



Ιδέες μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών: σημασίες λέξεων στη μητρική/ τοπική γλώσσα;

Σπυράτου Ε., Βαρσάμου Α., Τσελφές Β.

ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, eirinispyratou@yahoo.com

Διδασκαλείο Νηπιαγωγών Αθηνών, indieann@gmail.com

ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ, tselfesv@ecd.uoa.gr

Στην εργασία αυτή ελέγχουμε ποιοτικά την υπόθεση ότι, οι ιδέες των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) δεν αποτελούν τίποτα περισσότερο από σημαινόμενα (έννοιες) που αποδίδει στα σημαίνοντα (λέξεις) η τοπική (μητρική συνήθως) γλώσσα των μαθητών. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε τα επεξεργασμένα αποτελέσματα ενός ερωτηματολογίου που απάντησαν Έλληνες μαθητές. Το ερωτηματολόγιο συνέταξαν, διακίνησαν, επεξεργάστηκαν και δημοσίευσαν αναγνωρισμένοι ερευνητές των Γνωσιακών Επιστημών, διερευνώντας την εξέλιξη των ιδεών των μαθητών για την περισσότερο (ίσως) μελετημένη έννοια της Φυσικής: την έννοια της δύναμης. Για την ανάλυσή μας χρησιμοποιήσαμε τις σημασίες που αποδίδει στη λέξη «δύναμη» ένα έγκριτο ελληνικό λεξικό (σημασίες που προσδιορίζονται στο λεξικό περιγραφικά και με παραδείγματα στο σχετικό λήμμα). Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν σε σημαντικό βαθμό την υπόθεσή μας. Η επιβεβαίωση της υπόθεσής μας οδηγεί να διατυπώσουμε τις επιφυλάξεις μας για την αποτελεσματικότητα μιας διδασκαλίας που στοχεύει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και την ίδια στιγμή στηρίζεται σε μια τοπική-φυσική γλώσσα και την αναπόφευκτα συνδεδεμένη με τη γλώσσα αυτή κουλτούρα.

Εισαγωγή

Οι ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ θέλοντας να εντοπίσουν προβλήματα και να παρέμβουν αποτελεσματικά σε φαινόμενα διδασκαλίας και μάθησης ΦΕ, στρέφονται στους μαθητές. Με διάφορες πρακτικές συλλέγουν τον απαντητικό λόγο τους, τον αναλύουν και ανακοινώνουν τις ιδέες τους για έννοιες και φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Ανεξάρτητα από τη μέθοδο που χρησιμοποιούν για την συλλογή των δεδομένων, οι ερευνητές υποστηρίζουν πως τα αποτελέσματά τους δείχνουν ξεκάθαρα ότι τα παιδιά έχουν κάποιες «αναπαραστάσεις για τις έννοιες των ΦΕ». Αυτές είναι ευθέως αντίστοιχες με τις εμπειρίες τους κατά την διάρκεια του σχολικού μαθήματος των ΦΕ ή και εκτός τάξης (Roth 2008). Αλλά δυστυχώς αποτελούν, (άλλες φορές λιγότερο κι άλλες περισσότερο) «επιστημονικές παρανοήσεις» ή εκτιμώνται ως ιδέες «εναλλακτικές προς τις επιστημονικές»: δηλαδή επιστημονικά λανθασμένες ή εννοιολογικά διαφορετικές από τις επιστημονικές ιδέες. Είναι όμως πράγματι;

Οι ερευνητές προσπαθώντας να κάνουν τους μαθητές να αποκαλύψουν αυτήν την «προ/έξω-σχολική γνώση» που κατέχουν χρησιμοποιούν ερωτηματολόγια/ συνεντεύξεις που στηρίζονται στο λόγο ή και σε ζωγραφιές/ σχήματα. Όμως η διδακτική-μαθησιακή «πραγματικότητα» μιας έρευνας δεν πρέπει να θεωρείται ότι αναπαρίσταται από όσα λένε/ περιγράφουν 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 θεωρίες/ μοντέλα (Τσελφές 2007).

Εν προκειμένω, τα «δεδομένα» των παραπάνω ερευνών γίνονται «τεκμήρια» από τη στιγμή που οι ερευνητές δέχονται τις απαντήσεις των παιδιών ως δηλωτικές των ιδεών τους για επιστημονικές έννοιες. Στην πραγματικότητα όμως οι απαντήσεις είναι μάλλον επικοινωνιακές· δηλαδή δηλωτικές των καθημερινών τους ιδεών και, πιθανότατα, όχι των ιδεών για τις επιστημονικές έννοιες αλλά για τις λέξεις που άκουσαν κατά τη συνέντευξη ή διάβασαν στο ερωτηματολόγιο. Τα παιδιά συζητούν με τους ανθρώπους στους οποίους δίνουν συνέντευξη και ως εκ τούτου οι απαντήσεις τους έχουν νόημα σε ένα πλαίσιο επικοινωνιακών πρακτικών με κυρίαρχο μέσο επικοινωνίας τη γλώσσα και όχι σε ένα επιστημονικό πλαίσιο του οποίου οι πρακτικές είναι προς μάθηση και κατά κανόνα, τα παιδιά δεν μπορούν να τις διαχειριστούν.

