ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ

Βασίλης τσελφές

1. Το μάθημα ξεκίνησε με την υποστήριξη της θέσης: απόψεις για το τι είναι οι Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) ή ισοδύναμα για το ποια είναι η φύση τους (Nature of Science -NOS) βρίσκονται διασπαρμένες ρητά ή υπόρρητα σε όλη την έκταση των παρεμβάσεων που σχετίζονται με τη διδασκαλία τους στη Γενική Εκπαίδευση (ΓΕ).

Ως παράδειγμα, αναλύσαμε λογικά το κείμενο των «Σκοπών της διδασκαλίας των ΦΕ» που βρίσκεται στο ΔΕΠΠΣ και καταλήξαμε ότι για να έχουν νόημα οι σκοποί που τίθενται θα πρέπει οι συντάκτες του κειμένου να πιστεύουν/ εκτιμούν ότι:

Α. θεωρίες, νόμοι και αρχές των ΦΕ ερμηνεύουν τα φυσικά φαινόμενα,

Β. οι ΦΕ προωθούν την ανεξάρτητη σκέψη, την αγάπη για εργασία, την ικανότητα για λογική αντιμετώπιση καταστάσεων και τη δυνατότητα για επικοινωνία και συνεργασία με άλλα άτομα,

Γ. η επιστημονική γνώση χαρακτηρίζεται από ενότητα και συνέχεια,

Δ. στις ΦΕ υπάρχει διακριτός τρόπος σκέψης (επιστημονική σκέψη), καθώς και συγκεκριμένη μεθοδολογία (παρατήρηση, συγκέντρωση - αξιοποίηση πληροφοριών, διατύπωση υποθέσεων, πειραματικό έλεγχό τους, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων, ικανότητα γενίκευσης και κατασκευής προτύπων),

κ.ο.κ.

2. Υποστηρίχθηκε η θέση ότι οι παραπάνω απόψεις για τη φύση των ΦΕ δεν είναι οι μοναδικές. Υπάρχουν και αντικρουόμενες απόψεις, που υποστηρίζονται με εξίσου πειστικά επιχειρήματα και διαφοροποιούν τους στόχους της διδασκαλίας στη ΓΕ.

Για παράδειγμα, η υπόθεση ότι οι ΦΕ διαθέτουν συγκεκριμένη μεθοδολογία αμφισβητείται έντονα. Οπότε, διδακτικές διαδικασίες που την υποστηρίζουν μάλλον θα μπορούσαν να είναι προβληματικές (αναζήτηση των αξιωμάτων της Νευτώνειας θεωρίας με πηγή την παρατήρηση…).

Ένας κατάλογος αυτών των απόψεων (που διακινούνται στη ΓΕ) μπορεί να προκύψει από τη μελέτη του κλασικού ερωτηματολογίου NOS (δες σχετικό ppt).

3. Μια από τις πιο διάσημες στους χώρους της εκπαίδευσης θεωρήσεις, σχετικές με τη φύση των ΦΕ, είναι αυτή του Tomas Kuhn. Ο δημιουργός της, στηρίχθηκε σε ιστορικά γεγονότα και συνέθεσε μια θεώρηση που αναπαριστά τις ΦΕ ως μακροχρόνια δραστηριότητα που εξελίσσεται επαναστατικά, από «παράδειγμα» σε «παράδειγμα», με κυρίαρχο χαρακτηριστικό την εννοιολογική ασυμβατότητα μεταξύ διαφορετικών «παραδειγμάτων» (δες σχετικό ppt).

4. Από τις αρχές, όμως, του 20ου αιώνα (πενήντα δηλαδή χρόνια πριν από τον Kuhn), οι φιλόσοφοι είχαν αρχίσει να διατυπώνουν απόψεις σχετικές με τη φύση των ΦΕ. Αυτές εν πολλοίς περιλαμβάνονται στο ερωτηματολόγιο NOS. Σήμερα κατατάσσονται σε τέσσερεις κατηγορίες (δες σχετικό ppt) που δίνουν στους υποστηρικτές τους και το σχετικό «όνομα»:

Απριοριστές, Συμβασιοκράτες, Θετικιστές και Ρεαλιστές.

