

Η εννοιολογική ανάπτυξη των παιδιών μέσα από τη χρήση της γλώσσας: η περίπτωση των εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Γεώργιος Μαλανδράκης

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας – ΠΤΔΕ (Π.Δ.407/80) gmalandr@edc.uoc.gr

Περίληψη. Η παρούσα έρευνα στηρίζεται στο θεωρητικό πλαίσιο του εποικοδομισμού και της κοινωνικο-πολιτισμικής θεωρίας και διερευνάται η εννοιολογική ανάπτυξη παιδιών δημοτικού μέσα από τη χρήση της γλώσσας. Πήραν μέρος 14 μαθητές/τριες έκτης τάξης οι οποίοι συμμετείχαν σε ομαδικές πειραματικές δραστηριότητες διάρκειας 20 ωρών σχετικά με τη λειτουργία της γεννήτριας και των διαφόρων τύπων ηλεκτροπαραγωγικών εργοστασίων. Από την ανάλυση των συνεντεύξεων των παιδιών σχηματίστηκαν τα μαθησιακά τους μονοπάτια και προέκυψε ότι αλλαγές στην κατανόησή τους εκφράζονται μέσα από τις λέξεις και τους όρους που χρησιμοποιούν. Επίσης, διαπιστώθηκαν τρεις κατηγορίες εννοιολογικής ανάπτυξης: (α) η συνεπής με τις επιστημονικές αντιλήψεις τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία (2 παιδιά), (β) η μεταβατική, από αντιλήψεις μη συμβατές με τις επιστημονικές πριν τη διδασκαλία προς αντιλήψεις σύμφωνες με τις επιστημονικά αποδεκτές μετά από αυτή (έξι παιδιά), και (γ) η ασυνεπής όπου πριν και μετά τη διδασκαλία τα παιδιά είχαν μη επιστημονικά κατανόηση των υπό μελέτη θεμάτων (έξι παιδιά).

Εισαγωγή - Θεωρητικό πλαίσιο

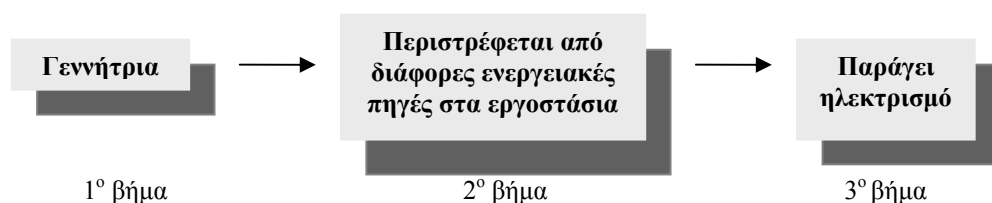
Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια να μελετηθεί η εννοιολογική ανάπτυξη παιδιών έκτης δημοτικού, μέσα από τη χρήση της γλώσσας, για το θέμα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στους διαφόρους τύπους ηλεκτροπαραγωγικών εργοστασίων.

Εννοιολογική αλλαγή

Η διδακτική των φυσικών επιστημών κυριαρχείται από τον εποικοδομισμό, βασική αρχή του οποίου είναι ότι η γνώση δεν είναι δεδομένη και ότι ο μαθητής δομεί μόνοις του τη νέα γνώση με βάση τα ερεθίσματα που δέχεται από το περιβάλλον. Δεσπόζουσα θέση στη θεωρία του εποικοδομισμού κατέχει η εννοιολογική αλλαγή. Σύμφωνα με τους Vosniadou & Ioannides (1998) ο όρος 'εννοιολογική αλλαγή' δηλώνει ότι η εννοιολογική ανάπτυξη συμπεριλαμβάνει όχι μόνο τον εμπλουτισμό των υπάρχοντων δομών αλλά και την ουσιαστική επαναοργάνωση ή επαναδόμησή τους' (σ.1226; Vosniadou, 1999). Η παραπάνω έννοια της εννοιολογικής αλλαγής έχει σήμερα αμφισβητηθεί από ορισμένους ερευνητές, κυρίως επειδή η εννοιολογική αλλαγή είναι μάλλον μια αργή και σταδιακή διαδικασία παρά μια απότομη αλλαγή θεωρίας (Vosniadou, 1999). Επίσης, είναι πολύ σημαντικό να διακρίνουμε την διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής από το τελικό αποτέλεσμά της (Vosniadou & Ioannides, 1998). Σε γενικές γραμμές υπάρχουν δύο τύποι εννοιολογικής αλλαγής: (α) η ασθενής γνωστική επαναδόμηση, αφομοίωση ή εννοιολογική σύλληψη, και (β) η ισχυρή/ριζική γνωστική επαναδόμηση, συμμόρφωση ή εννοιολογική ανταλλαγή (Harrison & Treagust, 2001). Ωστόσο, η εννοιολογική αλλαγή σήμερα θεωρείται ότι δηλώνει μαθησιακά μονοπάτια από τις αντιλήψεις των παιδιών πριν τη διδασκαλία προς τις επιστημονικές έννοιες που πρέπει να μαθευτούν και με αυτή την προοπτική χρησιμοποιείται στην παρούσα έρευνα (Duit, 1999).

