ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

“ΣΧΕΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΕΝΗΛΙΚΩΝ ΣΕ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΥΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΜΕ ΤΟΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΕΓΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥΣ”

ΚΑΡΑΟΓΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2015

Τριμελής Επιτροπή

Κώτσης Κωνσταντίνος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων (Επιβλέπων)

Βαβουγιός Διονύσιος, Καθηγητής ΠΤΕΑ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πλακίτση Αικατερίνη, Αναπλ. Καθηγήτρια ΠΤΝ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Επταμελής Επιτροπή

Κώτσης Κωνσταντίνος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων (Επιβλέπων)

Βαβουγιός Διονύσιος, Καθηγητής ΠΤΕΑ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πλακίτση Αικατερίνη, Αναπλ. Καθηγήτρια ΠΤΝ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Τσαπαρλής Γεώργιος Καθηγητής Τμ. Χημείας Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Καμαράτος Ματθαίος Αναπλ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Μαυρίδης Δημήτριος Λέκτορας ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Γαβριλάκης Κώστας Λέκτορας ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον καθηγητή του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κ. Κώτση Κωνσταντίνο, επιβλέποντα της διατριβής, για το αδιάλειπτο ενδιαφέρον του, τη στοχευμένη καθοδήγηση, τις πολύωρες εποικοδομητικές συζητήσεις μας και την ηθική βοήθεια και συμπαράσταση σε όλη τη διάρκεια της έρευνας. Ευχαριστώ επίσης τον καθηγητή ΠΤΕΑ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Βαβουγιό Διονύσιο και την αναπληρώτρια καθηγήτρια ΠΤΝ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κ. Πλακίτση Αικατερίνη για τις εύστοχες παρατηρήσεις και συμβουλές τους.

Καράογλου Γιώργος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Επιστημονικός εγγραμματισμός θεωρείται η ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης για τον εντοπισμό - ανίχνευση ερωτημάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων στη βάση δεδομένων ώστε να επέλθει η κατανόηση των φαινομένων η οποία συνηγορεί στη λήψη ορθών αποφάσεων για το φυσικό κόσμο και τις αλλαγές που γίνονται μέσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Σύμφωνα με τους Hahn et all 2013, οι δύο από τις πλέον αποδεκτές θεωρήσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού που προέρχονται από το πλαίσιο του διαγωνισμού PISSA 2006 και τις αναφορές της Αμερικανικής Ένωσης για την Προαγωγή της Επιστήμης (American Association for Advancement of Science 1993, 2009) συντείνουν στην ιδέα ότι η βασική κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και διαδικασιών είναι απαραίτητη στην καθημερινή ζωή και αποτελεί τη βάση για τη δια βίου εκπαίδευση. Η αποκωδικοποίηση της έννοιας του επιστημονικού εγγραμματισμού αντικατοπτρίζεται στην ικανότητα των πολιτών για την εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης στο πλαίσιο καθημερινών διαφορετικών καταστάσεων.

Η σημασία του αναδεικνύεται από τη δεκαετία του 1970 όταν ο επιστημονικός εγγραμματισμός έγινε στόχος για όλους τους μαθητές ανεξάρτητα από τις δυνατότητες και τα ενδιαφέροντα αυτών (DeBoer, 1991). Είναι σημαντικό ότι οι ενημερωμένοι πολίτες αναγνωρίζουν και κατανοούν τα επιστημονικά θέματα που βρίσκουν εφαρμογή στην κοινωνική καθημερινότητα και είναι εν δυνάμει διαχειριστές τους (Royal Society, 1985). Στη σύγχρονη κοινωνία με την άμεση δυνατότητα λήψης της πληροφορία είναι αναγκαία η ικανότητα αξιολόγησης του περιεχομένου της καθώς και της ορθής χρήσης αυτής, που διέπει τους επιστημονικά εγγράμματους πολίτες. Η κατανόηση της επιστήμης και της τεχνολογίας συμβάλλει σημαντικά στην προσωπική, κοινωνική, επαγγελματική και πολιτιστική δράση του καθενός. Επιτρέπει στους πολίτες να συμμετέχουν ενεργά στη διαμόρφωση των αποφάσεων σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας που επηρεάζουν την καθημερινότητα τους. Ως εκ τούτου είναι σημαντικό να αναγνωρίζουν οι πολίτες το ρόλο και τη συμβολή της επιστήμης στη κοινωνία αλλά και ως θεμέλιο λίθο της τεχνολογίας. (OECD 2013)

Η διδασκαλία και η μάθηση των φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση συνδέεται με τη γνώση εννοιών και αρχών της επιστήμης καθώς και με την ανάπτυξη των δομών που θεμελιώνουν τη δια βίου εκπαίδευση. Εξυπηρετεί στη δημιουργία ενός συνεκτικού ιστού γνώσης και μεθόδων με σκοπό τη δόμηση μιας ικανής προσωπικής και συλλογικής δράσης σε επιστημονικά θέματα που αφορούν την καθημερινότητα. Σύμφωνα με το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών των Φυσικών Επιστημών η διδασκαλία τους στην υποχρεωτική εκπαίδευση πρέπει μεταξύ των άλλων να συμβάλει στην απόκτηση κριτικής ικανότητας απέναντι στις τεχνολογικές και επιστημονικές εφαρμογές ώστε ο μαθητής ως μελλοντικός πολίτης να αποφαίνεται για τις θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις τους, καθώς επίσης και να συμμετέχει στις προσπάθειες για την επίλυση κοινωνικών προβλημάτων αξιοποιώντας τις γνώσεις και δεξιότητες που έχει αποκτήσει. Οι στόχοι που τίθενται για την εκπαίδευση της φυσικής στην υποχρεωτική εκπαίδευση είναι:

α) να βοηθηθεί ο μαθητής ώστε να διακρίνει την ανεπάρκεια των απόψεών του για την ερμηνεία των φαινομένων,

β) να οδηγηθεί στην οικοδόμηση και χρήση επιστημονικών προτύπων-«μοντέλων» προκειμένου να περιγράψει, να ερμηνεύσει και να προβλέψει ορισμένα φυσικά φαινόμενα και διαδικασίες. (ΔΕΠΠΣ Φυσικών Επιστημών).

Σύμφωνα με το Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών οι σκοποί της Φυσικής γενικής παιδείας στο Ενιαίο Λύκειο είναι οι μαθητές:

Α) Να προσεγγίσουν ποιοτικά, ποσοτικά, και πειραματικά έννοιες και νόμους της φυσικής που θα τους επιτρέψουν να κατανοήσουν τεχνολογικές κατασκευές και φυσικά φαινόμενα της καθημερινότητας.

Β) Να ασκηθούν στην παρατήρηση, περιγραφή/ερμηνεία και πρόβλεψη των φυσικών φαινομένων

Γ) Να καλλιεργήσουν νοητικές δεξιότητες για την αντιμετώπιση προβλημάτων αναπτύσσοντας κριτική σκέψη δημιουργική φαντασία και ικανότητες επικοινωνίας

Δ) Να αναπτύξουν πρακτικές δεξιότητες με το χειρισμό οργάνων διατάξεων και συσκευών

Ε) Να κατανοήσουν τον καταμερισμό του έργου στην ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού

Στ) Να κατανοήσουν τον κεντρικό ρόλο της Φυσικής Επιστήμης στην ανάπτυξη της τεχνολογίας η οποία με παράλληλο σεβασμό στο περιβάλλον, έχει ως συνέπεια τη βελτίωση ποιότητας ζωής των ανθρώπων

Ζ) Να εκτιμήσουν τη συμβολή των μεγάλων επιστημόνων και εφευρετών στην πρόοδο της φυσικής και στην ανάπτυξη της τεχνολογίας που αυτή συνεπάγεται

Η) Να αντιληφθούν την αλληλεπίδραση μεταξύ της εξέλιξης της φυσικής και των αντίστοιχων κοινωνικο-οικονομικών αλλαγών. (Π.Π.Σ.Φ, 2003) Οι παραπάνω σκοποί συγκλίνουν με τους στόχους του επιστημονικού εγγραμματισμού.

Σκοπός της διατριβής είναι η ταυτόχρονη καταγραφή της ικανότητας των ενήλικων πολιτών να διαχειρίζονται ζητήματα επιστημονικού εγγραμματισμού και να προσεγγίζουν έννοιες και νόμους της φυσικής που αναφέρονται στη μηχανική, ενός τομέα που παρουσιάζει τους πιο καθολικούς νόμους της φύσης και περιγράφει τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται από τη φυσική και στη συνέχεια εφαρμόζονται στους υπόλοιπους τομείς, (Gallili, 1995). Η φυσική ως επιστήμη συμμετέχει στη πλαισίωση του επιστημονικού εγγραμματισμού με στοιχεία που συμβάλλουν στην ικανότητα για τη διεπιστημονική προσέγγισή του. Οι έννοιες και νόμοι στο ερωτηματολόγιο της φυσικής αποτελούν ένα αμιγές κομμάτι της, και αποσκοπούν στη διερεύνηση της σχέσης των πολιτών με ένα αυτούσιο τμήμα σχολικής φυσικής που χρησιμοποιείται στη καθημερινή τους ζωή.

Βασικές αναζητήσεις της έρευνας αποτελούν:

Α) Η διερεύνηση της συσχέτισης – αλληλεξάρτησης μεταξύ της κατανόησης θεμελιωδών εννοιών της μηχανικής και του επιστημονικού εγγραμματισμού των ενηλίκων.

Β) Η καταγραφή στοιχείων που αφορούν τη μαθητική επίδοση και τις στάσεις των πολιτών στο παρελθόν και ο συνδυασμός αυτών με τις σύγχρονες επιδόσεις και το ενδιαφέρον τους σε επιστημονικά ζητήματα καθώς και σε έννοιες και νόμους της φυσικής. Η ανάλυση των στοιχείων δημιουργεί συσχετίσεις για την επίδραση των δεδομένων της μαθητικής ηλικίας (συνολική σχολική επίδοση και επίδοση στη φυσική) και της αυτοαντίληψης που αναπτύσσουν ως απόρροια αυτών, στις μετέπειτα στάσεις τους για την επιστήμη και τις επιδόσεις σε θέματα που την αφορούν.

Γ) Η επίδραση της κατεύθυνσης σπουδών στο Λύκειο στις μελλοντικές επιδόσεις των πολιτών στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική. Η επιλογή κατεύθυνσης σπουδών από τους μαθητές τους οδηγεί από την αρχή του Λυκείου, για ένα μεγάλο και καθοριστικό χρονικό διάστημα της μαθητικής τους ηλικίας, σε συγκεκριμένες ομάδες μαθημάτων και σηματοδοτεί τον πλήρη εναγκαλισμό τους με αυτά και την παραμέληση - απόρριψη των υπολοίπων. Συνδέεται άμεσα με τα ενδιαφέροντα που αναπτύσσουν, τη στάση τους σε σχέση με την επιστήμη καθώς και με τη μελλοντική επαγγελματική τους ενασχόληση.

Δ) Η συσχέτιση της ηλικίας με την ικανότητα προσέγγισης των ζητημάτων επιστημονικού εγγραμματισμού και φυσικής.

Ε) Η επίδραση της διάρκειας καθώς και του τύπου εκπαίδευσης, που καθορίζουν το επίπεδο μόρφωσης και την επιστημονική και τεχνολογική κατάρτιση, στον επιστημονικό εγγραμματισμό και την εννοιολογική κατανόηση στη φυσική

ΣΤ) Η συσχέτιση του ενδιαφέροντος που εκδηλώνουν οι πολίτες για επιστημονικά θέματα με την επίδοσή τους σε ζητήματα επιστημονικού εγγραμματισμού και φυσικής.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού στη διεθνή βιβλιογραφία

Ο όρος science literacy εμφανίζεται σε έντυπη μορφή το 1958 από τον Paul Hurd στη δημοσίευσή του με τίτλο: Science Literacy: Its Meaning for American Schools, (Laugksch, 2000; DeBoer, 1991; Roberts, 1983). Χρησιμοποιείται στη διεθνή βιβλιογραφία ως science literacy, scientific literacy είτε ως Public Understanding of Science and Technology στη Μεγάλη Βρετανία, τις περισσότερες φορές χωρίς διάκριση, (Κουλαϊδής κ.α., 2002). Ένας διαχωρισμός μεταξύ των εννοιών γίνεται από τον Rutherford στο Project 2061, όπου στον όρο scientific literacy αντιστοιχεί τον εγγραμματισμό σε κάθε τομέα όπως φυσικές επιστήμες, γλώσσα και τεχνολογία ενώ με τον όρο science literacy αποδίδει τον εγγραμματισμό αποκλειστικά στις φυσικές επιστήμες (φυσική, χημεία, βιολογία, γεωλογία) (Roberts 2007a). Ο Maienschein το 1998 χρησιμοποίησε τον όρο science literacy για να περιγράψει μια επιφανειακή γνώση της επιστήμης που δεν εμβαθύνει στο περιεχόμενο σε αντίθεση με τον όρο scientific literacy που αναφέρεται σε μεγαλύτερη εμβάθυνση στο γνωστικό περιεχόμενο της επιστήμης, (Maienschein et al., 1998). Πολλές έρευνες στο δεύτερο μισό του προηγούμενου αιώνα προσπάθησαν να αποκωδικοποιήσουν τον επιστημονικό εγγραμματισμό και να καθορίσουν τις απαιτήσεις του. Όπως αναφέρεται από τους Holbrook & Rannikmae το 2009, έχουν προταθεί πολλοί ορισμοί για τον όρο scientific literacy από τότε που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Hurd, το 1958 (AAAS, 1989; Bybee, 1997; Graber et al, 2001; Hurd, 1958; Laugksch, 2000; National Science Education Standards [NSES], 1996; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2003; 2007). Η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού από τα τέλη της δεκαετίας του 1950 έχει επανακωδικοποιηθεί σε τέτοιο βαθμό που ο Laugksch, το 2000 τη χαρακτήρισε ως ασαφή και διάχυτη, (Dillon, 2008). Μια από τις πρώτες προσπάθειες για την οριοθέτηση των χαρακτηριστικών του επιστημονικά εγγράμματου πολίτη έγινε τους Pella et al., το 1966, (Laugksch, 2000). Οι τελευταίοι επισημαίνουν ότι επιστημονικά εγγράμματος χαρακτηρίζεται αυτός που κατανοεί α) τις αλληλεπιδράσεις της επιστήμης με την κοινωνία β) τα στοιχεία της ηθικής που ελέγχουν το επιστημονικό έργο, γ) τη φύση της επιστήμης δ) τις βασικές επιστημονικές έννοιες ε) τη διαφορά μεταξύ επιστήμης και τεχνολογίας στ) την αλληλεξάρτηση της επιστήμης με τις ανθρωπιστικές επιστήμες, με τα τρία πρώτα γνωρίσματα να έχουν τη μεγαλύτερη βαρύτητα, (Pella et al., 1966). Ο Shen το 1975, διακρίνει τρεις κατηγορίες επιστημονικού εγγραμματισμού τον πρακτικό, τον δημόσιο και τον πολιτιστικό. Στον πρακτικό τοποθετεί τις απαραίτητες γνώσεις για την αντιμετώπιση καθημερινών θεμάτων που σχετίζονται με βασικές ανάγκες του σύγχρονου πολίτη όπως η υγεία, η διατροφή και η στέγαση. Ο δημόσιος αποσκοπεί στη δημιουργία πολιτών με επίγνωση της επίδρασης των επιστημονικών θεμάτων στη κοινωνία όπως αυτά που σχετίζονται με την ενέργεια, τους φυσικούς πόρους, και την υγεία, ικανών να συμμετέχουν στη κοινωνική διαβούλευση και τη λήψη αποφάσεων. Ο πολιτιστικός τέλος σχετίζεται με την αναγκαιότητα της σύνδεσης της επιστήμης στο νου των πολιτών ως ένα από τα μεγαλύτερα ανθρώπινα επιτεύγματα. (Shen, 1975a, 1975b) Για τους Van Zee et al., ο όρος αναφέρεται στην κατανόηση της φύσης της επιστήμης, η οποία μπορεί να βασίζεται στην περιέργεια, με βάση την καθημερινή ανθρώπινη δραστηριότητα, αλλά και τη γνώση σχετικά με την επιστημονική διαδικασία (παρατηρήσεις, δημιουργία υποθέσεων υπό την έννοια του μοντέλου που να είναι συνεπής με τις παρατηρήσεις, χρήση των υποθέσεων για πρόβλεψη άλλων φυσικών φαινομένων, έλεγχος των προβλέψεων με χρήση του πειράματος), που είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και της αξιοπιστίας μιας επιστημονικής έρευνας, (Van Zee et al., 2012).

Ο όρος φύση της επιστήμης συμπεριλαμβάνει τις μεθόδους τις παραδόσεις και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις της επιστήμης. Βασικά σημεία της φύσης της επιστήμης αποτελούν η φύση των επιστημονικών θεωριών, των μοντέλων, των νόμων καθώς και οι σχέσεις μεταξύ τους, (McComas 2004). Μεταξύ αυτών μπορούν να συμπεριληφθούν η διερευνητική μάθηση, η ερευνητική προσέγγιση και η ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, (Tytler et al., 2001). Στα σύγχρονα πλαίσια σπουδών μέσω της διδασκαλίας στοιχείων της φύσης της επιστήμης προωθούνται διδακτικοί, παιδαγωγικοί και κοινωνικο-πολιτισμικοί στόχοι όπως η κατανόηση των επιστημονικών δεδομένων, η ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας η εξοικείωση με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και ο επιστημονικός εγγραμματισμός, (Matthews 1994; Bybee 1997; Δεβελάκη, 2006; Develaki 2008; Δεβελάκη, 2011). Η κατανόηση της επιστημονικής διαδικασίας περιλαμβάνει την παρουσίαση των ερωτημάτων και των υποθέσεων, το σχεδιασμό κατάλληλων πειραματικών διεργασιών για τον έλεγχο των υποθέσεων, και την ανάλυση συμπερασμάτων που επιβεβαιώνουν ή αντικρούουν τις αρχικές υποθέσεις, (Koslowski , 1996; Klahr, 2000).

Ο Roberts εντοπίζει δύο στόχους στη διδασκαλία της επιστήμης, και μέσα από αυτούς περιγράφει δύο όψεις του επιστημονικού εγγραμματισμού, η μία αναφέρεται στα προϊόντα και τις διαδικασίες της επιστήμης και της τεχνολογίας και σχετίζεται με τη γνώση εσωτερικών χαρακτηριστικών της επιστήμης όπως νόμων, εννοιών, και θεωριών καθώς και διαδικασιών όπως η δημιουργία υποθέσεων και ο πειραματισμός και η άλλη στον τρόπο που αντιμετωπίζουν οι πολίτες τις καταστάσεις με επιστημονικό περιεχόμενο και σχετίζεται με το ρόλο της επιστήμης σε ζητήματα που αφορούν τη σύγχρονη κοινωνία, (Roberts, 2007b). Οι Norris & Philips, υποστηρίζουν ότι 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).

Ο Gabel αναγνωρίζει διάφορες μορφές στον επιστημονικό εγγραμματισμό:

Α) Τη γνωστική, με γνώση του περιεχομένου των εννοιών της επιστήμης.

Β) Αντίληψη της φύσης της επιστήμης καθώς και της σχέσης μεταξύ επιστήμης και τεχνολογίας.

Γ) Ανάπτυξη της λογικής αιτιοκρατικής σκέψης και του συναισθηματικού τομέα, (Gabel, 1976).

Παραπλήσιες είναι οι απαιτήσεις που θέτει ο Miller το 1983 για τον επιστημονικό εγγραμματισμό στη σύγχρονη κοινωνία. Η κατανόηση των κανόνων και των μεθόδων της επιστήμης (φύση της επιστήμης) πρέπει να συνοδεύεται από τη γνώση των επιστημονικών όρων και εννοιών (γνώση του περιεχομένου της επιστήμης) καθώς και την αντίληψη των επιπτώσεων της επιστήμης και της τεχνολογίας στην κοινωνία, (Miller, 1983). Αποδίδει δε στον εγγράμματο πολίτη το ελάχιστο δυνατό επίπεδο γνώσεων για να ανταπεξέλθει στο ρόλο του καταναλωτή και του πολίτη που επιτάσσει η σύγχρονη κοινωνία, (Miller, 1989), δίνοντας έτσι έμφαση στη καθημερινή χρήση των γνώσεων που έχει αποκομίσει.

Σύμφωνα με την American Association for Advancement of Science (AAAS) η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού περιλαμβάνει γνώση μαθηματικών, φυσικών και κοινωνικών επιστημών καθώς και κατανόηση των τεχνολογικών εφαρμογών. Στο Project 2061, απαραίτητη θεωρείται η κατανόηση και δυνατότητα ορθής χρήσης βασικών αρχών της επιστήμης και του επιστημονικού τρόπου σκέψης για τη διαχείριση των προβλημάτων στη σύγχρονη κοινωνική πραγματικότητα, (AAAS, 1989, 1993). 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 με την κοινωνία είναι θεμιτό το διδακτικό περιεχόμενο να μειωθεί και να μετασχηματιστεί κατάλληλα ώστε να συμπεριλάβει ευρύτερα ζητήματα επιστημονικού και μετα-επιστημονικού ενδιαφέροντος, (AAAS, 2001).

Τα National Science Education Standards το 1996 διευρύνουν τις απαιτήσεις για τον επιστημονικά εγγράμματο πολίτη καθώς εκτός των παραπάνω περιλαμβάνουν και γνώσεις από την επιστημονική έρευνα στις ανθρωπιστικές επιστήμες, και την αστρονομία. Θεωρούν επίσης απαραίτητη την κατανόηση, την ορθή διαχείριση, την επεξεργασία και την κριτική αντιμετώπιση της επιστημονικής πληροφορίας ώστε οι πολίτες να είναι ικανοί να συνεισφέρουν σε κρίσιμα κοινωνικά ζητήματα, (NRC, 1996). Η μελέτη του Organisation 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). Η National Science Teachers Association (1991), θεωρεί ότι ο επιστημονικά εγγράμματος πολίτης διαθέτει πνευματική ικανότητα, διεπιστημονική σκέψη και ταυτόχρονα έχει αναπτύξει εκλεπτυσμένη ατομική και κοινωνική συμπεριφορά. Έτσι:

Α) Χρησιμοποιεί τις επιστημονικές θεωρίες και τα οφέλη της τεχνολογίας στη καθημερινή του ζωή, με υπευθυνότητα, μέσα από ηθικές αξίες.

Β) Έχει την ικανότητα να εντοπίζει να συλλέγει να αναλύει και να αξιολογεί τις πηγές των επιστημονικών πληροφοριών. Έτσι μπορεί να διακρίνει τις επιστημονικές από τις προσωπικές θέσεις, και τις αξιόπιστες από τις αναξιόπιστες πληροφορίες.

Γ) Διακατέχεται από δημιουργικότητα, εφαρμόζει λογικά επιχειρήματα χρησιμοποιώντας τη σκέψη, και αναλύει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ επιστήμης τεχνολογίας και κοινωνίας.

Δ) Εμφανίζει περιέργεια για το φυσικό κόσμο και εξηγεί τα φυσικά φαινόμενα με βάση την επιστήμη

Ε) Εκτιμά την επιστημονική έρευνα και την τεχνολογία αναγνωρίζοντας ότι αποτελεί ανθρώπινη προσπάθεια προσμένοντας νέα δεδομένα και ανακαλύψεις.

Στ) Αναγνωρίζει τα οφέλη και τους πιθανούς κινδύνους που προέρχονται από την επιστημονική και τεχνολογική ανάπτυξη

Ζ) Η ατομική και κοινωνική συμπεριφορά χαρακτηρίζεται από υπευθυνότητα και ορθή κρίση

Η) Αντιλαμβάνεται τις σχέσεις της επιστήμης με την οικονομία , την πολιτική, τις τέχνες, και τις ανθρωπιστικές επιστήμες, (Holbrook & Rannikmae, 2009)

Σύμφωνα με τον Bauer ο επιστημονικός εγγραμματισμός εμπεριέχει τη γνώση βασικών γεγονότων της επιστήμης, τη κατανόηση των επιστημονικών μεθόδων, την ανάπτυξη κριτικής ικανότητας για την εκτίμηση των θετικών αποτελεσμάτων της επιστήμης και της τεχνολογίας και την απόρριψη των δεισιδαιμονιών, (Bauer 2009).

O Liu θεωρεί τον επιστημονικό εγγραμματισμό ως μια δυναμική διαδικασία κτίσης επιστημονικών γνώσεων που λαμβάνει χώρα τόσο κατά τη διάρκεια της τυπικής εκπαίδευσης μέσα στο σχολείο όσο και της μη τυπικής έξω στην κοινωνία, όπου ένας άνθρωπος περνά το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του, (Liu, 2009). Οριοθετώντας τις απαιτήσεις για την προσέγγιση του επιστημονικού εγγραμματισμού ο DeBoer, 2000 προτάσσει την κατανόηση της σχέσης της επιστήμης και της τεχνολογίας με την κοινωνία, για την εξυπηρέτηση της οποίας απαιτείται η χρησιμοποίηση των επιστημονικών ιδεών και μεθόδων στην καθημερινότητα του πολίτη, (DeBoer, 2000). Ο επιστημονικός εγγραμματισμός δεν σχετίζεται αποκλειστικά με το επίπεδο γνώσεων του ατόμου αλλά και με την ικανότητα της λειτουργικότητας του σύγχρονου πολίτη στη κοινωνία ως υπεύθυνου δημιουργικού μέλους, (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Με βάση το ευκταίο ο Shamos το 1995 διακρίνει τρία επίπεδα επιστημονικού εγγραμματισμού:

α) Τον πολιτισμικό (cultural scientific literacy), που οριοθετεί την ελάχιστη εννοιολογική υποδομή που εξασφαλίζει στους πολίτες την ικανότητα στη χρήση των προϊόντων της τεχνολογίας και της επιστήμης.

β) τον λειτουργικό (functional scientific literacy), που εξασφαλίζει τη δυνατότητα κριτικής αντιμετώπισης των επιστημονικών και τεχνολογικών θεμάτων και την ενεργό συμμετοχή σε κοινωνικές και πολιτιστικές δράσεις που αφορούν επιστημονικά ζητήματα, και

γ) τον πραγματικό (true scientific literacy), ο οποίος εκτός των προαναφερομένων στα άλλα δύο επίπεδα προϋποθέτει τη γνώση μερικών από τις βασικές εννοιολογικές θεωρίες που αποτελούν τα θεμέλια της επιστήμης όπως, ο ρόλος του πειραματισμού, η ικανότητα για γενικεύσεις, η αναλυτική και η αφαιρετική λογική, και εξασφαλίζει την καλλιέργεια θετικών στάσεων για το ρόλο της επιστήμης και της επιστημονικής μεθόδου.

Σε μια προσπάθεια αναλυτικότερης κατηγοριοποίησης των επιπέδων επιστημονικού εγγραμματισμού ανάλογα με τις ικανότητες των ατόμων διακρίνονται:

α) ο επιστημονικός αναλφαβητισμός, στον οποίο τα άτομα δεν έχουν γνώσεις εννοιών και όρων τις επιστήμης,

β) ο ονομαστικός επιστημονικός αλφαβητισμός, όπου τα άτομα αναγνωρίζουν επιστημονικές έννοιες αλλά με χαμηλό βαθμό κατανόησης και παρανοήσεις,

γ) ο λειτουργικός επιστημονικός εγγραμματισμός, στον οποίο τα άτομα αποκτούν μερική ικανότητα να περιγράφουν και να χρησιμοποιούν τις έννοιες,

δ) εννοιολογικός επιστημονικός εγγραμματισμός, όπου τα άτομα κατανοούν τους βασικούς επιστημονικούς όρους από διάφορες θεματικές περιοχές, αποκτούν την ικανότητα να τους συσχετίζουν μεταξύ τους, και γνωρίζουν τον τρόπο και τις μεθόδους λειτουργίας της επιστήμης

ε) ο πολυδιάστατος επιστημονικός εγγραμματισμός, στον οποίο εκτός από τις ικανότητες που αποδίδονται στα άτομα που κατέχουν τον εννοιολογικό επιστημονικό εγγραμματισμό, καλλιεργούνται στοιχεία από την ιστορία και τη φιλοσοφία των επιστημών καθώς και οι πολιτισμικές και κοινωνικές επιδράσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας. (Bybee, 1997; Biological Sciences Curriculum Study, 1993)

Η δυνατότητα διάκρισης των επιστημονικών ερωτημάτων, της εφαρμογής των επιστημονικών θεωριών και νόμων στην καθημερινή ζωή, η κατανόηση της επιστημονικής μεθοδολογίας καθώς και του τρόπου επίδρασης της επιστήμης και της τεχνολογίας στη σύγχρονη κοινωνία και στον πολιτισμό είναι τα κύρια χαρακτηριστικά που συνθέτουν την ερμηνεία του όρου σε πολλές έρευνες, (Eurobarometer, 2000; DeBoer, 2000; Hanrahan,

1999; Hurd, 1998; Norman, 1998; Mayer, 1997; Collins & Pinch, 1993; Wynne, 1992; Collins & Sharin, 1989; Wynne & Millar, 1988; Royal Society, 1985; Miller, 1983). Δύο είναι συμπερασματικά οι βασικές θέσεις για τον επιστημονικό εγγραμματισμό, στην πρώτη, που στηρίζεται κυρίως από τους εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών, κυριαρχεί η γνώση του επιστημονικού περιεχομένου, ενώ στη δεύτερη η σύνδεση της επιστήμης με την κοινωνία και η ανάπτυξη απαραίτητων δεξιοτήτων για την καθημερινή ζωή στη σύγχρονη κοινωνία, (Rychen & Salganik, 2003). Η δεύτερη θέση στηρίζει την επιστημονική παιδεία για όλους και αντικρούει τη διδασκαλία των επιστημών με βάση το εξειδικευμένο γνωστικό περιεχόμενο.
Ο Laugksch επισημαίνει ότι παρόλο που η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού στον απόλυτο ορισμό της σχετίζεται με τη γνώση επιστημονικού περιεχομένου και την ανάπτυξη δεξιοτήτων και στάσεων έναντι της επιστήμης, εμπεριέχει μια μορφή σχετικότητας που αναφέρεται στο κοινωνικό και οικονομικό πλαίσιο που λειτουργεί ο πολίτης, (Laugksch, 2000), εξάλλου ο Miller σημείωνε ότι έχει εγγενή σχέση με την κοινωνία στην οποία χρησιμοποιείται, (Miller, 1989).

2.2 Η αναγκαιότητα του επιστημονικού εγγραμματισμού στη σύγχρονη κοινωνία

Η ανάγκη για τη γενική εκπαίδευση στις επιστήμες με στόχο την προσέγγιση του επιστημονικού εγγραμματισμού και την ενίσχυση της κριτικής σκέψης τοποθετείται στο 17ο αιώνα στην προσπάθεια του Ζαν Ζακ Ρουσσώ να καταπολεμήσει την έντονη μεταφυσική και θρησκοληπτική τάση της εποχής. Στο τέλος του 19ου αιώνα σε μια εποχή με εντεινόμενη βιομηχανική ανάπτυξη ο φυσικός και φιλόσοφος Ernst Mach εκφράζοντας την αντίθεση του στην καθολική επικράτηση της κλασικής παιδείας στα σχολεία των σημαντικότερων πολιτιστικών κέντρων έθετε ως προϋπόθεση για την πολιτισμική προσέγγιση τη στοιχειώδη επιστημονική εκπαίδευση η οποία οδηγεί στη δυνατότητα ερμηνείας των φυσικών φαινομένων και στην κατανόηση της βιομηχανικής επίδρασης, (Oliver et al, 2002). Ο Gruenberg από το 1908 αντιλαμβανόμενος την τάση για την ανάπτυξη του δημόσιου χαρακτήρα της εκπαίδευσης προκρίνει την επιστημονική παιδεία ως μέσο που συντελεί στη σωστή διαχείριση του φυσικού πλούτου, στη διαφύλαξη της δημόσιας υγείας και τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών που οδηγούν στη συνεργασία των πολιτών με στόχο την κοινωνική πρόοδο, (DeBoer, 2000). Στη σύγχρονη εποχή ορόσημο αποτέλεσε για την επιστήμη το έτος 1939 που επετεύχθη η διάσπαση του ατόμου. Το πολιτιστικό επακόλουθο όμως ήταν καταστροφικό όταν έξι χρόνια αργότερα έπεφταν οι βόμβες στη Χιροσίμα και το Ναγκασάκι. Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας έχει επίσης δημιουργήσει τεράστια προβλήματα με τη διαχείριση των πυρηνικών αποβλήτων και τα ατυχήματα όπως τα τελευταία στο Τσερνομπίλ και τη Φουκουσίμα. Οδυνηρές είναι οι συνέπειες της χημείας των φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον και άγνωστες ακόμη οι εξελίξεις που θα επιφέρει η παραγωγή και η χρήση των γενετικώς τροποποιημένων προϊόντων. Έτσι οι απειλές για την προσωπική υγεία αλλά και το επίπεδο ζωής όπως και οι κρίσιμες κοινωνικές και πολιτικές αποφάσεις που αναμένεται να ληφθούν και να επηρεάσουν αμετάκλητα το παρόν και το μέλλον της ανθρωπότητας απαιτούν τη δυνατότητα επεξεργασίας και ορθής χρήσης των δεδομένων με βάση την κριτική σκέψη και γνώμονα τους κανόνες ηθικής.

Ο Miller το 1983 τονίζει ότι το επίπεδο του επιστημονικού εγγραμματισμού των πολιτών σε μια δημοκρατική κοινωνία έχει σημαντικές επιπτώσεις στη λήψη των αποφάσεων σχετικά με την επιστήμη και την πολιτική, (Miller, 1983). Ο στόχος είναι οι γνώσεις και οι συμπεριφορές που αποκομίζουν οι πολίτες να χρησιμοποιηθούν για την καλύτερη λήψη αποφάσεων σε ατομικό επίπεδο (διατροφή, υγεία, αποφυγή παγίδων και δογματισμών), σε κοινωνικό και σε επίπεδο εθνών (ανάπτυξη λύσεων σε τοπικά και παγκόσμια προβλήματα με σεβασμό στο περιβάλλον), (AAAS, 1989). Όπως τονίζεται σε πολλές έρευνες συνέπεια της αλματώδους ανάπτυξης της τεχνολογίας είναι να εντείνεται και να επικαιροποιείται το διαχρονικό αίτημα της προσέγγισης της επιστημονικής γνώσης που οδηγεί στην ορθή και υπεύθυνη διαχείριση των σύγχρονων τεχνολογικών καινοτομιών και στην επίτευξη του επιστημονικού και τεχνολογικού εγγραμματισμού από το κοινωνικό σύνολο (Oliver et al, 2002; Bybee, 1998; Hurd, 1998; DeBoer, 1997). Οι οικονομίες των σύγχρονων επιστημονικά και τεχνολογικά οργανωμένων κοινωνιών στηρίζονται στη γνώση και επομένως στην ποιότητα του ανθρώπινου δυναμικού που θεωρείται σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα, (Brooks, 1991). Ως εκ τούτου οι επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες θα βρίσκονται σε πλεονεκτική θέση ώστε να εκμεταλλευτούν τις τεχνολογικές εξελίξεις και τις νέες ευκαιρίες απασχόλησης, (Thomas & Durant, 1987). 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 όπως θέματα που αφορούν τη διατροφή (ανάγνωση ετικετών στις συσκευασίες τροφίμων) και την υγεία και την τεχνολογία, καθιστώντας απαραίτητο τον επιστημονικό εγγραμματισμό των πολιτών, (Miller, 1998). Την ίδια εποχή περίπου ο Laugksch, υποστήριζε ότι ένας από τους βασικούς στόχους της διδασκαλίας της επιστήμης στην εκπαίδευση είναι ο επιστημονικός εγγραμματισμός, (Coll & Taylor, 2009; Laugksch, 2000). Στο National Research Council το 2007, τονίζεται η αναγκαιότητα: για τη χρήση και την ερμηνεία των επιστημονικών θεωρήσεων για το φυσικό κόσμο, για τη κατανόηση της φύσης της επιστημονικής γνώσης και την ανάπτυξη της καθώς και για την εφαρμογή των επιστημονικών πρακτικών και του επιστημονικού λόγου. Η παραπάνω απαίτηση για την ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού αιτιολογείται καθώς:

α) Η επιστήμη αποτελεί βασικό μοχλό ανάπτυξης μιας κοινωνίας και το αποκορύφωμα της ανθρώπινης διανόησης.

β) Η επιστημονική πρακτική και τρόπος σκέψης βοηθά στην ανάπτυξη του ορθολογισμού και στην επίλυση προβλημάτων.

γ) Ο ρόλος του επιστημονικού τρόπου σκέψης είναι θεμελιώδης για τη λήψη ορθών αποφάσεων σε μια κοινωνία, καθώς και για την οικονομική ανάπτυξη των εθνών. (NRC, 2007)

Εξάλλου από το 1987 ο Laetsch είχε επισημάνει τη θετική σχέση των επιστημονικά εγγράμματων πολιτών με καλύτερες πολιτικές αποφάσεις και οικονομική ευμάρεια όπως και για την αποφυγή υπερφυσικών αντιλήψεων και των κοινωνικών αποκλεισμών.

Οι Irwin & Wynne θεωρούν αναγκαία την επιστημονική και τεχνολογική επιμόρφωση των πολιτών για λόγους κοινωνικούς και προσωπικούς. Η επιστημονική και τεχνολογική κατάρτιση θα συντελέσει στη βελτίωση της οικονομικής αποδοτικότητας, στην υπεύθυνη συμμετοχή των πολιτών σε ζητήματα που σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία σε κοινωνικό ή ατομικό επίπεδο και τέλος θα εξασφαλίσει το δικαίωμα στον κάθε πολίτη για τη δια βίου συμμετοχή στη γνώση, (Irwin & Wynne, 1996). Οι Κουλαϊδής κ.α. 2002 εντοπίζουν τη σχέση με τη κοινωνία α) Στην οικονομική αποδοτικότητα, καθώς η γρήγορη αφομοίωση των τεχνολογικών εφαρμογών συμβαδίζει με την αύξηση της παραγωγικότητας. β) Στη θεσμική λειτουργία του δημοκρατικού πολιτεύματος, καθώς παρέχονται τα εχέγγυα για τη συμμετοχή όλων των πολιτών, με ορθολογικά κριτήρια, στη λήψη αποφάσεων που στηρίζονται σε επιστημονικές και τεχνολογικές παραμέτρους. Οι προσωπικοί λόγοι αναφέρονται στο άτομο ως καταναλωτή στη σύγχρονη κοινωνία, στην προάσπιση της προσωπικής υγείας και ασφάλειας απέναντι στους τεχνολογικούς κινδύνους, και στην άρτια προσωπική συγκρότηση καθώς η επιστήμη και η τεχνολογία αποτελούν δύο από τις σημαντικότερες περιοχές του πολιτισμού μας, (Κουλαϊδής κ.α. 2002). Ο Bybee έβλεπε στην ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού ένα πέρασμα μέσα από το χώρο εναλλακτικών ιδεών που οδηγεί στην επικράτηση των επιστημονικά ορθών αντιλήψεων και στη λειτουργική τους χρήση στο γραπτό και προφορικό λόγο. Η κατανόηση της δομής της επιστήμης και της διαδικασίας ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης οδηγούν σε κριτική αντιμετώπιση της τεχνολογίας και της σχέσης της με την κοινωνία, (Bybee, 1997). Ο Shamos το 1995 τονίζει τη σημασία της δυνατότητας διαχείρισης της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή δραστηριότητα και επικοινωνία καθώς και της λειτουργικής της χρήσης σε ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων. Ενώ ο Lock το 2002 συμπληρώνει ότι η γνώση αποκτά νόημα και αναγνωρίζεται μόνο όταν βασίζεται και συνδέεται με κοινωνικά και ανθρωπιστικά χαρακτηριστικά, (Lock, 2002). Η Bensaude-Vincent το 2002 επισημαίνει ότι οι περισσότεροι πολίτες λειτουργούν ως παθητικοί καταναλωτές της επιστημονικής γνώσης και πληροφορίας καθώς και των τεχνολογικών εφαρμογών. Το γεγονός αυτό αποτρέπει τη διαχείριση της γνώσης και δημιουργεί μια άβουλη κοινωνία πολιτών χωρίς κριτική σκέψη. Δεν περιορίζουμε λοιπόν τη γνώση σε μια διάσταση αλλά οφείλουμε να την κατακτήσουμε συνολικά. (Bensaude-Vincent, 2002)

Η εξέχουσα σημασία που αποδίδεται στον επιστημονικό εγγραμματισμό των πολιτών οδήγησε στην ανάπτυξη του προγράμματος PISA από τον OECD το οποίο αξιολογεί τη συνεισφορά της σχολικής εκπαίδευσης στην ανάπτυξη της επιστημονικής παιδείας που σχετίζεται με την κοινωνική καθημερινότητα σε δεκαπεντάχρονους μαθητές, (Fensham & Harlan 1999). 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 συνηγορεί:

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. Τα άτομα γνωρίζουν το ρόλο της τεχνολογίας στη διαμόρφωση της οικονομίας των εθνών, της κοινωνικής οργάνωσης και του πολιτισμού. Αναγνωρίζουν τις περιβαλλοντικές αλλαγές και τις επιπτώσεις τους στην οικονομία και την κοινωνική σταθερότητα.
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 αναγκαιότητα της κατάρτισης των πολιτών σε επιστημονικά και τεχνολογικά ζητήματα γίνεται φανερή στην έρευνα του Ευρωβαρόμετρου το 2013 στην οποία το 55% των πολιτών θεωρεί αναγκαία την διενέργεια δημόσιου διαλόγου όταν πρόκειται να ληφθούν αποφάσεις για θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία (Special Eurobarometer 401, 2013). Η σημασία του επιστημονικού εγγραμματισμού εντοπίζεται στην ανάλυση του θεωρητικού πλαισίου του διαγωνισμού PISA 2012 όπου σημειώνεται ότι οι απαραίτητες γνώσεις των μαθητών 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). Στον διαγωνισμό PISA 2006 το 92% των συμμετεχόντων υποστήριξε ότι η πρόοδος της επιστήμης και της τεχνολογίας συνήθως βελτιώνουν τις συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων, (OECD, 2007). Εξάλλου η δημόσια κατανόηση της επιστήμης θεωρείται βασικό στοιχείο που προάγει τη συνέχιση και υποστηρίζει την επιστημονική έρευνα, (Shamos, 1995; Waterman, 1960).

Ο εξέχων ρόλος που θεωρείται ότι διαδραματίζει ο επιστημονικός εγγραμματισμός στη σύγχρονη κοινωνία τον κατέταξε στους σημαντικότερους στόχους των περισσότερων προγραμμάτων σπουδών του περασμένου αιώνα (Bybee & Champagne, 2000, AAS 1989, 1993, 2000, 2001, PISA 2001). Για την επίτευξη στόχων όπως οι προαναφερόμενοι οι Millar & Osborne προέτρεπαν από το 1998 σε μια ολιστική αντιμετώπιση σημαντικών επιστημονικών και τεχνολογικών εννοιών με ταυτόχρονη ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας στην προσέγγιση της επιστημονικής γνώσης. Σε μια καινοτόμο προσέγγιση της γενικής παιδείας πρότειναν τον περιορισμό της έκτασης και την απλοποίηση του επιστημονικού περιεχομένου μέσω διδακτικών μετασχηματισμών που στοχεύουν στη κατανόηση της επιστημονικής γνώσης και των επιστημονικών διαδικασιών με ευρύτερο στόχο την εφαρμογή τους στη καθημερινή ζωή από το σύνολο των εκπαιδευομένων, (Millar & Osborne, 1998). Τέλος απαραίτητη θεωρείται η ανάδειξη του θεσμικού ρόλου της επιστήμης καθώς και των διαδικασιών μέσα από τις οποίες παράγεται η επιστημονική γνώση για την προετοιμασία υπεύθυνων πολιτών με κριτική ικανότητα και δυνατότητα διενέργειας ορθών συλλογισμών για τη λήψη ατομικών και κοινωνικών αποφάσεων, (Osborne et al. 2004; Sadler & Donnelly, 2007). Η αναγκαιότητα για την προσέγγιση του επιστημονικού εγγραμματισμού οδήγησε πολλές χώρες στην ανάπτυξη ειδικών προγραμμάτων σπουδών. Στις παραπάνω προσπάθειες συγκαταλέγεται το Twenty First Century Science από το πανεπιστήμιο του York και το Nuffield Curriculum Centre στη Μεγάλη Βρετανία που προορίζεται για μαθητές 14-16 ετών και στοχεύει στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών: να εκτιμούν και να κατανοούν την επίδραση της επιστήμης και της τεχνολογίας στη καθημερινή ζωή, να ενημερώνονται και να λαμβάνουν αιτιολογημένες αποφάσεις σε θέματα που αφορούν την επιστήμη όπως είναι η υγεία, η διατροφή και οι ενεργειακοί πόροι, να σκέφτονται κριτικά σε σχέση με τις πληροφορίες που τους παρέχονται ή παραλείπονται να αναφερθούν, να λαμβάνουν μέρος σε συζητήσεις που αφορούν επιστημονικά θέματα χωρίς να έχουν ενδοιασμούς και αναστολές, (Dillon, 2009). Στο ίδιο πνεύμα είναι και το πρόγραμμα Γενικές Φυσικές Επιστήμες 'Algemene Natuurwetenschappen' που εφαρμόστηκε στην Ολλανδία στις ηλικίες 16-17 ετών παράλληλα με τα παραδοσιακά θέματα της επιστήμης που είναι προαιρετικά σε αυτή την ηλικία, (De Vos & Reiding, 1999). Εκτός από την εισαγωγή νέων αντικειμένων όπως αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω αναπτύχθηκαν και τάσεις όπως το εθνικό πλαίσιο στον Καναδά για την ανάδειξη και εκπλήρωση στόχων του επιστημονικού εγγραμματισμού και τη σύνδεση της επιστήμης και της τεχνολογίας με την κοινωνία. Το πλαίσιο στόχευε στην ανάπτυξη συμπεριφορών δεξιοτήτων και γνώσεων που σχετίζονται με την επιστήμη, την καλλιέργεια ικανότητας για διερεύνηση, επίλυση προβλημάτων και λήψη αποφάσεων, την προώθηση της δια βίου μάθησης και τη διατήρηση του θαυμασμού για το φυσικό περιβάλλον, (Council of Ministers of Education, Canada, 1997, p.4).

2.3 Προβλήματα προς την επίτευξη του επιστημονικού εγγραμματισμού

Η γνώση δεν είναι εποικοδομητική εάν οι πολίτες δεν έχουν τη δυνατότητα κριτικής χρήσης αυτής σε θέματα που αφορούν την καθημερινή τους ζωή καθώς και για περεταίρω μελέτη. Τα τρέχοντα εκπαιδευτικά συστήματα δεν προάγουν τον επιστημονικό εγγραμματισμό, και παραμένουν εξαιρετικά δημοφιλείς οι εναλλακτικές ιδέες και οι προλήψεις που διακατέχουν τους πολίτες της σύγχρονης κοινωνίας, (Preece & Baxter, 2000; Yates & Chandler, 2000). Ενώ οι πολίτες δηλώνουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τα επιστημονικά θέματα, που επηρεάζουν τη καθημερινότητα και τη ζωή τους, από ότι για τα πολιτικά ή τα σπορ οι επιδόσεις τους στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό είναι χαμηλές (Durant et al., 1989). Το 2006 το US National Assessment of Educational Progress κατέγραψε μικρό ποσοστό σπουδαστών (χαμηλότερο από 20%) το οποίο κατείχε τουλάχιστον το κατώτατο όριο επιστημονικού εγγραμματισμού. Το 2013 η Plakitsi αναφέρει ότι, παρά τη μεταρρύθμιση σε πολλά ευρωπαϊκά προγράμματα σπουδών, οι εκθέσεις αξιολόγησης των προγραμμάτων PISA 2006 και 2009 μας δείχνουν ότι χρειάζεται ακόμη μεγάλη προσπάθεια για να προσεγγίσουμε τον επιστημονικό εγγραμματισμό, (Plakitsi, 2013). Ως συνέπεια αυτών μπορεί να θεωρηθούν φυσιολογικά τα απαισιόδοξα, όσον αφορά τις επιδόσεις, στατιστικά των ενηλίκων στις έρευνες Science and Engineering Indicators (National Science Board, 2008; 2010; 2012; 2014) σε ερωτήσεις στους τομείς των φυσικών επιστημών, και ιδιαίτερα της γενετικής, της βιοχημείας και των τεχνολογικών εφαρμογών. Οι Bauer et al. το 2007 σημειώνουν ότι τα αποτελέσματα των τεστ με ερωτήσεις κλειστού κυρίως τύπου δείχνουν αδυναμία προσέγγισης της επιστημονικής γνώσης από τους πολίτες και επικεντρώνουν την προσπάθεια της εκπαίδευσης στην επιστημονική παιδεία. Τα συνεχόμενα αρνητικά αποτελέσματα στις επιδόσεις των πολιτών και η αρνητική κριτική οδήγησαν τον Paisley το 1998 να επισημάνει ότι και μόνο η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού σε μία έρευνα, αποτελεί ένδειξη για την απόδοση ευθυνών σε μία κοινωνική ομάδα όπως μαθητές, πολίτες, επιστήμονες και οργανωτές εκπαιδευτικής πολιτικής, ωστόσο το ζήτημα επανέρχεται με απελπιστικά αποτελέσματα.

Η προσπάθεια για την προσέγγιση της επιστημονικής γνώσης συναντά πολλές δυσκολίες και παρουσιάζει πολλά προβλήματα. Οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που φέρνουν σε επαφή για πρώτη φορά τους μικρούς μαθητές με το μάθημα των φυσικών επιστημών αποφοίτησαν κατά μεγάλο ποσοστό από τη θεωρητική κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο. Η επαφή που είχαν με τις επιστήμες στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση περιορίστηκε μέχρι την Α΄ Λυκείου. Στη Β΄ Λυκείου σαν μάθημα γενικής παιδείας ήταν ως επί το πλείστον παραμελημένο από αυτούς αφού το εξεταστικό σύστημα τους καθοδηγούσε σε μονόδρομο ενδιαφέρον όσον αφορά τα μαθήματα. Έτσι δημιουργήθηκε ένα ρήγμα στη σχέση τους με τις φυσικές επιστήμες το οποίο ήταν αδύνατο να καλυφθεί από τα μετέπειτα ισχνά προγράμματα σπουδών σε αυτές. Η διδασκαλία στοιχείων από τη φύση της επιστήμης μέσω των οποίων προωθούνται στόχοι με κατεύθυνση τον επιστημονικό εγγραμματισμό δεν επιτυγχάνεται. Οι σημαντικότεροι λόγοι που αποτρέπουν τη διδασκαλία της είναι η έλλειψη της εκπαίδευσης και του κατάλληλου επιστημολογικού υποβάθρου από τους εκπαιδευτικούς ταυτόχρονα με τις ελλείψεις και τις ασάφειες στα αναλυτικά προγράμματα όσον αφορά το περιεχόμενο και τον τρόπο διδασκαλίας των στοιχείων της φύσης της επιστήμης, (Abd-El-Khalick & Lederman 2000; Justi & Gilbert 2003; Jorgensen & Ryan 2004; Develaki 2008; Δεβαλάκη, 2011).

Οι γνώσεις που αποκτούν οι πτυχιούχοι των σχολών που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες δεν επαρκούν για τη διδασκαλία τους, (Καριώτογλου, 2002). Η αδυναμία διαχείρισης του γνωστικού αντικειμένου με συνεκτικό τρόπο προέρχεται πολλές φορές από την αποσπασματική και ασαφή δομή των γνώσεων, (Gess-Newsome, 1999), και επιδρά αρνητικά στη διδακτική διαδικασία, (Kallery & Psillos, 2001). Η πιθανή ελλειμματική γνώση του περιεχομένου αφαιρεί από τους εκπαιδευτικούς τη δυνατότητα για την ανάπτυξη της παιδαγωγικής γνώσης περιεχομένου (Cochran & Jones, 1998; van Driel, et al., 1998; Magnusson, et al., 1999; Veal & Makinster, 1999 ; Van Driel, et al., 2002), οπότε τους στερεί την ουσιαστική δυνατότητα σύζευξης του περιεχομένου με τις διδακτικές μεθόδους για την προσέγγιση του στην οργάνωση, αναπαράσταση, και προσαρμογή στα ενδιαφέροντα των μαθητών και στη διδακτική παρουσίαση των επιστημονικών ζητημάτων, (Shulman, 1986b). Συνέπεια είναι οι μαθητές να παρουσιάζουν μειωμένο ενδιαφέρον για τα μαθήματα των φυσικών επιστημών και να οικοδομούν αρνητικές στάσεις για τις επιστήμες που προδιαγράφουν την απουσία της δια βίου μάθησης και της ενασχόλησης με τις επιστήμες στη συνέχεια, (Koren & Bar, 2009).

Αποτελέσματα των ερευνών σχετικά με τις στάσεις και πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης καταγράφουν αρνητικές στάσεις απέναντι στις φυσικές επιστήμες και τη διδασκαλία τους (Χαλκιά 1999; Κοτσίνας & Κώτσης, 2011). Ως εκ τούτου διαπιστώνεται από τα αρχικά στάδια της εκπαίδευσης να εμφανίζονται προβλήματα στην προσέγγιση των μαθητών με την επιστήμη αφού πολλοί εκπαιδευτικοί διακατέχονται από αρνητική στάση ως προς τις επιστήμες η οποία μπορεί να οφείλεται στις δικές τους μαθητικές εμπειρίες, (Mulholland & Wallace 1996; Tosun 2000), με αποτέλεσμα να μη διδάσκουν το μάθημα ή η διδασκαλία τους να είναι απρόσωπη και αδιάφορη, (Purkey & Smith, 1983;, Appleton & Kindt , 2002; Appleton 2002; Weiss et al. 2003; Bencze & Upton 2006). Έχει καταγραφεί εξάλλου ότι οι εκπαιδευτικοί που έχουν προσωπικές εμπειρίες ενεργητικής μάθησης, είναι περισσότερο πιθανό να οργανώσουν διδακτικές προσεγγίσεις με επίκεντρο τους μαθητές τους και προσανατολισμένες στην ενεργό συμμετοχή τους, (Stofflett & Stoddart, 1994), ενώ η ενδεχόμενη παθητική στάση αυτοτροφοδοτείται και συχνά μεταφέρεται στους μαθητές τους. Τις περισσότερες φορές οφείλεται σε αδυναμία διαχείρισης του προς διδασκαλία επιστημονικού περιεχομένου και κατά συνέπεια των κατάλληλων διδακτικών μετασχηματισμών και προσεγγίσεων με αποτέλεσμα την έλλειψη αυτοπεποίθησης (De Jong et al., 1998; Lloyd et al. 1998; Χαλκιά, 1999; Trundle et al. 2002). Αλλά ακόμη και για τους εκπαιδευτικούς που εμφανίζονται πρόθυμοι να συμμετέχουν σε καινοτόμα προγράμματα και δράσεις είναι πολύ δύσκολο να ξεφύγουν από τις πρακτικές της παραδοσιακής διδασκαλίας. Οι De Vos & Reiding (1999) ως αξιολογητές του προγράμματος Γενικές Φυσικές Επιστήμες στην Ολλανδία αναφέρουν χαρακτηριστικά ότι είναι εξαιρετικά δύσκολο να ξεφύγουν οι εκπαιδευτικοί από τη σκιά της παραδοσιακής διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, έτσι κυριαρχούνται από την τάση να προσδίδουν έμφαση στο περιεχόμενο και όχι στην κατανόηση των φυσικών επιστημών. Εξάλλου όπως επισημαίνουν οι Osborne & Dillon το 2008, η διδασκαλία των επιστημών θεωρείται ως καθιερωμένη πολιτιστική πρακτική που μεταβιβάζεται από τον ένα δάσκαλο στον άλλο και είναι δύσκολο να αλλάξει γρήγορα.

Με τη βοήθεια της πειραματικής μεθόδου ακόμη και με απλά υλικά καθημερινής χρήσης θα μπορούσαν οι μαθητές να διαμορφώσουν και να τροποποιήσουν τις απόψεις τους ώστε να είναι πλησιέστερα στις επιστημονικές, (Παρασκευάς, 2007), καθώς και να αναπτύξουν την αυτενέργεια παράλληλα με δημιουργικές δεξιότητες, (Παρασκευάς & Τσίρος, 2011). Εξάλλου η άμεση εποπτεία της εξέλιξης και λειτουργίας ενός φυσικού φαινομένου από μαθητές δημοτικών σχολείων με δεδομένους νοητικούς περιορισμούς εξασφαλίζεται αποκλειστικά με τις απλές πειραματικές διαδικασίες, (Χαλκιά,1999). Σε ελάχιστες σχολικές αίθουσες όμως γίνεται συστηματική χρήση της πειραματικής μεθοδολογίας, (Κώτσης & Μπασιάκος,2009; Χαλκιά 1999), ενώ δεν είναι λίγοι οι εκπαιδευτικοί που εκφράζουν φόβο απέναντι στα όργανα και τις πειραματικές διατάξεις καθώς και για την επιτυχία της πειραματικής διαδικασίας, (Κώτσης, 2005). Ως επακόλουθο των πρωτόγνωρων δυσκολιών καθώς και της μη ενδεδειγμένης αντιμετώπισης της διδακτικής διαδικασίας από τους εκπαιδευτικούς είναι να αναπτύσσονται αρνητικές στάσεις για την επιστήμη, από τους μαθητές, στη συνέχεια της εκπαιδευτικής τους πορείας και κατ' επέκταση και μετά την ενηλικίωση τους.

