Lawrence Erlbaum, New Jersey, 1995. Για μια πιο σύντομη, περισσότερο εστιασμένη στα αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών και ταυτόχρονα κριτική θεώρηση των ίδιων θεμάτων, δες στο άρθρο του D. Geelan, "Epistemological anarchy and the many forms of constructivism", *Science & Education*, 6, 1997, σ. 15-28.

χωρίς ποτέ να πουν γιατί (!), και οι υπεύθυνοι των εργασιών στη φοιτητική του ζωή. Τα προβλήματα εμφανίζονται, συνήθως, όταν οι μαθητές αρχίζουν να μιλούν για τις κατασκευές και τις μετρήσεις τους χρησιμοποιώντας τη «γλώσσα» των βιβλίων.

Έτσι, προς το παρόν, ας σταθούμε στη Β΄ τάξη, όπου οι κατασκευές είναι έτοιμες και αρχίζει η συζήτηση. Η ερώτηση «Τι είναι εκκρεμές;» (στον ενικό), μπροστά στην «έκθεση» των τεσσάρων κατασκευών (υλικών τεχνημάτων) και με πρώτη προϋπόθεση (αρχική συμφωνία) ότι το εκκρεμές είναι ένα υλικό τέχνημα, μπορεί να αντιμετωπιστεί με δύο διαφορετικούς και μάλλον παραπληρωματικούς τρόπους: «Ποια από όλες τις κατασκευές είναι το εκκρεμές;» ή «Ποιες κατασκευές δεν είναι εκκρεμή;». Για να απαντήσουμε στη μία ή την άλλη ερώτηση χρειάζεται μια νέα συμφωνία. Μπορεί, για παράδειγμα, να ισχύσει η αρχή (συμφωνία) της πλειοψηφίας; Τότε το εκκρεμές θα ήταν η κατασκευή που έφτιαξαν οι περισσότεροι μαθητές (δηλαδή η κατασκευή 1) και όχι οι λιγότεροι. Όλοι όμως ξέρουμε ότι η αρχή της πλειοψηφίας δεν ισχύει στις περιπτώσεις αυτές (ακόμη και αν συμπτωματικά οδηγεί στη «σωστή» απάντηση). Το θυμόμαστε από τη σχολική μας εμπειρία. Το έχουμε συναντήσει στα παιχνίδια γνώσεων που έχουμε παρακολου-

θήσει στην τηλεόραση. Το έχουμε, άραγε, κάνει σαφές και στις τάξεις μας; Ή μήπως φοβόμαστε ότι αυτό θα ερμηνευτεί μέσα σε ένα διαφορετικό πλαίσιο ως έλλειψη δημοκρατίας;

Μια άλλη αρχή/συμφωνία που θα μπορούσε να δώσει συνέχεια στη συζήτηση είναι η επίκληση του λόγου μιας «αυθεντίας» (ενός «ειδικού»). Το ποιο, δηλαδή, τέχνημα είναι ή δεν είναι εκκρεμές μπορεί να μας το πει ο εκπαιδευτικός (όπως ακριβώς συνέβη στην Α΄ τάξη). Μπορούν, επίσης, να μας το πουν και τα βιβλία (αυτά στα οποία ανέτρεξαν όλοι σχεδόν οι μαθητές για να φτιάξουν τις κατασκευές τους). Έχουμε, άραγε, κάνει σαφές στους μαθητές μας και αυτό το γεγονός; Ή μήπως θα θέλαμε οι συζητήσεις στην τάξη να μην εξελίσσονται κάτω από την πίεση της μιας ή της άλλης αυθεντίας;

Στην περίπτωση μας, βέβαια, θα μπορούσαμε, με κάποιο τρόπο, να πούμε ότι ο εκπαιδευτικός γνωρίζει πως και οι τέσσερις κατασκευές (λιγότερο, βέβαια, αυτή με το λάστιχο) είναι εκκρεμή. Η κατασκευή 1 προσεγγίζει αυτό που, στα βιβλία, οι μαθητές συνάντησαν ως «απλό εκκρεμές». Οι δύο άλλες (οι κατασκευές 2 και 3) είναι κάποιες από τις δυνατές εκδοχές του «φυσικού εκκρεμούς» των βιβλίων (στα οποία, σημειωτέον, υπάρχουν

και άλλα εκκρεμή: το «στροφικό», το «κωνικό», το «σύνθετο», το «βαλλιστικό», το «χαοτικό», το εκκρεμές «του Foucault» κ.ο.κ.). Ο εκπαιδευτικός μας γνωρίζει ακόμη ότι για να συζητήσει ζητήματα κλασικής φυσικής δεν πρέπει να συγκρούεται με τις παραδοσιακές αρχές της: αν τα τέσσερα διαφορετικά τεχνήματα είναι με κάποιο τρόπο ίδια (είναι όλα εκκρεμή), τότε το κοινό χαρακτηριστικό τους δεν είναι, συνήθως, εμφανές αισθητηριακά. Είναι η ιδέα που βρίσκεται πίσω από τα πράγματα και αναπαριστά (πάντα σύμφωνα με την παράδοση της κλασικής επιστήμης) την «πραγματικότητα» που μας ενδιαφέρει. Έχει, άραγε, συμφωνήσει ήδη με τους μαθητές του ότι οι Φυσικές Επιστήμες συζητούν τέτοιου είδους ιδέες (ιδέες που μπορούν να κατανοηθούν λογικά, αλλά δεν μπορούν να ταυτιστούν με αυτές που προσλαμβάνονται αισθητηριακά); Θα ξεκαθαρίσει ότι στις περιπτώσεις αυτές ονοματίζουμε με το ίδιο όνομα (εκκρεμές) και τα υλικά τεχνήματα και την ιδέα πίσω απ' αυτά; Ή θα σκεφτεί ότι η περίπτωση είναι απλή; Μοιάζει, δηλαδή, με αυτή της έννοιας του «δέντρου», που βρίσκεται πίσω και απ' την «αχλαδιά» και απ' την «πορτοκαλιά», και έτσι θα αφήσει τη συζήτηση να περιστρέφεται γύρω από τα ορατά χαρακτηριστικά των τεχνημάτων χωρίς άλλες διευκρινίσεις; Θα προχωρήσει συνεχίζοντας να επικαλείται τις αυθεντίες ή θα αμφισβητήσει