Έτσι, οι όποιες ιδέες των παιδιών για το φυσικό κόσμο προκύπτουν και έχουν νόημα μέσα σε ένα πολιτισμικό πλαίσιο/ κουλτούρα, μέρος της οποίας είναι και η γλώσσα. Η γλώσσα είναι ένα μέσο της κοινωνικής επικοινωνίας, ένα μέσο της αναπαράστασης και της γνωστοποίησης του περιβάλλοντος, ένα μέσο επικοινωνιακής δράσης ή και παρέμβασης. Η επικοινωνία προϋποθέτει μια γενίκευση κι έτσι την ανάπτυξη της σημασίας των λέξεων (Βιγκότσκι 1993). Από την άλλη μεριά, η γλώσσα των ενηλίκων, η γλώσσα που μιλιέται και διαχέεται στην κοινότητα, προσδιορίζει τις κανονικότητες της εξέλιξης των παιδικών γενικεύσεων. Οι μαθητές χρησιμοποιούν την καθημερινή γλώσσα και τις εμπειρίες τους, ως μέσα και υλικά για να χτίσουν αναλογίες, οι οποίες περιλαμβάνουν πιθανόν και «θεωρίες» υπονοούμενες στην καθημερινή γλώσσα. Σαν αποτέλεσμα, τα παιδιά, απαντώντας στις έρευνες, απαντούν σε ερωτήσεις που γίνονται από ανθρώπους εκτός επιστήμης και εντός καθημερινότητας, οι οποίοι ακόμα κι αν μιλάνε για επιστήμη το κάνουν στην καθημερινή και όχι την επιστημονική γλώσσα. Κι αν οι απαντήσεις τους κρίνονται ανακόλουθες με βάση τα επιστημονικά κριτήρια (VanEijck, Hsu & Roth 2008, Roth 2008) είναι γιατί οι μαθητές απαντούν σε λέξεις που έχουν νόημα στην καθημερινότητά τους με όρους της καθημερινής επικοινωνίας τους, ακόμη και αν τελικά κρίνονται με όρους επιστημονικότητας και όχι καθημερινότητας. Οι ερευνητές δηλαδή αναλύουν τις απαντήσεις με βάση το θεωρητικό «επιστημονικό/ σχολικό» λόγο, και βρίσκουν «παρανοήσεις/ εναλλακτικές ιδέες». Αν ανέλυαν με βάση τη μητρική γλώσσα των παιδιών, μάλλον δεν θα συναντούσαν καμία έκπληξη.

Στη διδακτική τους προοπτική τα αποτελέσματα των ερευνητικών αυτών προσπαθειών χρησιμοποιούνται ως βάση για την οργάνωση διδακτικών-μαθησιακών ή επικοινωνιακών δραστηριοτήτων. Μήπως όμως αν αντί για τα ευρήματα αυτά χρησιμοποιούσαμε ως βάση τη μητρική γλώσσα των μαθητών θα είχαμε τα ίδια ή και καλύτερα αποτελέσματα; Γιατί αν οι ιδέες που αποκαλύπτουμε περιλαμβάνονται στα λεξικά που έχουν εδώ και καιρό συντάξει οι Γλωσσολόγοι, τότε οι ιδέες που αποκαλύπτουμε ίσως να είναι φτωχές μπροστά στον πλούτο των γλωσσολογικών ευρημάτων.

Στην εργασία αυτή ελέγχουμε ποιοτικά την υπόθεση ότι, οι ιδέες των μαθητών για έννοιες των ΦΕ αποτελούν ουσιαστικά σημασίες που αποδίδει στις λέξεις που «σημαίνουν» τις έννοιες η τοπική (μητρική συνήθως) γλώσσα των παιδιών και σχολιάζουμε διδακτικά τα ευρήματά μας.

Η ταυτότητα της έρευνας

Στην έρευνά μας χρησιμοποιούμε τα επεξεργασμένα αποτελέσματα ενός ερωτηματολογίου για τη δύναμη που απάντησαν Έλληνες μαθητές και που συνέταξαν, διακίνησαν, επεξεργάστηκαν και δημοσίευσαν αναγνωρισμένοι ερευνητές των Γνωσιακών Επιστημών. Συγκεκριμένα η ομάδα των Ιωαννίδη και Βοσνιάδου διερεύνησε τις σημασίες που αποδίδουν στη λέξη δύναμη 105 μαθητές ηλικίας 4-15 ετών. Οι ερευνητές έδειξαν στους μαθητές 27 σχέδια φυσικών



αντικειμένων, κινούμενων και ακίνητων, σε διαφορετικά μεγέθη, θέσεις και συνδυασμούς και τους ζήτησαν, στο πλαίσιο ατομικών συνεντεύξεων, να εντοπίσουν τις δυνάμεις που υπήρχαν/ ασκούσαν στα αντικείμενα αυτά.

