

Εκπαιδευτικοί και επιστήμονες δουλεύοντας μαζί: Μαθαίνοντας και κατανοώντας τη γλώσσα που ο καθένας χρησιμοποιεί

Β. Σβολόπουλος

Λύκειο Γαλατά, neda@techlink.gr

Θεματική Ενότητα: Εκπαίδευση, Επιμόρφωση και Αξιολόγηση του εκπαιδευτικού των Φυσικών Επιστημών

Επίπεδο Εκπαίδευσης: Κατάρτιση, Επιμόρφωση

Κατηγορία Εργασίας: Μελέτη περίπτωσης

Περίληψη: Η ποιοτική αυτή έρευνα περιγράφει και αναλύει τις εμπειρίες εκπαιδευτικών που συνεργάστηκαν με επιστήμονες σε μια ερευνητική πρακτική άσκηση. Η πρακτική άσκηση που μελετήθηκε (παρατηρήσεις και συνεντεύξεις) ήταν το αποτέλεσμα μιας συνεργασίας μεταξύ ενός πανεπιστημίου και ενός εθνικού ερευνητικού εργαστηρίου στις Η.Π.Α. Οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην πρακτική άσκηση ήταν φοιτητές στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα "Εκπαίδευση στις θετικές επιστήμες" του πανεπιστημίου και η επιτυχής συμμετοχή τους στην πρακτική ήταν ισότιμη με το 1/5 των απαιτήσεων σε εξαμηνιαία μαθήματα για την ολοκλήρωση του Μάστερ. Επειδή ο κύριος σκοπός του ερευνητή στη μελέτη αυτή ήταν να παρουσιάσει μια λεπτομερή περιγραφή των εμπειριών των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν ενεργά σε διεξαγωγή επιστημονικής έρευνας, τέσσερις από τους δέκα εκπαιδευτικούς επιλέχθηκαν τελικά για να συμμετάσχουν στην παρούσα έρευνα. Μερικές από τις ερευνητικές ερωτήσεις που κατεύθυναν την παρούσα μελέτη, είχαν σχέση με τους τρόπους επικοινωνίας μεταξύ των εκπαιδευτικών και των επιστημόνων καθώς και με τους τρόπους που οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται και χρησιμοποιούν τη γλώσσα και τα εργαλεία της επιστήμης. Αν και οι εκπαιδευτικοί και οι επιστήμονες χρησιμοποιούσαν παρόμοιες επιστημονικές εκφράσεις και λέξεις όταν επικοινωνούσαν μεταξύ τους, τα νοήματα που ο καθένας απέδιδε στις λέξεις αυτές ήταν διαφορετικά. Οι διαφορές μεταξύ της επιστημο-εκπαιδευτικής γλώσσας και της επιστημονικής γλώσσας αναλύονται καθώς και οι επιπτώσεις σε μελλοντικές ερευνητικές πρακτικές.

Λέξεις Κλειδιά: Ερευνητικές πρακτικές ασκήσεις, εκπαιδευτικοί, επιστημονική γλώσσα

Scientists and Teachers Working Together: Learning to Understand Each Others' Language

V. Svolopoulos, Lyceum of Galatas, neda@techlink.gr

Conference Theme: Education, In-service training and assessment of Science Teachers

Educational Level: Initial and Continuous Training

Paper Classification: Case Study

Abstract: This qualitative study is about the experiences of science teachers working together with scientists in a science research internship. The internship studied (observations and interviews) was the result of a partnership between a university and a National Research Laboratory. Ten science teachers from the university's graduate teacher-education program participated in this science research internship which counted as a six-credit graduate course toward the completion of a Master's degree. Because the researchers' main goal in this study was to provide a detailed description of the experiences of science teachers engaged in scientific research, four of the ten teachers in the program were selected as research participants. Some of the research questions used in this study had to do with the ways teachers and scientists interacted during the course of this internship and the ways by which teachers perceived and used the language and tools of science. Although teachers and scientists used similar scientific words and expressions during communication, the meanings assigned to these words was different for each participant. The differences between the science education language and the science language are discussed as well as the implications for future research internships.

