



Σύγχρονες απόψεις στην έρευνα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών

Παναγιώτης Κόκκοτας*

*Ομότιμος Καθηγητής Διδακτικής Φυσικών Επιστημών Παιδαγωγικού Τμήματος Δ. Ε.
Πανεπιστημίου Αθηνών

Περίληψη

Η διαμόρφωση σύγχρονων διδακτικών προσεγγίσεων καθώς και η προβολή νέων στοιχείων όπως οι νέες τεχνολογίες, έχουν δημιουργήσει νέες συνθήκες στην έρευνα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Σε αυτό το πλαίσιο παρουσιάζονται οι σύγχρονες προοπτικές που κατευθύνουν την έρευνα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών προς διαφορετική από την παραδοσιακή πορεία καθώς και οι παραδοχές που υιοθετούνται.

Λέξεις κλειδιά: ποιοτικές μορφές έρευνας, αλλαγή του ρόλου του ερευνητή, προσεγγίσεις στην έρευνα των Φυσικών Επιστημών, σχεδιασμός έρευνας, νέα πεδία έρευνας.

Σε πολλές χώρες άρχισε να αναπτύσσεται η έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και έχει εξελιχθεί σε ένα ιδιαίτερο πεδίο έρευνας και μελέτης συγκεκριμένων προβλημάτων, καθορισμού δικών της θεωρητικών πλαισίων με συνεχώς αυξανόμενη σχετική βιβλιογραφία (Bybee & McInerney, 1995. Kelly & Lesh, 2000). Βασικός στόχος της νέας επιστημονικής κοινότητας είναι η βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Η έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών εξετάζει το σύνθετο φαινόμενο της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών από διάφορες οπτικές γωνίες συγχρόνως: των Φυσικών Επιστημών, της Ψυχολογίας, της Κοινωνιολογίας, της Ιστορίας των Φυσικών Επιστημών, της Γλωσσολογίας, της Παιδαγωγικής, της Φιλοσοφίας, της Επιστημολογίας, της Κυβερνητικής, και πολλών άλλων επιστημονικών τομέων. Αυτή η διαθεματικότητα στην προσέγγιση δε σημαίνει ότι τα αποτελέσματα και οι μέθοδοι των παραπάνω επιστημονικών πεδίων μεταφέρονται άκριτα στο χώρο της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών.

Η έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών καλείται να απαντήσει στο ακόλουθο κρίσιμο ερώτημα:

Πως μπορούμε να βοηθήσουμε τους μαθητές να κατανοήσουν τις Φυσικές Επιστήμες; (περιεχόμενο, μεθοδολογία, επιστημονική νοοτροπία, επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός)

Στρέφει δε το ενδιαφέρον της κυρίως προς τρεις κατευθύνσεις:

- Στην προσπάθεια εφαρμογής ή προσαρμογής μεθόδων, πορισμάτων και πρακτικών άλλων γνωστικών περιοχών, με στόχο την επίτευξη αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες.
- Στον εντοπισμό και την ερμηνεία φαινομένων τα οποία συνδέονται με τη διδασκαλία και τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες (ιδέες μαθητών για διάφορα φυσικά φαινόμενα, στάσεις και απόψεις διδασκόντων) και γενικά των τρόπων με τους οποίους οι μαθητές και οι διδάσκοντες προσεγγίζουν και κατανοούν θέματα που αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες.
- Στην ανάπτυξη μεθόδων διδασκαλίας, ολοκληρωμένων προγραμμάτων, διδακτικών εργαλείων, εργαλείων αξιολόγησης και εκπαιδευτικού υλικού (σύνταξη προγραμμάτων σπουδών, συγγραφή εγχειριδίων, δημιουργία κατάλληλου λογισμικού κ.λ.π.) με βάση τα αποτελέσματα των δυο προηγούμενων τύπων έρευνας. Οι δυο πρώτες κατευθύνσεις εντάσσονται στη θεωρητική έρευνα ενώ η τρίτη στην πρακτική εφαρμογή των θεωρητικών συμπερασμάτων.

Τα σύγχρονα πορίσματα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών δε δέχονται πλέον το μοντέλο του μαθητή, ως ατόμου που αγωνίζεται να κατακτήσει ένα σώμα προκαθορισμένων εννοιών, γεγονότων και φαινομένων. Αντίθετα, αναγνωρίζεται ότι ο μαθητευόμενος είναι ταυτόχρονα μέλος πολλών κοινοτήτων μέσα στις οποίες το περιεχόμενο και το νόημα των Φυσικών Επιστημών βρίσκεται υπό συνεχή διαπραγμάτευση, επιτελώντας ένα σημαντικό ρόλο στην όλη μαθησιακή διαδικασία. Έτσι, για να κατανοήσουμε πλήρως τις γνωστικές διαδικασίες κάθε ατόμου, είναι απαραίτητο να μελετήσουμε και να αναλύσουμε το σχολικό, το οικογενειακό αλλά και το ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον (Cobb και Bauersfeld, 1995) μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η μάθηση. Οι νέες θέσεις που υιοθετούνται μας καλούν να αλλάξουμε και τις προσεγγίσεις που ακολουθούμε στην έρευνα.

Ένα σημαντικό ζήτημα που προκύπτει από την αλλαγή των θέσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι, ότι όταν οι ερευνητές υιοθετούν νέες θέσεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών, αυτό δημιουργεί την ανάγκη για νέες ερευνητικές μεθοδολογίες οι οποίες στηρίζονται σε νέες υποθέσεις και επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους σε νέα προβλήματα ή προοπτικές.

