

Αξιολόγηση του χημικού αλφαριθμητισμού των μαθητών του ελληνικού λυκείου

Βλάχου Α., Τσαπαρλής Γ., Shwartz Υ., Ben-Zvi Ρ., Hofstein Α.

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας, gtseper@cc.uoi.gr
The Weizmann Institute of Science, Department of Science Teaching, Rehovot, Israel,
yaels@umich.edu

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να αξιολογηθεί το επίπεδο του χημικού αλφαριθμητισμού στην ελληνική μέση εκπαίδευση (γυμνάσιο και γενική παιδεία λυκείου). Το δείγμα περιλάμβανε συνολικά 458 μαθητές λυκείου, καθώς και πρωτοετείς φοιτητές πανεπιστημιακών τμημάτων με άμεση σχέση με την χημεία. Η εργασία στηρίζεται σε παρόμοια μελέτη στο Ισραήλ. Χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο που αποτελούνταν από δύο μέρη: (1) Προσδιορισμός και ορισμός των χημικών εννοιών. (2) Χημικές εξηγήσεις καθημερινών φαινομένων. Διαπιστώθηκε ότι, όπως αναμένεται, οι μαθητές που ξεκινούν λύκειο έχουν λιγότερες γνώσεις από τους μαθητές που ολοκλήρωσαν την χημεία γενικής παιδείας (όταν ξεκινούν την γ' λυκείου) και τους πρωτοετείς φοιτητές. Αξιοσημείωτο είναι ότι οι φοιτητές δεν έδωσαν υψηλότερα ποσοστά γνώσεων από τους μαθητές γ' λυκείου. Τα συμπεράσματα μπορούν να είναι χρήσιμα στον σχεδιασμό προγραμμάτων σπουδών και στο πού πρέπει να δίνεται έμφαση κατά την διδασκαλία.

Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια αξιολόγησης της απόκτησης της επιστημονικής βασικής εκπαίδευσης. Ο κύριος στόχος είναι να ερευνηθεί η επίτευξη του χημικού αλφαριθμητισμού στους αποφοίτους του γυμνασίου και του λυκείου. Ειδικότερα να αξιολογηθεί το επίπεδο του χημικού αλφαριθμητισμού στην χημεία γενικής παιδείας στην αρχή της α' και της γ' τάξης λυκείου, καθώς και σε πρωτοετείς φοιτητές που έχουν εισαχθεί σε πανεπιστημιακά τμήματα που έχουν άμεση σχέση με την χημεία. Η εργασία στηρίζεται σε μια παρόμοια μελέτη που έγινε στο Ισραήλ από τους Shwartz, Hofstein και Ben-Zvi (2006). Το ερευνητικό σχέδιο βασίστηκε σε δύο θεωρητικά πλαίσια: (α) τον χημικό αλφαριθμητισμό, όπως αυτός αναπτύχθηκε από τους Shwartz, Hofstein και Ben-Zvi (2005) και (β) τα διαφορετικά επίπεδα επιστημονικής βασικής εκπαίδευσης που προτάθηκαν από το Biological Science Curriculum Studies (1993) και από τον Bybee (1997).

Ως γνωστόν, η χημεία ξεκινάει ως μάθημα γενικής παιδείας στην α' λυκείου (για όλους τους μαθητές). Στην β' λυκείου υπάρχει η χημεία γενικής παιδείας που διδάσκονται όλοι, και η χημεία προχωρημένου επιπέδου που διδάσκονται μόνο όσοι μαθητές επιλέξουν την Θετική Κατεύθυνση (ΘτΚ). Στην γ' λυκείου δεν υπάρχει μάθημα χημείας για όλους τους μαθητές, παρά μόνο για όσους επιλέξουν την ΘτΚ ή τον δεύτερο κύκλο της Τεχνολογικής Κατεύθυνσης (TK). Πιο συγκεκριμένα, θα μελετήσουμε πώς η βασική σειρά μαθημάτων χημείας (γενική παιδεία α' και β' λυκείου) συμβάλλει στα διάφορα επίπεδα του χημικού αλφαριθμητισμού και πόσο χημικά προετοιμασμένοι είναι οι πρωτοετείς φοιτητές για να ξεκινήσουν μια σχολή που έχει άμεση σχέση με την χημεία. Στην χημικό αλφαριθμητισμό και την χημική κουλτούρα για όλους τους μαθητές λυκείου μέσω του μαθήματος της χημείας γενικής παιδείας έχει αναφερθεί ο Τσαπαρλής (2006).



Ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός

Στα πλαίσια των γενικών σκοπών των φυσικών επιστημών (φ.ε.), ένας από τους κύριους στόχους για όλους τους μαθητές είναι η επίτευξη του επιστημονικού αλφαριθμητισμού (EA) (National Research Council, 1996). Για τον σκοπό αυτόν, νέα πρότυπα και συγκριτικές μετρήσεις επιδόσεων σχετικά με το περιεχόμενο, την παιδαγωγική και την αξιολόγηση έχουν συνταχθεί από καιρό (American Association for the Advancement of Science, 1993, National Research Council, 1996). Η βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι υπήρξαν πολλές προσπάθειες να καθοριστούν τα διάφορα επίπεδα EA (βλ. π.χ. Shen, 1975, Pella, 1976, Scribner, 1986, Shamos, 1995).

Η αξιολόγηση του χημικού αλφαριθμητισμού είναι σημαντική όταν οι επιδόσεις στις φ.ε. της βασικής εκπαίδευσης είναι ο κύριος στόχος εκμάθησης. Τα πιο πρόσφατα και σημαντικότερα προγράμματα έρευνας που στοχεύουν στην αξιολόγηση της βασικής εκπαίδευσης είναι α) το *Πρόγραμμα για τη Διεθνή Αξιολόγηση των Μαθητών* (PISA) του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (**Program for International Student Assessment, PISA**) του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ, PISA, 2005), και β) *Οι Τάσεις στις Μελέτες των Μαθηματικών και των Φ.Ε.* (**Trends in International Mathematics and Science Studies, TIMSS**) (NCES, 2004). Στο πρόγραμμα PISA συμμετέχει και η χώρα μας, μαζί με 39 άλλες χώρες.

Η TIMSS εστιάζει κυρίως στην ανάκληση διδαγμένης γνώσης. Η PISA τείνει να εστιάσει στην "πρακτική γνώση στη ζωή", δηλαδή: την αναγνώριση των ερωτήσεων ως επιστημονικών, τον προσδιορισμό των σχετικών στοιχείων, την αυστηρή αξιολόγηση των συμπερασμάτων, και τις επιστημονικές ιδέες στην επικοινωνία. Στόχος του PISA είναι να αξιολογήσει εκείνες τις δεξιότητες των δεκαπεντάχρονων μαθητών, οι οποίες κατά την κοινή αντίληψη είναι σημαντικές για την επιτυχία των ατόμων και των κοινωνιών στο σύγχρονο κόσμο. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, το PISA σχεδιάζει την αξιολόγηση των δεξιοτήτων των μαθητών στα παρακάτω τρία πεδία ικανοτήτων:

- Τις ικανότητες των μαθητών να χρησιμοποιούν τη γλώσσα, τα σύμβολα, την επιστήμη και την τεχνολογία.
- Τις ικανότητες των μαθητών να ενεργούν εντός ενός κοινωνικού πλαισίου, όπου θα πρέπει με υπεύθυνο τρόπο να διαχειρίζονται τη ζωή τους, ώστε να βρίσκουν τη θέση τους σε μια πολυπολιτισμική κοινωνία, αναγνωρίζοντας δικαιώματα και υποχρεώσεις τόσο για τον εαυτό τους όσο και για τους άλλους.
- Τις ικανότητες των μαθητών να συμμετέχουν σε ομάδες εργασίας, να συνεργάζονται αρμονικά, να διαχειρίζονται και να επιλύουν αντιπαραθέσεις, να δημιουργούν και να διατηρούν προσωπικές σχέσεις, καθώς επίσης να σέβονται και να εκτιμούν αξίες, πιστεύω και πολιτισμούς.

Μπορούμε να διακρίνουμε καταρχήν τρία επίπεδα EA: (1) **Πρακτικός ή Λειτουργικός EA**, (2) **Πολιτικός EA** (ή **EA εν δράσει**) και (3) **Πολιτιστικός ή Ιδανικός EA** (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, A., 2006). Ο Πρακτικός ή Λειτουργικός EA αναφέρεται στην δυνατότητα ενός προσώπου να λειτουργεί κανονικά στην καθημερινή ζωή του, ως καταναλωτής των επιστημονικών και τεχνολογικών προϊόντων και εξετάζει τις βασικές ανθρώπινες ανάγκες, όπως τα τρόφιμα, η υγεία και η στέγη. Ο Πολιτικός EA (ή EA εν δράσει) αναφέρεται στην δυνατότητα ενός προσώπου να συμμετέχει σοφά σε μια κοινωνική συζήτηση σχετικά με τα επιστημονικά και τεχνολογικά σχετικά ζητήματα. Τέλος, ο Πολιτιστικός ή Ιδανικός EA διαλαμβάνει την εκτίμηση των επιστημονικών επιτευγμάτων και την αντίληψη για τις φ.ε. ως σημαντική διανοητική δραστηριότητα.