Keywords: Research internships, science teachers, science language

Εισαγωγή

Οι βελτιώσεις στα διδακτικά εγχειρίδια και στα αναλυτικά προγράμματα είναι μόνο μια λύση στο πρόβλημα της παρουσίας μιας αυθεντικής εικόνας (Martin et. al, 1990) των φυσικών επιστημών στα σχολεία. Είναι εξίσου σημαντικό όμως, να βελτιωθεί και η προετοιμασία των εκπαιδευτικών (Hart & Robottom, 1990; American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1989). Στο πλαίσιο αυτής της προσπάθειας, υποτίθεται ότι οι εκπαιδευτικοί που συμμετέχουν ενεργά σε ερευνητικές πρακτικές ασκήσεις (research internships) θα κατανοήσουν την ερευνητική διαδικασία και συγχρόνως θα ενημερωθούν για τις πρόσφατες εξελίξεις στις επιστήμες και την τεχνολογία (University of California, 1991). Η πρακτική άσκηση που μελετήθηκε ήταν το αποτέλεσμα μιας συνεργασίας μεταξύ ενός πανεπιστημίου και ενός εθνικού ερευνητικού εργαστηρίου στις Η.Π.Α. Οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην πρακτική άσκηση (διάρκειας 6-8 εβδομάδες) ήταν φοιτητές στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα "Εκπαίδευση στις θετικές επιστήμες" (Master in Science Education) του πανεπιστημίου και η επιτυχής συμμετοχή τους στην πρακτική ήταν ισότιμη με το 1/5 των απαιτήσεων σε εξαμηνιαία μαθήματα για την ολοκλήρωση του Μάστερ. Επειδή ο κύριος σκοπός του ερευνητή στη μελέτη αυτή ήταν να παρουσιάσει μια λεπτομερή περιγραφή των εμπειριών των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν ενεργά σε διεξαγωγή επιστημονικής έρευνας, τέσσερις από τους δέκα εκπαιδευτικούς επιλέχθηκαν τελικά για να

συμμετάσχουν στην παρούσα έρευνα. Οι καθημερινές παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών καθώς συμμετείχαν ενεργά στις ερευνητικές ομάδες όπως και οι συνεντεύξεις με τους επιστήμονες, τους εκπαιδευτικούς, άλλους ερευνητές-μεταπτυχιακούς φοιτητές στα εργαστήρια και το βοηθητικό προσωπικό, είχαν ως αποτέλεσμα την καταγραφή και την ανάλυση των εμπειριών των εκπαιδευτικών. Οι αρχικές ερευνητικές ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν και καθοδήγησαν τις παρατηρήσεις ήταν:

1. Τι νόημα έχουν για τους εκπαιδευτικούς οι, από πρώτο χέρι, ερευνητικές εμπειρίες;
 2. Με ποιους τρόπους οι εκπαιδευτικοί και οι επιστήμονες αντιλαμβάνονται διάφορες διαστάσεις της επιστημονικής έρευνας;
 3. Πώς οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται ότι η ερευνητική εμπειρία θα επηρεάσει τη διδασκαλία τους;
- Αποτέλεσμα της ταυτόχρονης συλλογής και ανάλυσης των ποιοτικών δεδομένων ήταν η διατύπωση επιπλέον ερευνητικών ερωτήσεων (που κατεύθυναν την παρούσα μελέτη), όπως:

Πώς οι εκπαιδευτικοί και οι επιστήμονες επικοινωνούν κατά τη διάρκεια της πρακτικής;

Πώς οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται και χρησιμοποιούν τη γλώσσα και τα εργαλεία της επιστήμης;

Με ποιους τρόπους οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται και αφομοιώνουν την κουλτούρα της επιστήμης;

Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε στο πλαίσιο του ποιοτικού παραδείγματος (Erickson, 1986). Το πεδίο διεξαγωγής της έρευνας ήταν το Εθνικό Ερευνητικό Εργαστήριο, το οποίο για την έρευνα αυτή θα αποκαλείται ως "εργαστήριο". Τα ονόματα της τοποθεσίας και όλων των συμμετεχόντων στην έρευνα έχουν αλλάξει ώστε να προστατευθεί η ανωνυμία τους. Η συμμετοχή των εκπαιδευτικών και των επιστημόνων στην παρούσα έρευνα ήταν εθελοντική, επιτρέποντας στον ερευνητή να παρατηρεί τις καθημερινές εργασίες τους, να συνομιλεί μαζί τους και να μαγνητοφωνεί τις συνεντεύξεις καθώς και να μελετά τα ημερολόγια (φωτοαντίγραφα) των εκπαιδευτικών. Όλοι οι εκπαιδευτικοί και οι επιστήμονες (εκτός ενός επιστήμονα) συμφώνησαν--μετά από γραπτή και προφορική αίτηση του ερευνητή--να συμμετάσχουν στην έρευνα αυτή. Οι τέσσερις εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν ονομάζονται Μπεν, Μπέτυ, Κιμ και Πόλα και οι αντίστοιχοι επιστήμονες-μέντορες, Τζέιμς, Λώρα, Κεν και Τομ.

Πλάνο συλλογής δεδομένων. Τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν κυρίως από παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών και από συνεντεύξεις όλων των συμμετεχόντων στην έρευνα. Για παράδειγμα, στο τέλος κάθε ημέρας, ο εκπαιδευτικός που είχε παρατηρηθεί εκείνη την ημέρα, συζητούσε με τον ερευνητή για περίπου 30 λεπτά σε μια άτυπη συνέντευξη. Εκτεταμένες σημειώσεις πεδίου και απομαγνητοφωνήσεις συνεντεύξεων, έγγραφα και αναφορές σχετικά με το εργαστήριο και το πρόγραμμα, καθώς και τα ημερολόγια των εκπαιδευτικών (απαιτούμενα από το πρόγραμμα), συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν. Επίσης, κάθε εκπαιδευτικός προετοίμασε μια πλήρη αναφορά στο τέλος της πρακτικής σχετικά με το επιστημονικό μέρος της εργασίας που συμμετείχε αλλά και σχετικά με την επιστημονική μεθοδολογία και τα εργαλεία της επιστήμης. Οι αναφορές αυτές συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν κατόπιν αδείας από τους εκπαιδευτικούς και τον σύμβουλο-καθηγητή τους από το Πανεπιστήμιο.

Κατά τη διάρκεια της πρακτικής οι εκπαιδευτικοί ξεναγήθηκαν στις εγκαταστάσεις του εργαστηρίου, παρακολούθησαν ειδικές διαλέξεις και συχνά είχαν ομαδικές συναντήσεις. Ο ερευνητής ακολούθησε και παρατήρησε τους εκπαιδευτικούς σ' όλες αυτές τις δραστηριότητες. Μια φορά την εβδομάδα, ο ερευνητής συναντούσε τους εκπαιδευτικούς (1-2 ώρες τον καθένα) εκτός των εργαστηρίων, συνήθως στις εστίες όπου διέμεναν, όπου και συζητούσε μαζί τους πιο αναλυτικά τις εμπειρίες τους. Η συλλογή και ανάλυση των δεδομένων είναι αλληλοεξαρτώμενες διαδικασίες στην ποιοτική έρευνα. Η συνεχής εναλλαγή μεταξύ των δύο αυτών φάσεων επέτρεψε στον ερευνητή να προβληματιστεί σχετικά με τα υπάρχοντα δεδομένα, να εστιάσει σε συγκεκριμένα ανερχόμενα "θέματα" και να παράγει νέες ερωτήσεις.

Συλλογή δεδομένων. Η συλλογή των δεδομένων διήρκεσε όσο και το πρόγραμμα της πρακτικής (περίπου 8 εβδομάδες). Ο ερευνητής επισκέφτηκε το εργαστήριο πέντε ημέρες την εβδομάδα και επίσης συναντήθηκε με τους υπεύθυνους του προγράμματος. Επιπλέον, πριν την έναρξη του προγράμματος είχε συναντήσεις με τους επιστήμονες, όπου συζητήθηκαν οι ερευνητικές εργασίες των εκπαιδευτικών και επισκέφτηκε τους χώρους όπου θα διεξαγόntonταν τα ερευνητικά έργα. Κατά τη διάρκεια των προκαταρκτικών αυτών επισκέψεων, ο ερευνητής συζητήσε και διαπραγματεύτηκε το χρόνο που θα αφιερωνόταν για τις παρατηρήσεις σε κάθε εκπαιδευτικό.

