

Διδακτική και διδασκαλία-μάθηση Φυσικών Επιστημών: Αναπαράσταση έναντι παρέμβασης;

Βασίλης Τσελφές

*Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία
tselfesv@ecd.uoa.gr*

Περίληψη. Στο κείμενο αυτό επιχειρώ να διερευνήσω το ερώτημα: με ποιο τρόπο η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, καθώς εξελίσσεται, αποξενώνει τους εκπαιδευτικούς και διευρύνει το χάσμα θεωρίας-πράξης. Με βασικές υποθέσεις τις: α) η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών είναι μια παρεμβατική / ωφέλιμη επιστήμη, β) τα διαφορετικά είδη λόγου ή και οι διάφορες γλώσσες συνυπάρχουν με διαφορετικούς τρόπους ζωής, μέσα στους οποίους και κατανοούμε την πραγματική σημασία τους και γ) η πρόταση του I. Hacking για τη δυναμική της εσωτερικής ζωής των εργαστηριακών επιστημών περιγράφει ικανοποιητικά και τη δυναμική μιας παρεμβατικής / ωφέλιμης επιστήμης, καταλήγω στα ακόλουθα συμπεράσματα / υποθέσεις:

1. Η επικοινωνία της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών με τους «θεσμούς», τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές χρειάζεται μια ιδιαίτερη γλώσσα που δεν έχει αναπτυχθεί επαρκώς.
2. Ο θεωρητικός λόγος της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών παραμένει εν πολλοίς φιλοσοφικός και μη παραγωγικός στην κατεύθυνση της παρέμβασης (δεν έχει αναπτύξει επαρκώς τα χαρακτηριστικά του θεωρητικού λόγου μιας παρεμβατικής / ωφέλιμης επιστήμης).
3. Ο παρατηρησιακός λόγος της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών είναι μάλλον ανεπεξέργαστος.

Εισαγωγή

Η διαπίστωση που μου επιτρέπει να οικοδομήσω το ερώτημα το οποίο θα με απασχολήσει σ' αυτό το κείμενο προέρχεται από τη βιβλιογραφία (Duit & Treagust 2003) και υποκινείται από την καθημερινότητα της εκπαιδευτικής πράξης (Κουζέλης 2005). Η διαπίστωση είναι:

«Κατά παράδοξο τρόπο, προσπαθώντας η έρευνα (στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών) να εντοπίσει με ακρίβεια τα προβλήματα της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας, αποξενώνει τους εκπαιδευτικούς και διευρύνει το χάσμα θεωρίας-πράξης» (Duit & Treagust 2003, σ. 683).

Και το ερώτημα δεν μπορεί παρά να τίθεται βασανιστικά στην κατεύθυνση: πώς συγκροτείται αυτό το επιστημολογικό (τελικά) φαινόμενο; Για να απαντήσω το ερώτημα θα πρέπει, τουλάχιστον, να ανατρέξω στο πεδίο άσκησης της διδακτικής-μαθησιακής δραστηριότητας καθώς και σε αυτό της άσκησης της ακαδημαϊκής δραστηριότητας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

Κάποιες πρώτες διαπιστώσεις που αφορούν και τα δύο πεδία είναι οι ακόλουθες:

A. Η διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών στη Γενική Εκπαίδευση δεν είναι μια ακαδημαϊκή επιλογή. Είναι μια θεσμική επιλογή και άρα εκ των προτέρων δεδομένη. Το πλαίσιο δηλαδή μέσα στο οποίο καλείται να λειτουργήσει η διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών και να ερευνηθεί η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών είναι σε σημαντικό βαθμό ετεροκαθορισμένο. Θα μπορούσα μάλιστα να ισχυριστώ με αρκετή ασφάλεια ότι μετά το «sputnik-shock» της δεκαετίας του 1960 είναι περισσότερο πολιτικά παρά κοινωνικά καθορισμένο (Τσελφές 2001).

B. Το γνωστικό αντικείμενο που αποτελεί την οντότητα η οποία, εν πολλοίς, επιτρέπει τη συγκρότηση της διδακτικής-μαθησιακής δραστηριότητας που μας ενδιαφέρει, προέρχεται από ένα διαφορετικό πλαίσιο δραστηριοτήτων, αυτό των Φυσικών Επιστημών. Από το πεδίο αυτό οι άνθρωποι της εκπαίδευσης (εκπαιδευτικοί, ερευνητές, εκπαιδευτικοί εκπαιδευτικών, διοικητικοί, θεσμικοί παράγοντες, κ.ο.κ.) έχουν την εμπειρία της προπτυχιακής ή και μεταπτυχιακής, σχετικής με το αντικείμενο, πανεπιστημιακής φοίτησης. Έχουν με άλλα λόγια μαθητεύσει στο χώρο όπου η πανεπιστημιακή κουλτούρα των Φυσικών Επιστημών υποδέχεται τα εν δυνάμει νέα μέλη της. Και έχει μάλλον σημασία να διευκρινίσουμε ότι ο χώρος αυτός δεν είναι χώρος εκπαίδευσης εκπαιδευτικών. Στο χώρο αυτό συντελείται μια μύηση σε ένα σύνολο γνώσεων (δηλωτικών και διαδικαστικών), που στη συγκεκριμένη φάση παρουσιάζονται ως παγιωμένες εντός των ορίων που καθορίζουν οι διάφορες θεωρίες. Το ίδιο περίπου σύνολο γνώσεων αντιμετωπίζουν ως αντικείμενο μελέτης και οι φιλόσοφοι των επιστημών ή οι επιστημολόγοι, που με μεγαλύτερη ή μικρότερη επιτυχία έχουν κατορθώσει να παράγουν σημαντικό αριθμό από διαφορετικές όψεις των χαρακτηριστικών του (Geelan 1997).

Οι παραπάνω διαπιστώσεις υποδηλώνουν καταρχήν ένα γεγονός: η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών ως επιστημονική δραστηριότητα έχει δύο σημαντικούς βαθμούς ελευθερίας (Καρτιώτογλου & Τσελφές 2002, Tselfes, Kariotoglou & Epsimos 2004), οι οποίοι εν πολλοίς παραμένουν άρρητοι. Ο ένας συντίθεται από την ποικιλία των όψεων που παρουσιάζουν ή είναι δυνατόν να παρουσιάζουν οι θεσμικές επιλογές που αφορούν τη διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών στη Γενική Εκπαίδευση. Ο άλλος, συντίθεται από την ποικιλία που παρουσιάζει η «φύση» (οι φιλοσοφικές και επιστημολογικές όψεις) του γνωστικού αντικειμένου.

Σαν αποτέλεσμα, κάποιος μπορεί να αντιμετωπίσει τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών ως επιστήμη που:

1. πραγματοποιεί *εφαρμοσμένη έρευνα*.

Στην περίπτωση αυτή η έρευνα αποτελεί «παραγγελία» ή «ανάθεση» των «θεσμών» (δημόσιων ή ιδιωτικών). Εδώ, ο ερευνητής πρέπει να ξεκινήσει θεωρώντας δεδομένη την όποια θεσμική επιλογή (που καθορίζει τους σκοπούς για τους οποίους χρησιμοποιούνται κάποια γνωστικά αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών στην εκπαίδευση) και να επιλέξει την κατάλληλη για την περίπτωση επιστημολογική όψη του γνωστικού αντικειμένου, για να κάνει τη δουλειά του. Να διερευνήσει, δηλαδή, τις κατάλληλες για την περίπτωση διδακτικές-μαθησιακές δραστηριότητες. Παραδείγματα εκτεταμένων εφαρμοσμένων ερευνών μπορεί να ισχυρισθεί κανείς ότι αποτελούν οι έρευνες που άρχισαν τη δεκαετία του '60, στον τότε «δυτικό κόσμο», κάτω από την πίεση του σκοπού: Να δημιουργήσουμε πολλούς και καλούς νέους επιστήμονες.

2. πραγματοποιεί *βασική έρευνα*.

