

“Πολύσημες Λέξεις” στις Φυσικές Επιστήμες

Μαρία Α. Βασιλείου, *Msc Χημικός, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης*

Αλεξάνδρα Καραλιώτα-Λυμπεροπούλου, *Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας ΕΚΠΑ, Τομέας ΙΙΙ Ανοργάνου, Γενικής Χημείας και Τεχνολογίας*

Περίληψη: Η παρούσα εργασία ασχολείται με την ανάδειξη και την καταγραφή των διαφορετικών πλαισίων/μαθημάτων στα οποία οι μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Γ΄ Γυμνασίου, Α΄, Β΄ & Γ΄ Λυκείου) τοποθετούν λέξεις που αποκτούν διαφορετική σημασία στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, των Μαθηματικών και στην Καθημερινή Ζωή. Οι πολύσημες λέξεις που αναλύονται και μελετώνται είναι οι εξής: “αναγωγή”, “αντίδραση”, “βάρος”, “βάση”, “δύναμη”, “εξίσωση”, “ισορροπία”, “κορεσμένο/κορεσμός”, “περίοδος”, “πυρήνας” και “ταχύτητα”. Από τη μελέτη και τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν μερικώς την πολυσημία των λέξεων στα διαφορετικά μαθήματα των Φυσικών Επιστημών ή/και των Μαθηματικών και ότι οι μαθητές δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών για την εννοιολογική προσέγγιση των υπό μελέτη λέξεων, αλλά προτιμούν να τις σκέφτονται ως έννοιες στο πλαίσιο της Καθημερινής Ζωής. Η παρούσα μελέτη μπορεί να αποτελέσει εργαλείο για τη διαθεματική προσέγγιση των παραπάνω εννοιών από τους εκπαιδευτικούς για την εξάλειψη του προβλήματος.

1. Εισαγωγή

Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και συνεπώς η μάθηση των Φυσικών Επιστημών εμφανίζουν ιδιαίτερη δυσκολία, διότι οι εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν ένα διπλό πρόβλημα. Απ’ τη μια μεριά, εργάζονται σε μία επιστήμη που περιλαμβάνει στοιχεία που δεν μπορούν να παρατηρηθούν άμεσα, κι απ’ την άλλη, οι μαθητές που εισέρχονται στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών φέρουν μία ελλιπή και διαστρεβλωμένη γνώση για τα διάφορα φυσικά φαινόμενα (Wink, 2001). Δεδομένου ότι η διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης είναι μία διαδικασία επικοινωνίας, οποιαδήποτε προβλήματα επικοινωνίας μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών συνεπάγονται προβλήματα στη χρήση της γλώσσας.

Κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών οι μαθητές καλούνται να χρησιμοποιήσουν λέξεις των οποίων η σημασία θεωρείται άγνωστη για τους ίδιους και δύσκολα συνδέεται με τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους, καθώς και λέξεις, οι

οποίες έχουν μία εντελώς διαφορετική σημασία στην επιστήμη και στην καθημερινή ζωή και χαρακτηρίζονται ως πολύσημες.

Οι λέξεις ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο χρησιμοποιούνται, επιστημονικό ή της καθημερινής ζωής, αποκτούν διαφορετικό νόημα και μετατρέπονται σε διαφορετικές έννοιες. Χωρίς το πλαίσιο ή τις συσχετίσεις των λέξεων (δηλαδή, τα συμφραζόμενα) μία λέξη παραμένει απλώς μία λέξη, ενώ μόνο μέσα σε αυτό μπορεί να μετατραπεί σε έννοια. Στο σημείο αυτό αναφέρεται ότι οι λέξεις στις Φυσικές Επιστήμες, εκτός από τη διττή σημασία (“επιστημονική” και “καθημερινή”) που μπορεί να εμφανίζουν, παρουσιάζουν και διαφορετική σημασία μεταξύ των διαφορετικών πλαισίων/μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών ή/και των Μαθηματικών. Όταν οι λέξεις χρησιμοποιούνται με αρκετούς διαφορετικούς τρόπους, τότε θεωρούνται ως «ατέλειες της γλώσσας» με επακόλουθο τη χαλάρωση στη χρήση τους, κυρίως από ανθρώπους που δεν είναι επιστήμονες, οπότε δημιουργούνται προβλήματα κατά τη διδασκαλία και τη μάθηση αυτών (Sutton, 2002).