Οι τρεις κυριότερες σύγχρονες προσεγγίσεις στην έρευνα των Φυσικών Επιστημών είναι:

- Γνωσιακές ερευνητικές προσεγγίσεις
- Εποικοδομητικές ερευνητικές προσεγγίσεις (Steffe και Gale, 1995)

- Το νατουραλιστικό ερευνητικό παράδειγμα (Erlandson, Harris, Skipper και Allen 1993. Lincoln και Cuba, 1985)

Οι προσεγγίσεις αυτές έρχονται σε αντίθεση με τις θετικιστικές παραδόσεις σύμφωνα με τις οποίες η επιστημονική μέθοδος είναι ο μοναδικός δρόμος για να οδηγηθεί κάποιος στην ανακάλυψη της αντικειμενικής πραγματικότητας. Υποστηρίζουν πως το νόημα οικοδομείται από τους ερευνητές και από τα «υποκείμενα» της έρευνας με αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλαπλών πραγματικοτήτων. Οι πραγματικότητες αυτές διαμορφώνονται υπό την επίδραση θεωρητικών παραδοχών αλλά και αξιακών πλαισίων, καθιστώντας δύσκολο αν όχι αδύνατο να επιτευχθεί πλήρη αντικειμενικότητα. Έτσι, η έρευνα θεωρείται περισσότερο υποκειμενικό παρά αντικειμενικό εγχείρημα, ένα μέσο διαπραγμάτευσης της άμεσης εμπειρίας των ανθρώπων μέσα σε συγκεκριμένα πλαίσια. Για να εκπληρώσουν αυτό το σκοπό οι σύγχρονες ερευνητικές προσεγγίσεις υιοθετούν μια ολιστική άποψη για να εξετάσουν τις διασυνδέσεις διάφορων παραμέτρων, καθώς αυτές αλληλεπιδρούν μέσα στο δεδομένο διερευνούμενο πλαίσιο.

Λειτουργικές υποθέσεις για το σχεδιασμό μιας σύγχρονης και έγκυρης έρευνας στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών

Οι σύγχρονες τάσεις για την έρευνα στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, έχουν δημιουργήσει νέα δεδομένα που μπορούν να εκφραστούν με τη μορφή παραδοχών, οι οποίες έχουν πλέον κυρίαρχο ρόλο στο σχεδιασμό ερευνών για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Οι παραδοχές αυτές μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

1. Αντικαθίσταται ο όρος «ερευνητική μεθοδολογία» (research methodology) από τον όρο «σχεδιασμός έρευνας» (research design) (Lesh, Lovitts, Kelly, 2000), ο οποίος πλέον κυριαρχεί στο σύγχρονο ερευνητικό πεδίο. Η διαδικασία της έρευνας είναι μια σύνθετη διαδικασία παρά μια απλή εκτέλεση κάποιων συγκεκριμένων βημάτων:

- α) Ορισμός ερευνητικού ερωτήματος
- β) Σχεδιασμός πειράματος
- γ) Συλλογή δεδομένων
- δ) Ανάλυση δεδομένων

Στις κοινωνικές επιστήμες, ο όρος ερευνητική μεθοδολογία έχει συνδεθεί κυρίως με στατιστικούς - ποσοτικούς κατά κύριο λόγο - δείκτες με τους οποίους δίνεται έμφαση κυρίως στο πως θα πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί για να αναλυθούν σωστά τα ερευνητικά δεδομένα. Αντίθετα, ο σχεδιασμός έρευνας σπάνια οδηγεί στην επιλογή και την υλοποίηση αποκλειστικά παραδοσιακών ποσοτικών τεχνικών. Για την επιτυχή υλοποίηση μιας σύγχρονης έρευνας απαιτείται συνδυασμός ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων (Schmidt, 1996. Stake, 1988). Σε αντίθεση με το παραδοσιακό σχεδιασμό μια σύγχρονη εκπαιδευτική έρευνα θα πρέπει να επανεξετάζεται και πιθανόν να αναθεωρείται αρκετές φορές, καθώς και κάθε φάση της να διασυνδέεται λειτουργικά με τις άλλες φάσεις.

2. Η υλοποίηση της έρευνας δεν είναι απλά μια διαδικασία εφαρμογής «αποδεκτών» τεχνικών με τρόπους οι οποίοι θεωρούνται «σωστοί». Ο σχεδιασμός μιας έρευνας απαιτεί κυρίως την ανάπτυξη μιας ακολουθίας συλλογισμών που είναι λογικά συνεπείς και κατανοητοί, μπορούν να ελεγχθούν, ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να δομούν ένα καλά θεμελιωμένο θεωρητικό πλαίσιο και να έχουν ως στόχο την επίλυση προβλημάτων που βρίσκονται στην αιχμή της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