Τότε θα πρέπει να επιλέξει μια από τις κατάλληλες για τη δουλειά του επιστημολογικές όψεις του γνωστικού αντικειμένου (αυτή που συμφωνεί / συντονίζεται με τα αποτελέσματα των διδακτικών-μαθησιακών διερευνήσεών του) και να συμβουλευτεί στη συνέχεια τους «θεσμούς» για το τι θα ήταν δυνατό να επιδιώκουν εισάγοντας στα Αναλυτικά Προγράμματα αντικείμενα από τις Φυσικές Επιστήμες. Το θεαματικότερο παράδειγμα εδώ, θα μπορούσα να ισχυριστώ ότι αποτελεί η εκτεταμένη έρευνα γύρω από τον *εποικοδομισμό* και την *εννοιολογική αλλαγή*. Στην περίπτωση αυτή η κονστρακτιβίστικη επιστημολογική επιλογή συντονίστηκε με τις υποθέσεις περί διδασκαλίας και μάθησης και προσανατολίστηκε στην κατεύθυνση του πώς θα μπορούσαν να μάθουν Φυσικές Επιστήμες όλοι οι μαθητές της Γενικής Εκπαίδευσης. Εδώ αξίζει τον κόπο να επισημάνω ότι αυτός ο προσανατολισμός άρχισε να αποτελεί ρητό μέρος των θεσμικών σκοπών την περίοδο που τελείωνε ο «ψυχρός πόλεμος» και

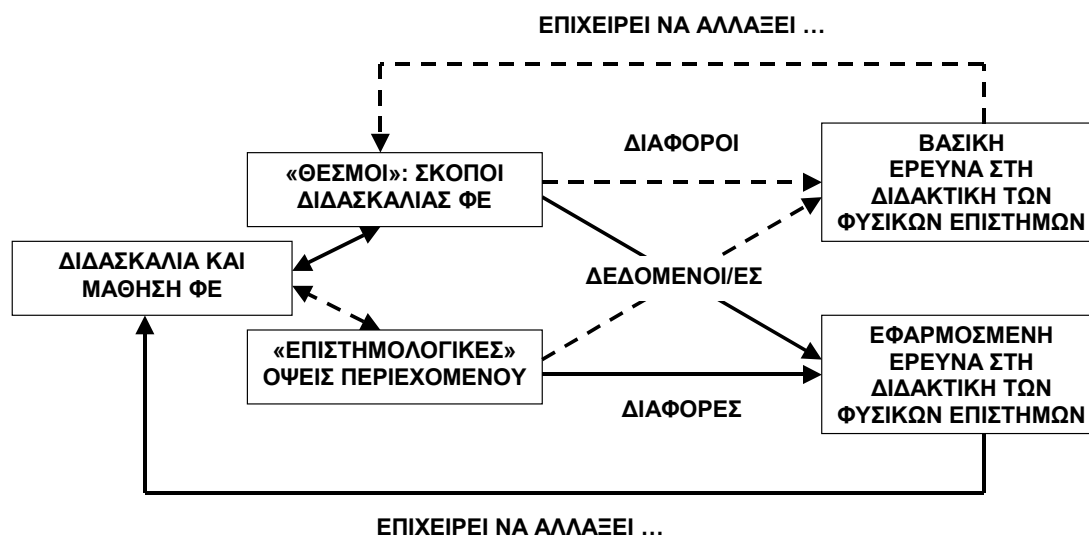
ταυτόχρονα, οι εποικοδομητικές θεωρίες για τη διδασκαλία και τη μάθηση άγγιζαν το όριο της ακμής τους και δέχονταν τις πρώτες καλά τεκμηριωμένες κριτικές.

Βέβαια, και στις δύο παραπάνω εκδοχές, η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών δεν παύει να αποτελεί μέλος της οικογένειας των Επιστημών του Ανθρώπου (να είναι δηλαδή μια *πολύπλοκη* και *όχι ακριβής επιστήμη*), που πραγματοποιεί και τις δύο μορφές έρευνας (αν και αυτό δεν διευκρινίζεται πάντα από τους ερευνητές). Δεν παύει, επίσης, να αποτελεί και μια *παρεμβατική επιστήμη* (Hacking 1995) ή μια κατά Drake (1993) *ωφέλιμη επιστήμη*. Μια επιστήμη, δηλαδή, που οι μελέτες και τα ευρήματά της στοχεύουν στην αλλαγή του «κόσμου» που συγκροτεί το αντικείμενο της μελέτης της. Μόνο που το τελευταίο αυτό χαρακτηριστικό προκαλεί εσωτερικές διαφοροποιήσεις αν αντιμετωπίσουμε την έρευνά της ως εφαρμοσμένη ή ως βασική.

Συγκεκριμένα, αν αντιμετωπίσουμε την έρευνα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ως βασική, τότε η παραγωγή της (τα πορίσματα και τα ευρήματά της), πέρα από το οποιοδήποτε ακαδημαϊκό ενδιαφέρον, θα έπρεπε να απευθύνονται προς τους «θεσμούς». Οι «θεσμοί» θα έπρεπε να είναι αυτοί που θα «άλλαζαν» κάτω από την πίεση των πορισμάτων και των ευρημάτων της. Και οι «θεσμοί», στη συνέχεια, θα εύρισκαν τους τρόπους να διαχύσουν τις νέες απόψεις τους και τους νέους σκοπούς τους προς το σχολικό χώρο.

Αν όμως αντιμετωπίσουμε την έρευνα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ως εφαρμοσμένη, τότε ο διάλογός της με τους «θεσμούς» μπορεί να είναι περιορισμένος. Η έρευνα και τα ευρήματά της αφορούν κυρίως το σχολικό χώρο όπου συντελείται η πράξη της διδασκαλίας και της μάθησης. Και ο λόγος που παράγεται, οργανώνεται και εκφέρεται απ' αυτή θα έπρεπε να αφορά τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές προς τους οποίους και απευθύνεται.

Σχηματικά, οι παραπάνω συλλογισμοί θα μπορούσαν να αναπαρασταθούν όπως φαίνεται στο Σχήμα 1:



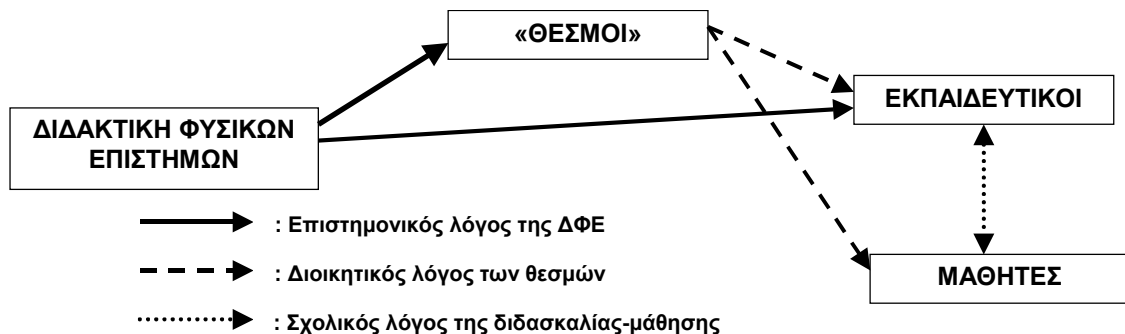
Σχήμα 1. Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών ως παρεμβατική / ωφέλιμη επιστήμη που πραγματοποιεί τόσο βασική όσο και εφαρμοσμένη έρευνα.

Το «τοπίο» αυτό είναι περίπλοκο. Παρέχει όμως κάποια πρώτα τεκμήρια που φωτίζουν το ερώτημα που μας απασχολεί. Συγκεκριμένα, η παραδοχή ότι η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών είναι μια παρεμβατική / ωφέλιμη επιστήμη, αφενός δίνει νόημα στη διαπίστωση που γεννά το ερευνητικό ερώτημα (για ποιο άλλο λόγο θα μας ενδιέφερε αν οι εκπαιδευτικοί ή οι «θεσμοί» δεν ασχολούνται με τα πορίσματα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών;)

και αφετέρου υποδεικνύει κάποιες διαφοροποιήσεις που θα έπρεπε να υφίστανται μεταξύ του λόγου που εκφέρει τουλάχιστον η βασική και η εφαρμοσμένη έρευνα στο εσωτερικό της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

Για παράδειγμα, αν η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών επιθυμεί να είναι αποτελεσματική παρεμβατική επιστήμη (η έρευνά της δηλαδή να έχει αποτέλεσμα πάνω στα φαινόμενα της διδασκαλίας-μάθησης που μελετά) πρέπει μάλλον να συζητά με διαφορετικό τρόπο όταν απευθύνεται προς τους «θεσμούς» (και μέσω αυτών προς τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές) και με διαφορετικό τρόπο όταν απευθύνεται (άμεσα) προς τα μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας. Αυτό φαίνεται να είναι περίπου αυτονόητο, μιας και η σχέση των «θεσμών» με τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές λειτουργεί κυρίως με τη χρήση ενός διοικητικού (και εν πολλοίς πολιτικά επηρεασμένου) λόγου. Το γεγονός αυτό δεν φαίνεται να αντιμετωπίζεται ως ιδιαιτερότητα. Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών απευθύνει προς τους «θεσμούς» τα ευρήματά της και τις προτάσεις της με τη μορφή επιστημονικών διδακτικών περιγραφών και οι τεχνοκράτες της διοίκησης αποφασίζουν για το πώς θα τα μετασχηματίσουν (στη βάση πολιτικών και οικονομικών κριτηρίων) και στη συνέχεια θα τα διαχύσουν προς τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Από την άλλη μεριά, ο λόγος που χρησιμοποιείται στην επικοινωνία της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών με τους εκπαιδευτικούς (τον συναντάμε στις δραστηριότητες διδασκαλίας των φοιτητών των παιδαγωγικών σχολών, στις επιμορφώσεις, στα σεμινάρια, τις ενημερωτικές ημερίδες κ.ο.κ.) είναι επίσης ο «επίσημος» και επεξεργασμένος λόγος που χρησιμοποιείται στο εσωτερικό της κοινότητας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Τέλος, δεν φαίνεται να παράγεται λόγος ο οποίος να απευθύνεται άμεσα προς τους μαθητές.