5. Στην περίπτωσή μας θα εργαστούμε στη βάση δύο μοντέλων που υποθέτουν ότι το ποια είναι η φύση των ΦΕ καθορίζεται από τον τρόπο που δρουν/ πράττουν αυτοί που τις ασκούν είτε ως κοινότητες (I. Hacking), είτε ως πρόσωπα (A. Pickering).

6. Διδακτικά τα δύο παραπάνω μοντέλα χρησιμοποιούνται, δικαιολογούν και ερμηνεύουν τον σχεδιασμό ή και την πληρότητα διδακτικών δραστηριοτήτων (μοντέλο Hacking), καθώς και την οικοδόμηση γνώσεων από τα υποκείμενα (μοντέλο Pickering).

6.1. Συγκεκριμένα, μια σειρά διδακτικών δραστηριοτήτων σχετικών με ένα ζήτημα από το πεδίο των ΦΕ θα πρέπει, ανεξαρτήτως σειράς, να περιλαμβάνει τουλάχιστον δραστηριότητες (μοντέλο του Hacking):

1. Κατασκευής/παραγωγής θεωρητικών-αφηρημένων αναπαραστάσεων ενός σχετικού κομματιού κόσμου (εδώ εντάσσονται εννοιολογικά στοιχεία των επιστημονικών μοντέλων αλλά και τα μη επαρκή εναλλακτικά μοντέλα που χρησιμοποιούν οι μαθητές. Μετάβαση από Κ προς Ι)
2. Κατασκευής ενός κομματιού κόσμου στη βάση θεωρητικών-αφηρημένων αναπαραστάσεων (κατασκευές συλλογών σωμάτων ή και πειραματικών διατάξεων στη βάση των θεωρητικών ιδεών. Μετάβαση Ι προς Κ)
3. Κατασκευής/παραγωγής εμπειρικών αναπαραστάσεων ενός σχετικού κομματιού κόσμου (κατασκευή υποθέσεων από παρατήρηση, θεωρητική σκέψη ή άλλο τρόπο από Κ προς Τ ή από Κ, μέσω Ι, προς Τ ή …)
4. Κατασκευής ενός κομματιού κόσμου στη βάση εμπειρικών αναπαραστάσεων (κατασκευές πειραματικών διατάξεων που παράγουν προαποφασισμένα εργαστηριακά δεδομένα – τεκμήρια από Κ προς Τ)
5. Πρόβλεψης εμπειρικών αναπαραστάσεων στη βάση θεωρητικών-αφηρημένων (πρόβλεψη τεκμηρίων στη βάση θεωρητικών συλλογισμών, από Ι προς Τ)
6. Ερμηνείας εμπειρικών αναπαραστάσεων στη βάση θεωρητικών-αφηρημένων (ερμηνεία αναλυμένων δεδομένων στη βάση θεωρητικών συλλογισμών, από Τ προς Ι)

Ένα παράδειγμα.

Θέλουμε να εξετάσουμε στην τάξη μας το ζήτημα της «ελαστικότητας».

a) Το πρώτο βήμα που κάνουμε είναι να περιορίσουμε τον Κόσμο (Κ) που εξετάζουμε και να τον αναπαραστήσουμε με τις κατάλληλε θεωρητικές ιδέες (Ι). Το πρώτο λοιπόν μάθημα θα μπορούσε να είναι μια κατά μέτωπο συζήτηση:

Η ελαστικότητα είναι μια αφηρημένη ιδέα που αφορά τα «στερεά σώματα» (Ι). Τα στερεά σώματα έχουν συγκεκριμένο «σχήμα» (Ι) και ως εκ τούτου σταθερές «διαστάσεις» (Ι). Όλα αυτά, όταν πάνω τους δεν ασκούνται «ζεύγη δυνάμεων» (Ι). Όταν πάνω τους ασκούνται ζεύγη δυνάμεων (π.χ. μια δύναμη από τη μια πλευρά μια από την άλλη) υπάρχει πιθανότητα τα σώματα να παραμορφωθούν: «παραμόρφωση» (Ι) ονομάζουμε το φαινόμενο όπου ένα στερεό σώμα αλλάζει σχήμα. Αν η αλλαγή του σχήματος είναι μόνιμη, δηλαδή το σώμα παραμένει παραμορφωμένο ακόμη και όταν σταματήσει να ασκείται πάνω του το ζεύγος δυνάμεων (ή και σπάει), η παραμόρφωση λέγεται «πλαστική» (Ι). Αν η αλλαγή του σχήματος είναι προσωρινή, δηλαδή το σώμα ανακτά το αρχικό του σχήμα όταν σταματήσει να ασκείται πάνω του το ζεύγος δυνάμεων (ή και σπάει), η παραμόρφωση λέγεται «ελαστική» (Ι). Και η ικανότητα κάποιων στερεών σωμάτων να πραγματοποιούν «ελαστικές παραμορφώσεις» (Ι) λέγεται «ελαστικότητα» (Ι).