3. Η διεξαγωγή της έρευνας είναι κάτι πολύ περισσότερο από το να συγκεντρώνεις και να αναλύεις δεδομένα. Η διεξαγωγή της έρευνας είναι μια καθαρά ερμηνευτική δραστηριότητα και είναι κάτι πολύ περισσότερο από την απλή επιλογή βημάτων και τεχνικών που είναι σωστά. Σκοπός του ερευνητή είναι να κατανοήσει πώς συμβαίνει αυτή η ερμηνεία της πραγματικότητας σε ένα χρόνο και τόπο και να τη συγκρίνει πιθανώς με αυτή που συναντάται σε άλλους χρόνους και τόπους. Σκοπός της έρευνας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, είναι η ανάπτυξη ενός σώματος γνώσης αποτελούμενης από κανόνες, μοντέλα, εννοιολογικά συστήματα, θεωρητικά συμπεράσματα, και άλλα χρήσιμα ερευνητικά προϊόντα που είναι αποτελεσματικά και χρήσιμα για μια ποικιλία στόχων και καταστάσεων. Καθένα από τα προηγούμενα ερευνητικά προϊόντα απαιτεί επιλογή διαφορετικών κριτηρίων αξιολόγησης. Τέτοιου είδους προϊόντα μπορεί να είναι συγκεκριμένο εκπαιδευτικό υλικό, κατατοπιστικά (informative) εργαλεία αξιολόγησης, επεξηγηματικές (illustrative) διδακτικές δραστηριότητες και προγράμματα που μπορούν να εφαρμοστούν στο περιβάλλον της τάξης. Ταυτόχρονα, η αλλαγή των αντιλήψεων θεώρησης των εκπαιδευτικών δρώντων, συχνά συνεπάγεται την ανάπτυξη ενός νέου κώδικα επικοινωνίας, νέων μοντέλων και μεταφορών, καθώς και το σχηματισμό νέων υποθέσεων και αρχών.

4. Όταν η προσοχή μιας έρευνας εστιάζεται στην ανάπτυξη της κατανόησης των μαθητών, των εκπαιδευτικών, των προγραμμάτων ή των σχολείων, είναι ξεκάθαρο ότι αυτά τα άτομα ή οντότητες αποτελούν σύνθετα συστήματα που έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν, να αυτοκατευθύνονται και να προσαρμόζονται στις εκάστοτε συνθήκες. Οι σχολικές κοινότητες αποτελούνται από άτομα που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με εμπρόθετη συμπεριφορά. Έτσι, η διαδικασία της μάθησης και της ανάπτυξης, περιλαμβάνει διαδικασίες πολύ πιο σύνθετες από την απλή μετάδοση πληροφοριών ή την αντίδραση σε ερεθίσματα, όπως υποστηρίζουν οι μιχεβιοριστικές θεωρίες μάθησης. Οι ερευνητές πρέπει να δουλεύουν με την εμπειρία και την κατανόηση των ατόμων, προκειμένου να οικοδομήσουν τη θεωρία τους ή τα ερευνητικά τους πορίσματα πάνω σ' αυτές. Έτσι η ελπίδα για μια καθολική θεωρία που χαρακτηρίζει την κανονιστική, θετικιστική αντίληψη, εκπίπτει σε πολυπρισματικές εικόνες της ανθρώπινης συμπεριφοράς, οι οποίες έχουν τόσες παραλλαγές, όσες και οι καταστάσεις και τα πλαίσια στα οποία είναι εγκατεστημένες (Cohen και Manion, 2000).

5. Αντίθετα από ότι συμβαίνει στην έρευνα επιστημονικών πεδίων των Φυσικών Επιστημών οι ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, ασχολούνται με τη μελέτη συστημάτων που δεν αναπτύσσονται φυσικά. Επιπλέον, τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν, εξηγήσουν, προβλέψουν τη συμπεριφορά τέτοιων συστημάτων είναι επίσης νοητικές ανθρώπινες κατασκευές. Έτσι, οι ερευνητές θα πρέπει να γνωρίζουν πως είναι αδύνατο να θεμελιώσουν ένα

«ορθολογικό οικοδόμημα» μια καθολική θεωρία, που να εξηγεί την ανθρώπινη και την κοινωνική συμπεριφορά. Τα ερευνητικά πορίσματα πρέπει να προκύπτουν από μελέτη συγκεκριμένων καταστάσεων και να θεμελιώνονται σε δεδομένα που παράγονται από ερευνητική πράξη. Η θεωρία δεν πρέπει να προηγείται τη έρευνας αλλά να έπεται αυτής.

6. Στο παρελθόν, ο όρος αξιοπιστία στην έρευνα ερμηνευόταν με ένα τρόπο που απαιτούσε από τον ερευνητή να είναι εκ προοιμίου αντικειμενικός. Σήμερα που δίνεται έμφαση στην κοινωνική και πολιτισμική διάσταση της μαθησιακής διαδικασίας, ο ρόλος του ερευνητή μπορεί να παρομοιαστεί πολύ λιγότερο με αυτόν ενός αμερόληπτου και ανεπηρέαστου δικαστή και πολύ περισσότερο με το ρόλο ενός εξαιρετικού συνηγόρου υπεράσπισης που γνωρίζει πολύ καλά την υπόθεση που έχει αναλάβει, ενδιαφέρεται βαθύτατα για αυτή, αλλά που δίχως άλλο έχει την ευθύνη να παρουσιάσει τα δεδομένα χωρίς προκατάληψη, χρησιμοποιώντας τρόπους και στοιχεία που είναι μεθοδικά δομημένα και αξιόπιστα, στηριγμένα σε ένα συγκεκριμένο και καλά θεμελιωμένο θεωρητικό σκεπτικό.

Γνωρίζουμε καλά πως οι προσωπικές θεωρίες των ερευνητών μπορούν και επηρεάζουν όλες τις πτυχές της ερευνητικής διαδικασίας. Οι ερευνητές μαθαίνουν μέσα από την έρευνα, και οι μέθοδοι που ακολουθούν αντανακλούν τις εμπειρίες και την προσωπικότητα τους. Έτσι, οι διαδικασίες που υιοθετούνται από τους ερευνητές επηρεάζονται καθοριστικά από την προσωπική τους ιστορία και από τις προσδοκίες τους.