Στο πλαίσιο αυτής της έρευνας εστίασαμε σε 4 ομάδες ερωτήσεων και αναλύσαμε τις απαντήσεις των μαθητών με βάση τις σημασίες που αποδίδει στη λέξη «δύναμη» ένα έγκριτο ελληνικό λεξικό (σημασίες που προσδιορίζονται στο λεξικό περιγραφικά και με παραδείγματα στο σχετικό λήμμα). Στα αποτελέσματά μας παραθέτουμε αρκετά παραδείγματα από τις ερωτήσεις που έθεσαν οι ερευνητές, καθώς και τις οντότητες που αναπαριστούσαν τα σχέδια που τις συνόδευαν και στη συνέχεια αναλύουμε τις απαντήσεις/ απόψεις των μαθητών για τη δύναμη με βάση ένα λεξικό της Νεοελληνικής Γλώσσας.

Σύμφωνα με το λεξικό αυτό, οι σημασίες της λέξης «δύναμη» παρατίθενται στο πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1. Σημασίες της «δύναμης», Λεξικό Τριανταφυλλίδη

1. Η ικανότητα που έχει ένας άνθρωπος ή ένα ζώο 1.1. να δρα αποτελεσματικά, 1.2. να αντιστέκεται σε κάποιον ή σε κάτι 1.3. να αντιμετωπίζει με επιτυχία την αντίσταση που προβάλλει κάποιος ή κάτι
2. Η δραστηκότητα ενός φυσικού φαινομένου ή στοιχείου 2.1. Η ένταση: <i>Η δύναμη του ήχου / του αέρα.</i>
3. Η δυνατότητα ενός ατόμου ή μιας ομάδας να ασκεί επιρροή ή επιβολή σε ένα σύνολο: <i>Η δύναμη του κράτους. Δεν έχω τις δυνάμεις να σε βοηθήσω.</i>
4. Για να δηλώσουμε κάποιους συγκεκριμένους παράγοντες ή κάποια απροσδιόριστα ή μεταφυσικά στοιχεία που ασκούν επίδραση στην κοινωνική ή προσωπική ζωή των ανθρώπων: <i>Οι προοδευτικές δυνάμεις. Οι δυνάμεις της αντίδρασης.</i>
5. (με αφηρ. ουσ.) για να δηλώσουμε την καθοριστική επίδραση που ασκεί κάτι στην πορεία μιας κατάστασης ή ενός ατόμου: <i>Η δύναμη της αλήθειας / της πειθούς / της συνήθειας.</i>
6. η αποτελεσματικότητα των μέσων που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη ενός σκοπού: <i>Η δύναμη των όπλων, του τύπου, του χρήματος.</i>
7. (φυσ.) κάθε αίτιο που προκαλεί την κίνηση, την ηρεμία ή τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης των σωμάτων: <i>Η δύναμη της βαρύτητας / του ατμού. Μαγνητική / φυγόκεντρη / κεντρομόλος / κινητήρια δύναμη.</i> 7.1. Φυσικές δυνάμεις, που δρουν αυτόματα: <i>Δυνάμεις συνοχής / συναφείας.</i> 7.2. ο κύριος παράγοντας που συντελεί στην εξέλιξη μιας διαδικασίας: <i>κινητήρια δύναμη. Η παραγωγή είναι η κινητήρια δύναμη της οικονομίας.</i>
8. (μαθημ.) το γινόμενο που προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό ενός αριθμού με τον εαυτό του

Σχετικά με τον παραπάνω πίνακα θα θέλαμε να σχολιάσουμε ότι: Στο λεξικό περιλαμβάνονται πολύ περισσότερα παραδείγματα για κάθε σημασία από όσα παρουσιάζουμε, καθώς και άλλες σημασίες. Οι λέξεις της ελληνικής γλώσσας είναι προφανώς πολύσημες και ιδιαίτερα για τη «δύναμη» οι σημασίες με τις οποίες τη χρησιμοποιούμε είναι πάρα πολλές. Τα παραδείγματα δείχνουν επιπλέον ότι ακόμη και για κάθε σημασία υπάρχει μια «λεπτή υφή» που τη διαφοροποιεί εσωτερικά. Π.χ. όταν η λέξη δύναμη σημαίνει την ανθρώπινη ικανότητα (1 στον πίνακα): σωματική / μυϊκή / πνευματική / ψυχική, στις εκφράσεις «*χάνω τις δυνάμεις μου*», «*είναι πάνω από τις δυνάμεις μου*», «*κάνω το κατά δύναμιν*», η σημασία της ίδιας λέξης είναι