τις απόψεις τους «κάνοντας πειράματα» (προχωρώντας, δηλαδή, σε εμπειρικούς ελέγχους όσων έχουν πει); Και αν τα «πειράματα» (όπως πολύ καλά, εκ πείρας, γνωρίζει) τύχει να διαψεύσουν όσα είπε ότι υποστηρίζουν οι «αυθεντίες»; Τι θα «διασώσει» μέσα στην τάξη; Τα «φαινόμενα» ή τις «ιδέες»; Και τι σχέση θα έχουν πια όλα αυτά με την «καθημερινή ζωή» και τα «ενδιαφέροντα των μαθητών» από τα οποία ξεκίνησε; Πόσοι, δηλαδή, από τους μαθητές του θα έχουν μείνει ξύπνιοι για να παρακολουθούν την... αγωνία του;

Η αμηχανία του εκπαιδευτικού λύνεται, συνήθως, περιστασιακά. Αυτό όμως που την προκαλεί παραμένει· και εκτιμώ ότι βρίσκεται στην προσπάθεια του εκπαιδευτικού να ισορροπήσει στα όρια μιας, τουλάχιστον μη αρμονικής, συνύπαρξης: της συνύπαρξης μιας ισχυρής εκπαιδευτικής παράδοσης με μια εξίσου ισχυρή και σχετικά αυτόνομη παράδοση διδασκαλίας εστιασμένης στο «περιεχόμενο» των Φυσικών Επιστημών. Η συνύπαρξη αυτή φαίνεται, εκ του αποτελέσματος, ότι δεν είναι αρμονική: συντριπτικά ποσοστά εγγράμματων πολιτών σε όλο τον κόσμο, πολιτών που έχουν ολοκληρώσει με επιτυχία τις σπουδές τους στη γενική εκπαίδευση, θεωρούν τη γνώση που παράγουν οι Φυσικές Επιστήμες από δυσνόητη έως ακατανόητη. Ταυτόχρονα, τα ίδια ποσοστά

εκτιμούν ότι η γνώση αυτή είναι από τις πλέον αξιόπιστες — αν όχι η πλέον αξιόπιστη. Εκπαιδευτικό (και ίσως όχι μόνο) αποτέλεσμα; Ζούμε σε κοινωνίες εγγράμματων πολιτών οι οποίοι εμπιστεύονται τη γνώση που δεν κατανοούν! Μια αποτυχία στην οποία δεν μπορεί παρά, κάποιες στιγμές και με κάποιους τρόπους, να έχουμε συμβάλει.

Στη συνέχεια θα προσπαθήσω να περιγράψω τη σύγκρουση της παραδοσιακής γενικής εκπαίδευσης με την παράδοση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

Διδασκαλία και μάθηση στο πλαίσιο της γενικής εκπαίδευσης

Η γενική εκπαίδευση, τόσο στο δημοτικό σχολείο όσο και στο γυμνάσιο, είναι οργανωμένη στη βάση μιας ποικιλίας διακριτών «περιεχομένων»². Η προσέγγιση αυτή

² Το γεγονός αυτό διακρίνεται στην οργάνωση των αναλυτικών προγραμμάτων. Ακόμη και όταν επιχειρούνται «οριζόντιες» διαθεματικές συνδέσεις (δες, για παράδειγμα, ΔΕΠΠΣ, <http://www.pi-schools.gr/>), η οργανωτική αρχή των προγραμμάτων εξακολουθεί να στηρίζεται στην ύπαρξη σαφώς διακριτών γνωστικών αντικειμένων.

συντηρεί την αντίληψη της «μεταφοράς» της γνώσης, εκεί όπου η διδακτική διαδικασία αντιμετωπίζεται είτε ως διδασκαλία (με το διδάσκοντα-πομπό στο κέντρο του ενδιαφέροντος) είτε ως μάθηση (με το μαθητή-δέκτη στην αντίστοιχη θέση). Στις μέρες μας η εικόνα αυτή έχει αλλάξει. Τόσο οι γνωσιακές θεωρίες που υποστηρίζουν την οικοδόμηση της γνώσης από τα υποκείμενά της, όσο και η απόδοση σημασίας στην κοινωνική και πολιτισμική δυναμική της διδακτικής διαδικασίας ευνοούν μια «ολιστική» προσέγγιση της διδασκαλίας-μάθησης³ (με τη λογική ότι η διαδικασία της διδασκαλίας δεν είναι εύκολο να οριοθετηθεί σε σχέση με αυτή της μάθησης μέσα σε ένα πλαίσιο όπου εκπαιδευτικοί και μαθητές αφενός αλληλοεπηρεάζονται και αφετέρου πιέζονται από κοινωνικές ή πολιτισμικές νόρμες).

Αυτή ακριβώς η «ολιστική» προσέγγιση αποκαλύπτει ότι η διάχυση του περιεχομένου μέσα στη διδακτική διαδι-

³ Για την κοινωνική διάσταση της οικοδόμησης των γνώσεων στις Φυσικές Επιστήμες, δες το κλασικό άρθρο της J. Solomon, "Social Influences on the Construction of Pupils' Understanding of Science", *Studies in Science Education*, 14, 1987, σ. 63-82. Για την πολιτισμική διάσταση του ίδιου θέματος, δες στο: Aikenhead G. & Jegede O., "Cross-Cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon", *Journal of Research in Science Teaching*, 36(3), 1999, σ. 269-287.

κασία είναι ένα γεγονός που συνέβαινε «από πάντα». Οι ισχυρές θεσμικές, κοινωνικές ή «ανθρώπινες» σχέσεις μέσα στην τάξη προωθούσαν —και προωθούν— πρακτικές οι οποίες αποδεικνύουν ότι η «οργανωτική αρχή» της εκπαίδευσης δεν είναι το περιεχόμενο. Ο μαθητής, για να μπορέσει να «τελειώσει» το υποχρεωτικό του σχολείο, πρέπει να μάθει να «φέρει σε πέρας» μια μάλλον περιορισμένη ποικιλία από «έργα», παρά να κατανοεί λειτουργικά το μεγάλο όγκο των διαφορετικών περιεχομένων του αναλυτικού προγράμματος. Πρέπει, για παράδειγμα, να απαντάει σε ερωτήσεις, να συμπληρώνει τεστ, να απομνημονεύει κείμενα και αλγόριθμους, να λύνει ασκήσεις και προβλήματα, να συγγράφει εργασίες, να συντάσσει εκθέσεις κ.ο.κ. Φυσικά, η υπόθεση ότι μόνο η γνώση του περιεχομένου αφενός αρκεί και αφετέρου αποτελεί προϋπόθεση για την επιτυχία όλων των παραπάνω δραστηριοτήτων δεν επαρκεί. Θα μπορούσα, μάλλον, να υποθέσω ότι η μαθητική ζωή μοιάζει περισσότερο με μια μακρόχρονη μαθητεία μέσα σε έναν, σχετικά αυτόνομο, κοινωνικό υπο-χώρο με ισχυρούς θεσμούς και ακόμη ισχυρότερη παράδοση. Μια μαθητεία που το αποτέλεσμα της φαίνεται να έχει μικρότερη σχέση με τα περιεχόμενα των διάφορων μαθημάτων από τη σχέση που έχει με τα θεσμοθετημένα ή τα παραδοσιακά «έργα» του εκπαιδευτικού χώρου. Μια αντίστοιχη,

επίσης, εικόνα θα μπορούσα να υποθέσω ότι περιγράφει και τον εκπαιδευτικό, ανεξαρτήτως ειδικότητας.