Η βασική θέση της εποικοδόμησης ότι ποτέ δεν πρέπει να είμαστε σίγουροι πως κατέχουμε την αλήθεια, αλλάζει την εικόνα που έχουμε στο μυαλό μας για το ρόλο του ερευνητή. Από τη θέση που είχε ο ερευνητής ως αναζητητής της αλήθειας μετακινείται στη θέση του ερευνητή ως μαθητώντος (as learner). Ο ρόλος του ερευνητή είναι να κατανοεί την εμπειρία του για να οικοδομήσει τη γνώση σε ένα δεδομένο πεδίο. Η διεξαγωγή έρευνας στο ερευνούμενο πεδίο γίνεται μια διαδικασία προσωπικής μάθησης που βεβαιώνει ότι η γνώση ελέγχεται για την εγκυρότητα της μέσα στο προσωπικό και το κοινωνικό περιβάλλον, στο οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Οι έλεγχοι εγκυρότητας σχετίζονται με την απόδειξη για τις αξιώσεις της ειδικής γνώσης και τον βαθμό στον οποίο η χρήση της γνώσης σε ειδικές συνθήκες καταλήγει σε ευλογοφανείς λύσεις.

7. Για την παραδοσιακή ερευνητική πρακτική η συλλογή δεδομένων είναι απαραίτητα μια αντικειμενική ιδέα που σημαίνει ότι τα δεδομένα βρίσκονται εκεί έξω για να τα συγκεντρώσεις. Μια σύγχρονη ερευνητική οπτική όμως δέχεται ότι τα δεδομένα δε συγκεντρώνονται, αλλά δομούνται από την εμπειρία και τα προσωπικά θεωρητικά πλαίσια του ερευνητή. Οι ερευνητές οφείλουν να προσδιορίσουν τις πεποιθήσεις που έχουν τη μεγαλύτερη σημασία για μια ειδική μελέτη.

Αποφάσεις για την κατηγοριοποίηση των δεδομένων ως σχετικών ή μη σχετικών μπορούν να ληφθούν τη στιγμή που τα δεδομένα δημιουργούνται, αναλύονται ή ερμηνεύονται. Τόσα πολλά συμβαίνουν σε μια δεδομένη χρονική ενότητα που κανένα άτομο ή ομάδα ατόμων δε θα μπορούσε να τα παρατηρήσει όλα. Προϋπόθεση είναι ότι τα δεδομένα που δημιουργούνται είναι αντιπροσωπευτικά γεγονότων και φαινομένων που συμβαίνουν σε μια χρονική

ενότητα. Ωστόσο το γεγονός παραμένει ότι τα δεδομένα που καταγράφονται ως σχετικά συμφωνούν με τις προσωπικές θεωρίες των ερευνητών γύρω από το τι είναι σχετικό σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο.

8. Τα σύγχρονα πορίσματα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών υιοθετούν θέσεις σχετικά με τη φύση της γνώσης των μαθητών, την επίλυση προβλημάτων, τη μαθησιακή και διδακτική διαδικασία, που συχνά περιλαμβάνουν υποθέσεις και σκεπτικά που είναι ριζικά διαφορετικά από αυτά που υιοθετούσαν παραδοσιακές μαθησιακές και διδακτικές πρακτικές. Συνεπώς, χρειάζεται να αναζητηθούν νέα ποιοτικά κριτήρια που θα αποτιμούν τη σπουδαιότητα, την αξιοπιστία και το εύρος της χρησιμότητας των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την έρευνα. Γενικά, βασικά ζητήματα, όπως αυτά της εγκυρότητας, της αξιοπιστίας, της ακρίβειας των μετρήσεων και της δυνατότητας γενίκευσης των αποτελεσμάτων, συνεχίζουν να αποτελούν ζητούμενο μιας καλής ερευνητικής εργασίας. Όμως, συνήθως, οι παραπάνω παράμετροι πρέπει να οριστούν με ένα διαφορετικό τρόπο έτσι ώστε να είναι λειτουργικές στο νέο πλαίσιο των υποθέσεων που έχουν διατυπωθεί.

Για παράδειγμα, μια μορφή εγκυρότητας είναι η συνήθεια αξιολόγησης των αποτελεσμάτων κάποιων μαθησιακών έργων σε σύγκριση με κάποια σταθμισμένα πρότυπα. Έχει, όμως, αποδειχτεί ότι τα περισσότερα από αυτά, στηρίζονται σε λογικές που υποστηρίζει η Συμπεριφοριστική Ψυχολογία, αφού επιδιώκουν τον εντοπισμό συγκεκριμένων συμπεριφορών, και δεν αντικατοπτρίζουν τις σύγχρονες απόψεις για τη μάθηση που υπογραμμίζουν τη υποκειμενικότητα και την κοινωνική διάσταση της γνώσης. Η Φυσικομαθηματική σκέψη δεν «κατοικεί» στα μαθησιακά έργα, αναδύεται μέσα από τις απαντήσεις των μαθητών. Συνεπώς οι ερευνητές θα πρέπει να σχεδιάζουν τα κατάλληλα μαθησιακά έργα που θα αναδείξουν αυτά που πραγματικά έχουν στο μυαλό τους οι μαθητές εμπλέκοντας τους σε δραστηριότητες περιγραφής, εξήγησης, σύνθεσης και αξιολόγησης οι οποίες θα φανερώσουν σημαντικές πλευρές του τρόπου σκέψης των μαθητών.