Ο Duit (1999) προτείνει δύο κύρια μονοπάτια εννοιολογικής αλλαγής από τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των παιδιών προς τις επιστημονικές έννοιες: (α) το συνεχές (εξελικτικό) και (β) το ασυνεχές (επαναστατικό). Το συνεχές μονοπάτι μπορούμε να το διακρίνουμε σε (i) αυτό που ξεκινά από τις ιδέες των παιδιών, και (ii) σε αυτό όπου κάνουμε επανερμηνεία των ιδεών τους. Όταν ξεκινάμε από τις ιδέες των παιδιών ή από κάποια μέρη των γνώσεών τους, η υπό μελέτη έννοια αναπτύσσεται βήμα-βήμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν αναλογίες για να βοηθήσουν την κατανόησή της. Στην περίπτωση που έχουμε ‘επανερμηνεία’ των προϋπάρχουσων ιδεών των παιδιών σκοπός μας είναι χρησιμοποιήσουμε ξανά τις ιδέες αυτές, αλλά αυτή τη φορά ερμηνεύονται με ένα νέο τρόπο. Αντίθετα, στην περίπτωση του ασυνεχούς μονοπατιού έχουμε μια ισχυρή αντίθεση ανάμεσα στις αντιλήψεις των παιδιών και τις επιστημονικές έννοιες και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούμε τις στρατηγικές της γνωστικής σύγκρουσης προκειμένου να επιτύχουμε την εννοιολογική αλλαγή. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε τρία είδη γνωστικής σύγκρουσης: (α) ανάμεσα στις προβλέψεις των παιδιών και τα πειραματικά αποτελέσματα, (β) ανάμεσα στις ιδέες των παιδιών και αυτές του δασκάλου και (γ) ανάμεσα στις ιδέες των διαφόρων παιδιών.

Αν και ο Duit (1999) με τον όρο μαθησιακά μονοπάτια αναφέρεται κυρίως σε αυτά που χρειάζεται να γίνει ουσιαστική επαναδόμηση των υπαρχόντων εννοιολογικών δομών, στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε κυρίως το συνεχές μονοπάτι. Αυτό συμβαίνει κυρίως διότι από τις πρώτες κιόλας συνεντεύξεις με τους μαθητές/τριες έγινε εμφανές ότι οι περισσότεροι είχαν περιορισμένη ή ασαφή κατανόηση σχετικά με τα υπό εξέταση θέματα. Επομένως, δεν υπήρχαν ισχυρές εσωτερικές νοητικές δομές οι οποίες χρειαζόνταν να αλλάξουν σημαντικά, να επαναδομηθούν ή να προκαλέσουν γνωστική σύγκρουση. Η εννοιολογική ανάπτυξη των παιδιών σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για εμπορικούς σκοπούς δομήθηκε σταδιακά, ακολουθώντας το παρακάτω μαθησιακό μονοπάτι το οποίο εισήχθη κατά τη διάρκεια διδακτικής παρέμβασης και διερευνήθηκε μέσω της χρήσης της γλώσσας. Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια της ίδιας διδακτικής παρέμβασης όλοι οι μαθητές, πλην της Ελισάβετ, είχαν εξοικειωθεί και κατακτήσει την έννοια της γεννήτριας, ότι δηλαδή αυτή αποτελείται από πηνίο και μαγνήτη τα οποία περιστρέφονται το ένα ως προς το άλλο προκειμένου να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα.



Σχήμα 1. Μαθησιακό μονοπάτι που ακολουθήθηκε κατά τη διδακτική παρέμβαση.

Η κοινωνικό-πολιτισμική προοπτική για την εννοιολογική αλλαγή

Σε αντίθεση με τον ριζικό εποικοδομιστικό οποίος υπερτονίζει την ατομική γνώση στην μαθησιακή διαδικασία, οι Mortimer and Machado (2000) προτείνουν ότι πρέπει να υπάρξει αλλαγή του ενδιαφέροντος από την προσωπική δόμηση της γνώσης στη γλωσσική αλληλεπίδραση, κάτι το οποίο σημαίνει και μια αντίστοιχη αλλαγή του ενδιαφέροντος από το ατομικό στο κοινωνικό επίπεδο. Σύμφωνα με τη Βιγκοτσιανή και νέο-Βιγκοτσιανή προοπτική, η γνώση των παιδιών διαμορφώνεται κυρίως από τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και ότι οι ανώτερες κοινωνικές λειτουργίες του ατόμου προέρχονται από αυτού του τύπου τις αλληλεπιδράσεις (Venville, 2004). Σύμφωνα με το γενικό νόμο της πολιτισμικής ανάπτυξης του Vygotsky *‘κάθε ανώτερη ψυχολογική λειτουργία εμφανίζεται δύο φορές, πρώτα στο κοινωνικό πεδίο και μετά στο ψυχολογικό. Πρώτα δηλαδή εμφανίζεται μεταξύ των ανθρώπων ως μία δια-ψυχολογική κατηγορία (intersychological) και μετά στο άτομο ως μια ενδο-ψυχολογική*

(*intrapsychological*).’ (Vygotsky, 1978, σ.57). Ο ίδιος ερευνητής εισήγαγε και τον όρο ‘εσωτερικευση’ (*internalisation*) για να περιγράψει τη διαδικασία κατά την οποία η μάθηση εννοιών περιλαμβάνει τη μεταμόρφωση μιας δια-ψυχολογικής διαδικασίας ή έννοιας σε μια ενδο-ψυχολογική (Vygotsky 1978, σ.91).