Οι διαπιστώσεις αυτές αναπαρίστανται στο Σχήμα 2, που ακολουθεί και οδηγούν σε μια σειρά από υποθέσεις.



Σχήμα 2. Γλώσσες επικοινωνίας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών με το χώρο της θεσμοθετημένης εκπαίδευσης.

1. Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών παράγει ένα είδος λόγου, το οποίο καλλιεργείται στο εσωτερικό της, αποδεικνύεται κατάλληλο για την εσωτερική επικοινωνία των μελών της αλλά δεν ενδιαφέρεται, δεν μπορεί ακόμη ή δεν νοιώθει αρκετά ασφαλής να τον μετασχηματίσει για να μπορέσει να δράσει μαζικά (έμμεσα ή άμεσα) πάνω στον «κόσμο» που αποτελεί το αντικείμενο της μελέτης της.

2. Επειδή η προηγούμενη υπόθεση θα μπορούσε, με κάποιον τρόπο, να αφορά οποιαδήποτε σχεδόν επιστήμη (π.χ. και τη Φυσική ή τη Χημεία), θα μπορούσα εύκολα να την αντικαταστήσω από την: Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών δεν έχει κατορθώσει μέχρι σήμερα να παράγει κάτι τόσο σημαντικό ώστε το ενδιαφερόμενο κοινό (που στην περίπτωση αποτελεί και το πεδίο της έρευνάς της) να προσπαθήσει να κατανοήσει τη

γλώσσα της και τα λεγόμενά της. Η υπόθεση αυτή ενισχύεται αναλογικά από τεκμήρια που προκύπτουν από την Ψυχολογία, όπου η «επανάσταση» του Piaget (η τελευταία μάλλον διάσημη επανάσταση και στο χώρο αυτό) φάνηκε να «συγκλονίζει» τόσο το χώρο της εκπαίδευσης όσο και το χώρο των συγγενών επιστημών, της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών συμπεριλαμβανομένης.

3. Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών έχει ως αντικείμενο μελέτης τον «κόσμο» των μαθητών και των εκπαιδευτικών μέσα στην περιορισμένη συνθήκη της διδασκαλίας και μάθησης των Φυσικών Επιστημών. Όπως σχεδόν όλες οι παρεμβατικές επιστήμες του ανθρώπου επιχειρεί να δράσει πάνω σ' αυτόν τον κόσμο κυρίως με το λόγο που αρθρώνει. Το γεγονός αυτό δεν έχει ανάλογο σε άλλα είδη παρεμβατικών επιστημών. Για παράδειγμα στη Φυσική ή τη Χημεία το επιστημονικό αντικείμενο αποτελείται συνήθως από άβια κομμάτια του φυσικού κόσμου και η δράση που συνιστά την παρέμβασή τους σε αυτά, είναι επίσης υλική και όχι γλωσσική (οι γλώσσες της Φυσικής και της Χημείας αναπαριστούν μόνο το αντικείμενό τους και δεν παρεμβαίνουν σ' αυτό). Αν επιπλέον λάβουμε υπόψη μας ότι η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών θεωρεί ότι πρέπει να απευθύνεται μάλλον αποκλειστικά προς τους εκπαιδευτικούς (ανησυχεί για το γεγονός ότι αποξενώνει τους εκπαιδευτικούς) και όχι και προς τους μαθητές (παρά μόνο εμμέσως - κυρίως μέσω των εκπαιδευτικών) προκύπτει ένα εξαιρετικά πολύπλοκο «γλωσσικό ζήτημα» που δεν φαίνεται να έχει απασχολήσει ιδιαίτερα την κοινότητα. Αυτό το ζήτημα θα προσπαθήσω να αποσαφηνίσω στη συνέχεια του κειμένου.

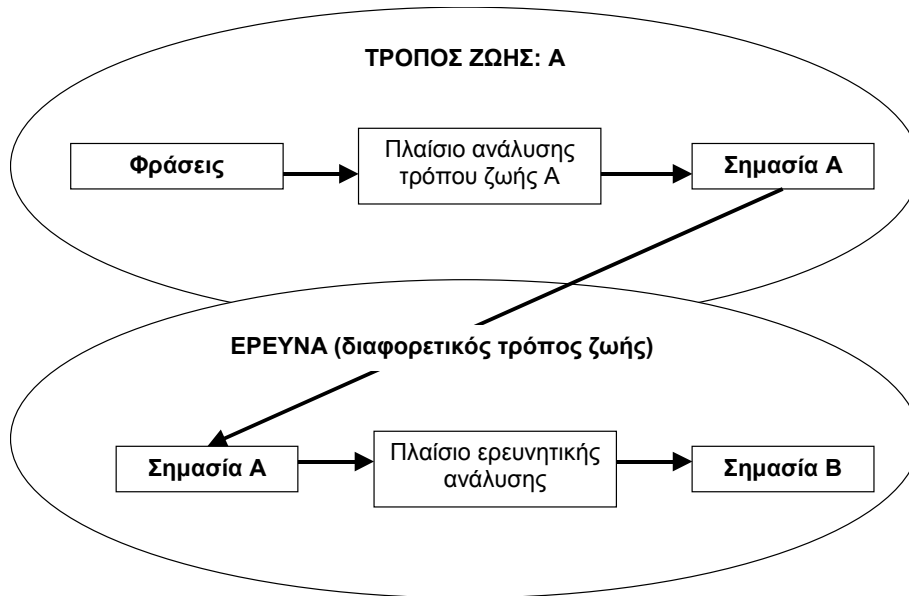
Μεθοδολογία

Μεθοδολογικά θα κινηθώ υποχρεωτικά στον επιστημολογικό χώρο (λόγω της φύσης του ζητήματος). Ταυτόχρονα όμως (λόγω της έλλειψης εστιασμένης εμπειρικής έρευνας και βιβλιογραφίας) θα ακολουθήσω (εν γνώσει μου) τον ολισθηρό δρόμο της χρήσης αναλογιών. Έτσι η οποιαδήποτε παραγωγή (ακόμη και αν γραφτεί ή διαβαστεί σαν συμπέρασμα) δεν μπορεί παρά να αποτελείται από ασθενείς, προς τεκμηρίωση, υποθέσεις.

Μια άλλη, στην ουσία, μεθοδολογική δέσμευση που θα προσπαθήσω να τηρήσω σχετίζεται με το γεγονός ότι θα θεωρώ πως το προς διερεύνηση γλωσσικό ζήτημα προκύπτει μέσα στο χώρο άσκησης των *επιστημονικών πρακτικών* και όχι μέσα στο πεδίο της γλωσσολογίας, της λεξικογραφίας, της σημειωτικής ή κάτι τέτοιο. Σε επίπεδο δηλαδή κοινωνικής ομάδας, θα θεωρώ τη γλώσσα ως προϊόν ενός *τρόπου ζωής* (Wittgenstein 1999). Μια δομή που δημιουργείται, συνυπάρχει και αποκτά νόημα μέσα στις πρακτικές που έχουν εξελικτικά επικρατήσει και έχουν επιτρέψει σε μια ομάδα ανθρώπων να «συμβιώσει» και να «επιβιώσει» μέσω αυτών. Έτσι, για παράδειγμα, θα θεωρώ τη «λογική» ως μια τέτοια πρακτική, που κάποιες ομάδες ανθρώπων περιλαμβάνουν στον τρόπο ζωής τους ενώ κάποιες άλλες όχι. Από την άλλη μεριά, σε επίπεδο δηλαδή υποκειμένου, θα θεωρώ τη γλώσσα τόσο ως προϊόν της σκέψης όσο και ως δημιουργό της (Klein 2006). Αυτό σημαίνει ότι οι φράσεις που εκφέρει ή γράφει ένα υποκείμενο δεν αναπαριστούν υποχρεωτικά τις σκέψεις του. Για παράδειγμα, όταν κάποιος μιλάει, μαθαίνει. Και, μάλιστα, όσο πιο πολύ μιλάει τόσο πιο πολλά μαθαίνει. Έτσι ένα υποκείμενο μπορεί να μιλάει στην προσπάθειά του να μάθει μια πρακτική που θα του επιτρέψει να επιβιώσει μέσα στην ομάδα όπου βρέθηκε να ζει και όχι για να περιγράψει μια σκέψη του.