Στο παρελθόν, ο όρος αξιοπιστία στην έρευνα σήμαινε την πιστή αναπαραγωγή των αποτελεσμάτων της. Αυτό σήμαινε ότι εάν κάποιος άλλος ερευνητής είχε κάνει την έρευνα, θα κατέληγε και αυτός στα ίδια ακριβώς συμπεράσματα, χωρίς αυτά να επηρεάζονται από τα προσωπικά χαρακτηριστικά του ερευνητή. Όμως σύμφωνα με αυτά που αποδεχόμαστε σήμερα, για έναν ερευνητή που εξετάζει τους τρόπους που οι μαθητές ερμηνεύουν μια κατάσταση, αναμένουμε Ν μαθητές να δώσουν πιθανόν Ν διαφορετικές απαντήσεις. Επίσης, εάν ο σκοπός ενός σύνθετου μαθησιακού έργου, όπως η επίλυση ενός προβλήματος, απαιτεί από το μαθητή να αναπτύξει ένα σύνθετο συλλογισμό που θα τον βοηθήσει να επιλύσει ή να κατανοήσει τη δεδομένη κατάσταση, τότε η εκτέλεση του έργου γενικά εμπεριέχει και κάποιας μορφής μάθηση. Ακόμα και ο ίδιος μαθητής την επόμενη φορά που θα εκτεθεί στο ίδιο ή σε παρόμοιο έργο δεν αναμένεται να το εκπληρώσει με τον ίδιο τρόπο. Συνεπώς η αξιοπιστία δεν μπορεί να θεωρηθεί ως μια εξαρτημένη μεταβλητή σε σχέση με μια ακολουθία σχετικών μαθησιακών έργων. Παράλληλα, επειδή τα υποκείμενα της έρευνας, είναι πολύπλοκα συστήματα των οποίων οι συμπεριφορές, εξαρτώνται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις αλλαγές των συνθηκών ή τους σκοπούς που αυτά έχουν, αυτό που αναμένεται να λάβει υπόψη του ο ερευνητής δεν είναι απλουστεύσεις που αφορούν την αναπαραγωγή των ίδιων αποτελεσμάτων. Αντίθετα, αυτό που χρειάζεται είναι

να παραχθούν από την έρευνα περιγραφές καταστάσεων, εξηγήσεις φαινομένων και μοντέλα που είναι πλήρη νοήματος, είναι άξια ανακοίνωσης στο ευρύ ερευνητικό κοινό και χρήσιμα στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική ξεπερνώντας βέβαια τα στενά όρια του περιβάλλοντος στο οποίο παράχθηκαν.

Η αλλαγή των σκοπών στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών αλλά και τα νέα παραδείγματα διδασκαλίας και μάθησης, που ανακύπτουν, έχουν οδηγήσει στην ανάγκη έρευνας νέων ζητημάτων και προβλημάτων, τα οποία δεν μπορούν να μελετηθούν αποτελεσματικά αποκλειστικά με τις μεθόδους οι οποίες στηρίζονταν σε παραδοσιακές υποθέσεις για τη φύση της διδασκαλίας και της μάθησης. Θα πρέπει όμως να αναφερθεί πως η ανάπτυξη των νέων ερευνητικών μεθοδολογιών δε συμβαδίζει με την ανάπτυξη των νέων εμφανιζόμενων προβλημάτων ή των καινούριων σύγχρονων προοπτικών.

Έτσι, οι ερευνητές αντιμετωπίζουν το παρακάτω δίλημμα, α) Να ακολουθήσουν επεξηγηματικές παραδοσιακές μεθοδολογίες της συμπεριφοράς και των αιτιών, χωρίς να διακινδυνεύουν να δοκιμάσουν τις δυνατότητες που τους προσφέρουν ποιο σύγχρονες μεθοδολογικές προσεγγίσεις, ή β) να χρησιμοποιήσουν πιο σύνθετες και λιγότερο παραδοσιακές ερευνητικές μεθόδους, διακινδυνεύοντας την απόρριψη τους εξαιτίας της ασάφειας τεκμηρίωσης των ερευνητικών συμπερασμάτων. Γνωρίζουμε, επίσης, πως οι ανθρώπινες δραστηριότητες και ενέργειες δεν απομονώνονται από τον πολιτισμό, συνεπώς οι επιδιωκόμενες αλλαγές στην έρευνα μπορεί να μην επιδοκιμάζονται από όλους τους ερευνητές ή οι επιδιωκόμενες προσπάθειες αλλαγών μπορεί να θεωρηθούν από κάποιους λανθασμένες ή υπερβολικά πρόωρες. Ο Tobin αναφέρει πως δεν προκαλεί κατάπληξη το γεγονός ότι η αλλαγή στις ερευνητικές πρακτικές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών καθυστερεί για τόσο πολλά χρόνια, αφού γνωρίζουμε πολύ καλά τη δυσκολία που υπάρχει στην αλλαγή νέων πρακτικών σε ένα δεδομένο πλαίσιο (Tobin et al, 1992). Επίσης ο Popper (1972) αναφέρει πως οι παραδόσεις στις κοινωνικές επιστήμες, μοιάζουν με τους νόμους των Φυσικών Επιστημών. Μένουν όλοι προσκολλημένοι σε αυτές μέχρις ότου κάτι νέο διεκδικήσει την πρωτοκαθεδρία και τις αντικαταστήσει (Romborg and Collins, 2000). Αυτή είναι πιθανότατα και η εξήγηση της καθυστέρησης της υιοθέτησης του εποικοδομητισμού ως πλαισίου αναφοράς για την έρευνα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στην εκπαίδευση. Επειδή πολλές από τις πρακτικές μας στην εκπαίδευση, συμπεριλαμβανομένων και των ερευνητικών πρακτικών, έχουν δομηθεί στη βάση του αντικειμενισμού, η αλλαγή σε μια μορφή έρευνας προσανατολισμένης στον εποικοδομητισμό, είναι δύσκολη διαδικασία.