Ένα άλλο σημαντικό σημείο της θεωρίας του Vygotsky είναι ότι η ανθρώπινες κοινωνικές και ψυχολογικές διαδικασίες διαμεσολαβούνται από τα επονομαζόμενα ‘εργαλεία’ (*ψυχολογικά και τεχνικά*) συμπεριλαμβανομένης και της συζήτησης, και εμείς θα πρέπει να εστιάσουμε το ενδιαφέρον μας σε αυτά τα εργαλεία και ιδιαίτερα τα ψυχολογικά με σκοπό να κατανοήσουμε την ανθρώπινη δράση (Venville, 2004; Shepardson, 1999). Τα ψυχολογικά εργαλεία ούτε εφευρίσκονται ούτε ανακαλύπτονται από τα άτομα ανεξάρτητα από τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις: ‘*προσαρτώνται*’ (Shepardson, 1999, σ.628). Τα άτομα αποκτούν πρόσβαση στα ψυχολογικά εργαλεία με το να αποτελούν μέρος του κοινωνικο-πολιτισμικού περιβάλλοντος. Σύμφωνα με αυτή την προοπτική η γλώσσα και οι λέξεις μπορούν να ειπωθούν ως το ψυχολογικό εργαλείο της σκέψης. Ο Vygotsky (1986) ισχυρίζεται ότι ‘*τα σημάδια διαμεσολαβούν τη σκέψη εξωτερικά, αλλά επίσης την διαμεσολαβούν και εσωτερικά, αυτή τη φορά από το νόημα των λέξεων ... Η σκέψη πρέπει πρώτα να περάσει μέσα από τα νοήματα και μόνο μετά μέσα από τις λέξεις*’ (σ.251-252). Η αλληλεπίδραση μεταξύ ψυχολογικών και τεχνικών εργαλείων είναι εξαιρετικά σημαντική για τη δημιουργία του ενδο-ψυχολογικού πεδίου. Ωστόσο, αν και τα τεχνητά εργαλεία παρέχουν στα παιδιά πρόσβαση σε διαφορετικές προοπτικές, μόνο μέσω των ψυχολογικών εργαλείων βλέπουν τα παιδιά τα φαινόμενα από διαφορετική προοπτική. Η μάθηση περιλαμβάνει την αλλαγή προοπτικής, το να μαθαίνεις δηλαδή να βλέπεις τα πράγματα ή τις καταστάσεις από ένα διαφορετικό σημείο αναφοράς. Τα ψυχολογικά εργαλεία τα οποία προσαρτώνται μέσω των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων παρέχουν πρόσβαση σε ένα νέο πλαίσιο αναφοράς (Rogoff, 1990).

Ο Vygotsky επίσης εισήγαγε την έννοια της ‘ζώνης εγγύτατης ανάπτυξης’ (*ZEA*). Σύμφωνα με αυτόν ‘*η ζώνη εγγύτατης ανάπτυξης ενός παιδιού είναι η απόσταση ανάμεσα στην πραγματική του επίδοση, καθορισμένη με την βοήθεια ανεξαρτήτων επιλυμένων τεστ, και το επίπεδο της εν δυνάμει ανάπτυξης του, καθορισμένο με τη βοήθεια τεστ τα οποία επιλύθηκαν με την καθοδήγηση ενηλίκων και σε συνεργασία με τους πιο έμπνους συμμαθητές του*’ (Shayer, 2003, σ.470). Οι διδακτικές επιπτώσεις από τη ζώνη προκειμένης ανάπτυξης είναι αυτές που συνιστά ο Vygotsky ‘*να διδάσκετε στα όρια της ZEA των μαθητών/τριών αλλά όχι παραπέρα*’ (Shayer, 2003, σ.470).

Στην παρούσα έρευνα, η χρήση της γλώσσας από τα παιδιά χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να αποκτήσουμε πρόσβαση σε όψεις της εννοιολογικής τους ανάπτυξης. Μέσω του ψυχολογικού εργαλείου της γλώσσας τα παιδιά προσάρτησαν λέξεις και διευκολύνθηκαν στη διαμεσολάβηση επιστημονικών εννοιών από το δια-ψυχολογικό στο ενδο-ψυχολογικό πεδίο. Με τον τρόπο αυτό έννοιες οι οποίες συνδέονται με την παραγωγή ηλεκτρισμού σε εμπορικούς σταθμούς εσωτερικεύθηκαν, βοηθώντας τα να μετακινηθούν από τις καθημερινές έννοιες προς τις επιστημονικά αποδεκτές, ακολουθώντας το μαθησιακό μονοπάτι που εισήχθη κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (βλ. Σχήμα 1).