Διεθνώς υπάρχουν αρκετά εμπειρικά δεδομένα που δείχνουν ότι κάπως έτσι είναι τα πράγματα. Για παράδειγμα, οι μαθητές ανακαλύπτουν και χρησιμοποιούν, με εξαιρετικά αποτελέσματα, στρατηγικές με τις οποίες εκμαιεύουν από τους διδάσκοντες τους «σωστούς» χειρισμούς των έργων⁴. Έτσι, αρκετοί μαθητές τελειώνουν με επιτυχία τις σπουδές τους χωρίς να μαθαίνουν και σπουδαία πράγματα από τα περιεχόμενα που διδάχτηκαν. Από την άλλη μεριά, ο εκπαιδευτικός φαίνεται ότι θα μπορούσε να «επιβιώσει» στην τάξη χρησιμοποιώντας κυρίως το προς διδασκαλία περιεχόμενο. Οι δεδομένες πρακτικές της προφορικής ή γραπτής παρουσίασης του περιεχομένου και της «εξέτασης» του κατά πόσο το απομνημόνευσαν οι μαθητές δείχνουν να στηρίζονται πολύ σ' αυτό. Ακόμη όμως και εδώ, μια καλή προφορική παρουσίαση έχει τα χαρακτηριστικά μιας (σόλο) θεατρικής παράστασης, μιας έντεχνης αφήγησης

⁴ Πρόκειται για τους διάσημους «κανόνες της Φατμέ». Δες, για παράδειγμα, Larson J., "Fatima's rules and other elements of an unintended chemistry curriculum", Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, April 1995.

ή μιας παθιασμένης αγόρευσης. Απαιτεί, με άλλα λόγια, την «κατοχή και χρήση» υποκριτικών, αφηγηματικών ή ρητορικών δεξιοτήτων⁵ που έχουν μικρή σχέση με το διδασκόμενο περιεχόμενο και τις οποίες διαθέτουν –σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό– οι έμπειροι εκπαιδευτικοί. Αν, βέβαια, περάσουμε σε περισσότερο πολύπλοκες δομές της διδασκαλίας, τότε θα διαπιστώσουμε ότι οι εκπαιδευτικοί μαθαίνουν να επιτελούν, επίσης, μια σειρά από «έργα» αντίστοιχα με αυτά που διεκπεραιώνουν οι μαθητές τους: επινοούν ή κατασκευάζουν ερωτήσεις· κατασκευάζουν τεστ· βρίσκουν, επιλέγουν ή κατασκευάζουν διαφάνειες, προβλήματα, θέματα εργασιών και εκθέσεων· αναπτύσσουν στρατηγικές επιτήρησης και ελέγχου των μαθητών τους, μηχανισμούς απλοποίησης και «κάλυψης» του περιεχομένου, αλγόριθμους απομνημόνευσής του κ.ο.κ.⁶

⁵ Δες, για παράδειγμα, στο: Darling-Hammond L., “Teacher quality and student achievement: A review of state policy evidence”, *Educational Policy Analysis Archives*, 8(1), 2000 (<http://epaa.asu.edu/epaa/v8n1>).

⁶ Για μια αναλυτική παρουσίαση των διδακτικών πρακτικών που ακολουθούν κατά παράδοση οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες, δες στο: Tobin K., Tippins D.J. & Gallard A.J., “Research on instructional strategies for teaching science” στο: Gabel D.L. (ed.), *Handbook of research on sci-*

Στο παραπάνω σκηνικό το προς διδασκαλία περιεχόμενο έχει διαχυθεί. Στοιχεία του θα συναντήσουμε να δομούν μέρος των «έργων», να διατρέχουν το διάλογο εκπαιδευτικών – μαθητών και να κατευθύνουν μέρος από τις παρεμβάσεις τους. Παραμένει, όμως, ελάχιστα προφανής ο τρόπος και ο βαθμός στον οποίο το κάθε ξεχωριστό περιεχόμενο συνεισφέρει στις ισορροπίες μιας δυναμικής κατάστασης όπου μαθητές και εκπαιδευτικοί μαθαίνουν, κυρίως, πώς να φέρουν σε πέρας συγκεκριμένα «έργα».

Η διάχυση, τέλος, του περιεχομένου έχει και μια παράπλευρη συνέπεια. Όλα τα γνωστικά αντικείμενα φαίνονται σαν να «μιλούν την ίδια γλώσσα» την επίσημη γλώσσα του σχολείου. Επειδή, επιπλέον, οι μαθητές γνωρίζουν ότι πρέπει να λένε πράγματα που ο εκπαιδευτικός θα αναγνωρίσει ως σωστά (πρέπει με κάποιο τρόπο να «διαβάζουν» το «μεγάλο βιβλίο» που έχει στο κεφάλι του), καταλήγουν να χρησιμοποιούν και να μαθαίνουν ένα μόνο χειρισμό της επίσημης σχολικής γλώσσας, ένα χειρισμό που μοιάζει με αφήγηση. Ως αποτέλεσμα, θα ακούσουμε πολλούς μαθητές μας να «αφηγούνται» με τον ίδιο τρόπο την πλοκή ενός λογοτεχνικού κειμένου,

ence teaching and learning, Macmillan Publishing Company, New York, 1994.

τις αιτίες μιας κοινωνικής κρίσης, τη λύση μιας μαθηματικής εξίσωσης. Θα τους ακούσουμε, δηλαδή, να «λένε το μάθημά τους».