Ο Arons υπογραμμίζει το πρόβλημα της αδιαφορίας και αδυναμίας ορισμένων εκπαιδευτικών να ασχοληθούν με τις προαπαιτούμενες γνώσεις των μαθητών τους και να τους οδηγήσουν στην ανάπτυξη θεμελιωδών και απλών τρόπων σκέψης. Τονίζει ότι οι περισσότεροι δάσκαλοι δεν έχουν αφομοιώσει τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες, καθώς δε βοηθήθηκαν επαρκώς κατά την εκπαίδευση τους ώστε να οικοδομήσουν οι ίδιοι ένα αφηρημένο τρόπο σκέψης και την ικανότητα εκτέλεσης συλλογισμών που πρέπει να μεταλαμπαδεύσουν στους μαθητές τους. (Arons, 1992) Οι εκπαιδευτικοί που δεν συνειδητοποιούν το ρόλο των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών τους ως προς το διδακτικό περιεχόμενο, δεν ασχολούνται με την τροποποίηση αυτών των ιδεών και δεν μπορούν να καταλάβουν τις δυσκολίες για την προσέγγιση της γνώσης, όπως και τη σημασία και χρησιμότητα των πειραματικών δραστηριοτήτων, (Mc Dermott, 1990). Όταν δεν γνωρίζουν και κατά συνέπεια δεν ασχολούνται με τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών τους, πιθανότατα και η γνώση του περιεχομένου να είναι ανεπαρκής, (Κουντουριώτης & Μίχας, 2007). Η ανάγκη τροποποίησης των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών θεωρείται απαραίτητη ώστε να δοθεί η δυνατότητα σε αυτούς να προσεγγίσουν την επιστημονική γνώση. Ο Ausubel εξάλλου από το 1968 υποστήριζε ότι: "Ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι αυτό που ο εκπαιδευόμενος γνωρίζει ήδη, εξακρίβωσέ το και δίδαξε τον ανάλογα", (Ausubel, 1968). Ο Liu το 2009, επισημαίνει τρία προβλήματα στην πορεία για την επίτευξη του επιστημονικού εγγραμματισμού. Η αδυναμία τροποποίησης των εναλλακτικών ιδεών από τις οποίες διακατέχονται μαθητές και ενήλικοι αναγνωρίζεται ως πρώτο πρόβλημα. Όπως τονίζεται και σε άλλες έρευνες που αφορούν τη διδακτική των φυσικών επιστημών αγνοούνται συστηματικά οι προϋπάρχουσες ιδέες των σπουδαστών οι οποίες είναι λειτουργικές και καλύπτουν ικανοποιητικά τις απαιτήσεις για την αιτιολόγηση των καθημερινών φαινομένων. Η προσπάθεια μετάδοσης των επιστημονικών εννοιών, αρχών, και μεθόδων είναι αδύνατο να αντικαταστήσει τις προϋπάρχουσες ιδέες. Είναι τόσο δύσκολο να διαφοροποιηθούν οι αρχικές ιδέες με την παραδοσιακή διδασκαλία που ακόμη και όταν αυτές έρχονται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα μιας επίδειξης ή μιας πειραματικής διαδικασίας οι σπουδαστές αρνούνται να τις τροποποιήσουν (McDermott L., 1991; Driver et al., 1989; Halloun & Hestenes, 1985b). Το δεύτερο από τα τρία προβλήματα που επισημαίνει ο Liu, είναι η αναγνώριση του επιστημονικού εγγραμματισμού ως μια προς επίτευξη κατάσταση η οποία έχει τη μορφή του πάγιου κεκτημένου εφόσον επιτευχθεί. Η παραπάνω αντίληψη αγνοεί τη συνεχώς εξελισσόμενη φύση της επιστήμης και τη διαχρονική γνωστική απαίτηση για πληροφόρηση, ενημέρωση, και εφαρμογή. Το τρίτο τέλος είναι η θεώρηση της μονόδρομης μεταφοράς της πληροφορίας από την πηγή προς τους δέκτες αγνοώντας τη συμμετοχική διαδικασία στην κατάκτηση της γνώσης.

Σημαντικό είναι το πρόβλημα της απόδοσης καθώς και της δυνατότητας για τη λήψη της επιστημονικής πληροφορίας. Πολλές λέξεις από την καθημερινή ζωή στην επιστήμη παίρνουν ένα τελείως διαφορετικό νόημα και το αντίστροφο. Οι Hand et al. 2003 καθώς και οι Norris & Phillips 2003 εστιάζουν στον σημαντικό ρόλο της γλώσσας που χρησιμοποιεί η επιστήμη. Η κατανόηση της επιστημονικής ορολογίας τίθεται ως προαπαιτούμενο για την ανάγνωση, τη γραφή και την επικοινωνία σε επιστημονικά θέματα και αποτελεί θεμελιώδη παράγοντα για την προσέγγιση του επιστημονικού εγγραμματισμού. Οι λέξεις της καθημερινής ζωής λαμβάνουν διαφορετική σημασία όταν χρησιμοποιούνται στα πλαίσια της επιστήμης, (Κόκκοτας 2002), και δημιουργείται μια προβληματική κατάσταση για τους μαθητές αφού οι ίδιες λέξεις αποκτούν διαφορετική σημασία, (Ryan, 1985). Σε όρους όπως η ταχύτητα, η επιτάχυνση, η δύναμη, η μάζα, αγνοείται πλήρως η αναγκαιότητα περιγραφής των πράξεων και των λειτουργιών που πρέπει να εκτελεστούν ώστε να τους αποδοθεί επιστημονικό νόημα. Η αποτύπωση του νοήματος γίνεται μόνο αν οι σπουδαστές συμμετέχουν ενεργά σε όλα τα στάδια της διαδικασίας ενός προσεκτικού λειτουργικού ορισμού του όρου και ελέγχονται ως προς την επιστημονική ακρίβεια και την ορθή χρήση της γλώσσας. Η αδυναμία κατανόησης του νοήματος των επιστημονικών εννοιών οδηγεί στην έλλειψη καλλιέργειας όχι μόνο στις θετικές επιστήμες αλλά και σε πολλούς πνευματικούς τομείς, (Arons, 1992). Ο Shahn το 1988 επεκτείνει το πρόβλημα ακόμη και στην κατανόηση, ερμηνεία και χρήση απλών λέξεων όπως του «τότε» και του «επειδή» σε επιστημονικούς συλλογισμούς, με αποτέλεσμα την αδυναμία αφομοίωσης της επιστημονικής μεθόδου συλλογισμού και ερμηνείας, (Shahn, 1988). Ο Τσελφές το 2011 εκφράζοντας την αδυναμία μεταφοράς του επιστημονικού λόγου από επιστήμονες και δημοσιογράφους προς το κοινωνικό σύνολο επισημαίνει:

«*Οι παρουσιάσεις θεμάτων των Φυσικών Επιστημών από επιστήμονες και δημοσιογράφους σε κοινό μη ειδικών δεν διαχέουν κατά κανόνα πολιτισμικά χαρακτηριστικά που κάνουν τη διαφορά του επιστημονικού. Αυτό συμβαίνει διότι οι επιστήμονες δεν μετασχηματίζουν τον επιστημονικό λόγο σε καθημερινό με αποτέλεσμα να μην τους καταλαβαίνει κανείς (ούτε οι δημοσιογράφοι). Η κατάληξη είναι να μην αποκαλύπτονται οι καθημερινές δυνατότητες και αδυναμίες της επιστήμης με αποτέλεσμα να συντηρούνται τα «σύνορα» ανάμεσα στο «επιστημονικό» και το «κοινωνικό», (Van Eijck & Roth 2007)*», (Τσελφές 2011).

2.4 Ο ρόλος του προσωπικού ενδιαφέροντος και της αυτοαντίληψης

Στο πρόγραμμα PISA στον τομέα των στάσεων των μαθητών απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες συμπεριλαμβάνονται το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες και η αυτοαντίληψη της ικανότητας για μάθηση των φυσικών επιστημών. Οι στάσεις των μαθητών προς τις επιστήμες επηρεάζουν την περαιτέρω σχέση τους με αυτές. Προωθούν τη χρήση των επιστημονικών εννοιών και μεθόδων στη καθημερινή τους ζωή καθώς και τη δια βίου ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης, (OECD, 2007). Το ενδιαφέρον εκδηλώνεται με την εμφάνιση περιέργειας για τα θέματα των φυσικών επιστημών, επίδειξη προθυμίας για την απόκτηση νέων γνώσεων και ικανοτήτων, από διάφορες πηγές και με διάφορες μεθόδους. Η αυτοαντίληψη συνδέεται με εμπιστοσύνη στις ικανότητές τους να χειρίζονται ζητήματα των φυσικών επιστημών, να ξεπερνούν δυσκολίες που εμφανίζονται στην επίλυση των προβλημάτων των φυσικών επιστημών και να αποδίδουν καλά στις φυσικές επιστήμες. *(*Γιαννικόπουλος κ.α., 2010) Η αυτοαντίληψη των μαθητών δεν είναι ίδια για τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα, (Marsh & Retali, 2010). Έχει διαπιστωθεί ότι η ακαδημαϊκή αυτοαντίληψη γενικά αλλά ακόμη περισσότερο η ακαδημαϊκή αυτοαντίληψη σε καθορισμένο γνωστικό τομέα σχετίζεται με τη συνολική τους επίδοση και την επίδοση στο συγκεκριμένο τομέα, επιπρόσθετα η υψηλή αυτοαντίληψη σχετίζεται με υψηλότερες εκπαιδευτικές και μακροπρόθεσμα επαγγελματικές φιλοδοξίες, (Marsh, 1991; Marsh &

Yeung, 1997; Guay, et al., 2003; Guay, et al., 2004; Marsh, 2007; Seaton et al., 2009). Όσο υψηλότερη είναι η αυτοαντίληψη σε ένα γνωστικό τομέα τόσο καλύτερη είναι και η επίδοση σε αυτόν και το αντίστροφο, με τη θετική συσχέτιση να εμφανίζεται αμφίδρομα παρατηρείται ταυτόχρονα συνεχής αλληλεπίδραση και ανατροφοδότηση των δύο παραπάνω μεταβλητών, (Hattie, 2003; Valentine & DuBois, 2005; Marsh & Craven, 2005, 2006; Marsh, 2007). Οι Seaton et al. το 2009, μέσω της ανάλυσης της βάσης δεδομένων του διαγωνισμού PISA του 2003 όπου συμμετείχαν 41 χώρες, απέδειξαν τη γενίκευση της παραπάνω σχέσης σε ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες. Αναφέρουν χαρακτηριστικά ότι η υψηλή ακαδημαϊκή επίδοση σε συγκεκριμένο γνωστικό τομέα φαίνεται να συμβάλλει στη βελτίωση της αυτοαντίληψης σε αυτόν και ταυτόχρονα η υψηλή αυτοαντίληψη να συνεισφέρει στη βελτίωση της ακαδημαϊκής επίδοσης στο συγκεκριμένο τομέα, (Seaton et al., 2009). Η Ρετάλη το 2013 σε μελέτη ανάλυσης δεδομένων του διαγωνισμού PISA του 2006 για την Ελλάδα αναφέρει ότι οι μαθητές με υψηλή αυτοαντίληψη στις φυσικές επιστήμες επιτυγχάνουν και υψηλές αποδόσεις και το αντίστροφο. Επισημαίνει επίσης ότι ακόμη και μαθητές με όμοια επίδοση στις φυσικές επιστήμες που φοιτούν σε σχολεία με διαφορετικό επίπεδο επιδόσεων εμφανίζουν διαφορετική αυτοαντίληψη στον τομέα αυτό. Ο μαθητής που φοιτά στο σχολείο με τις υψηλότερες επιδόσεις εμφανίζει τη χαμηλότερη αυτοαντίληψη ικανοτήτων στις φυσικές επιστήμες. Η σύγκριση του εαυτού του με τους άλλους έχει ως συνέπεια την υποτίμηση των ικανοτήτων του που πιθανόν να επιφέρουν χαμηλότερες μελλοντικές επιδόσεις. (Ρετάλη, 2013; Marsh & Retali, 2010) Παρόμοια στους εκπαιδευτικούς οι χαμηλές πεποιθήσεις όσον αφορά τη διδακτική επάρκεια σε ένα γνωστικό αντικείμενο οδηγούν σε επιφανειακή προσέγγιση χωρίς τη χρήση καινοτόμων διδακτικών τεχνικών, (Ramey-Gassert & Shroyer, 1992; Enochs, et al., 1995; Ghaith & Yaghi, 1997).

Το ενδιαφέρον του κάθε ατόμου μπορεί να αναφέρεται στην ίδια την επιστήμη, στα μαθήματα επιστημών, στην επιστημονική μέθοδο ή στα αποτελέσματα της επιστήμης όπως η τεχνολογία, (Schibeci & Sorensen 1983). Οι Hidi & Renninger, 2006 και Silvia, 2006 περιγράφουν το ενδιαφέρον των πολιτών για τη γνώση ως χαρακτηριστικό σχετιζόμενο με την αλληλεπίδραση του ατόμου με το περιβάλλον του. Σύμφωνα με τους Hidi et al., 2004 η σχέση ενδιαφέροντος με ένα αντικείμενο καθορίζεται από γνωστικές και συναισθηματικές παραμέτρους. Συνδέεται με την προθυμία των ατόμων να αποκτήσουν γνώσεις στις συγκεκριμένες γνωστικές θεματικές περιοχές. Έτσι σαν αποτέλεσμα αποκτούν συγκριτικά καλύτερες γνωστικές και μεταγνωστικές ικανότητες στις συγκεκριμένες περιοχές. Η θετική ή αρνητική προδιάθεση για τις επιστήμες καλλιεργεί αντίστοιχα θετικά ή αρνητικά συναισθήματα, για τις επιστήμες και τη μελέτη τους, (Koballa & Crawley 1985). Τα παραπάνω συναισθήματα θεωρούνται επίκτητα χαρακτηριστικά καθορίζουν τις στάσεις των ατόμων όσον αφορά τις επιστήμες καθώς και τις συμπεριφορές τους, (Koballa & Crawley, 1985; Koballa & Glynn , 2007). Οι στάσεις μπορούν να καλλιεργηθούν μακροπρόθεσμα, (Hill et al. 1995, Koballa 1988, Reid 2006), και μπορούν να είναι καθοριστικές στη συμπεριφορά του ατόμου όσον αφορά τη σχέση του με την επιστήμη, (Koballa 1988, Shrigley 1990). Γνωστικοί, συμπεριφορικοί και συναισθηματικοί παράγοντες είναι αυτοί που καθορίζουν και διαμορφώνουν τις στάσεις σύμφωνα με τους Eagly & Chaiken ,1993. Ο Shamos το 1995 προτρέπει για τη δημιουργία μιας τάσης με στόχο την ανάπτυξη του ενδιαφέροντος και ταυτόχρονα της εκτίμησης των μαθητών στον τομέα των φυσικών επιστημών και μέσω αυτού την επίτευξη του σκοπού που είναι ο επιστημονικός εγγραμματισμός.

Υπάρχουν έρευνες όπως του Paisley 1998 όπου θεωρείται το προσωπικό ενδιαφέρον πολύ σημαντικός παράγοντας στην επίτευξη επιστημονικού εγγραμματισμού και άλλες όπως των Allum et al. το 2008, που αναγνωρίζουν τη συσχέτιση γνώσεων – πεποιθήσεων ως ασθενή παράγοντα για να αποτελέσει παράμετρο κλειδί. Αποτελέσματα ερευνών έχουν συνδέσει τις θετικές πεποιθήσεις και το ενδιαφέρον στη φυσική ως παράγοντα που οδηγεί σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (Osborne, et al., 2003; Hidi, et al., 2004; Perkins et al., 2005), και παρακινεί τους φοιτητές στην επιλογή περισσότερων μαθημάτων φυσικής στον κύκλο των σπουδών τους, (Osborne, et al., 2003; Hidi, et al., 2004). Τα αποτελέσματα του διαγωνισμού PISA 2006, που ήταν εστιασμένος στον εγγραμματισμό στις φυσικές επιστήμες, αναδεικνύουν μια τάση υψηλότερου επιστημονικού ενδιαφέροντος από τους μαθητές των χωρών που εμφάνιζαν χαμηλότερα επίπεδα επιστημονικού εγγραμματισμού σε σχέση με τους μαθητές των χωρών που εμφάνιζαν υψηλότερα επίπεδα επιστημονικού εγγραμματισμού. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η Κολομβία στην οποία οι μαθητές εμφάνιζαν το υψηλότερο ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και η χώρα καταλάμβανε την τρίτη από το τέλος θέση της κατάταξης όσον αφορά το δείκτη του επιστημονικού εγγραμματισμού. Αντίθετα η Φιλανδία που εμφάνιζε τον υψηλότερο δείκτη επιστημονικού εγγραμματισμού βρισκόταν στην τελευταία θέση όσον αφορά το ενδιαφέρον των μαθητών για θέματα της επιστήμης.

Η αρνητική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης των μαθητών μιας χώρας σε θέματα επιστημονικού εγγραμματισμού και του ενδιαφέροντος που εμφανίζουν για τα θέματα που αφορούν την επιστήμη εμφανίζεται και σε άλλες διεθνείς συγκριτικές μελέτες όπως στο project Relevance of Science Education (ROSE), που σκοπό είχε την ανάλυση των πληροφοριών για την στάση και τα κίνητρα στην εκμάθηση της επιστήμης και της τεχνολογίας από δεκαπεντάχρονους μαθητές. Οι Sjoberg & Schreiner το 2005, αναφέρουν ότι από τα δεδομένα του παραπάνω project προκύπτει ότι οι νέοι στις περισσότερο αναπτυγμένες χώρες είναι λιγότερο θετικοί για το ρόλο της επιστήμης και της τεχνολογίας στην κοινωνία. Ωστόσο σε επίπεδο χώρας, σε 52 από τις 57 χώρες που έλαβαν μέρος στο διαγωνισμό PISA του 2006, οι μαθητές με υψηλότερο ενδιαφέρον για τα επιστημονικά θέματα παρουσίασαν καλύτερες επιδόσεις στον δείκτη του επιστημονικού εγγραμματισμού, (OECD 2007). Σε σχετική έρευνα οι Shen & Tam το 2008 χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των ερευνών TIMSS των ετών 1995, 1999, και 2003 κατέγραψαν σε επίπεδο χώρας, μια θετική συσχέτιση μεταξύ του ενδιαφέροντος των μαθητών για τα επιστημονικά θέματα και της επίδοσης αυτών, (Shen & Tam, 2008). Σε έρευνα των Hahn et al., 2013 με μικρούς μαθητές εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($r=.193$ με $p<.05$) μεταξύ του επιστημονικού εγγραμματισμού και του ενδιαφέροντος που εκδήλωσαν τα παιδιά για την επιστήμη, (Hahn et al., 2013).

Στην έρευνα του Ευρωβαρόμετρου το 2013, που διεξήχθη σε 27 χώρες μέλη της ευρωπαϊκής ένωσης, το 53% των πολιτών δηλώνουν ότι ενδιαφέρονται για θέματα επιστήμης και τεχνολογίας, ενώ το 40% έχουν την αντίληψη ότι είναι ενημερωμένοι σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας. Το υψηλότερο ποσοστό που καταγράφεται όσον αφορά το ενδιαφέρον είναι 77% στη Σουηδία και το χαμηλότερο 34% στη Τσεχία. Όσο λιγότερο ενημερωμένοι είναι οι κάτοικοι μιας χώρας γι' αυτά τα θέματα, τόσο περισσότερο αδιαφορούν για το αν θα υπάρχει ο σχετικός δημόσιος διάλογος και αν οι ίδιοι θα εμπλακούν στις αποφάσεις για τα επιστημονικά και τεχνολογικά ζητήματα, τα οποία έχουν ποικίλες επιπτώσεις στη ζωή τους (κοινωνικές, οικονομικές, υγείας κ.α.). Έτσι, σε χώρες όπως η Σλοβενία, η Ουγγαρία, η Σλοβακία, η Τσεχία στις οποίες καταγράφονται τα χαμηλότερα ποσοστά ενδιαφέροντος η πλειονότητα των πολιτών δηλώνουν ότι δεν χρειάζεται να παρεμβαίνουν στις σχετικές αποφάσεις. Από την ίδια έρευνα προκύπτει ότι υπάρχει μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του ενδιαφέροντος σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας και της αίσθησης που έχουν οι πολίτες όσον αφορά την ενημέρωσή τους πάνω σε αυτά τα θέματα. (Special Eurobarometer 401)

2.5 Η εξάρτηση επιστημονικού εγγραμματισμού, από το φύλο, από το γνωστικό υπόβαθρο, και την ηλικία

Στη σχέση του επιστημονικού εγγραμματισμού με το φύλο τα αποτελέσματα των ερευνών εμφανίζονται συγκεχυμένα, ενώ δεν υπάρχουν στοιχεία που να αποδεικνύουν την ύπαρξη βιολογικών παραγόντων οι οποίοι δικαιολογούν διαφορετικές επιδόσεις των δύο φύλων σε επιστημονικά ζητήματα και ιδιαίτερα σε θέματα που αφορούν τα μαθηματικά, (Sharma & Meighan 1980; Zeldin & Pajares 2000; Caplan & Caplan, 2005). Μεταξύ των χωρών του ΟΟΣΑ στο διαγωνισμό PISA 2006 τα αγόρια εμφανίζουν υψηλότερο μέσο όρο επιδόσεων σε θέματα που αφορούν τις φυσικές επιστήμες σε σύγκριση με τα κορίτσια, με τη διαφορά να εμφανίζεται στατιστικά σημαντική. Μόνο στην Ελλάδα και την Τουρκία τα κορίτσια εμφανίζουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη μέση επίδοση από τα αγόρια. Από τις είκοσι επτά χώρες που συμμετείχαν στο διαγωνισμό PISSA το 2006 και δεν άνηκαν στον ΟΟΣΑ στις τέσσερις τα αγόρια εμφανίζουν θετική στατιστικά σημαντική διαφορά ενώ τα κορίτσια σε δώδεκα. Οι επιδόσεις των γυναικών εμφανίζονται χαμηλότερες από αυτές των ανδρών σε πολλές έρευνες όπως των Hayes & Tariq, 2000. Σε όλη τη σειρά ερευνών του National Science Board από το 1992 έως και το 2012 οι γυναίκες εμφανίζουν χαμηλότερες επιδόσεις σε σύγκριση με αυτές των ανδρών σε θέματα επιστημονικού εγγραμματισμού στις φυσικές επιστήμες. Διαφέρουν όμως τα αποτελέσματα στα θέματα που αφορούν αποκλειστικά τη βιολογία όπου οι επιδόσεις των γυναικών είναι σε όλες τις έρευνες λίγο υψηλότερες σε σχέση με αυτές των ανδρών, (National Science Board, 2014).

Οι άνδρες στην τελευταία έρευνα του ευρωβαρόμετρου δείχνουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον (σε ποσοστό 64%) σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία από τις γυναίκες (σε ποσοστό 44%). Οι άνδρες επίσης αισθάνονται περισσότερο ενημερωμένοι σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας (σε ποσοστό 49%), από τις γυναίκες (σε ποσοστό 33%) (Special Eurobarometer 401). Την τελευταία δεκαετία τα στοιχεία από τη μελέτη, The European Higher Education Area in 2012: Bologna Process Implementation Report, δείχνουν μια τάση υπερεκπροσώπισης των γυναικών μεταξύ των φοιτητών της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, κυρίως στους τομείς της εκπαίδευσης και της υγείας και πρόνοιας. Στον τομέα των θετικών επιστημών υπάρχει μια ισορροπία στο σύνολο των ευρωπαϊκών χωρών ενώ οι διαφορές μεταξύ των χωρών είναι μεγάλες.

Οι ειδικοί εμφανίζουν καλύτερες επιδόσεις σε θέματα επιστημονικού εγγραμματισμού από τους απλούς πολίτες. Στην έρευνα των Stockmayer & Bryant 2012 οι επιστήμονες σε όποιον τομέα και αν άνηκαν (βιολόγοι / επιστήμες υγείας, φυσικοί / μηχανολόγοι, περιβαλλοντολόγοι, διάφοροι) παρουσίασαν καλύτερες επιδόσεις με στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τους απλούς πολίτες. Σε όλη τη σειρά ερευνών National Science Board από το 1992 έως και το 2012, 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. Στην τελευταία έρευνα το 2012 ο μέσος όρος ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού 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).

Η ηλικία είναι ένας παράγοντας που εμπλέκει και άλλες παραμέτρους. Οι συνεχώς αυξανόμενες γνωστικές απαιτήσεις και η ανάγκη για περαιτέρω εξειδίκευση επιβάλλουν στους νεότερους σε ηλικία πολίτες περισσότερα χρόνια επιμόρφωσης. Αυτές οι μακροπρόθεσμες κοινωνικές διαφοροποιήσεις καθιστούν δύσκολη την επίδραση του παράγοντα ηλικία στον επιστημονικό εγγραμματισμό. Παρατηρώντας τα διαχρονικά αποτελέσματα των ερευνών του National Science Board από το 1992 ως το 2012, οι πολίτες που ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα των 25 ως 34 ετών εμφανίζουν την υψηλότερη απόδοση στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού. Οι νεότεροι ενήλικες παρουσιάζουν επίσης μεγαλύτερο ενδιαφέρον σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας από τους μεγαλύτερους, (National Science Board, 2008), και είναι περισσότερο καταρτισμένοι σε θέματα τεχνολογίας αφού έχουν καλύτερη εκπαίδευση (Losh, 2010; Pew Research Center, 2007, National Center for Education Statistics, 2007). Διαπιστώνεται όμως ταυτόχρονα σε σύγχρονες έρευνες μια αύξηση του ποσοστού των σωστών απαντήσεων με την ηλικία, σε ορισμένες έννοιες των φυσικών επιστημών όπως η ενέργεια (Κώτσης 2011). Στην Ελλάδα σύμφωνα με την έκθεση που περιγράφει τη θέση της στον Ευρωπαϊκό Χώρο Ανώτατης Εκπαίδευσης (ΕΧΑΕ) στο πλαίσιο υλοποίησης της Διαδικασίας της Μπολόνια που δημοσιεύτηκε τον Απρίλιο του 2012 από την Ευρωπαϊκή Ένωση με τίτλο: «The European Higher Education Area in 2012: Bologna Process Implementation Report», ο φοιτητικός πληθυσμός της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης της ηλικιακής ομάδας 18 – 34 ετών παρουσιάζει σημαντική αύξηση. Από το 13,7% του συνολικού πληθυσμού το 1999 ανέρχεται στο 21,5% το 2004 (αύξηση 57%, η μεγαλύτερη σε σχέση με τις 33 χώρες που συμμετέχουν στη μελέτη) και στο 26,7% το 2009 (αύξηση 95% από το 1999). Η παραπάνω αύξηση των ποσοστών δεν συμβαδίζει με τις προοπτικές εργασίας που προσφέρει το πτυχίο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα, καθώς και με την εργασία που επιτελούν σε συνάρτηση με τα προσόντα που κατέχουν. Η χώρα βρίσκεται στη δυσμενέστερη θέση μαζί με την Τουρκία όσον αφορά το ποσοστό ανεργίας των ιδιαίτερα μορφωμένων νέων το οποίο είναι υψηλότερο ακόμη και από το αντίστοιχο ποσοστό των νέων με χαμηλό μορφωτικό επίπεδο, και παρουσιάζει το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό στους νέους που κατέχουν θέσεις κάτω από το επίπεδο των προσόντων τους. Παρά την απαισιόδοξη εργασιακή προοπτική η αύξηση των ποσοστών των ιδιαίτερα μορφωμένων νέων μαζί με την είσοδο των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση και την άμεση διάδοση της πληροφορίας που επιφέρουν αποτελούν θετικούς οιωνούς όσον αφορά την σχέση των νεότερων γενιών με την επιστήμη και την τεχνολογία.

2.6 Φυσικές επιστήμες και επιστημονικός εγγραμματισμός

Ο ρόλος των φυσικών επιστημών στη γενική εκπαίδευση είναι καταλυτικός για το άτομο και το κοινωνικό σύνολο διότι σύμφωνα με τον Bybee διευρύνουν το γνωστικό υπόβαθρο του ατόμου και συμβάλλουν στη δυνατότητα συνεχούς επιμόρφωσής του, οπότε καθίσταται ικανός να συμμετέχει ενεργά στη πλαισίωση και τη δυναμική διαμόρφωση της σύγχρονης κοινωνίας και ταυτόχρονα προικίζεται με τα απαιτούμενα προσόντα για να ανταπεξέλθει στις πολύπλευρες εργασιακές ανάγκες κατά τη διάρκεια του βίου του. Για την επιτυχή εκπλήρωση του ρόλου τους θεωρείται αναγκαίο παράλληλα με την εννοιολογική κατανόηση και τη δυνατότητα διαχείρισης νόμων και θεωριών ο σπουδαστής να είναι γνώστης του επιστημονικού τρόπου εργασίας και μέσα από τη φιλοσοφία και ιστορία των επιστημών να δομεί τον πολιτισμικό και κοινωνικό ρόλο των επιτευγμάτων τους. (Bybee, 1997)

Οι Μπενιάτα κ.α., 2009, στη βιβλιογραφική τους έρευνα αναφέρουν ότι η πλειοψηφία των ερευνητών υποστηρίζουν ότι η γνώση περιεχομένου που εμπεριέχεται στα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα, τα οποία στη βάση του επιστημονικού εγγραμματισμού απασχολούν την εκπαίδευση των φυσικών επιστημών (AAAS, 1990, NRC, 1996), είναι σημαντική για τον άτυπο συλλογισμό που χρησιμοποιείται σε αυτά, (Hogan, 2002; Zohar & Nemet, 2002; Tytler et al., 2001; Fleming, 1986; Zeidler & Schafer, 1984), χωρίς όμως οι αυξητικές τάσεις στη γνώση του περιεχομένου να προσδίδουν ανάλογη αύξηση στην ποιότητα της επιχειρηματολογίας, (Sadler & Fowler, 2006; Sadler & Donelly, 2007). Παρά ταύτα υπάρχουν ορισμένα κατώτατα όρια στη γνώση που αποδίδουν αξιοπρόσεχτες αυξήσεις στην ποιότητα της επιχειρηματολογίας για την αντιμετώπιση κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων, (Sadler & Fowler, 2006; Sadler & Donelly, 2007). Το πρώτο όριο περιλαμβάνει τη βασική γνώση, όπως αναφέρεται από τους Perkins & Salomon, 1989, που πρέπει να έχουν οι μαθητές πριν συμμετέχουν σε συζητήσεις και διατυπώσουν ισχυρισμούς, η οποία εμπεριέχεται στα προγράμματα σπουδών των φυσικών επιστημών στην υποχρεωτική εκπαίδευση και η σημασία της είναι τόσο ουσιώδης που προσομοιάζεται με τη γνώση των κανόνων του παιχνιδιού προκειμένου να συμμετέχει κάποιος σε μια παρτίδα σκάκι. Υπάρχει όμως παράλληλα και δεύτερο όριο που διακρίνει τα άτομα που διαθέτουν άρτια οργανωμένο γνωστικό σύστημα, το οποίο είναι δυνατό να σηματοδοτεί διαφορετικό τρόπο οργάνωσης ερμηνείας και επεξεργασίας της πληροφορίας αναδεικνύοντας μια διαφοροποίηση παρόμοια με αυτή των ειδικών από τους αρχάριους (Bransford, et al., 1999). Τα άτομα αυτά όπως οι φοιτητές θετικών επιστημών ανταποκρίνονται καλύτερα στην ποιότητα της επιχειρηματολογίας σχετικά με τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα ανεξάρτητα εάν αυτό το γνωστικό σύστημα είναι άμεσα συνδεδεμένο με αυτά, (Sadler & Donelly, 2007).

Ο εγγραμματισμός στις φυσικές επιστήμες όπως αναφέρεται στο πρόγραμμα PISA περιλαμβάνει γνώση των εννοιών από τη φυσική, τη χημεία τη βιολογία, τις επιστήμες της γης και του διαστήματος καθώς και γνώση της τεχνολογίας που σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες. Επιπρόσθετα γνώση των διαδικασιών της επιστημονικής έρευνας και γνώση της φύσης των επιστημονικών εξηγήσεων. Στα χαρακτηριστικά του εγγραμματισμού στις φυσικές επιστήμες προσάπτονται η ικανότητα να χρησιμοποιεί ο μαθητής την επιστημονική γνώση που κατέχει για να αναγνωρίζει επιστημονικά ερωτήματα, να εξηγεί φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο, να οδηγείται σε συμπεράσματα βασισμένα σε επιστημονικά τεκμήρια και να αποκτά νέα γνώση· να κατανοεί την επιστήμη ως μορφή ανθρώπινης γνώσης και διερεύνησης, να αντιλαμβάνεται πώς η επιστήμη και η τεχνολογία διαμορφώνουν το υλικό, πνευματικό και πολιτισμικό περιβάλλον· να επιθυμεί την ενασχόληση και συμμετοχή του ως ενεργού πολίτη σε ζητήματα που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες. (Γιαννικόπουλος κ.α., 2010) Το σύνολο των παραπάνω στοιχείων αποτελούν γνωρίσματα που διακρίνουν τον επιστημονικό εγγραμματισμό.

Κύρια πύλη εισόδου του ατόμου στον επιστημονικό εγγραμματισμό αποτελεί η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο σχολείο γι’ αυτό στα προγράμματα σπουδών πολλών χωρών οι φυσικές επιστήμες αποκτούν κεντρικό ρόλο, (Καρύδας & Κουμαράς, 2002). Συχνά συνδέεται ο επιστημονικός εγγραμματισμός με την ικανότητα των μαθητών να χρησιμοποιούν τις γνώσεις και δεξιότητες που απέκτησαν από τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών για τον εντοπισμό των επιστημονικών και τεχνολογικών ζητημάτων που απασχολούν τη καθημερινή πραγματικότητα, την παρακολούθηση, τη διαχείριση και τη λήψη αποφάσεων σχετικά με αυτά, (Κουμαράς, κ.α., 2010; Χατζηγεωργίου & Εξάρχου 2004; Καρύδας & Κουμαράς, 2002; Millar & Osborne, 1998). Ο Van Aalsvoort το 2004 σε μια επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας επισημαίνει τέσσερεις πτυχές της σχολικής διδασκαλίας των επιστημών που μπορούν να αποτελέσουν εφαλτήριο και να ενισχύσουν τον επιστημονικό εγγραμματισμό:

α) Το ενδιαφέρον του περιεχομένου σύμφωνα με την αντίληψη των σπουδαστών

β) Η συνεισφορά της επιστήμης στη μελλοντική επαγγελματική αποκατάσταση

γ) Η ανάδειξη του ρόλου της επιστήμης σε ζητήματα που σχετίζονται με τον άνθρωπο και την κοινωνία

δ) Η ανάπτυξη της υπευθυνότητας των σπουδαστών. (Van Aalsvoort το 2004)

Οι παρεμβάσεις της διδασκαλίας στοχεύουν στην ανάπτυξη του ορθολογισμού και ταυτόχρονα στη δημιουργία και την ενίσχυση κατάλληλων ικανοτήτων και δεξιοτήτων για την εφαρμογή των επιστημονικών αποτελεσμάτων και διαδικασιών στη καθημερινή ζωή σε προσωπικό και κοινωνικό επίπεδο. Ο διδακτικός μετασχηματισμός που υφίσταται η επιστημονική γνώση, τα στοιχεία από τις καθημερινές βιωματικές καταστάσεις και οι τεχνολογικές εφαρμογές που στηρίζουν τη λειτουργία τους σε επιστημονικά αποτελέσματα συμβάλλουν στη σύνδεση της κοινωνίας με την επιστήμη και την τεχνολογία. Ο βασικός σκοπός που επικέντρωνε τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο σχολείο στην παροχή επιστημονικής γνώσης τίθεται υπό αμφισβήτηση και αναδύονται οι στόχοι για την ανάπτυξη βασικών ικανοτήτων αναγνώρισης και διαχείρισης καθημερινών θεμάτων που αναφέρονται στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία και στη δυνατότητα συνέχισης της ατομικής επιμόρφωσης, (Fensham, 2004; AAAS, 1993). Οι Holbrook & Rannikmae, 2009 τονίζουν ότι η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες ενισχύει τον επιστημονικό εγγραμματισμό εφόσον αναπτύσσει, την ικανότητα των σπουδαστών να χρησιμοποιούν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζονται σε επιστημονικές γνώσεις και δεξιότητες για την επίλυση καθημερινών αλλά και επαγγελματικών προσωπικών προβλημάτων καθώς επίσης και συλλογικές δεξιότητες αλληλεπίδρασης για την υπεύθυνη ενεργό κοινωνική συμμετοχή, (Holbrook & Rannikmae, 2009). Η ανάγκη διατήρησης των ωφελειών που επιφέρει η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στους μαθητές με τη δυνατότητα εφαρμογής των αποτελεσμάτων τους στην καθημερινότητα επιδρά κοινωνικά και πολιτισμικά και αποτελεί κίνητρο και εχέγγυο για τη δια βίου μάθηση. Η δια βίου μάθηση εμφανίζεται από πολλές δεκαετίες ως στόχος της επιστημονικής εκπαίδευσης αφού ο Dewey τοποθετεί ανάμεσα στους σκοπούς και τα κίνητρα την ικανότητα για συνέχιση της μάθησης από τους πολίτες μετά το τέλος της εκπαίδευσής τους, (Oliver et al, 2002). Ο DeBoer αφού τονίζει τη γενικότητα που εμπεριέχει ο όρος "επιστημονικός εγγραμματισμός" και επιζητά μια ιδανική ισορροπία μεταξύ του εξεζητημένου πολλές φορές περιεχομένου των φυσικών επιστημών και των γενικών σκοπών που επιτελεί η διδασκαλία τους προσπαθεί να τον οριοθετήσει χρησιμοποιώντας τους σημαντικούς σκοπούς που θέτει η διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Οι σπουδαστές μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν, εφαρμόζουν την επιστημονική γνώση και μεθοδολογία στην καθημερινή τους ζωή, αποκτούν ικανότητα κριτικής αντιμετώπισης των κρίσιμων επιστημονικών, πολιτισμικών ζητημάτων καθώς και των τεχνολογικών εφαρμογών, (DeBoer, 2000).

Η νέα τάση στα προγράμματα σπουδών που προωθούνται παγκοσμίως έχει ως στόχο να συμπεριληφθούν σε αυτά τα θέματα που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες, (Feeney & Terigi, 2003). Ο Τσελφές το 2011, διαπιστώνει μια στροφή των σύγχρονων προγραμμάτων σπουδών προς τις φυσικές επιστήμες μέσω της οποίας επιχειρείται μια μετατόπιση εκπαιδευτικών στόχων. Το ενδιαφέρον για τη μάθηση γνώσεων από διαφορετικά ασύνδετα γνωστικά πεδία δίνει τη θέση του στην ανάπτυξη ικανοτήτων που επιτρέπουν τη διαχείριση πλήθους καταστάσεων της καθημερινής ζωής και επιτρέπουν τη δια βίου αποτελεσματική παραγωγή γνώσεων από διαφορετικά γνωστικά πεδία που διακινούνται στην κοινωνία, (Τσελφές, 2011). Ο Ψύλλος το 2011 επισημαίνει την εμφάνιση νέων σκοπών στην εκπαιδευτική διαδικασία των φυσικών επιστημών. Η διδασκαλία και η μάθηση του επιστημονικού περιεχομένου συνοδεύεται από τη γνώση των επιστημονικών μεθόδων, την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και την ενημερότητα των μαθητών για τα χαρακτηριστικά της φύσης της επιστήμης, (Ψύλλος, 2011). Τα σύγχρονα προγράμματα σπουδών στις φυσικές επιστήμες, όπως το "Beyond 2000" στη Μεγάλη Βρετανία, εστιάζουν στην εναρμόνιση των σκοπών της διδασκαλίας τους, ως μάθημα γενικής παιδείας, με το περιεχόμενό τους ώστε να είναι συμβατό και προσβάσιμο από το σύνολο των σπουδαστών με άμεσο στόχο την ανάπτυξη της δημόσιας κατανόησης της επιστήμης. (Millar & Osborne, 1998) Οι προτάσεις για την εισαγωγή ολιστικών διδακτικών προσεγγίσεων με έντονο το στοιχείο της διαθεματικότητας και της διεπιστημονικότητας στην παραγωγή της γνώσης (Bernstein 1991, Miller 1998, Morin 2001, Oliver et al. 2002), αρχίζουν να εισάγονται στο πεδίο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών και να εντάσσονται σε μια προσπάθεια συμπλήρωσης της επιστημονικής μεθόδου με απώτερο στόχο την τόνωση του επιστημονικού εγγραμματισμού, (Μπενιάτα, κ.α., 2011). Ο Κουλαϊδής θεωρεί αναγκαία την ισχυροποίηση της βασικής εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες. Στη σύγχρονη κοινωνία η έξαρση της επιστημονικής γνώσης σε συνδυασμό με την τεχνολογική έκρηξη και τα προβλήματα που επιφέρουν επιβάλλουν ένα στοιχειώδες μαθησιακό επίπεδο, για το σύνολο των σπουδαστών, σε φυσικές επιστήμες ενιαίες ως σύνολο με διεπιστημονική θεώρηση, με παράλληλη εμπλοκή των κοινωνικών και πολιτιστικών επιδράσεων που αυτές επέφεραν ιστορικά, και δύνανται να επιφέρουν μελλοντικά, (Κουλαϊδής 2001).

Στην καθημερινότητα του σύγχρονου πολίτη παράλληλα με τις ωφέλειες εμφανίζονται πολλές επιβλαβείς συνέπειες από τη χρήση των προϊόντων της επιστήμης και της τεχνολογίας. Ζητήματα όπως η τρύπα του όζοντος στην ανώτερη ατμόσφαιρα, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ρύπανση του εδάφους, του νερού και της ατμόσφαιρας καθώς και η ανάπτυξη των γενετικώς τροποποιημένων προϊόντων εγκυμονούν κινδύνους και απαιτούν υπεύθυνη αντιμετώπιση, (Μοδινός, 2004; Γεωργόπουλος, 2002). Η μόλυνση του περιβάλλοντος και η κλιματική αλλαγή που επιφέρει ακολουθείται από πολυμέτωπες συνέπειες στην οικονομία, την υγεία, την παραγωγή τροφής, την ασφάλεια κ.α., (UNEP, 2010). Στα μέσα μαζικής ενημέρωσης αλλά και σε συζητήσεις μεταξύ των πολιτών τα παραπάνω φαινόμενα αλλά και φυσικά φαινόμενα όπως σεισμοί και εκρήξεις ηφαιστείων αλλά και τα φαινόμενα από το διάστημα ως το μικρόκοσμο αποτελούν ζητήματα για προβληματισμό. Η κοινωνική, πολιτική, πολιτισμική και οικονομική διάσταση που λαμβάνουν ζητήματα όπως τα παραπάνω εμπλέκουν τις φυσικές επιστήμες σε μια πολυδιάστατη κατάσταση προβληματισμού που απαιτεί τη διαθεματικότητα και την προσέγγιση των φυσικών επιστημών μέσω των καθημερινών βιωμάτων των εκπαιδευόμενων σε κάθε μια από τις παραπάνω πτυχές. Η ουσιαστική και στοχευμένη εκπαίδευση οδηγεί σε κατανόηση των σύγχρονων περιβαλλοντικών κινδύνων που έκαναν την εμφάνιση τους παράλληλα με την τεχνολογική έκρηξη. Αποτελεί θεμελιώδες συστατικό της κοινωνικής απόκρισης για ενεργό συμμετοχή, καθώς είναι κρίσιμο να κατανοηθούν και να αντιμετωπισθούν οι επιπτώσεις της παγκόσμιας περιβαλλοντικής κρίσης και να ενθαρρυνθούν αλλαγές στις στάσεις και τις συμπεριφορές

2.7 Η φυσική ως καθοριστικός παράγοντας στον επιστημονικό εγγραμματισμό

Η σημασία της καταγραφής και διερεύνησης των αντιλήψεων και στάσεων των εκπαιδευτικών σε θέματα που σχετίζονται με το γνωστικό και το παιδαγωγικό περιεχόμενο των φυσικών επιστημών είναι μεγάλη διότι είναι καθοριστικοί παράγοντες της επιτυχημένης εφαρμογής των αναλυτικών προγραμμάτων στην εκπαίδευση, (Δημητρίου, 2010). Οι στάσεις και οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών όσον αφορά το μάθημα της φυσικής καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη διδασκαλία του από αυτούς και ως επακόλουθο διαμορφώνουν τη συμπεριφορά των ίδιων στην τάξη, τις στάσεις των μαθητών ως προς τη φυσική τις επιστήμες και την επιστημονική μεθοδολογία, (Χαλκιά, 1999). Η μελέτη της φυσικής αποτελεί το μέσο για την κατανόηση του φυσικού περιβάλλοντος και την αιτιολόγηση πληθώρας καθημερινών φαινομένων καθώς και τεχνολογικών εφαρμογών που διαμορφώνουν την ποιότητα ζωής και επηρεάζουν την υγεία των πολιτών. Από την έρευνα αναδεικνύεται ότι οι στάσεις και οι διδακτικές προσεγγίσεις των εκπαιδευτικών στα μαθήματα των φυσικών επιστημών επιδρούν και επηρεάζουν ιδιαίτερα το μάθημα της φυσικής, (Harlen, 1985; Westerback, 1982). Τα εννοιολογικά θεμέλια της φυσικής και της χημείας αποτελούν σημαντικές συνιστώσες για τον επιστημονικό εγγραμματισμό και θα πρέπει να αντιμετωπιστούν στο γυμνάσιο ώστε να προσεγγιστούν και από τους μαθητές που δε θα συνεχίσουν με πιο εξειδικευμένα μαθήματα φυσικών επιστημών, (Hestenes 2013). Ο Redish το 1994 επεσήμανε ότι οι τεχνολογικές εξελίξεις της σύγχρονης εποχής επιτάσσουν την εστίαση της διδασκαλίας της φυσικής και γενικότερα των φυσικών επιστημών σε αυτό που μαθαίνουν οι μαθητές. Το ενδιαφέρον των μαθητών είναι εστιασμένο στα φαινόμενα που απασχολούν την καθημερινή τους ζωή. Η βάση για την ανάλυση των πτυχών πολλών σύνθετων καταστάσεων της καθημερινότητας βρίσκεται στη μελέτη της φυσικής. Στις αλληλεπιδράσεις της ύλης και των κυμάτων για παράδειγμα στηρίζεται η αιτιολόγηση σημαντικών φαινομένων που επηρεάζουν τη καθημερινή ζωή και την υγεία των ανθρώπων όπως: η επίδραση των ακτίνων roentgen και της ηλιακής ακτινοβολίας στους οργανισμούς καθώς και οι σεισμοί, (Hahn et al., 2013). Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των σωμάτων, ένα πολύ συνηθισμένο φαινόμενο, ως αιτία για τη μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης αλλά και της παραμόρφωσης τους, διαμορφώνουν την καθημερινότητα των πολιτών και θεωρούνται τμήμα του επιστημονικού εγγραμματισμού (AAAS 1993, 2009; Hahn et al., 2013). Είναι επίσης σημαντική η κατανόηση εννοιών της πυρηνικής φυσικής, λόγω της επίδρασης που έχουν στην κοινωνία και τον πολιτισμό οι σημαντικές εφαρμογές της στην ιατρική, στη βιομηχανία, στην παραγωγή ενέργειας καθώς και οι συζητήσεις και οι στάσεις απέναντι στα πυρηνικά όπλα αλλά και στα πυρηνικά ατυχήματα, (Kohnle et al., 2011). Η αναγκαιότητα στην προσέγγιση της φυσικής από τους μαθητές καθώς και των πλεονεκτημάτων που απορρέουν από τη διδασκαλία της, οδήγησε στη δημιουργία projects που αποτέλεσαν ορόσημο στη διδασκαλία της, όπως το Physical Study Science Committee (PSSC) το οποίο ξεκινώντας από το MIT των ΗΠΑ εξαπλώθηκε στις τάξεις πολλών χωρών παγκοσμίως τον περασμένο αιώνα. Στην Ευρώπη οι Rogers και Wenham το 1962 ηγήθηκαν της ομάδας του ιδρύματος Nuffield με στόχο τον εκσυγχρονισμό των διδακτικών πρακτικών για την προσέγγιση της φυσικής μέσω της ενεργού σκέψης του πειραματισμού και της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών, (Κουλαϊδής, 2001). Ο Arons ακόμη και για τους υποψήφιους εκπαιδευτικούς, τοποθετεί το θέμα της καλής σχέσης με τη φυσική παράλληλα με την επιτυχημένη και γρηγορότερη επαγγελματική ωρίμανση, σαν αποτέλεσμα της ανάπτυξης της αντίληψης μέσω της αφομοίωσης θεμελιωδών και απλών τρόπων σκέψης. Η βελτίωση της καλλιέργειας στις θετικές επιστήμες θα βελτιώσει την ικανότητα για σοφότερη διοίκηση και λήψη αποφάσεων και θα οδηγήσει σε πιο υπεύθυνες σκέψεις και πράξεις. (Arons, 1992) Από τα παραπάνω διαφαίνεται η γνώση σχετικά με το περιεχόμενο και τις μεθόδους της φυσικής να λειτουργεί ως καταλύτης στη προσπάθεια προσέγγισης του επιστημονικού εγγραμματισμού.

2.8 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα των αντιλήψεων στις Φυσικές Επιστήμες

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αντλεί στοιχεία από τρεις αλληλοσχετιζόμενες κατηγορίες γνώσης: την επιστημονική γνώση, τη σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης και την καθημερινή-βιωματική γνώση των μαθητών, (Κουλαϊδής, 2001). Συχνά από τις παραπάνω πηγές γνώσης αντλούνται αντικρουόμενες πληροφορίες και συνήθως οι δέκτες δημιουργούν προσωπικές υβριδικές νομολογίες και αρχές που εξυπηρετούν την κάθε περίπτωση. Οι αντιλήψεις που οικοδομούνται από τους σπουδαστές για τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών έχουν συγκεντρώσει μετά το δεύτερο μισό του προηγούμενου αιώνα έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον στο πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, (Driver, et al.,1989). Μέσω των αλληλεπιδράσεων των παιδιών με το περιβάλλον τους (κοινωνικό, πολιτιστικό και τεχνολογικό), την κοινωνική επαφή τους και τη γλώσσα, αρχίζουν να δημιουργούν ένα φάσμα ιδεών και με τη βοήθεια του να εξηγούν πως λειτουργεί ο κόσμος, (Κώτσης, 2011).

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες εκφράσεις για να αποδώσουν τις ιδέες των μαθητών. Στην επιστημονική κοινότητα που ασχολείται με τη διδακτική της φυσικής γνωστοί είναι οι όροι:

- Common sense concept και common sense knowledge (αντιλήψεις κοινής λογικής και γνώση κοινής λογικής) που χρησιμοποιήθηκαν από τους Halloun & Hestenes 1985a&b, και θέλουν να δηλώσουν τη γενική αποδοχή των ιδεών αυτών από τους μαθητές και τη βιωματική τους προέλευση
- Preconceptions (πρωτογενείς αντιλήψεις) χρησιμοποιήθηκε από τον Ausubel το 1968 και τον Novak το 1977 για να δηλώσουν τις πρώιμες ιδέες των παιδιών.
- Misconceptions (λανθασμένες αντιλήψεις) χρησιμοποιήθηκε από τους Burge 1967, Helm 1980, Rowell et al. 1990, και Hammer το 1996, προκάλεσε όμως αρνητικές εντυπώσεις σαν χαρακτηρισμός διότι έδινε την εντύπωση της απόρριψης των ιδεών των μαθητών θεωρώντας ότι αδικαιολόγητα αυτές αναπτύσσονται στο νου τους, και έτσι η χρήση του περιορίστηκε.
- Άλλοι όροι που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς είναι επίσης οι:

  Alternative framework (εναλλακτικές δομές) (Driver & Easley 1978; Watts, 1983) conceptual framework (εννοιολογικό πλαίσιο) (Engel-Clough & Driver, 1988; Driver & Erickson, 1983) και Alternative conceptions (εναλλακτικές αντιλήψεις) (Osborne & Gilbert, 1980b; Gilbert & Swift 1985).

Η καθομιλουμένη γλώσσα η οποία διαφέρει από την επιστημονική, συχνά οδηγεί στη ζύμωση και τη διαμόρφωση εναλλακτικών αντιλήψεων για τις έννοιες της φυσικής και τα φυσικά φαινόμενα (Kokkotas et al, 1995). Οι αντιλήψεις αυτές που είναι θεμελιωμένες στην καθημερινή χρήση και εμπειρία αποτελούν εμπόδιο στο νου των μαθητών, σπουδαστών και πολιτών, για την προσέγγιση των επιστημονικών εννοιών. Η Χατζηδάκη το 2011 αναφέρει ότι από την πλευρά της γνωσιακής ψυχολογίας οι αντιλήψεις των σπουδαστών παρουσιάζονται ιδιαίτερα ανταγωνιστικές όταν:

α) επιβεβαιώνονται συνεχώς από την καθημερινή εμπειρία (Carey & Spelke 1996),

β) υποστηρίζονται από την καθημερινή γλώσσα, (Duit, 1999),

γ) δεν είναι δυνατό να καταταγούν στις οντολογικές κατηγορίες των προς εκ μάθηση εννοιών, (Chi, et al., 1994),

δ) υποστηρίζονται από επιστημολογικές πεποιθήσεις που βρίσκονται σε δυσαρμονία με το επιστημολογικό υπόβαθρο της νέας γνώσης, (Vosniadou & Brewer, 1992).

Οι εναλλακτικές ιδέες διαμορφώνονται και επηρεάζονται από παράγοντες που καθορίζονται από το κοινωνικό – πολιτισμικό, το φυσικό και το τεχνολογικό περιβάλλον που εμπεριέχουν το σχολικό και το οικογενειακό περιβάλλον, (Χαρτζάβαλος & Τσαπαρλής, 2013). Δεν είναι απλές παρανοήσεις που δημιουργήθηκαν από λανθασμένες πληροφορίες αλλά αναπτύχθηκαν από εσωτερικούς μηχανισμούς των ατόμων με τους οποίους ερμηνεύουν και αναλύουν τις παρατηρήσεις του φυσικού περιβάλλοντος, (Κόκκοτας, 1998). Υιοθετήθηκαν μετά από επανειλημμένη χρήση, έλεγχο, και επιβεβαίωση που προήλθε από την επιτυχημένη ερμηνεία των φυσικών φαινομένων. Έτσι εδραιώθηκαν ισχυρά στο νου των μαθητών και μεταφέρθηκαν στο σχολείο και στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις.

Τα παιδιά στην προσχολική ηλικία αποκτούν γνώση αισθητηριακής φύσης βασισμένη σε παρατηρήσεις του φυσικού κόσμου, με συνέπεια στο σχολείο να εμφανίζουν παρανοήσεις συχνά δομημένες σε συνθετικά μοντέλα, (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994; Vosniadou, et al., 2008), τα οποία οφείλονται στην ενσωμάτωση των επιστημονικών αιτιάσεων που τους παρέχονται στο σχολείο με τις αρχικές τους ιδέες, (Κουκά, κ.α., 2013). Οι ιδέες και οι πεποιθήσεις των σπουδαστών επηρεάζουν την ερμηνεία των στοιχείων που διδάσκονται και διαμορφώνουν το μαθησιακό αποτέλεσμα, (Sahin 2009). Τα αποτελέσματα της διδασκαλίας αλλοιώνονται από την παραμένουσα ισχύ των εναλλακτικών ιδεών και έτσι αυτή δεν εκπληρώνει τους στόχους της. Σε έρευνες σχετικά με την ισχύ των εναλλακτικών ιδεών αναφέρεται ότι είναι τόσο δύσκολο να διαφοροποιηθούν με την παραδοσιακή διδασκαλία που ακόμη και όταν αυτές έρχονται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα μιας επίδειξης ή μιας πειραματικής διαδικασίας οι μαθητές αρνούνται να τις αλλάξουν, (McDermott, 1991; Driver et al., 1989; Halloun & Hestenes, 1985).

Οι εναλλακτικές ιδέες οικοδομούνται ενεργά στη βάση της καθημερινής εμπειρίας στο φυσικό κόσμο και των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων ακόμη και πριν την εμπλοκή των παιδιών στη σχολική διδακτική διαδικασία, (Driver et al. 1993, Driver et al. 1998), έτσι πολύ δύσκολα μπορούν να τροποποιηθούν μέσω μιας τυπικής παραδοσιακής διδακτικής διαδικασίας που τις περισσότερες φορές τις αγνοεί, (Trowbriddge & McDermott, 1980; Redish & Steinberg, 1999; Osborn & Wittrock, 1983). Συνέπεια των παραπάνω είναι η αδυναμία των μαθητών να αντιμετωπίσουν ποιοτικά τα απλά φυσικά φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Αντίθετα η γνώση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών οδηγεί στο σχεδιασμό και την οργάνωσή της διδασκαλίας στη βάση αυτών των ιδεών με στόχο την τροποποίηση τους, (Driver & Oldham 1986). Μεγάλη σημασία στις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των σπουδαστών αποδίδεται κατά την εποικοδομητική διδακτική διαδικασία στο επίκεντρο της οποίας βρίσκονται ο μαθητής και οι απόψεις του. Η προσέγγιση της γνώσης οικοδομείται με ενεργητικό τρόπο μέσω της συμμετοχικής εμπλοκής του σπουδαστή στη διδακτική διαδικασία με στόχο την τροποποίηση και αναπροσαρμογή των ιδεών του, (Driver 1983; Osborne & Freyberg 1985; Scott 1987).

Διερευνώντας την ιστορία της Μηχανικής οδηγούμαστε στο Μεσαίωνα και παρατηρούμε την αργή διαδικασία ανάπτυξης της, επιβεβαιώνοντας τη ρήση του Thomas Kuhn για την αργή διαδικασία ολοκλήρωσης ενός επιστημονικού προτύπου (Kuhn 1981). Ο βραδύς ρυθμός ανάπτυξης αποτυπώνει τις νοητικές δυσκολίες οι οποίες απέτρεπαν σε σημαντικούς ανθρώπους της νόησης την ανάπτυξη προτύπων που θα συγκρούονταν με τα καθιερωμένα. Οι σπουδαστές τροφοδοτούνται στην καθημερινή τους ζωή με εμπειρικούς κανόνες και ιδέες που τους υπαγορεύει η διαίσθηση και η κοινή λογική, όπως έγινε με τους μεγάλους επιστήμονες του παρελθόντος ως το δέκατο έβδομο αιώνα οι οποίοι εμφάνιζαν τις ίδιες ιδέες με τους σύγχρονους μαθητές, (Chi et al., 1994). Η συσχέτιση των ιδεών των σύγχρονων μαθητών με τις αντίστοιχες των μεγάλων επιστημόνων του παρελθόντος οδήγησε στη σύνδεση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών με την ιστορία τους ώστε να ξεπεραστούν οι δυσκολίες στην τροποποίηση τους, (Dedes & Ravanis, 2009; Σκορδούλης, 2004; Macbeth, 2000; Matthews, 1998).

Εδώ και πολλά χρόνια το ζητούμενο στην επιστημονική κοινότητα που ασχολείται με την έρευνα στη διδακτική των φυσικών επιστημών είναι η εύρεση του κατάλληλου διδακτικού μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης ώστε να είναι αντιληπτή και προσεγγίσιμη από τους μαθητές και μέσω μιας εύστοχης εκπαιδευτικής παρέμβασης να προκαλεί τροποποίηση και αναδόμηση των εναλλακτικών αντιλήψεων που ήδη έχουν σχηματιστεί στο νου τους ως αποτέλεσμα της καθημερινής ενασχόλησης τους με τα φυσικά φαινόμενα. Ο διδακτικός μετασχηματισμός σύμφωνα με τον Alan Van Heuvelen (1991a) αποτελεί την ίδια τη διδακτική διαδικασία που όταν είναι επιτυχής οδηγεί στην αφομοίωση της γνώσης εννοιών, γεγονότων και διαδικασιών από τον μαθητή. Αντίθετα ο ανεπαρκής διδακτικός μετασχηματισμός της επιστημονικής γνώσης και οι γλωσσικές δυσκολίες κάνουν πολλές φορές αδύνατη την προσέγγισή της, και επιφέρουν σύγχυση στην επικοινωνία, (Knight, 2006). Συχνά η επικράτηση των εναλλακτικών ιδεών στο νου των σπουδαστών δεν τους αποτρέπει να προχωρήσουν στην επίλυση ποσοτικών προβλημάτων. Σε πολλές έρευνες αναφέρεται ότι σε αντιδιαστολή με την αδυναμία που εμφανίζουν οι σπουδαστές στην εννοιολογική κατανόηση και την ποιοτική προσέγγιση των φυσικών φαινομένων πολλές φορές δείχνουν μια σχετική έφεση στην επίλυση προβλημάτων φυσικής με χρήση τυποποιημένων τεχνικών επίλυσης και μαθηματικών σχέσεων, (Hallun & Hestenes, 1985b; McMillan & Swadener, 1991; Mazur, 1997). Ο Mazur το 1997 τονίζει ότι πολλοί φοιτητές με χαμηλές επιδόσεις σε τεστ εννοιολογικής κατανόησης είχαν επιτυχίες στην επίλυση προβλημάτων φυσικής απομνημονεύοντας εξισώσεις και τεχνικές.