Μια άλλη ιεράρχηση διακρίνει τα παρακάτω πέντε είδη EA: (1) Επιστημονικός Αναλφαριθμητισμός, (2) Ονομαστικός EA (3) Λειτουργικός EA, (4) Εννοιολογικός EA. (5) Πολυδιάστατος EA (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, A., 2006). Ο Επιστημονικός

Αναλφαβητισμός αναφέρεται στους μαθητές που δεν μπορούν να απαντήσουν σε μια εύλογη ερώτηση για τις φ.ε. και δεν έχουν το λεξιλόγιο, τις έννοιες, τα πλαίσια, ή τη γνωστική ικανότητα να προσδιορίσουν επιστημονικά την ερώτηση. Στον Ονομαστικό ΕΑ, οι μαθητές αναγνωρίζουν μια έννοια σε σχέση με τις φ.ε., αλλά το επίπεδο κατανόησης δείχνει σαφώς ότι έχουν παρανοήσεις. Σε επίπεδο Λειτουργικού ΕΑ, οι μαθητές μπορούν να περιγράψουν μια έννοια σωστά, αλλά έχουν μια περιορισμένη κατανόηση σχετικά με αυτήν. Με τον Εννοιολογικό ΕΑ, οι μαθητές αναπτύσσουν κάποια βασική κατανόηση των κύριων εννοιολογικών σχημάτων του γνωστικού αντικειμένου και συσχετίζουν αυτά τα σχήματα με την γενική κατανόησή τους ως προς τις φ.ε. Οι διαδικαστικές δυνατότητες και η κατανόηση των διαδικασιών της επιστημονικής έρευνας και του τεχνολογικού σχεδιασμού συμπεριλαμβάνονται επίσης σε αυτό το επίπεδο βασικής εκπαίδευσης.

Τέλος ο Πολυδιάστατος ΕΑ ενσωματώνει μια κατανόηση των φ.ε. που επεκτείνεται πέρα από τις έννοιες των επιμέρους κλάδων των φ.ε. και τις διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας. Περιλαμβάνει τις φιλοσοφικές, ιστορικές και κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας. Οι μαθητές αναπτύσσουν κάποια κατανόηση και εκτίμηση των φ.ε. και της τεχνολογίας σχετικά με την σχέση τους με την καθημερινή ζωή τους. Αρχίζουν να κάνουν τις συνδέσεις μέσα στους επιμέρους κλάδους, μεταξύ της επιστήμης και της τεχνολογίας. Είναι ακόμη γνώστες των μεγαλύτερων ζητημάτων που αποτελούν πρόκληση για την κοινωνία. Κατά τον Bybee (1997), η επίτευξη πολυδιάστατου ΕΑ σε όλες τις επιστημονικές περιοχές είναι πιθανώς αδύνατη ή ένας στόχος διάρκειας μιας ολόκληρης ζωής, και αυτός μπορεί να μην είναι ποτέ εφικτός.

Η αξιολόγηση του ΕΑ κατά τη διάρκεια των σχολικών ετών δεν προσδιορίζει το τελικό επίπεδο ΕΑ που ένα πρόσωπο θα επιτύχει. Ο σκοπός της αξιολόγησης είναι μόνο να μετρήσει την αποτελεσματικότητα της μελέτης των φ.ε. στην εγκαθίδρυση των στάσεων, των αξιών, των βασικών δεξιοτήτων, της γνώσης και της κατανόησης των φ.ε. Κατά συνέπεια, η αξιολόγηση του ΕΑ κατά τη διάρκεια της σχολικής ζωής των μαθητών αποτελεί ένδειξη του αν οι «σπόροι του ΕΑ» έχουν βρει τη θέση τους στο μυαλό των σπουδαστών, και τίποτα περισσότερο.

Μεθοδολογία

Δείγμα

Οι σπουδαστές που συμμετέσχαν σε αυτήν την μελέτη ήταν: (α) μαθητές λυκείου οι οποίοι δεν έχουν διδαχτεί την χημεία του λυκείου (αρχή α΄ τάξης λυκείου), (β) μαθητές που έχουν διδαχτεί την χημεία γενικής παιδείας α΄ και β΄ τάξης (αρχή γ΄ τάξης λυκείου) και (γ) πρωτοετείς φοιτητές (σε πανεπιστημιακά τμήματα σχετικά με την χημεία). Συνολικά συμμετέσχαν 458 σπουδαστές. Η κατανομή των δειγμάτων κατά τάξη και κατά κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Κατανομή κατά τάξη και κατεύθυνση σπουδών των σπουδαστών.

Σχολεία/ τμήματα	Πανεπ-κά	Τάξη/ σπουδών	Έτος	Σύνολο σπουδαστών	ΘτΚ	ΤΚ	ΘρΚ
6 σχολεία		A΄ λυκείου		134	-	-	-
		Γ΄ λυκείου		168	59	43	66
3 τμήματα		1 ^ο έτος		156	123	33	-

ΘτΚ: Θετική κατεύθυνση, ΤΚ: Τεχνολογική κατεύθυνση, ΘρΚ: Θεωρητική κατεύθυνση,



Τρόπος αξιολόγησης

Δεδομένου ότι ο χημικός αλφαριθμητισμός είναι ένας πολυδιάστατος και σύνθετος όρος, είναι δύσκολο να αξιολογηθούν όλες οι πτυχές του. Για κάθε επίπεδο βασικής εκπαίδευσης μια συγκεκριμένη πτυχή επιλέχθηκε και αξιολογήθηκε, με διάφορους τρόπους.