Για τις δυο πρώτες εβδομάδες, ο ερευνητής παρατήρησε όλους τους εκπαιδευτικούς (10) και τα κριτήρια για την επιλογή συγκεκριμένων εκπαιδευτικών για μια πιο επικεντρωμένη μελέτη, προέκυψαν από την ανάπτυξη ερωτήσεων και θεμάτων κατά τη διάρκεια της συνεχόμενης ανάλυσης των δεδομένων. Όπως οι Ely, Anzul, Friedman, Garner, & Steinmetz (1991) υποστηρίζουν: "οι ερωτήσεις αλλάζουν κατεύθυνση, γίνονται πιο συγκεκριμένες, και αλλάζουν από την αρχή σε μια κυκλική διαδικασία καθώς οι σημειώσεις πεδίου αυξάνονται, προβληματίζουν, αναλύονται και προσφέρουν επιπλέον κατευθύνσεις για μελέτη" (σ. 31). Στη συγκεκριμένη έρευνα αυτό έγινε σε κάποιο βαθμό, αλλά τα κριτήρια για την επιλογή των τεσσάρων εκπαιδευτικών βασίστηκαν σε πιο πρακτικούς παράγοντες. Για παράδειγμα, σε μια περίπτωση η συνεργασία του εκπαιδευτικού με τον επιστήμονα ήταν σχεδόν ανύπαρκτη και εφόσον η έμφαση της παρούσας έρευνας ήταν να μελετηθεί πώς οι εκπαιδευτικοί και οι επιστήμονες συνεργάζονται, κάτι τέτοιο ήταν αδύνατο και η περίπτωση αυτή δεν επιλέχθηκε για περαιτέρω μελέτη.

Σημαντικό ρόλο στη συλλογή των δεδομένων έπαιξαν και οι ανοικτές συνεντεύξεις με τους συμμετέχοντες (κυρίως τους εκπαιδευτικούς) στην έρευνα που πραγματοποιήθηκαν καθημερινά πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εργασία στα ερευνητικά έργα. Στις περιπτώσεις αυτές ο ρόλος του ερευνητή ήταν περισσότερο παθητικός (ακροατής), σε αντίθεση με τις κλειστές συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν στο τέλος κάθε εβδομάδας και στο τέλος του προγράμματος, όπου ο ρόλος του ερευνητή ήταν πιο ενεργός αφού ήδη είχε αναλύσει τις περισσότερες από τις δικές του σημειώσεις πεδίου, είχε μελετήσει τα ημερολόγια των εκπαιδευτικών και είχε πιο συγκεκριμένες ερωτήσεις σχετικά με την εμπειρία των εκπαιδευτικών. Μερικές από τις ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στις συνεντεύξεις, έχουν ως εξής:

1. Ποιες διαστάσεις της επιστημονικής έρευνας βρήκατε ποιο ενδιαφέρουσες;
2. Πόσο δύσκολο ήταν για σας να ασχοληθείτε με επιστημονικά προβλήματα;
3. Με ποιο τρόπο κατανοείτε την επιστημονική μέθοδο;
4. Γνωρίζετε εάν ο επιστήμονας-μέντοράς σας έχει τις ίδιες απόψεις σχετικά με την μέθοδο που χρησιμοποιήσατε;
5. Πως συγκρίνετε την εμπειρία αυτή με τις σπουδές σας στο πανεπιστήμιο;