Αν μας ενδιαφέρει, λοιπόν, να αναπαραστήσουμε το τι σκέφτεται κάποια στιγμή ένα υποκείμενο που μιλάει, για να ελέγξουμε την ισχύ μιας υπόθεσης Υ, θα πρέπει πρώτα να αναλύσουμε τα όσα λέει με βάση τις πρακτικές που υιοθετούνται στον *τρόπο της ζωής* του (πρακτικές που μπορεί να μην έχουν καμία σχέση με το θεωρητικό υπόβαθρο της υπόθεσης Υ) και να χρησιμοποιήσουμε το αποτέλεσμα αυτής της ανάλυσης στον έλεγχο της υπόθεσής μας.

Σχηματικά, επιχειρώ να αναπαραστήσω τη μεθοδολογική αυτή προσέγγιση στο ακόλουθο Σχήμα 3.



Σχήμα 3. Αναπαράσταση μεθοδολογικής δέσμευσης.

Κατασκευή μοντέλου

Η αναλογία που θα επιχειρήσω σχετίζεται με το γεγονός ότι η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών είναι μια παρεμβατική / ωφέλιμη επιστήμη. Επιλέγω να θεωρήσω το χαρακτηριστικό της αυτό ισχυρότερο από το γεγονός ότι είναι μια επιστήμη του ανθρώπου, γιατί θεωρώ ότι ο εν δυνάμει παρεμβατικός της χαρακτήρας είναι αυτός που της επιτρέπει να υπάρχει, να χρηματοδοτείται και να αναπτύσσεται και όχι το υπαρκτό (κατά την άποψή μου) ακαδημαϊκό της ενδιαφέρον. Και ως τεκμήριο γι αυτή μου την επιλογή μπορώ να προσκομίσω το γεγονός ότι, ως επιστήμη, υπήρχε από πάντα και εξακολουθεί να υπάρχει και να αναπτύσσεται κυρίως στους χώρους των πανεπιστημιακών τμημάτων και των εκπαιδευτικών ή ερευνητικών ιδρυμάτων που έχουν άμεση σχέση με τη θεσμοθετημένη γενική ή ειδική εκπαίδευση των πολιτών (π.χ. παιδαγωγικά πανεπιστημιακά ή μη τμήματα / σχολές, παιδαγωγικά ινστιτούτα, ενώσεις εκπαιδευτικών, κ.ο.κ.).

Αυτό μου επιτρέπει να επιχειρήσω να κατασκευάσω πρώτα το επιστημολογικό ανάλογο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ως παρεμβατικής επιστήμης και στη συνέχεια να προσπαθήσω να το προσαρμόσω στις συνθήκες των επιστημών του ανθρώπου. Ως αρχικό μοντέλο λειτουργίας μιας παρεμβατικής επιστήμης θα χρησιμοποιήσω αυτό του I. Hacking (1992, 1995). Ένα μοντέλο που περιγράφει τη λειτουργία των εργαστηριακών Φυσικών Επιστημών στη βάση μιας ταξινόμησης των οντοτήτων που διαχειρίζονται οι επιστήμονες και των πρακτικών που υιοθετούν σ' αυτή τη διαχείριση (Τσελφές 2002, 2003). Θα ήθελα επίσης να αναφέρω (χωρίς να το αναλύσω) ότι το μοντέλο αυτό συντονίζεται με τη σημειωτική θεωρία του Peirce (1964), στην κατεύθυνση της «τριπολικής» σύνθεσης *αντιπροσωπεύοντος*, *διερμηνεύοντος* και *αναφερομένου* για την κατασκευή των σημείων.

Το μοντέλο αυτό θα μπορούσε για την περίπτωση μιας παρεμβατικής επιστήμης, όπως η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, να λέει (δες και Σχήμα 4):

Η επιστημονική δραστηριότητα μιας παρεμβατικής επιστήμης έχει έναν εσωτερικό τόπο / μορφή ζωής από μόνη της. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν αλληλεπιδρά με κοινωνικές ή παραδοσιακές συνιστώσες της συνολικής επιστημονικής και κοινωνικής ζωής. Σημαίνει

ότι διαθέτει μια ελάχιστη εσωτερική δυναμική πρακτικών, που δεν αλλοιώνεται από εξωτερικές σχέσεις και που αν αλλοιωθεί αποβάλλεται ή «συνετίξεται» από την κοινότητα. Αυτή η μορφή ζωής αναμένεται να συνυπάρχει με το λόγο (και τη γλώσσα) που δημιουργεί.

Ακολουθώντας αναλογικά τις περιγραφές του I. Hacking (1992, σσ. 43-50), μπορώ να περιγράψω την εσωτερική αυτή ζωή ως εξής:

Στο εσωτερικό μιας επιστημονικής παρεμβατικής δραστηριότητας (όπως η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών) υφίστανται τρεις σημαντικές κατηγορίες οντοτήτων οι οποίες αλληλεπιδρούν δυναμικά μεταξύ τους και μετασχηματίζουν κάθε στιγμή ή μια την άλλη.

- A. Ο «κόσμος» των «προσώπων», των «πραγμάτων» καθώς και των «ακατέργαστων δεδομένων» (μαγνητοταινίες, βιντεοταινίες, καταγραφές, κ.ο.κ.), που δίνουν υπόσταση στο φαινόμενο της διδασκαλίας μάθησης μέσα στον πραγματικό κόσμο, μέρος του οποίου είναι και ο ίδιος ο ερευνητής.
- B. Οι «ιδέες», έννοιες, θεωρίες, μοντέλα, πεποιθήσεις, κ.ο.κ. που αναπαριστούν σε θεωρητικό επίπεδο το διδακτικό-μαθησιακό φαινόμενο που μελετάται.
- Γ. Τα «τεκμήρια» που κατασκευάζονται, θεωρούνται και πάντως επιλέγονται ως κατάλληλα από τον ερευνητή, ενώ ταυτόχρονα συνυπάρχουν με τον τρόπο κατασκευής τους (εκτίμηση, ανάλυση, αναγωγή, κ.ο.κ. των ποιοτικών ή ποσοτικών ακατέργαστων δεδομένων).

Έτσι, για παράδειγμα, στον «κόσμο» των προσώπων και των πραγμάτων εντάσσονται το δείγμα των προσώπων μιας ποσοτικής έρευνας, οι εκπαιδευτικοί, οι ομάδες των μαθητών (πειραματική και ελέγχου) ή μεμονωμένοι μαθητές που θα χρησιμοποιηθούν για τη διερεύνηση μιας διδακτικής πρότασης. Εντάσσονται οι *πηγές των τροποποιήσεων*, τεχνήματα που επηρεάζουν, μεταβάλλουν ή αλληλεπιδρούν με τα πρόσωπα του δείγματος ή των ομάδων, όπως τα ερωτηματολόγια, οι συνεντεύξεις, τα εκπαιδευτικά υλικά, κ.ο.κ. Επίσης, οι *ανιχνευτές των τροποποιήσεων* που πολλές φορές ταυτίζονται με τις *γεννήτριες των ακατέργαστων δεδομένων* και μπορούν να είναι από τον ερευνητή-παρατηρητή μέχρι τα καταγραφικά, τα μαγνητόφωνα, τις βιντεοκάμερες ή τις φωτογραφικές μηχανές. Τέλος, εντάσσονται τα *ακατέργαστα δεδομένα*. Τα τελευταία είναι ό,τι παράγουν οι γεννήτριες των δεδομένων. Είναι τα ανερμήνευτα σημάδια πάνω στα ερωτηματολόγια, οι απαντήσεις, τα κείμενα ή οι εικόνες που καταγράφηκαν, κ.ο.κ. Τα ανερμήνευτα δεδομένα κατασκευάζονται από τον ερευνητή που «έστησε», για παράδειγμα μια ερευνητική διδακτικό-μαθησιακή διαδικασία. Δεν «δίνονται» από τη φύση, ούτε από τα πρόσωπα που αποτελούν το αντικείμενο της έρευνας. Είναι η υλική παραγωγή της.

Αντίστοιχα, στις «ιδέες» εντάσσονται τα ερευνητικά *ερωτήματα*, η *βασική γνώση* (οι βασικές πεποιθήσεις, γνώσεις και άρρητες δεξιότητες, που χωρίς αυτές δεν συντελείται η έρευνα, αλλά και που παράλληλα, επειδή θεωρούνται δεδομένες, δεν αναφέρονται συστηματικά), οι *θεωρητικές έννοιες*, η *συστηματική θεωρία*, τα *θεωρητικά μοντέλα*, οι *τοπικές υποθέσεις*, κλπ.