Η μοναδική προσέγγιση σχετικά με τη χρήση λέξεων-εννοιών που έχουν διαφορετική σημασία μεταξύ των διαφόρων επιστημών και της Καθημερινής Ζωής σε επίπεδο Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης γίνεται για πρώτη φορά το σχολικό έτος 2007-2008. Συγκεκριμένα, στο βιβλίο της Χημείας Β΄ Γυμνασίου (§2.7) αναφέρεται ότι η λέξη “αντίδραση” χρησιμοποιείται με τη μορφή της αλληλεπίδρασης και σε άλλες περιπτώσεις (Φυσική, Βιολογία, Φυσιολογία, Πολιτική), και, παράλληλα, στο ίδιο βιβλίο (§2.8), γίνεται μία αναλογία για τη λέξη “άτομο” ως συστατικό των χημικών ενώσεων και ως συστατικό της κοινωνίας. Επιπλέον, στο βιβλίο της Βιολογίας Γ΄ Γυμνασίου (κεφ.1, §1.3) οι μαθητές παροτρύνονται, μέσω εργασίας, στην εύρεση των κοινών χαρακτηριστικών της λέξης “συστήματος” από τη Βιολογία, τα Μαθηματικά, την Ιστορία, την Κοινωνική Αγωγή και την Καθημερινή Ζωή. Τέλος, σημειώνεται ότι η μοναδική αναφορά στις πολύσημες λέξεις στις Φυσικές Επιστήμες γίνεται στο βιβλίο της Έκφρασης-Έκθεσης Α΄ Λυκείου (κεφ.: Ειδικές Γλώσσες), στο οποίο επισημαίνεται ότι διαφορετικές επιστήμες ή επαγγελματικές ομάδες χρησιμοποιούν διαφορετική ορολογία και ότι ορισμένες λέξεις-όροι μπορούν να χρησιμοποιούνται από περισσότερες ομάδες (ή στην καθημερινή ομιλία).

2. Λέξεις με Πολλαπλή Σημασία στις Φυσικές Επιστήμες

Σύμφωνα με την Janet N. Ryan (1985), το πρόβλημα δεν προκαλείται από τους επιστημονικούς όρους, αλλά από τις σύντομες κοινές (καθημερινές) λέξεις που έχουν εισχωρήσει στη γλώσσα της επιστήμης δημιουργώντας σ’ αυτές συγκεκριμένες – ειδικές σημασίες. Η χρήση πολλών κοινών λέξεων μέσω διαφορετικών και συχνά αυστηρά επιστημονικών ορισμών, δεν δημιουργεί προβλήματα μόνο στους αδύνατους μαθητές, αλλά επηρεάζει, επιπροσθέτως, και τα άτομα που χρησιμοποιούν ένα «ανώτερο» λεξιλόγιο (επιστημονικά καταρτισμένα άτομα). Αυτό το πρόβλημα των λέξεων καλείται «παράδοξη και αντιφατική γλώσσα» δεδομένου ότι η οικειότητα αυτών των καθημερινών – φιλικών λέξεων αποκρύπτει το γεγονός ότι αυτές μπορούν να αποτελέσουν, πράγματι, ειδικούς όρους. Κατά συνέπεια, αναφέρεται ότι η λέξη

“βάση” στις Φυσικές Επιστήμες, και συγκεκριμένα στο πλαίσιο του μαθήματος της Χημείας, δεν σημαίνει κάτι το θεμελιώδες, καθώς και ότι δεν είναι εύοσμες όλες οι χημικές ενώσεις που ονομάζονται “αρωματικές”.

Αυτό που παρατηρείται από τους μαθητές κατά τη διδασκαλία των παραπάνω λέξεων είναι η αποφυγή της καταγραφής των νέων ορισμών των οικείων λέξεων, λόγω του ότι θεωρούν ότι ήδη γνωρίζουν τις σημασίες αυτών (των λέξεων) από προηγούμενες εμπειρίες τους και από την καθημερινή ζωή, με αποτέλεσμα να μην κατανοούν τη λέξη που παρουσιάζεται, πλέον, ως έννοια στο νέο της πλαίσιο, χωρίς, βεβαίως, οι ίδιοι να είναι σε θέση να συνειδητοποιήσουν το γιατί (Gowaty, 1982).

Επιπλέον, αναφέρεται ότι στις Φυσικές Επιστήμες ορισμένες κοινές λέξεις μπορούν να δημιουργήσουν σε μικρότερο βαθμό παρανοήσεις ή προβλήματα στην κατανόηση από κάποιες άλλες πολύσημες λέξεις. Αυτό συμβαίνει όταν οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν τη σημασία των λέξεων μέσω της αναγνώρισης της ετυμολογικής τους ρίζας, εφόσον το επιτρέπει η γλωσσική της δομή. Έτσι, δίνεται μία γενική σημασία στη λέξη που δεν βρίσκεται σε κάποιο συγκεκριμένο πλαίσιο κι αυτή έχει τη δυνατότητα όταν ενταχθεί στο δεδομένο πλαίσιο, απλώς, να εξειδικεύεται και να θεωρείται ως εφαρμογή της ερμηνείας του προηγούμενου γενικού πλαισίου. Όταν αναγνωρίσουμε την ετυμολογική ρίζα λέξεων που χρησιμοποιούνται στις Φυσικές Επιστήμες, τότε ενισχύεται η κατανόηση προς τους αντίστοιχους όρους-έννοιες και συγκρατείται αμείωτο το ενδιαφέρον για το αντίστοιχο μάθημα των Φυσικών Επιστημών (Sarma, 2004).

Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί η λέξη: “αναγωγή”. Αυτή προέρχεται από την πρόθεση ‘ανά’, που δηλώνει ότι κάτι ξεκινά, γίνεται εκ νέου ή ότι κάτι επαναλαμβάνεται και το ρήμα ‘άγω’, που σημαίνει κατευθύνω, φέρνω, οδηγώ. Συνεπώς, δικαιολογημένα σε ένα γενικό πλαίσιο σημαίνει την τοποθέτηση μιας κατάστασης σε μία άλλη διάσταση, την επαναφορά σε κάτι πιο σαφές ή/και τη μετατροπή ενός δεδομένου σε μία περισσότερο εύχρηστη μορφή. Όταν αυτή εντάσσεται στο πλαίσιο του μαθήματος των Μαθηματικών αντιστοιχεί στη μετατροπή μιας μαθηματικής παράστασης σε μία ισοδύναμη παράσταση, ενώ στο πλαίσιο του μαθήματος της Χημείας αναφέρεται στην αντίδραση κατά την οποία ένα στοιχείο προσλαμβάνει ηλεκτρόνια με αποτέλεσμα τη μετατροπή του αριθμού οξειδώσεώς του.

3. Οι Πολύσημες Λέξεις

Οι Πολύσημες Λέξεις που αναλύονται και μελετώνται στη συγκεκριμένη εργασία ως προς την εννοιολογική τους κατεύθυνση (δηλαδή, ως προς το πλαίσιο που προσεγγίζεται από τη σκέψη των μαθητών) είναι οι εξής: “αναγωγή”, “αντίδραση”, “βάρος”, “βάση”, “δύναμη”, “εξίσωση”, “ισορροπία”, “κορεσμένο/κορεσμός”, “περίοδος”, “πυρήνας” και “ταχύτητα”. Αναλυτικά, καταγράφονται οι διαφορετικές σημασίες τους στα διαφορετικά πλαίσια/μαθήματα των Φυσικών Επιστημών ή/και των Μαθηματικών (μέσω βιβλιογραφικής μελέτης των σχολικών εγχειριδίων της

Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης), καθώς και στο πλαίσιο της Καθημερινής Ζωής και, παράλληλα, γίνεται η ετυμολογική ανάλυση για κάθε μία από αυτές.

Η επιλογή των λέξεων πραγματοποιήθηκε με βάση το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα, δεδομένου ότι η τοποθέτηση μιας λέξης σε κάποιο συγκεκριμένο πλαίσιο προϋποθέτει τη γνώση όλων των διαφορετικών υπαρχόντων πλαισίων που είναι δυνατόν να τοποθετείται αυτή και συνεπώς τη γνώση των διαφορετικών νοημάτων που αντιστοιχούν στη δεδομένη λέξη και τη μετατρέπουν σε νέα έννοια. Η παραπάνω προϋπόθεση θεωρείται εφικτή είτε μέσω της διδακτικής διαδικασίας (συμπεριλαμβανομένων και των προηγούμενων τάξεων), είτε μέσω των προσωπικών εμπειριών των μαθητών από την καθημερινή ζωή τους.

Στο σημείο αυτό αναφέρονται τα διαφορετικά πλαίσια/μαθήματα στα οποία οι υπό μελέτη λέξεις εμφανίζουν διαφορετική σημασία:

- η λέξη “αναγωγή” εμφανίζει διαφορετική σημασία στο πλαίσιο της Χημείας και στο πλαίσιο του μαθήματος των Μαθηματικών (ομοίων όρων & στη μονάδα),
- η λέξη “αντίδραση” αναφέρεται σε μία δύναμη στο πλαίσιο της Φυσικής και σε αλληλεπιδράσεις ουσιών που προκαλούν μεταβολές στο πλαίσιο της Χημείας,
- η λέξη “βάρος” έχει διαφορετική σημασία ανάμεσα στο πλαίσιο του μαθήματος της Χημείας και της Φυσικής,
- η λέξη “βάση” αναφέρεται σε διαφορετικές καταστάσεις ανάμεσα στα πλαίσια της Χημείας και των Μαθηματικών (Άλγεβρα & Γεωμετρία),
- η λέξη “δύναμη” αποτελεί άλλη έννοια μεταξύ του πλαισίου της Φυσικής και των Μαθηματικών,
- η λέξη “εξίσωση” εμφανίζει διαφορετική σημασία στα πλαίσια της Χημείας, της Φυσικής και των Μαθηματικών,
- η λέξη “ισορροπία” σημαίνει κάτι το διαφορετικό ανάμεσα στη Χημεία και στη Φυσική,
- η λέξη “κορεσμένο/κορεσμός” αποκτά άλλη σημασία στο πλαίσιο της Ανόργανης και της Οργανικής Χημείας,
- η λέξη “περίοδος” αναφέρεται σε διαφορετικές έννοιες στα πλαίσια της Χημείας, της Φυσικής και των Μαθηματικών,
- η λέξη “πυρήνας” έχει διαφορετική σημασία στο πλαίσιο του μαθήματος της Χημείας, της Βιολογίας και της Γεωλογίας, και
- η λέξη “ταχύτητα” αφορά σε άλλες έννοιες μεταξύ των πλαισίων της Χημείας και της Φυσικής.

