

Προσέγγιση ζητημάτων επιστημονικού εγγραμματισμού από εκπαιδευτικούς

Approach to scientific literacy by teachers

Γιώργος Καραόγλου, Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου Φυσικών Επιστημών ΑΜΘ

George Karaoglou, moderator of educational science project, gkaraoglou@yahoo.gr

Abstract: The aim of the research is to investigate the approach of issues regarding the scientific literacy of teachers from different educational disciplines, different types of schools, and various levels of education, as well as the possible differentiation brought about by teachers' own discipline in the successful approach of the issues. 253 teachers participated and answered twelve True/False questions with content aimed at exploring their scientific literacy. Percentages of correct answers are close to what international research presents. Auditing the averages of correct answers, having as a differential factor the discipline of the participating teachers, indicated the existence of a statistically significant difference.

Keywords: scientific literacy, teachers

Περίληψη: Στόχος της έρευνας είναι η διερεύνηση της προσέγγισης ζητημάτων επιστημονικού εγγραμματισμού από εκπαιδευτικούς διαφορετικών επιστημονικών κλάδων, τύπων σχολείων, και βαθμίδων εκπαίδευσης, καθώς και της πιθανής διαφοροποίησης που επιφέρει η ειδικότητα των εκπαιδευτικών στην επιτυχή προσέγγιση των ζητημάτων. Συμμετείχαν 253 εκπαιδευτικοί οι οποίοι απάντησαν σε δώδεκα ερωτήσεις κλειστού τύπου της μορφής Σωστού – Λάθους με περιεχόμενο που στοχεύει στη διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού. Τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων βρίσκονται κοντά σε αυτά που εμφανίζουν οι ειδικοί σε διεθνείς έρευνες. Ο έλεγχος των μέσων όρων των ορθών απαντήσεων με παράγοντα διαφοροποίησης τον κλάδο των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών έδειξε την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς.

Λέξεις κλειδιά: επιστημονικός εγγραμματισμός, εκπαιδευτικοί

1. Εισαγωγή

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός συμπεριλαμβάνει τη γνώση του επιστημονικού περιεχομένου και την ικανότητα χρησιμοποίησης αυτού στη διαχείριση προβληματικών καταστάσεων, την αντίληψη των κινδύνων και των ωφελημάτων της επιστήμης και της τεχνολογίας, τη δυνατότητα διάκρισης των επιστημονικών ερωτημάτων, την κατανόηση της φύσης της επιστήμης και τη σχέση της με τον πολιτισμό, (Norris& Philips 2003).

Η μελέτη του Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), για την έρευνα PISA περιγράφει τον επιστημονικό εγγραμματισμό ως την ικανότητα των πολιτών να χρησιμοποιούν την επιστημονική γνώση, να διακρίνουν τα ερωτήματα με επιστημονικό περιεχόμενο και να εξάγουν συμπεράσματα βασισμένα σε στοιχεία ώστε να κατανοούν τα φυσικά φαινόμενα και να επικουρούνται στη λήψη ορθών αποφάσεων για το φυσικό κόσμο και την ανθρώπινη επίδραση σε αυτόν, (OECD, 1998). Σε μελέτη του ίδιου οργανισμού το 2007 τονίζεται η σημασία της κατανόησης των επιστημονικών εννοιών που είναι απαραίτητες για την προσέγγιση φαινομένων και αναγκών της καθημερινής ζωής και της υγείας, των επιστημών της γης και του περιβάλλοντος, καθώς και της τεχνολογίας. Θεωρείται επίσης αναγκαία η ικανότητα για τη χρονικά διαρκή εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης και επιπρόσθετα αναφέρεται ως εξίσου σημαντική πτυχή η επιστημονική γνώση να συσχετιστεί με την εκτίμηση της φύσης της επιστήμης, την καλλιέργεια στάσεων και κοινωνικών αξιών, καθώς και την ανάπτυξη ατομικών ενδιαφερόντων για μάθηση, (Holbrook&Rannikmae 2007; 2009).

Οι θέσεις των Bybee&McCrae, 2011 για τον επιστημονικό εγγραμματισμό αναδεικνύουν το ρόλο του και βρίσκονται στη βάση του ορισμού του στην αξιολόγηση PISA 2006, σύμφωνα με τον οποίο ο επιστημονικός εγγραμματισμός συνηγείται: α) Στη χρήση της επιστημονικής γνώσης για την εύρεση απαντήσεων, την ανάλυση επιστημονικών φαινομένων, την εξαγωγή συμπερασμάτων και την οικοδόμηση νέας γνώσης σε ζητήματα που σχετίζονται με την επιστήμη. β) Στην κατανόηση των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων της επιστήμης ως μορφής της ανθρώπινης γνώσης και της ερευνητικής αναζήτησης. Οι επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες έχουν την ικανότητα να διακρίνουν την τεκμηριωμένη επιστημονική γνώση από την προσωπική άποψη. γ) Στη διαμόρφωση της συνείδησης για τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη και η τεχνολογία οικοδομούν το περιβάλλον της νόησης και του πολιτισμού. δ) Στη συμμετοχή σε ζητήματα που σχετίζονται με την επιστήμη και με τις αρχές της επιστήμης, ως σκεπτόμενος πολίτης που κατανοεί τα επιστημονικά θέματα και προκρίνει την επιστημονική προσέγγιση. (Bybee&McCrae, 2011)

Η σημασία του επιστημονικού εγγραμματισμού εντοπίζεται στην ανάλυση του θεωρητικού πλαισίου του διαγωνισμού PISA 2012 όπου σημειώνεται ότι οι απαραίτητες γνώσεις στηρίζονται στη βάση των απαιτήσεων της σύγχρονης κοινωνίας από τους πολίτες. Η γνώση των βασικών επιστημονικών εννοιών σε συνδυασμό με τη δυνατότητα της χρησιμοποίησης αυτών στη καθημερινή ζωή θεωρείται αναγκαία στη σύγχρονη κοινωνία. Συχνά επίσης είναι απαραίτητη η υιοθέτηση του επιστημονικού τρόπου παραγωγής της γνώσης για την κατανόηση του φυσικού κόσμου, (OECD, 2013).

Οι ειδικοί επιστήμονες σε όποιον τομέα και αν ανήκουν (βιολόγοι / επιστήμες υγείας, φυσικοί/ μηχανολόγοι, περιβαλλοντολόγοι, διαφόρων ειδικοτήτων) εμφανίζουν με στατιστικά σημαντική διαφορά καλύτερες επιδόσεις σε θέματα επιστημονικού εγγραμματισμού από τους απλούς πολίτες, (Stockmayer&Bryant 2012). Σε όλη τη σειρά ερευνών National Science Board, η επίδοση στον επιστημονικό εγγραμματισμό είναι καλύτερη για τους ειδικούς σε σχέση με τους απλούς πολίτες, με τη διαφορά να κυμαίνεται από 18 ως 21 ποσοστιαίες