Το γεγονός ότι οι αντιλήψεις αυτές είναι κοινές ανάμεσα στους μαθητές δεν σημαίνει ότι κάθε μαθητής έχει ταυτόχρονα όλες αυτές τις ιδέες ή τις εφαρμόζει απαρέγκλιτα. Οι μαθητές δεν είναι απαραίτητα συνεπείς στην εφαρμογή των αντιλήψεών τους και μπορούν να τις εφαρμόζουν ή όχι ανάλογα με το υπό εξέταση φαινόμενο και ακόμη ανάλογα με τη διατύπωση του προβλήματος. Δεν γνωρίζουν πότε πρέπει να εφαρμόσουν τους νόμους που διδάχθηκαν στο σχολείο και έτσι παρατηρείται μια σύγχυση που πολλές φορές οδηγεί σε αδιάκριτη εφαρμογή νόμων ή εναλλακτικών ιδεών καθώς και υβριδικών καταστάσεων που προκύπτουν από το συνδυασμό τους, (Halloun & Hestenes, 1985b; Thornton, 1997; Itza-Ortiz et al., 2004). Οι Ioannides, & Vosniadou, και Chi et al., σε μελέτες με διάφορες ηλικιακές ομάδες μαθητών, υποστηρίζουν ότι τα παιδιά ξεκινούν εμφανίζοντας συνέπεια και σχετικά συνεπή δομή στις αντιλήψεις τους, (Ioannides, & Vosniadou, 2002; Vosniadou & Ioannides, 1998; Chi et al., 1994). Η διδακτική παρέμβαση μπορεί να προκαλέσει κλυδωνισμούς στις ιδέες τους, με συνέπεια να σχηματίζονται υβριδικές μορφές ή να χρησιμοποιούνται διαφορετικές ιδέες ανάλογα με την κατάσταση που περιγράφεται κάθε φορά. Η εννοιολογική αλλαγή είναι μια αργή σταδιακή διαδικασία που συμβαίνει σε μεγάλο χρονικό διάστημα καθώς οι μαθητές με την αύξηση της ηλικίας προσπαθούν να προσεγγίσουν περισσότερη γνώση. Σε άλλες έρευνες με διάφορες ηλικιακές ομάδες μαθητών (Özdemir, & Clark, 2007; diSessa et al., 2004) καταγράφεται αδυναμία στην τήρηση μιας συνεπούς στάσης με αποτέλεσμα η δομή του συστήματος των ιδεών να χαρακτηρίζεται από αστάθεια. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται από τους Özdemir & Clark, το 2007, ακόμη και από μικρές παραλλαγές στο κείμενο ή από τα συμφραζόμενα είναι δυνατό να επηρεαστούν οι απαντήσεις των μαθητών. Στην έρευνα των Champagne et al. προσδίδεται στο σύστημα των μαθητικών αντιλήψεων μια ασθενή δομή με δυνατότητα υιοθέτησης νέων πληροφοριών χωρίς το ίδιο να αλλοιωθεί, (Champagne et al., 1980). Για πολλούς ερευνητές οι ιδέες των μαθητών αποτελούνται από πλήθος διακριτών γεγονότων και εξισώσεων που συνδέονται χαλαρά μεταξύ τους, (Rowlands et al., 1999; Steinberg & Sabella, 1997; Finegold & Gorsky, 1991; Van Heuvelen, 1991a&b). Η γνώση δεν εμφανίζεται δομημένη (Van Heuvelen 1991a) και στηρίζεται στην απομνημόνευση ανεξάρτητων γεγονότων, διαδικασιών και εξισώσεων, με ασθενή οργάνωση και εμφανή αδυναμία συνεπούς εφαρμογής και χρήσης, (Van Heuvelen 1991b). Δεν διακρίνουν για παράδειγμα καταστάσεις που περιγράφονται από τους νόμους του Newton ώστε στη συνέχεια να ανακαλέσουν την κατάλληλη εξίσωση, αλλά αντιλαμβάνονται προβλήματα: κίνησης σωμάτων σε οριζόντιο ή κεκλιμένο επίπεδο, εφαρμογής δυνάμεων με φορείς παράλληλους στο επίπεδο κίνησης ή που σχηματίζουν τυχαία γωνία με αυτό, πτώσης σωμάτων κ.τ.λ. μη μπορώντας να αναγνωρίσουν τις ομοιότητες που συνδέουν τις παραπάνω καταστάσεις. Συνέπεια των παραπάνω είναι να μην αναπτύσσουν λειτουργική κατανόηση των νόμων και των αρχών της φυσικής, να μη μπορούν εφαρμόσουν με συνέπεια τις γνώσεις τους και να επιχειρηματολογήσουν για προβλήματα ή καταστάσεις που αντιστοιχούν στον ίδιο νόμο ή αρχή. Οι Καράογλου &

Κώτσης, το 2013 σε έρευνα με μαθητές Λυκείου αναφέρουν για το ίδιο θέμα: «*Η μορφή των αποτελεσμάτων όσον αφορά τη συνέπεια στην εφαρμογή των ιδεών των μαθητών Λυκείου, σε καταστάσεις που ερμηνεύονται από τους νόμους του Newton, φαίνεται ότι περιγράφεται καταλληλότερα από τη θεωρία περί φαινομενολογικών αρχέτυπων στη γνωστική δομή των μαθητών που είναι ανεξάρτητα στοιχεία ασθενώς συνδεδεμένα με πιο σύνθετες νοητικές δομές τα οποία αναγνωρίζονται και χρησιμοποιούνται ανάλογα με το υφιστάμενο πλαίσιο (diSessa, 1993). Αιτία της ασυνέπειας στις απαντήσεις των μαθητών φαίνεται να είναι η σύγχυση των προσωπικών τους αντιλήψεων με την επιστημονική γνώση που διδάσκονται στο σχολείο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εκφράζουν ένα «υβριδικό μίγμα» εναλλακτικών και επιστημονικών ιδεών. Βασικές έννοιες όπως η ταχύτητα η επιτάχυνση και η δύναμη στις οποίες στηρίζεται η κινηματική και η νευτώνεια μηχανική προσεγγίζονται επιφανειακά χωρίς να δίνεται η απαραίτητη βαρύτητα στο φυσικό τους περιεχόμενο. Η διαδικασία αναδιάρθρωσης και αναδιοργάνωσης των νοητικών τους μοντέλων που έχει ως αρχή την πρώτη επαφή με τη δύναμη και τη κίνηση στο Γυμνάσιο συγκροτεί ένα ευμετάβλητο τρόπο αντιμετώπισης των καταστάσεων. Θεωρούμε απαραίτητη την επαναπροσέγγιση και επαναδιαπραγμάτευση εννοιών και νόμων ώστε να γίνεται κατανοητή από το μαθητή η φυσική σημασία τους και οι μεταξύ τους διαφορές και ομοιότητες που θα του επιτρέπουν τη διαχείριση, την κριτική αντιμετώπιση, και τη σύνδεσή τους σε μια φυσική διεργασία. Η ενεργοποίηση των νοητικών δομών που σχετίζονται με το φυσικό περιεχόμενο των καταστάσεων αναδεικνύει τους φυσικούς νόμους και τις αρχές στην αντιμετώπιση των φαινομένων*.» (Καράογλου & Κώτσης, 2013).

2.9 Οι αντιλήψεις μετά την ενηλικίωση και η επίδραση τους στην πορεία για τον επιστημονικό εγγραμματισμό

Η έρευνα στη διδακτική της φυσικής, έδειξε υψηλά ποσοστά παραδοχής των εναλλακτικών ιδεών σε θεμελιώδεις έννοιες και αρχές που χρησιμοποιούνται στη καθημερινή ζωή και συνεπώς αποτελούν αντικείμενο επιστημονικού εγγραμματισμού (Καράογλου κ.α. 2010; Baker, 2004; Wandersee, et al., 1994; Thornton & Sokoloff , 1990; Halloun & Hestenes, 1985; McDermott et al., 1984; Clement, 1982). Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών παραμένουν όχι μόνο μετά τη διδασκαλία, αλλά και μετά την ενηλικίωσή τους, (Κόκκοτας, 1998). Σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης υπάρχουν εναλλακτικές ιδέες για όλες τις έννοιες της φυσικής. Για τις περισσότερες έννοιες υπάρχει μείωση του ποσοστού των εναλλακτικών ιδεών με την ανάπτυξη του νοητικού επιπέδου και την αύξηση της εκπαιδευτικής βαθμίδας, (Gilbert et al., 1982; Κώτσης, 2011), αλλά δεν εξαλείφεται ακόμη και μεταξύ των εκπαιδευτικών που διδάσκουν φυσική (Bernhard, 2000). Ο Κώτσης το 2013 επισημαίνει: «*Η σωστή επιστημονική απάντηση ή η εναλλακτική ιδέα σε έννοια της φυσικής έχει να κάνει με τη βαθμίδα εκπαίδευσης και με ότι συνεπάγεται αυτό (ηλικία, βιωματική εμπειρία, επανάληψη διδασκαλίας της έννοιας κ.λπ.)*», (Κώτσης, 2013). Οι εναλλακτικές αντιλήψεις συνεχίζουν να κυριαρχούν στο νου των σπουδαστών και μετά την περάτωση της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, (Gunstone, 1987; Driver, 1989; Reif, 1995; Hung & Jonassen, 2006; Senocak, 2007), με συνέπεια να δυσχεραίνουν και να καθορίζουν τα αποτελέσματα της διδακτικής διαδικασίας στη τριτοβάθμια εκπαίδευση όπου παρατηρείται αδυναμία στην εφαρμογή βασικών νόμων και αρχών της φυσικής, (Maloney et al., 2001; Κώτσης, 2002; Itza-Ortriz et al., 2004; Πετροχείλου κ.α., 2006 και 2007; Thorn & Gunstone, 2007; Κώτσης & Στύλος, 2007; Yalcin et al., 2008). Ακόμη και φοιτητές που επιλέγουν μαθήματα φυσικής καθώς και φοιτητές παιδαγωγικών και φυσικών τμημάτων δεν κατανοούν έννοιες και νόμους της φυσικής και δεν μπορούν να τους εφαρμόσουν σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής, (Halloun, 1998; Schoon & Boone, 1998; Πετροχείλου κ.α., 2006 και 2007; Κώτσης & Στύλος 2007). Η ισχύς των εναλλακτικών ιδεών σε σπουδαστές Παιδαγωγικών τμημάτων αποτυπώνεται σε έρευνες των Καρανίκα το 1996 για τα θερμικά φαινόμενα και Κώτση 2003 για διάφορα είδη δυνάμεων. Παρόμοιες ιδέες ανιχνεύονται σε σπουδαστές διαφόρων εθνικοτήτων, και μορφωτικού υποβάθρου. Εφόσον όλοι ζουν σε ένα περιβάλλον με τα ίδια φυσικά χαρακτηριστικά δεν είναι παράδοξο να δημιουργούνται κοινές αντιλήψεις στην προσπάθεια για την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων. Έχει επισημανθεί ότι παρόμοια πρότυπα ιδεών εφαρμόζονται από σπουδαστές διαφόρων ηλικιών αν και ορισμένες αντιλήψεις υπόκεινται σε διαφοροποίηση και μετεξέλιξη καθώς τα άτομα μεγαλώνουν και υποβάλλονται στη μαθησιακή διαδικασία. (Gilbert et al., 1982, Gunstone 1987, Halloun & Hestenes, 1985, Καράογλου, κ.α., 2011). Σε έρευνα των Brass et al., 2003 καταδεικνύεται η αδυναμία των φοιτητών να διακρίνουν τη χρήση διαφορετικών ιδεών σε διάφορα πλαίσια αναφοράς καθώς και η επικράτηση των αντιλήψεών τους έναντι της επιστημονικής γνώσης μετά το πέρας των εξετάσεων, (Κώτσης, 2013). Οι Leighton &. Bisanz παρατήρησαν ότι σε φαινόμενα και έννοιες που δεν ανήκουν στην καθημερινή αλληλεπίδραση των σπουδαστών με το περιβάλλον τους και συνεπώς δεν έχουν άμεση εμπειρία, όπως για το στρώμα του όζοντος και την καταστροφή του, οι αντιλήψεις εξαρτώνται από την ηλικία καθώς με την αύξηση της ηλικίας εμφανίζονται νοητικά μοντέλα με περισσότερο συνεκτική δομή που λείπουν από τους νεότερους οι γνώσεις των οποίων περιγράφονται καλύτερα ως μια συλλογή γεγονότων χωρίς ιδιαίτερη συνοχή, (Leighton & Bisanz, 2003).

Οι εναλλακτικές αντιλήψεις που εμφανίζουν οι μαθητές και οι πρωτοετείς φοιτητές εξακολουθούν να υπάρχουν σε περιπτώσεις φοιτητών μεγαλύτερων ετών αλλά και σε απόφοιτους, (Coll & Taylor 2001; Abell, 2007). Οι McDermott et al. το 1997, επισημαίνουν εννοιολογικές δυσκολίες που εκτείνονται σε όλο το φάσμα των φοιτητών, από τους πρωτοετείς μέχρι και τους τελειόφοιτους. Το πρόβλημα γίνεται σοβαρότερο όταν ανιχνεύονται εναλλακτικές ιδέες σε υποψήφιους εκπαιδευτικούς, διότι όπως αναφέρεται από τη Βασιλοπούλου το 1998 πολλές από τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών αποτελούν προϊόν της διδασκαλίας ή ενισχύονται από αυτή, (Βασιλοπούλου, 1998). Οι φοιτητές των Παιδαγωγικών τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης καθώς και των τμημάτων των Φυσικών Επιστημών που δεν τροποποίησαν τις εναλλακτικές ιδέες τους σε έννοιες και νόμους και θα κληθούν είτε να φέρουν σε πρώτη επαφή με τις έννοιες αυτές τους μικρούς μαθητές στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, είτε να τις διδάξουν στη Δευτεροβάθμια, θα δημιουργήσουν ή θα ενισχύσουν τις αντίστοιχες ιδέες στην αντίληψη των μαθητών τους. Την έρευνα στη διδακτική των φυσικών επιστημών απασχόλησαν οι αντιλήψεις των ενηλίκων και ιδιαίτερα οι γνώσεις και οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών στο διδακτικό τους αντικείμενο, (De Jong, 2003; Σπύρτου, 2002). Οι ενήλικοι παρουσιάζουν σε πολλές περιπτώσεις τις ίδιες εναλλακτικές αντιλήψεις με αυτές που παρατηρούνται σε μαθητές. Διαπιστώνεται από έρευνες ότι ακόμη και οι εκπαιδευτικοί λειτουργοί Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έχουν εσφαλμένες αντιλήψεις διαφορετικές από τις επιστημονικές, ως προς τα ζητήματα που διαχειρίζονται στην τάξη, (Bayraktar, 2009; Taber & Tan, 2010; Ginns & Watters, 1995; Summers, 1992; Webb, 1992), πολλές από τις οποίες γίνονται πιθανώς η αιτία για την ανατροφοδότηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών τους οι οποίοι εμφανίζουν ποιοτικά και ποσοτικά ανάλογες αντιλήψεις, (Κώτσης & Κοτσίνας, 2011α,β,γ ; Φύττας, 2010; Παρασκευάς, 2003; Novak, 2002; Κουλαϊδής, 2001; Pardhan & Bano, 2001;

Cochran & Jones, 1998; De Jong, et al., 1998; Harrison & Treagust, 1996; Arons, 1992; Hashweh, 1987). Διαφοροποίηση σημειώνεται στο μικρότερο βαθμό που εμφανίζονται οι παραπάνω αντιλήψεις από τους εκπαιδευτικούς, στον πολυσύνθετο συλλογισμό, καθώς και στον τρόπο διατύπωσης που επενδύεται με περισσότερο προσεγμένη ορολογία, (Κώτσης 2011; Cochran & Jones, 1998). Χαρακτηριστικά αναφέρεται από τον Μολοχίδη το 2005 ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών είναι γνήσιο υποσύνολο των μαθητικών εναλλακτικών αντιλήψεων, (Μολοχίδης, 2005).

Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών στην περιοχή των φυσικών επιστημών αποτελούνται από ένα κράμα επιστημονικής γνώσης και διαισθητικής καθημερινής πληροφορίας που δημιουργεί μοντέλα και εξηγεί ικανοποιητικά τα φυσικά φαινόμενα, (Κώτσης, κ.α., 2008; Dahl et al., 2004; Mellado, 1997). Η δημιουργία των αντιλήψεων αυτών πηγάζει από τη μαθητική ζωή τους στην οποία ελάχιστες διδακτικές διαφορές υπήρχαν σε σχέση με αυτή των μαθητών τους. Ο τρόπος διδασκαλίας δεν τους πρόσφερε τις κατάλληλες εννοιολογικές εμπειρίες ώστε να συνδεθούν με αφαιρέσεις και να κατασκευάσουν εννοιολογικά σχήματα. Οι παρατηρήσεις των φαινομένων στην καθημερινή τους ζωή ήταν διαισθητικές και η παραποίηση των εννοιών της φυσικής που χρησιμοποιούνται στη καθομιλουμένη είναι κοινές αιτίες δημιουργίας λανθασμένων αντιλήψεων, (Novak, 2004). Τα περιορισμένα και μη λειτουργικά προγράμματα σπουδών στις φυσικές επιστήμες κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής τους δεν τους προσέφεραν την αναμενόμενη γνωστική τροποποίηση των ιδεών τους ούτε τις κατάλληλες δεξιότητες, (Wandersee, et al., 1994). Οι Παπαδοπούλου & Μαλανδράκης το 2013 στην έρευνα τους με μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και προσχολικής αγωγής αναφέρουν: «*οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί Προσχολικής Αγωγής και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, των Τμημάτων μας θα κληθούν να διδάξουν θέματα που σχετίζονται με την παγκόσμια θέρμανση και την κλιματική αλλαγή, ουσιαστικά μόνο με τις γνώσεις που απέκτησαν από την φοίτησή τους στο Λύκειο ή σε προηγούμενες Πανεπιστημιακές σπουδές, καθώς φαίνεται ότι η σύντομη διδασκαλία σχετικών θεμάτων στο ΠΤΔΕ δεν είχε σημαντική επίδραση στο επίπεδο γνώσης τους. Η Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου των φοιτητών μας φαίνεται να είναι αρκετά αδύναμη καθώς και η γνώση του περιεχομένου είναι ανεπαρκής. Το ζήτημα επιδεινώνεται καθώς οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί έχουν παρανοήσεις σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και έτσι είναι πρακτικά αδύνατο να διαχειριστούν διδακτικά τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών τους*», (Παπαδοπούλου & Μαλανδράκης , 2013). Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών συνδέονται και επηρεάζουν τις αντιλήψεις των μαθητών τους ακόμη και μετά την ενηλικίωση τους και στην επαγγελματική τους σταδιοδρομία, (Schoon & Boone, 1998). Ακόμη και η έρευνα στις αντιλήψεις των μαθητών επηρεάζει και ανατροφοδοτεί την έρευνα για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών, (Cochran & Jones, 1998). Η παγίωση και η έκταση των ιδεών είναι τόσο σημαντική ώστε να οδηγήσει σε αποτυχία προγράμματα σπουδών, νέες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις σε αρκετές διαρθρωτικές εκπαιδευτικές αλλαγές που έγιναν στο παρελθόν και δεν έλαβαν υπόψη το γνωστικό υπόβαθρο και τις δεξιότητες των εκπαιδευτικών, (Μολοχίδης, 2005; Van Driel et al., 2001; Arons, 1992). Ο Lochhead το 1981 σε έρευνα που συμμετείχαν διδάσκοντες σε πανεπιστήμια και σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με αντικείμενο τη μετάφραση απλών αλγεβρικών διαπιστώσεων σε εξισώσεις και το αντίστροφο εντόπισε ότι είχαν την ίδια δυσκολία με αυτή που εμφάνισαν οι φοιτητές σε αντίστοιχες έρευνες των Rosnick & Clement το 1980 και Clement et al., το 1981. Από τους συμμετέχοντες στις παραπάνω έρευνες το 12% μιας ομάδας διδασκόντων σε πανεπιστημιακά τμήματα θετικών επιστημών, το 55% σε τμήματα κοινωνικών επιστημών και το 51% άλλων τμημάτων παρουσίασαν αδυναμία σύνδεσης των περιγραφόμενων καταστάσεων με αλγεβρικές εξισώσεις. Τα αντίστοιχα ποσοστά στο προσωπικό της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ήταν 28% στους εκπαιδευτικούς θετικών επιστημών, 67% στους εκπαιδευτικούς κοινωνικών επιστημών και το 47% άλλων κατευθύνσεων. Στους φοιτητές που συμμετείχαν στην έρευνα το 37% των φοιτητών θετικών επιστημών που είχαν γνώσεις άλγεβρας και το 57% των φοιτητών που δεν φοιτούσαν σε τμήματα θετικών επιστημών και είχαν γνώσεις άλγεβρας λυκείου δεν μπόρεσαν να μεταφράσουν τις απλές αλγεβρικές διαπιστώσεις σε εξισώσεις και το αντίστροφο, (Arons, 1992).

Η τροποποίηση των εναλλακτικών ιδεών και η πορεία οικοδόμησης της επιστημονικής γνώσης, που είναι το ζητούμενο για μια επιτυχημένη διδακτική διαδικασία, θεωρείται ανέφικτη χωρίς τη σύνδεση της με τη καθημερινή ζωή, (Buxton 2006, Gruenewald & Smith 2008). Ταυτόχρονα οι πιθανότητες αναγνώρισης και επίλυσης ενός προβλήματος στη διδακτική διαδικασία αυξάνονται εφόσον αυτό συνδεθεί με βιωματικές εμπειρίες από τη καθημερινή ζωή του σπουδαστή, (Clark, 1997). Η ικανότητα εντοπισμού και διαχείρισης των επιστημονικών και τεχνολογικών προβλημάτων στο κοινωνικό πλαίσιο της καθημερινής ζωής αποτελεί το ζητούμενο στον επιστημονικό εγγραμματισμό των πολιτών. Παρατηρείται έτσι μια σύνδεση μεταξύ του αποτελέσματος μιας πετυχημένης διδακτικής παρέμβασης και του απώτερου στόχου της δημιουργίας επιστημονικά εγγράμματων πολιτών.

2.10 Η έρευνα της διδακτικής της φυσικής σε έννοιες και νόμους της φυσικής

Σε έρευνες με εκπαιδευτικούς, φοιτητές και μαθητές εντοπίστηκαν σημαντικά προβλήματα ως προς τη κατανόηση βασικών εννοιών της φυσικής από αυτούς, που ως αποτέλεσμα έχουν να δυσχεραίνουν τη διδακτική διαδικασία, να διαιωνίζουν και να ανακυκλώνουν τις εναλλακτικές ιδέες. Καταγράφηκαν παραπλήσιες εναλλακτικές ιδέες σχετικά με το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα και το ηλεκτρικό ρεύμα που το διαρρέει σε άτομα διαφόρων ηλικιακών ομάδων και μορφωτικών επιπέδων. Σε μαθητές τελευταίων τάξεων Δημοτικού σχολείου ο Osborne, 1983 επεσήμανε την ιδέα της κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος όταν διέρχεται από τον λαμπτήρα, (Osborne, 1983). Σε μαθητές Γυμνασίου και σε φοιτητές Παιδαγωγικών Τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης, ο Κουμαράς, 1989, και 1990, κατέγραψε την ίδια εναλλακτική ιδέα, (Κουμαράς, 1989, 1990). Στα αποτελέσματα των ερευνών του Webb το 1992, με φοιτητές παιδαγωγικών τμημάτων και εκπαιδευτικούς, καθώς και της Heller το 1987, με εκπαιδευτικούς, αναφέρονται ως κυρίαρχες οι ιδέες για το ρόλο της ηλεκτρικής πηγής, ως πηγή σταθερού ρεύματος, και της κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος όταν διέρχεται από το λαμπτήρα, (Webb, 1992; Heller, 1987). Την ίδια ιδέα για το ρόλο της ηλεκτρικής πηγής στο κύκλωμα καταγράφουν οι Περιστερόπουλος κ.α., και ο Μίχας, σε έρευνες με εκπαιδευτικούς, (Περιστερόπουλος κ.α., 1994 ; Μίχας, 2007).

Η ενέργεια και η δύναμη είναι δύο έννοιες που χρησιμοποιούνται συχνά στη καθημερινή ζωή και πολλές φορές χωρίς διάκριση μεταξύ τους. Είναι συνήθεις εκφράσεις όπως οι παρακάτω που συγχέουν ενέργεια και δύναμη: «Να τρως όλο το φαγητό σου για να γίνεις δυνατός», «Η μηχανή της Porsche είναι πιο δυνατή από αυτή του Fiat». Η έννοια της ενέργειας θεωρείται “βασική” στη φυσική και δεν ορίζεται μέσω άλλων εννοιών, (Feynman, 1963). Είναι συνυφασμένη στο νου των πολιτών με τη δυνατότητα κίνησης και επειδή προϋπόθεση της κίνησης θεωρείται η δύναμη, συγχέονται και οι έννοιες της ενέργειας και της δύναμης. Η σύγχυση μεταξύ των εννοιών ενέργειας και δύναμης σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης εμφανίζεται στα αποτελέσματα της έρευνας των Kruger et al., 1992. Ο Κώτσης, για το ίδιο θέμα αναφέρει: «*Οι εκπαιδευτικοί* *συσχετίζουν ισχυρά τόσο τη δύναμη όσο και την ενέργεια με την κίνηση. Από τη μια, πιστεύουν ότι ένα σώμα μπορεί να κινείται, όταν ασκείται πάνω του κάποια δύναμη. Από την άλλη, η ενέργεια θεωρείται ότι «φαίνεται» με την κίνηση. Η συσχέτιση και των δύο εννοιών με την κίνηση δυσκολεύει τους εκπαιδευτικούς να τις διακρίνουν. Ακόμη, η άποψη ότι η ενέργεια είναι μια κρυμμένη δύναμη, μια «δύναμη ζωής», ενισχύει το συγκεκριμένο πρόβλημα*», (Κώτσης, 2011). Σε έρευνες των Ioannides & Vosniadou το 2001, και της Megalakaki το 2009, σημειώνεται ότι οι μαθητές συγχέουν τις έννοιες δύναμη και ενέργεια, όταν πρόκειται για ζωντανούς οργανισμούς, (Ioannides & Vosniadou, 2001; Megalakaki, 2009). Παράλληλα αναζητούν μια πηγή ενέργειας στην οποία περιέχεται εγκλωβισμένη η ενέργεια, (Ηλιοπούλου, κ.α., 2013). Στις περιπτώσεις ενεργειακών μετατροπών ενώ οι σπουδαστές κατανοούν τη μετατροπή από μια μορφή σε άλλη αδυνατούν να συμπεριλάβουν σε αυτή τη διαδικασία μορφές ενέργειας που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω. Αξιοσημείωτη είναι η αδυναμία που εμφανίζουν στη διαχείριση της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας και των μετατροπών της, (Hobson, 2004; Schaffer et al., 2009), καθώς και της διατήρησης της ενέργειας, (Schaffer et al.,2009). Οι εννοιολογικές δυσκολίες και η απουσία επαρκούς επιχειρηματολογίας με βάση τις έννοιες του έργου και της ενέργειας καθώς και του θεωρήματος έργου – ενέργειας έχουν καταγραφεί σε φοιτητές σε όλο το φάσμα των σπουδών τους, (Hobson 2004; Jewett, 2008).

Προβλήματα στη κατανόηση της έννοιας της δύναμης από εκπαιδευτικούς κατέγραψαν έρευνες όπως του Summers το 1992, και του Κώτση το 2011 όπου τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ίδια υπό εξέταση ιδιότητα μεταβάλλονται καθώς επηρεάζονται από τη διατύπωση της ερώτησης. Οι Champagne et al., κατέγραψαν τις ιδέες πρωτοετών πανεπιστημιακών φοιτητών που είχαν παρακολουθήσει μαθήματα εισαγωγικής Φυσικής για τη σχέση της δύναμης με την κίνηση, με τη βοήθεια του ερωτηματολογίου Demonstration Observation and Explanation. Η μελέτη τους ανέδειξε τις παρακάτω εναλλακτικές ιδέες των φοιτητών για τη δύναμη και την κίνηση:

1. Όταν ασκείται μια δύναμη σ’ ένα σώμα αυτό κινείται.
2. Τα σώματα κινούνται με σταθερή ταχύτητα όταν δέχονται την επίδραση σταθερής δύναμης.
3. Η ταχύτητα του σώματος είναι ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται σε αυτό. Τα σώματα επιταχύνονται μόνο με την επίδραση δυνάμεων αυξανόμενου μέτρου.

4. Απουσία δυνάμεων, τα σώματα είναι ακίνητα. Αν κινούνται επιβραδύνονται καταναλώνοντας την αποθηκευμένη εσωτερική δύναμη (impetus), (Champagne et al., 1980)

Τα παραπάνω αποτελέσματα των Champagne et al. συμφωνούν με τα ευρήματα των Viennot το 1979, και Thornton το 1997. Ο Thornton χαρακτήρισε τις παραπάνω ιδέες των φοιτητών για τη σχέση της δύναμης με την κίνηση ως "the Four Student Laws of Force and Motion". Επεσήμανε επίσης τις εύκολες μεταβολές και διαφοροποιήσεις στον τρόπο αντιμετώπισης των καταστάσεων που βασίζονται στις ίδιες αρχές και νόμους της φυσικής περιγράφονται όμως με διαφορετικό τρόπο στις εκφωνήσεις των ερωτήσεων. Χαρακτηριστικά αναφέρει ότι: «*Οι σχέσεις που αποδίδουν οι φοιτητές στη σύνδεση της δύναμης με την επιτάχυνση και την ταχύτητα του σώματος μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τη κατάσταση που βρίσκεται αυτό, δηλαδή αν είναι ακίνητο ή αν κινείται. Το είδος του σώματος, η προέλευση της δύναμης και η περιγραφόμενη από το πρόβλημα κατάσταση είναι δυνατό μερικές φορές να αλλάξουν το είδος της δύναμης που απαιτείται για τη συγκεκριμένη κίνηση. Επιπλέον μπορεί να επικρατούν ταυτόχρονα περισσότερες από μία ιδέες*». (Thornton, 1997). Η πλειονότητα των φοιτητές που ρωτήθηκαν για τη δύναμη που ενεργεί σε κινούμενο εκκρεμές υποστήριξε ότι δρα μια δύναμη πάνω στην κατεύθυνση κίνησης του απλού εκκρεμούς. Ακόμη και μετά τη διδασκαλία, και στην περίπτωση που η κίνηση είχε αντίθετη κατεύθυνση από τη συνολική δύναμη, το 75% των φοιτητών τοποθετούσε τη δύναμη στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση, «motion implies force», (Clement, 1982). Εφόσον ως προϋπόθεση της κίνησης τίθεται η επίδραση δύναμης στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση, ως άμεσο συμπέρασμα προκύπτει ότι απουσία δύναμης δεν θα έχουμε κίνηση. Σε έρευνα του McCloskey και των συνεργατών του το 1980, το 27% των φοιτητών Φυσικής καθώς και το 80% των φοιτητών άλλων κατευθύνσεων ισχυρίζονται ότι μια σφαίρα που αφήνεται από το χέρι ενός ανθρώπου που τρέχει ακολουθεί κατακόρυφη τροχιά μη υπολογίζοντας την οριζόντια συνιστώσα της κίνησης, (McCloskey, 1980).

Στην περίπτωση που η κίνηση ενός σώματος προκαλείται από ένα στιγμιαίο χτύπημα, ένας μεγάλος αριθμός φοιτητών αποδίδει στο κινούμενο σώμα μια εσωτερική δύναμη που αποθηκεύεται σε αυτό κατά το χτύπημα, είναι υπεύθυνη για την μετέπειτα κίνηση του, καταναλώνεται κατά τη διάρκεια της κίνησης και μηδενίζεται όταν το σώμα σταματά. Η δύναμη αυτή αναφέρεται ως ισχύ, δύναμη, ορμή, ταχύτητα, αδράνεια, ή ενέργεια αδιάκριτα, (Halloun & Hestenes, 1985) Οι σπουδαστές στην προσπάθεια τους να συνδέσουν την κίνηση με τη δύναμη υιοθετούν ιδέες που έχουν τις ρίζες τους στο παρελθόν και απασχόλησαν μεγάλους επιστήμονες και φιλόσοφους όπως η έννοια της κεκτημένης δύναμης (impetus) η οποία αναπτύχθηκε κατά το μεσαίωνα από τον Buridan. Η κίνηση απαιτεί την ύπαρξη δύναμης και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούμε να μεταβιβάσουμε τη δύναμη σε ένα σώμα. Αυτή η δύναμη διατηρεί τη συνεχιζόμενη κίνηση του σώματος ακόμη και όταν ο εξωτερικός παράγοντας πάψει να ενεργεί, (Knight 2006). Η σύνδεση της δύναμης με την κίνηση θεωρείται τόσο ισχυρή που ωθεί στην εμφάνιση δυνάμεων ακόμη και όταν δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των σωμάτων, όπως στην περίπτωση της κεκτημένης δύναμης, (Arons, 1997). Όπως αναφέρεται από τον Knight το 2006, για αυτές τις περιπτώσεις: «μια τέτοια δύναμη κίνησης φαίνεται ότι έχει κατά κάποιο τρόπο μνήμη και θυμάται τις προηγούμενες κινήσεις», (Knight, 2006). Σε πολλές έρευνες αναφέρονται υψηλά ποσοστά φοιτητών (φθάνουν το 60%) που υποστηρίζουν την εμφάνιση κεκτημένης δύναμης προς την κατεύθυνση της κίνησης (Van Heuvelen, 1991; Driver, et al., 2000).

Οι σπουδαστές θεωρούν ότι προκειμένου να διατηρείται σταθερή η ταχύτητα ενός αντικειμένου είναι αναγκαία η άσκηση σταθερής δύναμης σε αυτό προς την κατεύθυνση της κίνησης, (Clement 1982; Watts, & Zylbersztajn, 1981; Champagne et al., 1980). Τα συμπεράσματα του Thornton το 1997 συμφωνούν με τα παραπάνω αποτελέσματα. Επιπλέον, επισημαίνει ότι στην περίπτωση της ακινησίας η πλειοψηφία των φοιτητών συμφωνεί και εφαρμόζει τον πρώτο νόμο του Newton σε αντίθεση με τη συμπεριφορά που επιδεικνύουν στην κίνηση με σταθερή ταχύτητα καθώς επίσης και ότι εμφανίζεται ένα μικρότερο ποσοστό μαθητών και φοιτητών που θεωρούν ότι για να κινείται ένα σώμα με σταθερή ταχύτητα πρέπει να ασκείται πάνω του μια δύναμη με μειούμενο μέτρο και κατεύθυνση ίδια με αυτή της κίνησης, (Thornton, 1997). Οι Halloun & Hestenes το 1985 αναφέρουν στην έρευνα τους ότι το 54% των φοιτητών ακόμη και μετά τη διδασκαλία του μαθήματος της εισαγωγικής φυσικής χρησιμοποιούν τουλάχιστο μια φορά την ιδέα ότι υπό την επίδραση σταθερής δύναμης ένα αντικείμενο κινείται με σταθερή ταχύτητα και το 65% υποστηρίζουν ότι για κάθε κίνηση υπάρχει μια αιτία, (Halloun & Hestenes, 1985). Η παραπάνω αριστοτελική θεώρηση αποτελεί βασική εναλλακτική ιδέα των μαθητών οι οποίοι είναι πολύ δύσκολο να σταματήσουν να θεωρούν την ηρεμία απολύτως διαφορετική κατάσταση από την κίνηση και να δεχθούν την ίδια συνθήκη (νόμο αδράνειας) για τις δύο καταστάσεις. Ένας στους τέσσερεις μαθητές στην έρευνα των Καράογλου κ.α. , 2011, εφαρμόζει το νόμο της αδράνειας ενώ σχεδόν το 70% των μαθητών θεωρούν απαραίτητη την εφαρμογή δύναμης προς την κατεύθυνση της κίνησης ώστε να διατηρείται η ταχύτητα σταθερή, και μάλιστα πιστεύουν ότι η σταθερή ταχύτητα θα είναι ανάλογη της ασκούμενης δύναμης. Το ποσοστό των φοιτητών που υποστηρίζουν την αναγκαιότητα της ύπαρξης δύναμης στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση είναι μικρότερο σε σύγκριση με αυτό των μαθητών αλλά παραμένει εντυπωσιακά υψηλό, (Καράογλου κ.α., 2011).

Η αντίληψη της αναλογίας ταχύτητας-δύναμης (για τη μεταβολή της ταχύτητας απαιτείται ανάλογη μεταβολή της ασκούμενης δύναμης), εμφανίζεται στα αποτελέσματα πολλών ερευνών. Έτσι για την αύξηση του μέτρου της ταχύτητας ενός σώματος χρειάζεται να αυξηθεί ανάλογα και η δύναμη που ασκείται σε αυτό πάνω στη κατεύθυνση της κίνησης ενώ για τη μείωση του μέτρου της ταχύτητας πρέπει να ελαττωθεί ανάλογα και το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο σώμα πάντα προς την κατεύθυνση της κίνησης. Διαπιστώνεται ότι η ταχύτητα παίρνει τη θέση της επιτάχυνσης στο δεύτερο νόμο του Newton. Χαρακτηριστική είναι η έρευνα με Γάλλους, Βέλγους και Άγγλους μαθητές Λυκείου οι οποίοι θεώρησαν απαραίτητη την ύπαρξη δύναμης με μέτρο ανάλογο της ταχύτητας μιας μπάλας για να ερμηνεύσουν την κατακόρυφη κίνησή της, (Viennot, 1979). Η αναλογία της ταχύτητας με την ασκούμενη δύναμη διαπιστώνεται σε έρευνες με σπουδαστές δευτεροβάθμιας, τριτοβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και με εκπαιδευτικούς (Sequeira & Leite, 1991; Mohapatra & Bhattacharyya, 1989; Osborne, 1984; Viennot, 1979). Στην έρευνα των Mohapatra & Bhattacharyya η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης θεωρεί απαραίτητη την άσκηση δύναμης στην ίδια κατεύθυνση με τη κίνηση και μάλιστα με μέτρο ανάλογο με την ταχύτητα του σώματος, (Mohapatra & Bhattacharyya, 1989). Οι Itza–Ortiz et al. το 2004 βρήκαν ότι οι φοιτητές που συμμετείχαν στην έρευνά τους χρησιμοποιούσαν τρία μοντέλα για το δεύτερο νόμο του Newton: το Νευτώνειο, το Αριστοτελικό και ένα υβρίδιο που συνδυάζει τα δύο προηγούμενα, (Itza–Ortiz et al., 2004). Στην έρευνα των Καράογλου κ.α. , 2011, ένας στους τέσσερεις μαθητές Λυκείου εφαρμόζει το δεύτερο νόμο του Newton ενώ περισσότεροι από τους μισούς στηρίζουν την αναλογία μεταξύ ταχύτητας και δύναμης. Στην περίπτωση της επιταχυνόμενης κίνησης θεωρούν απαραίτητη μια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης με μέτρο που αυξάνεται και στην επιβραδυνόμενη κίνηση επιλέγουν μια δύναμη στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση με μέτρο που μειώνεται. Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων για τους φοιτητές του Φυσικού και του Παιδαγωγικού τμήματος είναι το ίδιο χαμηλό με αυτό των μαθητών Λυκείου. Η εναλλακτική ιδέα που θεωρεί ότι για να κινείται ένα σώμα με ταχύτητα που μεταβάλλεται πρέπει να ασκείται σε αυτό μια δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης η οποία να υφίσταται ανάλογη μεταβολή με την ταχύτητα μένει ανεπηρέαστη από την ηλικία και το μορφωτικό επίπεδο αφού είναι αποδεκτή από την απόλυτη πλειοψηφία των σπουδαστών. (Καράογλου κ.α. , 2011).

Σύμφωνα, λοιπόν, με ένα μεγάλο αριθμό μαθητών και φοιτητών, για να κινείται ένα σώμα με σταθερή ταχύτητα πρέπει να του ασκηθεί σταθερή δύναμη. Επιπλέον, για να κινείται ένα σώμα με ομαλά μεταβαλλόμενη ταχύτητα πρέπει να του ασκείται ανάλογη ομαλά μεταβαλλόμενη δύναμη. Κοινό χαρακτηριστικό των παραπάνω εναλλακτικών ιδεών είναι ότι σε κάθε είδος κίνησης (με σταθερή ταχύτητα ή επιτάχυνση) υπάρχει μια δύναμη η οποία, είτε είναι εξωτερική είτε εσωτερική έχει την κατεύθυνση της κίνησης. Η άποψη αυτή έχει αναδειχθεί μέσα από πολλές έρευνες τόσο με μαθητές όσο και με φοιτητές πανεπιστημίου, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που σπουδάζουν Φυσική, (Driver et al., 2000; Thornton, & Sokoloff, 1998; Dykstra, et al., 1992; Osborne, 1984; Watts, et al.,1983; Gilbert et al., 1982; Clement, 1982). Ο λόγος για τον οποίο οι σπουδαστές θεωρούν απαραίτητη την ύπαρξη δύναμης για την κίνηση βρίσκεται στην καθημερινή εμπειρία, όπου οι δυνάμεις των τριβών και των αντιστάσεων είναι πάντα υπαρκτές, (Clement, 1982; Espinoza, 2005).

Κατά την αλληλεπίδραση των σωμάτων στο νόμο δράσης – αντίδρασης παρουσιάζονται δυσκολίες όσον αφορά τον προσδιορισμό και την τοποθέτηση των δυνάμεων. Η δύναμη θεωρείται ως συστατικό των σωμάτων και με συνέπεια το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα ή το ταχύτερο σώμα να ασκεί τη μεγαλύτερη δύναμη, έτσι η αλληλεπίδραση αντιμετωπίζεται ως μια σύγκρουση στην οποία ο ισχυρότερος νικά. Η άποψη στηρίζεται στην καθημερινή εμπειρία όπως ερμηνεύεται από την κοινή λογική όπου το αποτέλεσμα μιας σύγκρουσης είναι πιο καταστροφικό για το σώμα μικρότερης μάζας και κάνοντας τη σύνδεση του αποτελέσματος με την αιτία συμπεραίνεται ότι το σώμα μεγαλύτερης μάζας ασκεί και μεγαλύτερη δύναμη. Τα αποτελέσματα των ερευνών των Minstrell 1982 και Maloney 1984 επιβεβαιώνουν την παραπάνω θεώρηση ενώ οι Halloun & Hestenes 1985, εύστοχα απέδωσαν στις ιδέες των μαθητών σχετικά με τις δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης δύο σωμάτων τον όρο «αρχή της κυριαρχίας». Στην έρευνα του Hestenes το 1998 το 80% των φοιτητών πανεπιστημίου που συμμετείχαν ήταν σε θέση να διατυπώσουν τον 3ο νόμο του Newton, αλλά μόνο το 15% από αυτούς είχαν μια πραγματική κατανόηση του νόμου, (Hestenes, 1998). Η αντίληψη ότι το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα ασκεί και τη μεγαλύτερη δύναμη καταγράφεται από πλήθος ερευνών (Sequeira & Leite, 1991; Sabanand & Kess, 1990 Maloney, 1984; Minstrell, 1982). Μόνο ένας στους τρεις μαθητές εφαρμόζει το νόμο δράσης - αντίδρασης και δέχεται την ισότητα στα μέτρα των δυνάμεων στην έρευνα των Καράογλου κ.α., το 2011. Περισσότεροι από τους μισούς μαθητές, σε ποσοστό 55%, συνεχίζουν να εκφράζουν την ισχυρή εναλλακτική ιδέα σύμφωνα με την οποία το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα ασκεί και τη μεγαλύτερη δύναμη. Στην ίδια έρευνα παραπλήσια είναι και τα ποσοστά των φοιτητών του φυσικού και του παιδαγωγικού τμήματος που υποστηρίζουν την ίδια άποψη με τους μαθητές, (Καράογλου κ.α. ,2011).

Δυσκολίες εμφανίζονται στην κατανόηση της ύπαρξης δυνάμεων όταν στην αλληλεπίδραση συμμετέχουν άψυχα σώματα. Πολλά άτομα έχουν την πρωτογενή αντίληψη ότι οι δυνάμεις ασκούνται μόνο από έμψυχα σώματα και αδυνατούν να δεχθούν ότι το τραπέζι ή το πάτωμα ασκούν δύναμη στο αντικείμενο που βρίσκεται στην επιφάνεια τους. Επίσης στην περίπτωση της αλληλεπίδρασης με δράση από απόσταση δεν διακρίνουν τις δύο διαφορετικές δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα λόγω της αδυναμίας τους να ερμηνεύσουν το μηχανισμό μεταφοράς της δύναμης όταν τα σώματα δεν είναι σε επαφή (στο στάδιο της ανάπτυξης των εννοιών μελετούνται σχεδόν αποκλειστικά δυνάμεις από επαφή). (Arons 1992)

Η τριβή και το βάρος είναι δύο δυνάμεις που εμπλέκεται στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Η τριβή, αυξάνει την πολυπλοκότητα στα προβλήματα φυσικής και έτσι συχνά θεωρείται αμελητέα. Μελετάται συνοπτικά στο κεφαλαίο της μηχανικής με αποτέλεσμα ένα μέρος μόνο των φαινομένων που σχετίζονται με αυτή να αποκαλύπτεται στους μαθητές, (Hahner & Spencer 1998). Έτσι σχετίζεται άμεσα με την κίνηση και συγχέεται με τη δύναμη της κάθετης αντίδρασης, (Stead & Osborne 1981). Έχει καθορισμένη κατεύθυνση αντίθετη από την ταχύτητα του κινούμενου σώματος, οπότε έχει ως μοναδικό αποτέλεσμα την επιβράδυνσή του (Besson et al. 2010; Μίχας, 2002; Caldas & Saltiel ,1995). Συχνά δεν αναγνωρίζεται από τους μαθητές σαν δύναμη, (Black & Lucas, 1993). Σε ακίνητα σώματα η τριβή αγνοείται, (Κουκουτσάκης κ.ά. 2004; Τσαγλιώτης 1998), αναγνωρίζεται μόνο αν το ένα σώμα κινείται ή τείνει να κινηθεί ως προς το άλλο με το οποίο βρίσκεται σε επαφή, (Bowden & Tabor, 1973). Στην αλληλεπίδραση των σωμάτων θεωρείται ότι τριβή δέχεται μόνο το σώμα που κινείται, ενώ δεν ασκείται η αντίδρασή της στο άλλο σώμα που έρχεται σε επαφή με το πρώτο, (Viennot 2003). Πολλοί μαθητές Λυκείου δεν κατανοούν τους νόμους της τριβής θεωρώντας ότι με την αύξηση του εμβαδού της επιφάνειας επαφής καθώς και της σχετικής ταχύτητας κίνησης των σωμάτων που βρίσκονται σε επαφή αυξάνεται και η τριβή, (Κοτσίνας, 2013; Ευαγγελοπούλου & Μίχας, 2011; Ohanian 1991; Stead & Osborne 1981). Η έννοια του βάρους στη καθημερινή ζωή έχει ταυτιστεί με τη μάζα, έχει απολέσει τα χαρακτηριστικά της δύναμης και θεωρείται ιδιότητα των σωμάτων. Συνδέεται με την αδράνεια των σωμάτων μέσω της τάσης τους να αντιστέκονται στην προσπάθεια για αλλαγή της κινητικής τους κατάστασης, εφόσον για να κινηθούν πρέπει να δεχθούν δύναμη μεγαλύτερη του βάρους τους, και συγχέεται με την τριβή αφού για να κινηθεί ένα σώμα που ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο πρέπει να του ασκηθεί οριζόντια δύναμη μεγαλύτερη από το βάρος του (Ευαγγελοπούλου & Μίχας, 2011; Καράογλου, 2009; Κουκουτσάκης κ.ά., 2004). Είναι πολύ διαδεδομένη η αντίληψη ότι τα βαρύτερα σώματα πέφτουν σε μικρότερο χρόνο από τα ελαφρύτερα όταν αφήνονται από το ίδιο ύψος αφού κινούνται με μεγαλύτερη επιτάχυνση και αποκτούν μεγαλύτερη ταχύτητα, (Osborne 1984 ; Gunstone & White 1980). Αποδίδεται στα σώματα που βρίσκονται μόνο στη γη, ενώ στη Σελήνη απουσία αέρα θεωρείται ανύπαρκτο, (Stead & Osborne 1980).

3. Η ΕΡΕΥΝΑ

3.1 Στόχοι – Ερευνητικά Ερωτήματα

Η έρευνα στοχεύει:

Α) Στη διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού των ενήλικων πολιτών

Β) Στη διερεύνηση της ικανότητάς των πολιτών να διαχειρίζονται έννοιες της φυσικής και να αντιμετωπίζουν ποιοτικά, στηριζόμενοι στις αρχές και τους νόμους της φυσικής, καταστάσεις της καθημερινότητας με φυσικό περιεχόμενο.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν είναι:

1. Ποια είναι η συσχέτιση μεταξύ της ικανότητας διαχείρισης και εφαρμογής βασικών όρων και νόμων της φυσικής σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής με τον επιστημονικό εγγραμματισμό που εμφανίζουν οι πολίτες;
2. Πως επιδρά το μορφωτικό επίπεδο των πολιτών στην ικανότητά τους να προσεγγίζουν τα ζητήματα του επιστημονικού εγγραμματισμού και της φυσικής;
3. Ποια είναι η επίδραση του φύλου των συμμετεχόντων στην επίδοση τους στις ερωτήσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού και της φυσικής;
4. Πόσο διαφοροποιεί η επιλογή της κατεύθυνσης σπουδών στο Λύκειο τις επιδόσεις των πολιτών στον επιστημονικό εγγραμματισμό και στη φυσική; (Η επιλογή κατεύθυνσης σπουδών συνδέεται άμεσα με τα ενδιαφέροντα, και την αρχική στάση των ατόμων σε σχέση με την επιστήμη).
5. Πόσο επηρεάζει το επάγγελμα των πολιτών τις επιδόσεις τους στον επιστημονικό εγγραμματισμό και στη φυσική; (Το επάγγελμα παρότι σχετίζεται πολλές φορές με τις σπουδές των ατόμων συντελεί στην ανάπτυξη των ιδιαίτερων προσωπικών ενδιαφερόντων των στάσεων και των ατομικών πεποιθήσεων)
6. Πως επηρεάζει η σχολική επίδοση των πολιτών την ικανότητα τους να διαχειρίζονται καθημερινά ζητήματα φυσικής και επιστημονικού εγγραμματισμού; (Η επίδοση χαρακτηρίζει άτομα διαφορετικών κατευθύνσεων σπουδών, στάσεων και ενδιαφερόντων).

7. Πως επηρεάζεται η επίδοση στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού και στις ερωτήσεις φυσικής από την ηλικία των συμμετεχόντων;
8. Πως επιδρά το ενδιαφέρον των πολιτών σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία, καθώς και το ενδιαφέρον για τη σχολική φυσική στην επίδοσή τους στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού και στις ερωτήσεις φυσικής;
9. Ποια είναι η συσχέτιση του προσωπικού ενδιαφέροντος για πληροφόρηση σε επιστημονικά θέματα καθώς και του ενδιαφέροντος για τη σχολική φυσική με τη συνολική σχολική επίδοση και τη σχολική επίδοση στη φυσική; Διερεύνηση του ρόλου της αυτοαντίληψης των πολιτών στη μαθητική τους ηλικία με την επίδοση που παρουσιάζουν σήμερα σε καθημερινά ζητήματα φυσικής και επιστημονικού εγγραμματισμού.
10. Ποια είναι η συσχέτιση του προσωπικού ενδιαφέροντος για πληροφόρηση σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε σχέση με το μορφωτικό επίπεδο των πολιτών;
11. Πως συνδέεται το ενδιαφέρον για τη σχολική φυσική με το μορφωτικό επίπεδο των πολιτών;
12. Ποια είναι η σχέση του προσωπικού ενδιαφέροντος για πληροφόρηση σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε σχέση με το φύλο των πολιτών;
13. Ποια είναι η σχέση του προσωπικού ενδιαφέροντος για τη σχολική φυσική με το φύλο των πολιτών;

3.2 Τα εργαλεία των ερευνών

Ο τρόπος ελέγχου του βαθμού επιστημονικού εγγραμματισμού των πολιτών αποτέλεσε το ζητούμενο σε πολλές έρευνες. Στην έρευνα των Durant et al. 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). Στις ερωτήσεις του Eurobarometer το 2005 χρησιμοποιήθηκαν επτά ερωτήσεις από τις φυσικές επιστήμες (φυσική, χημεία , γεωλογία) και πέντε ερωτήσεις βιολογίας (Pardo & Calvo, 2004), ενώ στο Science and Engineering Indicators 2010 υπήρχαν πέντε ερωτήσεις από τις φυσικές επιστήμες και δύο από τη βιολογία (National Science Faundation, 2010).

Η στόχευση η μορφή και η επιλογή των ερωτήσεων στις διάφορες έρευνες αμφισβητήθηκαν έντονα. Ο levy-Leblond το 1992 σημείωνε ως δείγμα της ανεπάρκειας του ερωτηματολογίου σε μια έρευνα στη Γαλλία τη συνύπαρξη ερωτήσεων σχετικών με τον πολιτισμό και την επιστήμη όπως αυτής που σχετίζεται με τον δημιουργό της Mona Lisa με αυτή που ελέγχει την πεποίθηση ότι ο ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη γη. Ο Fayard, 1992 θεωρεί ότι είναι ασήμαντα και δεν επηρεάζουν την καθημερινότητα θέματα όπως αυτά που αναφέρονται στη σχετική κίνηση Γης – Ήλιου. Οι Burns et al, 2003 τονίζουν ότι θα έπρεπε να διερευνούμε το βαθμό στον οποίο είναι ενήμερη η κοινωνία για τον τρόπο λειτουργίας της επιστήμης και ακολούθως αν είναι εξοικειωμένη με την επιστημονική γνώση και την τεχνολογία. Σε αντιδιαστολή, ο Miller το 2004, ισχυρίζεται ότι έννοιες όπως αυτές του μορίου και του ατόμου που χρησιμοποιούνται πλέον σε τηλεοπτικές εκπομπές και άρθρα εφημερίδων χωρίς επεξηγήσεις θεωρούνται απαραίτητες στον επιστημονικό εγγραμματισμό.

Οι Pardo & Calvo, 2004 σχολιάζοντας τις 12 ερωτήσεις του Ευρωβαρομέτρου αναφέρουν ότι, ανταποκρίνονται μόνο στις ελάχιστες προϋποθέσεις για ένα ισχυρό μέτρο επιστημονικής παιδείας του τύπου “know – what” στην ευρωπαϊκή κοινότητα. Δεν είναι σαφές ότι οι ερωτήσεις είναι αντιπροσωπευτικές ούτε όσον αφορά το πλήθος ούτε το περιεχόμενο στη σύγχρονη επιστήμη. Απαιτούν μόνο διδαχθείσα γνώση εκτός από δύο που απαιτούν συνδυασμό γνωστικών τομέων και μεγαλύτερες γνωστικές απαιτήσεις. Οι δύο ερωτήσεις που αναφέρονται είναι: “Το ραδιενεργό γάλα γίνεται ασφαλές με το βρασμό” και “Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια”. Καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι αν και δεν είναι το καταλληλότερο μέσο για να καταγραφούν λεπτομερείς διαφορές στον επιστημονικό εγγραμματισμό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί εποικοδομητικά για τη διερεύνηση της εξοικείωσης του κοινού με την επιστήμη σε επίπεδο κρατών και κοινωνικών ομάδων.

Οι ερωτήσεις : “Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά”, “Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα”, “Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια”, και “Όλη η ραδιενέργεια είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας” χρησιμοποιούνται συνεχώς από το 1992 στις διάφορες στατιστικές συγκρίσεις των χωρών. Στον πίνακα 1 φαίνονται οι ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν σε διάφορες έρευνες με στόχο τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Οι πρώτες εννιά ερωτήσεις του πίνακα χρησιμοποιήθηκαν κατ’ επανάληψη σε διεθνείς έρευνες με στόχο τη διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού των πολιτών όπως στις ΗΠΑ από το 1988 ως και το 2012 στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2005, Κίνα το 2010, Ινδία το 2004, Ιαπωνία 2011, Μαλαισία 2008, Ρωσία 2003 και Νότιος Κορέα 2004, (National Science Foundation, 2014). Όλες οι ερωτήσεις εκτός των 2, 3 και 9 περιέχονται στην έρευνα των Stockmayer & Bryant 2012 (Stockmayer & Bryant, 2012). Η μορφή των ερωτήσεων 3 και 9 εμφανίζεται διαφορετική στις έρευνες χωρίς όμως να αλλάζει ουσιαστικά η στόχευση του περιεχομένου.