Τέλος, σημειώνεται ότι οι πολύσημες λέξεις της έρευνας εμφανίζουν διαφορετική σημασία και στο πλαίσιο της Καθημερινής Ζωής.

4. Ερευνητικό/Πειραματικό Μέρος

4.1. Γενικός Σκοπός / Στόχοι

Η παρούσα εργασία ασχολείται με τον εντοπισμό και την ανάλυση πολύσημων λέξεων στις Φυσικές Επιστήμες, καθώς και με την ανάδειξη και την καταγραφή των διαφορετικών πλαισίων που τοποθετούν μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης λέξεις που αποκτούν διαφορετική σημασία στα διαφορετικά μαθήματα/πλαίσια των Φυσικών Επιστημών (Χημεία, Φυσική, Βιολογία), των Μαθηματικών και στην

Καθημερινή Ζωή. Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος της ερευνητικής εργασίας διπλώματος ειδίκευσης που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του διαπανεπιστημιακού – διατμηματικού μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών “Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (ΔιΧηNET)” του ΕΚΠΑ το 2008.

Από το γενικό σκοπό απορρέουν οι ειδικοί σκοποί (στόχοι), που είναι οι παρακάτω:

- Να διαπιστωθεί η ικανότητα αναγνώρισης και διαχωρισμού *πολύσημων λέξεων* ως διαφορετικές έννοιες στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Χημεία, Φυσική, Βιολογία) ή/και των Μαθηματικών από μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
- Να διαπιστωθεί εάν αντιλαμβάνονται οι μαθητές της Β/θμιας Εκπ/σης τις *επιστημονικές έννοιες* ως λέξεις που χρησιμοποιούνται στην Καθημερινή Ζωή με διαφορετική σημασία
- Να διαπιστωθεί η προτίμηση του πλαισίου που επιλέγουν οι μαθητές για τις λέξεις που εμφανίζουν διαφορετική σημασία, τόσο μεταξύ των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών (Χημεία, Φυσική, Βιολογία) ή/και των Μαθηματικών, όσο και ανάμεσα σ’ αυτά τα μαθήματα και στην Καθημερινή Ζωή
- Να διαπιστωθεί ο βαθμός εννοιολογικής κατανόησης των διαφορετικών σημασιών των *πολύσημων λέξεων* σε διαφορετικά πλαίσια (Χημεία, Φυσική Βιολογία, Μαθηματικά, Καθημερινή Ζωή)
- Να διαπιστωθεί ο βαθμός επιρροής των μαθητών από τη διδασκαλία των αντίστοιχων μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών.

4.2. Μεθοδολογία Έρευνας

Η ανάδειξη και η καταγραφή των διαφορετικών σημασιών των λέξεων, τόσο μεταξύ της Καθημερινής Ζωής και των Φυσικών Επιστημών (ή των Μαθηματικών), όσο και μεταξύ των διαφορετικών μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών (Χημεία, Φυσική, Βιολογία) ή/και των Μαθηματικών που αποδίδουν οι μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια εμπειρικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε μέσω μιας διερευνητικής-περιγραφικής στρατηγικής κατά το σχολικό έτος 2007-2008.

Στα πλαίσια της έρευνας ως πλήθος θεωρούνται 215 μαθητές της Γ΄ Γυμνασίου, της Α΄, της Β΄ & της Γ΄ τάξης του Ενιαίου Λυκείου. Η επιλογή του δείγματος πραγματοποιήθηκε με την τεχνική της “κατά συστάδες” τυχαίας δειγματοληψίας, η οποία αναφέρεται σε μία ολόκληρη ομάδα ατομικών περιπτώσεων που υπάρχει φυσικώς εντός της τάξης, με αποτέλεσμα να μην διαταράσσεται η λειτουργία του σχολείου. Οι “συστάδες” που χρησιμοποιήθηκαν είναι 2 τμήματα της Γ΄ Γυμνασίου, 3 τμήματα της Α΄ Λυκείου, 4 τμήματα της Β΄ Λυκείου και 2 τμήματα της Γ΄ Λυκείου. Στον πίνακα που ακολουθεί (βλ. Πίνακα 1) φαίνονται κατά αντιστοιχία ο αριθμός του δείγματος και τα σχολεία από τα οποία προέρχεται αυτό:

Όνομα Σχολείου	Τάξη	Απόλυτη Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα
43^ο Γυμνάσιο Αθηνών	<i>Γ' Γυμνασίου</i>	23	10,7%
1^ο Γυμνάσιο Γέρακα		23	10,7%
Γενικό Λύκειο Τροπαίων (<i>N. Αρκαδίας</i>)	<i>Α' Λυκείου</i>	14	6,5%
	<i>Β' Λυκείου</i>	22	10,2%
	<i>Γ' Λυκείου</i>	14	6,5%
2^ο Λύκειο Περιστερίου	<i>Α' Λυκείου</i>	45	20,9%
	<i>Β' Λυκείου</i>	44	20,5%
	<i>Γ' Λυκείου</i>	30	14,0%
<u>Σύνολο</u>		215	100%