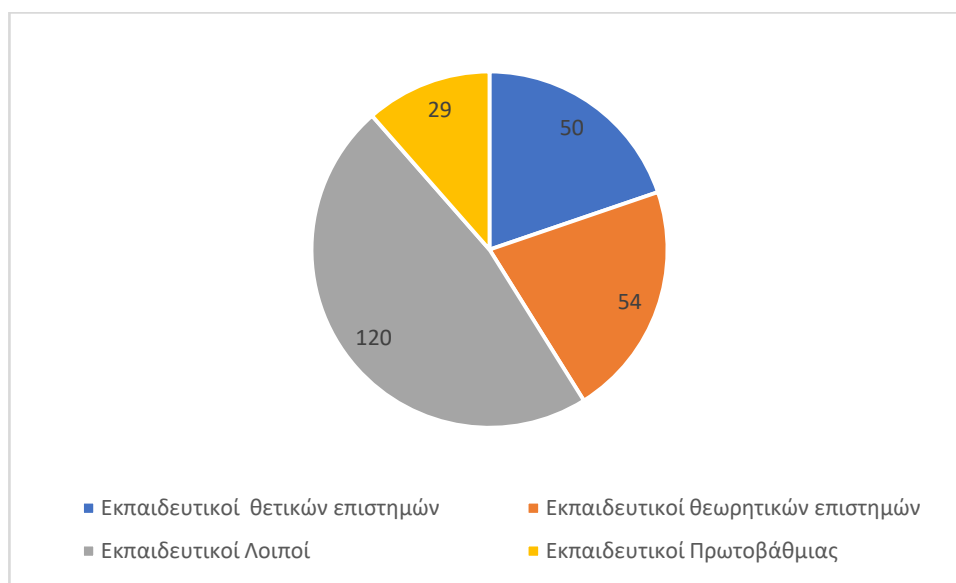
μονάδες. Χαρακτηριστική είναι η διαφορά που εμφανίζεται στην έρευνα του 2012 όπου ο μέσος όρος ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματος προσέγγισε το 62% στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ενώ έφτασε το 81% στους απόφοιτους τριτοβάθμιας που είχαν παρακολουθήσει κατά τη διάρκεια των σπουδών τους τουλάχιστο τρία μαθήματα επιστημών και μαθηματικών στο πανεπιστήμιο, (National Science Board, 2014).

Στόχος της έρευνας είναι η διερεύνηση της προσέγγισης ζητημάτων επιστημονικού εγγραμματος από εκπαιδευτικούς διαφορετικών επιστημονικών κλάδων, τύπων σχολείων, και βαθμίδων εκπαίδευσης καθώς και της πιθανής διαφοροποίησης που επιφέρει η ειδικότητα των εκπαιδευτικών στην επιτυχή προσέγγιση.

1.1. Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν 253 εκπαιδευτικοί Δευτεροβάθμιας και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης των νομών Δράμας και Καβάλας. Από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς οι 50 ήταν θετικών επιστημών (φυσικοί, χημικοί, βιολόγοι, μαθηματικοί, πληροφορικοί), οι 54 ήταν θεωρητικών επιστημών (φιλόλογοι, φιλόλογοι ξένων γλωσσών, θεολόγοι), οι 120 διαφόρων ειδικοτήτων Επαγγελματικών Λυκείων που χρησιμοποιούν στοιχεία της φυσικής στη διδασκαλία των διδακτικών αντικειμένων τους στο σχολείο (μηχανολόγοι, ηλεκτρολόγοι, ηλεκτρονικοί, δομικών έργων) και 29 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας.

Στο Γράφημα 1 φαίνεται ο αριθμός των εκπαιδευτικών για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 1: Αριθμός εκπαιδευτικών για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων

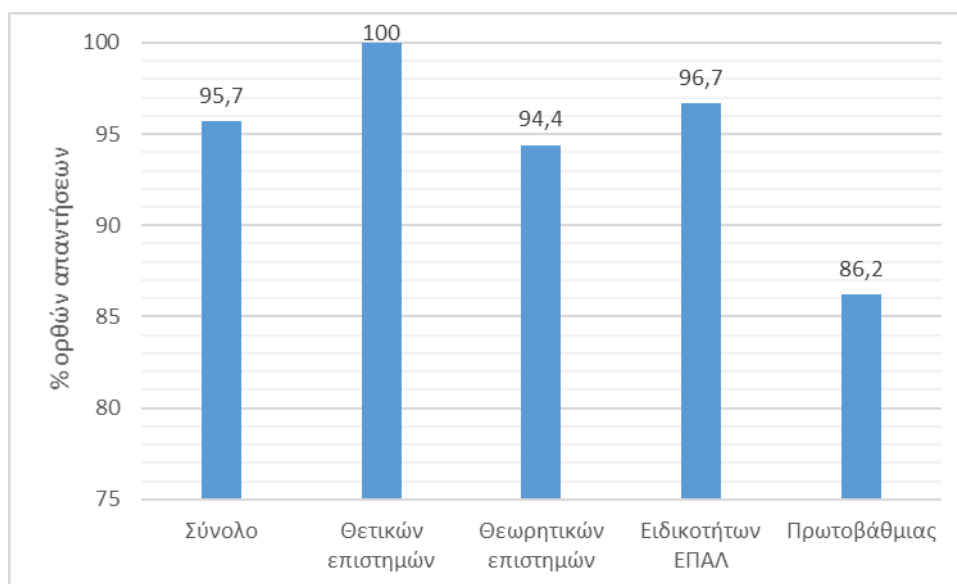
1.2. Ερωτηματολόγιο

Ο τρόπος ελέγχου του βαθμού επιστημονικού εγγραμματισμού των πολιτών αποτέλεσε το ζητούμενο σε πολλές έρευνες. Στην έρευνα των Durantetal. 1989, δημιουργήθηκε μια ομάδα ερωτήσεων κλειστού τύπου της μορφής Σωστό ή Λάθος γνωστή ως 'The Oxford Scale' με στόχο να καλύψει την αξιολόγηση του επιστημονικού εγγραμματισμού στους πολίτες. Πολλές από αυτές τις ερωτήσεις υιοθετήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν από διεθνείς έρευνες όπως από το National Science Board στη σειρά ερευνών Science and Engineering Indicators στις Η.Π.Α και του Eurobarometer στην Ευρώπη ως απόλυτο μέτρο επιστημονικού εγγραμματισμού ακόμη και για τη σύγκριση μεταξύ των κρατών. Ελάχιστες από τις αρχικές ερωτήσεις υπέστησαν τροποποιήσεις κατά το πέρασμα των χρόνων, μόνο ο αριθμός μεταβάλλονταν στις διάφορες έρευνες, (Stockmayer&Bryant 2012).

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας αποτελείται από δύο τμήματα. Στο πρώτο αναφέρονται προσωπικά χαρακτηριστικά όπως το φύλο, η ηλικία, ο επιστημονικός κλάδος που ανήκει η ειδικότητά του εκπαιδευτικού καθώς και το σχολείο που διδάσκει. Το δεύτερο που στοχεύει στη διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού αποτελείται από δώδεκα ερωτήσεις κλειστού τύπου της μορφής Σωστό – Λάθους. Οι επτά από τις δώδεκα ερωτήσεις (1. Το ραδιενεργό γάλα μπορεί να γίνει ασφαλές με το βρασμό, 4. Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα, 5. Τα αντιβιοτικά σκοτώνουν τους ιούς και τα βακτήρια, 6. Όλη η ραδιενέργεια είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας, 7. Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη, 9. Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους, 11. Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά) προέρχονται από το ερωτηματολόγιο της έρευνας των Durantetal. 1989 και εμφανίζονται συνεχώς από τότε στις έρευνες του National Science Board στις Η.Π.Α και του Eurobarometer στην Ευρώπη που στοχεύουν στη διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού. (National Science Board, 2014) Οι τέσσερις ερωτήσεις (2. Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος, 3. Ο θερμός αέρας ανέρχεται, 8. Τα μελλοντικά παιδιά ενός γυμνασμένου ανθρώπου θα κληρονομήσουν τα οφέλη της σωματικής του άσκησης, 12. Στο ήπαρ παράγονται τα ούρα) συμπληρώνουν τις επτά προαναφερόμενες και περιέχονται στην έρευνα των Stockmayer&Bryant 2012 με αντικείμενο τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Το περιεχόμενο τους αναφέρεται είτε στο επιστημονικό πεδίο της βιολογίας και βιοχημείας (ερωτήσεις 2, 8 και 12) που βρίσκονται στην αιχμή του ενδιαφέροντος της σύγχρονης κοινωνίας, ή θεωρείται ότι αποτελεί αξιωματικό δεδομένο (ερώτηση 3). Το θέμα της τελευταίας ερώτησης (10. Η τρύπα του όζοντος είναι η κύρια αιτία για την υπερθέρμανση της γης) αναφέρεται σε δύο από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της σύγχρονης εποχής και αποτελεί αντικείμενο καθημερινής αναφοράς και προβληματισμού. Πολλές διεθνείς έρευνες αναφέρονται στη σύγκριση που επικρατεί μεταξύ του φαινομένου του θερμοκηπίου και της εξασθένισης του στρώματος όζοντος, όπου το ένα από αυτά μπορεί να είναι η αιτία του άλλου (Hestnessetal., 2011; Kisogluetal., 2010;Kalipsi, etal., 2009;Papadimitriou 2004;Khalid 2001;Boyes, etal., 1999;Boyes&Stanisstreet 1997).