Το φίδι έχει πια γυρίσει και έχει δαγκώσει την ουρά του: η διάχυση των περιεχομένων οδηγεί στην επικράτηση της ιδιόμορφης αφηγηματικής σχολικής γλώσσας· και η σχολική γλώσσα ομογενοποιεί τα, καταρχήν διακριτά, διδακτικά έργα. Η σημαντικότερη κατηγορία μαθητών που παγιδεύεται στην παραπάνω ισορροπία: οι δίγλωσσοι, που για να επιτύχουν στα κλασικά διδακτικά έργα πρέπει να μάθουν να μιλούν και να γράφουν τη σχολική γλώσσα, ενώ για να μάθουν τη σχολική γλώσσα πρέπει με κάποιο τρόπο και σε κάποιες περιπτώσεις να επιτυχάνουν στην εκτέλεση των έργων (ώστε να μην περιθωριοποιούνται). Η σημαντικότερη κατηγορία μαθημάτων που διαφεύγει: τα «πρακτικά», όπου οι μαθητές έχουν να «κάνουν» πολλά πράγματα και να πουν λίγα. Και κάποια, ίσως, μαθήματα «μπαλαντέρ»: αυτά των Φυσικών Επιστημών, τα οποία έχουν ένα «πρακτικό» μέρος (εργαστηριακό) αναγνωρισμένο ως εξίσου σημαντικό με το «γλωσσικό» τους (θεωρητικό).

Η διδασκαλία και η μάθηση των Φυσικών Επιστημών

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη γενική εκπαίδευση έχει μια ιδιόρρυθμη ιστορία. Μια ιστορία που γράφτηκε κάτω από την πίεση δύο διαφορετικών δεσμεύσεων και άφησε τα σημάδια της σε όλους τους «εν ενεργεία» εκπαιδευτικούς.

Η πρώτη δέσμευση προέκυψε αυτόματα από τα χαρακτηριστικά της επίσημης επιστημονικής δραστηριότητας, η οποία τροφοδοτεί με περιεχόμενο τα σχετικά σχολικά μαθήματα. Η επιστημονική δραστηριότητα διατρέχεται, από τη γέννησή της, από δύο διαφορετικές κουλτούρες με σαφώς διακριτές γλώσσες και πρακτικές⁷. Η μία (η θεωρητική και περισσότερο εγγράμματη) κατασκευάζει κείμενα σε μαθηματική κυρίως γλώσσα: μια γλώσσα που είναι ταυτόχρονα δομημένη και στη βάση μιας ορθολογικής φιλοσοφικής παράδοσης. Η άλλη (εργαστηριακή και περισσότερο προφορική) κατασκευάζει τα κομ-

⁷ Δες στο: Hacking I., *Representing and Intervening*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995. Για μια συζήτηση σχετικά με τις δύο γλώσσες των Φυσικών Επιστημών, δες στο: Radder H., *In and about the world*, State University Press, New York, 1996, σ. 9-72.

μάτια του υλικού κόσμου που ταιριάζουν με τα κείμενα της πρώτης. Έτσι, το περιεχόμενο των σχολικών μαθημάτων βρέθηκε να περιλαμβάνεται σε «έργα» που υιοθετούν διαφορετικές πρακτικές και γλώσσες. Το πρόβλημα που προκύπτει είναι προφανές και «διάσημο» στο χώρο της διδασκαλίας τουλάχιστον της Φυσικής και της Χημείας. Οι μαθητές αφενός δυσκολεύονται να κατανοήσουν και να χρησιμοποιήσουν το θεωρητικό λόγο (ανεξαρτήτως μητρικής γλώσσας) και αφετέρου αδυνατούν να τον συνδέσουν με την εργαστηριακή πράξη (στην οποία, σημειωτέον, δεν αντιμετωπίζουν ιδιαίτερα προβλήματα).

Η δεύτερη δέσμευση προέκυψε μάλλον από πολιτικές συγκυρίες. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αυτονομήθηκε από το παραδοσιακό εκπαιδευτικό περιβάλλον εξαιτίας της ρητής εξάρτησής της από συγκεκριμένες πολιτικές επιλογές⁸. Η διαδικασία αυτή ξεκίνησε τη δεκαετία του '60 με καινοτομίες που υποκινήθηκαν κυρίως από τον πολιτικό στόχο της παραγωγής νέων και ικανών επαγγελματιών επιστημόνων. Στο πλαίσιο επί-

⁸ Δες τη σχετική ανάλυση που γίνεται στο πλαίσιο μιας κριτικής προσέγγισης στο έργο και τις απόψεις του T. Kuhn στο: Fuller S., *Thomas Kuhn: A Philosophical History for our Times*, The University of Chicago Press, Chicago, 2000.

τευξης αυτού του στόχου, οι μαθητές βρέθηκαν να αντιμετωπίζουν ένα περιεχόμενο με «σφιχτή» εννοιολογική δομή και ταυτόχρονα αρκούντως αφαιρετικό, ώστε να μπορούν να το κωδικοποιούν στη μαθηματική γλώσσα και να το χρησιμοποιούν για τη λύση προβλημάτων-γρίφων. Ταυτόχρονα, έπρεπε να μπορούν να αντιμετωπίζουν το ίδιο περιεχόμενο και μέσα στο εργαστηριακό περιβάλλον, παράγοντας κατά κάποιο τρόπο τις αφαιρετικές δομές του μέσα από τις εμπειρικές παρεμβάσεις τους στον υλικό κόσμο. Αυτή η εξαιρετικά σύνθετη διδακτική αναπλαισίωση, με τα καινοφανή για την όποια εκπαιδευτική πραγματικότητα έργα, επιβίωσε επί μακρόν γιατί μάλλον εξυπηρέτησε ικανοποιητικά τον πολιτικό στόχο που την υιοθέτησε. Από τη μια μεριά, εξυπηρέτησε το στόχο της παραγωγής επαγγελματιών επιστημόνων, επιλέγοντας από το μαθητικό πληθυσμό της γενικής εκπαίδευσης το μικρό εκείνο αριθμό ανθρώπων που έδειχναν ικανοί να τα βγάλουν πέρα με τον αφαιρετικό μαθηματικό ορθολογισμό, την επίλυση γρίφων και την αφαιρετική, επίσης, δόμηση της εργαστηριακής εμπειρίας. Από την άλλη μεριά, με τα υψηλά ποσοστά μαθητικής αποτυχίας, δημιούργησε έναν ισχυρότατο και γενικά αποδεκτό μύθο για τη δυσκολία που εμφανίζουν οι Φυσικές Επιστήμες καθώς και για τις εξαιρετικές ικανότητες των ανθρώπων που τις υπηρετούν.