διαφοροποιημένη (η ικανότητα είναι μεταβλητή, η ικανότητα έχει άνω όριο, η ικανότητα έχει εξωτερικό μέτρο, αντίστοιχα) και τη διαφοροποίηση αυτή την κατανοεί ο οποιοσδήποτε γνώστης της γλώσσας ακόμη και αν είναι δύσκολο να την εντοπίσει και να την περιγράψει με ακρίβεια. Τέλος, οι σημασίες που η ελληνική γλώσσα αποδίδει στην έννοια που συναντάμε στη Φυσική (7 στον πίνακα) είναι απόλυτα προφανές ότι διαφωνούν με τη Νευτώνεια προσέγγιση. Θέλουμε να επιμείνουμε στο σημείο αυτό και να επισημάνουμε ότι δεν πρόκειται για σημασίες που αποδίδουν κάποια υποκείμενα στη λέξη δύναμη αλλά για σημασίες που είναι δομικά συνδεδεμένες με τη γλώσσα, με την οποία επικοινωνούν όλα τα υποκείμενα που τη μιλούν. Οι σημασίες αυτές, δηλαδή, υπάρχουν μέσα στη γλωσσική δομή, σε αντίθεση με τη Νευτώνεια σημασία της δύναμης που δεν υπάρχει (Kariotoglou, Spyrtou & Tselfes 2008). Μάλιστα, είναι ενδιαφέρον ότι η δύναμη της βαρύτητας / του βάρους / του ατμού, η μαγνητική / η φυγόκεντρη / η κεντρομόλος / η κινήτρια, στην ελληνική γλώσσα νοούνται αυτόματα ως αίτια που προκαλούν την κίνηση, την ηρεμία ή τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης των σωμάτων.

Αποτελέσματα και σχόλια

Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στις πρώτες δύο ομάδες ερωτήσεων (Ioannides & Vosniadou, pp.54-57) προκύπτουν οι παρακάτω περιπτώσεις και κατηγορίες με βάση τις σημασιολογικές αποχρώσεις της «γλώσσας» που μιλούν οι μαθητές (αναφορικά πάντα με το λεξικό Τριανταφυλλίδη):

Ομάδα Ερωτήσεων: Στάσιμα αντικείμενα στο έδαφος/ στο τραπέζι

Στις δυο πρώτες ομάδες ερωτήσεων οι ερευνητές έδωσαν στους μαθητές τέσσερα σχέδια που αναπαριστούν τις οντότητες: άνθρωπος (στην πρώτη ομάδα ακίνητος και στη δεύτερη σε κίνηση που υποδηλώνει ότι σπρώχνει), μικρή/ μεγάλη πέτρα, μικρό/ μεγάλο μπαλόνι, έδαφος ή τραπέζι (που πάνω τους βρίσκονται ο άνθρωπος και η πέτρα ή το μπαλόνι). Τους ζήτησαν να εντοπίσουν τις δυνάμεις που υπήρχαν/ ασκούσαν στα αντικείμενα (Α ομάδα), όπου «Η πέτρα/ το μπαλόνι στέκεται στο έδαφος, ή (Β ομάδα) «Ο άνθρωπος σπρώχνει την πέτρα/ το μπαλόνι».

Ερώτηση: «Υπάρχει κάποια δύναμη που ασκείται στην πέτρα/ στο μπαλόνι; Γιατί;»

Απαντήσεις: «Η μεγάλη και βαριά πέτρα έχει δύναμη γιατί δεν μπορείς να την κουνήσεις εύκολα», «Το μεγάλο μπαλόνι έχει δύναμη γιατί είναι βαρύ και δεν μπορείς να το κουνήσεις εύκολα», «Το μικρό και ελαφρύ μπαλόνι δεν έχει δύναμη γιατί μπορείς να το κουνήσεις εύκολα».

Πιθανή σημασία 1.2 ή 1.3: Δύναμη: η ικανότητα που έχει ένας άνθρωπος ή ζώο να αντιστέκεται σε κάποιον ή σε κάτι (με σαφή ανιμιστική προσέγγιση) ή να αντιμετωπίζει με επιτυχία την αντίσταση που προβάλλει κάποιος ή κάτι (ανάλογα με το αν η έμφαση θεωρηθεί ότι αποδίδεται στο αντικείμενο ή τον άνθρωπο)

Οι απαντήσεις δίνουν έμφαση στη σχέση ανθρώπου αντικειμένου, ακόμη και όταν η σχέση αυτή δεν υπονοείται από κάτι (μόνο και μόνο με βάση το γεγονός ότι άνθρωπος και αντικείμενο συνυπάρχουν). Η δύναμη φαίνεται να εδώ είναι η ικανότητα αντίστασης των αντικειμένων σε μια εν δυνάμει δράση του ανθρώπου (αν αυτός προσπαθούσε να κουνήσει το αντικείμενο). Εδώ το κριτήριο για το μέγεθος της αντίστασης φαίνεται να είναι το μέγεθος του αντικειμένου. Το συνακόλουθο με το μεγάλο μέγεθος χαρακτηριστικό «βαρύ» δεν φαίνεται να σχετίζεται με κάποια σημασία δύναμης σχετικής με το βάρος. Στην κατηγορία αυτή παρατηρούμε ότι αφενός μεν όλα τα παιδιά της μικρότερης ηλικίας εκφράζονται με τον τρόπο αυτό και αφετέρου με την