Η ταυτότητα της έρευνας

Η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί μέρος γενικότερης έρευνας για την εννοιολογική ανάπτυξη μαθητών/τριών ΣΤ’ δημοτικού, μετά από διδακτική παρέμβαση, σχετικά με τη λειτουργία της γεννήτριας και τους διάφορους τύπους ηλεκτροπαραγωγικών εργοστασίων. Διεξήχθη σε μία συνηθισμένη έκτη τάξη δημοτικού σχολείου όπου φοιτούσαν 14 παιδιά και περιελάμβανε τη λήψη συνέντευξης, με τη μέθοδο της συνέντευξης πάνω σε συγκεκριμένες καταστάσεις (Gilbert et al., 1985) τόσο πριν όσο και μετά από σχετική διδακτική παρέμβαση που διήρκεσε περίπου 20 διδακτικές ώρες. Κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές/τριες

συμμετείχαν σε ομαδικές δραστηριότητες με αγωγούς, μπαταρίες, πηνία, μαγνήτες και γεννήτριες προκειμένου να κατανοήσουν τις βασικές αρχές παραγωγής ηλεκτρισμού με τη χρήση γεννήτριας. Στη συνέχεια εισήχθη το μαθησιακό μονοπάτι (βλ. Σχήμα 1) το οποίο σχετιζόταν με τους τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στους διάφορους τύπους εργοστασίων (*ατμοηλεκτρικό, υδροηλεκτρικό, ανεμογεννήτριες και φωτοβολταϊκά κύτταρα*). Αναλυτικές συζητήσεις και ανακεφαλαιώσεις με όλη την τάξη γινόταν στο τέλος κάθε φάσης της διδακτικής παρέμβασης ώστε να εκφράσουν οι μαθητές/τριες τις ιδέες που ανέπτυξαν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Εδώ παρουσιάζονται ορισμένα από τα ερευνητικά αποτελέσματα τα οποία αφορούν το ρόλο της γλώσσας στην οικοδόμηση της νέας γνώσης από τα παιδιά.

Ανάλυση

Προκειμένου να εντοπιστούν όψεις εννοιολογικής αλλαγής των παιδιών και να αξιολογηθεί η επίδραση της διδασκαλίας στις αντιλήψεις τους, τέθηκαν ορισμένα κριτήρια σχετικά με το ποια είναι η επιστημονικά αποδεκτή κατανόηση για κάθε τύπο εργοστασίου. Έτσι, για τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς (ΥΗΣ) που εξετάζονται ως παράδειγμα στην παρούσα εργασία, τα κριτήρια ήταν τα εξής: τα παιδιά έπρεπε να αναφέρουν και να κατανοούν (α) τις λέξεις ‘νερό’ / ‘δύναμη νερού’ / ‘πίεση νερού’, (β) τη λέξη ‘γεννήτρια’, (γ) τις λέξεις ‘περιστρέφεται’ / ‘γυρίζει’ / ‘κινεί’, (δ) τις φράσεις ‘παράγεται / φτιάχνεται ηλεκτρισμός / ρεύμα / ενέργεια / ηλεκτρικό ρεύμα / ηλεκτρική ενέργεια’, και (ε) μια επαρκή περιγραφή του πως όλα αυτά τα στοιχεία σχετίζονται με τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρισμού. Αν οποιοδήποτε από τα κριτήρια αυτά δεν αναφέρονταν από κάποιο μαθητή/τρια η κατανόησή του χαρακτηριζόταν ως μη επιστημονική. Αντίθετα, αν περιελάμβανε τα στοιχεία αυτά χαρακτηριζόταν ως επιστημονική. Επίσης, με βάση τα παραπάνω κριτήρια η εννοιολογική ανάπτυξη των παιδιών ταξινομήθηκε σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία, που ονομάζεται μεταβατική (Μ) περιλαμβάνει τα παιδιά εκείνα που πριν τη διδασκαλία είχαν μη επιστημονική κατανόηση για τη λειτουργία του ΥΗΣ ενώ μετά τη διδασκαλία έχουν επιστημονικά αποδεκτή. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τους μαθητές/τριες που είχαν επιστημονική κατανόηση τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία και ονομάζεται συνεπής (Σ), και η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει τους μαθητές/τριες που είχαν μη επιστημονική κατανόηση για τη λειτουργία του ΥΗΣ πριν και μετά τη διδασκαλία και ονομάζεται ασυνεπής (Α) (βλέπε Πίνακα 1).

Αποτελέσματα και σχόλια

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα προφίλ εννοιολογικής αλλαγής όλων των παιδιών για τον τρόπο λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού. Στον πίνακα αυτό, τα κριτήρια για την επιστημονικά αποδεκτή κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του ΥΗΣ τα οποία χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά μετά τη διδακτική παρέμβαση επισημαίνονται με έντονο χρώμα. Επίσης, εκτός από τα κριτήρια αυτά επισημαίνονται με έντονο χρώμα και οι λέξεις ‘φράγμα’, ‘λίμνη’, ‘δεξαμενή’, ‘πηνίο και μαγνήτης’, ‘στρόβιλος’ και ‘σωλήνες’ καθότι δηλώνουν ποιοτικές διαφορές, σε σχέση με πριν τη διδασκαλία, στην κατανόηση των παιδιών για την λειτουργία του συγκεκριμένου τύπου εργοστασίου (ΥΗΣ).