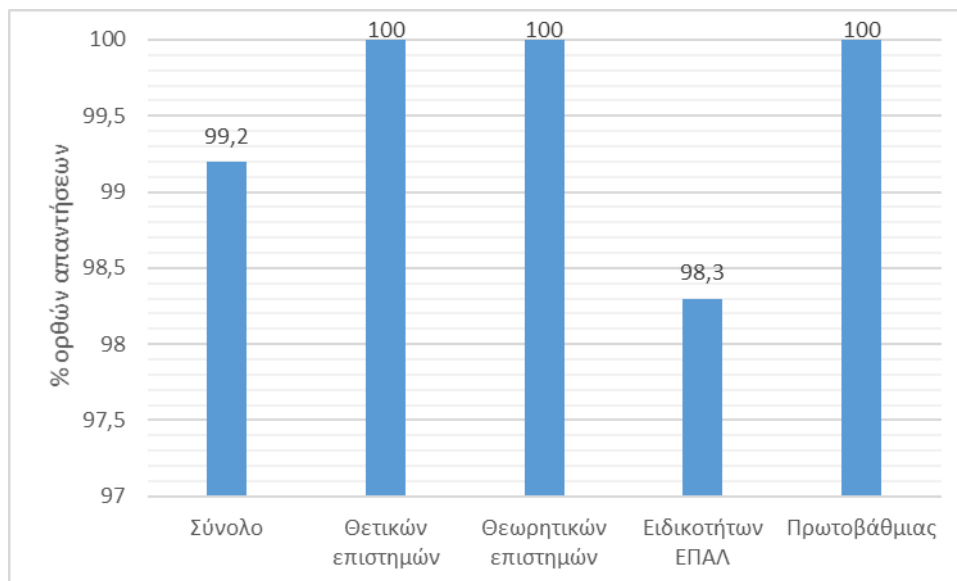
2. Αποτελέσματα

Στην Ερώτηση 1: «Το ραδιενεργό γάλα γίνεται ασφαλές με το βρασμό», 95,7% του συνόλου των εκπαιδευτικών απορρίπτουν τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά. Σε αυτούς περιλαμβάνονται το σύνολο των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Το ποσοστό ορθών απαντήσεων των ειδικών σε διεθνείς έρευνες φθάνει το 93%. (Stocklmayer&Bryant 2012) Στο γράφημα 2 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 1, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για την κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων χωριστά.



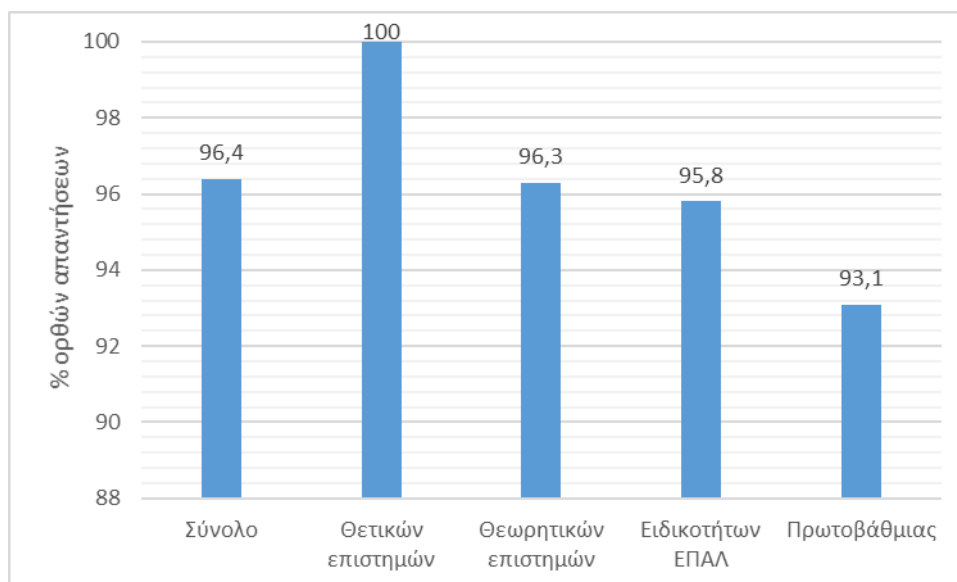
Γράφημα 2: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

Ερώτηση 2: «Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος». Πολύ υψηλό είναι το ποσοστό των εκπαιδευτικών που δέχονται τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά. Το 99,2% του συνόλου των εκπαιδευτικών απαντούν ορθά, σε αυτούς περιλαμβάνεται το 100% των θετικών και θεωρητικών επιστημών καθώς και των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας. Το ποσοστό ορθών απαντήσεων των ειδικών σε διεθνείς έρευνες φθάνει το 88%, (Stocklmayer&Bryant 2012). Στο γράφημα 3 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 2 στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για την κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων χωριστά.



Γράφημα 3: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

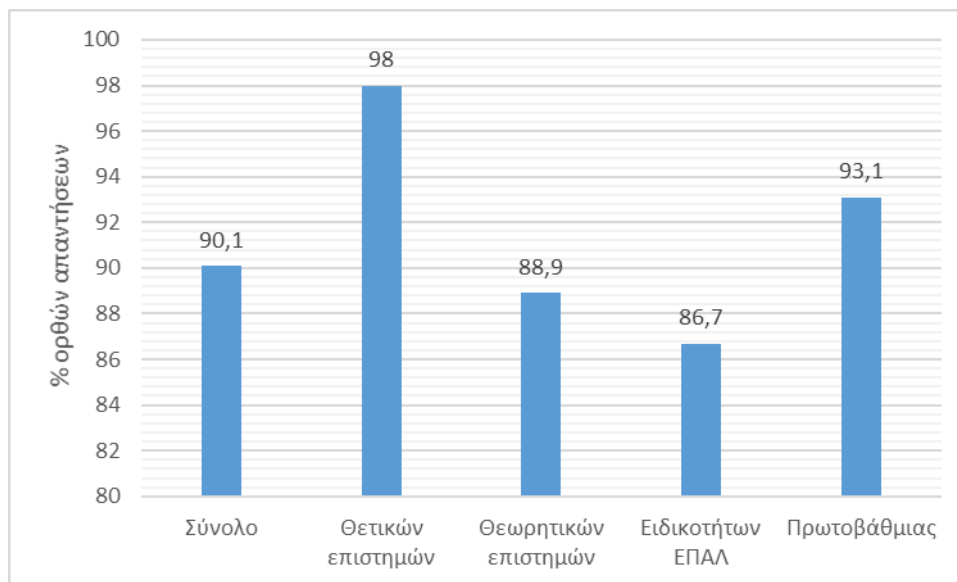
Ερώτηση 3: «Ο θερμός αέρας ανέρχεται». Το 96,4% του συνόλου των εκπαιδευτικών αποδέχονται τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά, σε αυτούς περιλαμβάνεται το 100% των θετικών επιστημών. Το ποσοστό ορθών απαντήσεων των ειδικών σε διεθνείς έρευνες φθάνει το 95%, (Stocklmayer&Bryant 2012). Στο γράφημα 4 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 3, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 4: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