άνοδο της ηλικίας μειώνεται ο αριθμός των παιδιών που θεωρεί τη δύναμη ως ικανότητα αντίστασης των αντικειμένων. Το γεγονός αυτό φαίνεται να σχετίζεται με το ανιμιστικό περιεχόμενο αυτής της σημασίας (ικανότητας της πέτρας να αντιστέκεται) με βάση την ελληνική γλώσσα (Νήπια: 100%, 4^η τάξη: 50%, 6^η τάξη: 10%, 9^η τάξη: 0).

Απάντηση: «Η μεγάλη/ μικρή πέτρα έχει δύναμη γιατί είναι βαριά και δεν μπορείς να την κουνήσεις εύκολα»

Πιθανή σημασία 1.3 και λιγότερο 1.2: Δύναμη: η ικανότητα που έχει ένας άνθρωπος ή ένα ζώο να αντιμετωπίζει με επιτυχία την αντίσταση που προβάλλει κάποιος ή κάτι

Η αποδιδόμενη σημασία είναι η ίδια περίπου με την προηγούμενη αλλά μεσολαμβάνεται σαφώς από δύο αιτιολογήσεις (γιατί είναι βαριά και γι' αυτό δεν μπορείς να την κουνήσεις εύκολα). Έτσι η ανιμιστική διάσταση της πέτρας έχει αποκτήσει (πιθανότατα μέσα από διδακτικές διαδικασίες) σαφές χαρακτηριστικό (είναι βαριά) και η έμφαση αποδίδεται στον άνθρωπο. Γι' αυτό, μάλλον, δεν εμφανίζεται και σε παιδιά του Νηπιαγωγείου. (Ομάδα Α: Νήπια: 0%, 4^η τάξη: 13,3%, 6^η τάξη: 13,3%, 9^η τάξη: 0%, Ομάδα Β: Νήπια: 0%, 4^η τάξη: 16.5%, 6^η τάξη: 13.4%, 9^η τάξη: 0%).

Απαντήσεις: «Η μεγάλη/ μικρή πέτρα έχει δύναμη γιατί έχει βάρος», «Το μεγάλο/ μικρό μπαλόνι έχει δύναμη γιατί έχει βάρος»

Πιθανή σημασία 2: Δύναμη: δραστηριότητα ενός φυσικού φαινομένου ή στοιχείου (του βάρους του σώματος)

Εδώ, δίνεται έμφαση στο αντικείμενο. Η δύναμη εδώ προκύπτει από το βάρος (ως ιδιότητα) του αντικειμένου (της πέτρας/του μπαλονιού). Εδώ το πιο πιθανό είναι η δύναμη νοείται ως δραστηριότητα ενός φυσικού στοιχείου, παρά ως μια δύναμη που δρα αυτόματα (7.1 στον πίνακα). Το γεγονός ότι η ανιμιστική διάσταση της σημασίας ατονεί, φαίνεται να σχετίζεται και με τα ποσοστά εμφάνισης ανά ηλικία (Ομάδα Α: Νήπια: 0%, 4^η τάξη: 6.7%, 6^η τάξη: 16.7%, 9^η τάξη: 3.3%, Ομάδα Β: Νήπια: 0%, 4^η τάξη: 10%, 6^η τάξη: 13.4%, 9^η τάξη: 3.3%).

Απάντηση: «Η μεγάλη/ μικρή πέτρα και το μεγάλο/ μικρό μπαλόνι έχουν δύναμη εξαιτίας της βαρύτητας ή της έλξης της Γης».

Πιθανή σημασία 7.1: Φυσικές δυνάμεις, που δρουν αυτόματα

Εδώ, δίνεται πάλι έμφαση στο αντικείμενο: Η δύναμη είναι η βαρύτητα ή η έλξη της Γης που την έχουν όλα τα σώματα (μικρά και μεγάλα). Το χαρακτηριστικό αυτό καθιστά τη δύναμη «κάτι που δρα αυτόματα» και όχι κάτι που αποτελεί αίτιο για κίνηση / ηρεμία / αλλαγή κίνησης. Οι απαντήσεις αυτού του τύπου, οι οποίες υποδηλώνουν «σχολική γνώση», είναι επόμενο να χρησιμοποιούνται κυρίως από τους μεγαλύτερους μαθητές (Νήπια: 0%, 4^η τάξη: 10%, 6^η τάξη: 6,7%, 9^η τάξη: 43,3).

Απάντηση: «Η μεγάλη/ μικρή πέτρα και το μεγάλο/ μικρό μπαλόνι δεν έχουν δύναμη γιατί κανείς δεν τα σπρώχνει».