Πίνακας 1. Αριθμός Μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα

Το ερευνητικό εργαλείο της έρευνας είναι ένα αυτοσχέδιο ερωτηματολόγιο που αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει ερωτήσεις ανοιχτού τύπου (σύντομης ανάπτυξης), ώστε να διαπιστωθεί η αρχική σκέψη των μαθητών για τη σημασία και το πλαίσιο επιλογής των πολύσημων λέξεων, ενώ στο δεύτερο μέρος υπάρχουν ερωτήσεις κλειστού τύπου (σωστού-λάθους, πολλαπλής επιλογής, “χάρτης διαθεματικών εννοιών”, αντιστοίχισης), μέσω των οποίων εξετάζονται οι σημασίες των λέξεων σε όλα τα διαφορετικά πλαίσια (Χημεία, Φυσική, Βιολογία, Μαθηματικά, Καθημερινή Ζωή) που μπορούν να τοποθετηθούν από τους μαθητές.

Προηγήθηκε πιλοτική έρευνα με 27 μαθητές από όλες τις τάξεις προκειμένου να ελεγχθεί η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου.

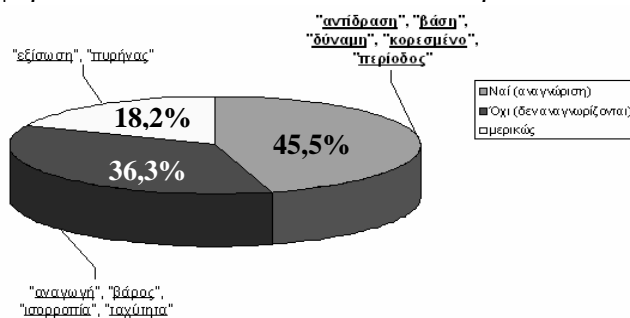
Η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό λογισμικό πακέτο SPSS (Statistical Package for Social Sciences) και τα στατιστικά κριτήρια που επιλέχθηκαν είναι οι Συχνότητες, που εφαρμόστηκαν για κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου ξεχωριστά στο σύνολο του δείγματος και ανά τάξη, και η Απαραμετρική Διαδικασία Crosstabs, μέσω της οποίας δημιουργούνται διμεταβλητοί πίνακες που συνδυάζουν τις συχνότητες δύο μεταβλητών (ερωτήσεις ανοιχτού-κλειστού τύπου).

Ο συντελεστής αξιοπιστίας Cronbach α βρέθηκε: 0,7193, συνεπώς, παρατηρείται μεγάλη συνέπεια μεταξύ των ερωτήσεων του ερευνητικού εργαλείου και των απαντήσεων του δείγματος.

5. Γενικά Συμπεράσματα

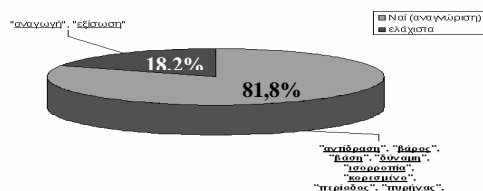
Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και σε σχέση με τους ειδικούς σκοπούς/στόχους της έρευνας, προκύπτουν τα εξής:

Οι λέξεις “αντίδραση”, “βάση”, “δύναμη”, “κορεσμένο” και “περίοδος” αναγνωρίζονται από τους μαθητές ως ξεχωριστές επιστημονικές έννοιες (βλ. Σχήμα 1), σε αντίθεση με τις λέξεις “αναγωγή”, “βάρος”, “ισορροπία” και “ταχύτητα”, για τις οποίες οι μαθητές θεωρούν ότι αποτελούν έννοιες μόνο ενός επιστημονικού πλαισίου κάθε φορά και δεν είναι δυνατό να αντιπροσωπεύουν έννοιες και άλλων επιστημών:



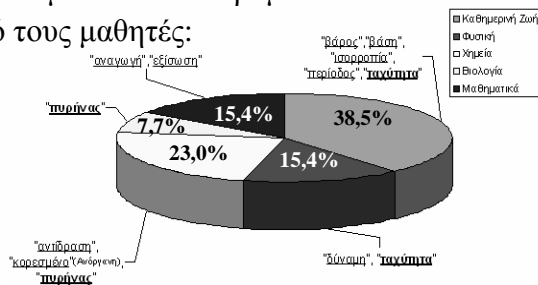
Σχήμα 1. Αναγνώριση Πολύσημων Λέξεων ως ξεχωριστές “επιστημονικές” έννοιες