Πίνακας 1: Οι ερωτήσεις των ερευνών

Α/Α	Ερώτηση
1	Το κέντρο της Γης είναι καυτό
2	Τα ανθρώπινα όντα όπως τα γνωρίζουμε σήμερα εξελίχθηκαν από προηγούμενα είδη ζώων
3	Κινείται η Γη γύρω από τον Ήλιο ή ο ήλιος γύρω από τη Γη;
4	Τα λέιζερ λειτουργούν εστιάζοντας τα ηχητικά κύματα
5	Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα
6	Οι ήπειροι κινούνται αργά πάνω στην επιφάνεια της Γης
7	Το γονίδιο του πατέρα καθορίζει αν το παιδί γεννηθεί αγόρι ή κορίτσι
8	Τα αντιβιοτικά σκοτώνουν τους ιούς και τα βακτήρια
9	Όλη η ραδιενέργεια είναι τεχνητή
10	Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους
11	Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά
12	Το ραδιενεργό γάλα μπορεί να γίνει ασφαλές με το βρασμό
13	Τα μελλοντικά παιδιά ενός αθλητή σωματικής διάπλασης θα κληρονομήσουν τα οφέλη της σωματικής του άσκησης
14	Τα διαμάντια αποτελούνται από άνθρακα

15 Το επιτραπέζιο αλάτι αποτελείται από ανθρακικό ασβέστιο

16 Το ήπαρ παράγει τα ούρα

17 Όλα τα έντομα έχουν οχτώ πόδια

18 Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος

19 Ο θερμός αέρας ανέρχεται

3.*3* *Το ερωτηματολόγιο της έρευνας*

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιείται στην παρούσα έρευνα χωρίζεται σε τέσσερα μέρη. Το πρώτο αναφέρεται σε προσωπικά χαρακτηριστικά όπως το φύλο, την ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο, το επάγγελμα, και την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο. Το δεύτερο στοχεύει στη διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού των πολιτών και αποτελείται από δώδεκα ερωτήσεις κλειστού τύπου της μορφής Σωστού – 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 Durant et al. 1989 και εμφανίζονται συνεχώς από τότε στις έρευνες του National Science Board στις Η.Π.Α και του Eurobarometer στην Ευρώπη που διερευνούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό των πολιτών. Οι τέσσερεις 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 σύγχυση 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 (Boyes & Stanisstreet 1997; Boyes, et al., 1999; Khalid 2001; Papadimitriou 2004; Kalipsi, et al., 2009; Kisoglu et al., 2010; Hestness et al., 2011).

Το τρίτο τμήμα του ερωτηματολογίου στοχεύει στη διερεύνηση της ικανότητας ορθής χρήσης βασικών εννοιών και νόμων φυσικής από τους πολίτες, καθώς και στην ανάδειξη των εναλλακτικών τους ιδεών. Αποτελείται από δώδεκα ερωτήσεις κλειστού τύπου της μορφής Σωστού – Λάθους, που περιέχονται σε γνωστά ερωτηματολόγια όπως το Force and Motion Conceptual Evaluation των Thornton & Sokoloff και Inventory of Basic Conceptions in Mechanics του Halloun. Οι ερωτήσεις εστιάζουν στην εννοιολογική κατανόηση όρων και νόμων της φυσικής που αποτελούν αντικείμενο της καθημερινής ζωής των πολιτών. Προέρχονται από το χώρο της μηχανικής που βρίσκεται στη βάση των καθημερινών προβληματισμών και περιλαμβάνουν τη σχέση δύναμης και κίνησης, τη διαχείριση των εννοιών του βάρους της μάζας, και της ενέργειας καθώς και των τριών νόμων του Newton. Η θέση της μηχανικής θεωρείται εξέχουσα μεταξύ των άλλων τομέων της Φυσικής διότι οι εν λόγω τομείς καθορίζονται από τη μηχανική η οποία ορίζει τους πρωταρχικούς νόμους, υπό την έννοια ότι, χωρίς τους νόμους της κίνησης, για παράδειγμα, δεν θα υπήρχε κινητική θεωρία των αερίων ή δεν θα υπήρχε ηλεκτρομαγνητική θεωρία (Galili 2001; Carson & Rowlands, 2005).

Ο Galili αναφέρει χαρακτηριστικά το 1995 ότι η σημασία της μηχανικής θεωρείται μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή των υπόλοιπων τομέων της φυσικής. Παρουσιάζει τους πιο καθολικούς νόμους της φύσης και περιγράφει τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται από τη φυσική και στη συνέχεια εφαρμόζονται στους υπόλοιπους τομείς. Αυτός είναι ο λόγος που η μηχανική βρίσκεται στην εισαγωγή κάθε προγράμματος σπουδών της φυσικής. (Κώτσης, 2011). Επίσης, οι έννοιες του βάρους, της δύναμης και της μάζας είναι από τις πιο θεμελιώδεις έννοιες της φυσικής, ουσιαστικά αφορούν γενικές γνώσεις φυσικής και επηρεάζουν τη δημόσια επιστημονική γνώση, (Galili 2001; Κώτσης 2011). Στο τμήμα του ερωτηματολογίου που αφορά τη διαχείριση εννοιών και φαινομένων που αφορούν τη φυσική και πιο συγκεκριμένα τις γνώσεις στη μηχανική από τους πολίτες χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις που προέρχονται από την έρευνα του Κώτση το 2011. Στις ερωτήσεις αυτές ανήκουν οι δύο που αναφέρονται στην έννοια της ενέργειας οι δύο για το βάρος και τη διάκρισή του από τη μάζα, και οι δύο που αποτελούν εφαρμογή του τρίτου νόμου του Newton. Οι εκφωνήσεις των παραπάνω ερωτήσεων επεξεργάστηκαν ώστε να είναι συμβατές με τη μορφή του υπόλοιπου ερωτηματολογίου. Οι υπόλοιπες ερωτήσεις που αφορούν τους νόμους του Newton καθώς και τη σχέση της δύναμης με τη κίνηση διαμορφώθηκαν στη βάση των ερωτήσεων από τα διεθνή ερωτηματολόγια Inventory of Basic Conceptions in Mechanics (Halloun, 2006) και Force and Motion Conceptual Evaluation (Thornton & Sokoloff, 1998). Οι ερωτήσεις που αφορούν τη φυσική δόθηκαν στη συνέχεια σε τέσσερεις εκπαιδευτικούς φυσικής που δίδασκαν το μάθημα στην Α΄ Λυκείου, όπου πραγματεύεται η μηχανική, οι οποίοι είχαν πρότερη εμπειρία από τη διδασκαλία φυσικής στο Γυμνάσιο, με προοπτική να ελέγξουν αν μπορούν να προσεγγιστούν από τους μαθητές της Α΄ Λυκείου καθώς και από αυτούς που έχουν ολοκληρώσει το Γυμνάσιο και διδάχθηκαν ποιοτικά τη μηχανική, και να προτείνουν τις περισσότερο ενδεδειγμένες τροποποιήσεις.

Το τελευταίο τμήμα στο ερωτηματολόγιο διερευνά το ενδιαφέρον των πολιτών για τα θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία καθώς και για το μάθημα της σχολικής φυσικής, την γενική τους επίδοση στο σχολείο και την επίδοση στη φυσική, και τέλος τη σχέση που είχαν με τη φυσική.

Αρχικά το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε τριάντα τέσσερεις ενήλικους μαθητές της Α’ και Β’ Λυκείου του εσπερινού ΕΠΑΛ Δράμας. Μετά την επεξεργασία των ερωτήσεων από αυτούς ακολούθησε συζήτηση για το περιεχόμενο καθώς και τη φύση των ερωτήσεων όπου δεν διαπιστώθηκαν ιδιαίτερα προβλήματα στην κατανόηση και την ερμηνεία τους.

3.4 Το Δείγμα

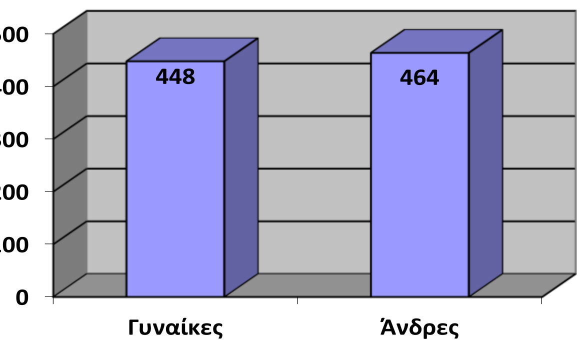
Στην έρευνα συμμετείχαν ενήλικοι πολίτες διαφόρων μορφωτικών επιπέδων και ενασχολήσεων, με διαφορετικά ενδιαφέροντα, εργασιακό και κοινωνικό περιβάλλον. Για την επιλογή του δείγματος χρησιμοποιήθηκαν αστικές, ημιαστικές και αγροτικές περιοχές των νομών Δράμας και Καβάλας. Ο χρόνος συμπλήρωσης και συλλογής των ερωτηματολογίων ήταν από το Σεπτέμβριο του 2012 έως και το Φεβρουάριο του 2013. Στις ομάδες έρευνας συμμετείχαν: Εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης που δίδασκαν σε σχολεία των νομών Δράμας και Καβάλας, καθώς και εκπαιδευτικοί των ΙΕΚ του υπουργείου Παιδείας και του ΟΑΕΔ. Δημόσιοι υπάλληλοι των

Δήμων και των Νομαρχιακών υπηρεσιών Δράμας και Καβάλας. Ελεύθεροι επαγγελματίες του εμπορικού και βιομηχανικού επιμελητηρίου Δράμας. Ιδιωτικοί υπάλληλοι από το Εργατικό Κέντρο Δράμας. Άνεργοι από τις υπηρεσίες του ΟΑΕΔ Δράμας. Μαθητές του Εσπερινού ΕΠΑΛ Δράμας, του σχολείου δεύτερης ευκαιρίας Δράμας, και των επαγγελματικών σχολών του ΟΑΕΔ Δράμας. Στη συγκρότηση ομάδων έρευνας επίσης συμμετείχαν μέλη πολιτιστικών και αθλητικών συλλόγων των παραπάνω νομών.

Δεν τέθηκε περιορισμός στη χρονική διάρκεια για την αλληλεπίδραση των πολιτών με το ερωτηματολόγιο. Θεωρήθηκε απαιτητικό από τους συμμετέχοντες οι οποίοι δαπάνησαν περισσότερα από είκοσι λεπτά για την επεξεργασία του ενώ υπήρξαν και αρκετές περιπτώσεις ατόμων που θεώρησαν ότι ο περιορισμένος χρονικός ορίζοντας δεν τους επέτρεπε τη συμπλήρωσή του και δεν το επεξεργάστηκαν κατά την παράδοση αλλά στην οικία τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα ερωτηματολόγια παραδόθηκαν στους συμμετέχοντες και συμπληρώθηκαν από αυτούς σε κάποιο διάλειμμα στο χώρο εργασίας τους. Στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε η δυνατότητα για την άμεση συμπλήρωση του ερωτηματολόγιου οι συμμετέχοντες το επέστρεφαν σε προκαθορισμένη χρονικά συνάντηση.

3.4.1 Περιγραφικά χαρακτηριστικά

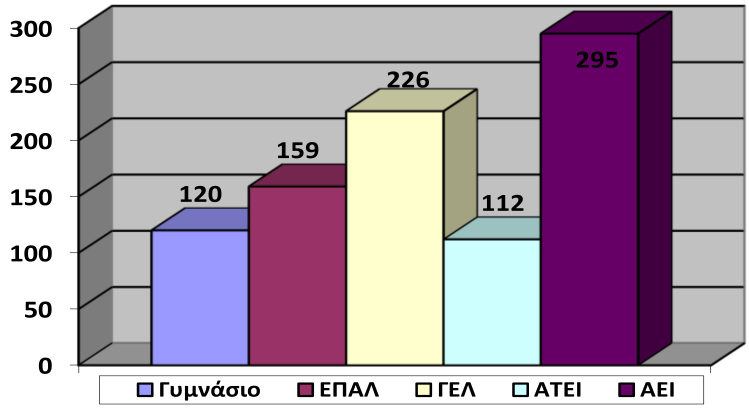
Στην έρευνα συμμετείχαν 912 ενήλικοι. Από αυτούς οι 464 ήταν άνδρες (σε ποσοστό 50,9%) και οι 448 γυναίκες (σε ποσοστό 49,1%) , σχήμα 1.



Σχήμα 1: Πλήθος ανδρών-γυναικών στο δείγμα

3.4.1.1 Σχετικά με το επίπεδο μόρφωσης των συμμετεχόντων.

Οι 120 ήταν απόφοιτοι Γυμνασίου (σε ποσοστό 13,2%), οι 159 απόφοιτοι Επαγγελματικών Λυκείων (σε ποσοστό 17,4%), οι 226 απόφοιτοι Γενικών Λυκείων (σε ποσοστό 24,8%), οι 112 απόφοιτοι Τεχνολογικών Ιδρυμάτων (σε ποσοστό 12,3%) και οι 295 απόφοιτοι Ανωτάτων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων (σε ποσοστό 32,3%), (σχήμα 2).



Σχήμα 2: Πλήθος πολιτών σε σχέση με το επίπεδο μόρφωσης

Από τους άνδρες οι 58 (ποσοστό 12,5%) ήταν απόφοιτοι γυμνασίου, οι 82 (ποσοστό 17,7%) απόφοιτοι ΕΠΑΛ, οι 109 (ποσοστό 23,5%) απόφοιτοι ΓΕΛ, οι 56 (ποσοστό 12,1%) πτυχιούχοι ΑΤΕΙ, και οι 159 (ποσοστό 34,3%) πτυχιούχοι ΑΕΙ.

Από τις γυναίκες οι 62 (ποσοστό 13,8%) ήταν απόφοιτες γυμνασίου, οι 77 (ποσοστό 17,2%) απόφοιτες ΕΠΑΛ, οι 117 (ποσοστό 26,1%) απόφοιτες ΓΕΛ, οι 56 (ποσοστό 12,1%) πτυχιούχοι ΑΤΕΙ, και οι 136 (ποσοστό 30,4%) πτυχιούχοι ΑΕΙ.

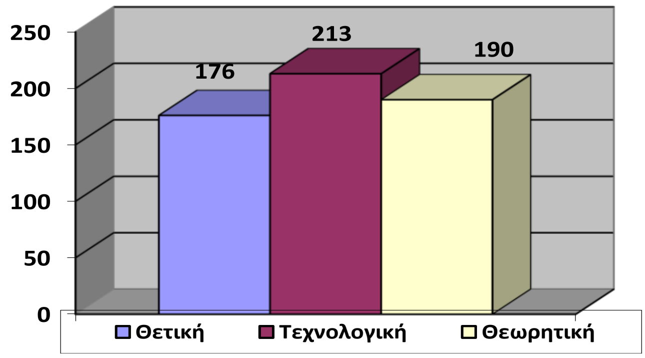
Στον πίνακα 2 φαίνεται ο συνολικός αριθμός των ατόμων καθώς και ο αριθμός ανδρών και γυναικών που ανήκουν σε κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης.

Πίνακας 2: Πλήθος ανδρών – γυναικών σε κάθε μορφωτικό επίπεδο

Μόρφωση	**Σύνολο**	**Άνδρες**	**Γυναίκες**
Γυμνάσιο	120	58	62
ΕΠΑΛ	159	82	77
ΓΕΛ	226	109	117
ΑΤΕΙ	112	56	56
ΑΕΙ	295	159	136

3.4.1.2 *Σχετικά με την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο.*

Οι 176 σε ποσοστό 19,3% είχαν παρακολουθήσει τα μαθήματα της θετικής κατεύθυνσης, οι 213 σε ποσοστό 23,4% είχαν παρακολουθήσει τα μαθήματα της τεχνολογικής κατεύθυνσης, οι 190 σε ποσοστό 20,8% είχαν παρακολουθήσει τα μαθήματα της θεωρητικής κατεύθυνσης, οι υπόλοιποι 333 ήταν οι απόφοιτοι Γυμνασίου, Επαγγελματικού Λυκείου, ή δεν δήλωσαν κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο (σχήμα 3).



Σχήμα 3: Πλήθος πολιτών ανάλογα με την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο

Από τους άνδρες οι 114 (ποσοστό 24,6%) παρακολούθησαν τη θετική κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο, οι 122 (ποσοστό 26,3%) τεχνολογική, και οι 57 (ποσοστό 12,3%) θεωρητική , οι υπόλοιποι ήταν απόφοιτοι γυμνασίου ή ΕΠΑΛ και δεν είχαν κατεύθυνση σπουδών. Από τις γυναίκες οι 62 (ποσοστό 13,8%) παρακολούθησαν τη θετική κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο, οι 91 (ποσοστό 20,3%) τεχνολογική, και οι 133 (ποσοστό 29,7%) θεωρητική , οι υπόλοιποι ήταν απόφοιτοι γυμνασίου ή ΕΠΑΛ και δεν είχαν κατεύθυνση σπουδών

Στον πίνακα 3 φαίνεται το συνολικό πλήθος των ατόμων σε κάθε κατεύθυνση σπουδών, όπως και το πλήθος ανδρών και γυναικών.

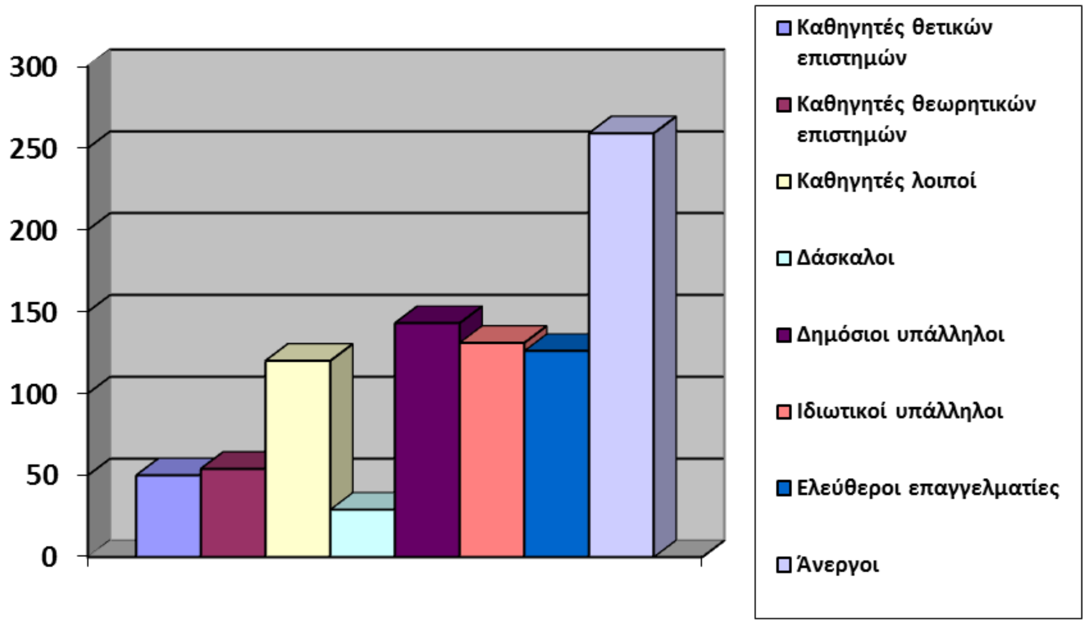
Πίνακας 3: Πλήθος ανδρών – γυναικών ανάλογα με την κατεύθυνση σπουδών

Κατεύθυνση Σπουδών	**Σύνολο**	**Άνδρες**	**Γυναίκες**
Θετική	176	114	62
Τεχνολογική	213	122	91

Θεωρητική	190	57	133

3.4.1.3 Σχετικά με το επάγγελμα.

Οι 224 από το σύνολο των συμμετεχόντων στην έρευνα ήταν εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Από αυτούς οι 50 (39 άνδρες και 11 γυναίκες) άνηκαν στον κλάδο των θετικών επιστημών (Φυσικοί, Χημικοί, Βιολόγοι, Γεωλόγοι), οι 54 (9 άνδρες και 45 γυναίκες) στον κλάδο των θεωρητικών επιστημών (Φιλόλογοι), και οι 120 ήταν διαφόρων άλλων ειδικοτήτων (69 άνδρες και 51 γυναίκες). Οι 29 από τους συμμετέχοντες ήταν δάσκαλοι στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (11 άνδρες και 18 γυναίκες). Οι 143 δημόσιοι υπάλληλοι, δημοτικοί, και νομαρχιακοί ως επί το πλείστον (71 άνδρες και 72 γυναίκες). Οι 131 ιδιωτικοί υπάλληλοι (64 άνδρες και 67 γυναίκες). Οι 126 ελεύθεροι επαγγελματίες (90 άνδρες και 36 γυναίκες). Τέλος οι 259 ήταν άνεργοι (111 άνδρες και 148 γυναίκες) (σχήμα 4). Οι άνεργοι (στις περισσότερες περιπτώσεις μακροχρόνια άνεργοι) συνιστούν τα τελευταία χρόνια μια ιδιαίτερη κοινωνική ομάδα η οποία υπό την εν δυνάμει επικείμενη ιδιότυπη κατάσταση διαμορφώνει νέες αντιλήψεις και μπορεί να παρουσιάζει συμπεριφορές ανεξάρτητες του ατομικού μορφωτικού επιπέδου.



Σχήμα 4: Πλήθος πολιτών ανάλογα με το επάγγελμα τους

Στον πίνακα 4 φαίνεται ο συνολικός αριθμός των ατόμων σε σχέση με το επάγγελμα όπως και ο αριθμός ανδρών και γυναικών σε κάθε επάγγελμα.

Πίνακας 4: Πλήθος ανδρών - γυναικών ανάλογα με το επάγγελμα τους

Επάγγελμα	Σύνολο	Άνδρες	Γυναίκες
Εκπαιδευτικοί θετικών επιστημών	50	39	11
Εκπαιδευτικοί θεωρητικών επιστημών	54	9	45
Εκπαιδευτικοί Λοιποί	120	69	51
Εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας	29	11	18
Δημόσιοι υπάλληλοι	143	71	72
Ιδιωτικοί υπάλληλοι	131	64	67
Ελεύθεροι επαγγελματίες	126	90	36
Άνεργοι	259	111	148

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Στατιστικά περιγραφικά χαρακτηριστικά

Ο μέσος όρος των ορθών απαντήσεων των πολιτών στις ερωτήσεις που αναφέρονταν στον επιστημονικό εγγραμματισμό προέκυψε *M*=8,17 με σφάλμα (*SE*)=0,07 και τυπική απόκλιση (*SD*)=2,11. Αντίστοιχα ο μέσος όρος των ορθών απαντήσεων των πολιτών στις ερωτήσεις που αναφέρονταν στη φυσική προέκυψε *M*=5,77 με σφάλμα (*SE*)=0,07 και τυπική απόκλιση (*SD*)=2,09 (πίνακας 5)

Πίνακας 5: Δείκτες κεντρικής τάσης και διασποράς

	Επιστημονικός Εγγραμματισμός Σύνολο Ορθών	Φυσική Σύνολο Ορθών
Πλήθος	912	912
Μέσος Όρος	8,17	5,77
Σφάλμα (Std. Error of Mean)	0,07	0,07
Τυπική Απόκλιση (Std. Deviation)	2,11	2,09

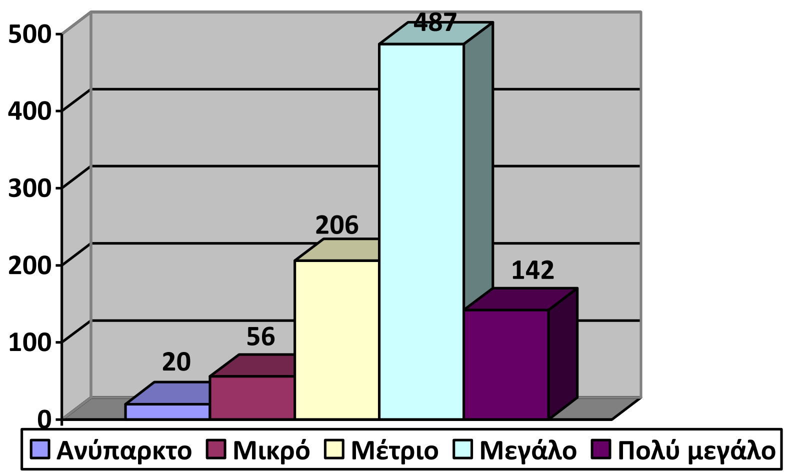
Το 92% του συνόλου των πολιτών που συμμετείχαν στην έρευνα δήλωσαν μέτριο μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον όσον αφορά την ενημέρωση τους σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας. Ειδικότερα το 53% του συνόλου δηλώνει μεγάλο ενδιαφέρον 23% μέτριο και 16% πολύ μεγάλο. Ποσοτικοποιώντας το ενδιαφέρον με την παρακάτω κλίμακα: 1-καθόλου, 2-λίγο, 3-μέτριο, 4-πολύ, 5-πάρα πολύ, προκύπτει μέσος όρος M=3,74 για το σύνολο. Η τιμή του μέσου αντιστοιχεί σε μέτριο προς μεγάλο ενδιαφέρον για τα θέματα επιστήμης και τεχνολογίας.

Στον πίνακα 6 φαίνεται ο συνολικός αριθμός των πολιτών καθώς και το πλήθος των ανδρών και γυναικών σε συνάρτηση με το ενδιαφέρον που επιδεικνύουν σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας.

Πίνακας 6: Πλήθος ανδρών – γυναικών ανάλογα με το ενδιαφέρον στον επιστημονικό εγγραμματισμό

Ενδιαφέρον για θέματα επιστήμης και τεχνολογίας	**Σύνολο**	**Άνδρες**	**Γυναίκες**
Ανύπαρκτο	20	5	15
Μικρό	56	26	30
Μέτριο	206	99	107
Μεγάλο	487	250	237
Πολύ μεγάλο	142	83	59

Στο σχήμα 5 παριστάνεται το πλήθος των πολιτών για κάθε επίπεδο ενδιαφέροντος.



Σχήμα 5: Πλήθος πολιτών σε κάθε επίπεδο ενδιαφέροντος στον Ε.Ε.

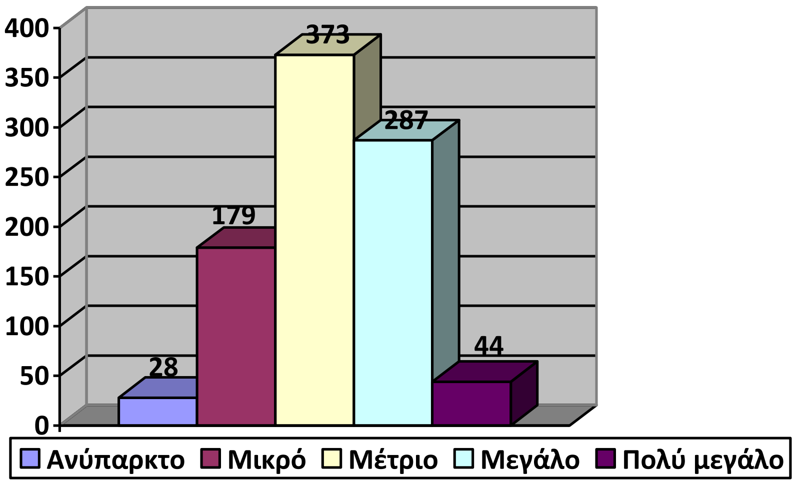
Το ενδιαφέρον για τη φυσική στο σχολείο είναι μετατοπισμένο κατά ένα επίπεδο προς μικρότερες τιμές σε σχέση με αυτό για την επιστήμη και την τεχνολογία. Συγκεντρώνεται στους χαρακτηρισμούς μικρό, μέτριο και μεγάλο όπου παρατηρείται ποσοστό 92% του συνόλου. Ειδικότερα το 41% δηλώνει μέτριο ενδιαφέρον το 31% μεγάλο και το 20% μικρό. Ποσοτικοποιώντας το ενδιαφέρον με την παρακάτω κλίμακα: 1-καθόλου, 2-λίγο, 3-μέτριο, 4-πολύ, 5-πάρα πολύ, προκύπτει μέσος όρος Μ=3,15 για το σύνολο. Η τιμή του μέσου αντιστοιχεί σε μέτριο ενδιαφέρον για τη φυσική στο σχολείο.

Στον πίνακα 3 φαίνεται ο συνολικός αριθμός των πολιτών καθώς και το πλήθος των ανδρών και γυναικών σε συνάρτηση με το ενδιαφέρον που επέδειξαν για τη φυσική στο σχολείο.

Πίνακας 7: Πλήθος ανδρών – γυναικών ανάλογα με το ενδιαφέρον στη φυσική

Ενδιαφέρον για τη φυσική	**Σύνολο**	**Άνδρες**	**Γυναίκες**
Ανύπαρκτο	28	12	16
Μικρό	179	71	108
Μέτριο	373	182	191
Μεγάλο	287	162	125
Πολύ μεγάλο	44	36	8

Στο σχήμα 6 φαίνεται το πλήθος των πολιτών για κάθε επίπεδο ενδιαφέροντος.



Σχήμα 6: Πλήθος πολιτών σε κάθε επίπεδο ενδιαφέροντος στη φυσική

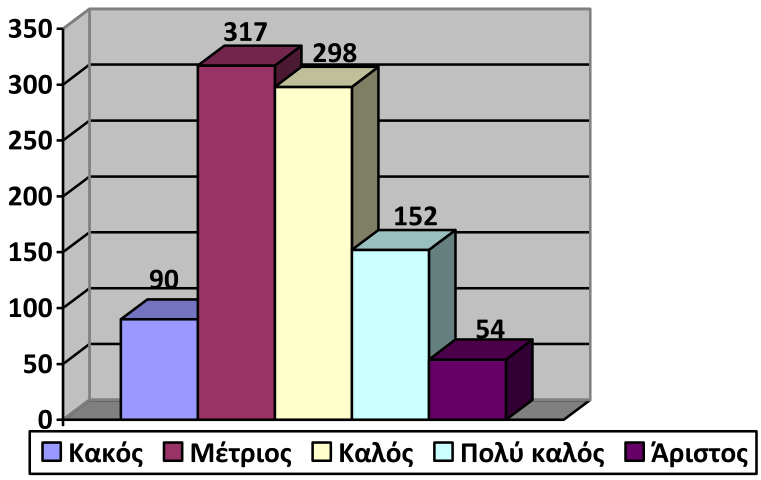
Οι χαρακτηρισμοί της σχολικής επίδοσης των πολιτών στη φυσική είναι αντιπροσωπευτικοί του ενδιαφέροντος που εκδήλωσαν γι αυτή. Η μοναδική διαφοροποίηση σημειώνεται στην επίδοση κακός που φαίνεται αυξημένη συγκριτικά με τον αριθμό των πολιτών που είχαν δηλώσει μηδαμινό ενδιαφέρον για τη φυσική.

Στον πίνακα 8 φαίνεται ο συνολικός αριθμός των πολιτών καθώς και το πλήθος των ανδρών και γυναικών σε συνάρτηση με τη σχολική επίδοση που είχαν στη φυσική.

Πίνακας 8: : Πλήθος ανδρών – γυναικών ανάλογα με την επίδοση στη φυσική

Σχολική επίδοση στη φυσική	**Σύνολο**	**Άνδρες**	**Γυναίκες**
Κακός	90	38	52
Μέτριος	317	153	164
Καλός	298	158	140
Πολύ καλός	152	83	69
Άριστος	54	31	23

Στο σχήμα 7 φαίνεται το πλήθος των πολιτών για κάθε επίπεδο επίδοσης.



Σχήμα 7: Πλήθος των πολιτών σε κάθε επίπεδο επίδοσης στη φυσική

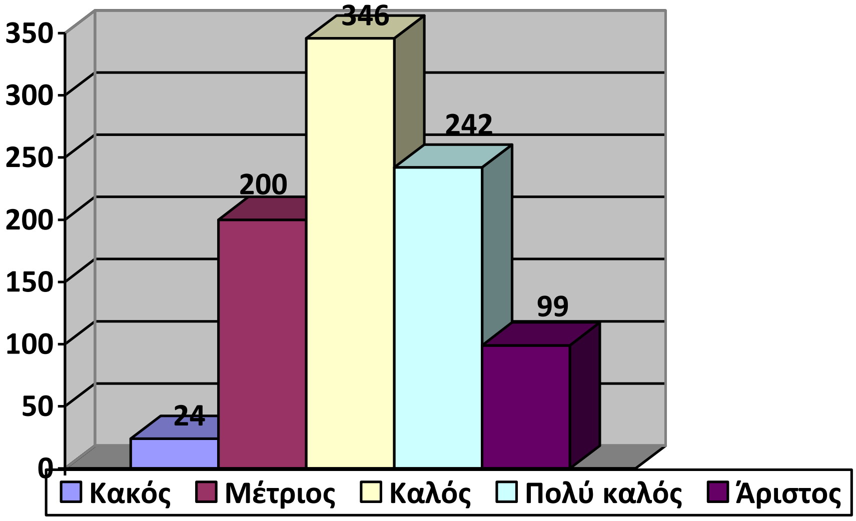
Καλύτερα αποτελέσματα εμφανίζονται στη συνολική σχολική επίδοση όπου ενισχύονται σημαντικά οι χαρακτηρισμοί πολύ καλός και άριστος εις βάρος των κακός και μέτριος.

Στον πίνακα 9 φαίνεται ο συνολικός αριθμός των πολιτών καθώς και το πλήθος των ανδρών και γυναικών σε συνάρτηση με τη συνολική σχολική επίδοση.

Πίνακας 9: Πλήθος ανδρών – γυναικών ανάλογα με τη σχολική επίδοση

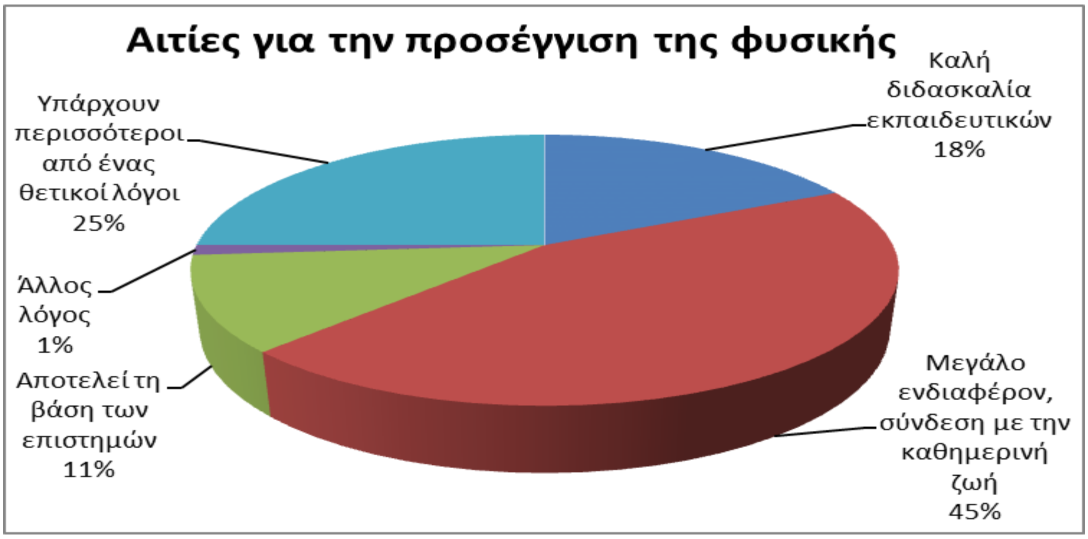
Σχολική επίδοση	Σύνολο	Άνδρες	Γυναίκες
Κακός	24	9	15
Μέτριος	200	115	85
Καλός	346	188	158
Πολύ καλός	242	117	125
Άριστος	99	34	65

Στο σχήμα 8 φαίνεται το πλήθος των πολιτών για κάθε επίπεδο σχολικής επίδοσης.



Σχήμα 8: Πλήθος των πολιτών σε κάθε επίπεδο σχολικής επίδοσης

Το 81% των πολιτών αναφέρουν κάποιον από τους λόγους για υφιστάμενη θετική σχέση με τη φυσική, ενώ από το 19% περίπου των συμμετεχόντων δεν αναφέρθηκαν θετικοί λόγοι για την προσέγγιση με τη φυσική. Ένας στους τέσσερεις από τους πολίτες που αναφέρονται στις αιτίες προσέγγισης με τη φυσική επιλέγουν να δηλώσουν περισσότερες από μία (σχήμα 9). Η δημιουργία θετικής σχέσης αποδίδεται από την πλειοψηφία των πολιτών (45%), στο μεγάλο ενδιαφέρον λόγω της σύνδεσης με την καθημερινή ζωή. Η σύνδεση με την καθημερινή ζωή αναφέρεται επίσης στις 151 από τις 184 περιπτώσεις ατόμων που δηλώνουν περισσότερους από έναν θετικούς λόγους και το συνολικό ποσοστό που αντιστοιχεί πλησιάζει στο 65%.



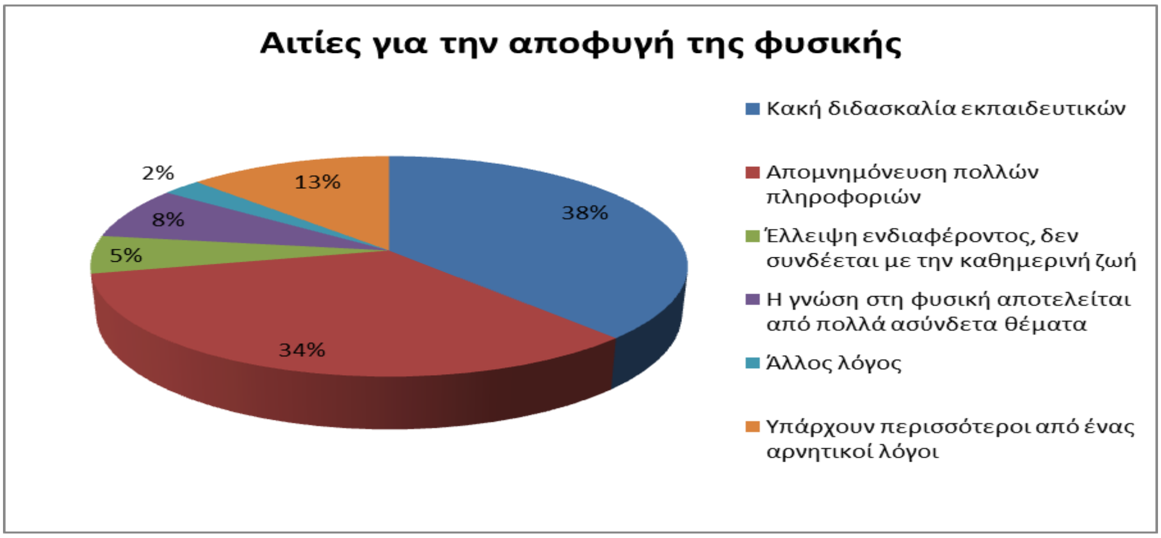
Σχήμα 9: Λόγοι για την καλλιέργεια θετικών στάσεων για τη φυσική

Στον πίνακα 10 καταγράφεται η δημοτικότητα των λόγων που οδηγούν σε θετική αντιμετώπιση της φυσικής.

Πίνακας 10: Συχνότητα εμφάνισης των λόγων που οδηγούν σε θετικές στάσεις στη φυσική

Αιτίες για την προσέγγιση της Φυσικής	**Συχνότητα**
Καλή διδασκαλία εκπαιδευτικών	132
Μεγάλο ενδιαφέρον λόγω της σύνδεσης με την καθημερινή ζωή	328
Αποτελεί τη βάση των επιστημών	84
Άλλος λόγος	9
Υπάρχουν περισσότεροι από ένας θετικοί λόγοι	184

Δύο είναι οι κύριοι αποτρεπτικοί λόγοι για τη φυσική. Το 38% από τους πολίτες που αναφέρονται στις αιτίες για την αποφυγή της φυσικής στοχεύουν στην κακή διδασκαλία των εκπαιδευτικών και το 34% στην ανάγκη απομνημόνευσης πολλών πληροφοριών (σχήμα 10). Τα παραπάνω ποσοστά ξεπερνούν το 40% αν προσμετρηθούν και οι πολίτες που σημείωσαν παραπάνω από έναν λόγους. Τονίζεται ότι από το 32% των συμμετεχόντων δεν αναφέρονται αποτρεπτικοί λόγοι για την προσέγγιση με τη φυσική.



Σχήμα 10: Λόγοι που οδηγούν σε αρνητικές στάσεις για τη φυσική

Στον πίνακα 11 φαίνεται η δημοτικότητα των λόγων που αποτρέπουν την προσέγγιση με την φυσική

Πίνακας 11: Συχνότητα εμφάνισης των λόγων που οδηγούν σε αρνητικές στάσεις στη φυσική

Αιτίες για την αποφυγή της Φυσικής	**Συχνότητα**
Κακή διδασκαλία εκπαιδευτικών	233
Απομνημόνευση πολλών πληροφοριών	207
Έλλειψη ενδιαφέροντος, δεν συνδέεται με την καθημερινή ζωή	34
Η γνώση στη φυσική αποτελείται από πολλά ασύνδετα θέματα	47
Άλλος λόγος	15
Υπάρχουν περισσότεροι από ένας αρνητικοί λόγοι	78

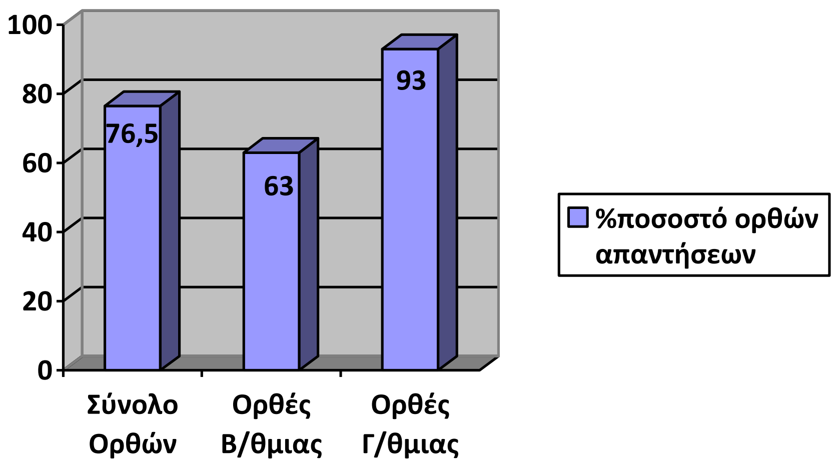
4.2 Σχολιασμός Ερωτήσεων- Απαντήσεων

Κατηγοριοποιούμε το δείγμα των συμμετεχόντων σε δύο γνωστικές βαθμίδες, σε αποφοίτους δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Από το σύνολο των 912 ατόμων που έλαβαν μέρος στην έρευνα οι 505 ήταν απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (120 Γυμνασίου, 159 ΕΠΑΛ, 229 ΓΕΛ) και οι 407 τριτοβάθμιας (112 ΑΤΕΙ, 295 ΑΕΙ).

4.2.1 Προσέγγιση των ερωτήσεων επιστημονικού εγγραμματισμού.

Παρακάτω σχολιάζεται κάθε ερώτηση του επιστημονικού εγγραμματισμού, αναφέρονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για κάθε κατηγορία συμμετεχόντων και συγκρίνονται με αποτελέσματα διεθνών ερευνών.

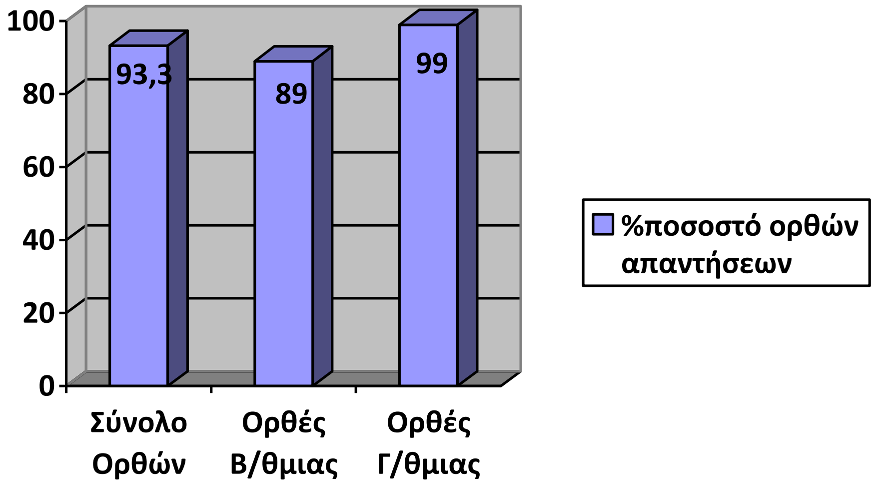
Στην πρόταση 1 (Το ραδιενεργό γάλα γίνεται ασφαλές με το βρασμό), το 76,5% των ερωτηθέντων απάντησαν ορθά. Παραπλήσιο είναι το ποσοστό των ορθών απαντήσεων των ευρωπαίων πολιτών στην έρευνα του Eurobarometer το 2005 που φθάνει το 75% (special Eurobarometer 224), ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των ορθών απαντήσεων που αναφέρεται στην έρευνα των Stockmayer & Bryant, 2012 ήταν χαμηλότερο και προσέγγιζε το 65%. Το ποσοστό των αποφοίτων της τριτοβάθμιας που απαντούν σωστά φθάνει στο 93% ακριβώς ίδιο είναι και το αντίστοιχο ποσοστό για τους ειδικούς που αναφέρεται στην έρευνα των Stocklmayer & Bryant το 2012. Αρκετοί είναι οι απόφοιτοι της δευτεροβάθμιας που συγχέουν τη ραδιενεργό μόλυνση με τη διαδικασία αποστείρωσης του γάλακτος με το βρασμό, το ποσοστό των ορθών απαντήσεων σε αυτή την κατηγορία φθάνει στο 63%.
Στο σχήμα 11 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 11: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 1.

Η ερώτηση 2 (Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος) αντλεί το θέμα της από την περιοχή της βιολογίας και της φυσικής. Η κινητοποίηση της επιστημονικής κοινότητας σε αυτό το ζήτημα με τη συνδρομή της πολιτείας ευαισθητοποίησε την κοινωνία και ο κίνδυνος από την ηλιακή ακτινοβολία είναι πλέον γνωστός στους πολίτες. Έτσι παρατηρήθηκε το 93,3% των ερωτηθέντων να απαντούν ορθά στην παραπάνω ερώτηση. Οι απόφοιτοι και των δύο βαθμίδων εμφανίζουν το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων από όλες τις υπόλοιπες προτάσεις 99% για τους πτυχιούχους και 89% για τους απλούς πολίτες. Τα αντίστοιχα ποσοστά στις διεθνείς έρευνες εμφανίζονται υψηλότερα για τους απλούς πολίτες 94%, από αυτά των επιστημόνων 88%, (Stocklmayer & Bryant, 2012).

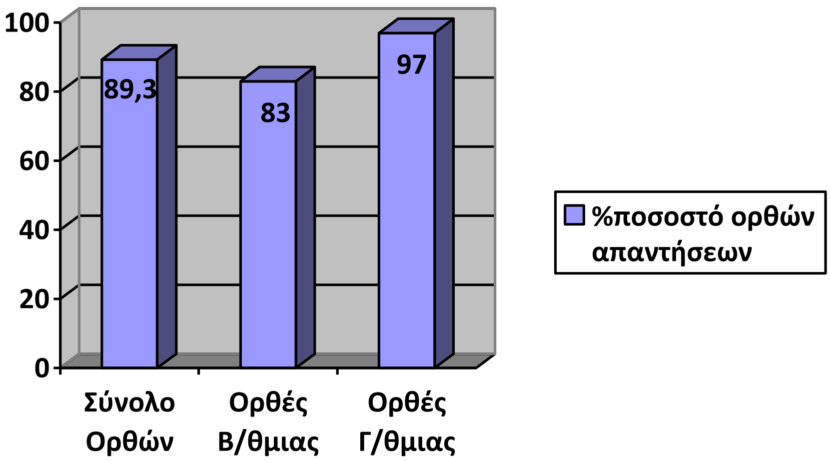
Στο σχήμα 12 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 12: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 2.

Η ερώτηση 3 (Ο θερμός αέρας ανέρχεται) σχετίζεται με τη φυσική. Το 89,3% του δείγματος απάντησαν ορθά. Η πρόταση είναι αποδεκτή σχεδόν αξιωματικά και τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων και στις δύο βαθμίδες εκπαίδευσης είναι από τα υψηλότερα. Το 97% των πτυχιούχων και το 83% των απλών πολιτών απαντούν σωστά. Τα αντίστοιχα ποσοστά στις διεθνείς έρευνες είναι 95% για τους επιστήμονες και 97% για τους απλούς πολίτες (Stocklmayer & Bryant, 2012).

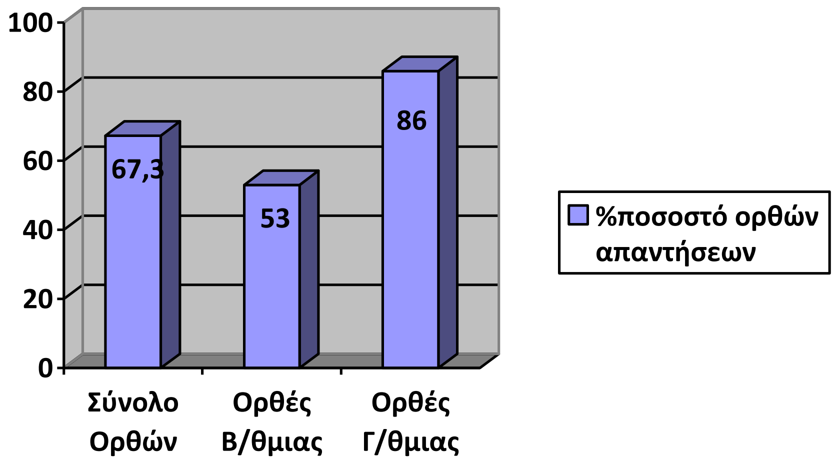
Στο σχήμα 13 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 13: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 3

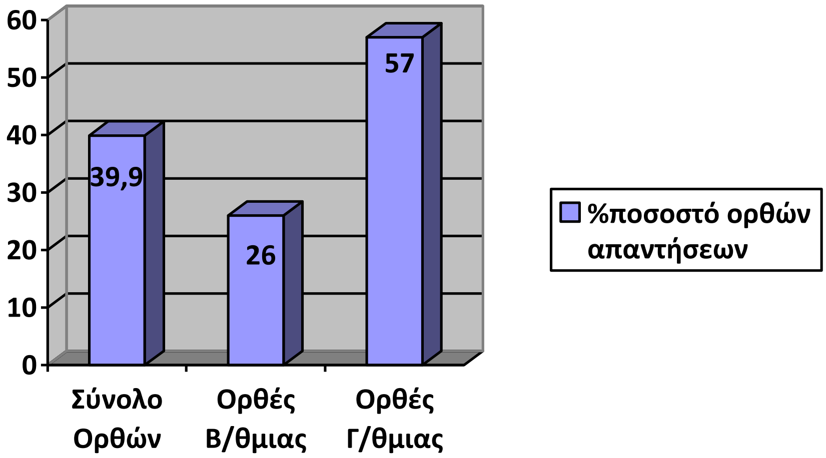
Η πρόταση 4: Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα, έχει χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα σε έρευνες για τη διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού. Αντλεί το περιεχόμενο της από τις φυσικές επιστήμες. Η γνώση των βασικών εννοιών της ατομικής και μοριακής θεωρίας είναι απαραίτητη για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της επιστήμης καθώς αποτελεί τη βάση για την ερμηνεία πολλών μακροσκοπικών φαινομένων όπως το λιώσιμο των πάγων, η υπερθέρμανση του πλανήτη και η ανάπτυξη των πανδημιών (Van Zee et al., 2012). Το 67,3% των συνολικών απαντήσεων είναι ορθές. Σε αυτές περιλαμβάνονται το 86% από τις απαντήσεις των πτυχιούχων και το 53% των απλών πολιτών. Το ποσοστό των ειδικών που απάντησαν ορθά στην έρευνα των Stocklmayer & Bryant το 2012 ανέρχεται στο 91%, ενώ σύμφωνα με στοιχεία της ίδιας έρευνας μόνο το 31% των απλών πολιτών από διεθνείς έρευνες απαντούν ορθά. Σε διεθνείς έρευνες 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 Foundation, 2014; 2012) Στην έρευνα του Eurobarometer το 2005, το 46% συνολικά των ευρωπαίων πολιτών απάντησαν ορθά στην παραπάνω ερώτηση (special Eurobarometer 224).

Στο σχήμα 14 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 14: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 4

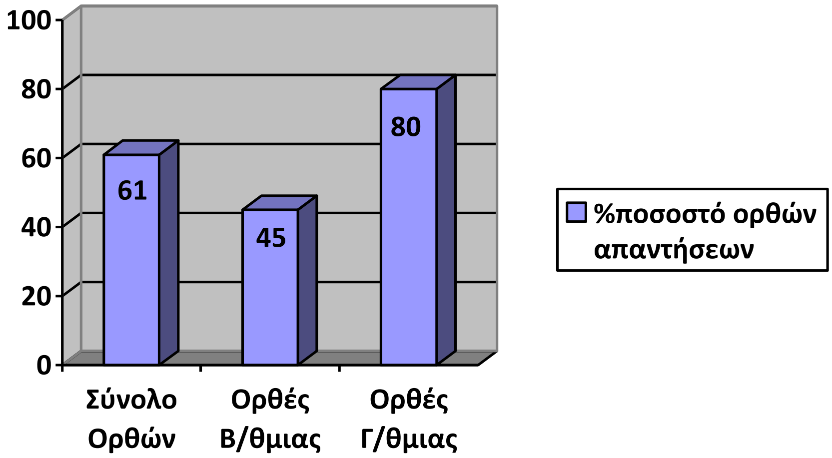
Το περιεχόμενο της ερώτησης 5 (Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια) αναφέρεται στη βιολογία και οι γνωστικές απαιτήσεις του είναι αυξημένες σύμφωνα με τους Pardo & Calvo, 2004. Το ποσοστό των ορθών απαντήσεων ανέρχεται στο 39,9% και είναι το δεύτερο μικρότερο από τα ποσοστά στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού. Στις σωστές απαντήσεις σημειώνεται μεγάλη διαφορά στα ποσοστά των δύο ομάδων, αφού περιλαμβάνεται το 57% από τους πτυχιούχους και το 26% των απλών πολιτών. Το ποσοστό των επιστημόνων που απαντούν σωστά στην έρευνα Stocklmayer & Bryant το 2012 ανέρχεται στο 89%. Σε διεθνείς έρευνες τα ποσοστά ορθών απαντήσεων 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. Στην τελευταία έρευνα στις Η.Π.Α. το 2012 το ποσοστό των ορθών έφθασε στο 51%. (National Science Board, 2014; 2012) Αξίζει να σημειωθεί ότι είναι η μοναδική ερώτηση που το ποσοστό των ορθών απαντήσεων στις Η.Π.Α παρουσιάζει άνοδο μεγαλύτερη από 10% στις έρευνες μετά το 1999. Στην έρευνα του Eurobarometer το 2005, το 46% συνολικά των ευρωπαίων πολιτών απάντησαν ορθά (special Eurobarometer 224). Στο σχήμα 15 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 15: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 5

Η 6 (Όλη η ραδιενέργεια είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας) είναι η τελευταία πρόταση που αφορά τη φυσική. Το συνολικό ποσοστό των ορθών απαντήσεων φτάνει το 61%. Το 80% από τους πτυχιούχους απαντούν ορθά ενώ στους αποφοίτους δευτεροβάθμιας το ποσοστό πέφτει στο 45%. Η πρόταση επαναλαμβάνεται 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. Στην τελευταία έρευνα στις Η.Π.Α. το 2012 το ποσοστό των ορθών απαντήσεων έφτασε στο 72%. (National Science Board, 2014; 2012). Στην έρευνα του Eurobarometer το 2005, το 59% των ευρωπαίων πολιτών απάντησαν ορθά (special Eurobarometer 224).

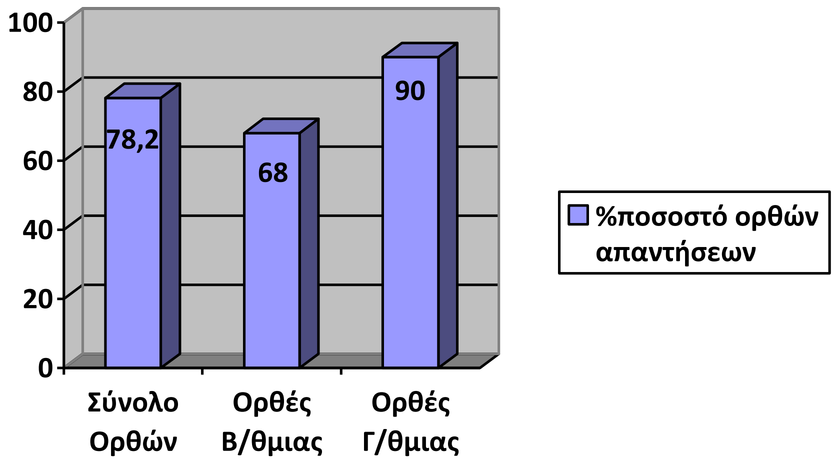
Στο σχήμα 16 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 16: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 6

Το περιεχόμενο της 7 (Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη) βρίσκεται στο χώρο της κοσμολογίας. Από το σύνολο των ερωτηθέντων το 78,2% απάντησαν ορθά. Σε αυτούς περιλαμβάνεται το 90% των πτυχιούχων και το 68% των απλών πολιτών. Η γεωκεντρική θεώρηση που γίνεται αποδεκτή σχεδόν από τον ένα στους πέντε πολίτες έχει τη βάση της στο καθημερινό φαινόμενο της παρατήρησης του ήλιου να διαγράφει την τροχιά του στον ουράνιο θόλο. 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).

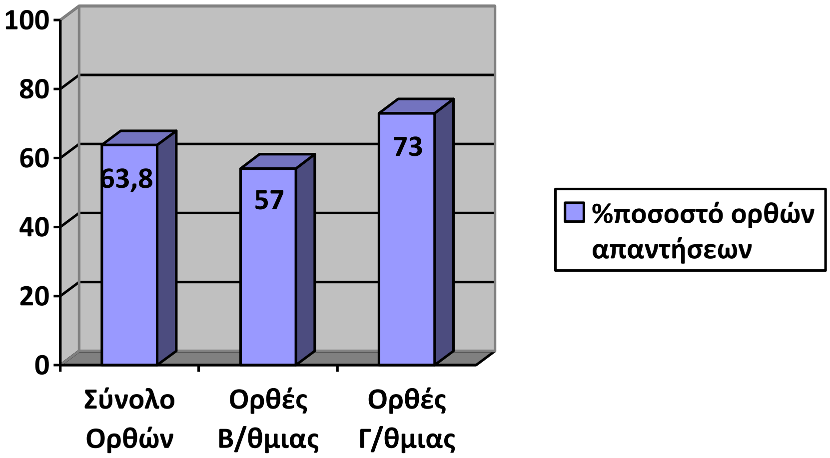
Στο σχήμα 17 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 17: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 7

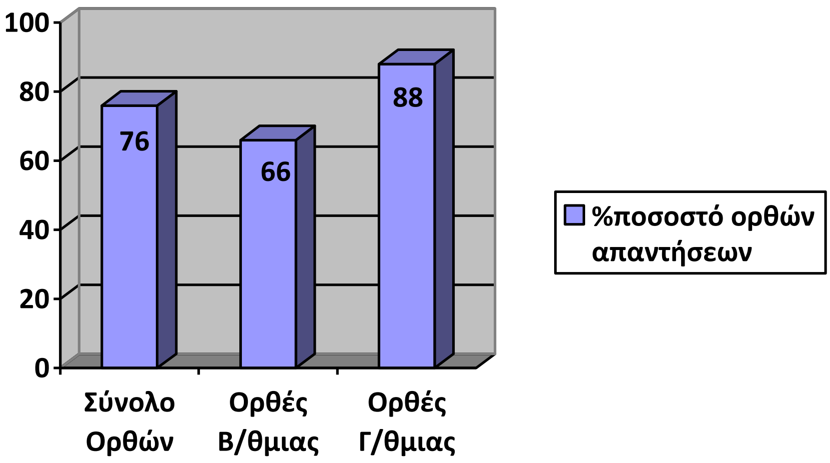
Η ερώτηση 8 (Τα μελλοντικά παιδιά ενός γυμνασμένου ανθρώπου θα κληρονομήσουν τα οφέλη της σωματικής του άσκησης) αντλεί το περιεχόμενό της από τη βιολογία και τη διαμάχη μεταξύ των υποστηρικτών των ιδεών του Λαμάρκ και του Δαρβίνου για τη δυνατότητα κληρονόμησης των επίκτητων χαρακτηριστικών. Η ανάπτυξη των ειδών είναι βασικό ζήτημα της βιολογίας και περιλαμβάνει την έννοια κληρονομικότητας (Van Zee et al. 2012; AAAS 1993, 2009). Η ωφέλεια των παιδιών από την προσαρμογή στον υγιεινό τρόπο ζωής του πατέρα που ασχολείται με τη γυμναστική, προκάλεσαν σύγχυση στην επιλογή της απάντησης στην πρόταση αυτή. Το 63,8% του συνόλου απάντησαν ορθά. Οι απόφοιτοι της τριτοβάθμιας απαντούν σωστά σε ποσοστό 73% ενώ το ποσοστό των ορθών απαντήσεων στη κατηγορία των απόφοιτων δευτεροβάθμιας φθάνει στο 57%. Το ποσοστό των ορθών απαντήσεων που αντιστοιχεί στους ειδικούς στην έρευνα των Stocklmayer & Bryant ανέρχεται στο 89%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των απλών πολιτών σε διεθνείς έρευνες είναι 77%, (Stocklmayer & Bryant, 2012). Ακόμη και σε έρευνες με εκπαιδευτικούς του κλάδου ΠΕ04 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).