Για να αλλάξει ένας πολιτισμός που κυριαρχείται από σημεία αναφοράς, τα οποία σχετίζονται με τον αντικειμενισμό, θέσεις που θεωρούνταν δεδομένες και αυτονόητες πρέπει να αναδομηθούν, και μεγάλος όγκος στοιχείων και πορισμάτων που υποστηρίζουν τις νέες υποθέσεις πρέπει να συγκεντρωθούν και να αξιολογηθούν. Μέσα σε έναν παραδοσιακό πλαίσιο εκπαιδευτικής έρευνας, πολλές ενέργειες θεωρούμενες από μια εποικοδομητική σκοπιά είναι απαγορευμένες. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο η αλλαγή είναι μια πολύ δύσκολη υπόθεση.

Τα τελευταία χρόνια, σημειώθηκαν σημαντικές αλλαγές στην ερευνητική μεθοδολογία καθώς σε ανεξάρτητα ερευνητικά προγράμματα πολλοί και σημαντικοί ερευνητές υιοθέτησαν ποιοτικές μεθόδους μελέτης. Η αναγκαιότητα

των αλλαγών αυτών δημιουργήθηκε από την έλλειψη ικανοποίησης για ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώνονταν. Θέλουμε για παράδειγμα να προσδιορίσουμε και να ερευνήσουμε τις κύριες κινητήριες δυνάμεις στο αναλυτικό πρόγραμμα των Φυσικών Επιστημών. Οι ποιοτικές μέθοδοι είναι κατάλληλες για να απευθύνουν τέτοια ερωτήματα, ακόμα κι αν δεν γίνονταν πλήρως αποδεκτές από όλους τους ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Ανοίγοντας το δρόμο για τις ποιοτικές μεθόδους, πρέπει να κινηθούμε πέρα από την ανάγκη για τη βεβαιότητα στην έρευνά μας και να υμνήσουμε την ύπαρξη ασαφειών. Το στοιχείο του ρίσκου δεν είναι τόσο μεγάλο καθώς το μεγαλύτερο μέρος της εκπαιδευτικής κοινότητας φάνηκε να βρίσκεται στα πρόθυρα της επανάστασης σε σχέση με τις μεθόδους της εκπαιδευτικής έρευνας και τις θεωρίες που εξηγούν καλύτερα τις εκπαιδευτικές πρακτικές.

Θα υποστηρίξω πως η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και στη χώρα μας βρίσκεται αυτή τη στιγμή σε ένα στάδιο ωριμότητας που θα της επιτρέψει σταδιακά να μετακινηθεί από την προσκόλληση της σε αυστηρά παραδοσιακές πειραματικές μεθόδους που υιοθετούν μια μηχανιστική και αναγωγιστική άποψη για την επιστήμη για να εφαρμόσει μεθόδους και πρακτικές που αποδίδουν ουσιαστική σημασία στη συστηματική και επιμελή ανάλυση της μαθησιακής διαδικασίας, ως ενός πρωταρχικά κοινωνικού συμβάντος (Kelly and Lesh, 2000). Τα τελευταία χρόνια, οι ερευνητές της εκπαίδευσης έχουν αφήσει τα γραφεία και τα εργαστήρια τους, έχουν περάσει την πόρτα του σχολείου, έχουν μπει μέσα στις τάξεις, έχουν διαπιστώσει την πολυπλοκότητα της μαθησιακής διαδικασίας και έχουν κατανοήσει ότι αυτός ο πολυδιάστατος κόσμος δεν μπορεί να περιγραφεί αποκλειστικά από παραδοσιακές ποσοτικές τεχνικές. Οι ερευνητές πεδίου σε θέματα εκπαίδευσης αναγνώρισαν τις κοινωνικές, πολιτιστικές, συστημικές, πολιτικές, γνωστικές, συναισθηματικές συνιστώσες της διδασκαλίας και μάθησης οι οποίες τους οδηγούν να επεκτείνουν το «οπλοστάσιο» του ερευνητή. Επιπλέον, τα προϊόντα της έρευνας, όλο και περισσότερο, προκύπτουν ως αποτέλεσμα μελετών βάσει σχεδίου οι οποίες εκτιμούν τη συμβολή των εκπαιδευτικών, των σχεδιαστών των αναλυτικών προγραμμάτων και των μαθητών.

Στο παρελθόν, τα ερευνητικά εκπαιδευτικά δρώμενα, αντλούσαν το κύρος τους στηριζόμενα σε μια σειρά από στατιστικές αναλύσεις. Σήμερα, κάθε επεισόδιο της μαθησιακής διαδικασίας θεωρείται σημαντικό και εναπόκειται στον ερευνητή ο δύσκολος ρόλος της επιλογής των κατάλληλων ερευνητικών εργαλείων που θα περιγράψουν αυτά τα φαινόμενα με ένα αποδοτικό και συστηματικό τρόπο. Υπάρχει δηλαδή μια μετακίνηση από ερευνητικά εγχειρήματα που υιοθετούσαν την απλή συλλογιστική αίτιο-αποτέλεσμα προς πρακτικές που δίνουν τη δέουσα προσοχή σε λεπτομερείς περιγραφές, αφηγήσεις και άλλες εθνογραφικές μεθόδους (Kelly and Lesh, 2000).

Είναι αναγκαίο στις μέρες μας, η έρευνα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών να επιχειρήσει να γεφυρώσει το χάσμα τέτοιων διλημάτων (ποσοτικές ή ποιοτικές μέθοδοι), όπως και το χάσμα μεταξύ της θεωρίας και της πράξης, εμπλέκοντας, μάλιστα πολύ συχνά ενεργά και τους εκπαιδευτικούς της τάξης στον εντοπισμό και τη διατύπωση των νέων προβλημάτων που θα μελετηθούν ή δίνοντας τους ρόλους κλειδιά στην όλη ερευνητική διαδικασία.