1^ο Ερωτηματολόγιο: "Προσδιορισμός και ορισμός των χημικών εννοιών". Αυτό το ερωτηματολόγιο στόχευε στην αξιολόγηση του ονομαστικού και του λειτουργικού επιπέδου του χημικού αλφαριθμητισμού. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από έναν κατάλογο εννοιών όπως: άτομο, ηλεκτρόνιο, όζον. Οι σπουδαστές κλήθηκαν να εκτιμήσουν το επίπεδο εξοικείωσης με κάθε έννοια, σε μια κλίμακα που κυμάνθηκε από το "δεν ξέρω την έννοια καθόλου" μέχρι "ξέρω και καταλαβαίνω την έννοια αυτήν". Έπρεπε επίσης να εκτιμήσουν την επιθυμία τους να ακούσουν περισσότερα για κάθε έννοια σε μια κλίμακα 1-3 που ποικίλλει από "δεν ενδιαφέρομαι να μάθω για την έννοια αυτή" μέχρι "ενδιαφέρομαι πολύ να μάθω για την έννοια αυτή".

Οι έννοιες που περιλήφθηκαν στο ερωτηματολόγιο έπρεπε να απεικονίσουν τις κύριες ιδέες καθορισμού του χημικού αλφαριθμητισμού. Για την ικανοποιητική λοιπόν επικύρωση των χημικών εννοιών που χρησιμοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη εργασία, λήφθηκε η γνώμη πέντε μέλη της ομάδας χημείας από το Ισραήλ. Οι έννοιες ομαδοποιήθηκαν επίσης σε γενικότερες, σχετικές με το περιεχόμενο κατηγορίες, όπως εκτίθενται λεπτομερώς στον Πίνακα 2. Μόνο οι

Πίνακας 2: Κατηγοριοποίηση των χημικών εννοιών

Κατηγορία	Στοιχεία:	Συντελεστής αξιοπιστίας α Cronbach
Γενικές επιστημονικές έννοιες	Νόμος διατήρησης, θερμοκρασία, πρότυπο, συμπέρασμα, επιστημονική θεωρία, γεγονός,	0,68
Δομή: έννοιες μικρόκοσμου	Άτομο, ισότοπο, ηλεκτρόνιο, ιόν, μόριο, χημικός δεσμός.	0,82
Υλικά: γενικοί τύποι ουσιών	Οξύ, βάση, λιπαρή ουσία, πρωτεΐνη, στοιχείο, μέταλλευμα, μέταλλο, πολυμερή σώματα, ένωση, λύση.	0,78
Υλικά: συγκεκριμένες ουσίες	Όζον, αέρας, ακατέργαστο πετρέλαιο, άνθρακας, χάλυβας.	0,70
Έννοιες σχετικές με τη χημική αντίδραση	Χημική αντίδραση, ποσοστό αντίδρασης, ηλεκτρόλυση, καύση	0,71

έννοιες για τις οποίες τουλάχιστον 4 από τους 5 κριτές συμφώνησαν με τον τους σε μια συγκεκριμένη κατηγορία συμπεριλήφθηκαν. Ο συντελεστής αξιοπιστίας α του Cronbach για όλα τα στοιχεία είναι 0,93.

2^ο Ερωτηματολόγιο: "Χημικές εξηγήσεις καθημερινών φαινομένων". Σε αυτό το ερωτηματολόγιο αξιολογήθηκε η δυνατότητα των σπουδαστών να αναφερθούν στις χημικές εξηγήσεις σχετικά με ένα συγκεκριμένο οικείο φαινόμενο, όπως κερι που καίγεται, καρφί που σκουριάζει, ανάμειξη νερού με λάδι. Η ανάπτυξη αυτού του μέρους έγινε ως εξής: δόθηκαν δύο φαινόμενα σε κάθε μαθητή/σπουδαστή και από κάτω ακολουθούσε μια σειρά από 5-7 προτάσεις σχετικές με κάθε φαινόμενο. Κάθε πρόταση έπρεπε να χαρακτηριστεί ως: "Σωστή", "Λανθασμένη", "Δεν ξέρω (δεν μπορώ να καθορίσω)". Για το τελικό ερωτηματολόγιο επιλέχθηκαν εννέα φαινόμενα, για έξι από τα οποία διατυπώθηκαν προτάσεις τόσο σε μακροσκοπικό όσο και σε μοριακό επίπεδο, ενώ για τρία φαινόμενα οι προτάσεις ήταν μόνο σε

μακροσκοπικό επίπεδο. Σχεδόν όλα τα στοιχεία ήταν βασισμένα στην καθημερινή εμπειρία των μαθητών/σπουδαστών. Ο συνυπολογισμός εννέα διαφορετικών φαινομένων για την αξιολόγηση φάνηκε σημαντικός, δεδομένου ότι μπόρεσε να αυξήσει τη γενίκευση των προκύπτόντων στοιχείων. Προκειμένου να αποφευχθεί η κούραση και οι αρνητικές αντιδράσεις των μαθητών/σπουδαστών, το ερωτηματολόγιο διαμορφώθηκε έτσι ώστε να μην χρειάζεται περισσότερο από μισή ώρα για να απαντηθεί.

Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 3 φαίνονται τα ποσοστά των απαντήσεων για το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου, για όλες τις τάξεις, τις σχολές και για όλες τις κατευθύνσεις χωριστά. Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό μαθητών ή σπουδαστών που κρίνουν τους όρους συνυπολογισμό

Πίνακας 3. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα (% ποσοστά) α' και γ' τάξης λυκείου και των πρωτοετών φοιτητών ξεχωριστά για κάθε κατεύθυνση.

Σχολεία / Σχολές	Όρος μη γνωστός/μη οικείος σε μένα	Όρος γνωστός/οικείος σε μένα αλλά μη κατανοητός	Όρος γνωστός/οικείος σε μένα και καταλαβαίνω την σημασία του	Δεν ενδιαφέρομαι καθόλου για να μάθω γι' αυτό τον όρο	Ενδιαφέρομαι να μάθω περισσότερα/Ενδιαφέρομαι πολύ για να μάθω περισσότερα	Δεν απαντούν
Α' λυκείου	18,3	31,2	50,5	27,0	67,3	5,7
Γ' λυκείου/ ΘτΚ	7,1	20,0	72,8	26,4	70,1	3,5
Γ' λυκείου/ TK	14,1	31,5	54,4	36,3	58,8	4,9
Γ' λυκείου ΘρΚ	20,4	30,8	48,9	42,2	54,1	3,7
Πρωτοετείς TK	16,5	37,8	45,7	6,4	81,6	12,0
Πρωτοετείς ΘτΚ	5,8	27,8	66,4	9,5	78,7	11,8

που τους δόθηκαν ως γνωστούς και κατανοητούς είναι 72,8% και ανήκει στους μαθητές της γ' λυκείου ΘτΚ. Θα περιμέναμε οι πρωτοετείς φοιτητές να συγκέντρωναν το μεγαλύτερο ποσοστό, μιας και είχαν διδαχτεί χημεία μία επιπλέον χρονιά στην γ' λυκείου, αλλά τα ποσοστά που συγκέντρωναν οι πρωτοετείς φοιτητές ήταν 66,4% για την ΘτΚ και μόλις 45,7% για την TK. Αυτό μπορεί να συμβαίνει για δύο λόγους: πρώτον, διότι το ερωτηματολόγιο δεν συμπεριλάμβανε γνώσεις από την γ' λυκείου και δεύτερον, γιατί οι πρωτοετείς φοιτητές πιθανόν αντιμετώπισαν με λιγότερη προσοχή (πιο 'επιπόλαια') τις ερωτήσεις.

Από την άλλη, τα μεγαλύτερα ποσοστά ενδιαφέροντος εμφανίστηκαν στους πρωτοετείς φοιτητές, 81,6% για την TK και 78,7% για την ΘτΚ. Οι φοιτητές αυτοί ανήκουν σε σχολές που έχουν άμεση σχέση με την χημεία και αυτό δικαιολογεί την μεγάλη επιθυμία τους να μάθουν περισσότερα για τους χημικούς όρους που τους δόθηκαν. Με μια δεύτερη ματιά παρατηρούμε ότι τα ποσοστά που αφορούν τους μαθητές της α' λυκείου βρίσκονται αρκετά κοντά με αυτά των μαθητών της γ' λυκείου, ΘρΚ και αυτά των πρωτοετών φοιτητών TK. Συμπεραίνουμε ότι το μάθημα της χημείας στην α' και στην β' λυκείου (γενικής παιδείας) ελάχιστες γνώσεις πρόσφερε στους μαθητές που δεν τους ενδιαφέρει άμεσα η επιστήμη αυτή.