Πιθανή σημασία 1.1: Δύναμη: η δράση του ανθρώπου πάνω στο αντικείμενο (όπως προκύπτει καθαρά από την εικόνα)

Δίνεται έμφαση στη σχέση ανθρώπου-αντικειμένου, όπως αυτή μεσολαμβάνεται από την εικόνα. Η δύναμη είναι η δράση του ανθρώπου πάνω στο αντικείμενο.

Ομάδα Ερωτήσεων: Στάσιμα αντικείμενα στην κορυφή ενός λόφου

Σε άλλη ομάδα ερωτήσεων οι ερευνητές έδειξαν στους μαθητές τέσσερα σχέδια που εμπειρεύσαν τις οντότητες (λόφος, μικρή/μεγάλη πέτρα, μικρό/μεγάλο μπαλόني) με τα αντικείμενα να βρίσκονται στην κορυφή του λόφου, σε διαφορετικούς συνδυασμούς ευσταθούς ή ασταθούς ισορροπίας. Τους ζήτησαν να εντοπίσουν τις δυνάμεις που υπήρχαν/ ασκούσαν στα αντικείμενα: «*Η πέτρα/ το μπαλόني στέκονται στην κορυφή του λόφου αλλά δεν ισορροπούν καλά. Αν κάποιος τα σπρώξει θα πέσουν κάτω*»

Ερώτηση: «*Ασκείται δύναμη στην πέτρα ή στο μπαλόني; Γιατί;*»

Απάντηση: «*Δύναμη έχει μόνο η πέτρα και όχι τα μπαλόνια γιατί είναι ελαφριά και ο αέρας μπορεί να τα κουνήσει*».

Πιθανή σημασία 1.2 σε συνδυασμό με 2.1: *Δύναμη η ικανότητα που έχει ένας άνθρωπος ή ζώο να αντιστέκεται (σε ανιμιστική προέκταση για την πέτρα και το μπαλόني) και η δραστικότητα ενός φυσικού φαινομένου ή στοιχείου (του αέρα)*

Εδώ, δίνεται έμφαση στο αντικείμενο (πέτρα ή μπαλόني) και πραγματοποιείται ανιμιστική αναλογία του αντικειμένου προς τον άνθρωπο. Η δύναμη αναφέρεται στην αντίσταση που μπορεί να προβάλλει η πέτρα αλλά όχι το μπαλόني. Ταυτόχρονα εντοπίζεται και η δραστικότητα ενός φυσικού φαινομένου ή στοιχείου, ως πηγή της δράσης (χωρίς να κατονομάζεται ως δύναμη). Ενδιαφέρον στοιχείο αποτελεί η αυθαίρετη εισαγωγή του αέρα στο σενάριο, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στις συνθήκες που τα παιδιά ανακλούν «μεταφερόμενα» στο χώρο που αναπαρίσταται στο σχήμα. Σχεδόν οι μισοί από τους μικρότερους μαθητές απαντούν με αυτόν τον τρόπο και τα ποσοστά μειώνονται με την άνοδο της ηλικίας (Νήπια: 40%, 4^η τάξη: 20%, 6^η τάξη: 6.7%, 9^η τάξη: 3.3%).

Απάντηση: «*Δύναμη έχει η μεγάλη πέτρα και το μεγάλο μπαλόني γιατί είναι βαριά και αν πέσουν θα προκαλέσουν καταστροφή*»

Πιθανή σημασία 1.1: *Δύναμη η ικανότητα που έχει ένας άνθρωπος ή ένα ζώο να δρα αποτελεσματικά (σε ανιμιστική προσέγγιση)*

Εδώ η δύναμη είναι το βάρος ως ιδιότητα των κινούμενων σωμάτων υπεύθυνη για την ικανότητά τους να προκαλούν καταστροφές. Η ανιμιστική χρήση αυτής της σημασίας είναι προφανής και ως εκ τούτου με τα λόγια αυτά απαντούν κυρίως οι μικροί μαθητές ενώ τα ποσοστά είναι πολύ μικρά στους μεγαλύτερους (Νήπια: 26.7%, 4^η τάξη: 0%, 6^η τάξη: 3.3%, 9^η τάξη: 3.3%).

Απάντηση: «*Δύναμη έχει η μεγάλη και η μικρή πέτρα γιατί έχουν βάρος*».

Πιθανή σημασία 7: *Δύναμη: το αίτιο που προκαλεί την κίνηση των σωμάτων.*

Εδώ η δύναμη είναι το βάρος (μάλλον ως ιδιότητα) που αποδίδεται στις πέτρες (μικρή ή μεγάλη), πιθανότατα με τη λογική της πτώσης από την κορυφή του λόφου, που υποβάλλει η ερώτηση (Νήπια: 0%, 4^η τάξη: 3.3%, 6^η τάξη: 13.3%, 9^η τάξη: 0%).

Απάντηση: «*Η μεγάλη/ μικρή πέτρα και το μεγάλο/ μικρό μπαλόني δεν έχουν δύναμη επειδή ο άνθρωπος τα κουνάει εύκολα*».