Οι περισσότερες υπό μελέτη πολύσημες λέξεις αναγνωρίζονται από τους μαθητές ως “επιστημονικές” έννοιες που εμφανίζουν διαφορετική σημασία στην Καθημερινή Ζωή (βλ. Σχήμα 2), εκτός από τις λέξεις “αναγωγή” και “εξίσωση”, οι οποίες τοποθετούνται από τους μαθητές, κυρίως, στο πλαίσιο του μαθήματος των Μαθηματικών. Στο σημείο αυτό αναφέρεται ότι η λέξη “αναγωγή” τοποθετείται στο πλαίσιο της Καθημερινής Ζωής με λανθασμένη σημασία από τους μαθητές, δεδομένου ότι τη συσχετίζουν με τη λέξη «αγωγή», και, κυρίως, αναφέρονται στην αρνητική στάση/συμπεριφορά ατόμων, κι όχι στην πραγματική της σημασία που σχετίζεται με τη μετατροπή της σε κάτι απλούστερο:



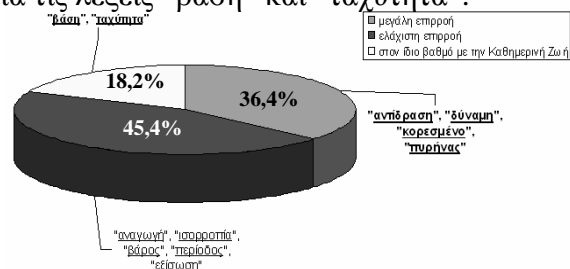
Σχήμα 2. Αναγνώριση “επιστημονικών” εννοιών ως λέξεις με διαφορετική σημασία στην Καθημερινή Ζωή

Στο σχήμα που ακολουθεί (βλ. Σχήμα 3) φαίνεται το πλαίσιο προτίμησης των πολύσημων λέξεων από το σύνολο του δείγματος (N=215), ενώ οι υπογραμμισμένες λέξεις σ’ αυτό προτιμώνται σε παρόμοιο ποσοστό στα διαφορετικά πλαίσια που τοποθετούνται από τους μαθητές:



Σχήμα 3. Πλαίσιο Προτίμησης των Πολύσημων Λέξεων

Η σκέψη των μαθητών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών για τις λέξεις “αντίδραση”, “δύναμη”, “κορεσμένο” και “πυρήνας” (βλ. Σχήμα 4), ενώ η επιρροή της σκέψης των μαθητών για τις λέξεις “αναγωγή”, “ισορροπία”, “βάρος”, “περίοδος” και “εξίσωση” είναι ελάχιστη. Τέλος, αναφέρεται ότι η σκέψη των μαθητών επηρεάζεται στον ίδιο βαθμό με την Καθημερινή Ζωή για τις λέξεις “βάση” και “ταχύτητα”:



Σχήμα 4. Βαθμός επιρροής της σκέψης των μαθητών από τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

6. Προτάσεις και Προβληματισμοί

Δεδομένου ότι η διδακτέα ύλη των Φυσικών Επιστημών που αναφέρεται σε λέξεις με πολλαπλή σημασία μετατρέπεται δύσκολα σε διδάξιμη γνώση για τους μαθητές, καθώς και ότι η γλώσσα μας, η ελληνική γλώσσα, περιέχει τις κατάλληλες λέξεις για την περιγραφή των διαφόρων φαινομένων και τη νοητική αναπαράσταση εννοιών στα πλαίσια μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών, το μεγαλύτερο μέρος του προβλήματος εστιάζεται στο ρόλο των εκπαιδευτικών και στην κάθετη (και ορθή) μεταβίβαση της γνώσης προς τους μαθητές.

Οι εκπαιδευτικοί, πριν τη διδασκαλία μιας έννοιας, πρέπει να εξετάζουν εάν η λέξη που την αντιπροσωπεύει εμφανίζει διαφορετική σημασία στα πλαίσια της Καθημερινής Ζωής ή/και στα πλαίσια των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών (ή των Μαθηματικών), να μελετούν την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών για τη συγκεκριμένη λέξη, και να γνωρίζουν το πλαίσιο προτίμησης των μαθητών (κατεύθυνση σκέψης) για τις λέξεις με πολλαπλή σημασία στις Φυσικές Επιστήμες. Η γνώση του πλαισίου προτίμησης ως προς το οποίο κατευθύνουν τη σκέψη τους οι μαθητές, προτείνεται ως είδος προκαταβολικού οργανωτή κατά τη διδασκαλία των πολύσημων λέξεων, μέσω απαγωγικής στρατηγικής (Ausubel, 1963). Σύμφωνα με τα παραπάνω, θα αντιμετωπιστούν θετικά τα διάφορα εννοιολογικά προβλήματα και οι μαθητές θα οδηγηθούν στην κατανόηση των αντίστοιχων λέξεων/εννοιών στο χώρο των Φυσικών Επιστημών.