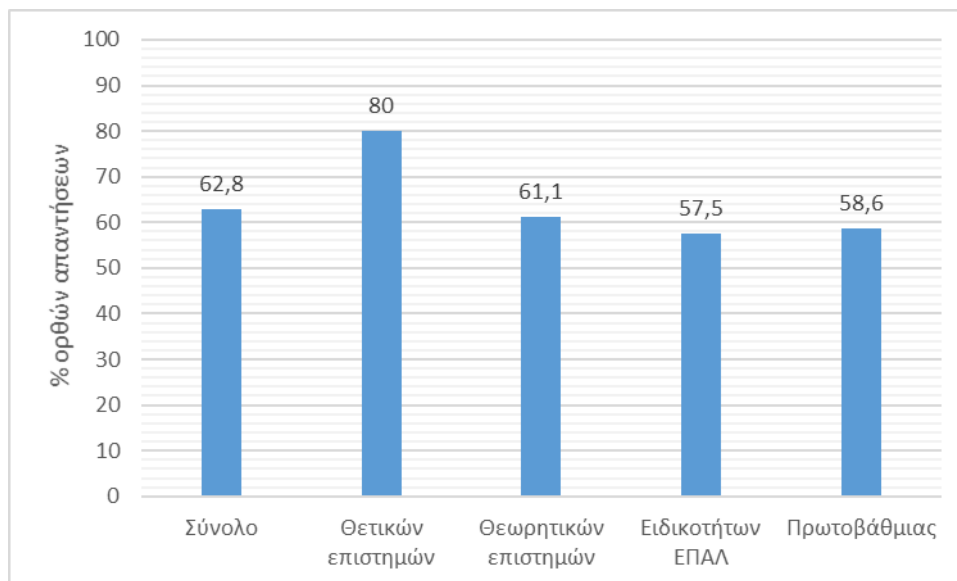
Ερώτηση 4: «Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα». Το 90,1% του συνόλου των εκπαιδευτικών αποδέχονται τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά, σε αυτούς περιλαμβάνεται το 100% των θετικών επιστημών. Το ποσοστό ορθών απαντήσεων των ειδικών σε διεθνείς έρευνες φθάνει το 91%. (Stocklmayer&Bryant 2012). Για τους απλούς πολίτες το ποσοστό

των ορθών απαντήσεων στην παραπάνω διαπίστωση κυμαίνεται από το χαμηλό 22% στην Κίνα το 2007 στο 30% στην Ινδία το 2004 και στην Ιαπωνία το 2001 έως το υψηλό 53% στις Η.Π.Α. το 2008. Στις Η.Π.Α. σε έρευνες από το 2001 ως το 2010 το αντίστοιχο ποσοστό κυμαίνεται από 45% το 2004 έως 53% το 2006 και το 2008, (National Science Board, 2014; 2012). Στο γράφημα 5 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 4, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων



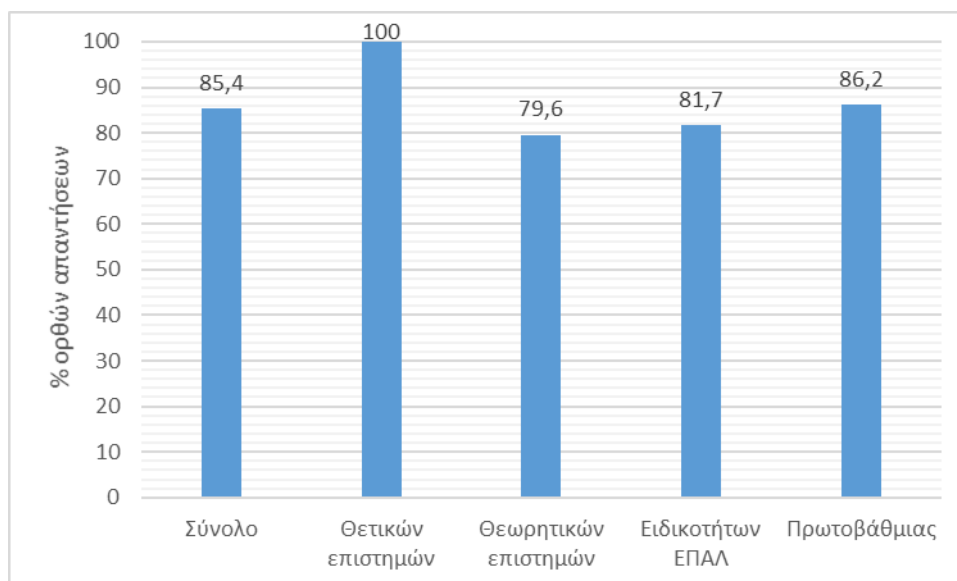
Γράφημα 5: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

Ερώτηση 5: «Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια». Το 62,8% του συνόλου των εκπαιδευτικών απορρίπτουν τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά. Το ποσοστό ορθών απαντήσεων των ειδικών σε διεθνείς έρευνες ανέρχεται σε 89%. (Stocklmayer&Bryant 2012). Στους απλούς πολίτες τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην παραπάνω διαπίστωση κυμαίνονται από τα χαμηλά του 8% στη Μαλαισία το 2008 και του 18% στη Ρωσία το 2003, έως το υψηλό 56% στις Η.Π.Α. το 2006. Είναι η μοναδική ερώτηση που το ποσοστό των ορθών απαντήσεων στις Η.Π.Α. παρουσιάζει άνοδο μεγαλύτερη από 10% στις έρευνες μετά το 1999, (National Science Board, 2014; 2012). Στο γράφημα 6 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 5, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων



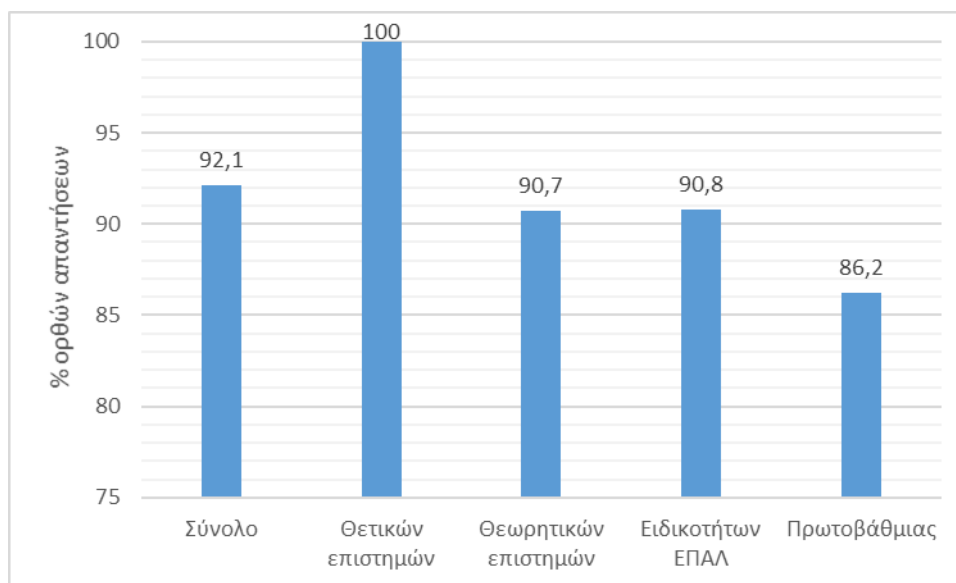
Γράφημα 6: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