Στο σχήμα 18 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 18: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 8

Η ερώτηση 9 (Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους) αντλεί το περιεχόμενό της από τη βιολογία. Οι τηλεοπτικές επιτυχίες των ταινιών τύπου Jurassic park που έφεραν σε επαφή ανθρώπους και δεινόσαυρους αιτιολογούν τη μετριότητα των ποσοστών σε αυτή την πρόταση. Οι ορθές απαντήσεις αντιστοιχούν στο 76% του συνόλου. Το 66% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας και το 88% από τους πτυχιούχους τριτοβάθμιας απαντούν ορθά ενώ παραπλήσιο είναι και το αντίστοιχο ποσοστό των ειδικών στην έρευνα Stocklmayer & Bryant που ανέρχεται στο 89%. Στην έρευνα του Eurobarometer το 2005 το 66% των ευρωπαίων πολιτών απαντούν σωστά, ενώ ακόμη πιο χαμηλό είναι το αντίστοιχο ποσοστό από τις διεθνείς έρευνες που σταματά στο 46% (Stocklmayer & Bryant, 2012).
Στο σχήμα 19 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.

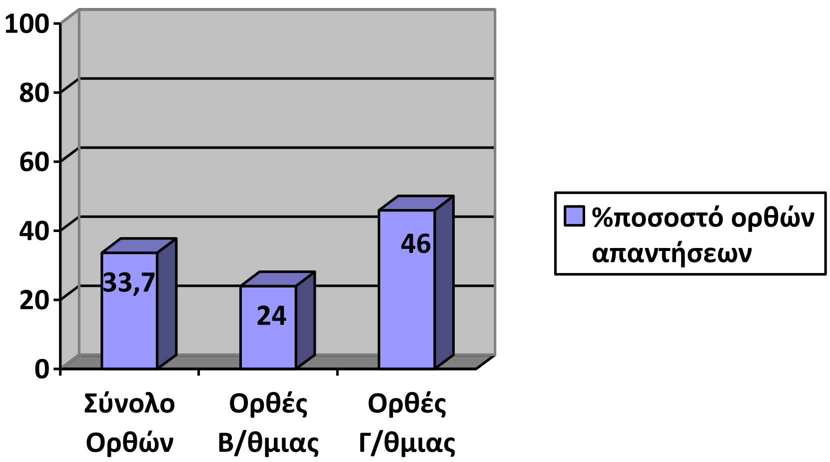


Σχήμα 19: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 9

Η ερώτηση 10 (Η τρύπα του όζοντος είναι η κύρια αιτία για την υπερθέρμανση της γης) αναφέρεται σε δύο σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την τρύπα του όζοντος. Η έκταση των δύο προβλημάτων και η ενασχόληση όχι μόνο της τυπικής εκπαίδευσης αλλά και των μέσων μαζικής ενημέρωσης με αυτά ήταν η αιτία που τη συμπεριλάβαμε στην έρευνα. Το περιεχόμενο της πρότασης είναι διεπιστημονικό και αφορά τη φυσική και τη χημεία. Η συσχέτιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη με την εξασθένιση του στρώματος όζοντος, έχει καταγραφεί στις ιδέες των μαθητών και των μελλοντικών εκπαιδευτικών, (Khalid 2001; Papadimitriou 2004; Kalipsi, et al., 2009; Kisoglu et al. 2010; Hestness et al. 2011) καθώς επίσης και από την πλειοψηφία των εν ενεργεία εκπαιδευτικών (Summers et al. 2000; Michail, et al., 2007). Σε έρευνα των Boyes et al. το 1999 το 90% από τους 1161 έλληνες μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που συμμετείχαν αναγνώρισαν ότι η διάβρωση της οζονόσφαιρας θα επιτρέψει τη διέλευση μεγαλύτερης ποσότητας υπεριώδους ακτινοβολίας από τη φυσιολογική. Σε έρευνα των Koulaidis & Christidou το 1999 το 35% των μαθητών δήλωσαν ότι το στρώμα του όζοντος διατηρεί θερμή την ατμόσφαιρα ή προστατεύει τη γη από την όξινη βροχή. Παραπλήσια είναι τα αποτελέσματα των δύο τελευταίων αναφερόμενων ερευνών με εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αφού οι Michail et al., 2007 σημειώνουν ότι το 52% των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν υποστήριζαν 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.

Στα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας το συνολικό ποσοστό των ορθών απαντήσεων είναι το μικρότερο από όλες τις υπόλοιπες ερωτήσεις και φτάνει στο 33,7%. Τα ποσοστά των πτυχιούχων (46%) και των απλών πολιτών (24%) που μπορούν να διακρίνουν τα δύο φαινόμενα είναι τα χαμηλότερα από όλες τις προτάσεις του ερωτηματολογίου.

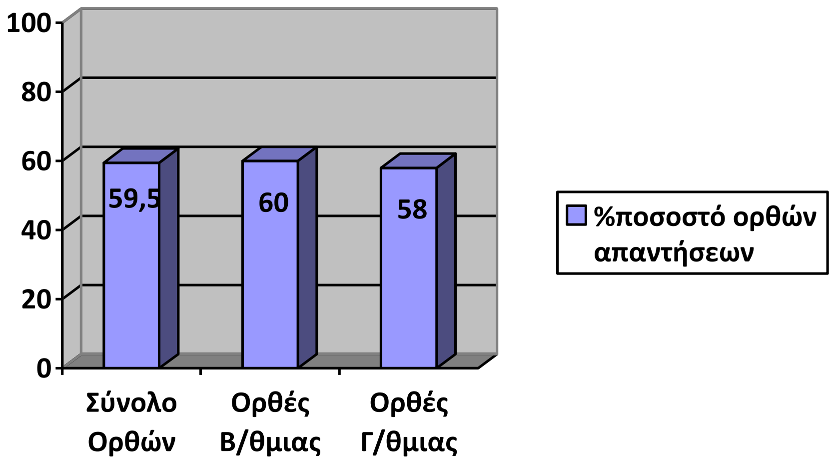
Στο σχήμα 20 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 20: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 10

Το περιεχόμενο της 11 (Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά) αναφέρεται στη βιολογία. Το 59,5% του συνολικού αριθμού των συμμετεχόντων απάντησαν ορθά. Είναι η μοναδική πρόταση στην οποία το ποσοστό των ορθών απαντήσεων από τους αποφοίτους της δευτεροβάθμιας, 60%, είναι υψηλότερο από το αντίστοιχο της τριτοβάθμιας 58%, (ο προσαρμοσμένος λόγος είναι μεγαλύτερος της μονάδας), ενώ το ποσοστό των ορθών της τριτοβάθμιας είναι από τα χαμηλότερα. Υψηλότερο είναι το ποσοστό των ευρωπαίων πολιτών απαντούν ορθά στην έρευνα του Eurobarometer το 2005 που φθάνει το 82%. Στα επίπεδα του 60% περιορίζεται το ποσοστά των ορθών απαντήσεων για τους απλούς πολίτες στην έρευνα των Stocklmayer & Bryant, 2012 ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τους επιστήμονες είναι υψηλότερο και φθάνει το 73%. Όπως σημειώνεται στη τελευταία έρευνα στην ερώτηση αυτή η αβεβαιότητα των επιστημόνων ήταν αυξημένη, λόγω της ύπαρξης εναλλακτικών τρόπων για το σχηματισμό του οξυγόνου.

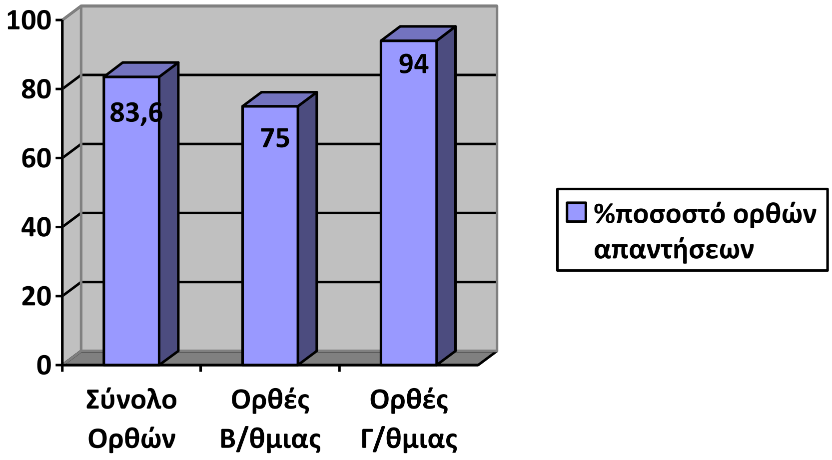
Στο σχήμα 21 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 21: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 11

Η 12 (Στο ήπαρ παράγονται τα ούρα) σχετίζεται με τη βιοχημεία – φυσιολογία. Το ποσοστό των ορθών απαντήσεων φτάνει το 83,6%, και τα επιμέρους ποσοστά των ορθών απαντήσεων είναι υψηλά στους απόφοιτους και των δύο βαθμίδων. Το 94% των πτυχιούχων και το 75% των απλών πολιτών απαντούν σωστά. Τα αντίστοιχα ποσοστά στις διεθνείς έρευνες μειώνονται στο 85% για τους επιστήμονες και 53% για τους απλούς πολίτες (Stocklmayer & Bryant, 2012).

Στο σχήμα 22 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για το σύνολο καθώς και για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας.



Σχήμα 22: Ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 12

4.2.2 Διάκριση των ερωτήσεων επιστημονικού εγγραμματισμού ανάλογα με την απόδοση των συμμετεχόντων

Παρακάτω κατηγοριοποιούμε τις ερωτήσεις ανάλογα με την απόδοση των συμμετεχόντων. Ποσοστά ορθών απαντήσεων 84% και άνω αντιστοιχούν σε άριστη απόδοση, 65% ως 84% πολύ καλή απόδοση, 50% ως 64% καλή, ενώ κάτω από 50% ανεπαρκής.

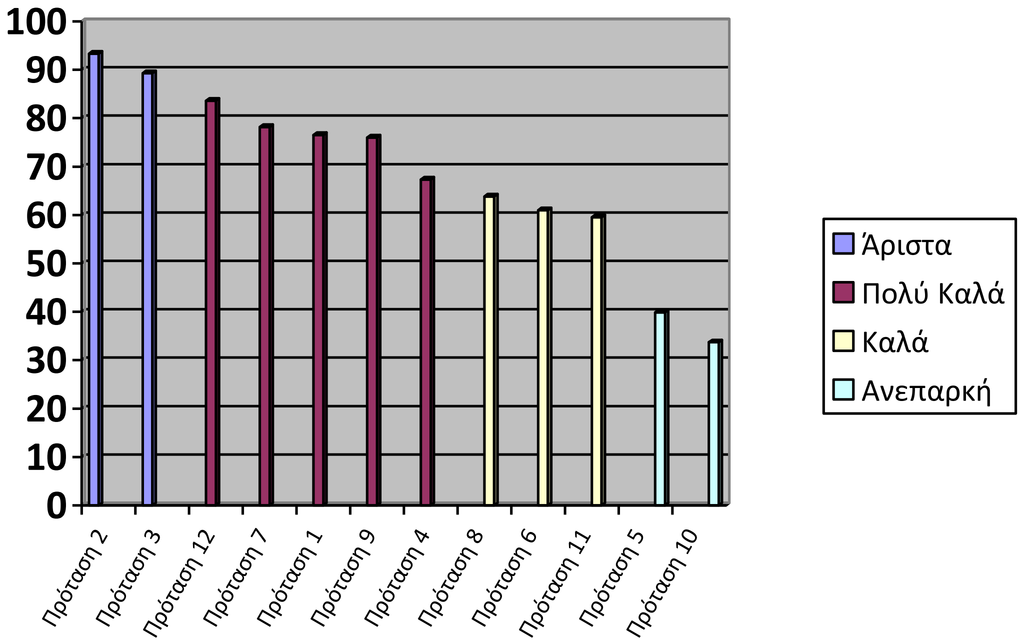
Οι συμμετέχοντες είχαν άριστη απόδοση στις ερωτήσεις 2, και 3. Στη *2: Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος,* που ανήκει στο χώρο της βιολογίας έχουμε την καλύτερη απόδοση στο σύνολο των συμμετεχόντων με το ποσοστό των ορθών απαντήσεων να φθάνει το 93,3% . Η πληροφόρηση της κοινωνίας από τις πηγές της τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης για μεγάλο χρονικό διάστημα δείχνει ότι αποφέρει αποτελέσματα. Η ερώτηση *3: Ο θερμός αέρας ανέρχεται,* από το χώρο της φυσικής γίνεται αποδεκτή αξιωματικά από τους περισσότερους χωρίς να γνωρίζουν την αιτιολόγηση. Το συνολικό ποσοστό των ορθών απαντήσεων είναι 89,3%.

Στην επόμενη ομάδα ανήκουν οι ερωτήσεις που οι συμμετέχοντες σημείωσαν πολύ καλή απόδοση με το ποσοστό των ορθών απαντήσεων να κυμαίνεται από 65% έως 84%. Σε αυτή την ομάδα ανήκουν οι ερωτήσεις 12, 7, 1, 9, και 4. Η *12: Στο ήπαρ παράγονται τα ούρα,* από το χώρο της βιοχημείας αποτελεί ευχάριστη έκπληξη. Οι συμμετέχοντες είχαν καλύτερα αποτελέσματα από τους διεθνείς μέσους όρους. Το 83,6% του συνόλου των συμμετεχόντων απάντησαν ορθά, και το ποσοστό βρίσκεται ελάχιστα χαμηλότερα από το όριο για το χαρακτηρισμό της επίδοσης ως άριστη. Η ερώτηση *7: Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη,* που αποτέλεσε κοσμολογικό πρόβλημα για πολλούς αιώνες στο παρελθόν προσεγγίζεται πολύ καλά από τους συμμετέχοντες. Το ποσοστό των ορθών απαντήσεων είναι 78,2% και βρίσκεται στα ίδια επίπεδα με τα ποσοστά των διεθνών ερευνών για την ίδια ερώτηση. Η ερώτηση *1:Το ραδιενεργό γάλα γίνεται ασφαλές με το βρασμό,* αναφέρεται στο πρόβλημα της ραδιενεργού μόλυνσης και απασχολεί έντονα τους πολίτες της σύγχρονης κοινωνίας. Οι συμμετέχοντες έδειξαν ενημερωμένοι στην πλειοψηφία τους αφού το ποσοστό των ορθών απαντήσεων έφθασε το 76,5% και βρίσκεται στα ίδια επίπεδα με τα ποσοστά των διεθνών ερευνών για την ίδια ερώτηση. Στην *9: Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους,* με θέμα από τη βιολογία το ποσοστό των ορθών απαντήσεων έφθασε στο 76%. Οι πολίτες είχαν καλύτερη επίδοση σε σχέση με τους μέσους όρους που αναφέρονται σε διεθνείς έρευνες. Στην ομάδα με την πολύ καλή προσέγγιση από τους συμμετέχοντες ανήκει και η ερώτηση *4: Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα,* που αντλεί το περιεχόμενό της από τη φυσική. Το ποσοστό των ορθών απαντήσεων βρίσκεται στο 67,3%.

Στις ερωτήσεις 8, 6, και 11 το ποσοστό των ορθών απαντήσεων κυμαίνεται από 50% έως 64% και η επίδοση των συμμετεχόντων χαρακτηρίζεται καλή. Στην ερώτηση *8: Τα μελλοντικά παιδιά ενός γυμνασμένου ανθρώπου θα κληρονομήσουν τα οφέλη της σωματικής του άσκησης,* το 63,8% των ερωτηθέντων απαντούν ορθά ενώ το αντίστοιχο ποσοστό σε διεθνείς έρευνες είναι υψηλότερο και φθάνει το 77%. Στην *6: Όλη η ραδιενέργεια είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας,* το 61% των ερωτηθέντων απαντούν ορθά ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά σε διεθνείς έρευνες παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ τους (από 14% έως 76%). Στην *11: Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά,* το 59,5% των ερωτηθέντων απαντούν ορθά ενώ το αντίστοιχο ποσοστό σε διεθνείς έρευνες βρίσκεται στα ίδια επίπεδα.

Στις ερωτήσεις 5 και 10 τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων των συμμετεχόντων δεν κρίνεται ικανοποιητικό και είναι αντίστοιχα 39,9% και 33,7%. Στην ερώτηση *5: τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια*, το ποσοστό των ορθών απαντήσεων βρίσκεται χαμηλότερα από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο που φθάνει το 46% (Eurobarometer 2005), ενώ τα ποσοστά στις άλλες διεθνείς έρευνες (από 8% έως 56%) παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους. Στη *10: Η τρύπα του όζοντος είναι η κύρια* *αιτία για την υπερθέρμανση της γης,* παρουσιάζεται το πιο χαμηλό ποσοστό ορθών απαντήσεων στο σύνολο αλλά και στις επιμέρους κατηγορίες. Υψηλά είναι και τα ποσοστά των ερευνών με εκπαιδευτικούς που συγχέουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της εξασθένησης του στρώματος του όζοντος στην ανώτερη ατμόσφαιρα καθώς και τις συνέπειες που επιφέρουν, (Summers et al., 2000; Michail, et al., 2007).

Στο διάγραμμα του σχήματος 23 φαίνονται ομαδοποιημένες οι ερωτήσεις ανάλογα με την απόδοση των συμμετεχόντων.



Σχήμα 23: Ομαδοποίηση των ερωτήσεων ανάλογα με την επίδοση

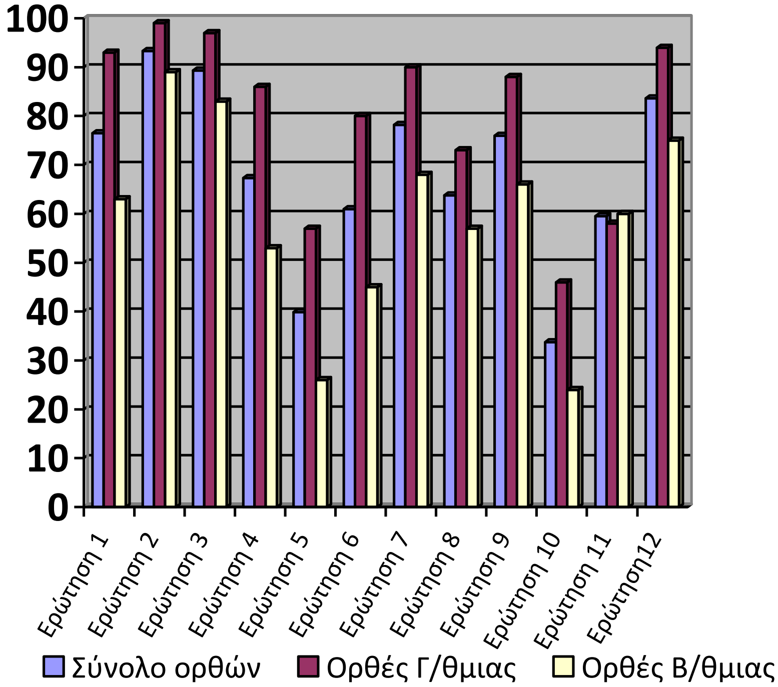
4.2.3 Σχετική απόδοση των απόφοιτων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ως προς τους πτυχιούχους τριτοβάθμιας

Παρακάτω επιχειρείται η σύνδεση του ποσοστού των ορθών απαντήσεων των αποφοίτων δευτεροβάθμιας σε κάθε ερώτηση που αφορά τον επιστημονικό εγγραμματισμό με το ποσοστό ορθών απαντήσεων των πτυχιούχων τριτοβάθμιας στην ίδια ερώτηση. Στον πίνακα 12 φαίνεται για κάθε πρόταση επιστημονικού εγγραμματισμού ο συνολικός αριθμός των ορθών απαντήσεων που δόθηκαν από τους συμμετέχοντες όπως επίσης και ο αριθμός των ορθών ο αριθμός των ορθών απαντήσεων που δόθηκαν από τους απόφοιτους της δευτεροβάθμιας και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (με το % ποσοστό των ορθών απαντήσεων επί του συνόλου της κάθε κατηγορίας), καθώς και ο λόγος των ορθών απαντήσεων για τις δύο κατηγορίες εκπαίδευσης όπως προέκυψε με αναγωγή: *{Προσαρμοσμένος λόγος = [(ορθές δευτεροβάθμιας / ορθές τριτοβάθμιας)*407/505]}.*

Πίνακας 12: Ορθές απαντήσεις σε κάθε ερώτηση και προσαρμοσμένος λόγος των ορθών απαντήσεων για τις δύο κατηγορίες εκπαίδευσης

Ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού	**Σύνολο Ορθών απαντήσεων (%)**	**Ορθές απαντήσεις από δευτεροβάθμια εκπαίδευση (%)**	**Ορθές απαντήσεις τριτοβάθμιας (%)**	**Προσαρμοσμένος λόγος**
1	698 (76,5%)	319 (63%)	379 (93%)	0,68
2	851 (93,3%)	449 (89%)	402 (99%)	0,90
3	814 (89,3%)	419 (83%)	395 (97%)	0,86
4	614 (67,3%)	266 (53%)	348 (86%)	0,62
5	364 (39,9%)	130 (26%)	234 (57%)	0,45
6	556 (61%)	229 (45%)	327 (80%)	0,57
7	713 (78,2%)	344 (68%)	369 (90%)	0,75
8	586 (63,8%)	286 (57%)	296 (73%)	0,78
9	693 (76%)	335 (66%)	358 (88%)	0,76
10	307 (33,7%)	120 (24%)	187 (46%)	0,52
11	543 (59,5%)	305 (60%)	238 (58%)	1,03
12	762 (83,6%)	379 (75%)	383 (94%)	0,80

Στο σχήμα 24 φαίνεται το γράφημα με τα ποσοστά του συνόλου των ορθών απαντήσεων σε κάθε πρόταση του ερωτηματολόγιου που αφορά τον επιστημονικό εγγραμματισμό, καθώς και τα αντίστοιχα ποσοστά των πτυχιούχων και των απόφοιτων δευτεροβάθμιας.

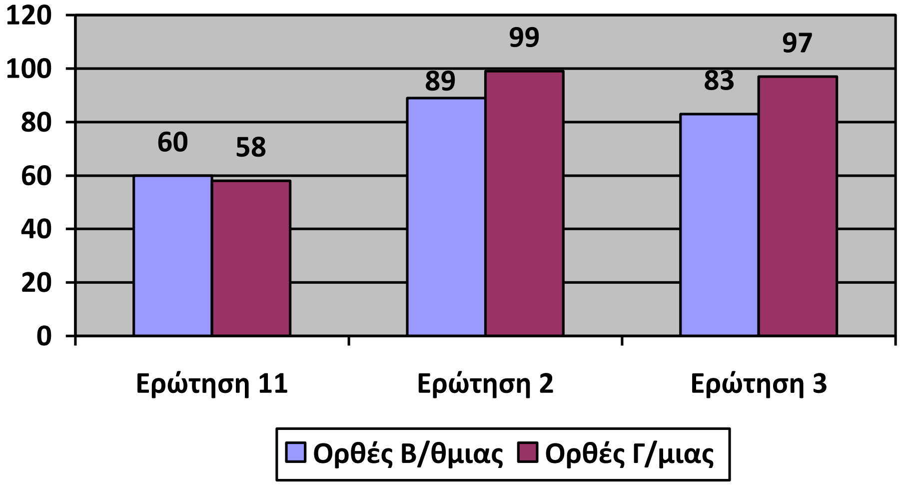


Σχήμα 24: Συγκριτικό διάγραμμα ορθών απαντήσεων για κάθε κατηγορία εκπαίδευσης

Οι απόφοιτοι της δευτεροβάθμιας αποτελούν την πληθυσμιακή βάση της κοινωνίας. Θεωρούμε ότι δεν καταφέρνουν να προσεγγίσουν ένα ζήτημα όταν ο λόγος του ποσοστού τους με αυτό των πτυχιούχων τριτοβάθμιας είναι χαμηλότερος από 0,5. Όταν ο λόγος είναι από 0,5 ως 0,64 η προσέγγιση θεωρείται καλή, από 0,65 ως 0,84 πολύ καλή και από 0,85 και πάνω άριστη. Παρακάτω ομαδοποιούμε τις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού σε σχέση με τη συγκριτική απόδοση των δύο μορφωτικών επιπέδων.

Στις ερωτήσεις 11 (Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά), 2 (Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος) και 3 (Ο θερμός αέρας ανέρχεται) οι επιδόσεις των δύο ομάδων είναι παραπλήσιες και ο λόγος των ορθών απαντήσεων είναι μεγαλύτερος από 0,84. Η πιθανή παρουσία του οξυγόνου σε σύνθετες μορφές πριν την εμφάνιση των φυτών καθώς και η δημιουργία του στην ανώτερη ατμόσφαιρα στις ηλεκτρικές εκκενώσεις αναφέρθηκαν από αρκετούς εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών στη διάρκεια αλληλεπίδρασης μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Όσον αφορά τη 2, η μεγάλη έκταση των συζητήσεων καθώς και των επισημάνσεων στην τυπική εκπαίδευση αλλά και σε άτυπες μορφές εκπαίδευσης έχουν θέσει το ζήτημα του κινδύνου που εγκυμονεί η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία σε όλο το κοινωνικό φάσμα. Η 3 είναι δεκτή από τη μεγάλη πλειοψηφία ως αξίωμα.

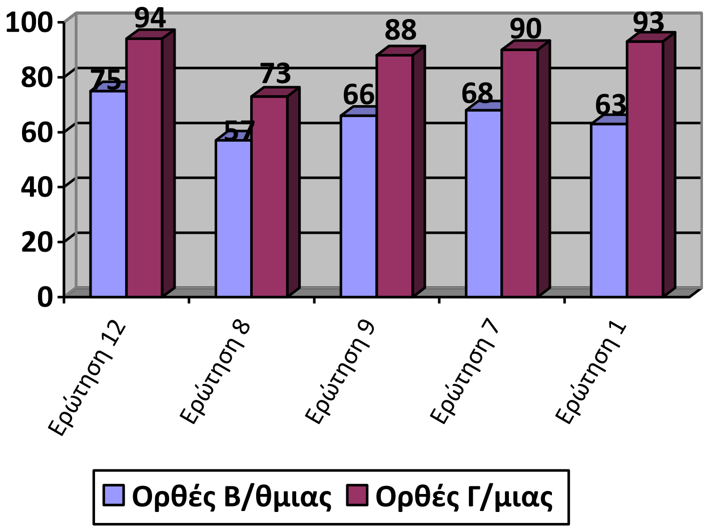
Στο γράφημα του παρακάτω σχήματος 25 φαίνεται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για τις ερωτήσεις 11, 2 και 3 στις οποίες εμφανίζεται ο μεγαλύτερος προσαρμοσμένος λόγος (τιμές μεγαλύτερες από 0,85) ορθών απαντήσεων από απόφοιτους δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις από τους πτυχιούχους.



Σχήμα 25: Ερωτήσεις με την καλύτερη σχετική επίδοση για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας

Οι ερωτήσεις 12 (Στο ήπαρ παράγονται τα ούρα), 8 (Τα μελλοντικά παιδιά ενός γυμνασμένου ανθρώπου θα κληρονομήσουν τα οφέλη της σωματικής του άσκησης), 9 (Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους) και 7 (Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη) και 1 (Το ραδιενεργό γάλα γίνεται ασφαλές με το βρασμό), ανήκουν στη δεύτερη ομάδα όπου ο προσαρμοσμένος λόγος των ορθών απαντήσεων έχει τιμή από 0,65 ως και 0,84.

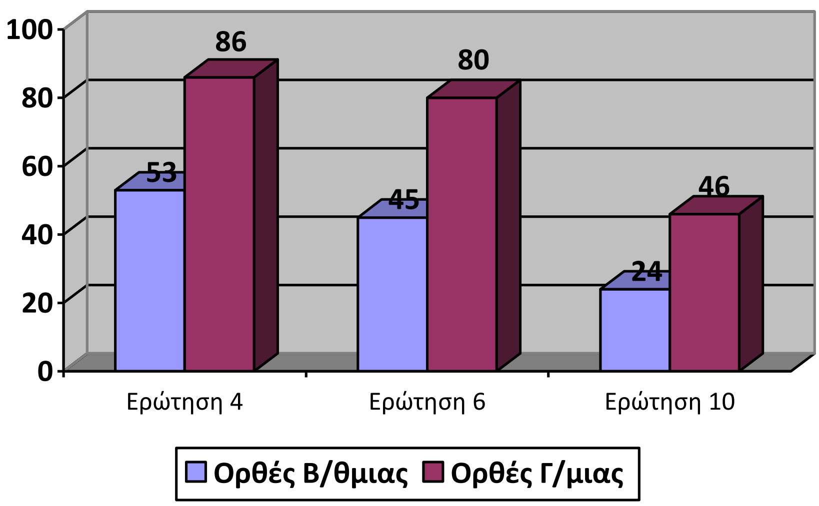
Στο γράφημα του παρακάτω σχήματος 26 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις 12, 8, 9, 7 και 1, στις οποίες ο προσαρμοσμένος λόγος ορθών απαντήσεων από απόφοιτους δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις από τους πτυχιούχους παίρνει τιμές από 0,65 ως 0,84.



Σχήμα 26: Ερωτήσεις με προσαρμοσμένος λόγος ορθών απαντήσεων από 0,65 ως 0,84

Οι προτάσεις 4 (Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα), 6 (Όλη η ραδιενέργεια είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας), 10 (Η τρύπα του όζοντος είναι η κύρια αιτία για την υπερθέρμανση της γης), αποτελούν την ομάδα προτάσεων στις οποίες ο προσαρμοσμένος λόγος των ορθών απαντήσεων από τους απόφοιτους της δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις από τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας παίρνει τιμές από 0,5 ως 0,64.

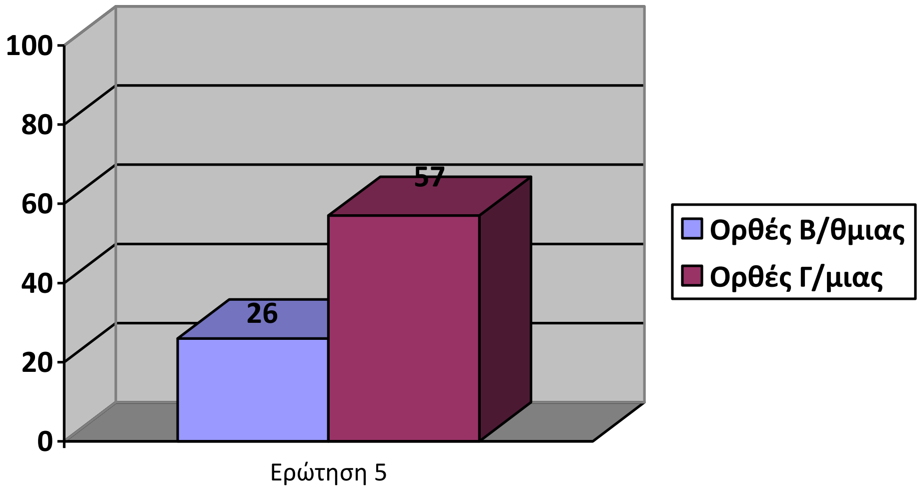
Στο γράφημα του παρακάτω σχήματος 27 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις 4, 6, 10, στις οποίες η προσέγγιση των απόφοιτων δευτεροβάθμιας χαρακτηρίζεται καλή.



Σχήμα 27: Ερωτήσεις με προσαρμοσμένος λόγος ορθών απαντήσεων από 0,5 ως 0,64

Τέλος στην ερώτηση 5 (Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια) η προσπάθεια των αποφοίτων της δευτεροβάθμιας θεωρείται ανεπαρκής. Το % ποσοστό των ορθών απαντήσεων στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας είναι μικρότερο από το μισό του αντίστοιχου ποσοστού των απόφοιτων τριτοβάθμιας, ο προσαρμοσμένος λόγος των ορθών απαντήσεων είναι μικρότερος από 0, 5.

Στο γράφημα του παρακάτω σχήματος 28 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 5, στην οποία η προσέγγιση των απόφοιτων δευτεροβάθμιας χαρακτηρίζεται ανεπαρκής.

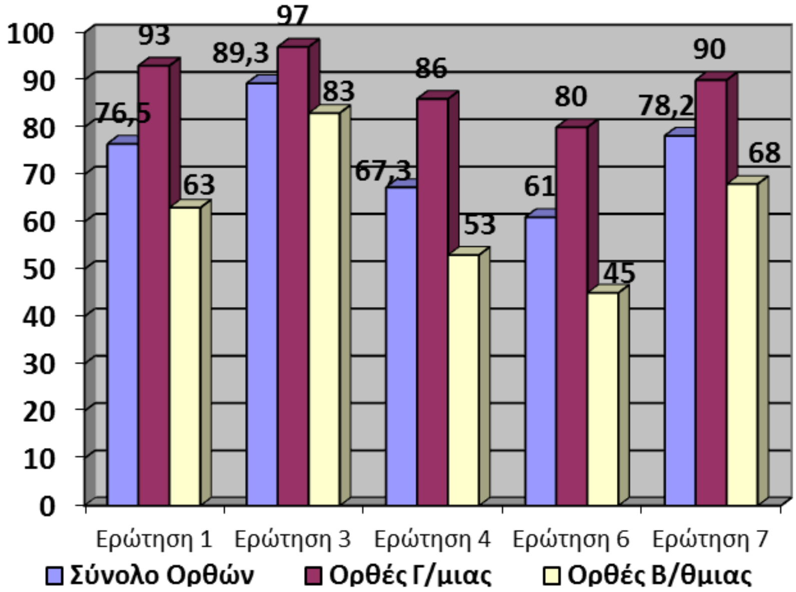


Σχήμα 28: Ερωτήσεις με προσαρμοσμένος λόγος ορθών απαντήσεων μικρότερο από 0,5

4.2.4 Οι ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού ανά επιστημονικό τομέα.

Οι ερωτήσεις 1 (Το ραδιενεργό γάλα γίνεται ασφαλές με το βρασμό), 3 (Ο θερμός αέρας ανέρχεται), 4 (Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα), 6 (Όλη η ραδιενέργεια είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας),7 (Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη) σχετίζονται κυρίως με τη φυσική. Ο μέσος όρος των ποσοστών των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των συμμετεχόντων είναι 74,5% , στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας 89,2%, και στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας 62,4%. Οι παραπάνω τιμές είναι πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες στο ερωτηματολόγιο φυσικής. Ο μέσος όρος των προσαρμοσμένων λόγων των ορθών απαντήσεων των απόφοιτων δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις από τους πτυχιούχους είναι 0,70.

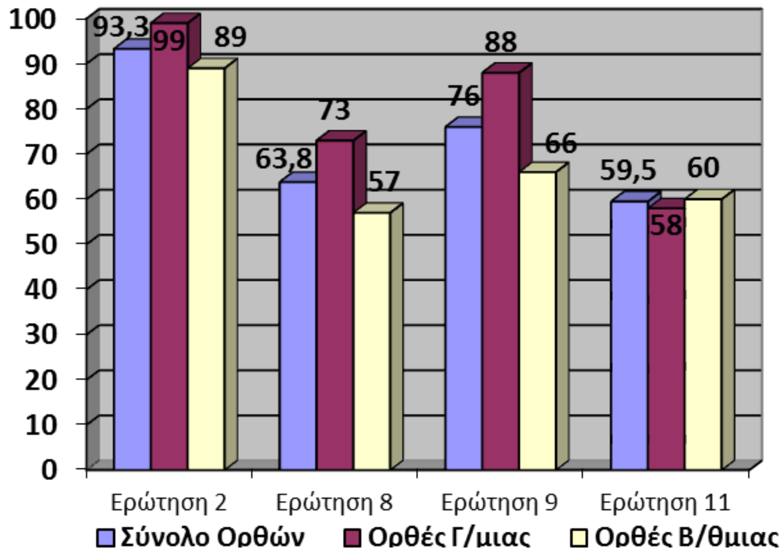
Στο διάγραμμα του σχήματος 29 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των συμμετεχόντων, στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας και στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας σε κάθε ερώτηση του επιστημονικού εγγραμματισμού που αφορά τη φυσική.



Σχήμα 29: Ποσοστά ορθών απαντήσεων σε ερωτήσεις που σχετίζονται κυρίως με τη φυσική

Οι ερωτήσεις 2 (Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος), 8 (Τα μελλοντικά παιδιά ενός γυμνασμένου ανθρώπου θα κληρονομήσουν τα οφέλη της σωματικής του άσκησης), 9 (Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους) και 11 (Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά) σχετίζονται κυρίως με τη βιολογία. Ο μέσος όρος του % ποσοστού των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των συμμετεχόντων είναι 73%, στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας 79%, και στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας 68%. Ο μέσος όρος των προσαρμοσμένων λόγων των ορθών απαντήσεων των απόφοιτων δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις των πτυχιούχων είναι 0,87. Αξιοσημείωτο είναι ότι στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού σε μια μόνο περίπτωση που αφορά την ερώτηση 11 το ποσοστό των ορθών απαντήσεων της κατηγορίας των απόφοιτων δευτεροβάθμιας έχει υψηλότερη τιμή από το αντίστοιχο ποσοστό των πτυχιούχων τριτοβάθμιας.

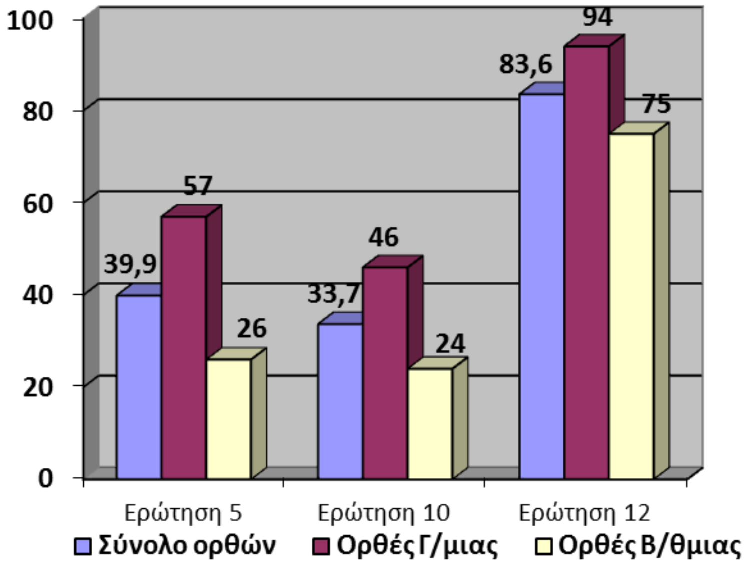
Στο διάγραμμα του σχήματος 30 φαίνονται για κάθε ερώτηση που αφορά τη βιολογία τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των συμμετεχόντων, στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας, και στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας.



Σχήμα 30: Ποσοστά ορθών απαντήσεων σε ερωτήσεις που σχετίζονται κυρίως με τη βιολογία

Οι ερωτήσεις 5 (Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια), 10 (Η τρύπα του όζοντος είναι η κύρια αιτία για την υπερθέρμανση της γης), και 12 (Στο ήπαρ παράγονται τα ούρα), σχετίζονται κυρίως με τη Χημεία – Βιοχημεία. Ο μέσος όρος του % ποσοστού των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των συμμετεχόντων είναι 52,4%, στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας 65,7%, και στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας 41,7%. Οι παραπάνω τιμές είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες των δύο προηγούμενων κατηγοριών. Ο μέσος όρος των προσαρμοσμένων λόγων των ορθών απαντήσεων των απόφοιτων δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις από τους πτυχιούχους είναι 0,59 και έχει τη μικρότερη τιμή σε σχέση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες ερωτήσεων.

Στο διάγραμμα του σχήματος 31 φαίνονται για κάθε ερώτηση που αφορά τη χημεία - βιοχημεία τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των συμμετεχόντων, στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας, και στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας.



Σχήμα 31: Ποσοστά ορθών απαντήσεων σε ερωτήσεις που σχετίζονται κυρίως με τη χημεία-βιοχημεία

Στον πίνακα 13 εμφανίζονται για κάθε κατηγορία ερωτήσεων οι μέσοι όροι των ποσοστών των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των συμμετεχόντων και για κάθε κατηγορία εκπαίδευσης χωριστά καθώς και ο μέσος όρος των προσαρμοσμένων λόγων των ορθών απαντήσεων των απόφοιτων δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις από τους πτυχιούχους τριτοβάθμιας.

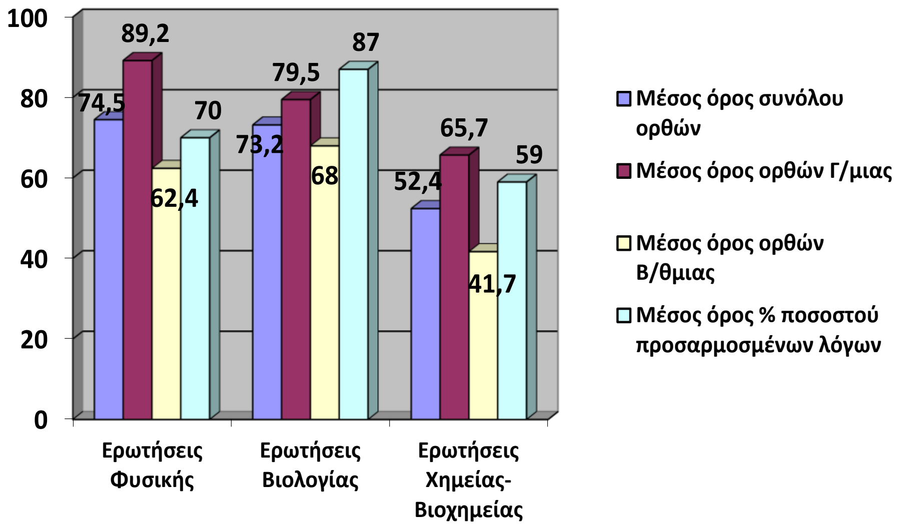
Πίνακας 13: Μέσοι όροι των ποσοστών ορθών απαντήσεων σε κάθε ομάδα ερωτήσεων ανάλογα με το περιεχόμενο για κάθε κατηγορία εκπαίδευσης

Ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού	**Μέσος Όρος ποσοστών στο σύνολο**	**Μέσος Όρος ποσοστών δευτεροβάθμιας**	**Μέσος Όρος ποσοστών τριτοβάθμιας**	**Μέσος Όρος προσαρμοσμένων λόγων**
Ερωτήσεις που σχετίζονται κυρίως με τη φυσική	74,5%	62,4%	89,2%	0,70
Ερωτήσεις που σχετίζονται κυρίως με τη βιολογία	73,2%	68%	79,5%	0,87
Ερωτήσεις που σχετίζονται με τη χημεία-βιοχημεία	52,4%	41,7%	65,7%	0,59

Στις ερωτήσεις που σχετίζονται κυρίως με τη Φυσική προκύπτει η μεγαλύτερη τιμή του ποσοστού ορθών απαντήσεων στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας καθώς και η μεγαλύτερη τιμή του ποσοστού ορθών απαντήσεων στο σύνολο. Στις ερωτήσεις που σχετίζονται κυρίως με τη βιολογία παρατηρούμε τον υψηλότερο προσαρμοσμένο λόγο και ταυτόχρονα τον υψηλότερο μέσο όρο των % ποσοστών των ορθών απαντήσεων στη δευτεροβάθμια γεγονός που αναδεικνύει τη μικρότερη διαφοροποίηση της απόδοσης των απόφοιτων της δευτεροβάθμιας σε σχέση με τους πτυχιούχους σε αυτή την κατηγορία ερωτήσεων.

Οι μικρότεροι δείκτες εμφανίζονται στις ερωτήσεις που σχετίζονται κυρίως με τη χημεία – βιοχημεία. Το αντικείμενο αυτών αποδείχθηκε λιγότερο προσιτό στους συμμετέχοντες. Οι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εμφανίζουν στην εν λόγω κατηγορία τη μεγαλύτερη απόκλιση από τους πτυχιούχους με τους τελευταίους να έχουν τη μικρότερη απόδοση από όλες τις επιμέρους κατηγορίες ερωτήσεων.

Στο σχήμα 32 φαίνονται οι μέσοι όροι σε κάθε επιστημονικό τομέα.



Σχήμα 32: Μέσοι όροι των ποσοστών ορθών απαντήσεων σε κάθε ομάδα ερωτήσεων ανάλογα με το περιεχόμενο για κάθε κατηγορία εκπαίδευσης

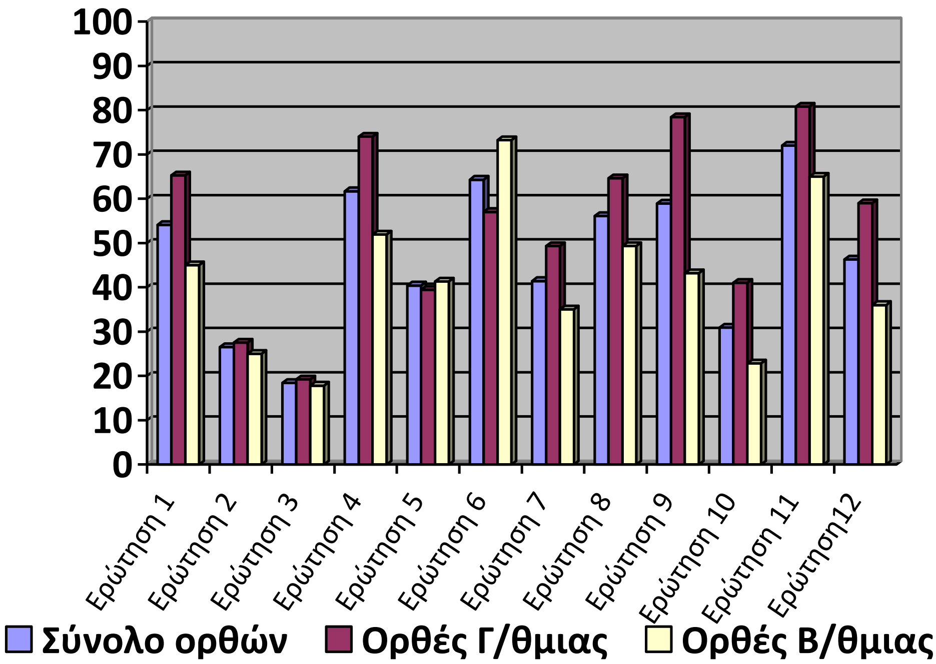
4.2.5 Προσέγγιση ερωτήσεων - απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο φυσικής.

Στον παρακάτω πίνακα 14 φαίνεται για κάθε ερώτηση που αναφέρεται στη φυσική ο συνολικός αριθμός των ορθών απαντήσεων που δόθηκαν από τους συμμετέχοντες όπως επίσης και ο αριθμός των ορθών απαντήσεων από τους απόφοιτους της δευτεροβάθμιας και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (με το % ποσοστό των ορθών απαντήσεων επί του συνόλου της κάθε κατηγορίας), καθώς και ο λόγος των ορθών απαντήσεων όπως προέκυψε με αναγωγή: {Προσαρμοσμένος λόγος = [(ορθές δευτεροβάθμιας / ορθές τριτοβάθμιας)*407/505]}.

Πίνακας 14: Ορθές απαντήσεις σε κάθε ερώτηση και προσαρμοσμένος λόγος των ορθών απαντήσεων για τις δύο κατηγορίες εκπαίδευσης

Ερωτήσεις φυσικής	**Σύνολο Ορθών απαντήσεων (%)**	**Ορθές απαντήσεις δευτεροβάθμιας (%)**	**Ορθές απαντήσεις τριτοβάθμιας (%)**	**Προσαρμοσμένος λόγος**
1	493 (54,1%)	227 (45%)	266 (65,3%)	0,69
2	238 (26,5%)	126 (25%)	112 (27,5%)	0,91
3	168 (18,4%)	90 (17,8%)	78 (19,2%)	0,93
4	563 (61,7%)	262 (51,9%)	301 (74%)	0,70
5	368 (40,4%)	200 (39,4%)	168 (41,3%)	0,96
6	586 (64,3%)	288 (57%)	298 (73,2%)	0,78
7	378 (41,4)	177 (35%)	201 (49,3%)	0,71
8	512 (56,1%)	249 (49,3%)	263 (64, 6%)	0,77
9	537 (58,9%)	218 (43,2%)	319 (78, 4%)	0,55
10	282 (30,9%)	115 (22,8%)	167 (41%)	0,56
11	657 (72%)	328 (65%)	329 (80,8%)	0,81
12	422 (46,3%)	182 (36%)	240 (59%)	0,61

Στον παρακάτω γράφημα του σχήματος 33 φαίνεται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων σε κάθε ερώτηση στο ερωτηματολόγιο φυσικής, καθώς και τα αντίστοιχα ποσοστά των πτυχιούχων και των απόφοιτων δευτεροβάθμιας.

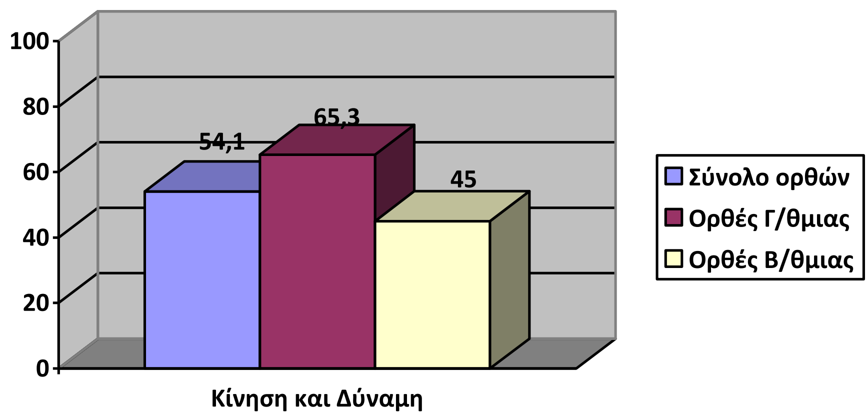


Σχήμα 33: Ορθές απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο φυσικής

Όλες οι ερωτήσεις είναι της μορφής Σωστού – Λάθους. Οι πρώτες οχτώ από τις δώδεκα συνολικά ερωτήσεις της φυσικής σχετίζονται με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ σωμάτων. Στην αλληλεπίδραση και τη κίνηση στηρίζονται πολλές εφαρμογές της καθημερινότητας και γι' αυτό αποτελούν ιδιαίτερο τμήμα στις αναφορές της Αμερικανικής Ένωσης για την Προαγωγή της Επιστήμης (AAAS, 1993, 2009). Οι επόμενες δύο ερωτήσεις σχετίζονται με τις έννοιες της μάζας και του βάρους που διαχειριζόμαστε κατά κόρον στη καθημερινή ζωή χωρίς να γίνεται όμως μεταξύ τους διάκριση και ορθή εννοιολογική προσέγγιση. Οι δύο τελευταίες ερωτήσεις αναφέρονται στην ενέργεια που αποτελεί πολυδιάστατο καθημερινό αντικείμενο ενασχόλησης είτε σχετικά με την ενέργεια στη βάση των οργανικών μετατροπών (διατροφή και άσκηση) αλλά και ως οικονομικός παράγοντας.

Η ερώτηση 1: (Ένα παιδί πετάει μια πέτρα κατακόρυφα προς τα πάνω. Σε όλη τη διάρκεια της κίνησης της πέτρας ασκείται σε αυτή μια δύναμη κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω.), αναφέρεται στη σχέση της κίνησης με τη δύναμη. Το 54,1% των ερωτηθέντων απάντησαν ορθά. Σε αυτούς περιλαμβάνεται το 65,3% των πτυχιούχων και το 45% των αποφοίτων της δευτεροβάθμιας. Διαχρονικά σε όλες τις διεθνείς έρευνες με σπουδαστές αποτυπώνεται ως απαραίτητη προϋπόθεση για την κίνηση η παρουσία μιας δύναμης προς την ίδια κατεύθυνση. Στην έρευνα του Clement το 1982 το 75% των φοιτητών τοποθετούσε μια δύναμη στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση, γεγονός που τον αναγκάζει να αναφέρει χαρακτηριστικά «motion implies force». Ο Van Heuvellen 1991α, σε έρευνα με φοιτητές πανεπιστημιακών τμημάτων τεχνολογικής κατεύθυνσης μετά τη διδασκαλία της μηχανικής σημειώνει ότι 60% των φοιτητών τοποθετούν την ιδέα της κεκτημένης δύναμης προς τη κατεύθυνση της κίνησης. Η ανάγκη για την ύπαρξη δύναμης προς την κατεύθυνση της κίνησης ακόμη και όταν ο εξωτερικός παράγοντας πάψει να ενεργεί οδηγεί τους σπουδαστές στην αποδοχή της ιδέας της κεκτημένης δύναμης, impetus, (Knight, 2006).

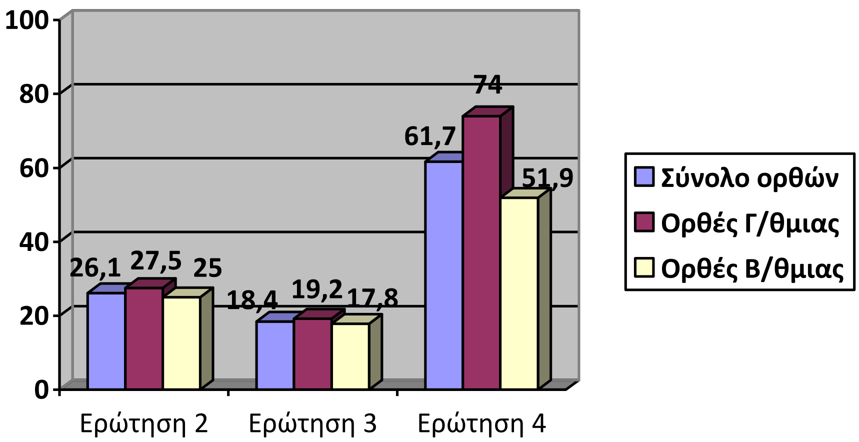
Στο γράφημα του παρακάτω σχήματος 34 φαίνεται το % ποσοστό του συνόλου των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 1 που αναφέρεται στη σύνδεση της κίνησης με τη δύναμη καθώς και τα αντίστοιχα ποσοστά των πτυχιούχων και των απόφοιτων δευτεροβάθμιας.