Συνέπεια, όμως, της παραπάνω κατάστασης μπορεί να θεωρηθεί και η παράλληλη εκρηκτική ανάπτυξη της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ), ενός κλάδου των επιστημών της αγωγής και της εκπαίδευσης που στηρίχτηκε θεσμικά, ενώ ταυτόχρονα ενισχύθηκε από τη σιωπηρή δυσαρέσκεια των εκπαιδευτικών για τη μαθητική αποτυχία. Έτσι, τη δεκαετία του '80, η ΔΦΕ φάνηκε ότι μπορεί να αλλάξει το σκηνικό μέσα από μια ριζοσπαστική κονστρουκτιβιστική διδακτική πρόταση. Η πρόταση αυτή στηρίχτηκε στην υπόθεση ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να μάθουν το επιστημονικό περιεχόμενο, επειδή ήδη γνωρίζουν πριν από την όποια διδασκαλία ένα διαφορετικό εμπειρικό περιεχόμενο, σχετικό με τα ίδια θέματα που συζητούν οι Φυσικές Επιστήμες. Στην προσπάθεια να ανατραπούν οι εμπειρικές γνώσεις των μαθητών, έγινε μια εκτεταμένη επιχείρηση καταγραφής τους. Η καταγραφή έστρεψε το ενδιαφέρον στις λεγόμενες «ιδέες των μαθητών» και έδειξε ότι αυτές συγκροτούν ένα αξιόλογο, ανθεκτικό και χρήσιμο σώμα γνώσης για το φυσικό κόσμο. Οι διαπιστώσεις αυτές έδωσαν στο συγκεκριμένο σώμα γνώσης μια σχετική αυτονομία. Οι «ιδέες των μαθητών» προσεγγίζονται σήμερα με διαφορετική οπτική, ως «αυτόχθων επιστήμη», δείχνουν να είναι σε κάποιο βαθμό συνδεδεμένες με τις τοπικές κουλτούρες και προτείνονται μέχρι και για να καταλά-

βουν θέση γνωστικού αντικειμένου στα επίσημα αναλυτικά προγράμματα. Με αυτό τον τρόπο, ενώ το κονστρουκτιβιστικό διδακτικό ρεύμα ξεκίνησε αντιμετωπίζοντας το εμπειρικό σώμα γνώσεων των μαθητών ως λανθασμένο και προς αντικατάσταση, κατέληξε να το βλέπει ως εναλλακτικό προς το αντίστοιχο επιστημονικό. Η μεταστροφή αυτή άλλαξε δραματικά το πλαίσιο μέσα στο οποίο το περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών θεωρείται σημαντικό. Από περιεχόμενο που περιγράφει και ερμηνεύει τη φύση κατά τρόπο μοναδικό και αληθή, μετατράπηκε σε περιεχόμενο εναλλακτικό της καθημερινής εμπειρικής γνώσης, το οποίο όμως θεωρείται αφενός το μόνο κοινά αποδεκτό από όλες τις κουλτούρες και, αφετέρου, το μόνο περιεχόμενο που μπορεί να αξιοποιήσει το τρέχον τεχνολογικό περιβάλλον. Τα χαρακτηριστικά αυτά δείχνουν το δρόμο μιας νέας πολιτικής διαχείρισης του ίδιου, περίπου, παλιού περιεχομένου.

Η διαχείριση αυτή έγινε ρητή τη δεκαετία του '90. Στο πλαίσιο της πολιτικής εκτίμησης για μια επερχόμενη παγκόσμια κοινωνία, προωθήθηκε για τις σχολικές Φυσικές Επιστήμες ο στόχος του «επιστημονικού και τεχνολογικού» εγγραμματισμού. Πρόκειται για ένα στόχο που εξακολουθεί να αποσυνδέει τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών από το γενικότερο πλαίσιο της εκπαίδευσης,

μια και προτείνει ένα διαφοροποιημένο εγγραμματισμό (περισσότερο παγκόσμιο) μέσα στους κόλπους του όποιου τοπικού. Από την άλλη μεριά, η κατάσταση αυτή ξεκαθαρίζει το τοπίο της διπλής κουλτούρας των Φυσικών Επιστημών. Η τεχνολογική διάσταση του προτεινόμενου εγγραμματισμού παραπέμπει στην «εργαστηριακή-προφορική» κουλτούρα και η επιστημονική διάσταση στην «εγγράμματη-θεωρητική». Από τη μια μεριά, οι νέες διδακτικές προτάσεις φαίνεται να έχουν μπροστά τους ένα πιο ευδιάκριτο σκηνικό, από την άλλη, όμως, έχουν να διαχειριστούν το ίδιο περίπου παλιό και «ιερό» περιεχόμενο μέσα στην ίδια, και από καιρό σταθεροποιημένη, εκπαιδευτική παράδοση.

Ο «τρίτος» δρόμος (;)

Η παραπάνω ανάλυση ελπίζω ότι δείχνει τη σύγκρουση. Από τη μια, οι εκπαιδευτικοί των Φυσικών Επιστημών αφομοιώνονται από την εκπαιδευτική παράδοση και υιοθετούν τις πρακτικές της. Από την άλλη, δεν ξεχνούν τις ιδιαιτερότητες του επιστημονικού τους αντικειμένου ούτε είναι πρόθυμοι να τις θυσιάσουν στο όνομα ακόμη και της πιο προοδευτικής εκπαιδευτικής πολιτικής.

Έτσι, μια εφικτή διδακτική πρόταση πρέπει να αποδεχτεί ότι οι διδακτικές δραστηριότητες μπορούν να υιοθετηθούν από την εκπαιδευτική παράδοση, αν είναι συγκροτημένες με τη μορφή έργων. Τα έργα αυτά, από την άλλη μεριά, πρέπει να διαθέτουν κάποια από τα χαρακτηριστικά των επιστημονικών δραστηριοτήτων (για να διδάσκουμε Φυσικές Επιστήμες) και ταυτόχρονα να επιδιώκουν απλούς στόχους (για να έχουν κάποιες πιθανότητες επιτυχίας στους μαθητές).

Για παράδειγμα, ένα διδακτικό έργο έχει περισσότερες πιθανότητες επιτυχίας αν επιδιώκει απλές συνδέσεις, μέσα σε κάποιο από τα πλαίσια που αναφέρονται παρακάτω⁹:

- *Παρεμβατικό (εργαστηριακό) πλαίσιο:* Οι μαθητές συνδέουν κομμάτια που κατασκευάζουν από τον υλικό κόσμο με χαρακτηριστικά γεγονότα (τεκμήρια) του κόσμου αυτού. Εδώ συζητούν χρησιμοποιώντας τον καθημερινό προφορικό τους λόγο, τον οποίο και εμπλουτίζουν με τεχνικούς όρους.