Ερώτηση 6: «Όλη η ραδιενέργεια είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας». Το 85,4% του συνόλου των εκπαιδευτικών απορρίπτουν τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνεται το σύνολο των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Η ερώτηση περιλαμβάνεται σε πολλές έρευνες με αντικείμενο τη διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού. Τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην παραπάνω διαπίστωση κυμαίνονται από τα χαμηλά 14% στη Μαλαισία το 2008 και 35% στη Ρωσία το 2003 έως τα υψηλά 76% στις Η.Π.Α. το 2001 και 73% το 2004 και το 69% στην Ιαπωνία το 2011, (National Science Board, 2014; 2012). Στο γράφημα 7 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 6, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων



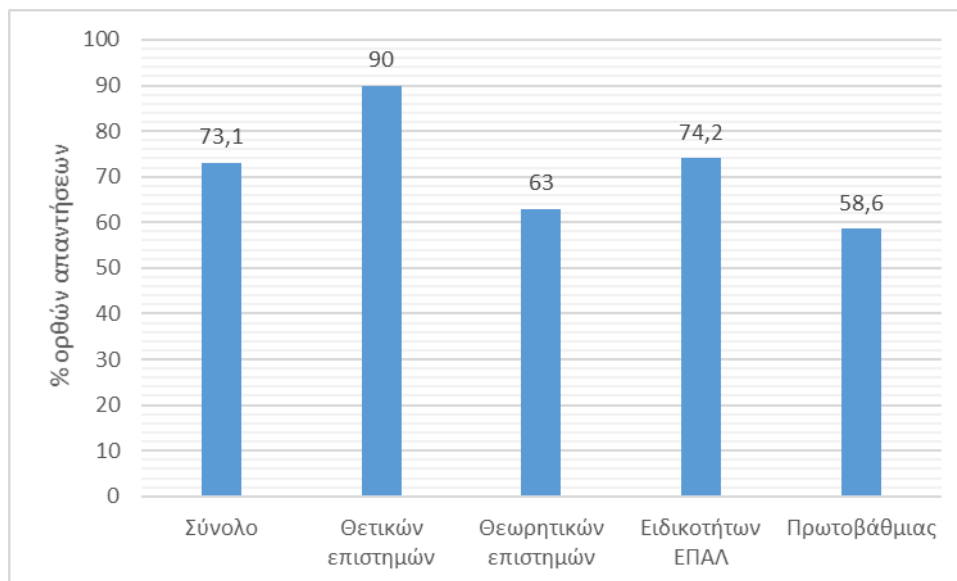
Γράφημα 7: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

Ερώτηση 7: «Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη». Το 92,1% του συνόλου των εκπαιδευτικών απορρίπτουν τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά. Η πρόταση επαναλαμβάνεται σχεδόν στο σύνολο των ερευνών με αντικείμενο τη διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού. Στις Η.Π.Α. η ερώτηση τέθηκε με τη μορφή «Περιστρέφεται η γη γύρω από τον ήλιο ή ο ήλιος γύρω από τη γη;» και το ποσοστό των ορθών απαντήσεων μεταβλήθηκε από το χαμηλό 71% το 2004 στο υψηλό 76% το 2006 (National Science Board, 2014). Το χαμηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων γι’ αυτή τη διαπίστωση ήταν 66% στην Ευρώπη το 2005 και το υψηλότερο 86% στη νότιο Κορέα το 2004, (National Science Board, 2012). Στο γράφημα 8 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 7, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



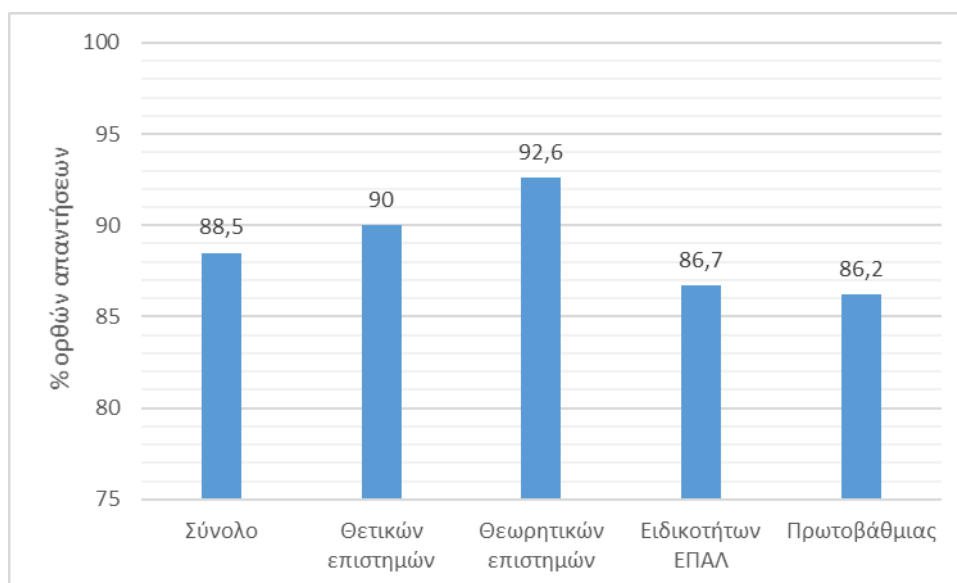
Γράφημα 8: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

Ερώτηση 8: «Τα μελλοντικά παιδιά ενός γυμνασμένου ανθρώπου θα κληρονομήσουν τα οφέλη της σωματικής του άσκησης». Το 73,1% του συνόλου των εκπαιδευτικών απορρίπτουν τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά. Η ερώτηση αντλεί το περιεχόμενό της από τη βιολογία και τη διαμάχη μεταξύ των υποστηρικτών των ιδεών του Λαμάρκ και του Δαρβίνου για τη δυνατότητα κληρονομής των επίκτητων χαρακτηριστικών. Η ανάπτυξη των ειδών είναι βασικό ζήτημα της βιολογίας και περιλαμβάνει την έννοια κληρονομικότητας (VanZeeetal. 2012; AAAS 1993, 2009). Σε έρευνες με εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών που διδάσκουν στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση παρατηρούνται εμμένουσες Λαμαρκιανές παρανοήσεις, χωρίς μάλιστα ο παράγοντας της ειδικότητας να έχει στατιστικά σημαντικό ρόλο, οι οποίες υπονομεύουν το διδακτικό τους έργο, (Αθανασοπούλου, κ.α., 2011). Το ποσοστό ορθών απαντήσεων των ειδικών σε διεθνείς έρευνες φθάνει το 89%, (Stocklmayer&Bryant 2012). Στο γράφημα 9 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 8, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 9: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

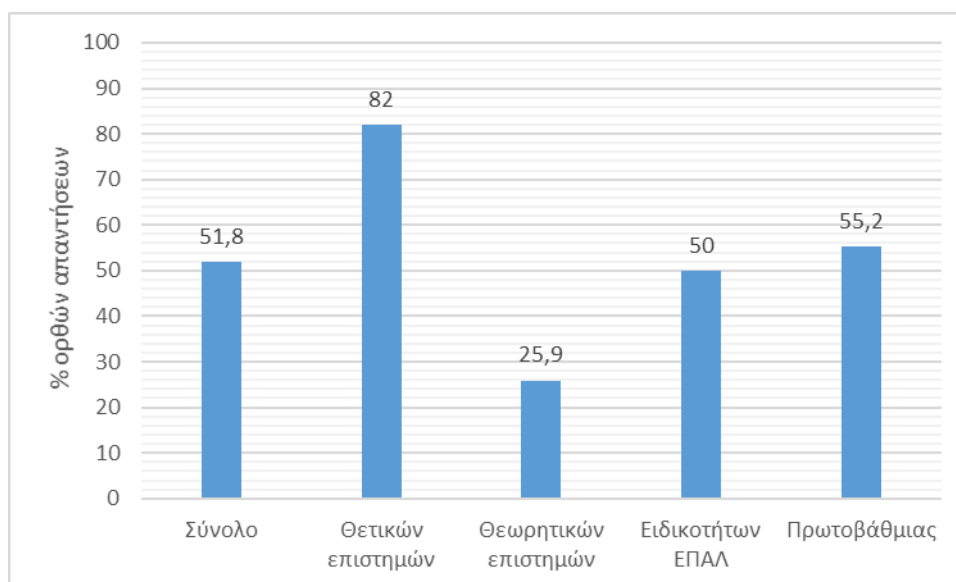
Ερώτηση 9: «Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους». Το 88,5% του συνόλου των εκπαιδευτικών απορρίπτουν τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά. Το ποσοστό ορθών απαντήσεων των ειδικών σε διεθνείς έρευνες φθάνει το 89%, (Stocklmayer&Bryant 2012). Στο γράφημα 10 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 9, για το σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 10: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