Ανάλυση δεδομένων. Η ανάλυση και η ερμηνεία των δεδομένων βασίστηκαν κυρίως σε τεχνικές που παρουσιάστηκαν από την Ely et al. (1991), τους Lincoln και Guba (1985), και μερικές συστάσεις από τους Miles και Huberman (1984). Η ανάλυση των δεδομένων εφαρμόστηκε συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας στο πεδίο, καθώς η κωδικοποίηση και η σύνοψη των δεδομένων οδήγησαν στην διατήρηση, αλλαγή ή και απόρριψη των ερμηνειών. Η διαπίστωση "κατηγοριών" βοήθησε τον ερευνητή να οργανώσει τα δεδομένα κατά τη διάρκεια της ανάλυσης και η σύγκριση κατηγοριών, βρίσκοντας ορισμένες συνδέσεις μεταξύ τους, είχε ως αποτέλεσμα τον καθορισμό "θεμάτων". Το θέμα είναι μια πρόταση με νόημα που "(1) διατρέχει όλα ή τα περισσότερα σχετικά δεδομένα, ή (2) βρίσκεται στη μειονότητα αλλά εμπεριέχει δυνατό συναισθηματικό ή έμπρακτο αντίκτυπο" (Ely et al., 1991, σ. 150). Για παράδειγμα, θέματα όπως "Αισθάνομαι όπως ένας επιστήμονας" και "Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τη δική τους γλώσσα" χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Στην τελική ανάλυση--μετά την έρευνα πεδίου--εφαρμόστηκαν οι ίδιοι περίπου τρόποι ανάλυσης, με τη μόνη διαφορά ότι εφαρμόστηκαν στο σύνολο των δεδομένων. Στο σημείο αυτό πραγματοποιήθηκε και η σύγκριση των θεμάτων μέσα από εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα.

Αποτελέσματα

Η ανάλυση της πρώτης συνέντευξης με έναν από τους επιστήμονες είχε ως αποτέλεσμα τη βαθύτερη διερεύνηση δύο θεμάτων. Αναφερόμενος σε μεθόδους, εργαλεία και πειράματα, ακόμα και στην ονομασία του εργαστηρίου, ο επιστήμονας χρησιμοποιούσε ακρωνύμια τα οποία και ποτέ δεν εξηγούσε. Επίσης, η γλώσσα που μεταχειρίστηκε κατά τη διάρκεια της συνέντευξης ήταν παρόμοια μ' αυτή που ο ερευνητής είχε διαβάσει σ' ένα σχετικό με την έρευνα επιστημονικό άρθρο πριν την πρακτική. Δεν είναι σίγουρο αν ο επιστήμονας μιλούσε με τον τρόπο αυτό γιατί νόμιζε ότι ο ερευνητής είχε εκπαιδευτεί στη φυσική (δεν του είχε ανακοινωθεί κάτι παρόμοιο), ή γιατί αυτός ήταν ο συνηθισμένος τρόπος με τον οποίο επικοινωνούσε με άτομα εκτός του περιβάλλοντός του. Ο ερευνητής δεν ήταν εξοικειωμένος με τους περισσότερους όρους και ιδέες που ανέφερε ο επιστήμονας και τότε συνειδητοποιήθηκε ο λόγος για τον οποίο όλοι οι εκπαιδευτικοί ένοιωσαν άβολα όταν μελέτησαν μια σειρά από επιστημονικά άρθρα σχετικά με το ερευνητικό τους έργο πριν την έναρξη της πρακτικής. Είναι κατανοητό γιατί οι επιστήμονες και οι τεχνικοί του εργαστηρίου χρησιμοποιούν ένα σύστημα σύντομης επικοινωνίας μεταξύ τους μετά από τόσα χρόνια καθημερινής ενασχόλησης στο δικό τους περιβάλλον. Δεν ήταν όμως αναμενόμενο το γεγονός, ότι οι επιστήμονες δεν αντιλήφθηκαν την ανάγκη να εξηγήσουν τη γλώσσα αυτή σε κάποιον που δεν ανήκε στον κύκλο τους. Μετά το τέλος της πρώτης εβδομάδας όλοι οι εκπαιδευτικοί εξοικειώθηκαν με τις περισσότερες λέξεις και εκφράσεις ρωτώντας διάφορα άτομα στο εργαστήριο, κοιτάζοντας σε βιβλία και εκθέσεις-αναφορές του εργαστηρίου. Επίσης, άρχισαν να χρησιμοποιούν τις ίδιες εκφράσεις όταν επικοινωνούσαν μεταξύ τους, με τους επιστήμονες καθώς και με τον ερευνητή. Πολύτιμος χρόνος όμως χάθηκε για τους εκπαιδευτικούς προσπαθώντας να μάθουν όλες αυτές τις λέξεις και εκφράσεις στην αρχή της πρακτικής, κάτι που θα μπορούσε να γίνει πριν την έναρξη του προγράμματος.