Τέλος, στα τεκμήρια ανήκουν τα *εκτιμημένα ακατέργαστα δεδομένα* (ό,τι απομένει μετά την εκτίμηση των πιθανών λαθών που συνέβησαν), τα *ανηγμένα δεδομένα* (ότι απομένει μετά την αναγωγή ενός μεγάλου αριθμού ακατέργαστων δεδομένων), τα *αναλυμένα δεδομένα* (ό,τι επιλέγεται από τα δεδομένα στη βάση της υπόθεσης ή της ερώτησης), τα *ερμηνευμένα δεδομένα* (ό,τι από τα εκτιμημένα, ανηγμένα ή αναλυμένα δεδομένα μπορεί να συνδεθεί με κάποια στοιχεία της συστηματικής θεωρίας).

Οι ιδέες και τα τεκμήρια είναι οντότητες που αναπαριστούν το διδακτικό-μαθησιακό φαινόμενο. Ταυτόχρονα ερμηνεύουν ή εγκυροποιούν οι μεν τα δε. Είναι οντότητες του γνωστικού και γλωσσικού κόσμου μέσω των οποίων κατά κανόνα αναπαρίστανται τα φαινόμενα του πραγματικού κόσμου. Οι ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών επικοινωνούν μέσω των ιδεών και των τεκμηρίων όταν συζητούν τις ερμηνείες των

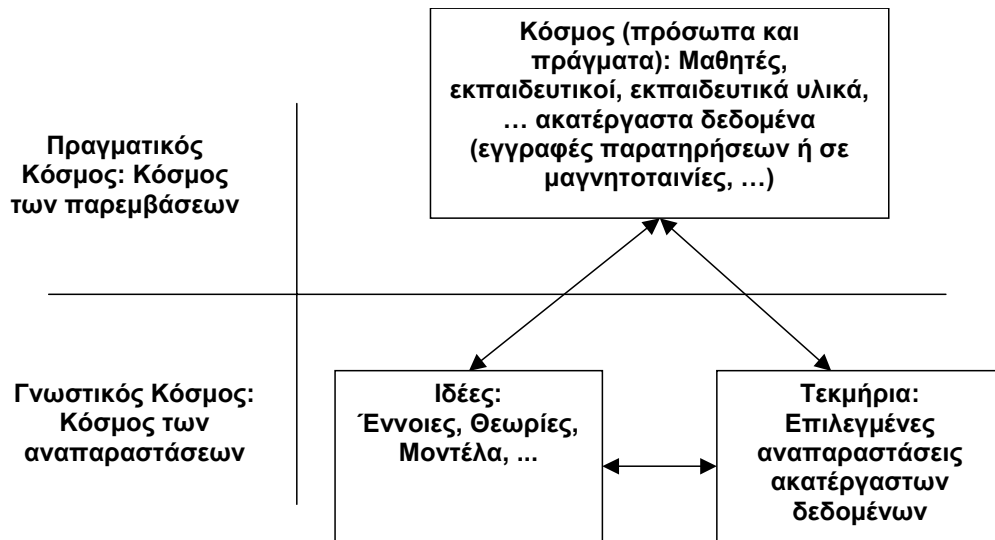
φαινομένων / γεγονότων που τους απασχολούν, καθώς και την εγκυρότητά τους. Εδώ, χρησιμοποιούν την επίσημη επιστημονική γλώσσα της κοινότητας η οποία είναι περισσότερο ή λιγότερο αφαιρετική.

Από την άλλη μεριά όμως, τα διδακτικά-μαθησιακά γεγονότα του «κόσμου» που ερευνούν, αν και είναι «παρόντα» στο χώρο της έρευνας, δεν πρέπει καταρχήν να θεωρούνται ότι «μιλούν» στον ερευνητή για τον εαυτό τους ή για τα γεγονότα στα οποία συμμετέχουν. Ο ερευνητής μπορεί να παρέμβει (κάνοντας τα πράγματα να δουλέψουν με τον ένα ή τον άλλο τρόπο), κατευθυνόμενος από τις ιδέες του ή τα αναμενόμενα τεκμήρια, αλλά η ανθρώπινη ή η διδακτική-μαθησιακή «πραγματικότητα» μιας έρευνας δεν πρέπει να θεωρείται ότι αναπαρίσταται από όσα, για παράδειγμα, λένε οι μαθητές ή οι εκπαιδευτικοί που συγκροτούν τον «κόσμο» της. Όσα λένε, απαντούν, σημειώνουν ή κάνουν τα υποκείμενα μιας έρευνας πρέπει να θεωρούνται ως ακατέργαστα δεδομένα, που με κάποιο τρόπο θα συγκροτήσουν τα τεκμήρια που πρόκειται να σχετιστούν με τις ερευνητικές «ιδέες».

Εδώ, η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών φαίνεται να μη διαθέτει ιδιαίτερα επεξεργασμένες πρακτικές. Οι πρακτικές εκτίμησης δεδομένων που συνηθίζεται να εφαρμόζονται για την εγκυροποίηση της γλώσσας των πηγών των τροποποιήσεων (π.χ. ερωτηματολογίων, συνεντεύξεων) θεωρούνται ότι μπορούν να μετασχηματίσουν την ερευνητική γλώσσα σε σχολική (και έτσι να την χρησιμοποιήσουν / κατανοήσουν εκπαιδευτικοί και μαθητές). Ταυτόχρονα, οι εισαγωγές που ενημερώνουν τα υποκείμενα της έρευνας για τους σκοπούς της θεωρείται ότι καθοδηγούν τους χρήστες των σχολικών πρακτικών να αποστασιοποιηθούν απ' αυτές. Από 'κει και μετά, όσα καταγράφονται ως ακατέργαστα δεδομένα θεωρούνται τεκμήρια και αναλύονται / επιλέγονται απευθείας μέσω των θεωρητικών ιδεών ή μοντέλων που συγκροτούν το πλαίσιο της ερευνητικής ανάλυσης. Εκτιμώ, ότι η πρακτική αυτή στηρίζεται, τελικά, στην υπόθεση ότι ο εκπαιδευτικός χώρος της διδασκαλίας-μάθησης των φυσικών επιστημών «μιλάει περίπου την ίδια γλώσσα» με τους ερευνητές του. Είναι όμως ο εκπαιδευτικός τρόπος ζωής παρόμοιος με τον τρόπο ζωής της έρευνας στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών;

Από την άλλη μεριά, μια ερευνητική διδακτική παρέμβαση κρίνεται επιτυχής όταν *ταιριάζουν* μεταξύ τους οι θεωρητικές ιδέες, η πραγματικότητα του κόσμου των προσώπων και των πραγμάτων και τα τεκμήρια που συλλέγονται απ' αυτόν. Αυτό μπορεί να γίνει με μια ποικιλία από τρόπους: είτε κατασκευάζοντας τα κατάλληλα τεκμήρια (επιλέγοντας μεθόδους διαχείρισης των δεδομένων), είτε αλλάζοντας κάποιες από τις θεωρητικές ιδέες, είτε παρεμβαίνοντας και τροποποιώντας τον κόσμο, είτε με κάποιο συνδυασμό των προηγούμενων. Έτσι, στην πρακτική της έρευνας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (όπως και σε αυτή των Φυσικών Επιστημών) τα προβλήματα της φιλοσοφικής επαγωγής (οι θεωρίες καθοδηγούνται από την παρατήρηση) και της φιλοσοφικής παραγωγής (οι παρατηρήσεις καθοδηγούνται από τη θεωρία) χάνουν τη σημασία που έχουν στη Φιλοσοφία. Μεταξύ ιδεών και τεκμηρίων μπορεί κανείς να «παίζει» χρησιμοποιώντας τότε την επαγωγή, για να επικυρώσει κάποιες ιδέες και τότε την παραγωγή, για να ερμηνεύσει κάποια τεκμήρια. Αλλά το ουσιαστικό δέσιμο ιδεών και τεκμηρίων έχει γίνει με την «κατασκευή» του κατάλληλου κομματιού διδακτικής-μαθησιακής πραγματικότητας. Επιπλέον, στο εσωτερικό αυτής της ερευνητικής πρακτικής και η Ποππεριανή διάψευση αποκτά διαφορετική σημασία από την φιλοσοφική. Αν ένα τεκμήριο διαψεύδει μια θεωρητική ιδέα, τότε ίσως κάποιος μπορεί, παρεμβαίνοντας στο διδακτικό-μαθησιακό κόσμο, να κατασκευάσει μια νέα πραγματικότητα που να του δίνει τα κατάλληλα τεκμήρια, χωρίς να αλλάξει την ιδέα. Και είναι περισσότερο από βέβαιο ότι οι ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών τα γνωρίζουν όλα αυτά πολύ καλά (μιας και έχουν πάψει να χρησιμοποιούν ρητά τις σχετικές φιλοσοφικές υποθέσεις για να οργανώνουν τις μεθοδολογίες τους).