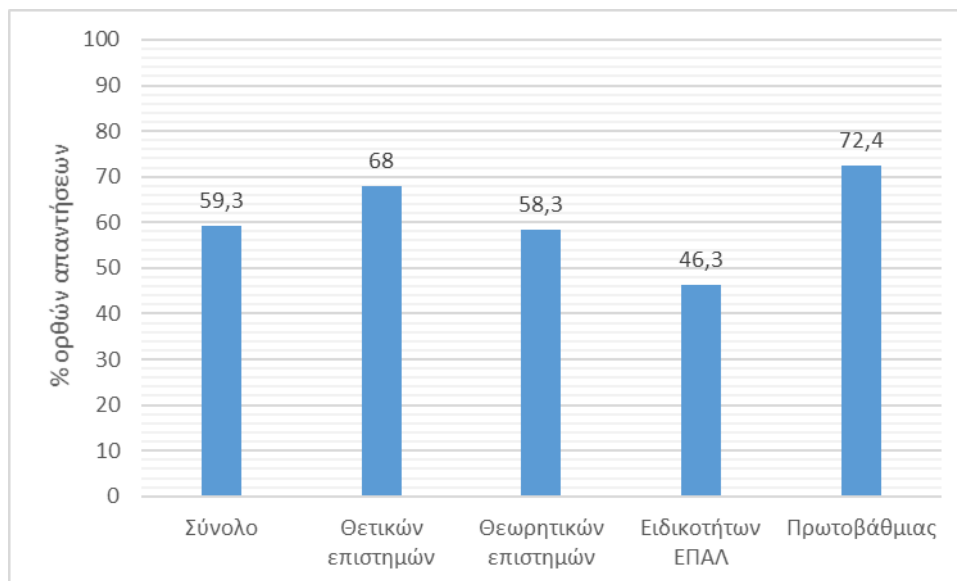
Ερώτηση 10: «Η τρύπα του όζοντος είναι η κύρια αιτία για την υπερθέρμανση της γης». Το 51,8% του συνόλου των εκπαιδευτικών απορρίπτουν τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά. Οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να συγχέουν δύο σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την τρύπα του όζοντος. Στην ερώτηση εμφανίζονται τα χαμηλότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων, χαρακτηριστικό είναι ότι μόνο ένας στους

τέσσερεις θεωρητικών επιστημών απαντούν ορθά. Οι Michail et al., σημειώνουν ότι το 52% των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν σε έρευνα υποστήριξαν ότι η τρύπα του όζοντος συσχετίζεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, ενώ και η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν στις συνεντεύξεις της έρευνας των Summers et al., υποστηρίζουν την ίδια ιδέα, (Michail, et al., 2007; Summers et al., 2000). Στο γράφημα 11 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 10, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



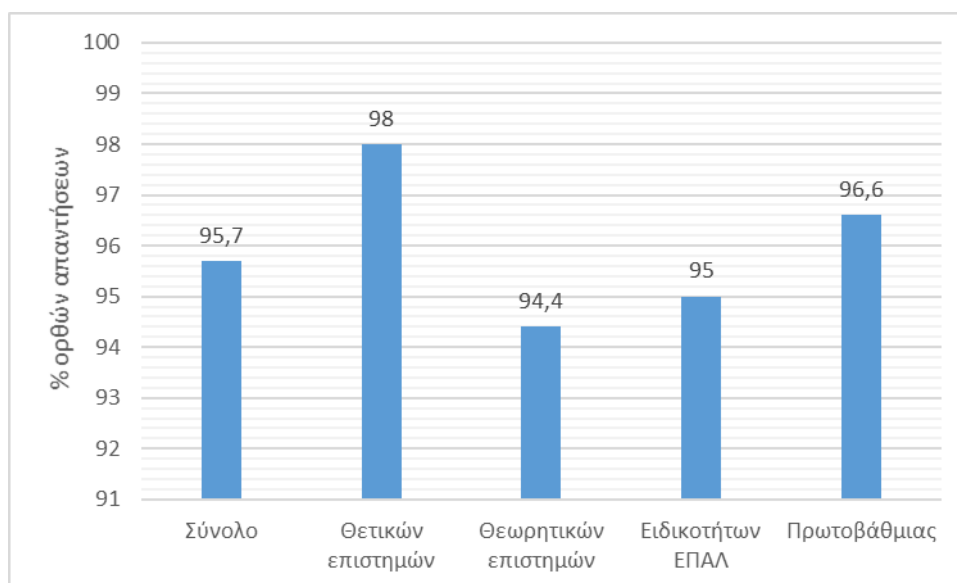
Γράφημα 11: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

Ερώτηση 11: «Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά». Το 59,3% του συνόλου των εκπαιδευτικών αποδέχονται τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά. Στα επίπεδα του 73% φθάνει το ποσοστά των ορθών απαντήσεων για τους ειδικούς σε διεθνείς έρευνες, (Stocklmayer & Bryant, 2012). Όπως σημειώνεται στη τελευταία έρευνα στην ερώτηση αυτή η αβεβαιότητα των επιστημόνων ήταν αυξημένη, λόγω της ύπαρξης εναλλακτικών τρόπων για το σχηματισμό του οξυγόνου. Στο γράφημα 12 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 11, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 12: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

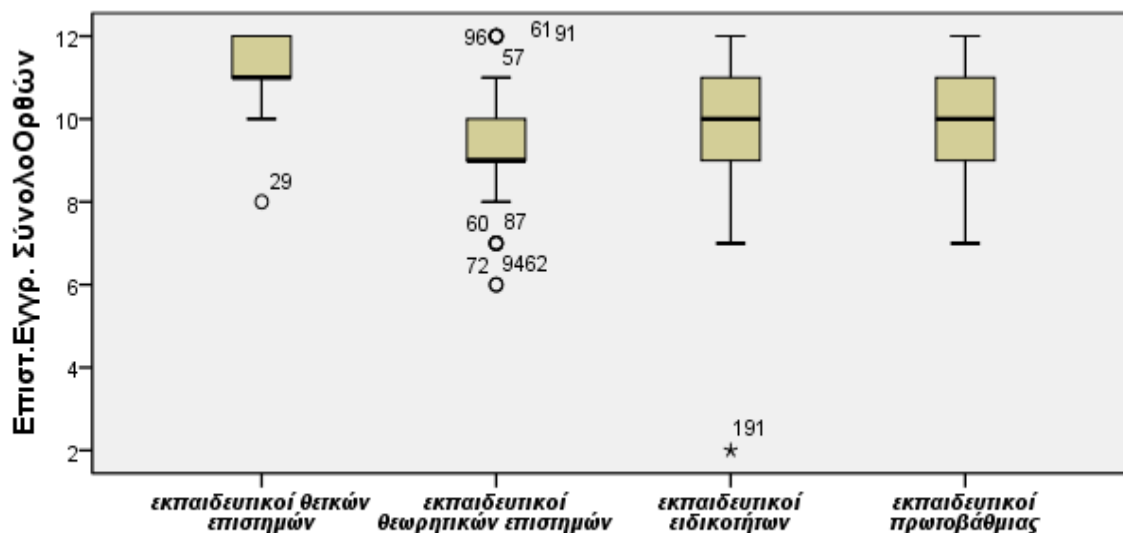
Ερώτηση 12: «(Στο ήπαρ παράγονται τα ούρα». Το 95,7% του συνόλου των εκπαιδευτικών απορρίπτουν τον ισχυρισμό και απαντούν ορθά. Το αντίστοιχο ποσοστό στις διεθνείς έρευνες μειώνονται στο 85% για τους ειδικούς, (Stocklmayer&Bryant, 2012). Στο γράφημα 13 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 12, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 13: % ποσοστά ορθών απαντήσεων