Από τον πίνακα αυτό παρατηρούμε ότι 6 παιδιά (*Ηρώ, Γιώργος, Μανόλης, Ηλίας, Αρτεμής, Γεωργία*) έχουν μεταβατική κατανόηση (Μ) για τον τρόπο λειτουργίας του ΥΗΣ, δύο έχουν συνεπή (Σ) με τις επιστημονικά αποδεκτές ιδέες (*Μιχάλης & Θωμάς*) και τα υπόλοιπα 6 έχουν ασυνεπή κατανόηση (Α) (*Δαβίδ, Νίκος, Αιμιλία, Ελισάβετ, Άννα, Ελένη*). Όσον αφορά τα κριτήρια εννοιολογικής αλλαγής των παιδιών, πριν από τη διδασκαλία, όλα τα παιδιά, εκτός της Ελισάβετ και την Άννα, αναφέρουν το νερό ως την κινητήρια δύναμη του συγκεκριμένου τύπου εργοστασίου και όλα, εκτός το Νίκο και την Ελένη, χρησιμοποιούν τα

Πίνακας 1. Προφίλ εννοιολογικής αλλαγής παιδιών σχετικά με τη λειτουργία του Υδροηλεκτρικού εργοστασίου

	Πριν τη διδασκαλία					Μετά τη διδασκαλία			
	Κινητήρια δύναμη	Ρήμα	Συσκευή	Αποτέλεσμα		Κινητήρια δύναμη	Ρήμα	Συσκευή	Αποτέλεσμα
<i>Ηρώ (Μ*)</i>	νερό -> σωλήνες	περιστρέφει	μύλοι	ρεύμα	⇒ νερό ->σωλήνες	περιστρέφει	γεννήτρια		
<i>Γιώργος (Μ)</i>	νερό, τεχνητή λίμνη, αγωγός	κινεί	μηχανή	ενέργεια	⇒ φράγμα , νερό πέφτει, σωλήνες	περιστρέφει κινεί	έλικα γεννήτρια	ενέργεια	
<i>Μανόλης(Μ)</i>	νερό, σωλήνες, πίεση νερού	περιστρέφει	μηχανές	ρεύμα	⇒ σωλήνες από τη λίμνη, τεράστια ταχύτητα	περιστρέφει	γεννήτρια, πηνία & μαγνήτη	ρεύμα	
<i>Ηλίας (Μ)</i>	νερό	περιστρέφει	έλικα	φτιάχνει ρεύμα	⇒ φράγμα, σωλήνες	περιστρέφει, κινεί γρήγορα	τροχό & έλικα, έλικα & γεννήτρια γεννήτρια	ηλεκτρικό ρεύμα	
<i>Άρτεμις (Μ)</i>	νερό, δύναμη νερού			ενέργεια	⇒ ΥΗΕ , νερό, φράγμα	κινεί	γεννήτρια γεννήτρια	ρεύμα	
<i>Γεωργία (Μ)</i>	παίρνει νερό	περιστρέφει	μηχανή	ρεύμα	⇒ φράγμα -> νερό από τη λίμνη -> ΥΗΕ	περιστρέφει περιστρέφει	στρόβιλο γεννήτρια	ηλεκτρικό ρεύμα	
<i>Μιχάλης (Σ)</i>	νερό, πίεση	κινεί	μηχανή	ηλεκτρική ενέργεια	⇒ νερό, πίεση, φράγμα	περιστρέφει	γεννήτρια, με πίεση, γρήγορα	ηλεκτρικό ρεύμα	
<i>Θωμάς (Σ)</i>	νερό, σωλήνες	περιστρέφει σπρώχνει	γεννήτρια, κουπί	ρεύμα	⇒ νερό, δεξαμενή, φράγμα, λίμνη, κουπιά	περιστρέφει	γεννήτρια	ρεύμα	
<i>Δαβίδ (Α)</i>	νερό, πίεση		μηχανή	ενέργεια	⇒ φράγμα , νερό, ταχύτητα,	περιστρέφει		ενέργεια	
<i>Νίκος (Α)</i>		αλέθει νερό, βγάζει μόρια,		φτιάχνει ρεύμα	⇒ φράγμα , νερό,	περιστρέφει επεξεργάζεται	ειδικές μηχανές το νερό	ηλεκτρικό ρεύμα	
<i>Αιμιλία (Α)</i>	ροή νερού	κινεί	μηχανές	ηλεκτρισμό	⇒ μεγάλη πίεση	κινεί	μύλους	ηλεκτρική ενέργεια	
<i>Ελισάβετ (Α)</i>	Δεν Ξέρω				⇒ Δεν Ξέρω				
<i>Άννα (Α)</i>	Δεν Ξέρω				⇒ φράγμα -> λίμνη -> νερό -> σωλήνες	κάτι γίνεται		ηλεκτρική ενέργεια	
<i>Ελένη (Α)</i>	σωλήνες παίρνουν νερό	Δεν Ξέρω			⇒ Δεν Ξέρω				

* Κατηγορία εννοιολογικής ανάπτυξης: Μ: μεταβατική, Σ: συνεπής, Α: ασυνεπής.

ρήματα ‘περιστρέφει’ και ‘κινεί’ για να περιγράψει την κίνηση μέσω της οποίας παράγεται ο ηλεκτρισμός. Ως προς τη συσκευή που παράγει τον ηλεκτρισμό στο ΥΗΣ, μόνον δύο παιδιά, ο Μιχάλης και ο Θωμάς, χρησιμοποιούν τον όρο γεννήτρια, ενώ όλα τα υπόλοιπα χρησιμοποιούν όρους όπως ‘μηχανή’ (*Γιώργος, Μανόλης, Γεωργία, Δαβίδ & Αιμιλία*), ‘μύλοι’ (*Ηρώ*) ή ‘έλικα’ (*Ηλίας*). Οι λέξεις αυτές ανήκουν στο καθημερινό τους, αυθόρμητο, λεξιλόγιο, έχουν νόημα γι’ αυτά και αποτελούν μέρος του ενδο-ψυχολογικού τους πεδίου.