Στη συνέχεια αναπαριστώ σχηματικά (Σχήμα 4) την εσωτερική ζωή και δυναμική της ερευνητικής δραστηριότητας της ΔΦΕ.



Σχήμα 4. Αναπαράσταση της εσωτερικής ζωής (του τρόπου ζωής) και δυναμικής της ερευνητικής δραστηριότητας της ΔΦΕ.

Συζήτηση

Στη συνέχεια του κειμένου θα χρησιμοποιήσω το παραπάνω μοντέλο σε σύγκριση με τη μήτρα του (το αντίστοιχο μοντέλο που περιγράφει την εσωτερική ζωή των επιτυχημένων παρεμβατικών Φυσικών Επιστημών), για να παράγω υποθέσεις που θα μπορούσαν να εξηγούν τη διαπίστωση που διατυπώθηκε στην αρχή του άρθρου.

1. Στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών ο παρατηρησιακός λόγος που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση των τεκμηρίων είναι σχεδόν ανύπαρκτος. Σχεδόν πάντα, ο σχολικός λόγος θεωρείται ικανός να αναπαραστήσει ως τεκμήρια αυτά που στην πραγματικότητα αποτελούν ακατέργαστα δεδομένα (απευθείας και χωρίς να προηγηθεί κάποια επεξεργασμένη αναλυτική διαδικασία, σχετικά ουδέτερη προς την ερευνούμενη θεωρία). Οι πρακτικές αυτές θεωρώ ότι είναι προβληματικές αν οι μεθοδολογικές μου υποθέσεις είναι ισχυρές.

Για παράδειγμα, στις κλασικές έρευνες για την ανίχνευση των ιδεών των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών, ζητάμε από τους μαθητές να απαντήσουν γραπτά ή προφορικά σε μια σειρά από έργα. Στη συνέχεια αναλύουμε τις απαντήσεις (σχολικός λόγος) στο πλαίσιο μιας σειράς υποθέσεων σχετικών με το ποιες ιδέες είναι πιθανό να διαθέτουν οι μαθητές (θεωρητικός λόγος της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών). Εδώ παραμένει άρρητη η υπόθεση ότι θεωρούμε πως οι μαθητές διαχειρίζονται τα έργα ως προβλήματα που ενδιαφέρονται να λύσουν. Μέσα όμως στον κλασικό σχολικό τρόπο ζωής (όπου διαμορφώνεται και η σχολική γλώσσα) όλοι γνωρίζουμε ότι είναι θεμιτές και εκτεταμένες οι μαθητικές πρακτικές που επιδιώκουν να δίνουν απαντήσεις με βάση τις εκτιμήσεις των μαθητών για τις προσδοκίες του διδάσκοντα και όχι με βάση τα δεδομένα και τα ερωτήματα των έργων. Στην περίπτωση αυτή, η αποδοχή μιας υπόθεσης που συνδέει άμεσα τη δομή και τη σημασία μια γλώσσας με τις πρακτικές που εξυπηρετεί μπορεί και να σημαίνει ότι απλά κάνουμε λάθος ανάλυση. Ένα τέτοιο λάθος θα μπορούσε να ευθύνεται για την εμπειρικά και θεωρητικά δομημένη διαφωνία, τη σχετική με το αν οι ιδέες των μαθητών συγκροτούν βιωματική θεωρία ή είναι κατακερματισμένες και περιστασιακά χρησιμοποιούμενες (diSessa, Gillespie & Esterly 2004). Και μια μεθοδολογία που θα στηριζόταν στην υπόθεση που προτείνω θα μπορούσε, ίσως, να τη λύσει, με τον ένα ή τον άλλο τρόπο.

2. Ο σχετικός με το περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών θεωρητικός λόγος περιλαμβάνεται τόσο στο σχολικό όσο και στο θεωρητικό λόγο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Ο λόγος αυτός, όπως υποστήριξα στην εισαγωγή του κειμένου προέρχεται κυρίως από την «περιοχή υποδοχής» των σχολών των Φυσικών Επιστημών. Η δομή αυτού του λόγου δεν έχει σχολιαστεί (μεταγνωστικά) μέσα στον ίδιο το χώρο που τον παράγει (οι Φυσικές Επιστήμες δεν ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για τη διδασκαλία στη γενική εκπαίδευση, παρά κυρίως για τη μύηση στην ιδιαίτερη κουλτούρα τους). Τη δουλειά αυτή έχουν κάνει οι φιλόσοφοι των επιστημών με τους δικούς τους θεωρητικούς φακούς (εξυπηρετώντας το δικό τους τρόπο ζωής / τις δικές τους πρακτικές). Και έχω λόγους να θεωρώ ότι το αποτέλεσμα δεν είναι ικανοποιητικό για χρήση ούτε στο πλαίσιο των πρακτικών της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ούτε της σχολικής ζωής. Τους λόγους αυτούς θα αναπτύξω στην επόμενη παράγραφο όπου παράλληλα θα σχολιάσω και τη δομή του θεωρητικού λόγου της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

3. Ο θεωρητικός λόγος των παρεμβατικών Φυσικών Επιστημών φαίνεται να συγκροτεί μια διαφορετική κουλτούρα από αυτή που συγκροτεί ο παρατηρησιακός τους λόγος. Η διαπίστωση αυτή προέρχεται κατ' αρχήν από τη φιλοσοφική έρευνα και έχει δεχτεί σφοδρή κριτική στο πλαίσιο της ίδιας έρευνας. Εδώ, εκτιμώ ότι το πρόβλημα προκύπτει από τα χαρακτηριστικά του τρόπου ζωής της φιλοσοφικής δραστηριότητας, χαρακτηριστικά που έχουν διαμορφώσει εκ των υστέρων την πλέον διαδεδομένη άποψη για τη δομή της θεωρητικής γλώσσας των Φυσικών Επιστημών και εκ των προτέρων την ίδια τη δομή της θεωρητικής γλώσσας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

Συγκεκριμένα, υποστηρίζω ότι η διάκριση των επιστημών (sciences και disciplines) σε «παρεμβατικές» και «αναπαραστατικές» είναι αποφασιστικής σημασίας για την κατανόηση των χαρακτηριστικών της θεωρητικής γλώσσας που χρησιμοποιείται:

- A. στη μύηση των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών φοιτητών στις Φυσικές Επιστήμες,
- B. στην άσκηση της επιστήμης της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και
- Γ. στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη γενική εκπαίδευση.

Η διάκριση αυτή έχει τις ρίζες της στην παλιά, φιλοσοφική διχοτομία (αλλά και σύγχρονη διάσημη ρήξη) «λόγου» και «πράξης». Πρόκειται για μετάλλαξη της διάκρισης που είχε εγκαθιδρύσει ο Αριστοτέλης μεταξύ «επιστήμης» και «τέχνης». Για τον Αριστοτέλη η διαφορά «τέχνης» και «επιστήμης» δεν ήταν η διαφορά μεταξύ εφαρμογής και θεωρίας. Η διαφορά βρισκόταν στις πηγές και τους στόχους της σχετικής γνώσης. *Η πηγή της τεχνικής γνώσης (της τέχνης) ήταν η πρακτική εμπειρία και ο στόχος της ήταν το να ξέρει κανείς τι κάνει την επόμενη φορά. Η πηγή της «επιστημονικής» γνώσης (της Αριστοτελικής «επιστήμης» και μετέπειτα Φιλοσοφίας) ήταν η λογική και ο στόχος της η κατανόηση των πραγμάτων μέσω των αιτίων τους* (Drake 1993, σ.15). Η φιλοσοφία-επιστήμη, όμως, όπως την οραματίστηκε και την ανέδειξε ο Γαλιλαίος, επιχείρησε και πέτυχε την εξάλειψη των διακρίσεων μεταξύ «τεχνικής» και «επιστημονικής» γνώσης, τη συνεύρεσή τους και την εκμετάλλευση της θεαματικής τους παραγωγής. Μιλάμε, δηλαδή, για τη συνύπαρξη και εκμετάλλευση της γνώσης που παράγει η πρακτική εμπειρία και αυτής που παράγει η λογική, στο πλαίσιο μιας κοινής δραστηριότητας που αποκαλούμε σήμερα επιστήμη (μιας δραστηριότητας διαφορετικής απ' αυτή που ο Αριστοτέλης της έδινε το ίδιο όνομα).