Στον Πίνακα 4 δίνονται τα ποσοστά για τα τρία διαφορετικά επίπεδα μαθητών και φοιτητών, χωρίς να φαίνεται ξεχωριστά η κάθε κατεύθυνση, ενώ το ραβδόγραμμα του Σχ. 1 βοηθάει να συγκρίνουμε καλύτερα τα ποσοστά των μαθητών α' και γ' λυκείου και των

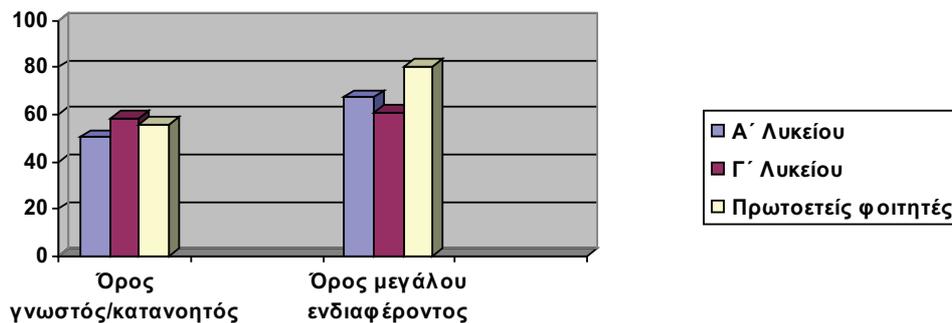


πρωτοετών φοιτητών. Παρατηρώντας τα ποσοστά των μαθητών/φοιτητών που απάντησαν ότι γνωρίζουν τους όρους που τους δόθηκαν και τους καταλαβαίνουν, διαπιστώνουμε ότι το ποσοστό αυξάνεται από την α' (50,5%) στην γ' (58,7%) λυκείου και μειώνεται λίγο στους πρωτοετείς φοιτητές (56,1%). Αντίθετα, τα ποσοστά των μαθητών/φοιτητών που απάντησαν ότι θα ενδιαφέρονταν να μάθουν περισσότερα για τις έννοιες αυτές, ξεκινάνε αρκετά ψηλά για

Πίνακας 4. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα (% ποσοστά) (1) α' και γ' τάξης λυκείου και (2) πρωτοετών φοιτητών.

Σχολεία / Σχολές	Όρος μη γνωστός/η οικείος σε μένα	Όρος γνωστός/ οικείος σε μένα αλλά μη κατανοητός	Όρος γνωστός/ οικείος σε μένα και καταλαβαίνω την σημασία του	Δεν ενδιαφέρομαι καθόλου για να μάθω γι' αυτό τον όρο	Ενδιαφέρομαι να μάθω περισσότερα/ Ενδιαφέρομαι πολύ για να μάθω περισσότερα	Δεν απαντούν
Α' λυκείου	18,3	31,2	50,5	27,0	67,3	5,7
Γ' λυκείου	13,9	27,4	58,7	35,0	61,0	4,0
Πρωτοετείς φοιτητές	11,2	32,8	56,1	8,0	80,2	11,9

Σχήμα 1: Συγκεντρωτικά ποσοστά % γνώσης και ενδιαφέροντος για τους μαθητές του λυκείου και τους πρωτοετείς φοιτητές.

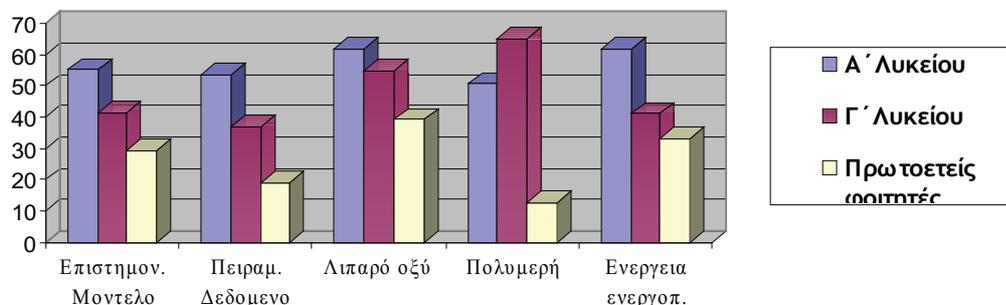


την α' λυκείου (67,3%), πέφτουν λίγο στην γ' Λυκείου (61,0%) και ξανανεβαίνουν ψηλότερα από πριν για τους πρωτοετείς φοιτητές (80,2%). Ίσως να περιμέναμε μεγαλύτερη αύξηση των ποσοστών από την α' στην γ' λυκείου, αφού έχουν μεσολαβήσει δύο σχολικά έτη με το μάθημα της χημείας στην γενική παιδεία. Όμως, τα συγκεντρωτικά ποσοστά αυτού του ραβδογράμματος αλλά και τα ποσοστά του προηγούμενου Πίνακα 3 φανερώνουν ότι οι μαθητές, γνωρίζοντας ότι η χημεία δεν υπάρχει ως μάθημα γενικής παιδείας στην τελευταία τάξη του λυκείου, (παρά μόνο στην ΘτΚ και στον δεύτερο κύκλο της ΤΚ), επαναπαύονται, δεν ενδιαφέρονται για την επιστήμη αυτή, με αποτέλεσμα να μην αποκτούν αληθινές γνώσεις από αυτήν.