Πιθανή σημασία 1.2: *Δύναμη η ικανότητα που έχει ένας άνθρωπος ή ένα ζώο να αντιστέκεται σε κάποιον ή κάτι (με ανιμιστική προσέγγιση)*



Εδώ η προφανής ανιμιστική προσέγγιση –χρήση της γλώσσας– μετατοπίζει πάλι τις συχνότητες εμφάνισης προς τις μικρές ηλικίες (Νήπια: 33.3%, 4^η τάξη: 36.7%, 6^η τάξη: 6.7%, 9^η τάξη: 0%).

Απάντηση: «*Η μεγάλη/μικρή πέτρα και το μεγάλο/ μικρό μπαλόνι έχουν τη δύναμη του αέρα*» **Πιθανή σημασία 2.1:** *Δύναμη η δραστικότητα ενός φυσικού φαινομένου ή στοιχείου*

Εδώ πάλι τα παιδιά επικαλούνται τον αέρα ως δράστη (Νήπια: 0%, 4^η τάξη: 0%, 6^η τάξη: 3,3%, 9^η τάξη: 3,3%).

Τα παραδείγματα που παρουσιάσαμε από την ανάλυσή μας δείχνουν το καθολικό γεγονός ότι οι σημασίες που αποδίδουν τα παιδιά στη «δύναμη» είναι σίγουρα σημασίες της ελληνικής γλώσσας. Μάλιστα, κάποια γενικότερα χαρακτηριστικά των αποτελεσμάτων, όπως η χρήση της γλώσσας (των ενθλίκων που παρουσιάζεται στο λεξικό) με ανιμιστικές προσεγγίσεις κυρίως από τα μικρότερα παιδιά, εκτιμούμε ότι αποτελούν τεκμήρια που επιβεβαιώνουν ακόμη περισσότερο την υπόθεσή μας.

Συζήτηση

Οι ιδέες των μαθητών για τη δύναμη δεν αποτελούν υποχρεωτικά ιδιαίτερες κατασκευές των μαθητών, δηλαδή, δημιουργήματά τους. Μπορούν, μάλλον, να υπάρχουν επειδή διαχέονται και μοιράζονται ως σημασίες λέξεων στη γλώσσα που μαθαίνουν και μιλούν: την τοπική/ μητρική τους γλώσσα. Αντιστοιχούν ασφαλώς και στις εμπειρίες τους και στον τρόπο ζωής τους, απ' όπου αντλούν το περιεχόμενό τους. Αποτελούν μέρος των δομών που έχουν δημιουργηθεί και αποκτήσει νόημα μέσα στις πρακτικές που έχουν επικρατήσει και έχουν επιτρέψει σε μια ομάδα ανθρώπων να «συμβιώνει» και να «επιβιώνει» μέσω αυτών (μια κατά Wittgenstein «μορφή ζωής»).

Από την πλευρά της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, οι ιδέες των παιδιών για έννοιες του φυσικού κόσμου εντοπίζονται ως «παρανοήσεις»/«εναλλακτικές» στην «τοπική» γλώσσα της επιστημονικής ή σχολικής κοινότητας/ κουλτούρας. Κι αυτό γιατί η σημασία τους κρίνεται αναφορικά με την ταύτισή τους με την επιστημονική «ορθότητα», παρότι αυτές οι ιδέες δεν προέκυψαν σε επιστημονικό αλλά σε σχολικό/ καθημερινό περιβάλλον. Που σημαίνει ότι δεν πρόκειται για «αναπαραστάσεις της επιστήμης μέσα στην Επιστήμη» αλλά για «αναπαραστάσεις μέσα από τον καθημερινό κόσμο» ή «αναπαραστάσεις της επιστήμης μέσα στην τάξη».

Η διαπίστωση αυτή εδραιώνει μια απόσταση, όχι μόνο της διδασκαλίας αλλά και της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές στους οποίους απευθύνεται και μας οδηγεί να διατυπώσουμε κάποιες επιφυλάξεις για την αποτελεσματικότητα μιας διδασκαλίας που στηρίζεται κυρίως σε μια τοπική-φυσική γλώσσα. Οι επιφυλάξεις αυτές έχουν το ακόλουθο περιεχόμενο: Σε μια διδακτική διαδικασία θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι ξεκινώντας και πατώντας στην τοπική-μητρική γλώσσα που δίνει ασφάλεια και αυτοπεποίθηση στις «βιωμένες» ιδέες των παιδιών, μπορούμε να τις ταξιδέψουμε/ γεφυρώσουμε με την επιστημονική «πραγματικότητα» και γλώσσα. Το ζήτημα όμως είναι ότι η οποιαδήποτε γλώσσα (και η τοπική και η επιστημονική) είναι βαθύτατα συνδεδεμένη με μια κουλτούρα: και μια κουλτούρα αποτελεί μια δομή συνδεδεμένων νοητικών σχημάτων, πρακτικών, διαθέσιμων μέσων αλλά και «δραστών»/ υποκειμένων, που γνωρίζουν να διαχειρίζονται τα μέσα χρησιμοποιώντας τα νοητικά σχήματα και τις πρακτικές με τα οποία συνυπάρχει απόλυτα η γλώσσα της κουλτούρας (Sewell 1992). Τι μας κάνει να πιστεύουμε ότι μπορούμε εύκολα να κατασκευάσουμε διδακτικές-μαθησιακές «γέφυρες» που θα ταξιδέψουν/ γεφυρώσουν τις ιδέες των παιδιών προς/ με τις επιστημονικές; Γιατί οι εξίσου «βιωμένες» πρακτικές των παιδιών και τα διαθέσιμα σ'