Πραγματοποιήθηκε, όμως, αυτή η μετάβαση (με τη λογική του αν διαδόθηκε και έγινε κατανοητή και αποδεκτή από τους ανθρώπους που ασκούν ή μαθαίνουν επιστήμη στο επίπεδο της εμπειρίας και του λόγου); Η απάντηση φαίνεται να είναι «μάλλον όχι»! Η φιλοσοφική δραστηριότητα που συμπορεύτηκε με τη θεολογική τον ύστερο μεσαίωνα και κυριάρχησε στον ακαδημαϊκό χώρο από την ίδρυση των πρώτων πανεπιστημίων, φαίνεται εκ των αποτελεσμάτων ότι επέτρεψε την είσοδο της σύγχρονης επιστήμης στο χώρο της μόνο κατά το ήμισυ. Όπως υποστηρίζει ο Drake (1993, σ.15), μέχρι και σήμερα ο Γαλιλαίος δεν θεωρείται φιλόσοφος στον ακαδημαϊκό χώρο. Οι σύγχρονοι του Γαλιλαίου «συμμέτοχοι»

στην επιστημονική επανάσταση ήταν ο Μπέικον από την Αγγλία και ο Καρτέσιος από τη Γαλλία. Και οι δύο αντιπαρατέθηκαν στην επικρατούσα Αριστοτελική φιλοσοφία, αλλά και οι δύο θεωρούνται φιλόσοφοι, με τη λογική ότι κανείς σχεδόν από τους φιλοσόφους ή τους ιστορικούς της φιλοσοφίας δεν τους αγνόησε. Αντίθετα, σχεδόν κανείς από τους μετέπειτα φιλοσόφους ή τους ιστορικούς της φιλοσοφίας δεν αναφέρεται στο Γαλιλαίο, στον οποίο αναφέρονται πολλοί επιστήμονες και όλοι οι ιστορικοί της επιστήμης. Επίσης, ο μεταγενέστερος Νεύτωνας, ο οποίος ήταν εξάιρετος πειραματιστής, καθιερώθηκε στον ακαδημαϊκό χώρο γράφοντας «Φυσική Φιλοσοφία»!

Την κατάσταση αυτή ενστερνίστηκε τόσο η προπτυχιακή πανεπιστημιακή και η γενική εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, όσο και η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόσο στις πρώτες όσο και στη δεύτερη θα συναντήσουμε το προς διδασκαλία και μάθηση περιεχόμενο να συγκροτείται αποκλειστικά από λόγο (έννοιες, μοντέλα, θεωρίες ...) και τις εργαστηριακές δραστηριότητες να λειτουργούν επικουρικά, ως οχήματα για τη διδασκαλία και μάθηση του θεωρητικού περιεχομένου. Η «τέχνη» του πειραματισμού δεν αποτελεί με κανένα τρόπο περιεχόμενο. Έτσι, για παράδειγμα, οι περισσότεροι από όσους εκπαιδευτικούς της γενικής εκπαίδευσης γνωρίζουν την τέχνη του πειραματισμού προωθούν στις τάξεις τους τα πειράματα επίδειξης και με τον τρόπο αυτό κερδίζουν την αναγνώριση των μαθητών τους, δίνοντας όμως στον πειραματισμό ένα «άρωμα» μαγείας και στα πειράματα μια διάσταση «ταμπού» (Παλέγδας 2001).

Αλλά τα αποτελέσματα είναι πολύ πιο εντυπωσιακά όταν κοιτάζουμε τα χαρακτηριστικά του θεωρητικού λόγου. Αν αποδεχθεί κάποιος ότι στο πλαίσιο της σύγχρονης επιστημονικής δραστηριότητας η κατανόηση των αιτιών και η γνώση του τι θα πρέπει να κάνει την επόμενη φορά είναι ισοδύναμες και συνδεδεμένες, θα πρέπει να αποδεχθεί τόσο την αναβάθμιση της «τέχνης» στο επίπεδο της Αριστοτελικής «επιστήμης» / Φιλοσοφίας, όσο και την επίδραση της μιας πάνω στην άλλη. Η τελευταία αυτή αποδοχή έχει οδηγήσει τις σημερινές (ωφέλιμες, παρεμβατικές, Γαλιλαϊκές) Φυσικές Επιστήμες στο να αναζητούν «νόμους» και «μοντέλα» αντί για αίτια (Drake 1993, σ. 16) ή στο να απαντούν σε ερωτήματα που ξεκινούν με το «πώς» αντί να απαντούν σε ερωτήματα που ξεκινούν με το «γιατί». Είχε αυτό όμως επιδράσεις πάνω στη δομή του θεωρητικού λόγου; Έπαψε δηλαδή ο θεωρητικός λόγος των Φυσικών Επιστημών να εμφανίζει τη δομή του λόγου της Φυσικής Φιλοσοφίας της αρχαίας ελληνικής και ελληνιστικής περιόδου; Και αν ναι, το κάνουμε αυτό φανερό στους προπτυχιακούς φοιτητές και τους μαθητές μας ή το αποκρύπτουμε;

Η απάντησή μου στο τελευταίο ερώτημα είναι ότι μάλλον αποκρύπτουμε, όχι πάντα ως αυτονόητα, αρκετά και σημαντικά πράγματα. Αποκρύπτουμε, για παράδειγμα, το γεγονός ότι στο σύγχρονο επιστημονικό θεωρητικό λόγο δεν θα έπρεπε να συμπεριλαμβάνεται η θεμελιακή λέξη της Φιλοσοφίας: «αίτιο». Φράσεις όπως «δύναμη είναι το αίτιο που προκαλεί την αλλαγή της κινητικής κατάστασης των σωμάτων ή την παραμόρφωσή τους», «φως είναι το αίτιο που προκαλεί το αίσθημα της όρασης», κ.ο.κ. δεν ανήκουν στην επιστήμη.

Αντίθετα, στην επιστήμη ανήκουν μια σειρά από έννοιες, οι οποίες αναπαριστούν οντότητες-σχέσεις και όχι απλά σχέσεις οντοτήτων. Για παράδειγμα ο χώρος και ο χρόνος είναι δύο από τις πιο παλιές οντότητες που έχουν περιγράψει οι Φυσικές Επιστήμες. Οι οντότητες αυτές θεωρούνται καταρχήν ανεξάρτητα από τα «πράγματα» και τα γεγονότα του φυσικού κόσμου και «υπάρχουν» μόνο και μόνο επειδή τα «πράγματα», τα γεγονότα και ο παρατηρητής τους υποθέτουμε πως έχουν μεταξύ τους σχέσεις (χωρικές και χρονικές). Έτσι, οι οντότητες του χώρου και του χρόνου «κουβαλάνε» πάνω τους τα χαρακτηριστικά αυτών των σχέσεων (χαρακτηριστικά που μπορεί κάθε φορά να είναι διαφορετικά ανάλογα με τις υποθέσεις που χρησιμοποιεί κάποιος για να αναπαραστήσει τις σχέσεις). Μια δεύτερη οντότητα, την ταχύτητα, που επίσης αναπαριστά χωρο-χρονικές σχέσεις, προσπάθησε να συγκροτήσει ως τέτοια ο Γαλιλαίος, εισάγοντας τη λογική της σχετικότητάς της και αρνούμενος τα χαρακτηριστικά της ως ιδιότητας. Παρόλα αυτά, στην εκπαίδευση

εξακολουθούμε μέχρι σήμερα να παίζουμε με διλήμματα της μορφής «ισορροπούμε όταν είμαστε καθισμένοι στην καρέκλα μας ή κινιόμαστε με την ταχύτητα της Γης;», όχι για να λύσουμε το δίλημμα αλλά για να επιστήσουμε την προσοχή των μαθητών μας πάνω στο χαρακτηριστικό της σχετικότητας. Γιατί το δίλημμα δεν λύνεται (δεν έχει νόημα), επειδή η ταχύτητα είναι σχέση δύο σωμάτων. Αντίθετα, συνηθίζουμε να λέμε ότι η ταχύτητα είναι «η ταχύτητα του σώματος Α» και όχι ότι πάντα(!) είναι «η ταχύτητα του σώματος Α ως προς το σώμα Β», έτσι που όταν οι μαθητές βλέπουν ταχύτητα, να ψάχνουν για σχέση. Επίσης, μάλλον δεν τους λέμε με έμφαση ότι «όταν ένα σώμα Α έχει ταχύτητα \vec{v} ως προς το σώμα Β, τότε το σώμα Β έχει ταχύτητα $-\vec{v}$ ως προς το σώμα Α», όπως κάνουμε όταν μιλάμε για την αναπαράσταση της επίσης διάσημης σχέσης της αλληλεπίδρασης. Βέβαια, και στην περίπτωση της δύναμης (που είναι μια οντότητα-σχέση που αναπαριστά τη Νευτώνεια αλληλεπίδραση), επιμένουμε να δηλώνουμε «ποιος ασκεί τη δύναμη» και «ποιος τη δέχεται», εξυπηρετώντας μάλλον τη λύση προβλημάτων και ασκήσεων-γρίφων παρά την κατανόηση της θεωρητικής γλώσσας.