Μαθαίνοντας μια νέα γλώσσα. Με βάση τα δεδομένα από τις παρατηρήσεις και τις συνεντεύξεις καθώς και την ανάλυση των ημερολογίων των εκπαιδευτικών, παρατηρήθηκε μια αλλαγή στη γλώσσα που χρησιμοποίησαν οι εκπαιδευτικοί για να περιγράψουν τις καθημερινές ερευνητικές εμπειρίες τους. Συνηθισμένη, καθημερινή γλώσσα χρησιμοποιήθηκε από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διάρκεια της πρώτης εβδομάδας, ενώ προς το τέλος της πρακτικής η γλώσσα που χρησιμοποίησαν--ακόμα και όταν επικοινωνούσαν με τον ερευνητή--ήταν παρόμοια μ' αυτή των επιστημόνων. Η εργασία του Hugh Munby (1976) σχετικά με τη γλώσσα στη διδακτική των φυσικών επιστημών βοήθησε στην ανάλυση των παρατηρήσεων του ερευνητή. Ο Munby βασίστηκε στην ανάλυση του Stephen Toulmin (1953), και συγκεκριμένα στις έννοιες της καθημερινής και επιστημονικής γλώσσας καθώς και στην "μεταβολή της γλώσσας" (language-shift). Συγκεκριμένα, ο Munby αναφέρει ότι "υπάρχουν δύο πλαίσια στα οποία η επιστημονική επικοινωνία μπορεί να κατανοηθεί: της επιστημονικής και της καθημερινής γλώσσας," και ότι μια "μεταβολή της γλώσσας" συμβαίνει, η οποία είναι "το αποτέλεσμα του τρόπου με τον οποίο γνώριμες εκφράσεις αποκτούν καινούργιο νόημα στις επιστήμες. Αν και οι λέξεις είναι οι ίδιες, το πλαίσιό τους έχει αλλάξει και επομένως και το νόημά τους" (σ. 117). Δεν παρατηρήθηκε καμία "μεταβολή της γλώσσας" από τη μεριά των επιστημόνων όταν επικοινωνούσαν με τους εκπαιδευτικούς, αλλά υπήρχαν αρκετές