Σχήμα 34: Ποσοστά ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 1

Οι ερωτήσεις 2: (Όταν ένα φορτηγό σπρώχνει και αρχίζει να κινεί ένα μικρό ακινητοποιημένο αυτοκίνητο κάθε όχημα ασκεί μια δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη), 3: (Μπορούμε να περπατάμε διότι μας σπρώχνει το έδαφος προς τα εμπρός) και 4: (Χτυπώ το χέρι μου στο τραπέζι και πονάω διότι το τραπέζι άσκησε δύναμη σε μένα) αναφέρονται στο νόμο Δράσης – Αντίδρασης (Τρίτος νόμος του Newton). Η επίδραση της αρχής της κυριαρχίας (το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα ασκεί τη μεγαλύτερη δύναμη), και η αντίληψη ότι τα άψυχα σώματα δεν ασκούν δυνάμεις είναι έκδηλη στα στοιχεία από τις έρευνες. Στην ερώτηση 2 οι περισσότεροι απαντούν σύμφωνα με την αρχή της κυριαρχίας και μόνο το 26,1% του δείγματος απαντούν ορθά. Σε αυτούς ανήκει το 27,5% των πτυχιούχων και το 25% των αποφοίτων της δευτεροβάθμιας. Σε έρευνα των Καράογλου κ.α., το 2011 αναφέρεται ότι απαντούν ορθά στις ερωτήσεις που αναφέρονται στον τρίτο νόμο του Newton το 34% των μαθητών της Α΄ Λυκείου, το 37% των πρωτοετών φοιτητών φυσικού τμήματος και το 35% των πρωτοετών φοιτητών παιδαγωγικού τμήματος. Ταυτόχρονα στην ίδια έρευνα περισσότεροι από τους μισούς από τους μαθητές της Α΄ τάξης Γενικού Λυκείου αλλά και παραπλήσιο ποσοστό φοιτητών του φυσικού και του παιδαγωγικού τμήματος συντάσσονται με την αρχή της κυριαρχίας. Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα πλήθους διεθνών ερευνών, ο Hestenes το 1998 χαρακτηριστικά σημειώνει ότι το 80% των φοιτητών πανεπιστημίου που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν σε θέση να διατυπώσουν τον $3^{ο}$ νόμο του Newton, αλλά μόνο το 15% από αυτούς είχαν μια πραγματική κατανόηση του νόμου. Στις ερωτήσεις 3 και 4 τίθεται και ο παράγοντας έμψυχο και άψυχο σώμα. Οι απαντήσεις και στις δύο δίνονται από τη πλειοψηφία των ερωτηθέντων με βάση τη βιωματική τους εμπειρία και όχι τον τρίτο νόμο. Τα άψυχα, όπως το τραπέζι, μπορεί να προκαλέσουν πόνο κατά την πρόσκρουση του χεριού μας (βιωματικά αποδεδειγμένο) όχι όμως και κίνηση, όπως στη διαδικασία του βαδίσματος. Η πολυσύνθετη διαδικασία του βαδίσματος που αποδίδεται στις προσωπικές μυϊκές ικανότητες τους προσφέρει εναλλακτικές αιτιάσεις για το φαινόμενο και η αποδοχή της ώθησης από το άψυχο έδαφος σαν αιτία του βαδίσματος είναι μικρή, σε αντίθεση με την απλή διαδικασία της κρούσης του χεριού στο τραπέζι όπου αισθάνονται τις συνέπιες από το χτύπημα. Στην ερώτηση 3 εμφανίζονται τα μικρότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων στο σύνολο του πληθυσμού αλλά και σε κάθε κατηγορία χωριστά. Δεν μπορούν να δεχτούν ότι η αντίδραση του άψυχου εδάφους είναι αυτή που μας ωθεί στη διαδικασία του βαδίσματος και μόνο το 18,4% του συνόλου απαντούν ορθά. Σε αυτούς περιλαμβάνεται το 19,2% των πτυχιούχων και το 17,8% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας. Σε έρευνα των Κώτση & Στύλου το 2009, η διατύπωση της ερώτησης είναι διαφοροποιημένη και διερευνά την αντίδραση της δύναμης που ασκεί ένας άνθρωπος στο δάπεδο, «*Ένας άνθρωπος ασκεί μια δύναμη στο δάπεδο. Η αντίδραση αυτής της δύναμης είναι: Α. η δύναμη από τη Γη στον άνθρωπο, Β) η δύναμη από τον άνθρωπο στη Γη, Γ) η αδράνεια του ανθρώπου, Δ) η δύναμη από το δάπεδο στον άνθρωπο*». Σε αυτή την περίπτωση που δεν αναφέρεται στο αποτέλεσμα της δύναμης από το άψυχο δάπεδο στον άνθρωπο τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων πρωτοετών και των δευτεροετών φοιτητών του φυσικού τμήματος είναι πολύ υψηλότερα και φθάνουν το 68% και 78% αντίστοιχα. Στην έρευνα του Κώτση, 2011 όπου τίθεται η ερώτηση με στόχευση μόνο την κατεύθυνση της επίδρασης του ανθρώπου προς το έδαφος (Όταν περπατάμε σπρώχνουμε το έδαφος : α) προς τα εμπρός β) προς τα πίσω) τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων από μαθητές Λυκείου, φοιτητές και εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας ήταν ακόμη υψηλότερα και ξεπερνούσαν το 97%. Στην ερώτηση 4 σε αντίθεση με την προηγούμενη ερώτηση το 61,7% του συνολικού αριθμού δέχονται ότι το τραπέζι μου ασκεί δύναμη όταν χτυπώ το χέρι μου σε αυτό και απαντούν ορθά. Οι πτυχιούχοι σε ποσοστό 74% και οι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας σε ποσοστό 51,9% απαντούν ορθά. Στην έρευνα του Κώτση, 2011 με μαθητές όλων των ηλικιών, φοιτητές του παιδαγωγικού τμήματος δημοτικής εκπαίδευσης του πανεπιστημίου Ιωαννίνων και εκπαιδευτικούς, αναφέρονται λίγο υψηλότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων για τους φοιτητές και τους εκπαιδευτικούς που κυμαίνονται από 76% ως 80% αντίστοιχα, ενώ το ποσοστό των ορθών απαντήσεων των μαθητών Λυκείου είναι πολύ υψηλότερο από το αντίστοιχο των πολιτών που είναι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και φθάνει το 72,7%.

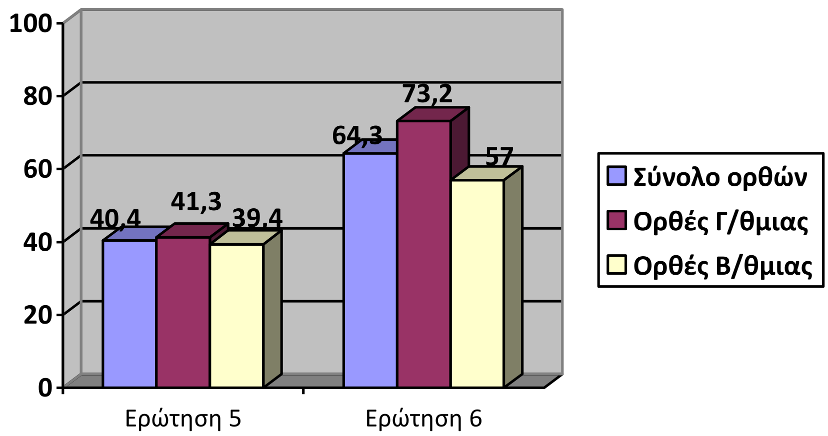
Στο γράφημα του παρακάτω σχήματος 35 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις 2, 3, και 4 που αναφέρονται στο νόμο δράσης αντίδρασης καθώς και τα αντίστοιχα ποσοστά των πτυχιούχων και των απόφοιτων δευτεροβάθμιας.



Σχήμα 35: Ποσοστά ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αναφέρονται στο νόμο Δράσης-Αντίδρασης

Οι ερωτήσεις 5: (Ένα αεροπλάνο πετάει ευθύγραμμα και οριζόντια με σταθερή ταχύτητα. Η τιμή της οριζόντιας δύναμης του κινητήρα, που το σπρώχνει προς τα εμπρός, είναι ίση με την αντίσταση του αέρα που δρα προς την αντίθετη κατεύθυνση) και 6: (Δεν χρειάζεται να σπρώχνω ένα έλκηθρο για να συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα, σε οριζόντια επίπεδη επιφάνεια παγωμένης λίμνης χωρίς τριβές και αντιστάσεις) αναφέρονται στο νόμο της αδράνειας (πρώτος νόμος του Newton). Στην ερώτηση 5 το 40,4% του συνόλου απάντησαν με βάση τον πρώτο νόμο του Newton. Σε αυτούς ανήκει το 41,3% των πτυχιούχων και το 39,4% των αποφοίτων της δευτεροβάθμιας. Σε αυτή την ερώτηση εμφανίζεται ο μεγαλύτερος προσαρμοσμένος λόγος ορθών απαντήσεων από απόφοιτους δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις από τους πτυχιούχους, που υποδηλώνει τη μικρότερη δυνατή υπεροχή των πτυχιούχων. Στην ερώτηση 6 το ποσοστό των ορθών απαντήσεων αυξάνεται και φθάνει στο 64,3% του συνόλου. Σε αυτούς περιλαμβάνεται το 73,2% των πτυχιούχων και το 57% των αποφοίτων της δευτεροβάθμιας. Η διαφοροποίηση εντοπίζεται στην εκφώνηση της 6 όπου υπάρχουν τα περιθώρια την ύπαρξη της κεκτημένης δύναμης ενώ στην 5 οι δυνάμεις είναι ορισμένες. Οι μέσοι όροι των ποσοστών των ορθών απαντήσεων των ενηλίκων πολιτών στις δύο ερωτήσεις που αναφέρονται στον πρώτο νόμο του Newton είναι 57,25% για τους πτυχιούχους και 48,2% για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Σε έρευνα των Καράογλου, κ.α., το 2011 ένας στους τέσσερεις μαθητές της Α΄ Λυκείου απάντησε σωστά κατά μέσω όρο σε ερωτήσεις που αναφέρονταν στον πρώτο νόμο του Newton, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά για τους πρωτοετείς φοιτητές του φυσικού και του παιδαγωγικού ήταν 43% και 34% αντίστοιχα. Στατιστικά σημαντική ήταν η διαφορά μεταξύ των ορθών απαντήσεων των μαθητών και των φοιτητών φυσικού, ενώ στις άλλες περιπτώσεις εμφανίστηκε τυχαία διακύμανση. Σε αντίστοιχη έρευνα των Κώτση & Στύλου το 2009, με πρωτοετείς και δευτεροετείς φοιτητές του φυσικού τμήματος τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων είναι λίγο υψηλότερα και φθάνουν το 49,3% , και 58% αντίστοιχα. Οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων των ενηλίκων πολιτών βρίσκονται μεταξύ των δύο ερευνών. Η Αριστοτελική αντίληψη που προϋποθέτει μια σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης επηρεάζει σαφώς τις απαντήσεις στις παραπάνω ερωτήσεις. Σε διεθνείς έρευνες αναφέρονται υψηλά ποσοστά φοιτητών, που προσεγγίζουν το 60%, που υποστηρίζουν την επίδραση μιας δύναμης προς την κατεύθυνση της κίνησης, (Van Heuvelen, 1991; Driver, 2000). Ακόμη και οι φοιτητές των φυσικών τμημάτων θεωρούν απαραίτητη μια δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης σε ποσοστό που μεταβάλλεται ανάλογα με την εκφώνηση της ερώτησης και φθάνει το 40% στους πρωτοετείς, (Κώτσης & Στύλος. 2009), ενώ σε άλλες έρευνες υπερβαίνει το 45% κατά μέσο όρο (Καράογλου κ.α., 2011). Στους πρωτοετείς φοιτητές των παιδαγωγικών τμημάτων το αντίστοιχο ποσοστό φθάνει το 53% κατά μέσο όρο, (Καράογλου κ.α., 2011).

Στο γράφημα του παρακάτω σχήματος 36 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις 5 και 6 που αναφέρονται στο νόμο της αδράνειας καθώς και τα αντίστοιχα ποσοστά των πτυχιούχων τριτοβάθμιας και των απόφοιτων δευτεροβάθμιας.

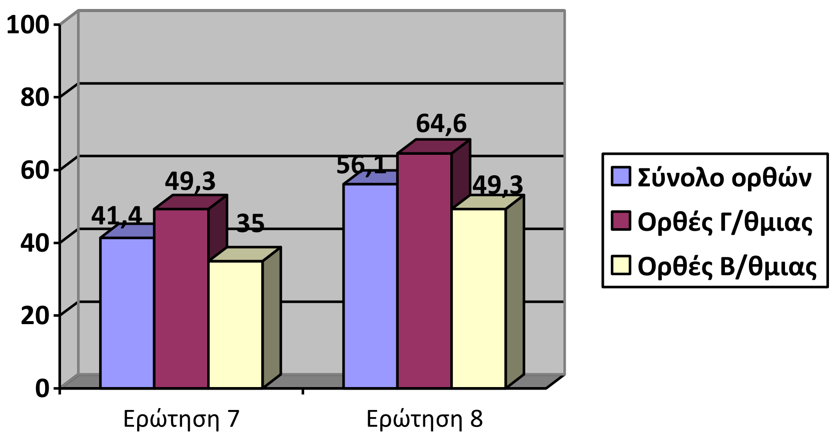


Σχήμα 36: Ποσοστά ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αναφέρονται στο νόμο αδράνειας

Οι δύο επόμενες ερωτήσεις 7: (Αν σπρώχνουμε ένα έλκηθρο σε οριζόντια επίπεδη επιφάνεια παγωμένης λίμνης χωρίς τριβές και αντιστάσεις με σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση που κινείται, θα αποκτήσει σταθερή ταχύτητα μεγαλύτερη από την αρχική) και 8: (Αν σπρώχνουμε ένα έλκηθρο σε οριζόντια επίπεδη επιφάνεια παγωμένης λίμνης χωρίς τριβές και αντιστάσεις με σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση που κινείται, η ταχύτητά του θα αυξάνεται συνεχώς με σταθερό ρυθμό) αναφέρονται στο δεύτερο νόμο του Newton. Στην ερώτηση 7 περιγράφεται ουσιαστικά η εναλλακτική ιδέα της αναλογίας της ταχύτητας με τη δύναμη, και το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων τη στηρίζουν. Το ποσοστό των ορθών απαντήσεων είναι 41,4%, σε αυτούς ανήκουν το 49,3% των πτυχιούχων και το 35% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας. Στην 8 το ποσοστό των ορθών είναι αυξημένο, 56,1% απαντούν ορθά, διότι η διατύπωση της δεν έρχεται άμεσα σε αντίθεση με την εναλλακτική ιδέα της αναλογίας της ταχύτητας με τη δύναμη. Σε αυτούς βρίσκεται το 64,6% των πτυχιούχων και το 49,3% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας. Ο

Thornton, 1997 επισημαίνει ότι η περιγραφόμενη από το πρόβλημα κατάσταση είναι δυνατό μερικές φορές να αλλάξει τη δύναμη που απαιτείται για τη συγκεκριμένη κίνηση. Ο μέσος όρος των ποσοστών των ορθών απαντήσεων των ενήλικων πολιτών στις δύο ερωτήσεις που αναφέρονται στον δεύτερο νόμο του Newton είναι παραπλήσιος με αυτόν που σημείωσαν οι πτυχιούχοι στον πρώτο νόμο και προσεγγίζει το 57% ενώ είναι χαμηλότερος σε σχέση με τον πρώτο νόμο για τους απόφοιτους της δευτεροβάθμιας που περιορίζεται στο 42,2% . Τα αποτελέσματα συμβαδίζουν με τα συμπεράσματα των ερευνών των Champagne et al., 1980, Viennot, 1979, και Thornton, 1997 όσον αφορά τις αντιλήψεις των σπουδαστών σύμφωνα με τα οποία: Η ταχύτητα του σώματος θεωρείται ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται σε αυτό, επομένως τα σώματα κινούνται με σταθερή ταχύτητα όταν δέχονται την επίδραση σταθερής δύναμης και τα σώματα επιταχύνονται μόνο με την επίδραση δυνάμεων αυξανόμενου μέτρου. Μεγάλο είναι το ποσοστό των φοιτητών σε διεθνείς έρευνες που συγχέουν τις έννοιες επιτάχυνση και ταχύτητα το οποίο ακόμη και μετά από τη διδασκαλία παραδοσιακού τύπου στο μάθημα της Εισαγωγικής Φυσικής με χρήση διαφορικού λογισμού φθάνει το 60%, (McDermott, 1984 ; Halloun & Hestenes, 1985 ; Thornton & Sokoloff 1990). Σε έρευνα των Καράογλου, κ.α., το 2011 το 27% των μαθητών της Α΄ Λυκείου απάντησε σωστά κατά μέσω όρο σε ερωτήσεις που αναφέρονταν στο δεύτερο νόμο του Newton, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά για τους πρωτοετείς φοιτητές του φυσικού και του παιδαγωγικού ήταν 27% και 22% αντίστοιχα, χωρίς να εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ζευγών.

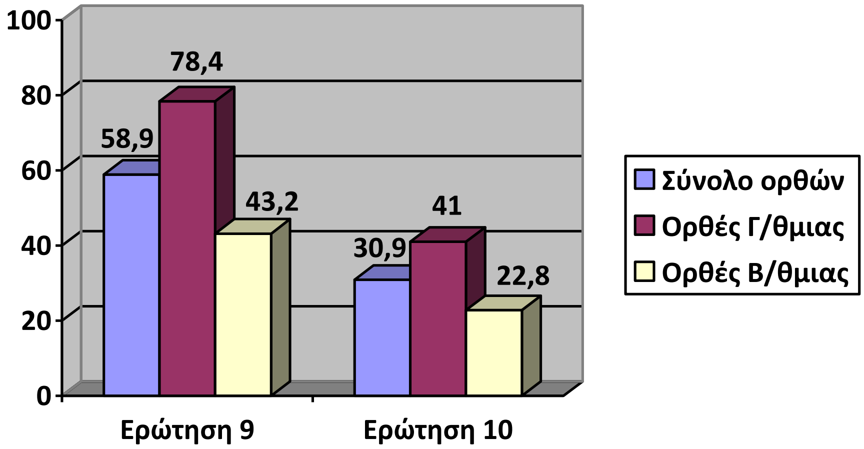
Στο γράφημα του παρακάτω σχήματος 37 φαίνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις 7 και 8 που αναφέρονται στο δεύτερο νόμο του Newton καθώς και τα αντίστοιχα ποσοστά των πτυχιούχων και των απόφοιτων δευτεροβάθμιας.



Σχήμα 37: Ποσοστά ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αναφέρονται στο $2^{ο}$ νόμο Newton

Οι ερωτήσεις 9: (Το βάρος ενός σώματος είναι η μάζα του σώματος) και 10: (Όταν είσαι μέσα στη θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα στο νερό, το βάρος της πέτρας παραμένει το ίδιο) σχετίζονται με τις έννοιες του βάρους και της μάζας οι οποίες χρησιμοποιούνται πολύ συχνά και αδιάκριτα στην καθημερινότητα. Στις δύο ερωτήσεις εμφανίζεται ο μικρότερος προσαρμοσμένος λόγος ορθών απαντήσεων από απόφοιτους δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις από τους πτυχιούχους, που υποδηλώνει τη μεγαλύτερη δυνατή υπεροχή των πτυχιούχων. Στην 9 διερευνάται άμεσα η δυνατότητα διάκρισης των εννοιών μάζας και βάρους. Το 58,9% του συνόλου απαντούν ορθά. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται το 78,4% των πτυχιούχων και το 43,2% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας. Το μικρό ποσοστό ορθών απαντήσεων από τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας αντικατοπτρίζει την ταύτιση των εννοιών της μάζας και του βάρους σε πολλές καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Παραπλήσια αποτελέσματα εμφανίζονται στην έρευνα του Κώτση το 2011 σε ερώτηση με την παρακάτω διατύπωση: «*Το βάρος ενός σώματος είναι: α) Δύναμη β) Ιδιότητα του σώματος γ) Η μάζα του σώματος*». Το 38% των συνολικών απαντήσεων συμφωνούν με τον ισχυρισμό ότι το βάρος είναι είτε μια ιδιότητα 10%, ή ότι ταυτίζεται με τη μάζα του σώματος, 28%, ενώ το 62% απαντούν ορθά ότι είναι δύναμη, σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται το 77% των εκπαιδευτικών, το 69% των φοιτητών. Σημειώνουμε το αυξημένο ποσοστό ορθών απαντήσεων των μαθητών Λυκείου που φθάνει το 67% σε σχέση με το αντίστοιχο των πολιτών που είναι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η ερώτηση 10 επικεντρώνεται στον εννοιολογικό προσδιορισμό του βάρους και τη διάκριση του από την αίσθηση του βαρύτερου ή ελαφρύτερου που μπορεί να οφείλεται στην παρουσία και άλλων δυνάμεων. Το 30,9% του συνόλου απαντούν ορθά. Σε αυτούς ανήκουν το 41% των πτυχιούχων και το 22,8% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας. Στην έρευνα του Κώτση, 2011 το ποσοστό ορθών απαντήσεων στην ίδια ερώτηση: «*Όταν είσαι στη θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα από το νερό, το βάρος της πέτρας είναι: α) Μεγαλύτερο στο νερό β) Μικρότερο στα νερό γ) Το ίδιο*» ανέρχεται στο 38,7% του συνόλου, ενώ απαντούν ορθά το 53% των εκπαιδευτικών και το 45% των φοιτητών και το 38,7% των μαθητών Λυκείου. Τα χαμηλά ποσοστά των ορθών απαντήσεων στους πολίτες υποδηλώνουν την αδυναμία εννοιολογικού προσδιορισμού του βάρους και της διάκρισης από άλλες δυνάμεις. Είναι ορατή μια τάση των συμμετεχόντων να επικεντρώνονται στην υπό εξέταση δύναμη και να μην λαμβάνουν υπόψη τους πιθανές άλλες δυνάμεις που εμφανίζονται και επηρεάζουν το φαινόμενο. Στην παρούσα περίπτωση δεν λαμβάνεται υπόψη η άνωση που επηρεάζει την αίσθηση του βάρους μέσα στο νερό. Παρόμοια περίπτωση εμφανίζεται στην έρευνα των Ευαγγελοπούλου & Μίχα το 2011 για την τριβή, όπου θεωρείται η τριβή ολίσθησης μεγαλύτερη όταν ένα σώμα ανεβαίνει στο κεκλιμένο επίπεδο, διότι δυσκολεύει η κίνησή του, και μικρότερη όταν κατεβαίνει στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο. Οι μέσοι όροι των ορθών ποσοστών των ενηλίκων πολιτών στις δύο ερωτήσεις που αναφέρονται στις έννοιες της μάζας και του βάρους είναι 59,7% για τους πτυχιούχους και 33% για τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Παρατηρείται μεγάλη διαφορά στα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στις δύο ερωτήσεις που είναι ένδειξη της έλλειψης κατανόησης για τις έννοιες της μάζας και του βάρους. Παραπλήσια είναι τα αποτελέσματα στην έρευνα των Κώτση & Στύλου το 2009 όπου παρατηρούνται μεγάλες διαφορές στα ποσοστά των ορθών απαντήσεων σε ερωτήσεις που στοχεύουν στη κατανόηση των εννοιών μάζας και βάρους ανάλογα με την εκφώνηση. Οι πολλαπλές εννοιολογικές προσεγγίσεις της έννοιας μάζα και η απουσία λειτουργικού ορισμού (Segré 1983), έχει μεταφερθεί στα σχολικά βιβλία και προκαλεί σύγχυση σε εκπαιδευτικούς και μαθητές, (Βαλαδάκης, κ.α., 2011). Η σύνδεση της μέτρησης της μάζας με το βάρος τροφοδοτεί τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών οδηγώντας τους για παράδειγμα να πιστεύουν ότι η μάζα μεταβάλλεται όπως το βάρος (Βαλαδάκης, κ.α., 2011) και τελικά να επέρχεται σύγχυση όσον αφορά τη φύση και τη χρήση των δύο εννοιών.

Στο γράφημα του παρακάτω σχήματος 38 φαίνεται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις 9 και 10 που αναφέρονται στις έννοιες της μάζας και του βάρους καθώς και τα αντίστοιχα ποσοστά των πτυχιούχων και των απόφοιτων δευτεροβάθμιας.

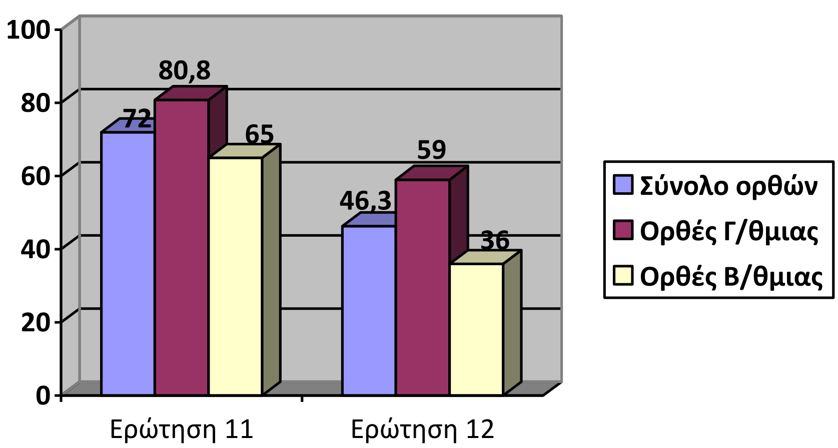


Σχήμα 38: Ποσοστά ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αναφέρονται στις έννοιες μάζα και βάρος

Οι ερωτήσεις 11: (Δύο αρσιβαρίστες σηκώνουν το ίδιο βάρος. Ο ψηλότερος ξοδεύει τη μεγαλύτερη ενέργεια) και 12: (Μια γλάστρα βρίσκεται στο μπαλκόνι του σπιτιού σας και μια δεύτερη πέφτει από το μπαλκόνι σας. Και οι δύο γλάστρες θα έχουν ενέργεια.) αναφέρονται στην έννοια της ενέργειας. Το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων στο σύνολο αλλά και στις επιμέρους κατηγορίες εμφανίζεται στην ερώτηση 11. Το 72% του συνόλου απαντούν ορθά. Σε αυτούς ανήκουν το 80,8% των πτυχιούχων και το 65% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας. Τα αντίστοιχα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην έρευνα του Κώτση το 2011 στην ίδια ερώτηση: «*Δύο αρσιβαρίστες σηκώνουν το ίδιο βάρος. Ποιος ξοδεύει μεγαλύτερη ενέργεια; α) Αυτός που είναι πιο ψηλός β) Αυτός που είναι πιο κοντός γ) Το ίδιο και οι δύο*» ήταν χαμηλότερα 62% για τους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας, 52% για τους φοιτητές, ενώ οι μαθητές Λυκείου παρουσίαζαν ακριβώς το ίδιο ποσοστό με τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η σύνδεση των εννοιών της ενέργειας και της δύναμης που αναφέρεται σε πολλές έρευνες (Kruger et al., 1992; Ioannides & Vosniadou, 2001; Megalakaki το 2009; Κώτσης, 2011) απαιτεί από τον ψηλότερο αθλητή μεγαλύτερη δύναμη για να σηκώσει το ίδιο βάρος σε μεγαλύτερο ύψος άρα και περισσότερη ενέργεια.

Στην ερώτηση 12 το συνολικό ποσοστό των ορθών απαντήσεων πέφτει στο 46,3%. Σε αυτούς περιλαμβάνονται 59% των πτυχιούχων και το 36% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας. Η έννοια της ενέργειας που αναφέρεται και στις δύο ερωτήσεις δεν αντιμετωπίζεται με την ίδια επιτυχία. Η γλάστρα που πέφτει έχει εμφανώς ενέργεια για τους περισσότερους λόγω της κίνησης ενώ αυτή που βρίσκεται στο μπαλκόνι θα αποκτήσει μόνο αν τη σπρώξει κάποιος και πέσει. Αδυναμία στη διαχείριση της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας και των μετατροπών της καθώς και της διατήρησης της ενέργειας καταγράφεται από διεθνείς έρευνες όπως των Hobson 2004 και Schaffer, et al., 2009. Στην έρευνα του Κώτση 2011, σε ερώτηση με παραπλήσια διατύπωση: «*Σε μια πορτοκαλιά ένα πορτοκάλι είναι πάνω στο δέντρο κι ένα άλλο πέφτει. Ποιο από τα δύο πορτοκάλια έχει ενέργεια; Α) Αυτό που πέφτει β) Αυτό που είναι στο δέντρο γ) Και τα δύο*», παρατηρούμε παραπλήσιο ποσοστό ορθών απαντήσεων, όπου στο σύνολο φθάνει το 48,7%, στους εκπαιδευτικούς το 66,7% και στους φοιτητές το 61,2%. Οι μαθητές Λυκείου απαντούν ορθά σε ποσοστό 58,6% και παρουσιάζουν υψηλότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων από τους πολίτες που είναι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Παρατηρούμε στο σύνολο των κοινών ερωτήσεων με την έρευνα του Κώτση, 2011, τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων που αναφέρονται στους μαθητές Λυκείου να είναι υψηλότερα από τα αντίστοιχα των πολιτών που είναι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το επίπεδο κατανόησης των κλασικών εννοιών και θεωριών της μηχανικής φαίνεται υψηλότερο στους μαθητές οι οποίοι ευνοούνται από την πρόσφατη σχολική διδασκαλία, σε αντίθεση με τους πολίτες που στο πέρασμα του χρόνου επικράτησαν οι εναλλακτικές ιδέες.

Στο γράφημα του παρακάτω σχήματος 39 φαίνεται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις 11 και 12 που αναφέρονται στην έννοια της ενέργειας καθώς και τα αντίστοιχα ποσοστά των πτυχιούχων και των απόφοιτων δευτεροβάθμιας.



Σχήμα 39: Ποσοστά ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αναφέρονται στην ενέργεια

4.2.6 *Διάκριση των ερωτήσεων φυσικής ανάλογα με την απόδοση των συμμετεχόντων*

Εμφανείς είναι σε ορισμένες περιπτώσεις οι αποκλίσεις των επιμέρους ποσοστών των ορθών απαντήσεων μεταξύ τους καθώς και από το γενικό μέσο όρο. Χαρακτηριστικές είναι οι ερωτήσεις 3 και 11. Στην 3 (Μπορούμε να περπατάμε διότι μας σπρώχνει το έδαφος προς τα εμπρός) μόνο το 18,4% του συνολικού δείγματος απαντούν ορθά, ενώ στην 11 (Δύο αρσιβαρίστες σηκώνουν το ίδιο βάρος. Ο ψηλότερος ξοδεύει τη μεγαλύτερη ενέργεια.) το αντίστοιχο ποσοστό φτάνει το 72%, όταν ο γενικός μέσος όρος για τις ερωτήσεις φυσικής είναι 47,6%.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω στοιχεία στις ερωτήσεις φυσικής δεν σημειώθηκαν άριστες επιδόσεις. Στην ομάδα των ερωτήσεων που οι συμμετέχοντες σημείωσαν πολύ καλή απόδοση με το % ποσοστό των ορθών απαντήσεων να κυμαίνεται από 65% έως 84% ανήκει μόνο η ερώτηση 11 που αναφέρεται στην έννοια της ενέργειας. Καλή χαρακτηρίζεται η επίδοση στις παρακάτω πέντε ερωτήσεις όπου το ποσοστό των ορθών απαντήσεων κυμαίνεται από 50% έως 65%. Στην 6: (Δεν χρειάζεται να σπρώχνω ένα έλκηθρο για να συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα, σε οριζόντια επίπεδη επιφάνεια παγωμένης λίμνης χωρίς τριβές και αντιστάσεις.) που αναφέρεται στον πρώτο νόμο του Newton το 64,3% απαντούν ορθά. Στην 4 (Χτυπώ το χέρι μου στο τραπέζι και πονάω διότι το τραπέζι άσκησε δύναμη σε μένα) που αναφέρεται στον τρίτο νόμο του Newton το 61,7% απαντούν ορθά. Στην 9 (Το βάρος ενός σώματος είναι η μάζα του σώματος.) που σχετίζεται με τη διάκριση των εννοιών βάρους και μάζας το 58,9% απαντούν ορθά. Στην 8(Αν σπρώχνουμε ένα έλκηθρο σε οριζόντια επίπεδη επιφάνεια παγωμένης λίμνης χωρίς τριβές και αντιστάσεις με σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση που κινείται, η ταχύτητά του θα αυξάνεται συνεχώς με σταθερό ρυθμό.) που αναφέρεται στο δεύτερο νόμο του Newton το 56,1% των ερωτηθέντων απαντούν ορθά. Στην 1(Ένα παιδί πετάει μια πέτρα κατακόρυφα προς τα πάνω. Σε όλη τη διάρκεια της κίνησης της πέτρας ασκείται σε αυτή μια δύναμη κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω.) που αναφέρεται στη σύνδεση της κίνησης με τη δύναμη το 54,1% απαντούν ορθά. Στις παρακάτω ερωτήσεις που πραγματεύονται τις ίδιες έννοιες και νόμους με την προηγούμενη ομάδα ερωτήσεων το % ποσοστό των ορθών απαντήσεων των συμμετεχόντων είναι κάτω από 50% και δεν κρίνεται ικανοποιητικό. Στην ερώτηση 12 (Μια γλάστρα βρίσκεται στο μπαλκόνι του σπιτιού σας και μια δεύτερη πέφτει από το μπαλκόνι σας. Και οι δύο γλάστρες θα έχουν ενέργεια.) που αναφέρεται στην έννοια της ενέργειας, το 46,3% των συμμετεχόντων απάντησαν ορθά. Στην ερώτηση 7 (Αν σπρώχνουμε ένα έλκηθρο σε οριζόντια επίπεδη επιφάνεια παγωμένης λίμνης χωρίς τριβές και αντιστάσεις με σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση που κινείται, θα αποκτήσει σταθερή ταχύτητα μεγαλύτερη από την αρχική) που αναφέρεται στο δεύτερο νόμο του Newton το 41,4% των συμμετεχόντων απάντησαν ορθά. Στην ερώτηση 5 (Ένα αεροπλάνο πετάει ευθύγραμμα και οριζόντια με σταθερή ταχύτητα. Η τιμή της οριζόντιας δύναμης του κινητήρα, που το σπρώχνει προς τα εμπρός, είναι ίση με την αντίσταση του αέρα που δρα προς την αντίθετη κατεύθυνση.) που αναφέρεται στον πρώτο νόμο του Newton, το 40,4% των συμμετεχόντων απάντησαν ορθά. Στην ερώτηση 10 (Όταν είσαι μέσα στη θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα στο νερό, το βάρος της πέτρας παραμένει το ίδιο.) που αναφέρεται στην έννοια του βάρους, το 30,9% των συμμετεχόντων απάντησαν ορθά. Στις ερωτήσεις 2 (Όταν ένα φορτηγό σπρώχνει και αρχίζει να κινεί ένα μικρό ακινητοποιημένο αυτοκίνητο κάθε όχημα ασκεί μια δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη), και 3 (Μπορούμε να περπατάμε διότι μας σπρώχνει το έδαφος προς τα εμπρός), που αναφέρονται στον τρίτο νόμο του Newton, καταγράφονται τα χαμηλότερα ποσοστά είναι στο σύνολο των ερωτήσεων. Στην ερώτηση 2 το 26,5% των συμμετεχόντων απάντησαν ορθά ενώ στην 3 το αντίστοιχο ποσοστό πέφτει στο 18,4%. Οι πτυχιούχοι της τριτοβάθμιας στις συγκεκριμένες ερωτήσεις εμφανίζουν τα χαμηλότερα ποσοστά τους σε ορθές απαντήσεις, 27,5% και 19,2% αντίστοιχα, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ερωτήσεις.

4.2.7 Οι ερωτήσεις φυσικής ανά νόμο ή έννοια που διαπραγματεύονται

Από τις παραπάνω παρατηρήσεις προκύπτει ότι υπάρχουν ερωτήσεις που ενώ πραγματεύονται την ίδια έννοια ή νόμο αντιμετωπίζονται με διαφορετικό τρόπο και παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό δυσκολίας για τους συμμετέχοντες. Η προσέγγιση και η αντιμετώπιση κάθε ερώτησης γίνεται μεμονωμένα με βάση τη σύνταξη της, και όχι της έννοιας ή του νόμου που πρεσβεύει. Οι Summers, 1992, και Κώτσης, 2011 επισημαίνουν ότι τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ίδια υπό εξέταση ιδιότητα επηρεάζονται από τη διατύπωση της ερώτησης και παρουσιάζουν αξιοσημείωτες μεταβολές.

Στον πίνακα 15 εμφανίζονται οι μέσοι όροι των ποσοστών των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των συμμετεχόντων και για κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης χωριστά καθώς και ο μέσος όρος των προσαρμοσμένων λόγων των ορθών απαντήσεων των απόφοιτων δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις από τους πτυχιούχους τριτοβάθμιας, για κάθε ομάδα ερωτήσεων που αφορούν ένα νόμο ή μια έννοια της φυσικής.

Πίνακας 15: Ποσοστά ορθών απαντήσεων και προσαρμοσμένος λόγος για κάθε ομάδα ερωτήσεων που αφορούν ένα νόμο ή μια έννοια της φυσικής.

Ερωτήσεις φυσικής που αφορούν:	**Μέσος Όρος ποσοστών ορθών απαντήσεων στο σύνολο**	**Μέσος Όρος ποσοστών ορθών απαντήσεων δευτεροβάθμιας**	**Μέσος Όρος ποσοστών ορθών απαντήσεων τριτοβάθμιας**	**Μέσος Όρος προσαρμοσμένων λόγων**
Τη συσχέτιση της κίνησης με τη δύναμη	54,1%	45%	65,3%	0,69
Τον πρώτο νόμο του Newton	52,4%	48,2%	57,3%	0,84
Το δεύτερο νόμο του Newton	48,8%	42,2%	57%	0,74
Τον τρίτο νόμο του Newton	35,5%	31,6%	40,2%	0,78
Τις έννοιες βάρος και μάζα	44,9%	33%	59,7%	0,55
Την έννοια ενέργεια	59,2%	50,5%	60,9%	0,83

Το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων από τους συμμετέχοντες εμφανίζεται στις ερωτήσεις που αφορούν την έννοια της ενέργειας. Είναι όμως δύσκολο η παραπάνω έννοια να προσεγγιστεί επιτυχώς σε κάθε περίπτωση. Έτσι παρατηρούμε ότι ενώ στην ερώτηση 11(Δύο αρσιβαρίστες σηκώνουν το ίδιο βάρος. Ο ψηλότερος ξοδεύει τη μεγαλύτερη ενέργεια.) τα ποσοστά τόσο στο σύνολο των πολιτών όσο και στις επί μέρους εκπαιδευτικές βαθμίδες είναι τα υψηλότερα από ότι σε κάθε άλλη ερώτηση στη 12 (Μια γλάστρα βρίσκεται στο μπαλκόνι του σπιτιού σας και μια δεύτερη πέφτει από το μπαλκόνι σας. Και οι δύο γλάστρες θα έχουν ενέργεια.) εμφανίζονται ελαττωμένα.

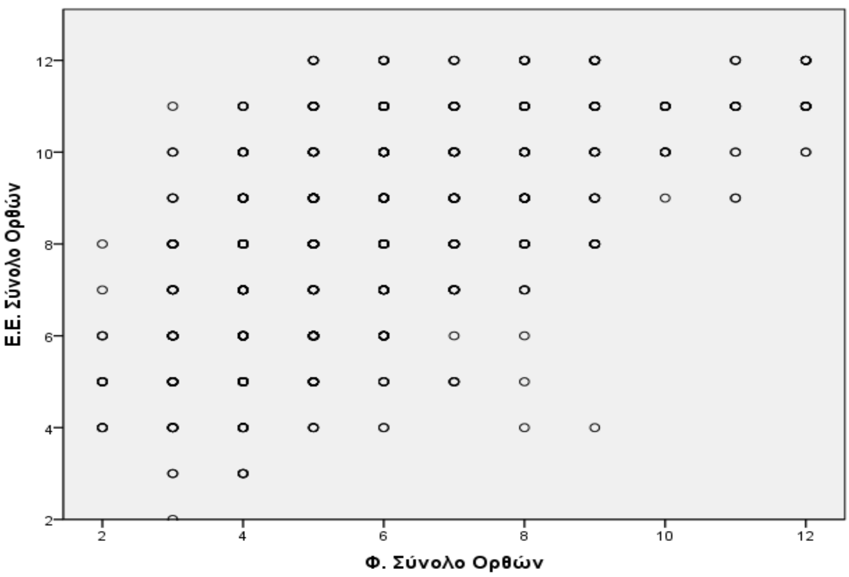
Στις ερωτήσεις που αφορούν τον τρίτο νόμο του Newton καταγράφηκε ο χαμηλότερος μέσος όρος ποσοστών των ορθών απαντήσεων τόσο στο σύνολο των συμμετεχόντων όσο και στους απόφοιτους της δευτεροβάθμιας και τους πτυχιούχους της τριτοβάθμιας. Ο προσαρμοσμένος λόγος είναι υψηλός γεγονός που επισημαίνει τη μικρή διαφοροποίηση στην εφαρμογή του τρίτου νόμου από τους πολίτες που ανήκουν στις δύο παραπάνω βαθμίδες εκπαίδευσης.

Ένας στους τρεις μόνο από τους απόφοιτους της δευτεροβάθμιας εμφανίζεται να επιτυγχάνει την εννοιολογική κατανόηση του βάρους και τη διάκριση του από τη μάζα. Οι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εμφανίζουν στην εν λόγω κατηγορία τη μεγαλύτερη απόκλιση από τους πτυχιούχους αφού και στις δύο ερωτήσεις ο προσαρμοσμένος λόγος έχει τη μικρότερη τιμή.

4.3 Συσχέτιση του επιστημονικού εγγραμματισμού με την ικανότητα διαχείρισης και εφαρμογής βασικών εννοιών και νόμων της φυσικής.

Στη συνέχεια γίνεται προσπάθεια να αξιοποιήσουμε τα αποτελέσματα και να συσχετίσουμε την επίδοση των πολιτών στον επιστημονικό εγγραμματισμό με την επίδοση στις ερωτήσεις φυσικής. Συγκεκριμένα διερευνούμε τη σχέση μεταξύ του συνόλου ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και του συνόλου ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις φυσικής.

Από το διάγραμμα σκεδασμού στο σχήμα 40 μπορούμε να υποθέσουμε την ύπαρξη μιας γραμμικής σχέσης μεταξύ του συνόλου των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και του συνόλου ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις φυσικής.



Σχήμα 40: Διάγραμμα σκεδασμού για τη συσχέτιση μεταξύ των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις για τον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική

Η εκτροπή της κατανομής από την κανονικότητα λόγω της φύσης των ερωτήσεων οδηγεί στην επιλογή του μη παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman για τον έλεγχο της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών: Σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και Σύνολο των ορθών απαντήσεων στη φυσική. Στον πίνακα 16 φαίνεται ο συντελεστής συσχέτισης Spearman rho=.59 με p<.001, η τιμή του οποίου βρίσκεται στο όριο μέτριας και δυνατής σχέσης μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Πίνακας 16: Μη παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης Spearman

			Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Φ. Σύνολο Ορθών
Spearman's rho	Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Correlation Coefficient	1,000	,589**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	912	912
	Φ. Σύνολο Ορθών	Correlation Coefficient	,589**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	912	912

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Στην προσπάθεια για την εύρεση της καταλληλότερης καμπύλης που περιγράφει τη σχέση μεταξύ της ανεξάρτητης μεταβλητής "*Σύνολο ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις φυσικής*" και της εξαρτημένης "*Σύνολο ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό*" και επειδή δεν πληρούνται οι προϋποθέσεις της κανονικότητας και της ανεξαρτησίας των καταλοίπων εφαρμόστηκε η μέθοδος της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, και προέκυψε το λογαριθμικό μοντέλο $Y=b^* \ln X$ ως το πλέον κατάλληλο για τη σύνδεση των παραπάνω μεταβλητών, διότι όπως φαίνεται από τον έλεγχο προσαρμογής Anova η $p\text{-value}<.001$ και η τιμή του F-statistic=19841,29 είναι μεγάλη οπότε το μοντέλο προσαρμόζεται καλά στα δεδομένα (πίνακας 17).

Πίνακας 17: Έλεγχος προσαρμογής του λογαριθμικού μοντέλου

ANOVA[a]

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	62154,228	1	62154,228	19841,286	,000
Residual	2853,772	911	3,133		
Total	65008,000	912			

The independent variable is Φυσική Σύνολο Ορθών.

Στον πίνακα 18 βλέπουμε ότι R Square=0,956, επομένως από το μοντέλο εξηγείται ένα πολύ καλό ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που φθάνει το 95,6%.

Πίνακας 18: Ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται με το μοντέλο

Model Summary[a]

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,978	,956	,956	1,770

The independent variable is Φ. Σύνολο Ορθών.

Στους συντελεστές δόμησης της εξίσωσης συσχέτισης των δύο μεταβλητών, η μεταβλητή "ln(Σύνολο ορθών απαντήσεων στη φυσική)" είναι κατάλληλη παράμετρος για την περιγραφή του μοντέλου και στατιστικά σημαντική αφού η p-value<.001, και η τιμή του συντελεστή στην εξίσωση προκύπτει b=4,781, (πίνακας 19), οπότε η σχέση που καταλήγουμε για την ερμηνεία του μοντέλου είναι η:

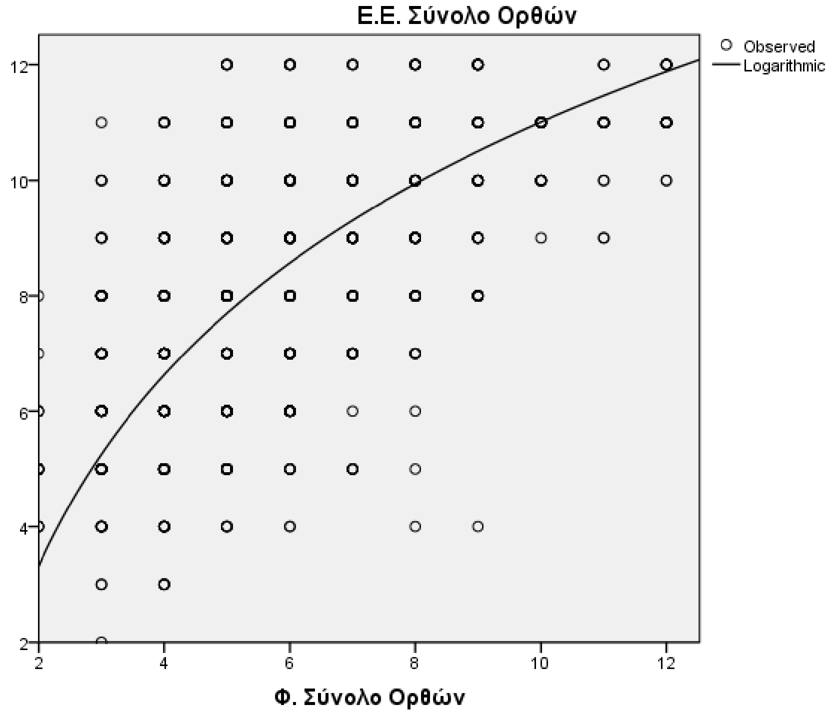
*Σύνολο ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό = 4,781*ln(Σύνολο ορθών απαντήσεων στη φυσική)*

Πίνακας 19: Συντελεστές δόμησης της εξίσωσης συσχέτισης των δύο μεταβλητών

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Ln(Φυσική Σύνολο Ορθών)	4,781	,034	,978	140,859	,000

Στο σχήμα 41 φαίνεται η μορφή της καμπύλης που συνδέει καλύτερα τις δύο μεταβλητές. Επισημαίνεται ότι η κλίση της καμπύλης ελαττώνεται όσο μετακινούμαστε δεξιά οπότε ελαττώνεται το πηλίκο της μεταβολής του αριθμού των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό προς την μεταβολή των ορθών απαντήσεων στη φυσική. Όσο αυξάνει ο συνολικός αριθμός των ορθών απαντήσεων στη φυσική αυξάνεται και ο αριθμός των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό με την τάση αύξησης όμως να ελαττώνεται καθώς προσεγγίζουμε μεγαλύτερες τιμές στο σύνολο των ορθών απαντήσεων της φυσικής.



Σχήμα 41: Καμπύλη που περιγράφει τη συσχέτιση των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό με τις ορθές απαντήσεις στη φυσική.

4.4 Επιστημονικός εγγραμματισμός των πολιτών και επίδοση στη φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης το επίπεδο μόρφωσης.

Στη συνέχεια τίθεται το ερώτημα αν ο επιπλέον χρόνος εκπαίδευσης καθώς και η διαφορετική προσέγγιση της γνώσης κατά την τυπική εκπαίδευση που συνήθως καθορίζει το επίπεδο μόρφωσης και την επιστημονική και τεχνολογική κατάρτιση αποτελεί παράγοντα διάκρισης όσον αφορά τον επιστημονικό εγγραμματισμό και την ικανότητα των πολιτών στη διαχείριση φαινομένων με βάση την ορθή εννοιολογική προσέγγιση και τους νόμους της φυσικής. Παρακάτω ελέγχεται η ισότητα των μέσων για τις ποσοτικές μεταβλητές: α) σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και β) σύνολο των ορθών απαντήσεων στη φυσική, έχοντας σαν παράγοντα διαφοροποίησης το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων.

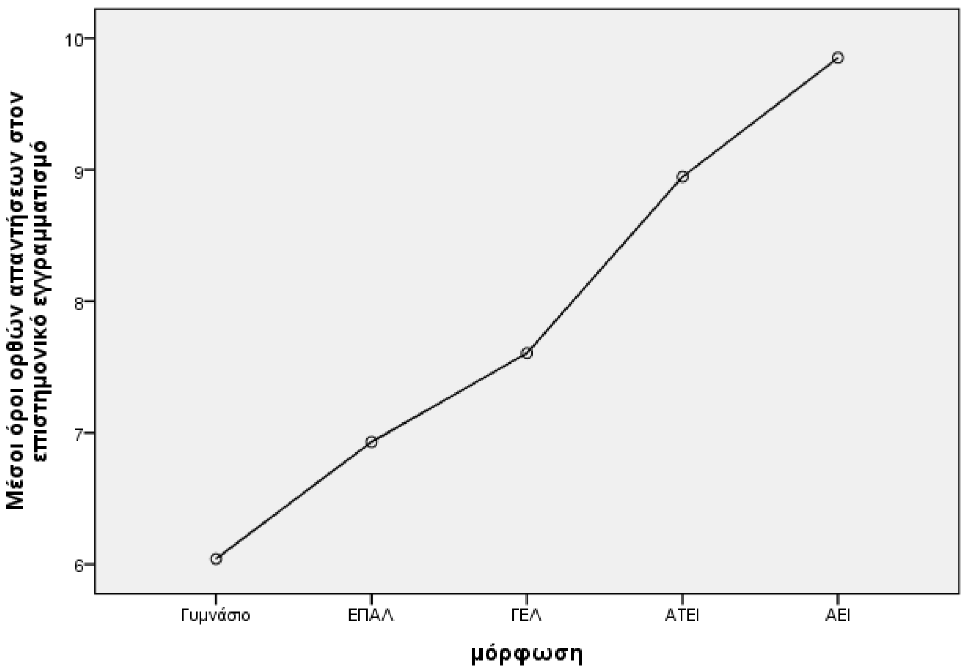
Στον πίνακα 20 φαίνονται οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αναφέρονται στον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στις ερωτήσεις φυσικής, οι τυπικές αποκλίσεις καθώς και το σφάλμα στους μέσους όρους για κάθε επίπεδο μόρφωσης.

Πίνακας 20: Επίδοση στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική για κάθε επίπεδο μόρφωσης

	Αριθμός συμμετεχόντων	**Επίπεδο μόρφωσης**	**Μέσος όρος ορθών απαντήσεων**	**Τυπική απόκλιση**	**Σφάλμα στο μέσο όρο**
Ορθές απαντήσεις στον Επιστημονικό Εγγραμματισμό	120	Γυμνάσιο	6,04	1,45	0,13
	159	ΕΠΑΛ	6,93	1,74	0,14
	225	ΓΕΛ	7,60	1,77	0,12
	112	ΑΤΕΙ	8,95	1,62	0,15
	295	ΑΕΙ	9,85	1,43	0,08
Ορθές απαντήσεις στη Φυσική	120	Γυμνάσιο	4,35	1,18	0,11
	159	ΕΠΑΛ	4,96	1,42	0,11
	225	ΓΕΛ	5,18	1,63	0,11
	112	ΑΤΕΙ	6,23	1,75	0,16
	295	ΑΕΙ	7,05	2,34	0,13

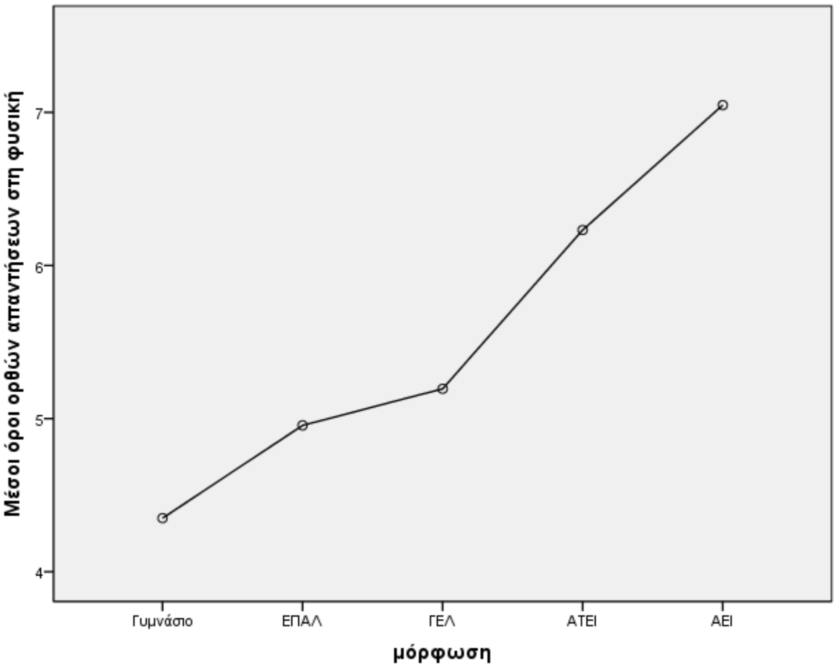
Παρατηρείται αύξηση στις τιμές των μέσων όρων των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό αλλά και στη φυσική καθώς βελτιώνεται το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων. Στις ερωτήσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού οι πτυχιούχοι των ΑΕΙ απαντούν σωστά κατά μέσο όρο 3,81 ερωτήσεις περισσότερο από τους απόφοιτους γυμνασίου. Ο μέσος όρος των ποσοστών των ορθών απαντήσεων κυμαίνεται από 50% στους απόφοιτους γυμνασίου μέχρι 82% στους πτυχιούχους των ΑΕΙ. Στις ερωτήσεις της φυσικής μειώνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για κάθε μορφωτικό επίπεδο όπως και το μέγεθος της απόκλισης μεταξύ τους. Οι πτυχιούχοι των ΑΕΙ απαντούν σωστά κατά μέσο όρο σε 2,70 ερωτήσεις περισσότερο από τους απόφοιτους Γυμνασίου. Ο μέσος όρος των ποσοστών των ορθών απαντήσεων κυμαίνεται από 36% στους απόφοιτους γυμνασίου μέχρι 59% στους πτυχιούχους των ΑΕΙ. Αξιοσημείωτη η μικρή διαφοροποίηση των μέσων όρων στις ορθές απαντήσεις που αναφέρονται στις ερωτήσεις της φυσικής για τους απόφοιτους των ΕΠΑΛ και ΓΕΛ όπου τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 41% και 43% αντίστοιχα.

Στο διάγραμμα του σχήματος 42 φαίνονται οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό σε σχέση με το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων



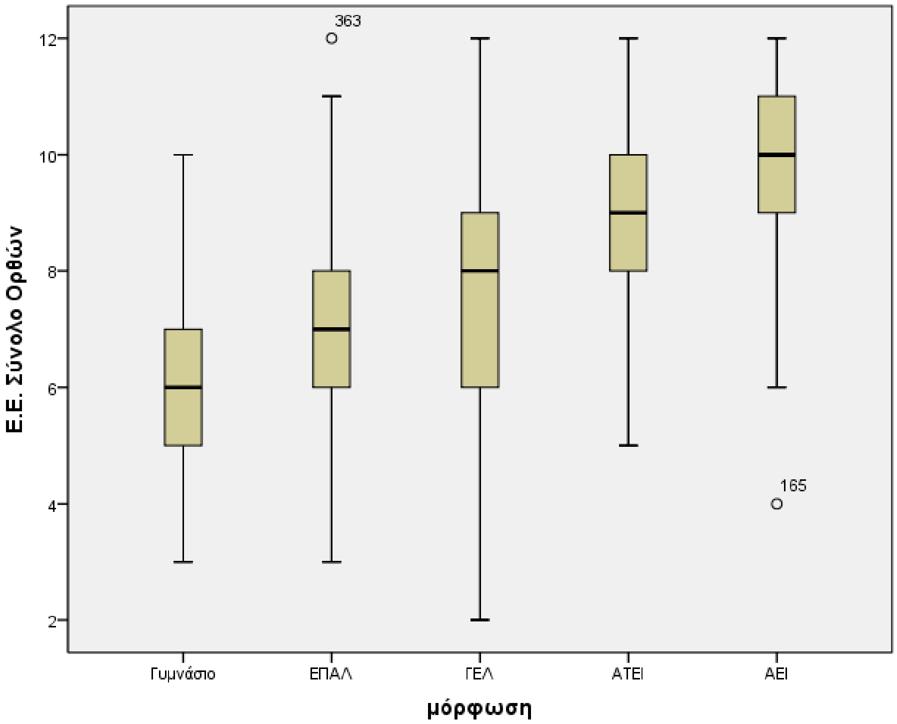
Σχήμα 42: Μέσος όρος ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό για κάθε επίπεδο μόρφωσης

Στο διάγραμμα του σχήματος 43 φαίνονται οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων στη φυσική σε σχέση με το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων.



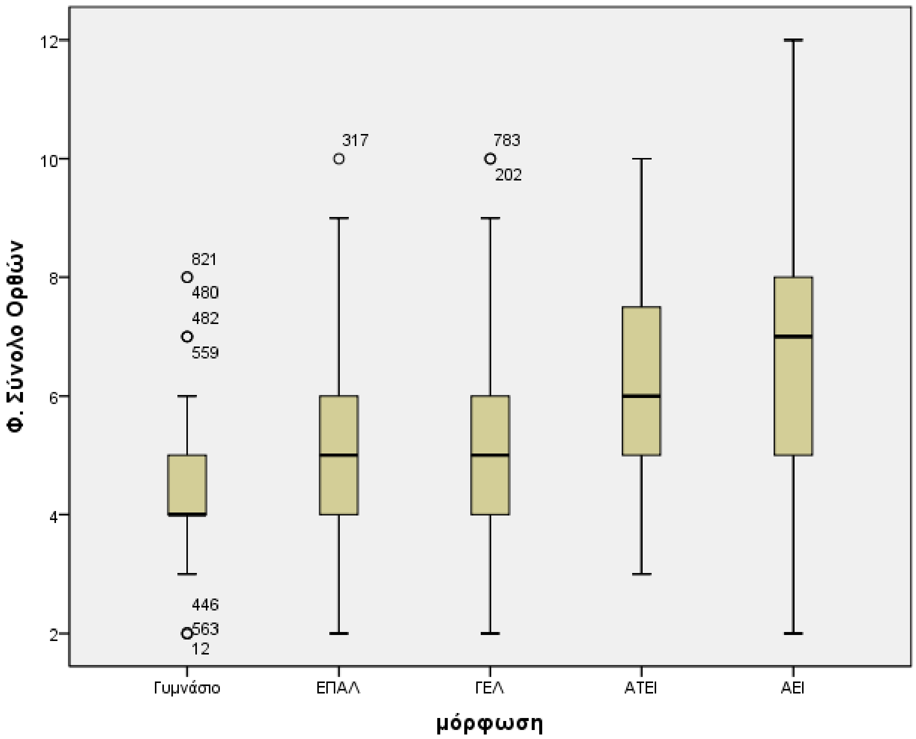
Σχήμα 43: Μέσος όρος ορθών απαντήσεων στη φυσική για κάθε επίπεδο μόρφωσης

Με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων του σχήματος 44 εμφανίζονται οι κατανομές του συνόλου των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό στις πέντε βαθμίδες μόρφωσης και δίνεται η δυνατότητα καταρχήν σύγκρισης των διαμέσων στις διαφορετικές κατηγορίες μόρφωσης. Η μεγαλύτερη διασπορά παρατηρείται στις απαντήσεις των απόφοιτων των ΓΕΛ. Εμφανής είναι η μετατόπιση των κατανομών και των διαμέσων τους προς υψηλότερες τιμές ορθών απαντήσεων καθώς αυξάνεται το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων.