Τα νέα δεδομένα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών έχουν δημιουργήσει την ανάγκη για έρευνα σε νέα πεδία. Μερικά από τα πιο σημαντικά είναι τα ακόλουθα:

Νέο πεδίο έρευνας 1: Διαθεματική έρευνα (interdisciplinary inquiry)

Η ολοένα αυξανόμενη τάση για διαθεματικές ερευνητικές προσεγγίσεις δημιουργεί την ανάγκη απάντησης σε ερωτήματα για το εάν και το πως τέτοιες προσεγγίσεις μπορούν να εφαρμοστούν αποτελεσματικά.

Την τελευταία τριακονταπενταετία, η έρευνα δείχνει ότι η σκέψη στο παιδί διαμορφώνεται ποιοτικά (Piaget, 1974. Burner, 1974) και έχει τις καλύτερες πιθανότητες εξέλιξης μέσα από τη διαδικασία προσωπικών βιωμάτων μέσα σε κοινωνικό πλαίσιο (Vygotsky, 1978). Οι βασιζόμενες σε ολοκληρωμένο σχέδιο έρευνες (Project-based) παρέχουν υψηλά κίνητρα στους μαθητές ενώ ταυτόχρονα οδηγούν σε βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση.

Ωστόσο η επιτυχία μιας τέτοιας προσέγγισης εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες κάτω από τις οποίες οι μαθητές ασκούνται στις επιθυμητές δεξιότητες και αυξάνουν την πραγματογνωμοσύνη τους συμμετέχοντας σε κατάλληλες δραστηριότητες. Κατά πόσο μπορεί ο δάσκαλος να αναπτύξει συνεργατική σχέση καθοδήγησης μέσα σε τέτοιο πλαίσιο; Υποστηρίζεται πως η διαθεματική έρευνα, θα πρέπει να είναι ο κεντρικός στόχος κάθε σύγχρονου αναλυτικού προγράμματος. Για να είμαστε έτοιμοι γι' αυτό θα πρέπει να μελετήσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που μπορεί να έχει μια τέτοια εφαρμογή.

Νέο πεδίο έρευνας 2: Η ανάλυση των διαλόγων και η δικτύωση

Η ανάλυση των διαλόγων που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών προσφέρει σημαντικές ευκαιρίες για κατανόηση της ποιότητας της μαθησιακής διαδικασίας αλλά και του είδους μάθησης που επιτυγχάνεται. Σταδιακά, αναπτύσσονται νέες ερευνητικές μεθοδολογίες που αξιολογούν ως προς το περιεχόμενο αλλά και τις διαδικασίες τις αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα. Μια σημαντική διάσταση αυτού του είδους έρευνας είναι η μελέτη του πως ο διάλογος προωθεί την ανάπτυξη ανώτερων δεξιοτήτων της σκέψης. Η ανάλυση των συζητήσεων που λαμβάνουν χώρα στις αίθουσες διδασκαλίας είναι ένα άλλο πεδίο, όπου μπορεί να δει κανείς πως η συμμετοχή και η γλωσσική επικοινωνία μπορούν να προσφέρουν μοναδικές ευκαιρίες μάθησης. Άλλωστε, όπως υποστηρίζεται από πολλούς θεωρητικούς και ερευνητές, οι γνωστικοί συντονισμοί προέρχονται από κοινωνικούς συντονισμούς και άρα η νοημοσύνη έχει κοινωνική προέλευση (Vygotsky, 1978. Doise and Mugny, 1984)

Νέο πεδίο έρευνας 3: Οι νέες τεχνολογίες επικοινωνίας και πληροφορίας

Στην εποχή μας, έχουν διαμορφωθεί μια σειρά από σύγχρονες αντιλήψεις και αρχές για τη μάθηση και τη διδασκαλία και την ανάλογη χρήση και αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών της πληροφόρησης και της επικοινωνίας. Η υπολογιστική

υποστήριξη της μάθησης αποτελεί σήμερα ερευνητικό στόχο αρκετών επιστημών (Γνωστική Επιστήμη, Πληροφορική, Διδακτική των Φυσικών Επιστημών κ.λ.π.)

Εποικοδομητικές και κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις αποτελούν τη θεωρητική βάση όλων σχεδόν των σύγχρονων θεωριών που υποστηρίζουν τη χρήση των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι ερευνητές σε συνεργασία με τους εκπαιδευτικούς της πράξης, τους ειδικούς στη δημιουργία εκπαιδευτικού λογισμικού, τους κατασκευαστές αναλυτικών προγραμμάτων και όλους όσους εμπλέκονται στην εκπαιδευτική διαδικασία θα πρέπει να επιδιώξουν την εφαρμογή πιλοτικών εφαρμογών σε μικρή κλίμακα οι οποίες αφού αξιολογηθούν θετικά, θα μπορούν να διαδοθούν σε όλα τα σχολεία.