Μετά τη διδασκαλία, η εννοιολογική ανάπτυξη των παιδιών περιλαμβάνει τη μετάβαση από αυτές τις καθημερινές έννοιες προς εκείνες που διδάχτηκαν στο σχολείο, δηλαδή τις επιστημονικά αποδεκτές (μη αυθόρμητες) (Vygotsky, 1978). Η μετάβαση αυτή μπορεί να περιγραφεί μέσα από τη χρήση της γλώσσας καθώς οι καθημερινές έννοιες συνδέονται με τις λέξεις των αντικειμένων (Gallimore & Tharp, 1990). Πιο συγκεκριμένα, όλα σχεδόν τα παιδιά, εκτός την Ελισάβετ και την Ελένη, αναφέρουν για πρώτη φορά μετά τη διδακτική παρέμβαση τους όρους ‘φράγμα’, ‘λίμνη’, ‘δεξαμενή’ ή ‘σωλήνες’ προκειμένου να περιγράψουν το πώς συγκεντρώνεται και μεταφέρεται το νερό στον ΥΗΣ. Επίσης, η εννοιολογική ανάπτυξη των παιδιών φαίνεται και από το γεγονός ότι έξι παιδιά μετά τη διδακτική παρέμβαση αναφέρουν τον όρο ‘γεννήτρια’ στην περιγραφή τους για τη λειτουργία του ΥΗΣ και κατανοούν το περιεχόμενο του όρου αυτού, ότι δηλαδή αποτελείται από μαγνήτη και πηνίο τα οποία χρειάζεται να κινούνται το ένα ως προς άλλο προκειμένου να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα (*Ηρώ, Γιώργος, Μανόλης, Ηλίας, Άρτεμις, Γεωργία*). Επίσης, τέσσερα παιδιά χρησιμοποιούν για πρώτη φορά το ρήμα ‘περιστρέφεται’ μετά τη διδακτική παρέμβαση προκειμένου να περιγράψουν την κίνηση της γεννήτριας (*Γιώργος, Μιχάλης, Δαβίδ & Νίκος*).

Όλοι οι παραπάνω όροι διαμεσολαβήθηκαν στα παιδιά κυρίως μέσα από τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, κυρίως με το δάσκαλο, ο οποίος είναι ένα πολύ πιο έμπειρο άτομο από ότι τα ίδια, αλλά και με τα υπόλοιπα παιδιά κατά τη διάρκεια των ομαδικών δραστηριοτήτων και των συζητήσεων στην τάξη. Έτσι, οι έννοιες αυτές εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στο δια-ψυχολογικό πεδίο μεταξύ των παιδιών και του δασκάλου και μετά στο ενδο-ψυχολογικό. Μέσω δια-ψυχολογικών δραστηριοτήτων οι μαθητές/τριες προσάρτησαν λέξεις και η γλώσσα έγινε το ψυχολογικό εργαλείο για τη διαμεσολάβηση των εννοιών που συνδέονται με τις λέξεις αυτές στο ενδο-ψυχολογικό τους πεδίο. Με τον τρόπο αυτό η γλώσσα αποτέλεσε το εργαλείο εκείνο μέσα από το οποίο οι μαθητές/τριες βλέπουν, μιλούν και σκέφτονται για τον τρόπο λειτουργίας των ΥΗΣ (Shepardson, 1999). Σαν αποτέλεσμα, τα παιδιά επαναδιαμόρφωσαν ή επαναδόμησαν το ενδο-ψυχολογικό τους πεδίο με το να εμπλακούν σε κοινωνικές δραστηριότητες και συμμετέχοντας σε επιστημονικό διάλογο είτε μεταξύ τους είτε με το δάσκαλο.

Όμως, όχι μόνο το ψυχολογικό εργαλείο της γλώσσας βοήθησε τα παιδιά να διαμεσολαβήσουν έννοιες από το δια-ψυχολογικό στο ενδο-ψυχολογικό πεδίο, αλλά και τεχνικά εργαλεία όπως μαγνήτες, πηνία, γεννήτριες, φωτοβολταϊκά στοιχεία κτλ έδωσαν στα παιδιά διαφορετικές προοπτικές των υπό διερεύνηση φαινομένων. Κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές/τριες είχαν την ευκαιρία να κάνουν πειραματισμούς με αυτά τα τεχνικά εργαλεία, να αλλάξουν την εμφάνιση και αποτέλεσμα του φαινομένου της παραγωγής ηλεκτρισμού με το να αλλάξουν την ταχύτητα περιστροφής της γεννήτριας, τον αριθμό των σπειρών στο πηνίο ή τοποθετώντας πυρήνα από σίδηρο στο πηνίο (Shepardson, 1999). Ωστόσο, αν και τα τεχνικά εργαλεία έδωσαν στα παιδιά τη δυνατότητα να έχουν διαφορετικές προοπτικές των φαινομένων, μόνο μέσω των ψυχολογικών εργαλείων τα παιδιά έρχονται να δουν τα φαινόμενα αυτά από μια διαφορετική προοπτική. Η γλώσσα που χρησιμοποίησαν τα παιδιά ήταν ένα από τα ψυχολογικά αυτά εργαλεία και καθώς γνώση αποτελεί το να βλέπεις ένα φαινόμενο από διαφορετικά σημεία αναφοράς, αυτά τα εργαλεία, τα οποία διαμεσολαβήθηκαν μέσα από την κοινωνική αλληλεπίδραση, τους έδωσαν πρόσβαση σε ένα νέο σύστημα αναφοράς. Ήταν η αλληλεπίδραση ανάμεσα στα τεχνικά και