Σχήμα 44: Κατανομές των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό για κάθε επίπεδο μόρφωσης

Με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων του σχήματος 45 ελέγχονται γραφικά οι κατανομές του συνόλου των ορθών απαντήσεων στη φυσική στις πέντε βαθμίδες μόρφωσης. Η μεγαλύτερη διασπορά παρατηρείται στις απαντήσεις των πτυχιούχων ΑΕΙ αφού συμμετέχουν απόφοιτοι θεωρητικών, θετικών, αλλά και τεχνολογικών επιστημών. Οι μεγάλες αποκλίσεις είναι συνέπεια των διαφορετικών προγραμμάτων σπουδών στο Λύκειο, αλλά κυρίως της αυστηρής καθοδήγησης προς τα μαθήματα του θεωρητικού τομέα που επιβάλει το εξεταστικό σύστημα στους υποψήφιους της θεωρητικής κατεύθυνσης σπουδών, με αποτέλεσμα να τους αποξενώνει από τις βασικές αρχές τις φυσικής που διέπουν την καθημερινή ζωή. Στο θηκόγραμμα των απαντήσεων των απόφοιτων Γυμνασίου η διάμεσος ταυτίζεται με την κάτω οριζόντια πλευρά του παραλληλογράμμου που αντιστοιχεί στο 25^{o} εκατοστημόριο της κατανομής. Επίσης παρατηρούνται τα περισσότερα παράτυπα σημεία τα οποία βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη από το τριπλάσιο του ενδοτεταρτημοριακού εύρους [3*(Q3-Q1)]. Εμφανής είναι η ταύτιση του ύψους των διαμέσων στις βαθμίδες ΕΠΑΛ και ΓΕΛ, ενώ για τις υπόλοιπες βαθμίδες παρατηρείται μια κλιμακωτή αύξηση των διαμέσων των ορθών απαντήσεων καθώς αυξάνεται το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων.



Σχήμα 45: Κατανομές των ορθών απαντήσεων στη φυσική για κάθε επίπεδο μόρφωσης

Εφαρμόζοντας την τεχνική της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (one way ANOVA), προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στις ερωτήσεις που αφορούν τη φυσική για τις ομάδες που προκύπτουν από τις πέντε διαφορετικές κατηγορίες εκπαίδευσης, αφού $F(4,907)=171,8$ με $p<.001$ για τον επιστημονικό εγγραμματισμό και $F(4,907)=68,9$ με $p<.001$ για τη φυσική, (πίνακας 21).

Πίνακας 21: Έλεγχος της ισότητας των μέσων με την τεχνική one way Anova

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Between Groups	1760,529	4	440,132	171,766	,000
	Within Groups	2324,098	907	2,562		
	Total	4084,627	911			
Φ. Σύνολο Ορθών	Between Groups	927,458	4	231,864	68,935	,000
	Within Groups	3050,725	907	3,364		
	Total	3978,183	911			

Το test Levene απορρίπτει την υπόθεση της ισότητας των διασπορών για τα διαφορετικά επίπεδα του παράγοντα της μόρφωσης (p=0,001). Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης της ισότητας των διασπορών διεξάγουμε και τους ελέγχους του Welch και των Brown – Forsythe οι οποίοι δείχνουν στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους αφού p=0,000 για κάθε περίπτωση, (πίνακας 1 στο παράρτημα).

Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης για την κανονικότητα των καταλοίπων διενεργείται έλεγχος της ισότητας των διαμέσων με το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 22 φαίνεται να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ομάδων στις δύο κατηγορίες απαντήσεων ($\chi^2(4)$=400,78 με p-value<0,001 και $\chi^2(4)$=210,69 με p-value<0,001).

Πίνακας 22: Έλεγχος της ισότητας των διαμέσων με το τεστ Kruskal-Wallis

			Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Φ. Σύνολο Ορθών
Chi-Square			400,784	210,689
df			4	4
Asymp. Sig.			,000	,000
Monte Carlo Sig.	Sig.		,000[a]	,000[a]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000	,000
		Upper Bound	,000	,000

a. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

b. Kruskal Wallis Test

c. Grouping Variable: μόρφωση

Για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών ομάδων βρίσκονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές διεξάγονται πολλαπλοί έλεγχοι μεταξύ των ζευγών. Εφόσον γίνονται δέκα επιμέρους συγκρίσεις η διόρθωση Bonferoni καθορίζει το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας σε 0,05/10=0,005. Τα αποτελέσματα του post hoc ελέγχου Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων διαφορετικών μορφωτικών επιπέδων κατά ζεύγη έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά στις διαμέσους των κατανομών των ορθών απαντήσεων που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική για όλα τα διαφορετικά ζεύγη των ομάδων εκτός του ζεύγους ΕΠΑΛ – ΓΕΛ και όσον αφορά τις ορθές απαντήσεις στις ερωτήσεις της φυσικής όπου προκύπτει τυχαία διακύμανση, ενώ στο ζεύγος ΑΤΕΙ-ΑΕΙ η διαφορά στις ερωτήσεις της φυσικής εμφανίζεται οριακά στατιστικά σημαντική με p=0,005. Στον πίνακα

23 παραθέτονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των πολλαπλών ελέγχων Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη.

Πίνακας 23: Στοιχεία των ελέγχων Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη

Ομάδες	Κατηγορία ερωτήσεων	Z	p-value	Διαφορά
Γυμνάσιο-ΕΠΑΛ	Ε. Ε. Φυσική	-4,1 -3,8	0,000 0,000	Στατ. σημαντική Στατ. σημαντική
Γυμνάσιο-ΓΕΛ	Ε. Ε. Φυσική	-7,6 -4,8	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Γυμνάσιο-ΑΤΕΙ	Ε. Ε. Φυσική	-10,6 -8,2	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Γυμνάσιο-ΑΕΙ	Ε. Ε. Φυσική	-14,9 -11,4	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
ΕΠΑΛ-ΓΕΛ	Ε. Ε. Φυσική	-3,6 -1,2	0,000 0,21	Στατ. Σημαντική Τυχαία Διακύμανση
ΕΠΑΛ-ΑΤΕΙ	Ε. Ε. Φυσική	-8,3 -6,1	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
ΕΠΑΛ-ΑΕΙ	Ε. Ε. Φυσική	-13,9 -9,7	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
ΓΕΛ-ΑΤΕΙ	Ε. Ε. Φυσική	-6,3 -5,1	0.000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
ΓΕΛ-ΑΕΙ	Ε. Ε. Φυσική	-13,1 -9,2	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
ΑΤΕΙ-ΑΕΙ	Ε. Ε. Φυσική	-4,9 -2,7	0,001 0,005	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική

Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τις διαπιστώσεις των διεθνών ερευνών για καλύτερα αποτελέσματα στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού με την άνοδο του επιπέδου εκπαίδευσης και του ενδιαφέροντος των συμμετεχόντων (Durant et. al. 1989; Stocklmayer & Bryant, 2012; National Science Board, 2014)

4.5 Επίδοση στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης το φύλο.

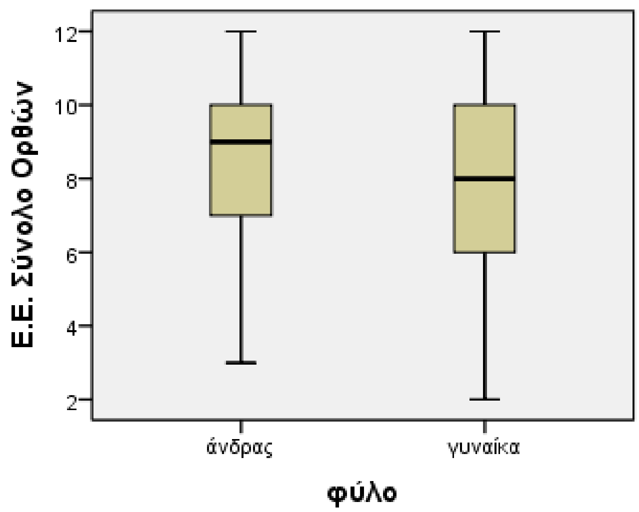
Στη συνέχεια διερευνούμε αν οι μέσοι όροι του συνόλου των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στις ερωτήσεις που αναφέρονται στη φυσική είναι ίσοι στους άνδρες και τις γυναίκες του δείγματος.
Στον πίνακα 24 φαίνονται οι μέσοι όροι οι τυπικές αποκλίσεις καθώς και το σφάλμα στους μέσους όρους για κάθε κατηγορία.

Πίνακας 24: Περιγραφικά στατιστικά μέτρα της επίδοσης στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική ανάλογα με το φύλο των συμμετεχόντων

	Πλήθος	**Φύλο**	**Μέσος Όρος**	**Τυπική Απόκλιση**	**Σφάλμα στο μέσο όρο**
Ορθές στον Ε.Ε.	464	Άνδρες	8,40	2,12	0,10
	448	Γυναίκες	7,94	2,10	0,10
Ορθές στη Φυσική	464	Άνδρες	5,99	2,25	0,10
	448	Γυναίκες	5,53	1,88	0,09

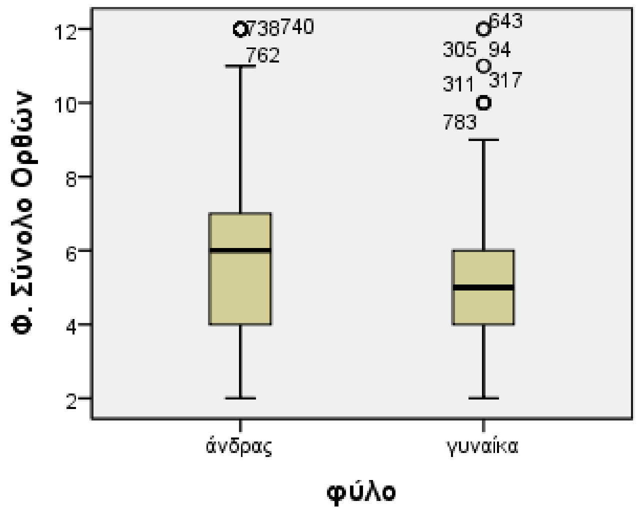
Όπως φαίνεται στον πίνακα, οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των ερωτήσεων για κάθε κατηγορία είναι μεγαλύτεροι στους άνδρες από τους αντίστοιχους των γυναικών. Επισημαίνεται η ίδια τιμή των 0,46 μονάδων που εμφανίζεται στη διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των ορθών απαντήσεων ανδρών - γυναικών και στις δύο ομάδες ερωτήσεων.

Στο διάγραμμα των θηκογραμμάτων του σχήματος 46, φαίνεται η κατανομή των ορθών απαντήσεων για τις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό σε σχέση με το φύλο των συμμετεχόντων. Παρατηρούμε στις γυναίκες να εμφανίζεται μεγαλύτερη διασπορά ορθών απαντήσεων και η διάμεσος να βρίσκεται σε χαμηλότερες τιμές σε σχέση με τους άνδρες.



Σχήμα 46: Κατανομές των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό σε σχέση με το φύλο.

Στο διάγραμμα των θηκογραμμάτων του σχήματος 47, φαίνεται η κατανομή των ορθών απαντήσεων για τις ερωτήσεις που αφορούν τη φυσική σε σχέση με το φύλο των συμμετεχόντων. Παρατηρούμε μεγαλύτερη διασπορά των ορθών απαντήσεων στους άνδρες με την κατανομή νε εκτείνεται σε υψηλότερες τιμές. Χαρακτηριστικό είναι ότι το άνω όριο του 75^{ου} εκατοστημόριου της κατανομής των γυναικών στις ορθές απαντήσεις φυσικής συμπίπτει με τη διάμεσο της αντίστοιχης κατανομής των ανδρών. Η διάμεσος της κατανομής των ορθών απαντήσεων στους άντρες και σε αυτή την κατηγορία ερωτήσεων βρίσκεται σε υψηλότερη τιμή σε σχέση με τις γυναίκες. Εμφανίζονται παράτυπα σημεία σε υψηλές τιμές και στις δύο κατανομές.



Σχήμα 47: Κατανομές των ορθών απαντήσεων στη φυσική σε σχέση με το φύλο.

Με τη χρήση του μη παραμετρικού τεστ Mann-Whitney U ελέγχονται οι διαφορές στις διαμέσους των ορθών απαντήσεων για τις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και για τις ερωτήσεις φυσικής με παράγοντα διαφοροποίησης το φύλο των συμμετεχόντων. Από τα αποτελέσματα που καταγράφονται στον πίνακα 25 προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τις διαμέσους και στις δύο κατηγορίες των απαντήσεων μεταξύ ανδρών και γυναικών. Στην κατηγορία του επιστημονικού εγγραμματισμού Z= -3,26 με p<.05, οι άνδρες είχαν υψηλότερο μέσο όρο κατατάξεων (Mean Rank=484,2) από τις γυναίκες (Mean Rank=427,8). Στην κατηγορία των ερωτήσεων φυσικής Z= -2,67 με p<.05 οι άνδρες είχαν επίσης υψηλότερο μέσο όρο κατατάξεων (Mean Rank=479) από τις γυναίκες (Mean Rank=433,2).

Πίνακας 25: Έλεγχος των διαμέσων των ορθών απαντήσεων στις δύο κατηγορίες ερωτήσεων με το μη παραμετρικό τεστ Mann-Whitney U

			Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Φ. Σύνολο Ορθών
Mann-Whitney U			91085,500	93481,500
Wilcoxon W			191661,500	194057,500
Z			-3,261	-2,666
Asymp. Sig. (2-tailed)			,001	,008
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,001[a]	,006[a]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000	,004
		Upper Bound	,002	,008

a. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

b. Grouping Variable: φύλο

4.6 Επίδοση στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο.

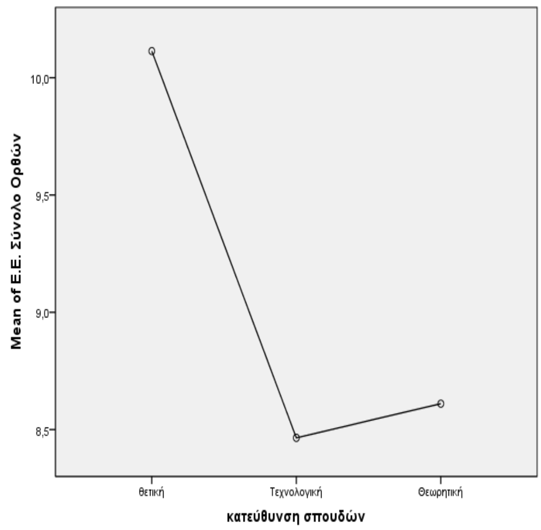
Στη συνέχεια διερευνάται η ισότητα των μέσων για τις ποσοτικές μεταβλητές σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και σύνολο των ορθών απαντήσεων στη φυσική, έχοντας σαν παράγοντα διαφοροποίησης την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο.

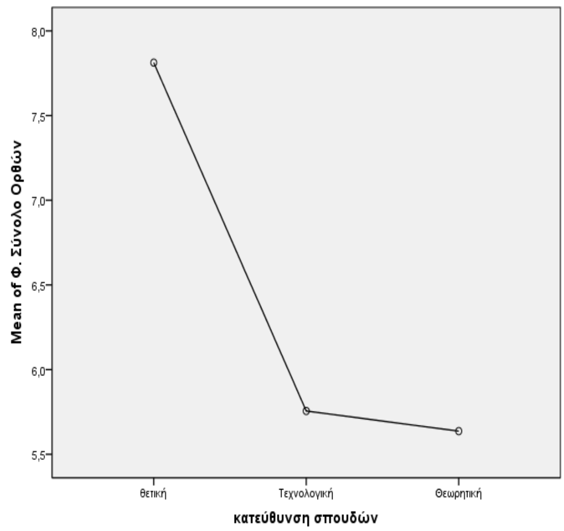
Στον πίνακα 26 που ακολουθεί παρακάτω φαίνονται οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και σε αυτές που αφορούν τη φυσική για κάθε κατεύθυνση σπουδών.

Πίνακας 26: Μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική σε κάθε κατεύθυνση σπουδών

Κατεύθυνση σπουδών	**Πλήθος Συμμετεχόντων**	**Μέσοι Όροι ορθών απαντήσεων στον Επιστημονικό Εγγραμματισμό**	**Μέσοι Όροι ορθών απαντήσεων στη Φυσική**
Θετική	176	10,11	7,81
Τεχνολογική	213	8,46	5,76
Θεωρητική	190	8,61	5,64
Σύνολο	576	9,01	6,34

Παρατηρούμε υψηλότερες τιμές στους μέσους για τους απόφοιτους της θετικής κατεύθυνσης και στις δύο κατηγορίες ερωτήσεων. Οι ορθές απαντήσεις τους είναι 1,5 περισσότερες κατά μέσο όρο στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού και 2 περισσότερες στις ερωτήσεις φυσικής από τους απόφοιτους των άλλων δύο κατευθύνσεων. Στους απόφοιτους της θεωρητικής και της τεχνολογικής κατεύθυνσης οι μέσοι έχουν παραπλήσιες τιμές, λίγο υψηλότερη για τους απόφοιτους της θεωρητικής στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό και λίγο χαμηλότερη στις ερωτήσεις που αφορούν τη φυσική σε σχέση με τους απόφοιτους της τεχνολογικής. Τα παραπάνω γίνονται εμφανή στα σχήματα 48 και 49 που παριστάνονται τα διαγράμματα των μέσων για τις ορθές απαντήσεις στη φυσική και στον επιστημονικό εγγραμματισμό αντίστοιχα.

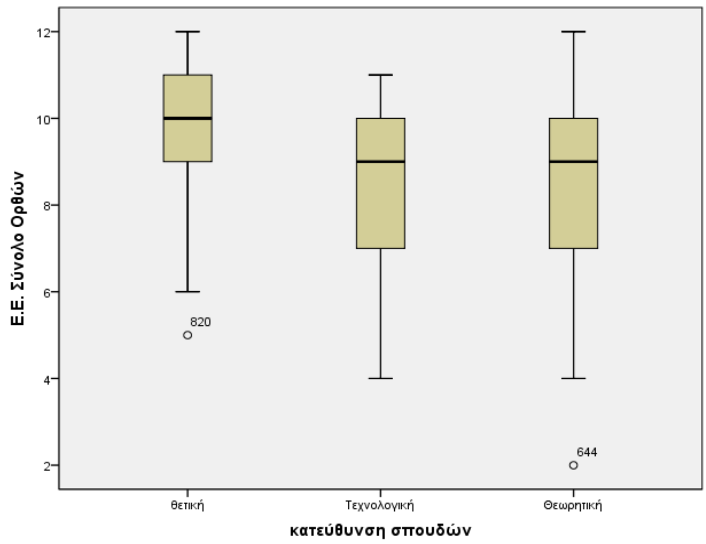




Σχήμα 48:Μέσοι όροι ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό

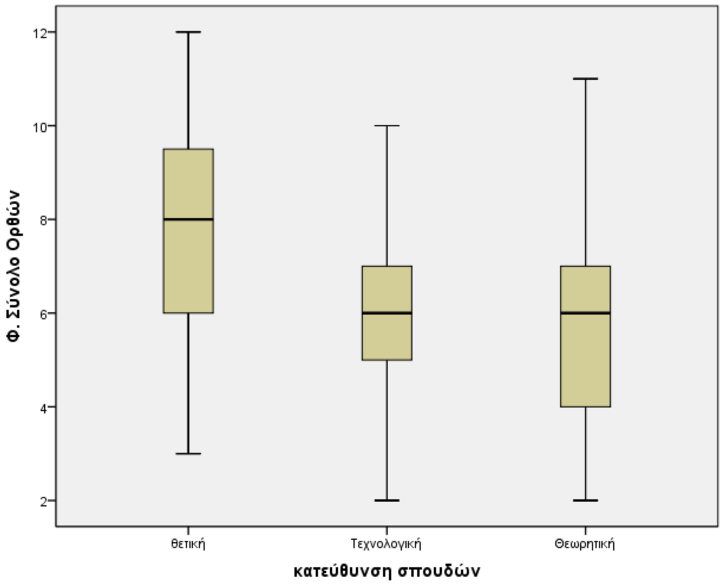
Σχήμα 49: Μέσοι όροι ορθών απαντήσεων στη φυσική

Με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων του σχήματος 50 ελέγχονται γραφικά οι κατανομές του συνόλου των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό για τις διαφορετικές κατευθύνσεις σπουδών στο Λύκειο και συγκρίνονται καταρχήν οι διάμεσοι για τις διαφορετικές επιδόσεις. Είναι εμφανής η μεγαλύτερη συγκέντρωση των αποφοίτων της θετικής κατεύθυνσης σε υψηλότερες τιμές ορθών απαντήσεων επιστημονικού εγγραμματισμού, και η υψηλότερη τιμή της διαμέσου της κατανομής σε σχέση με τις διαμέσους των κατανομών που αναφέρονται στις άλλες δύο κατευθύνσεις. Στη θεωρητική και την τεχνολογική κατεύθυνση η διασπορά των απαντήσεων είναι μεγαλύτερη, και οι διάμεσοι βρίσκονται περίπου στις ίδιες τιμές.



Σχήμα 50: Κατανομές των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό για κάθε κατεύθυνση σπουδών

Στο διάγραμμα του σχήματος 51 που αναφέρεται στη φυσική παρατηρείται η αύξηση της διασποράς στο σύνολο των ορθών απαντήσεων για τη θετική κατεύθυνση ενώ η διάμεσος της συγκεκριμένης κατανομής εξακολουθεί να βρίσκεται σε μεγαλύτερη τιμή από τις αντίστοιχες διαμέσους για τις άλλες δύο κατευθύνσεις που έχουν παραπλήσιες τιμές.



Σχήμα 51: Κατανομές των ορθών απαντήσεων φυσικής για κάθε κατεύθυνση σπουδών

Με την τεχνική της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (one way ANOVA) προκύπτει ο πίνακας 2 (όπως φαίνεται στο παράρτημα) στον οποίο φαίνεται ότι εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων που προκύπτουν από τις τρεις διαφορετικές κατευθύνσεις σπουδών για τις ορθές απαντήσεις στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στις ερωτήσεις που αφορούν τη φυσική, αφού $F(2,576)=54,49$ με $p<0,001$ για το σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και $F(2,576)=70,99$ με $p<0,001$ για τις ορθές απαντήσεις στη φυσική.

Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης της ισότητας των διασπορών στο τεστ Levene διεξάγονται οι έλεγχοι του Welch και των Brown – Forsythe οι οποίοι δείχνουν στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους αφού $p<.001$ για κάθε περίπτωση, (πίνακας 3 στο παράρτημα).

Η απόρριψη της υπόθεσης για την κανονικότητα των καταλοίπων οδηγεί στη χρήση του μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του οποίου, $\chi^2(2)=$

99,187 για το σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και $\chi^2(2)=90,659$ για τις ερωτήσεις φυσικής με p-value<0,001 (πίνακας 27), προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαμέσους των κατανομών των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στις ερωτήσεις φυσικής ως προς τις τρεις κατευθύνσεις σπουδών.

Πίνακας 27: Έλεγχος των διαμέσων των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική με το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis

Test Statistics[b,c]

			Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Φ. Σύνολο Ορθών
Chi-Square			99,187	90,659
df			2	2
Asymp. Sig.			,000	,000
Monte Carlo Sig.	Sig.		,000[a]	,000[a]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000	,000
		Upper Bound	,000	,000

a. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

b. Kruskal Wallis Test

c. Grouping Variable: κατεύθυνση σπουδών

Για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών 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≈0,017.

Στον παρακάτω πίνακα 28 παραθέτονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των πολλαπλών ελέγχων Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη.

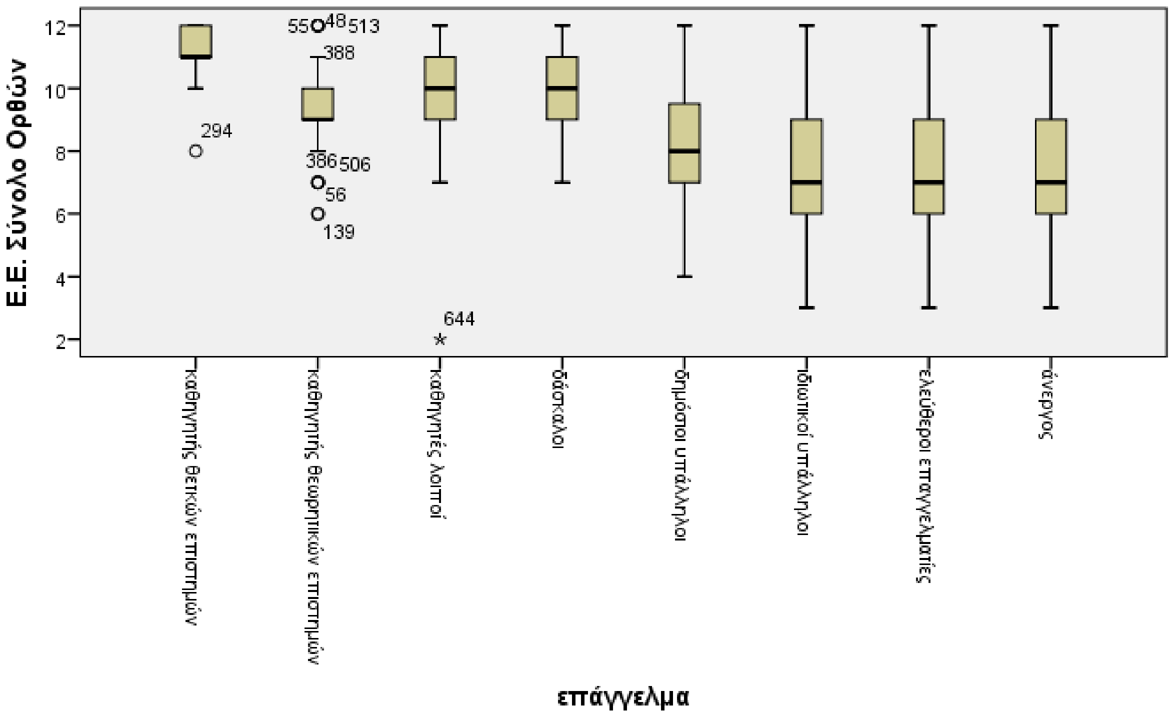
Πίνακας 28: Στοιχεία των ελέγχων Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη

Απόφοιτοι	Κατηγορία ερωτήσεων	Z	p-value	Διαφορά
Θετικής-Τεχνολογικής	Ε. Ε.	-9,6	0,000	Στατ. σημαντική
	Φυσική	-8,2	0,000	Στατ. σημαντική
Θετικής-Θεωρητικής	Ε. Ε.	-7,7	0,000	Στατ. Σημαντική
	Φυσική	-8,5	0,000	Στατ. Σημαντική
Τεχνολογικής-Θεωρητικής	Ε. Ε.	-0,7	0,48	Τυχαία Διακύμανση
	Φυσική	-0,7	0,46	Τυχαία Διακύμανση

Τα αποτελέσματα του post hoc ελέγχου Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη έδειξαν ότι οι ενήλικοι απόφοιτοι της θετικής κατεύθυνσης σπουδών στο Λύκειο σημείωσαν τον υψηλότερο μέσο όρο κατατάξεων στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων επιστημονικού εγγραμματισμού και φυσικής σε σχέση με τους απόφοιτους των άλλων δύο κατευθύνσεων, με τη διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική. Αντίθετα όσον αφορά στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων μεταξύ των απόφοιτων της θεωρητικής και της τεχνολογικής κατεύθυνσης εμφανίζεται τυχαία διακύμανση.

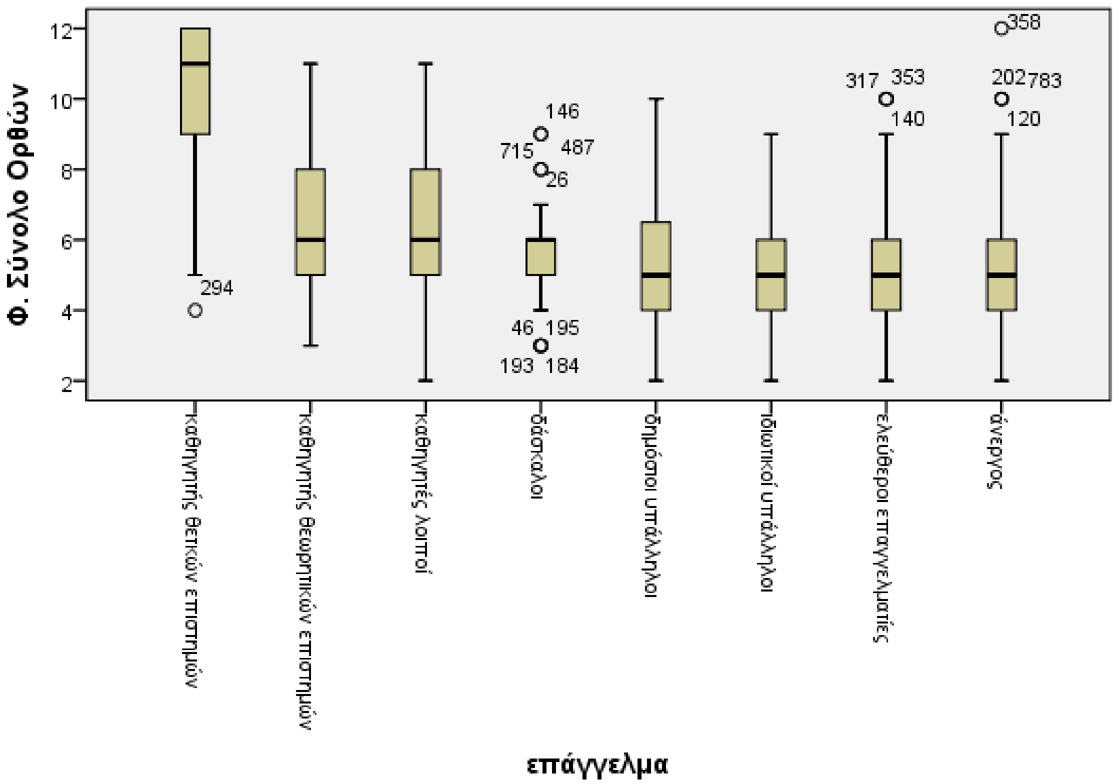
4.7 Επίδοση στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης το επάγγελμα των συμμετεχόντων.

Στη συνέχεια ελέγχεται η ισότητα των μέσων για τις ποσοτικές μεταβλητές σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και σύνολο των ορθών απαντήσεων στη φυσική, έχοντας σαν παράγοντα διαφοροποίησης το επάγγελμα.
Αρχικά με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων ελέγχουμε γραφικά πως κατανέμεται το σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης το επάγγελμα. Στο διάγραμμα του σχήματος 52 που αφορά την κατανομή των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό σημειώνουμε τη μεγάλη συγκέντρωση της κατανομής στους καθηγητές θετικών επιστημών σε υψηλές τιμές απόδοσης. Η διάμεσος της κατανομής των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό για τους εκπαιδευτικούς των θετικών επιστημών βρίσκεται σε υψηλότερη τιμή σε σχέση με τις διαμέσους των άλλων κατανομών. Ακολουθούν οι διάμεσοι για τους υπόλοιπους εκπαιδευτικούς που βρίσκονται σε παραπλήσιες τιμές, και λίγο παρακάτω όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες. Οι κατανομές που αναφέρονται στους δημόσιους υπάλληλους, στους ιδιωτικούς υπάλληλους, τους ελεύθερους επαγγελματίες και τους άνεργους χαρακτηρίζονται από μικρότερη συγκέντρωση και πολύ χαμηλότερες ελάχιστες τιμές σε σύγκριση με αυτές των εκπαιδευτικών. Τα περισσότερα παράτυπα σημεία εμφανίζονται στην κατανομή των εκπαιδευτικών θεωρητικών επιστημών εντοπίζονται όμως σε απόσταση μικρότερη από το τριπλάσιο του ενδοτεταρτημοριακού εύρους.



Σχήμα 52: Κατανομές ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό με παράγοντα διαφοροποίησης το επάγγελμα

Στο διάγραμμα του σχήματος 53 που αφορά την κατανομή των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις φυσικής εμφανής είναι η αύξηση του εύρους των κατανομών που αναφέρονται στις ομάδες με τις υψηλότερες αποδόσεις. Η κλιμάκωση των διαμέσων για τις κατανομές των ορθών απαντήσεων που αφορούν τη φυσική είναι παρόμοια με αυτή που παρατηρήσαμε στις ερωτήσεις που αφορούσαν τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Εμφανής είναι η διεύρυνση της απόκλισης μεταξύ των διαμέσων των κατανομών που αφορούν τους εκπαιδευτικούς θετικών επιστημών και των υπόλοιπων κατηγοριών. Παρατηρείται επίσης ταύτιση των ελάχιστων τιμών στις κατανομές μεταξύ των εκπαιδευτικών, πλην αυτών των θετικών επιστημών, καθώς και μεταξύ των δημοσίων υπαλλήλων, των ιδιωτικών υπαλλήλων, των ελεύθερων επαγγελματιών και των ανέργων.



Σχήμα 53: Κατανομές ορθών απαντήσεων στη φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης το επάγγελμα

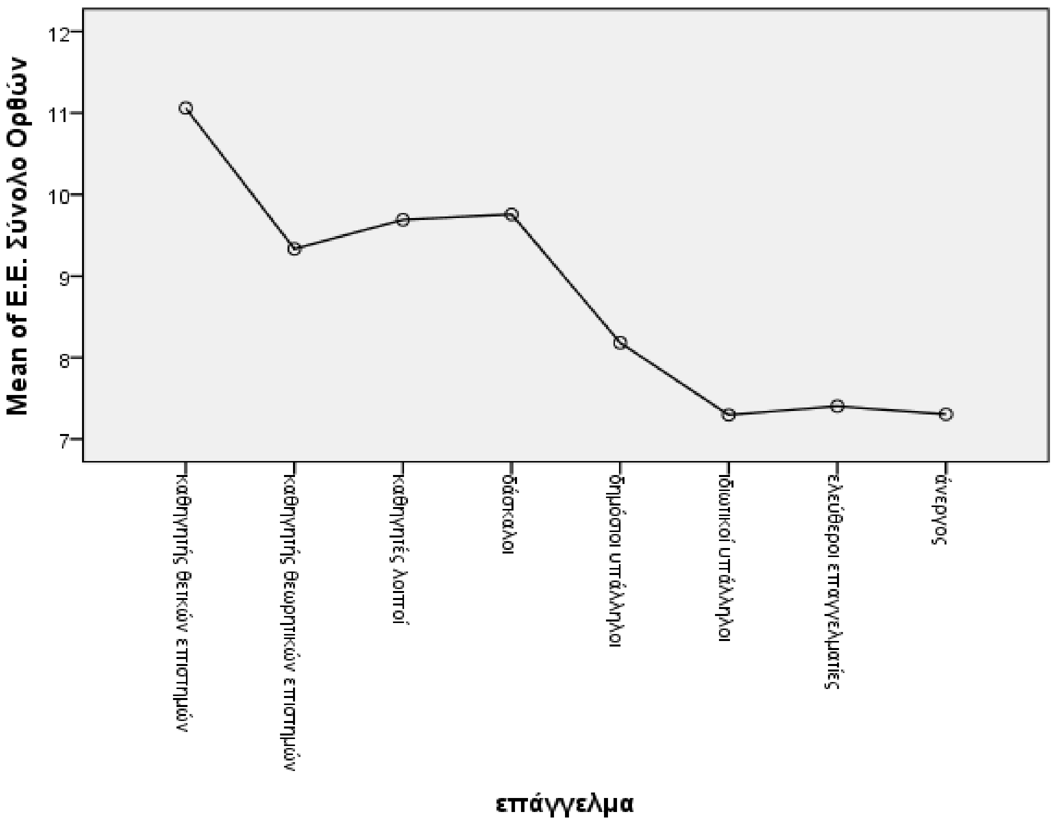
Στον πίνακα 29 που ακολουθεί παρακάτω φαίνονται οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και σε αυτές που αφορούν τη φυσική για κάθε επάγγελμα.

Πίνακας 29: Μέσοι όροι στον Επιστημονικό Εγγραμματισμό και τη Φυσική σε κάθε επάγγελμα

Επάγγελμα	Πλήθος Συμμετεχόντων	Μέσοι Όροι στον Επιστημονικό Εγγραμματισμό	Μέσοι Όροι στη Φυσική
Εκπαιδευτικοί Β/θμιας Θετικών επιστημών	50	11,06	10,00
Εκπαιδευτικοί Β/θμιας Θεωρητικών επιστημών	54	9,33	6,35
Εκπ. Β/θμιας άλλων ειδικοτήτων	120	9,69	6,57
Εκπαιδευτικοί Α/θμιας	29	9,76	5,76
Δημόσιοι υπάλληλοι	143	8,18	5,33
Ιδιωτικοί υπάλληλοι	131	7,30	5,27
Ελεύθεροι επαγγελματίες	126	7,40	5,47
Άνεργοι	259	7,31	5,10

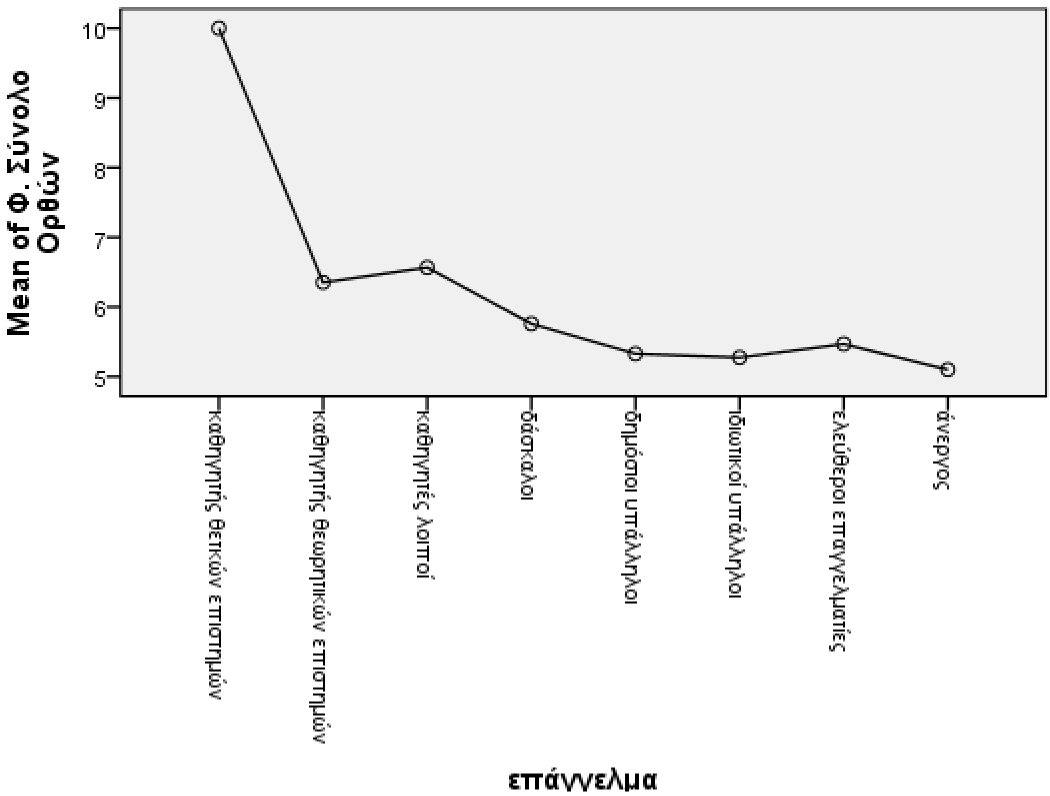
Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα των μέσων όρων που αφορούν τις απαντήσεις των ερωτήσεων επιστημονικού εγγραμματισμού και φυσικής με παράγοντα διαφοροποίησης το επάγγελμα.

Στο διάγραμμα μέσων όρων του σχήματος 54 που αφορά τις απαντήσεις στα θέματα επιστημονικού εγγραμματισμού 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. Τέλος ο μέσος όρος στις απαντήσεις των δημοσίων υπαλλήλων είναι υψηλότερος από αυτούς των ιδιωτικών υπαλλήλων των ελεύθερων επαγγελματιών και των ανέργων που δεν παρουσιάζουν σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ τους.



Σχήμα 54: Διάγραμμα των μέσων στον επιστημονικό εγγραμματισμό σε σχέση με το επάγγελμα

Στο διάγραμμα των μέσων που αναφέρεται στις ορθές απαντήσεις στη φυσική (σχήμα 55) η υπεροχή των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών γίνεται μεγαλύτερη. Ακολουθούν οι μέσοι όροι των εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας των υπόλοιπων ειδικοτήτων και ακόμη χαμηλότερα βρίσκονται αυτοί των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας που δε φαίνεται να διαφέρουν από τους μέσους των υπόλοιπων επαγγελμάτων.



Σχήμα 55: Διάγραμμα των μέσων στη φυσική σε σχέση με το επάγγελμα

Στη συνέχεια εντοπίζονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των διάφορων επαγγελματικών ομάδων. Με την τεχνική της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (one way ANOVA) προκύπτει ο παρακάτω πίνακας 30. Μεταξύ των ομάδων που δημιουργήθηκαν από τις διάφορες επαγγελματικές κατηγορίες εμφανίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς το σύνολο των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό τους αφού $F(7,904)=54,29$ με $p<0,001$. Από τον ίδιο πίνακα έχουμε επίσης $F(7,904)=54,24$ με $p<0,001$, οπότε στις ομάδες που προκύπτουν από τις διάφορες επαγγελματικές κατηγορίες συναντούμε στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς το σύνολο των ορθών απαντήσεων για τις ερωτήσεις που αφορούν την φυσική.

Πίνακας 30: Έλεγχος στατιστικά σημαντικών διαφορών στους μέσους για τις διάφορες επαγγελματικές κατηγορίες

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Between Groups	1208,983	7	172,712	54,294	,000
	Within Groups	2875,645	904	3,181		
	Total	4084,627	911			
Φ. Σύνολο Ορθών	Between Groups	1176,669	7	168,096	54,242	,000
	Within Groups	2801,514	904	3,099		
	Total	3978,183	911			

Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης της ισότητας των διασπορών διεξάγουμε και τους ελέγχους του Welch και των Brown – Forsythe. Τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας και για τους δύο παραπάνω ελέγχους είναι $p<.05$ οπότε προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους (πίνακας 4 στο παράτημα)

Η απόρριψη της υπόθεσης για την κανονικότητα των καταλοίπων οδηγεί στη χρήση του μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του οποίου, $\chi^2(7)=$ 277,147 για το σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και $\chi^2(7)=165{,}048$ για τις ερωτήσεις φυσικής με p-value<0,001 (πίνακας 5 στο παράρτημα), προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαμέσους των κατανομών των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στις ερωτήσεις φυσικής με παράγοντα διαφοροποίησης το επάγγελμα .

Για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών ομάδων βρίσκονται οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές διεξάγονται πολλαπλοί έλεγχοι μεταξύ των ζευγών. Εφόσον γίνονται είκοσι οχτώ επιμέρους συγκρίσεις η διόρθωση Bonferoni καθορίζει το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας σε 0,05/28≈0,0018.

Στον παρακάτω πίνακα 31, παραθέτονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των πολλαπλών ελέγχων Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη.

Πίνακας 31: Στοιχεία των ελέγχων Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη

Ομάδες	**Κατηγορία ερωτήσεων**	**Ζ**	**p-value**	**Διαφορά**
Εκπ. θετικών επιστημών – Θεωρητικών επιστ.	Ε. Ε. Φυσική	-6,1 -6,9	p<.000 p<.000	Στατ. σημαντική Στατ. σημαντική
Εκπ. Θετικών επιστ. – Λοιποί εκπ.	Ε. Ε. Φυσική	-6,0 -7,4	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Εκπ. Θετικών επιστ. – Εκπ. Α/θμιας	Ε. Ε. Φυσική	-4,4 -6,2	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Εκπ. Θετικών επιστ. – Δ.Υ.	Ε. Ε. Φυσική	-8,9 -9,2	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Εκπ. Θετικών επιστ. – Ι.Υ.	Ε. Ε. Φυσική	-9,5 -9,1	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. σημαντική
Εκπ. Θετικών επιστ. – Ελευθ. Επαγγ.	Ε. Ε. Φυσική	-9,3 -8,9	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Εκπ. Θετικών επιστ. – Ανεργοι	Ε. Ε. Φυσική	-10,4 -9,9	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Εκπ. θεωρητικών επισ.– λοιποί εκπ.	Ε. Ε. Φυσική	-1,6 -0,5	p=.104 p=.617	Τυχαία διακύμανση Τυχαία διακύμανση
Εκπ. θεωρητικών επισ.– εκπ. Α/θμιας	Ε. Ε. Φυσική	-1,4 -1,3	p=.149 p=.178	Τυχαία διακύμανση Τυχαία διακύμανση
Εκπ. θεωρητικών επιστ.– Δ.Υ	Ε. Ε. Φυσική	-3,9 -3,8	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Εκπ. θεωρητικών επιστ.– Ι.Υ.	Ε. Ε. Φυσική	-6,1 -4,1	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Εκπ. θεωρητικών επιστ.– ελευθ. Επαγγ.	Ε. Ε. Φυσική	-6,0 -3,5	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Εκπ. θεωρητικών επιστ.– άνεργοι	Ε. Ε. Φυσική	-6,9 -5,2	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Λοιποί εκπ.- Εκπ. Α/θμιας	Ε. Ε. Φυσική	-0,2 -1,7	p=.817 p=.082	Τυχαία διακύμανση Τυχαία διακύμανση
Λοιποί εκπ.- Δ.Υ.	Ε. Ε. Φυσική	-6,7 -5,0	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Λοιποί εκπ.-Ι.Υ.	Ε. Ε.	-9,0	p<.000	Στατ. Σημαντική

	Φυσική	-5,1	p<.000	Στατ. Σημαντική
Λοιποί εκπ. -ελευθ. επαγγ.	Ε. Ε. Φυσική	-8,8 -4,4	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Λοιποί εκπ.-Άνεργοι	Ε. Ε. Φυσική	-10,6 -6,7	p<.000 p<.000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Εκπ. Α/θμιας-Δ.Υ.	Ε. Ε. Φυσική	-4,2 -1,4	p<.000 p=.164	Στατ. Σημαντική Τυχαία διακύμανση
Εκπ. Α/θμιας-Ι.Υ.	Ε. Ε. Φυσική	-5,7 -1,7	p<.000 p=.094	Στατ. Σημαντική Τυχαία διακύμανση
Εκπ. Α/θμιας-Ελ. επαγγελματίες	Ε. Ε. Φυσική	-5,6 -1,2	p<.000 p=.223	Στατ. Σημαντική Τυχαία διακύμανση
Εκπ. Α/θμιας-Άνεργοι	Ε. Ε. Φυσική	-6,2 -2,4	p<.000 p=.019	Στατ. Σημαντική Τυχαία διακύμανση
Δ.Υ. - Ι.Υ.	Ε. Ε. Φυσική	-3,7 -0,3	p<.000 p=.774	Στατ. Σημαντική Τυχαία διακύμανση
Δ.Υ. – Ελ. επαγγελ.	Ε. Ε. Φυσική	-3,3 -0,5	p=.001 p=.604	Στατ. Σημαντική Τυχαία διακύμανση
Δ.Υ. - Άνεργοι	Ε. Ε. Φυσική	-4,3 -1,4	p<.000 p=.163	Στατ. Σημαντική Τυχαία διακύμανση
Ι.Υ. – Ελ. επαγγελμ.	Ε. Ε. Φυσική	-0,4 -0,9	p=.670 p=.370	Τυχαία διακύμανση Τυχαία διακύμανση
Ι.Υ. - Άνεργοι	Ε. Ε. Φυσική	-0,1 -0,9	p=.898 p=.343	Τυχαία διακύμανση Τυχαία διακύμανση
Ελευθ. επαγγελμ. - Άνεργοι	Ε. Ε. Φυσική	-0,3 -2,0	p=.748 p=.044	Τυχαία διακύμανση Τυχαία διακύμανση

Τα αποτελέσματα του post hoc ελέγχου Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά στις διαμέσους των κατανομών των ορθών απαντήσεων που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό 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 είναι όμως υψηλότεροι και διαφέρουν σημαντικά από αυτούς των υπόλοιπων επαγγελμάτων. Οι δημόσιοι υπάλληλοι εμφανίζουν τον αμέσως υψηλότερο μέσο όρο κατατάξεων που διαφέρει σημαντικά από τον αντίστοιχο των ιδιωτικών υπαλλήλων, των ανέργων και των ελεύθερων επαγγελματιών. Τέλος οι διάμεσοι για τους ελεύθερους επαγγελματίες, τους ιδιωτικούς υπάλληλους και για τους άνεργους δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους.

Στις ερωτήσεις της φυσικής προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαμέσους των κατανομών των ορθών απαντήσεων μεταξύ των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών που εμφανίζουν τον υψηλότερο μέσο όρο κατατάξεων και των υπολοίπων επαγγελματικών ομάδων αφού η τιμή της p-value είναι $p<.000$. Οι διαφορές στις διαμέσους των εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης άλλων ειδικοτήτων μεταξύ τους αλλά και με τις αντίστοιχες των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας παρουσιάζουν τυχαία διακύμανση, διαφέρουν όμως σημαντικά από αυτές των υπόλοιπων επαγγελμάτων. Οι διάμεσοι των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας και των υπόλοιπων επαγγελμάτων δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε κανένα από τα μεταξύ τους επιμέρους ζεύγη.

Η συμπεριφορά του δείγματος στις δύο διαφορετικές κατηγορίες ερωτήσεων (ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού και ερωτήσεις φυσικής) παρουσιάζει πολλές ομοιότητες. Η κλιμάκωση των μέσων στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων επιστημονικού εγγραμματισμού καθώς και στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων φυσικής για τις διάφορες επαγγελματικές ομάδες εμφανίζεται αντίστοιχη.

4.8 Επιστημονικός εγγραμματισμός των πολιτών και επίδοση στη φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης τον χαρακτηρισμό της σχολικής επίδοσης.

Στη συνέχεια ελέγχεται η ισότητα των μέσων για τις ποσοτικές μεταβλητές: α) σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και β) σύνολο των ορθών απαντήσεων στη φυσική, έχοντας σαν παράγοντα διαφοροποίησης τον χαρακτηρισμό της σχολικής επίδοσης που δήλωσε ο καθένας από τους συμμετέχοντες.

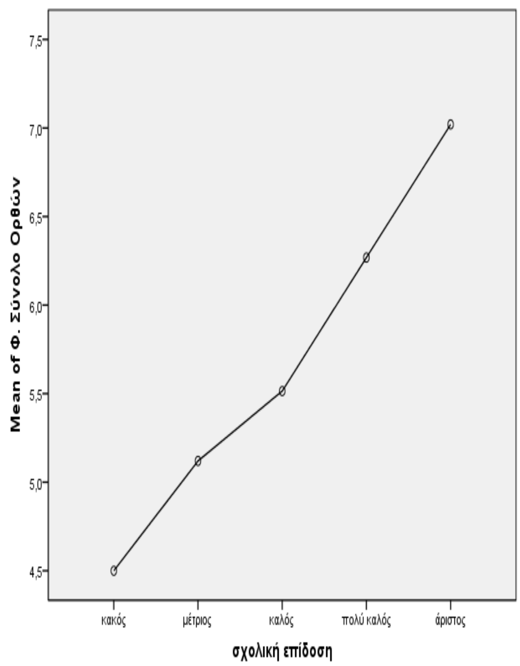
Στον παρακάτω πίνακα 32 φαίνονται οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αναφέρονται στον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στις ερωτήσεις φυσικής, για κάθε σχολική επίδοση.

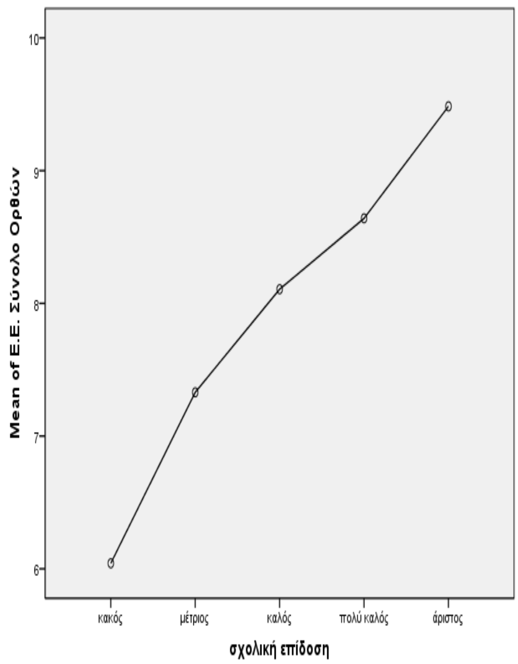
Πίνακας 32: Μέσοι όροι ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική σε κάθε σχολική επίδοση

Αριθμός συμμετεχόντων	**Χαρακτηρισμός σχολικής επίδοσης**	**Μέσος όρος ορθών απαντήσεων**	
		Επιστημονικός εγγραμματισμός	**φυσική**
24	Κακός	6,04	4,50
200	Μέτριος	7,33	5,12
346	Καλός	8,11	5,51
242	Πολύ καλός	8,64	6,27
99	Άριστος	9,48	7,02

Οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων και στις δύο κατηγορίες ερωτήσεων αυξάνονται καθώς αυξάνεται η σχολική επίδοση των συμμετεχόντων. Το εύρος της απόκλισης μεταξύ του μέγιστου μέσου που αντιστοιχεί στους άριστους και του ελάχιστου που αντιστοιχεί στους κακούς είναι και στις δύο περιπτώσεις (ορθές απαντήσεις στον επιστημονικό εγγραμματισμό – ορθές απαντήσεις στη φυσική) ανάλογο (min E.E./min Fys=max E.E. / max Fys= variance E.E./ variance Fys ή 6,04/4,5=9,48/7,02=3,44/2,52).

Στα διαγράμματα των σχημάτων 56 και 57 φαίνονται οι διαφορές των μέσων όρων των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις της φυσικής και του επιστημονικού εγγραμματισμού σε σχέση με το χαρακτηρισμό της σχολικής επίδοσης των συμμετεχόντων

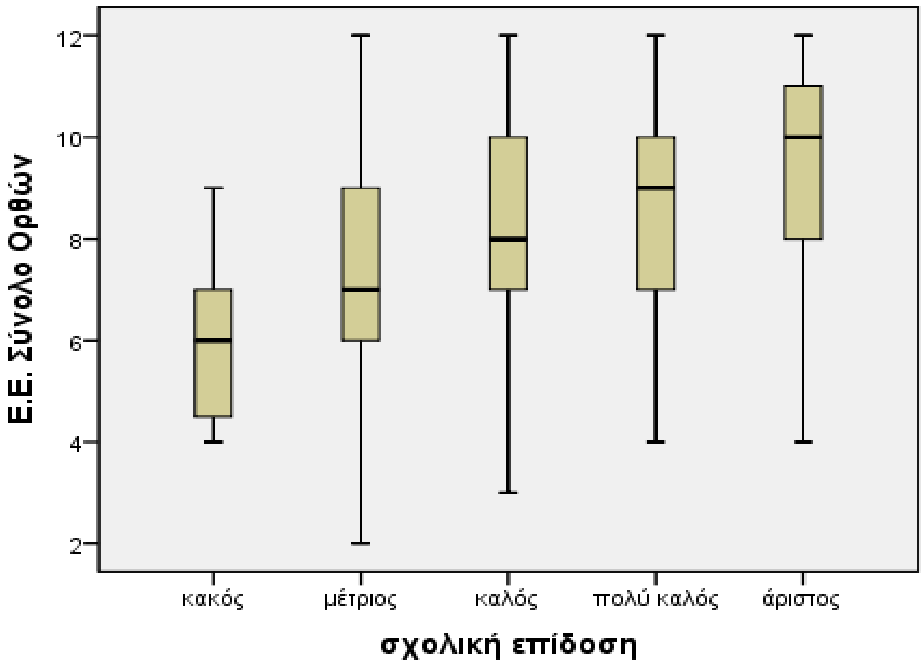




Σχήμα 56: Διάγραμμα των μέσων των ορθών απαντήσεων στη φυσική σε σχέση με τη σχολική επίδοση.

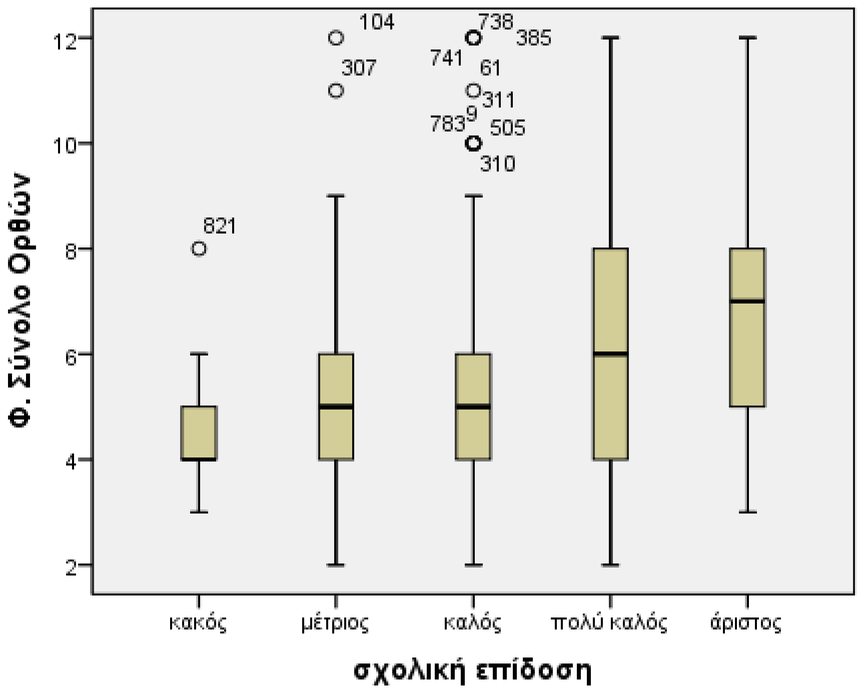
Σχήμα 57: Διάγραμμα των μέσων των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό σε σχέση με τη σχολική επίδοση

Με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων του σχήματος 58 παρατηρείται η κατανομή του συνόλου των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό στις πέντε βαθμίδες σχολικής επίδοσης και γίνεται καταρχήν σύγκριση στις διαμέσους για τις διαφορετικές επιδόσεις. Εμφανής είναι η αύξηση της τιμής των διαμέσων των κατανομών των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού καθώς βελτιώνεται η σχολική επίδοση των πολιτών. Η διασπορά είναι μεγάλη σε όλες τις κατανομές. Στους μέτριους ως προς τη σχολική επίδοση μαθητές παρατηρείται η μεγαλύτερη διασπορά.



Σχήμα 58:Κατανομή των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό σε σχέση με τη σχολική επίδοση

Με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων του σχήματος 59 διερευνάται γραφικά η κατανομή του συνόλου των ορθών απαντήσεων στη φυσική στις πέντε βαθμίδες σχολικής επίδοσης και συγκρίνουμε καταρχήν τις διαμέσους για τις διαφορετικές επιδόσεις. Η μεγαλύτερη διασπορά παρατηρείται στις απαντήσεις των πολιτών με πολύ καλή αλλά και με άριστη σχολική επίδοση. Οι άριστοι μαθητές των θεωρητικών επιστημών απομακρύνθηκαν από τη φυσική λόγω της ιδιομορφίας του εκπαιδευτικού συστήματος και του τρόπου εισαγωγής στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Εμφανής είναι η ελαχιστοποίηση της διαφοράς των διαμέσων στους χαρακτηρισμούς μέτριος και καλός, ενώ στους υπόλοιπους παρατηρείται αύξηση της τιμής των διαμέσων των κατανομών των ορθών απαντήσεων καθώς βελτιώνεται η σχολική επίδοση.