⁹ Δες, για παράδειγμα, στο: Τσελφές Β., *Δοκιμή και Πλάνη: Το εργαστήριο στη διδασκαλία των ΦΕ*, Νήσος, Αθήνα, 2002, σ. 113-128.

- *Πλαίσιο μετάβασης από τις παρεμβάσεις (εργαστήριο) προς τις αναπαραστάσεις (θεωρία):* Οι μαθητές συνδέουν τα «εργαστηριακά» γεγονότα με τις «θεωρητικές» ιδέες, είτε κατασκευάζοντας τις θεωρητικές ιδέες μέσω εργαστηριακών δραστηριοτήτων (π.χ. μετρήσεων) είτε ερμηνεύοντας/προβλέποντας τα γεγονότα. Ταυτόχρονα δοκιμάζουν να μετακινηθούν από τον καθημερινό προφορικό λόγο προς το στοχούμενο θεωρητικό.
- *Αναπαραστατικό (θεωρητικό) πλαίσιο:* Οι μαθητές περιγράφουν κομμάτια του κατασκευασμένου υλικού κόσμου, χρησιμοποιώντας τον «αφαιρετικό-θεωρητικό» λόγο των Φυσικών Επιστημών.

Αντίστοιχα, μια διδακτική σειρά φαίνεται να πετυχαίνει αν περιλαμβάνει μια ποικιλία από τα παραπάνω έργα, λειτουργικά συνδεδεμένα γύρω από μια θεματική. Το «κλειδί», όμως, της επιτυχίας βρίσκεται κυρίως στην αντίληψη για την... επιτυχία. Οι δραστηριότητες θα πρέπει να κρίνονται από το αν οι μαθητές πέτυχαν ή όχι να αποκαταστήσουν τις ζητούμενες κάθε φορά συνδέσεις (αν οι μαθητές κατάφεραν να κατασκευάσουν κομμάτια του υλικού κόσμου ακολουθώντας οδηγίες, να συνδέσουν μια θεωρητική ιδέα με τη διαδικασία της μέτρησής της, να εντοπίσουν τα ζητούμενα τεκμήρια, να τα προ-

βλέψουν ή να τα ερμηνεύσουν χρησιμοποιώντας την κατάλληλη ιδέα κ.ο.κ.) και όχι από το αν «έμαθαν» να διατυπώνουν ένα «νόμο» ή έναν «ορισμό» σε θεωρητική (και τελικά σχολική) γλώσσα. Δηλαδή, η γνώση που ενδιαφέρει είναι η γνώση που επιτρέπει στους μαθητές να διεκπεραιώνουν τα επιμέρους έργα, και η κατάρτησή της κρίνεται από το αν έχει γίνει λειτουργικά κατανοητή και όχι από το αν μπορούν οι μαθητές να την ανακοινώσουν χρησιμοποιώντας το θεωρητικό λόγο. Η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες ισοδυναμεί με τη μύηση στις πρακτικές τους. Η επιστημονική-θεωρητική γλώσσα αναδύεται από τη μύηση αυτή, με αφετηρία την προφορική-εργαστηριακή μορφή της¹⁰: ένα προνομιακό πεδίο έκφρασης για δίγλωσσους μαθητές;

Ας γυρίσουμε τώρα στις τάξεις μας

Και οι δύο εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν διδακτικά έργα που περιλαμβάνουν κομμάτια του υλικού κόσμου. Επιχειρώντας να προσεγγίσουν μια απάντηση στο ερώτημα «Τι είναι ή τι κάνει το εκκρεμές;», επιχειρούν να αποκα-

¹⁰ Δες στο: Roth W.M. & Lawless D., "Science, Culture and the Emergence of Language", *Science Education*, 86, 2002, σ. 368-385.

ταστήσουν μια σύνδεση του υλικού κόσμου, που με τον ένα ή τον άλλο τρόπο κατασκεύασαν οι μαθητές τους, με τη «θεωρητική ιδέα» εκκρεμές. Οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν ότι η ιδέα αυτή, στην επίσημη επιστημονική εκδοχή της, συντίθεται από ένα «υλικό σημείο» (ένα γεωμετρικό σημείο με μάζα!) και ένα «εύκαμπτο, αβαρές και μη εκτατό νήμα» (μια υλική-γεωμετρική γραμμή που συνδέει το «υλικό σημείο» με μια σταθερή θέση στήριξης). Γνωρίζουν επίσης ότι το σύστημα αυτό είναι ενδιαφέρον επειδή μπορεί να «αιωρείται» με προβλέψιμο τρόπο μέσα σε ένα «ομογενές δυναμικό πεδίο». Γνωρίζουν, τέλος, ότι η ιδέα αυτή (του εκκρεμούς) έγινε διάσημη επειδή μπόρεσε να οδηγήσει στη μέτρηση του χρόνου με πρωτόγνωρη για την εποχή ακρίβεια, στην κατασκευή ρολογιών, στη μέτρηση της «έντασης» του πεδίου βαρύτητας της Γης, στην πρώτη εμπειρική «απόδειξη» για το γεγονός της περιστροφής της Γης γύρω από τον εαυτό της κ.ο.κ.

Το σύνολο αυτής της γνώσης, συγκροτημένο στο μυαλό του εκπαιδευτικού (αλλά και σε πολλά διδακτικά εγχειρίδια) με τη μορφή μιας «μεγάλης αφήγησης», δημιουργεί έναν ισχυρότατο παράγοντα εσωτερικής σύγκρουσης. Από τη μια μεριά, ο εκπαιδευτικός νιώθει ικανοποιημένος όταν οι μαθητές του καταφέρνουν να διεκπε-

ραιώσουν τα απλά και ιδιόμορφα έργα των Φυσικών Επιστημών. Από την άλλη όμως, αισθάνεται την υποχρέωση να μεταβιβάσει, με κάποιο τρόπο, στο κοινό του και τη «μεγάλη αφήγηση» της επιστήμης του. Ας προσπαθήσουμε να παρακολουθήσουμε αυτή τη σύγκρουση.