Ως άσκηση ζητάμε από τους μαθητές μας να φέρουν στην τάξη κάποια σώματα που εμφανίζουν «ελαστικότητα» και να μας πείσουν γι’ αυτό. Το να επιλέξουν οι μαθητές μας σώματα που εμφανίζουν ελαστικότητα και να ισχυριστούν ότι η επιλογές τους είναι σωστές σημαίνει ότι είναι σε θέση να κατασκευάσουν (στην περίπτωση με επιλογή) ένα κομμάτι κόσμου ξεκινώντας από ιδέες (διαδικασία b).

Στο δεύτερο μάθημα, αφού αφήσουμε τους μαθητές μας να επιχειρηματολογήσουν για τις επιλογές τους (από Ι προς Κ), διαλέγουμε κάποια από τα σώματα που έφεραν για περαιτέρω μελέτη. Βασικό βήμα της μελέτης αυτής αποτελεί η κατασκευή υποθέσεων που μπορούν να παράγουν μετρήσιμα τεκμήρια του φαινομένου της ελαστικότητας (από Κ προς Τ). Διαλέγουμε τρία τουλάχιστον σώματα (π.χ. ένα ελατήριο, ένα λάστιχο, ένα έλασμα (και ξύλινο ραβδί μας κάνει). Και συζητάμε: ποια μετρήσιμα τεκμήρια μας βεβαιώνουν ότι το σώμα παραμορφώνεται; Ποια ότι η παραμόρφωση είναι ελαστική; Τι όργανα μέτρησης χρειαζόμαστε για να μετρήσουμε; Κάνουμε παραδειγματικά διαδικασίες μέτρησης και για τα τρία σώματα (από Κ προς Τ). Ζητάμε από τους μαθητές να κατασκευάσουν υποθέσεις που να φανερώνουν όποιες σχέσεις μπορούν να έχουν μεταξύ τους τα τεκμήρια.

Ζητάμε από τους μαθητές μας να εργαστούν σε ομάδες (τουλάχιστον τρεις) και να σχεδιάσουν από μια πειραματική διάταξη που θα μπορούσε να παράγει συστηματικά τεκμήρια, έτσι ώστε να είναι δυνατόν να ελεγχθούν οι υποθέσεις τους (από Τ προς Κ).

Η συνέχεια που μπορεί να καλύψει δυο ακόμη μαθήματα είναι γνωστή (τα πειράματα του εμπειρικού νόμου του Hooke για ελατήριο, για λάστιχο και για έλασμα), από Τ προς Ι.

Εδώ έχει ενδιαφέρον και κάποιος θα πρέπει να επιμείνει στη διαδικασία της ερμηνείας εκείνων των τεκμηρίων που φαίνεται να μην υπακούν στις υποτιθέμενες κανονικότητες. Την ερμηνεία δηλαδή των σφαλμάτων. Από Τ προς Ι. Ή και την επιπλέον αναζήτηση θεωρητικών μοντέλων που ερμηνεύουν τα φαινόμενα (π.χ. από θεωρίες της μικροδομής των στερεών (Ι) προς τα φαινόμενα (Τ) της ελαστικής και εν συνεχεία της πλαστικής παραμόρφωσης).

6.2. Το μοντέλο του Pickering, από την άλλη μεριά, περιγράφει τον τρόπο που ένα υποκείμενο, ένας μαθητής για την περίπτωσή μας (ή και ένας εκπαιδευτικός), θα οικοδομήσει γνώση για να πετύχει τους προσωπικούς του στόχους (να ξεπεράσει τις αντιστάσεις), όταν εμπλακεί με δραστηριότητες όπως οι παραπάνω.