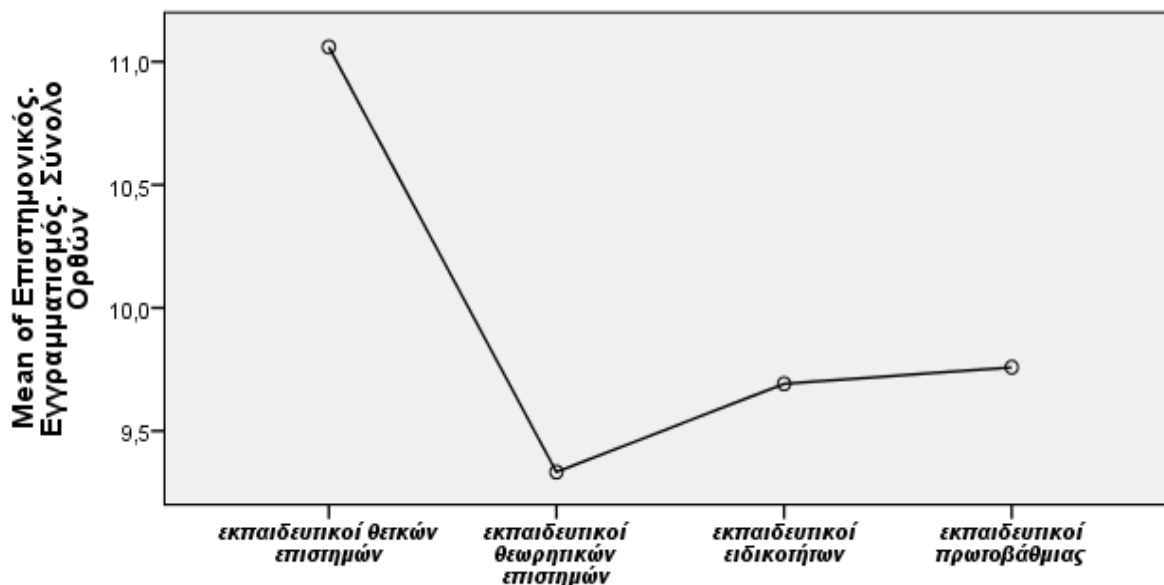
Στη συνέχεια ελέγχεται η ισότητα των μέσων για την ποσοτική μεταβλητή σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό έχοντας ως παράγοντα διαφοροποίησης τον κλάδο που ανήκει ο εκπαιδευτικός. Με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων στο γράφημα 14 ελέγχεται γραφικά η κατανομή των ορθών απαντήσεων σε κάθε κλάδο. Ξεχωρίζει η μεγάλη συγκέντρωση της κατανομής για τους εκπαιδευτικούς θετικών επιστημών σε υψηλές τιμές

απόδοσης και η υψηλότερη τιμή της διαμέσου σε σχέση με τις διαμέσους των άλλων κατανομών. Οι διάμεσοι των υπόλοιπων κατανομών βρίσκονται σε παραπλήσιες τιμές. Τα περισσότερα παράτυπα σημεία εμφανίζονται στην κατανομή των εκπαιδευτικών θεωρητικών επιστημών και εντοπίζονται σε απόσταση μικρότερη από το τριπλάσιο του ενδοτεταρτημοριακού εύρους.



Γράφημα 14: κατανομή ορθών απαντήσεων σε κάθε κλάδο

Στο γράφημα 15 των μέσων όρων ξεχωρίζει η υψηλότερη τιμή του μέσου στις ορθές απαντήσεις των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Οι μέσοι των εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας των άλλων κλάδων και των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας βρίσκονται σε παραπλήσιες τιμές.



Γράφημα 15: διάγραμμα μέσων όρων των ορθών απαντήσεων σε κάθε κλάδο

Στη συνέχεια διερευνούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των ορθών απαντήσεων στους διάφορους κλάδους. Με την τεχνική της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (one way ANOVA) εμφανίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο σύνολο των ορθών απαντήσεων αφού $F(3,249)=16,18$ με $p<0,001$.

Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης της ισότητας των διασπορών έγιναν οι έλεγχοι του Welch και των Brown – Forsythe. Τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας και στους δύο παραπάνω ελέγχους είναι $p<0,05$ οπότε προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά για τους μέσους.

Η απόρριψη της υπόθεσης για την κανονικότητα των καταλοίπων οδηγεί στη χρήση του μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του οποίου, $\chi^2(3)= 48,24$ με $p\text{-value}<0,001$ προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαμέσους των κατανομών των ορθών απαντήσεων. Για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιων ομάδων βρίσκονται οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές διεξάγονται πολλαπλοί έλεγχοι μεταξύ των ζευγών. Εφόσον γίνονται τρεις επιμέρους συγκρίσεις η διόρθωση Bonferoni καθορίζει το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας σε $0,05/3\approx 0,017$.

Στον παρακάτω πίνακα 1, εμφανίζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των πολλαπλών ελέγχων Mann-WhitneyU για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη.

Πίνακας 1: Στοιχεία των ελέγχων Mann-WhitneyU για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη

Ομάδες εκπαιδευτικών	Z	p-value	Διαφορά
Θετικών επιστημών – Θεωρητικών επιστημών	-6,1	p<.000	Στατ. σημαντική
Θετικών επιστημών – Ειδικοτήτων	-6,0	p<.000	Στατ. Σημαντική
Θετικών επιστημών – Πρωτοβάθμιας	-4,4	p<.000	Στατ. Σημαντική
Θεωρητικών επιστημών – Ειδικοτήτων	-1,6	p=.104	Τυχαία διακύμανση
Θεωρητικών επιστημών – Πρωτοβάθμιας	-1,4	p=.149	Τυχαία διακύμανση
Ειδικοτήτων – Πρωτοβάθμιας	-0,2	p=.817	Τυχαία διακύμανση

Τα αποτελέσματα του posthoc ελέγχου Mann-WhitneyU για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά στις διαμέσους των κατανομών των ορθών απαντήσεων μεταξύ των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών που εμφανίζουν τον υψηλότερο μέσο όρο κατατάξεων και όλων των υπολοίπων (p<.000). Οι διάμεσοι των κατανομών των ορθών απαντήσεων των υπόλοιπων εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

3. Συμπεράσματα

Ο Miller το 1998 παρατήρησε ότι η ευαισθητοποίηση της κοινωνίας σε ζητήματα που σχετίζονται με την επιστήμη έχει αυξηθεί σημαντικά όχι μόνο λόγω της αναγκαιότητας για την κατανόηση της πληροφορίας από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης αλλά και εξαιτίας των αυξανόμενων απαιτήσεων της καθημερινότητας σε θέματα που αφορούν τη διατροφή (ανάγνωση ετικετών στις συσκευασίες τροφίμων) την υγεία και την τεχνολογία, καθιστώντας απαραίτητο τον επιστημονικό εγγραμματισμό των πολιτών, (Miller, 1998)