Στην Α΄ τάξη

Η παλιά και καθιερωμένη καθοδηγούμενη μορφή εργαστηριακής άσκησης, που προωθείται, είναι εκπαιδευτικά ευσταθής. Προσφέρει τη δυνατότητα ελέγχου της τάξης, και στις σημερινές συνθήκες δε δημιουργεί προβλήματα στην κάλυψη του περιεχομένου (το θεσμοθετημένο πρόγραμμα προβλέπει τον απαιτούμενο χρόνο για απασχόληση των μαθητών σε εργαστηριακές ασκήσεις). Έτσι, εκείνο που μας ενδιαφέρει είναι το τι θα μάθουν οι μαθητές. Εδώ θα πρέπει να ενεργοποιηθεί κάποια πρακτική απλοποίησης ή μετασχηματισμού του περιεχομένου. Και μόνο η σκέψη ότι οι μαθητές θα έπρεπε να συγκροτήσουν τη θεωρητική ιδέα του «εκκρεμούς», μέσα από μια εργαστηριακή άσκηση, θα έπρεπε να αποδιοργανώνει και τον πιο έμπειρο εκπαιδευτικό. Ο ρεαλιστικός στόχος που φαίνεται να επιλέγεται πρώτος στην περίπτωση μας είναι «να μάθουν οι μαθητές να κατασκευάζουν ένα απλό εκκρεμές». Πρόκειται για ένα στόχο που

για να τον πετύχουν τα παιδιά θα πρέπει να συνδέσουν (παρεμβατικά και αναπαραστατικά) με το τελικό τους προϊόν κάποιες καθημερινές υλικές οντότητες/έννοιες (όπως «νήμα», «βαρίδι») με κάποιες περισσότερο τεχνικές (όπως «ορθοστάτης», «βάση» ή «στέλεχος» του ορθοστάτη), μέσα από δραστηριότητες (όπως «συναρμολογώ», «δένω», «στερεώνω»). Πρόκειται, δηλαδή, για μια εμπειρική διαδικασία μάθησης που συντελείται μέσα σε ένα σχετικά οικείο περιβάλλον, με αρκετές συνήθως «δοκιμές και πλάνες». Στη διαδικασία αυτή φαίνεται ότι, κατά κανόνα, οι μαθητές πετυχαίνουν. Αν μάλιστα θελήσουμε η διαδικασία αυτή να προκαλέσει αφενός το προσωπικό ενδιαφέρον των μαθητών και αφετέρου την ανάπτυξη της λογικής των κριτηρίων ελέγχου, μπορούμε να τη συνδυάσουμε και με κάποιας μορφής διαγωνισμό: Ποιοι, για παράδειγμα, έφτιαξαν το πιο «γερό» εκκρεμές; Και πώς το έφτιαξαν;

Με τον τρόπο αυτό θα καταναλωθεί, πιθανότατα, μία διδακτική ώρα. Στη διάρκεια αυτής της ώρας οι μαθητές θα έχουν μάθει, τουλάχιστον, «πώς κατασκευάζεται ένα απλό εκκρεμές». Δε θα έχουν μάθει, όμως, τίποτα σχετικό με τις θεωρητικές ιδέες που τριγυρίζουν στο δικό μας μυαλό. Αν θελήσουμε να κάνουμε ένα επόμενο βήμα (να πετύχουμε, για παράδειγμα, οι μαθητές μας να

συνδέσουν την κατασκευή «απλό εκκρεμές» με την ιδέα της «αιώρησης»), θα πρέπει να προετοιμάσουμε ένα επόμενο διδακτικό έργο. Γιατί η κατασκευή «απλό εκκρεμές» μπορεί να κάνει μια τρομερή ποικιλία κινήσεων: πρώτα απ' όλα κινείται και το νήμα και το βαρίδι. Αλλά, ακόμη και αν καταφέρουμε να εστιάσουμε την προσοχή των παιδιών μόνο στο βαρίδι, αυτό μπορεί να περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο σε κυκλικές, ελλειπτικές, σπειροειδείς τροχιές ή να «γράφει οχτάρια». Μπορεί να περιστρέφεται σε κατακόρυφο ή και επικλινές επίπεδο, διαγράφοντας κύκλους ή έλικες. Μπορεί, βέβαια, και να «αιωρείται». Εμείς, πάντως, πρέπει να πείσουμε τα παιδιά ότι η τελευταία κίνηση έχει ενδιαφέρον. Έχουμε, άραγε, κάποια σοβαρά επιχειρήματα που να πείθουν εμάς τους ίδιους; Και, αν ναι, πώς θα τα «περάσουμε» στα παιδιά; Και πάνω απ' όλα: είμαστε διατεθειμένοι να πετάξουμε από το αγαπημένο «εκκρεμές» της επιστημονικής μας παράδοσης ό,τι δεν καταφέρνουμε να φέρουμε με αξιοπρέπεια μέσα στον εκπαιδευτικό μας χώρο; Ή θα προτιμήσουμε να διαδώσουμε με κάθε τρόπο τις αφαιρετικές ιδέες της «μεγάλης επιστημονικής αφήγησης» και «όποιος κατάλαβε, κατάλαβε»;

Στη Β' τάξη

Οι δραστηριότητες των μαθητών εξελίσσονται με διαφορετικό τρόπο. Το έργο που καλούνται σε πρώτη φάση να φέρουν σε πέρας (να φέρουν από το σπίτι τους ένα εκκρεμές) επιχειρεί να τους οδηγήσει στο να συνδέσουν την ιδέα του εκκρεμούς με μια υλική κατασκευή, μέσα στο οικείο πλαίσιο της καθημερινής τους ζωής. Οι μαθητές, κατά κανόνα, θα τα καταφέρουν. Όταν γυρίσουν στο σχολείο, μια μάλλον ασαφής ιδέα περί εκκρεμούς θα είναι ισχυρότατα συνδεδεμένη με την κατασκευή που θα κρατούν στο χέρι τους. Εκεί θα ξεκινήσει η συλλογική δραστηριότητα που περιγράφηκε στην αρχή του κειμένου. Αν αυτή εξελιχθεί μπροστά σε όλη την τάξη, διευκολύνει και τον έλεγχο της και την κάλυψη του περιεχομένου. Ποιου, όμως, περιεχομένου; Τι θέλουμε να πετύχουν οι μαθητές μας όταν τους δείχνουμε τέσσερα διαφορετικά υλικά τεχνήματα που οι κατασκευαστές τους πιστεύουν ότι είναι εκκρεμή, και τους ρωτάμε: «Τι είναι τελικά το εκκρεμές;». Η ευκρίνεια του στόχου μας είναι πολύ μικρή, οι δυνατότητες όμως του έργου είναι μεγάλες. Αυτό που πολύ δύσκολα θα προχωρήσει στην Α' τάξη εδώ έχει μεγάλες πιθανότητες επιτυχίας, αν η δουλειά που ζητάμε να κάνουν οι μαθητές γίνει πολύ