αυτά μέσα, που είναι συνδεδεμένα με τη μητρική τους γλώσσα, δεν θα γκρεμίζουν κάθε φορά τις γέφυρές μας; Μήπως αυτό δεν έχει συμβεί με τη γέφυρα/ πρακτική της «λογικής αυτο-συνέπειας» που επιχειρεί η εποικοδομητική γνωστική σύγκρουση (Τσελφές 2008); Αυτή η γέφυρα/ πρακτική είναι θεμελιωδώς επιστημονική. Είναι όμως και βιωμένη πρακτική των παιδιών;

Όσον αφορά στα αποτελέσματα των ερευνών, οφείλουμε να αναγνωρίσουμε πως η γλώσσα/ λόγος/ λέξεις όπως χρησιμοποιείται στις ερευνητικές μεθόδους ίσως καταλήγει τελικά να δημιουργεί σύγχυση. Έτσι δεν είμαστε σε θέση να ξέρουμε με βεβαιότητα αν και κατά πόσο οι «επιστημονικές αναπαραστάσεις» που εκφέρονται λεκτικά ή εκφράζονται εικαστικά από τα παιδιά είναι πράγματι αντίστοιχες των επιστημονικών τους ιδεών. Πόσο μάλλον που σε συνθήκες έρευνας φαίνεται πώς τα παιδιά μάλλον «αντικειμενοποιούν» την φύση της επιστημονικής γνώσης (ακολουθώντας το «ρεύμα» που επικρατεί στα σχολεία). Οι ερευνητές, με τη σειρά τους, «νοητικοποιούν» τη μαθητική γνώση για την επιστήμη, ακολουθώντας το ρεύμα μιας «νοητικοποιημένης» κατανόησης των επιστημονικών σχημάτων, της φύσης των επιστημονικών πρακτικών και των προσώπων που ασχολούνται με τέτοιες πρακτικές (Roth 2008). Μήπως αυτή η «νοητικοποίηση» των παιδικών «αντικειμενοποιήσεων» (που καθοδηγούνται από τη σωματική ύπαρξη, τον υλικό κόσμο, τη χειροπιαστή καθημερινότητα των παρεμβάσεων και την ισχυρότητα συνδεδεμένη με αυτά προφορική μητρική γλώσσα) είναι που κάνει τις ιδέες των παιδιών να μοιάζουν λάθος ή εναλλακτικές;

Βιβλιογραφία

Βυγκότσκι, Λ. (1993). Σκέψη και Γλώσσα, Γνώση, Αθήνα.

Τσελφές, Β. (2007). Διδακτική και διδασκαλία-μάθηση Φυσικών Επιστημών: Αναπαράσταση έναντι παρέμβασης; Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος και Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής ΦΕ και ΝΤ στην εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα, 42-54.

Τσελφές, Β. (2008). Τι εμποδίζει τη συνέρευση της έρευνας στη διδακτική των φυσικών επιστημών με την πράξη της διδασκαλίας-μάθησης, στο Β. Σβολόπουλος (επιμ), Σύνδεση εκπαιδευτικής έρευνας και πράξης. Η ακαδημαϊκή πλευρά, Ατραπός, Αθήνα, 275-299.

Τριανταφυλλίδης, Λεξικό της κοινής νεοελληνικής, <http://www.komvos.edu.gr/dictionaries/dictonline/DictOnLineTri.htm>

Ioannides, C., Vosniadou, S., The Changing Meanings of Force, <http://www.cs.phs.uoa.gr/en/staff/force.pdf>

Kariotoglou, P., Spyrtou, A. & Tselfes, V. (2008). How student – teachers understand distance force interactions in different contexts, Journal of Science and Mathematics Education, Online first: DOI: 10.1007/s10763-008-9147-6.

Roth, W-M. (2008). The nature of scientific conceptions: A discursive psychological perspective, [Educational Research Review](#), 3(1).

Sewell, W. (1992). A theory of structure: Duality, agency and transformation, American Journal of Sociology, 98, 1-29.

VanEijck, M., Hsu, P-L. & Roth, W-M. (2008). Translations of Scientific Practice to “Students’ Images of Science”, Science Education, on line first, DOI 10.1002/sce.20322.