ψυχολογικά εργαλεία η οποία ενδυνάμωσε τη γνώση των παιδιών. (Rogoff, 1990; Shepardson, 1999)

Όψεις εννοιολογικής ανάπτυξης παρουσιάζουν και τα παιδιά εκείνα τα οποία η εννοιολογική τους ανάπτυξη χαρακτηρίστηκε ως συνεπής ή ασυνεπής, αφού και αυτά παρουσίασαν κάποια πρόοδο στην χρήση της επιστημονικής γλώσσας και ορολογίας. Για παράδειγμα, ο Μιχάλης και ο Θωμάς, παρόλο που είχαν αντιλήψεις οι οποίες συμφωνούσαν με τις επιστημονικά αποδεκτές, τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση, παρουσίασαν και αυτοί όψεις εννοιολογικής ανάπτυξης μετά τη διδασκαλία. Αναφέρουν τους όρους ‘φράγμα’, ‘δεξαμενή’ και ‘λίμνη’ στην περιγραφή τους για το σχηματισμό της τεχνητής λίμνης και τη συγκέντρωση του νερού, ενώ ο Μιχάλης χρησιμοποιεί το πιο εκλεπτυσμένο ρήμα ‘περιστρέφει’ αντί για το ‘κινεί’ προκειμένου να περιγράψει τη λειτουργία της γεννήτριας. Αντίστοιχα, και οι έξι μαθητές/τριες που το μαθησιακό τους μονοπάτι χαρακτηρίστηκε ως ασυνεπές, παρουσίασαν όψεις εννοιολογικής ανάπτυξης με βάση τη γλώσσα που χρησιμοποίησαν. Έτσι, ενώ πριν τη διδασκαλία είχαν πολύ γενική ή αφηρημένη κατανόηση ή δεν είχαν εκφράσει κάποια συγκεκριμένη ιδέα για τη λειτουργία του ΥΗΣ, μετά από αυτή αναφέρουν την ύπαρξη φράγματος (*Δαβίδ, Νίκος & Άννα*) ή και λίμνης (*Άννα*) και δύο χρησιμοποιούν για πρώτη φορά το ρήμα ‘περιστρέφει’ (*Δαβίδ & Νίκος*) για να περιγράψουν την κίνηση της μηχανής που παράγει ηλεκτρισμό. Επίσης, ο Νίκος μετά τη διδακτική παρέμβαση αναφέρει ‘ειδικές μηχανές’ που ‘επεξεργάζονται το νερό’ ως τη συσκευή εκείνη που παράγει ηλεκτρισμό. Ωστόσο, τα εν λόγω παιδιά παρόλο που σημείωσαν κάποια εννοιολογική ανάπτυξη, αυτή δεν ήταν τέτοια που να μπορεί να χαρακτηριστεί ως συνεπής ή μεταβατική ως προς τις επιστημονικές έννοιες με βάση τα κριτήρια που είχαν από την αρχή τεθεί. Τέλος, δύο παιδιά δεν παρουσίασαν καμιά ένδειξη εννοιολογικής ανάπτυξης (*Ελισάβετ & Ελένη*).

Οι παραπάνω λέξεις και τα συνδεδεμένα με αυτές νοήματα εισήχθησαν από τα παιδιά στις ομαδικές συζητήσεις κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων μέσα στην τάξη και αποτέλεσαν μέρος του κοινωνικού περιβάλλοντος της τάξης. Έγιναν μέρος της ενδο-ψυχολογικής γνώσης των παιδιών μέσα από την κοινωνική αλληλεπίδραση και άλλαξε ο τρόπος με τον οποίο βλέπουν, μιλούν και σκέφτονται για τους τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αν και οι λέξεις και όροι που χρησιμοποίησαν δεν προσεγγίζουν τους επιστημονικά αποδεκτούς, ωστόσο παρουσιάζουν, σύμφωνα με το Vygotsky (1978) μια τάση μετάβασης από τις καθημερινές προς τις επιστημονικές έννοιες. Φυσικά, ο δρόμος αυτός είναι μακρύς για τα συγκεκριμένα παιδιά, αλλά τα πρώτα βήματα έχουν ήδη γίνει.