συγκεκριμένη. Για παράδειγμα, αν ζητήσουμε από τους μαθητές να εντοπίσουν τα κοινά ορατά χαρακτηριστικά των κατασκευών, είναι πιθανό να εντοπίσουν (και πάντως να συμφωνήσουν) ότι όλα τα εκκρεμή τους χρειάζονται ένα σημείο στήριξης καθώς και ότι όλα, όταν ηρεμούν, βρίσκονται κάτω από αυτό το σημείο. Αν στη συνέχεια τους ζητήσουμε να βρουν και ένα είδος κίνησης που μπορούν να κάνουν όλα, τότε η «αιώρηση» (το πέρα δώθε) είναι μια πιθανή απάντηση που θα κερδίσει τη συναίνεση της τάξης. Έτσι, μπορούμε (με περισσότερη ή λιγότερη καθοδήγηση) από τα κομμάτια του υλικού κόσμου τα οποία οι μαθητές κατασκεύασαν προσωπικά, τα συνέδεσαν με την ιδέα του εκκρεμούς και τα «υπερασπίστηκαν» στη δημόσια συζήτηση να επιλέξουμε μια σειρά από κοινά «τεκμήρια». Τότε, σχεδόν αυτόματα, όλες οι κατασκευές είναι εκκρεμή, επειδή έχουν ένα σημείο στήριξης κάτω από το οποίο ισορροπούν και επειδή μπορούν να «αιωρούνται». Η ιδέα του εκκρεμούς, με κάποιο τρόπο, έχει πλέον αποκολληθεί από ένα συγκεκριμένο υλικό τέχνημα και έχει συνδεθεί με μια σειρά από τεκμήρια/γεγονότα.

Βέβαια, και εδώ η διδακτική μας ώρα πέρασε. Από όλη τη μαγεία του «εκκρεμούς» των φοιτητικών μας χρόνων μπορέσαμε με αξιοπρέπεια να αποκαταστήσουμε μόνο τη

σύνδεση «εκκρεμές – αιώρηση». Αν, μάλιστα, ζητήσουμε από τους μαθητές μας να περιγράψουν αυτή τη σύνδεση, πιθανότατα θα δούμε να αναδύονται περισσότερες από μία γλωσσικές εικόνες. Πρέπει να είμαστε ικανοποιημένοι;

Η άποψή μου είναι: ναι! Στόχος του έργου ήταν η σύνδεση. Η προφορική της περιγραφή μπορεί να αποτελεί μια καλή γλωσσική άσκηση ή μια, εκπαιδευτικά ενδεδειγμένη, άσκηση επικοινωνίας ανάμεσα στους μαθητές, με κανένα τρόπο όμως δεν αποτελεί «κείμενο» προς απομνημόνευση. Δεν υπάρχει «ορισμός» της αιώρησης. Υπάρχει η λειτουργική κατανόησή της μέσα στο πλαίσιο κάποιων διαδικασιών/πρακτικών. Δεν μπορεί, λοιπόν, να περιγραφεί μονοσήμαντα, όπως, σε πείσμα των βιβλίων, δεν μπορούν να περιγραφούν μονοσήμαντα και οι επόμενες έννοιες που θα εισαχθούν στη διδασκαλία του εκκρεμούς (μήκος, περίοδος, συχνότητα). Αν προσπαθήσετε να τις ορίσετε, θα καταλήξετε να περιγράφετε τον τρόπο μέτρησής τους και οι μετρήσεις δεν είναι λόγια, είναι παρεμβάσεις.

Ο «τρίτος δρόμος» μου φαίνεται ανοιχτός. Από την επισημονική μας παράδοση προωθούμε διδακτικά αυτό που στην ουσία την καθιέρωσε: τις πρακτικές της. Από

τη θεωρητική της παραγωγή προωθούμε τη λειτουργική κατανόηση των εννοιών/ιδεών που κατασκεύασε. Και αυτοί οι στόχοι μας καθίστανται εφικτοί μέσα σε ένα διδακτικό περιβάλλον οργανωμένο στη βάση απλών εργαστηριακών έργων. Ένα περιβάλλον που υιοθετεί τον ελεύθερο προφορικό λόγο και περιμένει με υπομονή τη γλωσσική ανάδυση των θεωρητικών εννοιών. Ένα περιβάλλον που μοιάζει να φτιάχτηκε ειδικά για δίγλωσσους μαθητές... ίσως γιατί οι Φυσικές Επιστήμες μιλούν, ούτως ή άλλως, μια «ξένη γλώσσα».

Βιβλιογραφία

- Aikenhead G. & Jegede O., "Cross-Cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon", *Journal of Research in Science Teaching*, 36(3), 1999, σ. 269-287
- Darling-Hammond L., "Teacher quality and student achievement: A review of state policy evidence", *Educational Policy Analysis Archives*, 8(1), 2000 (retrieved from <http://epaa.asu.edu/epaa/v8n1>)
- Fuller S., *Thomas Kuhn: A Philosophical History for our Times*, The University of Chicago Press, Chicago, 2000
- Geelan D., "Epistemological anarchy and the many forms of constructivism", *Science & Education*, 6, 1997, σ. 15-28
- Hacking I., *Representing and Intervening*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995 (12th edition)
- Larson J.O., "Fatima's rules and other elements of an unintended chemistry curriculum", Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, April 1995
- Radder H., *In and about the world*, State University Press, New York, 1996
- Roth W.M. & Lawless D., "Science, Culture and the Emergence of Language", *Science Education*, 86, 2002, σ. 368-385
- Solomon J., "Social Influences on the Construction of Pupils' Understanding of Science", *Studies in Science Education*, 14, 1987, σ. 63-82
- Steffe L. & Gale J. (eds), *Constructivism in Education*, Lawrence Erlbaum, New Jersey, 1995

- Tobin K., Tippins D.J. & Gallard A.J., "Research on instructional strategies for teaching science", στο: Gabel D.L. (ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*, Macmillan Publishing Company, New York, 1994
- Τσελφές Β., *Δοκιμή και Πλάνη: Το εργαστήριο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, Νήσος, Αθήνα, 2002

Επιμέλεια κειμένου: Μαρία Ζωγραφάκη
Τυπογραφική επιμέλεια: Παναγιώτα Διδάχου
Σελιδοποίηση: Ειρήνη Μίχα
Εξώφυλλο: Δάφνη Κονταργύρη, Ειρήνη Μίχα

Φωτογράφιση-μοντάζ, εκτύπωση
και βιβλιοδεσία: Δ. Ε. Ταμπακόπουλος