μεταβολές από τη μεριά των εκπαιδευτικών. Αρχικά, φάνηκε ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί ήταν εξοικειωμένοι με την επιστημονική γλώσσα, αλλά μετά από βαθύτερη ανάλυση συνειδητοποιήθηκε ότι η γλώσσα των εκπαιδευτικών ήταν διαφορετική από την καθημερινή γλώσσα και ότι παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της γλώσσας τους--την οποία ονομάζουμε "επιστημο-εκπαιδευτική" (science education language) και αυτής που χρησιμοποιούσαν οι επιστήμονες. Για παράδειγμα, η λέξη πρωτεΐνη, έχει στην καθημερινή γλώσσα ένα συγκεκριμένο νόημα το οποίο είναι διαφορετικό από αυτό που τις αποδίδουν οι εκπαιδευτικοί και ακόμα πιο διαφορετικό από αυτό που τις αποδίδουν οι επιστήμονες. Τουλάχιστον τρεις από τους εκπαιδευτικούς συμμετείχαν σε ερευνητικά έργα που είχαν σχέση με πρωτεΐνες. Οι εκπαιδευτικοί γνώριζαν ότι η πρωτεΐνη είναι ένα μεγάλο μόριο με συγκεκριμένες ιδιότητες, αλλά ειδικότερα ένας εκπαιδευτικός ποτέ δεν είχε σκεφτεί τη δομή του μορίου με τρόπους παρόμοιους αυτών των επιστημόνων. Οι επιστήμονες έβλεπαν τα μόρια ως ένα τρισδιάστατο πλέγμα ατόμων συνδεδεμένα μεταξύ τους σε συγκεκριμένες γωνίες και με συγκεκριμένα επίπεδα ενεργειών. Επιπλέον, μορφές ατομικών σχηματισμών φαίνεται ότι είχαν συγκεκριμένες λειτουργίες μέσα στις πρωτεΐνες. Σε μια περίπτωση, μια εκπαιδευτικός φάνηκε να είναι εξοικειωμένη με την επιστημονική εικόνα και άρχισε να δουλεύει άμεσα στον προσδιορισμό της ενέργειας ενός συγκεκριμένου σχηματισμού ατόμων. Στην περίπτωση αυτή, η επικεφαλής της επιστημονικής ομάδας είπε: *"Η Μπέτυ ποτέ πριν δεν είχε κοιτάξει τη δομή, το σχήμα και τη γεωμετρία των μορίων με τους τρόπους που χρησιμοποιούμε εδώ, αλλά μάλλον γρήγορα εξοικειώθηκε με το μοντέλο αυτό"*, αν και υπήρχαν κάποιες διαστάσεις της εικόνας αυτής που η Μπέτυ *"δεν είναι δυνατόν να κατανοήσει σε μόνο 6 εβδομάδες."* Σε μια άλλη περίπτωση, ένας εκπαιδευτικός χρειάστηκε κοντά στις 6 εβδομάδες για να κατανοήσει μερικές βασικές ιδέες περί πρωτεϊνών, αν και στη δική του περίπτωση χρειάστηκε περίπου 3 εβδομάδες για να εξοικειωθεί με τη σχετική τεχνολογία (υπολογιστικά εργαλεία και βάσεις δεδομένων). Παρόμοιες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν και στους άλλους εκπαιδευτικούς, όπως για παράδειγμα στην Κιμ, όπου απαιτήθηκε για την ερευνητική της εργασία να δουλέψει με πρωτόνια και ειδικότερα με τη μέθοδο του μαγνητικού συντονισμού (MRI). Όταν η Κιμ άρχισε να μελετά άρθρα για τη μέθοδο αυτή, ήξερε ήδη ότι τα πρωτόνια είναι υποατομικά σωματίδια με συγκεκριμένο ηλεκτρικό φορτίο και μάζα και ότι ορισμένες ιδιότητες των πρωτονίων, όπως η μαγνητική στροφορμή, παίζουν σημαντικό ρόλο στην MRI διαδικασία. Παρουσιάζοντας όμως τα πρωτόνια αποκλειστικά ως μια σειρά από μαθηματικές εξισώσεις ήταν μια εικόνα τελείως άγνωστη σ' αυτήν. Πρωτεΐνες και πρωτόνια μεταξύ εκατοντάδων άλλων, ήταν λέξεις και εκφράσεις που χρησιμοποιήθηκαν από τους επιστήμονες και τους εκπαιδευτικούς, αλλά πολλές φορές με διαφορετικά νοήματα. Οι εκπαιδευτικοί σταδιακά ήρθαν πιο κοντά στο νόημα των επιστημόνων αλλά οι διαφορές αυτές δημιούργησαν πολλά προβλήματα στην μεταξύ τους επικοινωνία.