Στο Σχήμα 2 φαίνονται οι έννοιες που συγκέντρωσαν τα μεγαλύτερα ποσοστά ως άγνωστοι και μη κατανοητοί όροι για τους μαθητές/φοιτητές. Με την βοήθεια του ραβδογραφήματος παρακολουθούμε καλύτερα την εξέλιξη της γνώσης, σχετικά με τους όρους αυτούς, από την α' στην γ' λυκείου και μετά στους πρωτοετείς φοιτητές. Παρατηρούμε σταδιακή μείωση του ποσοστού μη γνωστού όρου για όλες τις έννοιες, εκτός από τα «Πολυμερή σώματα». Για αυτή την έννοια, παρατηρούμε ότι, ενώ οι μισοί μαθητές (50,7%) της α' λυκείου δεν γνωρίζουν τις

έννοιες αυτές, στην συνέχεια, περισσότεροι από τους μισούς μαθητές (65,1%) της γ' λυκείου δηλώνουν τους όρους αυτούς ως άγνωστους. Τελικά όμως το ποσοστό πέφτει ραγδαία (12,8%) στους πρωτοετείς φοιτητές. Επίσης, για τον όρο

Σχήμα 2: Τα ποσοστά των μαθητών/φοιτητών που επέλεξαν ότι δεν γνωρίζουν τις πέντε αυτές έννοιες.

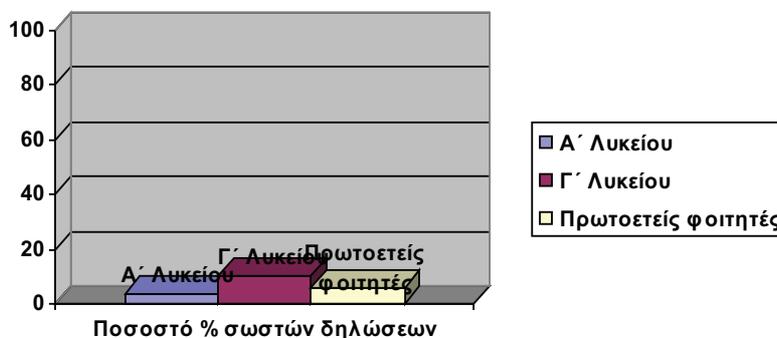


«Πειραματικό δεδομένο» είναι μεγάλη η πτώση του αρχικού ποσοστού (α' λυκείου), ιδιαίτερα στους πρωτοετείς φοιτητές. Αυτό συμβαίνει διότι οι φοιτητές είναι σε σχολές που έχουν άμεση σχέση με την χημεία και τα εργαστήρια χημείας, κι έτσι έχουν εξοικειωθεί με την έννοια του πειραματικού δεδομένου.

Στον Πίνακα 5 δίνονται τα συγκεντρωτικά ποσοστά των δηλώσεων των μαθητών/φοιτητών στο σύνολο μοριακών και των μακροσκοπικών για τα φαινόμενα που τους δόθηκαν. Εξάλλου, το ραβδογράφημα του Σχ. 3 μας βοηθάει να συγκρίνουμε καλύτερα τα ποσοστά των σωστών δηλώσεων που έδωσαν οι μαθητές της α' τάξης, με αυτά της γ' τάξης λυκείου και με τα ποσοστά των πρωτοετών φοιτητών. Παρατηρούμε ότι τα ποσοστά των εξολοκλήρου σωστών απαντήσεων είναι πολύ μικρά. Φαίνεται μια αξιολογή αύξηση από την α' λυκείου (3,9%) στην γ' λυκείου (10,1%), αλλά μετά μειώνεται πάλι για τους πρωτοετείς φοιτητές (5,8%).

Πίνακας 5. Συγκεντρωτικά ποσοστά για τα φαινόμενα που δόθηκαν στους μαθητές/φοιτητές.

	Σωστές δηλώσεις	Σωστές δηλώσεις και «δεν ξέρω»	Λανθασμένες δηλώσεις
Α' Λυκείου	3,9	30,3	65,8
Γ' Λυκείου	10,1	32,6	57,3
Πρωτοετείς φοιτητές	5,8	19,2	75,1



Σχήμα 3: Ποσοστά % των σωστών δηλώσεων που έδωσαν οι μαθητές/φοιτητές για εννέα φαινόμενα.



Συμπεράσματα

Από την παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε ότι οι σπουδαστές που ξεκινούν τις σπουδές τους στο λύκειο έχουν λιγότερες γνώσεις χημείας από τους μαθητές που έχουν ολοκληρώσει την χημεία γενικής παιδείας λυκείου (όταν ξεκινούν την γ' λυκείου) και τους πρωτοετείς φοιτητές. Αυτό ήταν αναμενόμενο, αφού οι μαθητές της α' λυκείου δεν έχουν διδαχτεί τα περισσότερα από αυτά που τους ζητήθηκαν να απαντήσουν. Εντύπωση προκαλεί όμως το γεγονός ότι οι πρωτοετείς φοιτητές δεν έδωσαν υψηλότερα ποσοστά γνώσεων από τους μαθητές της γ' λυκείου.