Με βάση αυτό το μοντέλο η γνώση οικοδομείται στην προσπάθεια των υποκειμένων να ξεπεράσουν αντιστάσεις που δημιουργούν τρεις κατηγορίες παραγόντων, όταν κάποιος επιχειρεί να υλοποιήσει έναν στόχο του. Με τη λογική αυτή μοιάζει με το εποικοδομητικό μοντέλο, το οποίο όμως βλέπει τις αντιστάσεις να δημιουργούνται από εννοιολογικά εμπόδια (οι προϋπάρχουσες ιδέες εμποδίζουν την οικοδόμηση των επιστημονικών και τα υποκείμενα υποχρεώνονται να τις μετασχηματίσουν). Οι παράγοντες όμως που υποθέτει το μοντέλο του Pickering ότι δημιουργούν εμπόδια/ αντιστάσεις λειτουργούν στο επίπεδο της πράξης και μπορούν να ξεπεραστούν με διαφορετικούς τρόπους από την εννοιολογική αλλαγή. Γι’ αυτό κάθε μαθητής καταλήγει να αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση.

Για παράδειγμα, ένας μαθητής καλείται να ερμηνεύσει ένα φαινόμενο. Ποιος είναι ο στόχος του; Να ερμηνεύσει το φαινόμενο ή να απαντήσει στον δάσκαλό του αυτό που πρέπει; Τον ενδιαφέρει δηλαδή το φαινόμενο και η επιστημονική άποψη γι’ αυτό ή η σχέση του με το δάσκαλό του και η καλή αξιολόγησή του; Αν συμβαίνει το πρώτο, τότε πιθανότατα η εποικοδομητική υπόθεση θα λειτουργήσει και ο μαθητής θα αναγνωρίσει την αδυναμία των προσωπικών του ιδεών και θα τις μετασχηματίσει. Αν όμως τον ενδιαφέρει το δεύτερο (να απαντήσει με τον «σωστό» τρόπο για να βαθμολογηθεί με ικανοποιητικό βαθμό), τότε υπάρχουν και άλλοι τρόποι δράσης, μέσα από τους οποίους θα αποκτήσει διαφορετικές γνώσεις από αυτές των επιστημονικών αναπαραστάσεων. Μπορεί για παράδειγμα να βρει κάπου την απάντηση και να την απομνημονεύσει. Οπότε μαθαίνει τεχνικές απομνημόνευσης. Μπορεί να ποντάρει στην καλή προσωπική του σχέση με τον διδάσκοντα και να προσπαθήσει να εκμαιεύσει την απάντηση. Οπότε θα μάθει τεχνικές επικοινωνίας. Μπορεί να έχει καλές σχέσεις με έναν άλλο «καλό» μαθητή και να ζητήσει τη «βοήθειά» του. Οπότε θα μάθει τεχνικές συνομιλίας με τους συμμαθητές του που δεν γίνονται αντιληπτές από τον διδάσκοντα. Θα μάθει να εντοπίζει τα SOS κ.ο.κ.

Το μοντέλο του Hacking, όμως μας καθοδηγεί να κατασκευάζουμε πολύ περισσότερες από μια δραστηριότητες για το ίδιο ζήτημα. Πολλές απ’ αυτές δεν είναι δυνατόν να βαθμολογηθούν. Αυτό αυξάνει τις πιθανότητες ένας μαθητής, σε κάποια μορφή δραστηριότητας να «βρει τον εαυτό του», να ξεφύγει από στόχους σχετικούς με την αξιολόγηση και να εμπλακεί με το περιεχόμενο εννοιολογικό ή πρακτικό.

Γι’ αυτό η διδακτική πρόταση που πηγάζει από το ζήτημα της φύσης των ΦΕ προτείνει ως βασικό χαρακτηριστικό της διδασκαλίας τον σχεδιασμό και την εφαρμογή πολλών δραστηριοτήτων που προωθούν πολλαπλές συνδέσεις μεταξύ του ερευνώμενου κόσμου (Κ), των αφηρημένων ιδεών που φανταζόμαστε ότι των αναπαριστούν (Ι) και των τεκμηρίων που παράγουμε με τις αισθήσεις (Τ) μας απ’ αυτόν.

Άλλωστε, οι μαθητές μας είναι άνθρωποι. Δηλαδή γνωστικές οντότητες εξ υποθέσεως διαφορετικές μεταξύ τους. Και δεν θα πρέπει να περιμένουμε ότι δύο άνθρωποι θα διαθέτουν τις ίδιες γνώσεις για ένα ζήτημα.