Συμπεράσματα

Μια αναλογία παρόμοια με αυτή που χρησιμοποίησε ο Bruno Latour (1987), μπορεί να βοηθήσει τον αναγνώστη να κατανοήσει τα διαφορετικά νοήματα που αποδίδουν στην ίδια λέξη οι επιστήμονες και οι εκπαιδευτικοί. Αν σκεφτούμε την πρωτεΐνη ως ένα κλειστό κουτί, τότε οι επιστήμονες και οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν την ίδια λέξη όταν αναφέρονται στο κουτί. Οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν ορισμένα πράγματα για το κουτί, όπως τη μάζα και το φορτίο του, τη χρησιμότητά του και τη θέση του ανάμεσα σε άλλα παρόμοια κουτιά, καθώς και κάποιες γενικές ιδέες για το περιεχόμενό του. Σε αντίθεση, οι επιστήμονες ορίζουν το κουτί περιγράφοντας και αναλύοντας τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους τα περιεχόμενα του κουτιού συνδέονται μεταξύ τους. Η Dorothy Nelkin (1987) στο βιβλίο της *Selling Science* ανέλυσε τους τρόπους με τους οποίους ο τύπος καλύπτει τις επιστήμες και την τεχνολογία, και πως οι δημοσιογράφοι αντιλαμβάνονται και παρουσιάζουν τις επιστημονικές ανακαλύψεις. Ειδικά σε θέματα γλώσσας, είναι δυνατόν να συγκριθούν οι δημοσιογράφοι με τους εκπαιδευτικούς, όπως αναφέρει η Nelkin: *"Η γλώσσα είναι με τέτοιο τρόπο οργανωμένη ώστε να απευθύνεται στο υπόβαθρο και στις αντιλήψεις του κοινού. Οι επιστήμονες απευθύνουν την επαγγελματική τους επικοινωνία σ' ένα κοινό που έχει εκπαιδευτεί στο γνωστικό τους αντικείμενο. Υπολογίζουν ότι οι αναγνώστες [στην περίπτωση αυτή οι εκπαιδευτικοί] θα αφομοιώσουν τις πληροφορίες με αναμενόμενους τρόπους"* (σ. 177). Οι περισσότεροι επιστήμονες υπέθεσαν ότι οι εκπαιδευτικοί των φυσικών επιστημών έχουν εκπαιδευτεί και προετοιμαστεί με επάρκεια στην ειδικότητά τους και ότι η προετοιμασία αυτή θα τους επέτρεπε να επικοινωνούν και να κατανοούν την επιστήμη στο επίπεδο των επιστημόνων. Επιπλέον, με βάση τις συνεντεύξεις των επιστημόνων, αποκαλύφθηκε ότι οι επιστήμονες ήταν ενήμεροι για τις διαφορές μεταξύ των μεταπτυχιακών φοιτητών στις θετικές επιστήμες που συμμετείχαν στα ερευνητικά έργα και των εκπαιδευτικών. Δεν είναι σίγουρο όμως, ότι αντιλήφθηκαν ότι οι εκπαιδευτικοί ήταν πιο εξοικειωμένοι με την επιστημο-εκπαιδευτική γλώσσα παρά με την επιστημονική. Οι διαφορές μεταξύ των δύο αυτών γλωσσών εμφανίστηκαν ξεκάθαρα όταν οι εκπαιδευτικοί προσπάθησαν να μεταφέρουν τις ερευνητικές εμπειρίες τους στους μαθητές τους, ένα θέμα που εξετάζεται από μια άλλη έρευνα. Παρά τις δυσκολίες που συνάντησαν οι εκπαιδευτικοί από την αρχή της πρακτικής άσκησης με την επιστημονική γλώσσα, κατόρθωσαν να ξεκινήσουν και να ολοκληρώσουν τις ερευνητικές τους εργασίες. Αυτό έγινε κυρίως με τη βοήθεια των επιστημόνων, των τεχνικών στα εργαστήρια και των φοιτητών (οι περισσότεροι σε επίπεδο διδακτορικού) που συμμετείχαν στις ερευνητικές ομάδες. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί, πριν και κατά τη διάρκεια της πρακτικής μελέτησαν έναν μεγάλο αριθμό επιστημονικών άρθρων και βιβλίων σχετικά με το ερευνητικό τους θέμα. Αλλά, διαβάζοντας άρθρα και βιβλία δεν ήταν αρκετό για να τους προετοιμάσει με επάρκεια για αυτό που θα ακολουθούσε: Την από πρώτο χέρι εμπειρία λύσης επιστημονικών προβλημάτων.

Βιβλιογραφία

- American Association for the Advancement of science (1989). *Project 2061: Science for all Americans*. Washington, DC: Author.
- Ely, M., Anzul, M., Friedman, T., Garner, D., & Steinmetz, A. M. (1991). *Doing qualitative research: Circles within circles*. London: The Falmer Press.
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M. C. Wittrock Ed., *Handbook of research on teaching* (3rd ed.). New York: Macmillan.
- Hart, E. P., & Robottom, I. M. (1990). The science-technology-society movement in science education: A critique of the reform process. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 575-588.
- Latour, B. (1987). *Science in action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lincoln, V. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills: Sage.
- Martin, B., Kass, H., & Brouwer, W. (1990). Authentic science: A diversity of meanings. *Science Education*, 74, 541-554.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1984). *Qualitative data analysis*. Beverly Hills: Sage.
- Munby, H. A. (1976). Some Implications of language in science education. *Science Education*, 60, 115-124.
- Nelkin, D. (1987). *Selling science: How the press covers science and technology*. New York: W. H. Freeman.
- Toulmin, S. (1953). *The philosophy of science: An introduction*. London: Hutchinson.
- University of California (1991, October). *Sharing our successes*. Proceedings from the National Conference of Scientific Work Experience Programs for K-12 Teachers. Berkeley, CA: Author.