6.1. Τρόποι διδασκαλίας εννοιών που αντιστοιχούν σε λέξεις με πολλαπλή σημασία στις Φυσικές Επιστήμες

Με βάση τα παραπάνω, προτείνονται οι εξής τρόποι για τη διδασκαλία εννοιών που αντιστοιχούν σε πολύσημες λέξεις:

- (1) Πρόβλεψη της σημασίας της νέας έννοιας της πολύσημης λέξης με τη χρήση των κύριων στοιχείων της ετυμολογικής σημασίας της λέξης, εφόσον είναι εφικτό από τη δομή της. Έτσι, η άγνωστη έννοια μετατρέπεται σε κάτι που λειτουργεί

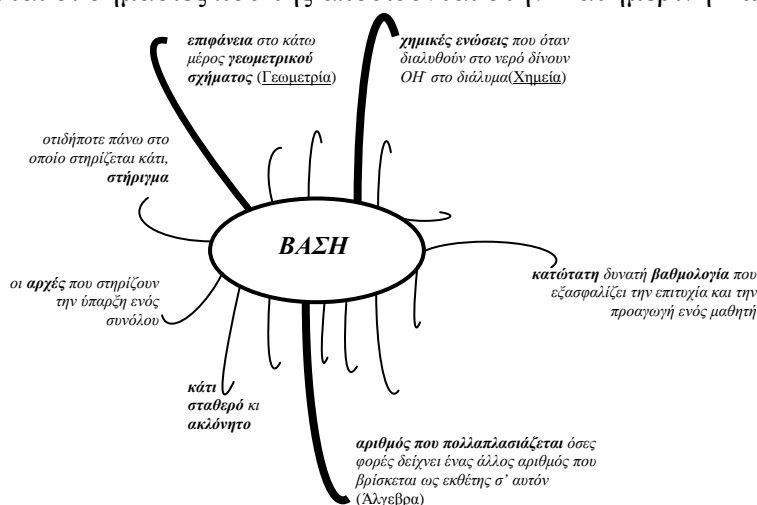
οικεία για τους μαθητές μέσω των κατάλληλων συσχετίσεων και συνδέσεων με γνωστές εννοιολογικές δομές.

- (2) Χρήση διδακτικών εργαλείων για την απεικόνιση των συστατικών του νοήματος λέξεων με πολλαπλή σημασία, και, συγκεκριμένα κατασκευή απεικονίσεων του νοηματικού πυρήνα και της νοηματικής περιφέρειας των λέξεων με δύο τρόπους σύνδεσης: των ομόκεντρων κύκλων και της αγκιστροειδούς σημειογραφίας (Σχήμα 5) (Sutton, 2002). Η χρήση των απεικονίσεων προτείνεται μόνο κατά την έναρξη μιας συζήτησης στη σχολική τάξη που αφορά στη σημασία μιας λέξης-έννοιας και στην παρατήρηση της αλλαγής αυτής στα διαφορετικά πλαίσια, κι όχι ως ερμηνευτικό εργαλείο, μέσω του οποίου θα μπορούσε να εξηγηθεί η χρήση άλλων λέξεων που δημιουργούν τις συσχετίσεις και τις συνδέσεις με τη λέξη που αποτελεί τον κεντρικό πυρήνα. Η καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό κρίνεται απαραίτητη, προκειμένου να διερευνηθούν οι συνειρμικοί συλλογισμοί των μαθητών που σχετίζονται με τη νέα λέξη/έννοια, ώστε να αποδοθεί το νέο (επιστημονικό) νόημα, χωρίς αυτό να φαίνεται ως κάτι το «άπιαστο» και το εντελώς άγνωστο στους μαθητές.

Ως ενδεικτικό παράδειγμα παρουσιάζεται η κατασκευή απεικονίσεων των συστατικών του νοήματος για τη λέξη “ΒΑΣΗ”:

Απεικόνιση με τη βοήθεια των Ομόκεντρων Κύκλων: Αρχικά, σχεδιάζεται ένας κύκλος (κεντρικός) στον οποίο αναγράφεται η πολύσημη λέξη (νοηματικός πυρήνας) και περιφερειακά από αυτόν, σχεδιάζονται ομόκεντροι κύκλοι με διαφορετική φωτεινότητα, που σχετίζεται με την απόδοση βαρύτητας στα διαφορετικά νοήματα της λέξης. Στο κέντρο του κύκλου αναγράφονται σε ξεχωριστούς κύκλους οι «επιστημονικές» σημασίες της λέξης, ενώ στους ομόκεντρους κύκλους τοποθετούνται οι σημασίες της λέξης από την Καθημερινή Ζωή (νοηματική περιφέρεια).

Απεικόνιση με τη βοήθεια Αγκιστροειδούς Σημειογραφίας: Στο κέντρο ενός κύκλου αναγράφεται η κοινή λέξη (νοηματικός πυρήνας) και την περίμετρο αυτού σχεδιάζονται άγκιστρα στα οποία τοποθετούνται τα συνειρμικά συστατικά του νοήματος της λέξης που μελετάται. Στα πιο έντονα και μακριά άγκιστρα τοποθετούνται οι «επιστημονικές» σημασίες της λέξης, ενώ, στα υπόλοιπα, αναγράφονται οι σημασίες που της αποδίδονται στην Καθημερινή Ζωή.