Νέο πεδίο έρευνας 4: Τεχνολογική εκπαίδευση και περιβαλλοντικές επιστήμες

Η Τεχνολογική εκπαίδευση και οι περιβαλλοντικές επιστήμες είναι σημαντικά πεδία στα οποία η έρευνα μπορεί να προσφέρει σημαντικές υπηρεσίες μιας και οι δυο κατευθύνσεις αποτελούν στις μέρες μας τις προκλήσεις του μέλλοντος. Όπως γνωρίζουμε δυο από τους σύγχρονους σκοπούς των Φυσικών Επιστημών είναι:

- Να αποκτήσουν οι μαθητές άποψη για το ρόλο της Τεχνολογίας στη σύγχρονη κοινωνία (τεχνολογικός αλφαριθμητισμός). Να αποκτήσουν οι μαθητές και να υιοθετήσουν θετικές στάσεις και αξίες σε σχέση με το περιβάλλον και να προβληματιστούν για τις επιπτώσεις (θετικές ή αρνητικές) των Φυσικών Επιστημών

Νέο πεδίο έρευνας 5: Ανάπτυξη νέων ερευνητικών μεθοδολογιών

Καθώς οι υποθέσεις για το πως πραγματοποιείται η μάθηση αλλάζουν, δημιουργείται η ανάγκη ανάπτυξης και νέων ερευνητικών μεθοδολογιών. Το ερώτημα είναι καίριο. Πως μπορούμε να παράγουμε αξιόπιστα αποτελέσματα, εφόσον γνωρίζουμε ότι πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τόσο πολλούς και διαφορετικούς παράγοντες; Μερικές απαντήσεις στο ερώτημα αυτό ήδη έχουν δοθεί, με την ανάπτυξη νέων ποιοτικών κυρίως μεθόδων, αλλά απομένουν πολλές ακόμα.

Προοπτικές της έρευνας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σήμερα αντιμετωπίζει δυο προκλήσεις.

α) Η πρώτη πρόκληση προέρχεται από τις σύγχρονες αντιλήψεις για το τι είναι μάθηση. Ο κονστρουκτιβισμός και οι άλλες θεωρίες μάθησης που αναδείχθηκαν μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο της κριτικής ή των προσπαθειών για θεωρητική και επιστημολογική θεμελίωση του αποτελούν την πρώτη πρόκληση.

- **εποικοδομητικές προσεγγίσεις,**
- **αντίληψη για την εγκατεστημένη γνώση (situated learning),**
- **κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις**

β) Η δεύτερη πρόκληση πηγάζει από τις καινούριες ευκαιρίες μάθησης που προσφέρουν οι Νέες Τεχνολογίες.

Η εξέλιξη της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών τις τελευταίες δεκαετίες είναι πράγματι αξιοσημείωτη. Αν κρίνει κανείς από τον όγκο των ερευνών που διεξάγονται τόσο στη χώρα μας όσο και σε παγκόσμια κλίμακα θα διαπιστώσει ότι το ενδιαφέρον μετατοπίζεται από το περιεχόμενο στις διδακτικές προσεγγίσεις και στο μαθητή ως υποκείμενο της μάθησης. Όσο βελτιώνονται οι γνώσεις μας για το πώς ο άνθρωπος μαθαίνει τόσο και η επιστήμη της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών θα εξελίσσεται και θα κάνει το έργο των μαθητών πιο εύκολο και συγχρόνως πιο αποτελεσματικό.

Για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών τίθενται στις μέρες μας πέντε βασικά ερωτήματα:

- *Τι έχει πετύχει και σε τι έχει αποτύχει η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες σήμερα;*
- *Τι είδους εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες χρειάζονται οι πολίτες του 21^{ου} αιώνα;*
- *Ποιο Θα πρέπει να είναι το περιεχόμενο των νέων προγραμμάτων σπουδών στις Φυσικές Επιστήμες;*
- *Ποιες προσεγγίσεις θα πρέπει να ακολουθούνται στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία έτσι ώστε να επιτυγχάνεται αποτελεσματικότερη μάθηση;*
- *Τι προβλήματα και ερωτήματα ανακύπτουν από την εφαρμογή καινοτομικών προγραμμάτων και πώς αυτά αντιμετωπίζονται;*

Βιβλιογραφία

1. Bruner, J. (1974). *Beyond the information given*. London: George Allen & Unwin.
2. Bybee, R. W., & McInerney, J. D. (1995). *Redesigning the science curriculum: A report on the implications of standards and benchmarks for science education*. Colorado Springs: BSCS.
3. Cobb, P., & Bauersfeld, H. (Eds.) (1995). *Emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
4. Cohen & Manion, (2000). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
5. Erlandson, D., Harris, E., Skipper, B., Allen, S. (1993). *Doing Naturalistic Inquiry: A Guide to Methods*, Newbury Park: Sage.
6. Feldman, A., & Minstrell, J. (2000). Action research as a research methodology for the study of the teaching and learning of science, στο A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (σ. 429-455). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
7. Kelly, A., & Lesh, R. (Eds.) (2000). *The Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
8. Lesh, R., & Lovitts, B. (2000). Research agendas: Identifying priority problems and developing useful theoretical perspectives, στο A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (σ. 45-71) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
9. Lesh, R., Lovitts, B., & Kelly, A. (2000). Purposes and assumptions of this book, στο A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (σ. 17-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
10. Lincoln, Y. S., & Guba, E. C. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
11. Piaget, J. (1974). *The language and thought of the child*. New York: New American Library.
12. Popper (1972). *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*. Oxford: Clarendon.
13. Romberg, T., & Collins, A. (2000). The impact of Standards-based reform on methods of research in schools, στο A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (σ.73-85). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
14. Schmidt, W. C. (1996), World Wide Web survey research: Benefits, potential problems, and solutions. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, in press.
15. Stake, R (1988). Case Study Research, στο Jaeger R (ed) *Complementary Methods for Research in Education*, American Educational Research Association.
16. Steffe, L. & Gale, J. (Eds.) (1995). *Constructivism in education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
17. Tobin, K., Tippins, D. & Hook, K. (1992). Critical reform of the science curriculum: a journey from objectivism to constructivism. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.
18. Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University.