Τα συμπεράσματα μπορεί να είναι χρήσιμα για τον σχεδιασμό προγραμμάτων σπουδών και της υπογράμμισης ορισμένων εκπαιδευτικών στρατηγικών προκειμένου να βελτιωθεί ο χημικός αλφαριθμητισμός. Ο σκοπός συμμετοχής της κάθε χώρας στο PISA είναι μέσα από την ανάλυση και την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων του διαγωνισμού PISA να αντιληφθεί τις δυνατότητες και τις αδυναμίες του εκπαιδευτικού της συστήματος και των εκπαιδευτικών συστημάτων των άλλων χωρών, για να σχεδιάσει και να υλοποιήσει συγκεκριμένες ενέργειες που θα αναπτύξουν και θα βελτιώσουν την απόδοση του δικού της εκπαιδευτικού συστήματος. Γνωρίζοντας ότι η επίδοση των μαθητών μας, ήταν κάτω του μέσου όρου επίδοσης στους διαγωνισμούς του PISA και παρατηρώντας τα κάτω από τον μέσο όρο, ποσοστά μαθητών και φοιτητών, στους παραπάνω πίνακες της παρούσας εργασίας, γίνεται αντιληπτό, πόσο αναγκαία είναι βελτίωση του εκπαιδευτικού συστήματος, η οργάνωση εκπαιδευτικών συνεδρίων και σεμιναρίων και η δυνατότητα νέων συζητήσεων που θα οδηγήσουν σε συμπεράσματα, ώστε να διατυπωθούν προτάσεις και να ληφθούν αποφάσεις για τη θεραπεία των αδυναμιών του εκπαιδευτικού συστήματος. Ένα άλλο ζήτημα που αντιμετωπίζεται αξιολογώντας τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό (ΕΑ), ειδικά των νέων μαθητών, είναι ότι η κατανόηση ότι η επίτευξη του ΕΑ είναι διαδικασία ζωής (Solomon & Thomas, 1999). Σε αυτό το πλαίσιο, το Εθνικό Ερευνητικό Συμβούλιο στις ΗΠΑ (National Research Council, 1996) έγραψε ότι: *"Ο ΕΑ έχει διαφορετικούς βαθμούς και μορφές, επεκτείνεται και εμβαθύνει πέρα από τη διάρκεια μιας ζωής, όχι μόνο κατά τη διάρκεια των ετών στο σχολείο. Αλλά οι στάσεις και οι αξίες ως προς τις φυσικές επιστήμες, που αναπτύσσονται τα πρώτα χρόνια θα διαμορφώσουν την ανάπτυξη του ΕΑ ως ενήλικου"*.

Βιβλιογραφία

Τσαπαρλής, Γ. (2006). Η χημεία ως μάθημα γενικής παιδείας: Χημικός αλφαριθμητισμός και χημική κουλτούρα για όλους. Χημικά Χρονικά, Τεύχος 9, 19-21.

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993). Benchmarks for science Literacy. New York: Oxford University Press.

Biological Science Curriculum Studies (BSCS), (1993) Developing biological literacy, pp. 1-25. Dubuque, Ia: Kendall Hunt Publishing.

Bybee, R.W. (1997). Achieving scientific literacy: From purposes to practices, pp. 82-86. Portsmouth, NH: Heinmann Publishing.

Harlen, W. (2001). The assessment of scientific literacy in the OECD/PISA project. Studies in Science Education, 36, 79-104.

National Research Council (NRC) (1996). National science education standards. Washington DC: National Academy Press.

NCES (1999, 2003). <http://nces.ed.gov/timss/>

NCES, 2003, 2005) <http://nces.ed.gov/surveys/pisa/faq.asp?FAQType=3>

OECD (2003). The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. online:

www.pisa.oecd.org/dataoecd/46/14/33694881.pdf

OECD(2006). http://www.pisa.oecd.org/pages/0,2987,en_32252351_32235731_1_1_1_1_1_1,00.html

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD-PISA) (last revised 2005). Assessment of scientific literacy in the OCED/Pisa project. <http://www.pisa.oecd.org/>

Pella, M.O. (1976). The place of function of science for a literate citizenry. *Science Education*, 60, 97-101.

Scribner, S. (1986). Literacy in three metaphores. In N. Stein (Ed.) *Literacy in American schools: learning to read and write* pp 7-22. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Shamos, M.H. (1995). *The myth of scientific literacy*, New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

Shwartz Y., Ben-Zvi P., & Hofstein A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy'. *International Journal of Science Teaching*, 27, 323-344.

Shwartz Y., Ben-Zvi P., & Hofstein A.. (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 203-225.

Shen B. (1975). Science literacy and the public understanding of science. In: S.B Day (ed.), *Communication of scientific Information*. Basel: Karger, AG.

Solomon, J. & Thomas, J. (1999). Science education for the public understanding of science. *Studies in Science Education*, 33, 61-90.