Εκείνο που επίσης αποσιωπούμε όταν χρησιμοποιούμε τη θεωρητική γλώσσα των Φυσικών Επιστημών είναι ότι οι σημαντικότερες «φράσεις» της μιλούν για σχέσεις σχέσεων. Ο περιβόητος νόμος του Νεύτωνα, αν μεταφραστεί στην καθομιλουμένη, δεν λέει ότι «η δύναμη αλλάζει την κινητική κατάσταση ενός σώματος με συγκεκριμένο τρόπο» (φράση που υπονοεί ότι η δύναμη είναι το αίτιο της αλλαγής). Λέει ότι «ο τρόπος με τον οποίο αλλάζει η χωρο-χρονική σχέση δύο σωμάτων έχει συγκεκριμένη σχέση με την αλληλεπιδραστική τους σχέση». Και μπορεί η τελευταία φράση να ηχεί άθλια μέσα στο πλαίσιο της καθημερινής μας γλώσσας, αλλά κανείς δεν μπορεί να αρνηθεί την κομψότητά της ($\vec{F} = m \cdot \vec{a}$) μέσα στο πλαίσιο της θεωρητικής επιστημονικής γλώσσας, όπου και λειτουργεί.

Το αποτέλεσμα είναι ότι αποκρύπτοντας αυτά τα χαρακτηριστικά της θεωρητικής γλώσσας των Φυσικών Επιστημών από την προπτυχιακή (αλλά και μεταπτυχιακή) εκπαίδευση των (φυσικών) επιστημόνων (επειδή ενδιαφέρει οι τελευταίοι να μάθουν την ίδια τη θεωρητική γλώσσα και όχι να μπορούν υποχρεωτικά να τη μεταφράσουν σε καθομιλουμένη), καταλήγουμε σε μια ακατανόητη σχολική γλώσσα (μετά μάλιστα τη μορφοποίηση που της επιβάλει ο σχολικός τρόπος ζωής). Τη σχολική αυτή γλώσσα η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών την αντιμετωπίζει ως γλώσσα των τεκμηρίων της και την αναλύει με βάση το θεωρητικό της λόγο (χωρίς να έχει αναπτύξει μια ιδιαίτερη δική της παρατηρησιακή γλώσσα). Και η «Βαβέλ» ολοκληρώνεται από το γεγονός ότι η δομή της θεωρητικής γλώσσας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών έχει κυρίως φιλοσοφική δομή και γι αυτό δεν μπορεί να είναι παρεμβατικά παραγωγική (δεν μπορεί δηλαδή να συνδεθεί παραγωγικά με τον κόσμο των προσώπων και των πραγμάτων που μελετά).

Ο τελευταίος ισχυρισμός νομίζω ότι δικαιώνεται εύκολα αν σκεφτούμε πως αντιμετωπίζει τις σχέσεις ο συγκεκριμένος λόγος. Οι σχέσεις που περιγράφει είναι συνήθως της μορφής «συσχετίζεται», «εξαρτάται», «επηρεάζεται», «επηρεάζει» κ.ο.κ. Καμία σχεδόν σχέση δεν έχει τη δική της αναπαράσταση, δεν έχει αναπαράσταση των δυνατών μεταβολών της και ασφαλώς δεν έχει αναπαράσταση του τρόπου που σχετίζεται με άλλες σχέσεις. Η πιο θεαματική προσπάθεια σε μια παρεμβατικά παραγωγική κατεύθυνση νομίζω πως άρχισε με τον Piaget, όταν αυτός διατύπωσε την υπόθεση: «η γνώση γεννιέται στην αλληλεπίδραση του υποκειμένου της με το αντικείμενο». Μόνο που η προσπάθεια αυτή τελείωσε την αμέσως επόμενη στιγμή όταν συμπλήρωσε: «το υποκείμενο εσωτερικεύει με κάποιο τρόπο τη γνώση αυτή». Έτσι η προσπάθεια που θα μπορούσε να αναζητά τη γνώση στην αλληλεπίδραση του υποκειμένου με το αντικείμενο (δηλαδή στη σχέση τους) κατέληξε πάλι να την αναζητά μέσα στο υποκείμενο, στα βιβλία που διαβάζει, στα μυαλά των ειδημόνων κ.ο.κ. Για παράδειγμα, η «γνωστική αλλαγή» δεν είναι σχέση και η γνωστή στρατηγική της «γνωστικής σύγκρουσης», ενώ φαίνεται ότι ενδιαφέρεται ιδιαίτερα για τη σχέση του υποκειμένου με το περιβάλλον του

(και την περιγράφει με αρκετή σαφήνεια) καταλήγει να ενδιαφέρεται για το τι τελικά έμεινε στα μυαλά των υποκειμένων.

Τελειώνω λέγοντας άλλη μια φορά ότι οι αναλογικοί συλλογισμοί μου μπορεί να με έχουν οδηγήσει σε στραβά μονοπάτια, τα οποία εγώ δεν βλέπω (τουλάχιστον αυτή τη στιγμή). Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, όμως, έχει μηχανισμούς εσωτερικής πειθαρχίας για να με επαναφέρει, εάν βέβαια ενδιαφερθεί. Και θα θεωρούσα φυσιολογικό να μην ενδιαφερθεί για ένα κείμενο που δηλώνει τις μεθοδολογικές του αδυναμίες. Φυσιολογικό, όμως, δεν θα θεωρούσα το να μην ενδιαφερθεί για το ερώτημα που δοκίμασα να εξετάσω ή το να το «αφορίσει» αποδίδοντας (κατά την προσφιλή νεοελληνική πρακτική) «ευθύνες σε τρίτους»

...

Παραπομπές

- Καριώτογλου, Π. & Τσελφές, Β. (2000). Αναλυτικά Προγράμματα Φυσικών Επιστημών: Επιστημολογική, Διδακτική και Θεσμική προσέγγιση, Επιθεώρηση Φυσικής, 31, 19-28.
- Κουζέλης, Γ. (2005). Πρακτικές της θεωρίας και θεωρίες της πρακτικής. Σκέψεις και απορίες σχετικά με την επιμόρφωση εκπαιδευτικών, στο Κ. Βρατσάλης (επιμ), Διδακτική εμπειρία και παιδαγωγική θεωρία, Αθήνα: Νήσος, σσ. 55-65.
- Παλέγδας, Κ. (2001). Καταγραφή των απόψεων / πεποιθήσεων των εκπαιδευτικών της Α΄ βάθμιας εκπαίδευσης που επηρεάζουν την απόφασή τους να χρησιμοποιήσουν εργαστηριακές ασκήσεις στη διδασκαλία μαθημάτων σχετικών με τις φυσικές επιστήμες, αδημοσίευτη Διπλωματική Εργασία, ΠΜΣ στη ΔΦΕ και τις ΝΤ, ΠΤΔΕ, ΑΠΘ.
- Τσελφές, Β. (2001). 2000+: Αλλαγή Παραδείγματος στη Διδακτική των Φυσικών επιστημών; Στο Π. Κόκκοτας και Ι. Βλάχος (επιμέλεια), Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις αρχές του 21ου αιώνα: Προβλήματα και προοπτικές, Αθήνα, Γρηγόρης, σσ. 47-54.
- Τσελφές, Β. (2002). Δοκιμή και Πλάνη: Το εργαστήριο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Αθήνα: Νήσος.
- Τσελφές, Β. (2003). Μια πρόταση για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στηριγμένη στην κατά Ι. Hacking προσέγγιση της «εσωτερικής ζωής» τους, στο Κ. Σκορδούλης και Λ. Χαλκιά (επιμ.) Η συμβολή της ιστορίας και φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, Αθήνα: ΠΤΔΕ-ΕΚΠΑ, σσ. 259-265.
- diSessa, A., Gillespie, N. & Esterly, J. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force, *Cognitive Science*, 28, 843–900.
- Drake, S. (1993). Γαλιλαίος, μετάφραση Τ. Κυπριανίδης, Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Duit, R. and Treagust, D. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671-688
- Geelan, D. (1997). Epistemological anarchy and the many forms of constructivism. *Science & Education*, 6, 15-28.
- 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 (12th edition).
- Klein, P. (2006). The Challenges of Scientific Literacy: From the viewpoint of second generation cognitive science. *International Journal of Science Education*, 28, 143–178.
- Peirce, C. (1964). *Collected papers*, V,1. C. Hartshorne & P. Weiss (eds.), Cambridge: Belkan Press.
- Tselfes, V., Kariotoglou, P. & Epsimos, G. (2005). Developing a three-pole framework for studying Science Curricula, in *Proceedings of 3rd ESERA Conference*, “Contributions of research to enhancing students’ interest in learning science”, pp. 70-73.
- Wittgenstein, L. (1999). *Philosophical Investigations*, tr. by G. Anscombe, UK: Prentice Hall.