Σχήμα 5. Απεικόνιση με Αγκιστροειδή Σημειογραφία

- (3) Κατασκευή καταλόγου πολύσημων λέξεων των Φυσικών Επιστημών (λίστας) για κάθε τάξη της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ξεχωριστά, όπου θα καταγράφονται

οι ήδη γνωστές σημασίες των λέξεων που πρόκειται να διδαχθούν είτε από τις εμπειρίες των μαθητών, είτε από τα διαφορετικά μαθήματα των Φυσικών Επιστημών ή/και των Μαθηματικών. Ο κατάλογος των λέξεων μπορεί να δημιουργηθεί είτε από τον εκπαιδευτικό των Φυσικών Επιστημών και να δοθεί στους μαθητές στην αρχή της σχολικής χρονιάς, είτε για τον εκπαιδευτικό, ως εγχειρίδιο, στο οποίο θα καταγράφονται όλες οι διαφορετικές σημασίες των πολύσημων λέξεων (δηλωτικές ή μεταφορικές), η ετυμολογία τους και η τάξη που διδάσκονται κάθε φορά.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι εκπαιδευτικοί θα συνειδητοποιήσουν την ανάγκη διαφοροποίησης των σημασιών των κοινών λέξεων για τους μαθητές που δεν είναι επιστημονικά καταρτισμένοι, ώστε να τους οδηγήσουν στην απόκτηση μεγαλύτερης ευχέρειας με τις νέες επιστημονικές έννοιες που πρόκειται να διδαχθούν, και συνεπώς, στην ουσιαστική μάθηση.

Βιβλιογραφικές παραπομπές:

- Bretz, S. L. (2001). Novak's Theory of Education: Human Constructivism and Meaningful Learning. *Journal of Chemical Education*, 78, 1107.
- Gowaty, P. A. (1982). Sexual terms in sociobiology: Emotionally evocative and paradoxically jargon. *Animal Behav.*, 30, 630.
- Ryan, J. N. (1985). The Language Gap: Common Words with Technical Meanings. *Journal of Chemical Education*, 62, 1098.
- Sarma, N. S. (2004). Etymology as an Aid to Understanding Chemistry Concepts. *Journal of Chemical Education*, 81, 1437.
- Sutton, C. (2002). *Οι Λέξεις, οι Φυσικές Επιστήμες και η Μάθηση*. (Μ. Κασούτας & Δ. Λαθούρης, Μετ.) Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα: τυπωθήτω - Γιώργος Δαρδανός.
- Syamal, A. (1985). Some improper terms in coordination chemistry. *Journal of Chemical Education*, 62, 143.
- Wink, D. J. (2001). Reconstructing Student Meaning: A Theory of Perspective Transformation. *Journal of Chemical Education*, 78, 1107.
- Αβραμιώτης Σ., Αγγελόπουλος Β., Καπελώνης Γ., Σινιγάλιας Π., Σπαντίδης Δ., Τρικαλίτη Α., Φίλος Γ. (2007). *Χημεία Β' Γυμνασίου* (Α' εκδ.). Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Βασιλείου, Μ. Α. (2008). *Πολύσημες Λέξεις στις Φυσικές Επιστήμες: Εντοπισμός, Ανάλυση και Έρευνα της επιστημονικής σημασίας τους από μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης*. Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Σχολή Φυσικών Επιστημών. Τμήμα Χημείας. ΔΔΠΜΣ-ΔιΧηNET.
- Βλάχος, Ι. Α. (2004). *Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της Εποικοδόμησης*. Αθήνα: Γρηγόρη.
- Γιανναράς, Α. (1976). *Αρχαίοι Ατομικοί Φιλόσοφοι*. Αθήνα: Παπαζήση.
- Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος ΙΙ* (3^η εκδ.). Αθήνα.
- Ματσαγγούρας, Η. Γ. (2007). *Στρατηγικές Διδασκαλίας: Η κριτική σκέψη στη διδακτική πράξη, Θεωρία και Πράξη της Διδασκαλίας* (Β' τόμ., 5^η εκδ.). Αθήνα: Gutenberg.
- Μαυρικάκη Ε., Γκούβρα Μ., Καμπούρη Α. (2007). *Βιολογία Γ' Γυμνασίου* (Α' εκδ.). Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Μπαμπινιώτης, Γ. (2004). *Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας* (Β' ανατυπ. εκδ.). Αθήνα: Κέντρο Λεξικολογίας.

Παρασκευόπουλος, Ι. (1993). *Μεθοδολογία Επιστημονικής Έρευνας* (Α΄ & Β΄ τόμ.). Αθήνα.

Τσολάκης Χρ., Αδαλόγλου Κ., Αυδή Α., Λόππα Ε., Τάνης Δ. *Έκθεση-Έκφραση για το Ενιαίο Λύκειο* (αναθ. εκδ., Α΄ τεύχος). Αθήνα: ΟΕΔΒ.