Συμπεράσματα και συνέπειες για τη διδακτική πράξη

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι η γλώσσα μπορεί να αποτελέσει εργαλείο για την μελέτη της εννοιολογικής ανάπτυξης των παιδιών αφού συνδέεται με την κατάκτηση εννοιών μέσω κοινωνικών αλληλεπιδράσεων. Οι κοινωνικές αυτές αλληλεπιδράσεις και κυρίως οι συζητήσεις που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια αυτών των αλληλεπιδράσεων, αποτελούν σημαντικότατο παράγοντα στη διαδικασία της μάθησης. Επίσης, η ζώνη εγγύτατης ανάπτυξης των παιδιών επηρέασε σημαντικά την εννοιολογική τους ανάπτυξη, χωρίς ωστόσο να είναι ο μοναδικός καθοριστικός παράγοντας. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι αν και πολλά παιδιά ξεκίνησαν από μειονεκτικό σημείο, έχοντας λίγη ή καθόλου κατανόηση σχετικά με τη λειτουργία του ΥΗΣ, μετά τη διδασκαλία είχαν διαφορετικό επίπεδο κατανόησης. Έτσι, ορισμένα από αυτά παρουσίασαν όψεις εννοιολογικής ανάπτυξης που υπολείπονται από τις επιστημονικά αποδεκτές έννοιες, έχοντας δηλαδή ασυνεπή κατανόηση για τη λειτουργία του ΥΗΣ μετά τη διδασκαλία (π.χ. *Δαβίδ, Νίκος*). Αντίθετα, ορισμένα παιδιά ενώ αρχικά και αυτά δεν είχαν επιστημονικά αποδεκτές αντιλήψεις, μετά τη διδακτική παρέμβαση εσωτερίκησαν τις επιστημονικές έννοιες σε αποδεκτό επίπεδο (π.χ. *Ηρώ*,

Άρτεμις). Αυτή η φαινομενική ασυμφωνία για τη ΖΕΑ μπορεί εν μέρει να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι η ζώνη εγγύτατης ανάπτυξης αντανακλά το επίπεδο της εν δυνάμει εννοιολογικής ανάπτυξης του παιδιού, αλλά δεν συνδέεται με συγκεκριμένα πλαίσια ή θέματα όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που μελετήθηκε εδώ.

Συμπερασματικά λοιπόν μπορούμε να πούμε ότι:

- Ο συνδυασμός δύο θεωρητικών προσεγγίσεων στη μελέτη και κατανόηση της διαδικασίας της μάθησης αποδίδει πολύ πιο πλούσια και χρήσιμα αποτελέσματα σε σχέση με τις μονόπλευρες προσεγγίσεις.
- Η γλώσσα μπορεί να ειδωθεί ως το ψυχολογικό εργαλείο το οποίο μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά να διαμεσολαβήσουν τη νέα γνώση. Η εννοιολογική ανάπτυξη των παιδιών μέσα από τα μαθησιακά μονοπάτια αντικατοπτρίζεται στην αλλαγή χρήσης των λέξεων και των νοημάτων που συνδέονται με αυτές.
- Η εκτεταμένη χρήση τεχνικών εργαλείων βοήθησε τα παιδιά να εσωτερικεύσουν επιστημονικές έννοιες μόνο στις περιπτώσεις εκείνες όπου τα τεχνικά εργαλεία συνδυάστηκαν με τα ψυχολογικά με σκοπό τα παιδιά να παράγουν νέα γνώση. Δηλαδή, η εννοιολογική ανάπτυξη των παιδιών υπήρξε σημαντική μόνο στην περίπτωση που αυτά είχαν τη δυνατότητα να πειραματιστούν με τα τεχνικά εργαλεία αλλά και ταυτόχρονα να συμμετέχουν ενεργά σε επιστημονική συζήτηση για τα θέματα αυτά. Αυτό συνέβη στην περίπτωση της γεννήτριας, όπου όλα σχεδόν τα παιδιά, εκτός από την Ελισάβετ, είχαν κατανόηση συνεπή με τις επιστημονικά αποδεκτές αντιλήψεις, ενώ για τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπου δεν είχαν τη δυνατότητα για άμεσο πειραματισμό η κατανόησή τους δεν ήταν ικανοποιητική.

Παραπομπές

- Duit, R. (1999). Conceptual Change Approaches in Science Education. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New Perspectives on Conceptual Change* (pp. 263-282). Oxford, England: Pergamon Press.
- Gallimore, R. & Tharp, R. (1990). Teaching mind in society: Teaching, schooling, and literate discourse. In L.C. Moll (Ed.), *Vygotsky and education* (pp. 175-205). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Gilbert, J.K., Watts, D.M., & Osborne, R.J. (1985). Eliciting Student Views Using an Interview - About - Instances Technique. *Cognitive Structure and Conceptual Change*, 11-27.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (2001). Conceptual change using multiple interpretative perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29,45-85.
- Mortimer, E.F. & Machado, A.H. (2000). Anomalies and Conflicts in Classroom Discourse, *Science Education*, 84, 429-444.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Shayer, M. (2003). Not just Piaget; not just Vygotsky, and certainly not Vygotsky as alternative to Piaget. *Learning and Instruction*, 13, 465-485.
- Shepardson, D.P. (1999). Learning Science in a First Grade Science Activity: A Vygotskian Perspective. *Science Education*, 83, 621-638.
- Venville, G. (2004). Young Children Learning about Living Things: A Case Study of Conceptual Change from Ontological and Social Perspectives. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 449-480.
- Vosniadou, S. & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(1), 1213-1230.

- Vosniadou, S. (1999). Conceptual Change Research: State of the Art and Future Directions. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New Perspectives on Conceptual Change* (pp. 3-12). Oxford, England: Pergamon Press.
- Vygotsky, L.S. (1986) *Thought and language*. (A. Kozulin, Ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.