Οι εκπαιδευτικοί στο σύνολο ανταποκρίνονται ικανοποιητικά στις απαιτήσεις του ερωτηματολογίου. Τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων βρίσκονται κοντά σε αυτά που

εμφανίζουν οι ειδικοί σε διεθνείς έρευνες. Μειωμένα παρουσιάζονται τα ποσοστά ορθών απαντήσεων των εκπαιδευτικών σε σχέση με τα αντίστοιχα των ειδικών σε διεθνείς έρευνες στις ερωτήσεις 5: «Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια», 8: «Τα μελλοντικά παιδιά ενός γυμνασμένου ανθρώπου θα κληρονομήσουν τα οφέλη της σωματικής του άσκησης» και 11: «Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά». Στην 5 η συντακτική δομή των όρων αντιβιοτικό - αντιβίωση που περιέχει τμήμα της λέξης ιός και το πρόθεμα (αντι-) οδηγεί τη σκέψη σε επικείμενη δράση των συγκεκριμένων φαρμάκων εναντίον των ιών. Επιπλέον η μεγάλη διάδοση και μη ορθολογική χρήση των συγκεκριμένων σκευασμάτων έχουν προσδώσει σε αυτά μέγιστη φαινομενική ισχύ. Στην 8 μια ομάδα εκπαιδευτικών αναφέρθηκαν σε έμμεσα οφέλη που θα είχε ο υγιεινός τρόπος ζωής σε όλη την οικογένεια του ανθρώπου, ενώ στην 11 αναφέρθηκαν στην ύπαρξη και άλλων τρόπων για την παραγωγή οξυγόνου.

Το μικρότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων εμφανίζεται στην ερώτηση 10: «Η τρύπα του όζοντος είναι η κύρια αιτία για την υπερθέρμανση της γης», που αποτελεί κριτήριο στον καθορισμό και τη διάκριση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Ενώ τα συγκεκριμένα προβλήματα απασχολούν έντονα τη σύγχρονη κοινωνία τα χαρακτηριστικά τους γνώρισμα (αιτίες και αποτελέσματα) δεν μπορούν να καθοριστούν και να διακριθούν μεταξύ τους. Σε έρευνες αναφέρθηκε η συσχέτιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη με την εξασθένηση του στρώματος όζοντος στις ιδέες μαθητών και μελλοντικών εκπαιδευτικών, (Hestnessetal., 2011; Kisogluetal., 2010; Kalipsi, etal., 2009; Papadimitriou 2004), καθώς επίσης και από την πλειοψηφία των εν ενεργεία εκπαιδευτικών (Michail, etal., 2007; Summersetal. 2000).

Ο έλεγχος των μέσων όρων των ορθών απαντήσεων με παράγοντα διαφοροποίησης τον κλάδο των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών αποτελεί μέσο ανάδειξης της τάσης για την ποιοτική διαφοροποίηση που προκαλεί η ειδικότητα στον επιστημονικό εγγραμματισμό. Οι έλεγχοι έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων μεταξύ των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών που εμφανίζουν τον υψηλότερο μέσο και των υπολοίπων ομάδων. Οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων μεταξύ των υπόλοιπων εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας και των αντίστοιχων της πρωτοβάθμιας δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Προκειμένου να δοθεί δυνατότητα για την εμπλοκή μεγαλύτερου αριθμού ατόμων στη διαχείριση της επιστημονικής γνώσης και να επιτευχθεί η προσέγγιση της επιστήμης και της τεχνολογίας απο την κοινωνία είναι θεμιτό το διδακτικό περιεχόμενο να μειωθεί και να μετασηματιστεί κατάλληλα ώστε να συμπεριλάβει ευρύτερα ζητήματα επιστημονικού και μετα-επιστημονικού ενδιαφέροντος, (AAAS, 2001). Η συνεργασία εκπαιδευτικών σε διαθεματικές προσεγγίσεις που στοχεύουν στον επιστημονικό εγγραμματισμό προκρίνουν τα ζητήματα στο νου των μαθητών συνεισφέρουν στη διάχυση τους στην κοινωνία και παράλληλα αναβαθμίζουν τις δικές τους γνώσεις.

4. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- American Association for Advancement of Science (AAAS, 2009), Benchmarks for science literacy. Project 2061.
- American Association for Advancement of Science (AAAS, 2001). Atlas of Science Literacy. Washington, DC: Author
- American Association for Advancement of Science (AAAS, 1993), Benchmarks for science literacy. Project 2061. New York, NY: Oxford University Press.
- Boyes, E. & Stanisstreet, M. (1997). Children’s models of understanding of two major global environmental issues (ozone layer and greenhouse effect). *Research in Science and Technological Education*, 15, 19–28.
- Boyes, E., Stanisstreet, M. & Papantoniou, V. S. (1999). The ideas of Greek high school students about the ‘ozone layer’. *Science Education*, 83, 724–737
- Bybee, R. & McCrae, B. (2011), Scientific Literacy and Student attitudes: Perspectives from PISA 2006 science, *International Journal of Science Education*, Vol. 33, No1 p.7-26
- Hestness, E., McGinnis, J.R., Riedinger, K., Marbach-Ad, G. (2011). A study of teacher candidates’ experiences investigating global climate change within an elementary science methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 22, 351–369.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). Nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362.
- Kalipsi, E., Yener, Y. & Ozkadif, S. (2009). The opinions of teacher candidates about global warming, greenhouse effect and ozone layer. *World Applied Science Journal*, 7, 67–75.
- Khalid, T. (2001). Pre-service teachers’ misconceptions regarding three environmental issues. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, 102–120.
- Kisoglu, M., Gurbuz, H., Erkol, M., Akar, M.S., Akilli, M. (2010). Prospective Turkish elementary science teachers’ knowledge level about the greenhouse effect and their views on environmental education in university. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 2, 217–236.
- Michail, S., Stamou, A., Stamou, G. (2007). Greek Primary School Teachers’ Understanding of Current Environmental Issues: An Exploration of Their Environmental Knowledge and Images of Nature. *Science Education*, 91, 44-259.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7, 203-223.

- National Science Board (2012). Science & engineering indicators 2012 Arlington, VA: National Science Board (NSB-12-01).
- National Science Board (2014). Science & engineering indicators 2014 Arlington, VA: National Science Board (NSB-14-01).
- Norris S.P., & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- Organization for Economic Co-operation and Development, (1998). Instrument design: A framework for assessing scientific literacy. Report of Project Managers Meeting, Arnhem, The Netherlands: Program for International Student Assessment.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2003). The PISA 2003 assessment framework. <http://www.oecd.org/>
- Organization for Economic Co-operation and Development, (2007). PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow’s World,
- Organization for Economic Co-operation and Development, (2013). PISA 2012 Assessment and Analytical Framework. <http://www.oecd.org/>
- Stocklmayer, S. M., & Bryant, C. (2012). Science and the Public - What should people know? *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 2:1, 81-101
- Summers, M., Kruger, C., Childs, A., Mant, J. (2000). Primary school teachers’ understanding of environmental issues: An interview study. *Environmental Education Research*, 6, 293–312.
- Van Zee, E., Jansen, H., Winograd, K., Crowl, M., Devitt, A., (2012), Integrating physics and literacy learning in a physics course for prospective elementary and middle school teachers, *Journal of Science Teachers Education*, Volume 24, pp 665-691
- Αθανασοπούλου, Γ., κ.α., (2011). Το γνωστικό υπόβαθρο και οι προσωπικές πεποιθήσεις επάρκειας Ελλήνων εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών. Αλεξανδρούπολη