Σχήμα 59: Κατανομή των ορθών απαντήσεων στη φυσική σε σχέση με τη σχολική επίδοση

Με την τεχνική της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (one way ANOVA), εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στις ερωτήσεις που αφορούν τη φυσική για τις ομάδες που προκύπτουν από τις διαφορετικές κατηγορίες σχολικής επίδοσης αφού προκύπτει $F(4,906)=29{,}87$ με $p<0{,}001$ για το σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και $F(4,906)=22{,}65$ με $p=0{,}000$ για τις ορθές απαντήσεις στη φυσική, (πίνακας 33).

Πίνακας 33: Έλεγχος στατιστικά σημαντικών διαφορών στους μέσους για τον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική στις διαφορετικές κατηγορίες σχολικής επίδοσης

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Between Groups	475,925	4	118,981	29,872	,000
	Within Groups	3608,672	906	3,983		
	Total	4084,597	910			
Φ. Σύνολο Ορθών	Between Groups	360,681	4	90,170	22,649	,000
	Within Groups	3607,049	906	3,981		
	Total	3967,730	910			

Το test Levene απορρίπτει την υπόθεση της ισότητας των διασπορών στο σύνολο των ορθών απαντήσεων στη φυσική για τα διαφορετικά επίπεδα της σχολικής επίδοσης (p<.05). Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης της ισότητας των διασπορών διεξάγουμε και τους ελέγχους του Welch και των Brown – Forsythe οι οποίοι δείχνουν στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους αφού p<.05 για κάθε περίπτωση, (πίνακας 6 στο παράρτημα).

Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης για την κανονικότητα των καταλοίπων διενεργείται έλεγχος της ισότητας των διαμέσων με το τεστ Kruskal-Wallis, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του οποίου, $\chi^2(4)=104{,}584$ για το σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και $\chi^2(4)=74{,}892$ για τις ερωτήσεις φυσικής με p-value <0,001 στην κάθε περίπτωση, φαίνεται να εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαμέσων των κατανομών στις διαφορετικές ομάδες που δημιουργήθηκαν και για τις δύο κατηγορίες απαντήσεων, πίνακας 34.

Πίνακας 34: Έλεγχος της ισότητας των διαμέσων με το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis

Test Statistics[b,c]

			Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Φ. Σύνολο Ορθών
Chi-Square			104,584	74,892
df			4	4
Asymp. Sig.			,000	,000
Monte Carlo Sig.	Sig.		,000[a]	,000[a]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000	,000
		Upper Bound	,000	,000

a. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

b. Kruskal Wallis Test

c. Grouping Variable: σχολική επίδοση

Για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών ομάδων βρίσκονται οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές διεξάγονται πολλαπλοί έλεγχοι μεταξύ των ζευγών. Εφόσον γίνονται δέκα επιμέρους συγκρίσεις η διόρθωση Bonferoni καθορίζει το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας σε 0,05/10=0,005. Τα αποτελέσματα του post hoc ελέγχου Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη στον επιστημονικό εγγραμματισμό έδειξαν ότι οι ενήλικοι με την καλύτερη σχολική επίδοση σημείωναν τον υψηλότερο μέσο όρο κατατάξεων με τη διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική. Όσον αφορά τους μέσους όρους στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων της φυσικής εμφανίζεται τυχαία διακύμανση στα ζεύγη κακός – μέτριος, και μέτριος – καλός. Αντίθετα προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλα τα υπόλοιπα ζεύγη με τους ενήλικους που σημείωσαν την καλύτερη σχολική επίδοση να εμφανίζουν τον υψηλότερο μέσο όρο κατατάξεων.

Στον παρακάτω πίνακα 35 παραθέτονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των πολλαπλών ελέγχων Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη.

Πίνακας 35: Στοιχεία των ελέγχων Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη

Ομάδες	**Κατηγορία ερωτήσεων**	**Z**	**p-value**	**Διαφορά**
Κακός-μέτριος	Ε. Ε. Φυσική	-3,1 -1,9	0,002 0,055	Στατ. σημαντική Τυχαία Διακύμανση
Κακός-Καλός	Ε. Ε. Φυσική	-4,6 -2,8	0,000 0,005	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Κακός-Π. Καλός	Ε. Ε. Φυσική	-5,2 -3,9	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Κακός-Άριστος	Ε. Ε. Φυσική	-6,4 -5,3	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Μέτριος-Καλός	Ε. Ε. Φυσική	-4,2 -2,2	0,000 0,027	Στατ. Σημαντική Τυχαία Διακύμανση
Μέτριος-Π. Καλός	Ε. Ε. Φυσική	-6,3 -5,1	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Μέτριος-Άριστος	Ε. Ε. Φυσική	-8,3 -7,2	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Καλός-Π. Καλός	Ε. Ε. Φυσική	-3,1 -3,7	0.002 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Καλός-Άριστος	Ε. Ε. Φυσική	-6,1 -6,1	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Π. Καλός-Άριστος	Ε. Ε. Φυσική	-3,2 -2,9	0,001 0,004	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική

4.9 Επίδοση στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης την ηλικία.

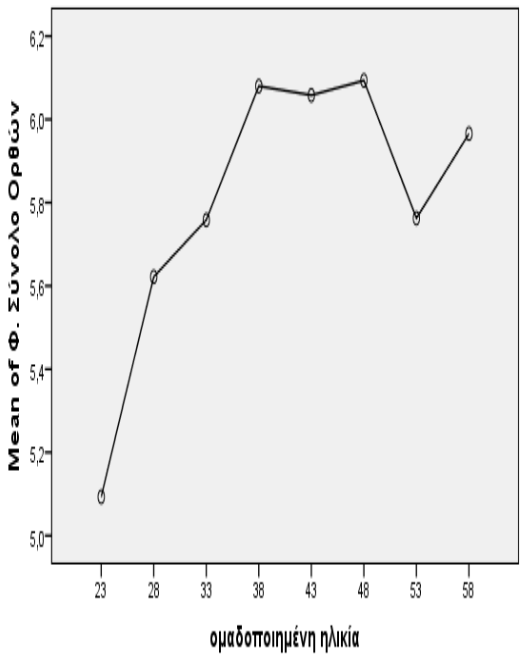
Στη συνέχεια ελέγχεται την ισότητα των μέσων για τις ποσοτικές μεταβλητές: α) Επίδοση στον επιστημονικό εγγραμματισμό και β) Επίδοση στη φυσική, έχοντας σαν παράγοντα διαφοροποίησης την ηλικία. Δημιουργούνται σε αυτή την περίπτωση οχτώ διαφορετικές ηλικιακές ομάδες πολιτών, για τις οποίες οι μέσοι όροι ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 36.

Πίνακας 36: Περιγραφικά στατιστικά μέτρα για τις ορθές απαντήσεις στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική για κάθε ηλικιακή ομάδα

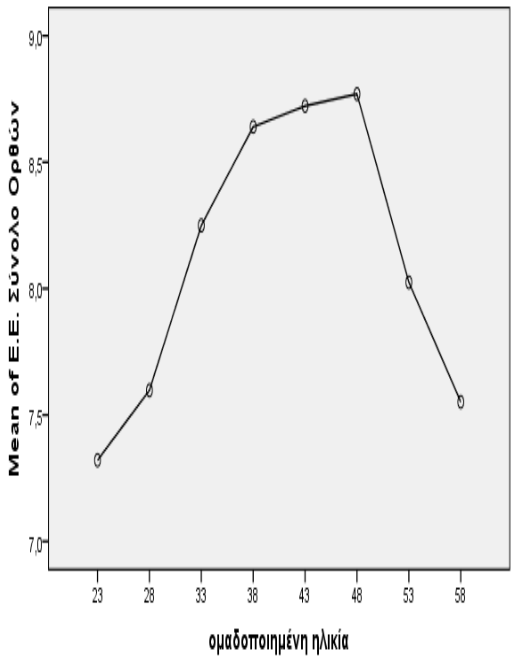
	Πλήθος	**Ομαδοποιημένη Ηλικία (Έτη)**	**Μέσος Όρος**	**Τυπική Απόκλιση**	**Σφάλμα στο μέσο όρο**
Ορθές στον Ε.Ε.	193	21-25 (23)	7,32	1,89	0,13
	82	26-30 (28)	7,60	1,90	0,21
	120	31-35 (33)	8,25	1,94	0,18
	100	36-40 (38)	8,64	2,03	0,20
	155	41-45 (43)	8,72	1,90	0,15
	139	46-50 (48)	8,77	2,19	0,18
	80	51-55 (53)	8,03	2,44	0,27
	29	56-60 (58)	7,55	2,50	0,46
Ορθές στη Φυσική	193	21-25 (23)	5,09	1,57	0,11
	82	26-30 (28)	5,62	1,85	0,20
	120	31-35 (33)	5,76	1,88	0,17
	100	36-40 (38)	6,08	2,07	0,20
	155	41-45 (43)	6,06	2,19	0,17
	139	46-50 (48)	6,09	2,36	0,20
	80	51-55 (53)	5,76	2,21	0,25
	29	56-60 (58)	5,97	2,72	0,50

Από τα δεδομένα του πίνακα παρατηρείται εμφάνιση των υψηλότερων μέσων όρων στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων επιστημονικού εγγραμματισμού αλλά και στις ερωτήσεις φυσικής στην ηλικιακή ομάδα των 46-50 ετών. Οι μεταβολές της επίδοσης σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα ακολουθούν παρόμοια διαφοροποίηση και στις δύο κατηγορίες ερωτήσεων. Οι χαμηλότεροι μέσοι όροι εμφανίζονται και για τις δύο κατηγορίες στην ηλικιακή ομάδα των 21-25 ετών. Αξιοσημείωτη είναι σταθερότητα που διακρίνει τις επιδόσεις στις ηλικιακές ομάδες από 36 ως 50 ετών και στις δύο κατηγορίες απαντήσεων.

Στα διαγράμματα των σχημάτων 60 και 61 φαίνονται οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων στη φυσική και τον επιστημονικό εγγραμματισμό σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα.

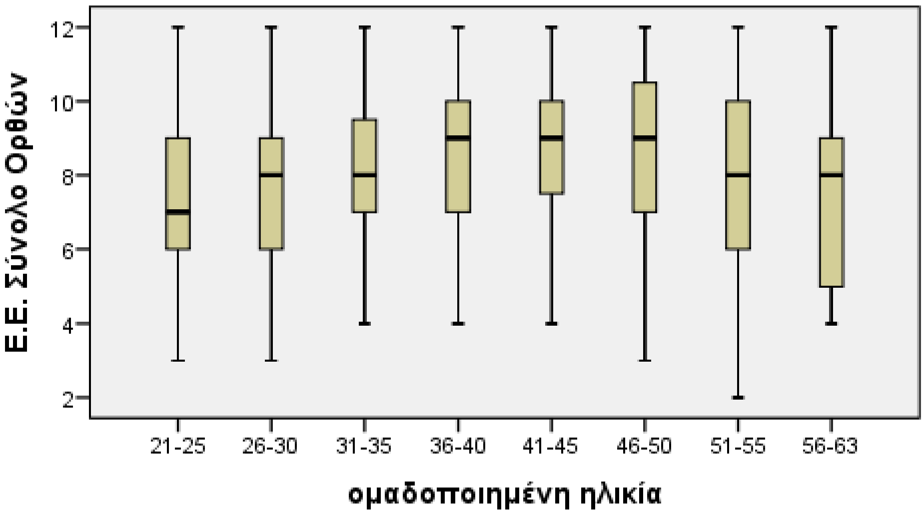


Σχήμα 60: Διάγραμμα των μέσων όρων στη φυσική σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα.



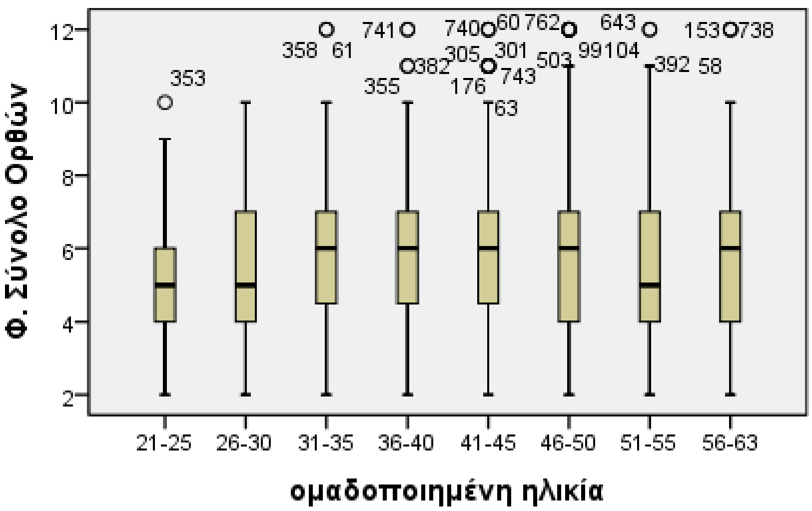
Σχήμα 61: Διάγραμμα των μέσων όρων στον επιστημονικό εγγραμματισμό σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα

Με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων του σχήματος 62 παρατηρείται η κατανομή του συνόλου των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό στις οχτώ ηλικιακές ομάδες και γίνεται καταρχήν σύγκριση στις διαμέσους για τις διαφορετικές επιδόσεις. Εμφανής είναι η αυξημένη τιμή των διαμέσων των κατανομών των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού στις ηλικίες από 36 ως 50 ετών, καθώς και η αύξηση της διασποράς για τις ηλικιακές ομάδες πάνω από 46 ετών.



Σχήμα 62: Κατανομή των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό σε σχέση με την ηλικία

Με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων του σχήματος 63 διερευνάται γραφικά η κατανομή του συνόλου των ορθών απαντήσεων στη φυσική στις οχτώ ηλικιακές ομάδες και συγκρίνουμε καταρχήν τις διαμέσους για τις διαφορετικές επιδόσεις. Εμφανής είναι η ταύτιση των διαμέσων στις ηλικιακές ομάδες από 36 ως 50 ετών και 56 ως 63 ετών. Σημειώνεται επίσης η εμφάνιση πολλών παράτυπων σημείων που αντιστοιχούν σε υψηλές τιμές ορθών απαντήσεων. Από τις κατανομές των ορθών απαντήσεων προκύπτει ότι οι νεότεροι ενήλικοι πολίτες, στην ηλικιακή ομάδα από 21 ως 25 ετών, παρουσιάζουν τη χαμηλότερη επίδοση και στις δύο κατηγορίες ερωτήσεων από όλες τις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες.



Σχήμα 63: Κατανομή των ορθών απαντήσεων στη φυσική σε σχέση με την ηλικία

Με την τεχνική της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (one way ANOVA) με τη βοήθεια του προγράμματος spss, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας 37 στον οποίο βλέπουμε ότι F(8,892)=10,09 με p=0,000 για το σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και F(8,892)=6,67 με p<0,001 για τις ορθές απαντήσεις στη φυσική. Οπότε συμπεραίνουμε ότι εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές για τις ομάδες που προκύπτουν από τις διαφορετικές ηλικιακές κατηγορίες στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στις ερωτήσεις που αφορούν τη φυσική.

Πίνακας 37: Έλεγχος στατιστικά σημαντικών διαφορών στους μέσους για τον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική στις διαφορετικές ηλικιακές ομάδες

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Between Groups	335,524	8	41,941	10,092	,000
	Within Groups	3706,836	892	4,156		
	Total	4042,360	900			
Φ. Σύνολο Ορθών	Between Groups	221,185	8	27,648	6,663	,000
	Within Groups	3701,335	892	4,149		
	Total	3922,519	900			

Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης της ισότητας των διασπορών διεξάγουμε και τους ελέγχους του Welch και των Brown – Forsythe οι οποίοι δείχνουν στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους αφού p<.05 (πίνακας 7, στο παράρτημα).

Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης για την κανονικότητα των καταλοίπων προχωρούμε στον έλεγχο της ισότητας των διαμέσων με το τεστ Kruskal-Wallis. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 38 οι διάμεσοι και στις δύο κατηγορίες απαντήσεων φαίνεται να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά αφού προκύπτει p-value <.05.

Πίνακας 38: Έλεγχος της ισότητας των διαμέσων με το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis

Test Statistics[b,c]

			Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Φ. Σύνολο Ορθών
Chi-Square			66,519	23,970
df			7	7
Asymp. Sig.			,000	,001
Monte Carlo Sig.	Sig.		,000[a]	,001[a]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000	,000
		Upper Bound	,000	,002

a. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

b. Kruskal Wallis Test

c. Grouping Variable: ομαδοποιημένη ηλικία

Για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών ομάδων βρίσκονται οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές διεξάγονται πολλαπλοί έλεγχοι μεταξύ των ζευγών. Εφόσον γίνονται είκοσι οχτώ επιμέρους συγκρίσεις η διόρθωση Bonferoni καθορίζει το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας σε 0,05/28=0,0018. Τα αποτελέσματα του post hoc ελέγχου Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη στον επιστημονικό εγγραμματισμό έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαμέσων των κατανομών των νεότερων ηλικιακών ομάδων 21-25 και 26-30 ετών και των υπολοίπων από 31 ως 50 και 36 ως 50 ετών αντίστοιχα. Στη φυσική οι στατιστικά σημαντικές διαφορές περιορίζονται μεταξύ της νεότερης ηλικιακής ομάδας 21-25 ετών με τις υπόλοιπες από 36 ως 50 ετών.

Στον παρακάτω πίνακα 39 παραθέτονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των πολλαπλών ελέγχων Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη.

Πίνακας 39: Στοιχεία των ελέγχων Mann-Whitney U με τις στατιστικά σημαντικές διαφορές που εμφανίζονται μεταξύ των διαφορετικών ηλικιακών ομάδων

Ερωτήσεις	**Ηλικιακές ομάδες με στατιστικά σημαντική διαφορά**	**Z**	**p-value**
Επιστημονικού Εγγραμματισμού	21-25 και 31-35	-3,8	0,000
	21-25 και 36-40	-5,1	0,000
	21-25 και 41-45	-6,3	0,000
	21-25 και 46-50	-6,0	0,000
	26-30 και 36-40	-3,4	0,001
	26-30 και 41-45	-4,1	0,000
	26-30 και 46-50	-4,0	0,000
Φυσικής	21-25 και 36-40	-3,9	0,000
	21-25 και 41-45	-3,8	0,000
	21-25 και 46-50	-3,5	0,001

4.10 Επίδοση στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης το ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και τη σχολική φυσική

Στη συνέχεια ελέγχεται η ισότητα των μέσων για τις ποσοτικές μεταβλητές: α) Επίδοση στον επιστημονικό εγγραμματισμό και β) Επίδοση στη φυσική, έχοντας σαν παράγοντα διαφοροποίησης το ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και τη σχολική φυσική. Δημιουργούνται σε αυτή την περίπτωση τρεις διαφορετικές ομάδες πολιτών: αυτοί που δηλώνουν καθόλου ή μικρό ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα και ταυτόχρονα καθόλου ή μικρό ενδιαφέρον στη σχολική φυσική ομάδα (1), αυτοί που δηλώνουν μέτριο ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα και ταυτόχρονα μέτριο ενδιαφέρον στη σχολική φυσική (ομάδα 2), και τέλος αυτοί που δηλώνουν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα και ταυτόχρονα μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον στη σχολική φυσική (ομάδα 3).

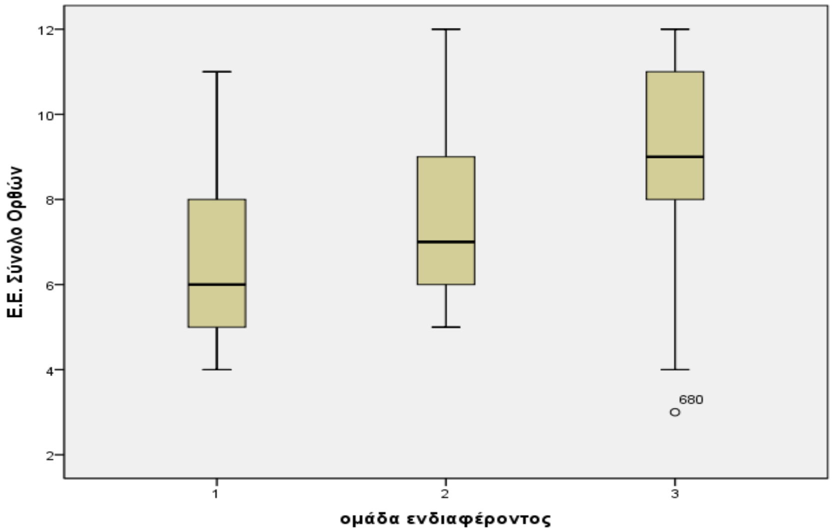
Στον πίνακα 40 φαίνονται οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική, η τυπική απόκλιση και το σφάλμα στο μέσο όρο για κάθε ομάδα συμμετεχόντων.

Πίνακας 40: Περιγραφικά στατιστικά μέτρα για τις ορθές απαντήσεις στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική για κάθε ομάδα ενδιαφέροντος

	Πλήθος	**Κατηγορία**	**Μέσος Όρος**	**Τυπική Απόκλιση**	**Σφάλμα στο μέσο όρο**
Ορθές στον Ε.Ε.	47	Ομάδα 1	6,77	1,76	0,25
	95	Ομάδα 2	7,55	1,86	0,19
	280	Ομάδα 3	8,90	2,04	0,12
Ορθές στη Φυσική	47	Ομάδα 1	5,34	1,52	0,22
	95	Ομάδα 2	5,22	1,74	0,18
	280	Ομάδα 3	6,66	2,52	0,15

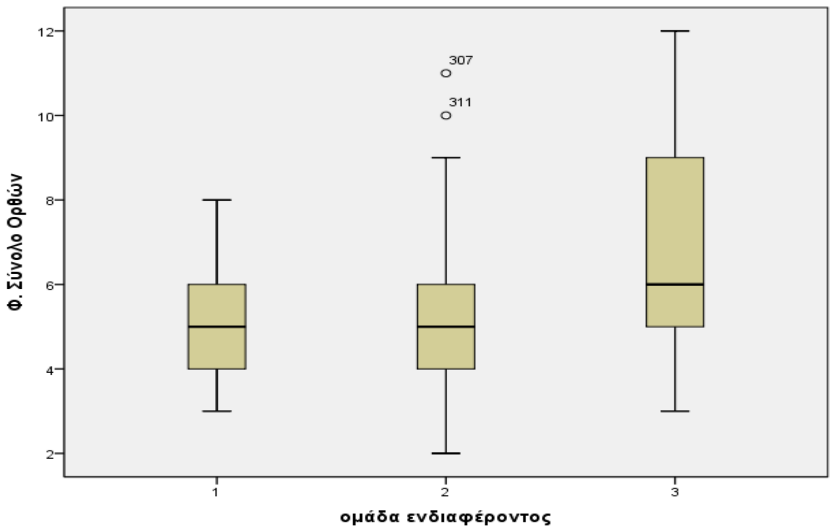
Από τα δεδομένα του πίνακα προκύπτει ότι αυξάνεται ο μέσος όρος των ορθών απαντήσεων των πολιτών στις ερωτήσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού καθώς αυξάνεται το ενδιαφέρον τους για θέματα που αφορούν την επιστήμη και τη σχολική φυσική. Στις ερωτήσεις που αφορούν τη φυσική παρατηρείται εκτροπή από το παραπάνω δεδομένο αφού ο μέσος όρος των ορθών απαντήσεων για την ομάδα με καθόλου ή μικρό ενδιαφέρον είναι λίγο μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο μέσο όρο της ομάδας με μέτριο ενδιαφέρον.

Με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων του σχήματος 64 παρατηρείται η κατανομή των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό για τις τρεις προσαρμοσμένες βαθμίδες ενδιαφέροντος και συγκρίνονται οι διάμεσοι τους. Εμφανής είναι η μετατόπιση των κατανομών των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού καθώς και των διαμέσων τους προς υψηλότερες τιμές με την αύξηση του ενδιαφέροντος των συμμετεχόντων. Ειδικότερα στη κατανομή για την ομάδα με μεγάλο ενδιαφέρον παρατηρείται αυξημένη μετατόπιση της διαμέσου προς υψηλότερες τιμές ορθών απαντήσεων.



Σχήμα 64: Κατανομή των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό σε σχέση με την ομάδα ενδιαφέροντος

Με τη βοήθεια των θηκογραμμάτων του σχήματος 65 παρατηρείται πως κατανέμεται το σύνολο των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις φυσικής και συγκρίνονται καταρχήν οι διάμεσοι για τις τρεις προσαρμοσμένες βαθμίδες ενδιαφέροντος.



Σχήμα 65:Κατανομή των ορθών απαντήσεων στη φυσική σε σχέση με την ομάδα ενδιαφέροντος

Το μεγαλύτερο εύρος διασποράς εντοπίζεται στην ομάδα με μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον, ενώ στις περιπτώσεις με μέτριο και μικρό ή καθόλου ενδιαφέρον η διασπορά είναι μικρότερη και τα αποτελέσματα είναι παραπλήσια.

Με την τεχνική της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (one way ANOVA), εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στις ερωτήσεις που αφορούν τη φυσική μεταξύ των ομάδων που προκύπτουν από τις διαφορετικές κατηγορίες ενδιαφέροντος αφού $F(2,419)=33{,}60$ με $p<0{,}001$ για το σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και $F(2,419)=17{,}89$ με $p<0{,}001$ για τις ορθές απαντήσεις στη φυσική, (πίνακας 41).

Πίνακας 41: Έλεγχος στατιστικά σημαντικών διαφορών στους μέσους για τον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική για τις ομάδες διαφορετικού ενδιαφέροντος

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Φ. Σύνολο Ορθών	Between Groups	185,155	2	92,578	17,895	,000
	Within Groups	2167,679	419	5,173		
	Total	2352,834	421			
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Between Groups	262,724	2	131,362	33,603	,000
	Within Groups	1637,959	419	3,909		
	Total	1900,682	421			

Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης της ισότητας των διασπορών διεξάγονται οι έλεγχοι του Welch και των Brown – Forsythe οι οποίοι δείχνουν στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους αφού $p<.05$ (πίνακας 42).

Πίνακας 42: Έλεγχος Welch και Brown – Forsythe

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic[a]	df1	df2	Sig.
Φ. Σύνολο Ορθών	Welch	22,984	2	137,824	,000
	Brown-Forsythe	28,227	2	256,400	,000
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Welch	37,219	2	117,789	,000
	Brown-Forsythe	38,376	2	188,744	,000

a. Asymptotically F distributed.

Λόγω της απόρριψης της υπόθεσης για την κανονικότητα των καταλοίπων διενεργείται έλεγχος της ισότητας των διαμέσων με το τεστ Kruskal-Wallis σύμφωνα με τα αποτελέσματα του οποίου, $\chi^2(2)= 60{,}04$ για το σύνολο των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και $\chi^2(2)= 27{,}98$ για τις ερωτήσεις φυσικής, με p-value $<0{,}001$

στην κάθε περίπτωση, φαίνεται να εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαμέσων των κατανομών των ορθών απαντήσεων, πίνακας 43.

Πίνακας 43: Έλεγχος της ισότητας των διαμέσων με το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis

Test Statistics[a,b]

	Φ. Σύνολο Ορθών	Ε.Ε. Σύνολο Ορθών
Chi-Square	27,981	60,041
df	2	2
Asymp. Sig.	,000	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: επιστ.ενδ.ομαδ.

Για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών 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≈0,017. Τα αποτελέσματα του post hoc ελέγχου Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων διαφορετικού ενδιαφέροντος κατά ζεύγη έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά στις διαμέσους των κατανομών των ορθών απαντήσεων που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική για τα ζεύγη των ομάδων 1 (αυτοί που δήλωσαν καθόλου ή μικρό ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα και ταυτόχρονα καθόλου ή μικρό ενδιαφέρον στη σχολική φυσική) και 3 (αυτοί που δήλωσαν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα και ταυτόχρονα μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον στη σχολική φυσική) καθώς και των ομάδων 2 (αυτοί που δήλωσαν μέτριο ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα και ταυτόχρονα μέτριο ενδιαφέρον στη σχολική φυσική) και 3, αφού προκύπτει p-value <.017, με τις ομάδες μεγαλύτερου ενδιαφέροντος να εμφανίζουν υψηλότερη βαθμολογία στο τεστ μετα-ελέγχου. Όσον αφορά στις διαμέσους των κατανομών των ορθών απαντήσεων στις ομάδες 1 και 2 εμφανίζεται τυχαία διακύμανση αφού η p-value είναι p>.017.

Στον παρακάτω πίνακα 44 παραθέτονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των πολλαπλών ελέγχων Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη.

Πίνακας 44: Στοιχεία των ελέγχων Mann-Whitney U στη σύγκριση των ομάδων κατά ζεύγη για τον εντοπισμό στατιστικά σημαντικών διαφορών στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων

Ομάδες	**Κατηγορία ερωτήσεων**	**Z**	**p-value**	**Διαφορά**
Ομάδα 1-Ομάδα 2	Ε. Ε. Φυσική	-2,2 -0,7	0,026 0,48	Τυχαία Διακύμανση Τυχαία Διακύμανση
Ομάδα 1-Ομάδα 3	Ε. Ε. Φυσική	-6,2 -3,1	0,000 0,002	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική
Ομάδα 2-Ομάδα 3	Ε. Ε. Φυσική	-5,7 -4,9	0,000 0,000	Στατ. Σημαντική Στατ. Σημαντική

4.11 Ο ρόλος της αυτοαντίληψης κατά τη μαθητική ηλικία στη διαμόρφωση στάσεων και επιδόσεων που εμφανίζουν ως ενήλικοι στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική.

Στη συνέχεια επιχειρείται η συσχέτιση του προσωπικού ενδιαφέροντος των πολιτών για πληροφόρηση σε επιστημονικά θέματα καθώς και του ενδιαφέροντος για τη σχολική φυσική με τη συνολική σχολική επίδοση και τη σχολική επίδοση στη φυσική. Ελέγχεται η ισότητα των μέσων για τις ποσοτικές μεταβλητές: α) ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό και β) ενδιαφέρον για τη φυσική στο σχολείο, έχοντας σαν παράγοντα διαφοροποίησης τον χαρακτηρισμό της συνολικής σχολικής επίδοσης και της σχολικής επίδοσης στη φυσική που δήλωσε ο καθένας από τους συμμετέχοντες.

Δημιουργήθηκαν τρεις ομάδες πολιτών: αυτοί που δήλωσαν κακή ή μέτρια συνολική σχολική επίδοση και ταυτόχρονα κακή ή μέτρια σχολική επίδοση στη φυσική, ομάδα (1), αυτοί που δήλωσαν καλή συνολική σχολική επίδοση και ταυτόχρονα καλή σχολική επίδοση στη φυσική, ομάδα (2), και τέλος αυτοί που δήλωσαν πολύ καλή ή άριστη συνολική σχολική επίδοση και ταυτόχρονα πολύ καλή ή άριστη σχολική επίδοση στη φυσική, ομάδα (3). Η παραπάνω διάκριση εξυπηρετεί στο καθορισμό της αυτοαντίληψης που παρουσίαζαν οι πολίτες ως μαθητές, διότι με βάση τις έρευνες των Marsh, 2007 και Seaton et al., 2009, η αυτοαντίληψη θεωρείται άμεση συνάρτηση της επίδοσης και αντιστρόφως. Ομαδοποιήθηκαν επίσης οι δηλώσεις ενδιαφέροντος σε θέματα επιστήμης και στη σχολική φυσική σε καθόλου ή μικρό, μέτριο, και μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον.

Στον παρακάτω πίνακα 45 φαίνεται το ενδιαφέρον σε θέματα επιστήμης και στη σχολική φυσική σε συνάρτηση με τη συνολική επίδοση στο σχολείο και την επίδοση στη φυσική.

Πίνακας 45: Πλήθος ατόμων σε κάθε κατηγορία ενδιαφέροντος σε σχέση με τη σχολική επίδοση

Συνολική σχολική επίδοση και επίδοση στη φυσική	**Ενδιαφέρον σε θέματα Επιστήμης και Ενδιαφέρον στη σχολική Φυσική**		
	Καθόλου ή Μικρό	***Μέτριο***	***Μεγάλο ή Πολύ Μεγάλο***
Κακή ή Μέτρια	33	29	15
Καλή	1	16	57
Πολύ Καλή ή Άριστη	3	5	116

Από τα στοιχεία του πίνακα προκύπτει ότι το 43% αυτών που είχαν κακή ή μέτρια συνολική σχολική επίδοση και ταυτόχρονα κακή ή μέτρια επίδοση στη φυσική δηλώνουν ανύπαρκτο ή μικρό ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και στη σχολική φυσική ενώ μόνο το 19% της ίδιας κατηγορίας δηλώνουν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον. Το 77% αυτών που είχαν καλή συνολική σχολική επίδοση και ταυτόχρονα καλή επίδοση στη φυσική δείχνουν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και στη σχολική φυσική. Το 94% αυτών που είχαν πολύ καλή ή άριστη συνολική σχολική επίδοση και ταυτόχρονα πολύ καλή ή άριστη επίδοση στη φυσική δείχνουν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και στη σχολική φυσική. Η πολύ καλή ή άριστη επίδοση στο σχολείο επιφέρει ταυτόχρονα και μεγάλο ενδιαφέρον σε επιστημονικά θέματα αλλά και στη σχολική φυσική.

Με την παραδοχή ότι η ακαδημαϊκή αυτοαντίληψη των μαθητών καθώς και η αυτοαντίληψη σε κάθε επιμέρους τομέα είναι συνάρτηση αντίστοιχα της συνολικής σχολικής τους επίδοσης καθώς και της σχολικής επίδοσης στο συγκεκριμένο τομέα, (Marsh, 2007; Seaton et al., 2009), φαίνεται ότι: Όσο υψηλότερη είναι η αυτοαντίληψη των μαθητών (δηλαδή καλύτερη γενική σχολική επίδοση και καλύτερη επίδοση στη φυσική), τόσο μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν ως ενήλικες για την παρακολούθηση των επιστημονικών θεμάτων. Διαπιστώθηκε όμως ότι όσο μεγαλύτερο είναι το ενδιαφέρον τόσο καλύτερες είναι και οι επιδόσεις σε θέματα επιστημονικού εγγραμματισμού. Έτσι η καλύτερη αυτοαντίληψη οδηγεί στη δημιουργία θετικών στάσεων προς τις επιστήμες και ταυτόχρονα στην επίτευξη υψηλότερων επιδόσεων σε θέματα που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και σε θέματα που αφορούν αμιγώς τη διαχείριση εννοιών και νομών της φυσικής.

4.12 Προσωπικό ενδιαφέρον για πληροφόρηση σε επιστημονικά θέματα σε σχέση με το μορφωτικό επίπεδο.

Παρακάτω διερευνούμε το ενδιαφέρον για πληροφόρηση σε θέματα σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία με παράγοντα διαφοροποίησης το επίπεδο μόρφωσης των συμμετεχόντων.

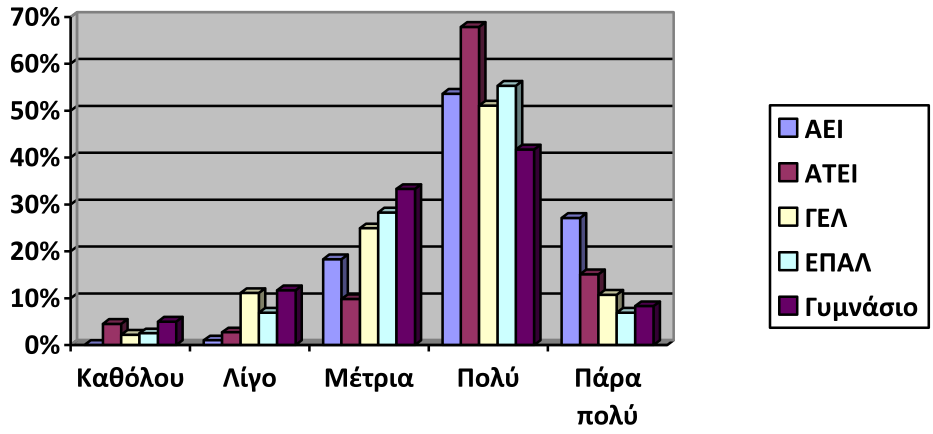
Αρχικά στον πίνακα 46 παρουσιάζονται τα αναλυτικά ποσοστά για το ενδιαφέρον που εκδηλώνεται σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε κάθε μορφωτικό επίπεδο.

Πίνακας 46: Ποσοστά εκδήλωσης ενδιαφέροντος σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε σχέση με το επίπεδο μόρφωσης

Μόρφωση	**Με ενδιαφέρει να πληροφορούμαι για θέματα επιστήμης και τεχνολογίας**				
	Καθόλου	***Λίγο***	***Μέτρια***	***Πολύ***	***Πάρα πολύ***
ΑΕΙ	-	1%	18,3%	53,6%	27,1%
ΑΤΕΙ	4,5%	2,7%	9,8%	67,9%	15,1%
ΓΕΛ	2,2%	11,1%	24,9%	51,1%	10,7%
ΕΠΑΛ	2,5%	6,9%	28,3%	55,3%	6,9%
Γυμνάσιο	5%	11,7%	33,3%	41,7%	8,3%

Παρατηρείται ότι το υψηλότερο ποσοστό πολιτών σε κάθε κατηγορία μορφωτικού επιπέδου εκδηλώνουν μεγάλο ενδιαφέρον για την πληροφόρηση σε επιστημονικά θέματα. Ειδικότερα μεγάλο ενδιαφέρον δηλώνουν οι περισσότεροι από τους μισούς απόφοιτους κάθε εκπαιδευτικής βαθμίδας εκτός από τους απόφοιτους Γυμνασίου όπου το ποσοστό είναι 41,7% του συνόλου. Η συγκεκριμένη επιλογή έχει την υψηλότερη στους απόφοιτους ΑΤΕΙ που φθάνει το 67,9%.

Στο διάγραμμα του σχήματος 66 αποδίδονται γραφικά τα ποσοστά για το ενδιαφέρον που επιδεικνύουν οι πολίτες για πληροφόρηση, σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας, σε συνάρτηση με το μορφωτικό τους επίπεδο.



Σχήμα 66: Γραφική απεικόνιση των ποσοστών εκδήλωσης ενδιαφέροντος σε σχέση με το μορφωτικό επίπεδο για θέματα επιστήμης και τεχνολογίας

Στη συνέχεια ποσοτικοποιήθηκε το ενδιαφέρον σύμφωνα με την παρακάτω κλίμακα: 1-καθόλου, 2-λίγο, 3-μέτριο, 4-πολύ, 5-πάρα πολύ.

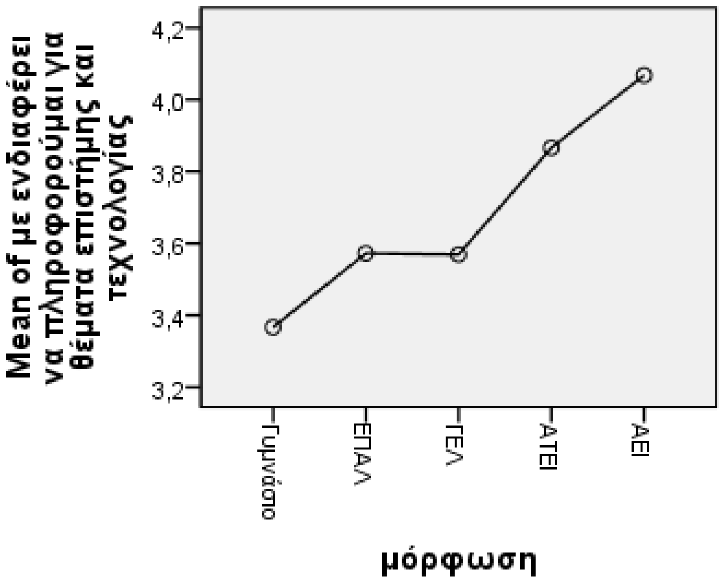
Στον πίνακα 47 φαίνεται ο μέσος όρος για το ενδιαφέρον σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε κάθε μορφωτικό επίπεδο.

Πίνακας 47: Μέσος όρος ενδιαφέροντος σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας για κάθε επίπεδο μόρφωσης

Επίπεδο μόρφωσης	**Πλήθος Συμμετεχόντων**	**Μέσος Όρος**
Γυμνάσιο	120	3,37
ΕΠΑΛ	159	3,57
ΓΕΛ	225	3,57
ΑΤΕΙ	112	3,87
ΑΕΙ	295	4,07

Ο μέσος όρος για το ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία για τους απόφοιτους όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης είναι υψηλότερος του μέτριου. Παρατηρείται επίσης ότι το ενδιαφέρον αυξάνεται με το επίπεδο εκπαίδευσης των πολιτών. Αξιοσημείωτη είναι η περίπτωση των απόφοιτων Γενικών και Επαγγελματικών Λυκείων που παρουσιάζουν τον ίδιο μέσο όρο.

Στο διάγραμμα των μέσων στο σχήμα 67 φαίνονται οι μέσοι όροι για το ενδιαφέρον σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας στα διάφορα επίπεδα μόρφωσης.



Σχήμα 67: Διάγραμμα μέσων όρων για κάθε επίπεδο μόρφωσης

Για κάθε ζεύγος διαφορετικών μορφωτικών επιπέδων ελέγχθηκε η ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών χρησιμοποιώντας το κριτήριο χ-τετράγωνο. Στις περιπτώσεις που το 25% των κελιών έχουν τιμή μικρότερη του 5 εμπιστευόμαστε τα αποτελέσματα του τεστ Monte Carlo.

Στον πίνακα 48 φαίνονται τα αποτελέσματα των επαναλαμβανόμενων ελέγχων. Τα πλήρη αποτελέσματα με τους αντίστοιχους πίνακες για κάθε περίπτωση ζεύγους παρατίθενται στο παράρτημα (πίνακες 8– 17).

Πίνακας 48: Αποτελέσματα συγκρίσεων των μέσων όρων για το ενδιαφέρον σε επιστημονικά θέματα μεταξύ των ομάδων διαφορετικού μορφωτικού επιπέδου

Ζεύγη ομάδων	**χ-τετράγωνο**	**p-value**	**Διαφορά**
ΑΕΙ – ΑΤΕΙ	Monte Carlo $\chi^2(4,N=407)= 26,091$	0,000	Στατιστικά σημαντική
ΑΕΙ – ΓΕΛ	χ^2 $(4,N=520)= 50,745$	0,000	Στατιστικά σημαντική
ΑΕΙ – ΕΠΑΛ	Monte Carlo $\chi^2(4,N=454)= 44,918$	0,000	Στατιστικά σημαντική
ΑΕΙ – Γυμνάσιο	Monte Carlo $\chi^2(4,N=415)= 63,160$	0,000	Στατιστικά σημαντική
ΑΤΕΙ – ΓΕΛ	χ^2 $(4, N=337)= 21,157$	0,000	Στατιστικά σημαντική
ΑΤΕΙ – ΕΠΑΛ	χ^2 $(4, N=271)= 19,938$	0,001	Στατιστικά σημαντική
ΑΤΕΙ – Γυμνάσιο	χ^2 $(4, N=232)= 30,639$	0,000	Στατιστικά σημαντική
ΓΕΛ - ΕΠΑΛ	χ^2 $(4, N=384)= 3,946$	0,415	Τυχαία διακύμανση
ΓΕΛ - Γυμνάσιο	χ^2 $(4, N=345)= 5,813$	0,214	Τυχαία διακύμανση
ΕΠΑΛ - Γυμνάσιο	χ^2 $(4, N=279)= 6,236$	0,182	Τυχαία διακύμανση

Τα αποτελέσματα των παραπάνω ελέγχων δείχνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πτυχιούχων της τριτοβάθμιας και των απόφοιτων δευτεροβάθμιας για την εκδήλωση ενδιαφέροντος σε επιστημονικά θέματα, με τους πτυχιούχους ΑΕΙ να εμφανίζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον με στατιστικά σημαντική διαφορά από τους αντίστοιχους των ΑΤΕΙ. Οι διαφορές μεταξύ των απόφοιτων ΓΕΛ, ΕΠΑΛ και Γυμνασίου παρουσιάζουν αντίθετα τυχαία διακύμανση υποδηλώνοντας την αδυναμία των παραπάνω επιπέδων εκπαίδευσης στη διάκριση διαφορετικών επιπέδων ενδιαφέροντος.

4.13 Ενδιαφέρον για τη σχολική φυσική σε σχέση με το μορφωτικό επίπεδο.

Παρακάτω διερευνάται το ενδιαφέρον για τη φυσική στο σχολείο με παράγοντα διαφοροποίησης το επίπεδο μόρφωσης των συμμετεχόντων.

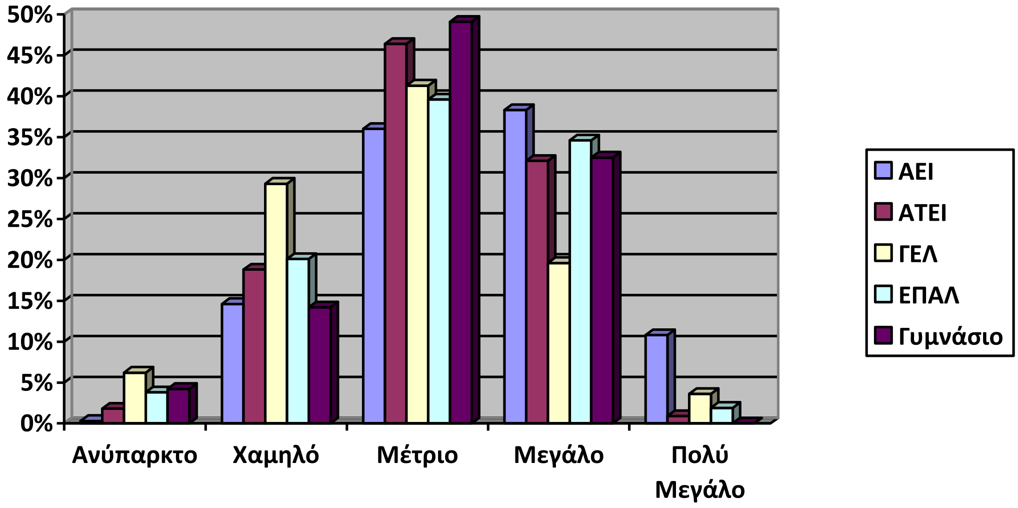
Αρχικά στον πίνακα 49 παρουσιάζονται τα αναλυτικά ποσοστά για το ενδιαφέρον στη σχολική φυσική για κάθε μορφωτικό επίπεδο.

Πίνακας 49: Ποσοστά εκδήλωσης ενδιαφέροντος για τη σχολική φυσική σε σχέση με το επίπεδο μόρφωσης

Μόρφωση	**Το ενδιαφέρον μου για το μάθημα της σχολικής Φυσικής ήταν – είναι**				
	Ανύπαρκτο	***Χαμηλό***	***Μέτριο***	***Μεγάλο***	***Πολύ Μεγάλο***
ΑΕΙ	0,3%	14,6%	36%	38,3%	10,8%
ΑΤΕΙ	1,8%	18,8%	46,4%	32,1%	0,9%
ΓΕΛ	6,2%	29,3%	41,3%	19,6%	3,6%
ΕΠΑΛ	3,8%	20,1%	39,6%	34,6%	1,9%
Γυμνάσιο	4,2%	14,2%	49,1%	32,5%	0%

Παρατηρείται ότι το υψηλότερο ποσοστό πολιτών σε όλες τις κατηγορίες μορφωτικού επιπέδου, εκδηλώνουν μέτριο ενδιαφέρον για το μάθημα της φυσικής στο σχολείο, εκτός των αποφοίτων ΑΕΙ που δηλώνουν μεγάλο. Σχεδόν οι μισοί από τους απόφοιτους ΑΕΙ δηλώνουν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον για τη σχολική φυσική. Στην ίδια κατηγορία ενδιαφέροντος οι απόφοιτοι των ΕΠΑΛ των ΑΤΕΙ και του Γυμνασίου σημειώνουν παραπλήσια ποσοστά από 36,5% ως 32,5%, ενώ το μικρότερο ποσοστό εμφανίζεται στους απόφοιτους ΓΕΛ. Αξιοσημείωτο είναι ότι στη κατηγορία πολύ μεγάλο ενδιαφέρον εμφανίζεται ένας μόνο απόφοιτος ΑΤΕΙ ενώ δεν υπάρχει κανείς απόφοιτος Γυμνασίου. Οι μικρότερες τιμές για το ενδιαφέρον καταγράφονται στους απόφοιτους ΓΕΛ όπου το 77% δηλώνουν μέτριο χαμηλό ή ανύπαρκτο ενδιαφέρον.

Στο διάγραμμα του σχήματος 68 αποδίδονται γραφικά τα ποσοστά για το ενδιαφέρον στη σχολική φυσική σε συνάρτηση με το μορφωτικό τους επίπεδο.



Σχήμα 68: Γραφική απεικόνιση των ποσοστών εκδήλωσης ενδιαφέροντος σε σχέση με το μορφωτικό επίπεδο για θέματα σχολικής φυσικής

Στη συνέχεια το ενδιαφέρον ποσοτικοποιήθηκε με την παρακάτω κλίμακα:

1-καθόλου, 2-λίγο, 3-μέτριο, 4-πολύ, 5-πάρα πολύ.

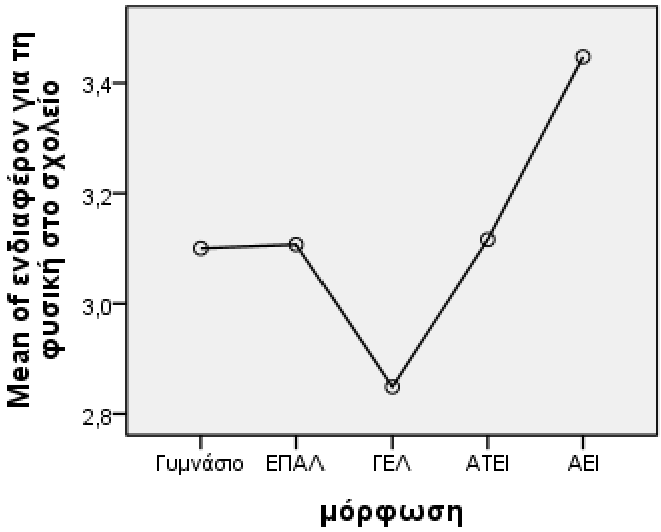
Στον πίνακα 50 φαίνεται ο μέσος όρος για το ενδιαφέρον σε κάθε μορφωτικό επίπεδο.

Πίνακας 50: Μέσος όρος ενδιαφέροντος σε θέματα σχολικής φυσικής για κάθε επίπεδο μόρφωσης

Επίπεδο μόρφωσης	**Πλήθος Συμμετεχόντων**	**Μέσος Όρος**
Γυμνάσιο	120	3,10
ΕΠΑΛ	159	3,11
ΓΕΛ	225	2,85
ΑΤΕΙ	112	3,12
ΑΕΙ	295	3,45

Ενδιαφέρον προκαλούν οι χαμηλοί μέσοι όροι ενδιαφέροντος στη σχολική φυσική σε όλα τα επίπεδα μόρφωσης, όπως και το μικρό εύρος διακύμανσης στους μέσους όρους των πολιτών με διαφορετικό μορφωτικό επίπεδο. Η χαμηλότερη τιμή εμφανίζεται στους απόφοιτους Γενικών Λυκείων ενώ οι απόφοιτοι Γυμνασίου και ΕΠΑΛ φέρονται να εμφανίζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Η παραπάνω διαφοροποίηση σχετίζεται με το εξεταστικό σύστημα το οποίο επικεντρώνει τη διδασκαλία στις πανελλαδικές εξετάσεις και την ασκησιολογία από την αρχή στο Γενικό Λύκειο, ενώ στα ΕΠΑΛ και το Γυμνάσιο υπάρχει μεγαλύτερη ευχέρεια για τη σύνδεση των αρχών της φυσικής με την καθημερινή εμπειρία την προσαρμογή του αναλυτικού προγράμματος σπουδών και την εφαρμογή εναλλακτικών τρόπων στην προσέγγιση της ύλης. Στους απόφοιτους ΑΕΙ εμφανίζεται μια τιμή μεταξύ μέτριου και μεγάλου ενδιαφέροντος. Οι απόφοιτοι ΑΤΕΙ εμφανίζουν τον ίδιο μέσο όρο με τους απόφοιτους των ΕΠΑΛ και του Γυμνασίου.

Στο διάγραμμα των μέσων στο σχήμα 69 φαίνονται οι μέσοι όροι για το ενδιαφέρον στη σχολική φυσική στα διάφορα επίπεδα μόρφωσης.



Σχήμα 69: Διάγραμμα μέσων όρων για κάθε επίπεδο μόρφωσης

Για κάθε ζεύγος διαφορετικού μορφωτικού επιπέδου ελέγχουμε την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών χρησιμοποιώντας το κριτήριο χ-τετράγωνο. Στις περιπτώσεις που το 25% των κελιών έχουν τιμή μικρότερη του 5 εμπιστευόμαστε τα αποτελέσματα του τεστ Monte Carlo.

Στον πίνακα 51 φαίνονται τα αποτελέσματα των επαναλαμβανόμενων ελέγχων. Τα πλήρη αποτελέσματα με τους αντίστοιχους πίνακες για κάθε περίπτωση ζεύγους παρατίθενται στο παράστημα (πίνακες 18 – 27).

Πίνακας 51: Αποτελέσματα συγκρίσεων των μέσων όρων για το ενδιαφέρον στη σχολική φυσική μεταξύ των ομάδων διαφορετικού μορφωτικού επιπέδου.

Ζεύγη ομάδων	**χ-τετράγωνο**	**p-value**	**Διαφορά**
ΑΕΙ – ΑΤΕΙ	χ^2 (4, N=407)= 16,272	0,003	Στατιστικά σημαντική
ΑΕΙ – ΓΕΛ	χ^2 (4, N=520)= 53,236	0,000	Στατιστικά σημαντική
ΑΕΙ – ΕΠΑΛ	χ^2 (4, N=454)= 21,354	0,000	Στατιστικά σημαντική
ΑΕΙ – Γυμνάσιο	χ^2 (4, N=415)= 26,214	0,000	Στατιστικά σημαντική
ΑΤΕΙ – ΓΕΛ	χ^2 (4, N=415)= 13,772	0,008	Στατιστικά σημαντική
ΑΤΕΙ – ΕΠΑΛ	Monte Carlo χ^2 (4, N=271)= 2,218	0,712	Τυχαία διακύμανση
ΑΤΕΙ – Γυμνάσιο	Monte Carlo χ^2 (4, N=232)= 2,996	0,575	Τυχαία διακύμανση
ΓΕΛ - ΕΠΑΛ	χ^2 (4, N=384)= 13,310	0,010	Στατιστικά σημαντική
ΓΕΛ - Γυμνάσιο	χ^2 (4, N=384)= 18,891	0,001	Στατιστικά σημαντική
ΕΠΑΛ - Γυμνάσιο	Monte Carlo χ^2 (4, N=279)= 5,187	0,278	Τυχαία διακύμανση

Τα αποτελέσματα των παραπάνω ελέγχων δείχνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πτυχιούχων ΑΕΙ και των υπόλοιπων μορφωτικών επιπέδων, με τους πτυχιούχους να εμφανίζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Οι απόφοιτοι ΓΕΛ παρουσιάζουν το χαμηλότερο ενδιαφέρον με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες ομάδες. Ενώ παρατηρείται τυχαία διακύμανση στις δηλώσεις ενδιαφέροντος όσον αφορά τα ζεύγη ΑΤΕΙ-ΕΠΑΛ, ΑΤΕΙ-Γυμνάσιο, και ΕΠΑΛ-Γυμνάσιο.

4.14 Ενδιαφέρον για πληροφόρηση σε θέματα σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία καθώς και για τη σχολική φυσική, σε σχέση με το φύλο των συμμετεχόντων.

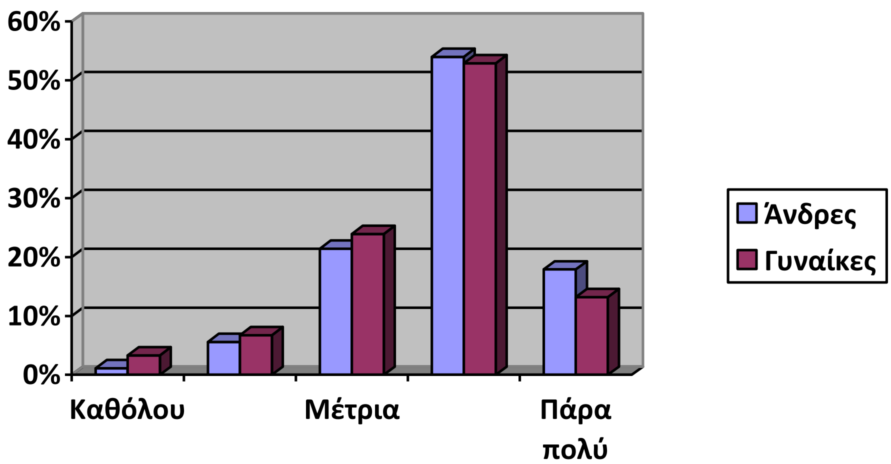
Παρακάτω γίνεται μελέτη της τάσης για πληροφόρηση σε θέματα σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία καθώς και για το ενδιαφέρον στη σχολική φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης το φύλο των συμμετεχόντων. Αρχικά στον πίνακα 52, παρουσιάζονται τα αναλυτικά ποσοστά για το ενδιαφέρον πληροφόρησης σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε σχέση με το φύλο των συμμετεχόντων.

Πίνακας 52: Ποσοστά εκδήλωσης ενδιαφέροντος σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε σχέση με το φύλο των συμμετεχόντων

Φύλο	**Με ενδιαφέρει να πληροφορούμαι για θέματα επιστήμης και τεχνολογίας που επηρεάζουν τη ζωή**				
	Καθόλου	***Λίγο***	***Μέτρια***	***Πολύ***	***Πάρα πολύ***
Άνδρες	1,1%	5,6%	21,4%	54%	17,9%
Γυναίκες	3,3%	6,7%	23,9%	52,9%	13,2%

Το 71,9% των ανδρών και το 66,1% των γυναικών δηλώνουν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον. Η μεγαλύτερη απόκλιση στα ποσοστά εμφανίζεται στην εκδήλωση πολύ μεγάλου ενδιαφέροντος όπου οι άνδρες υπερτερούν.

Στο διάγραμμα του σχήματος 70 αποδίδονται γραφικά τα ποσοστά για το ενδιαφέρον των πολιτών σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε συνάρτηση με το φύλο.



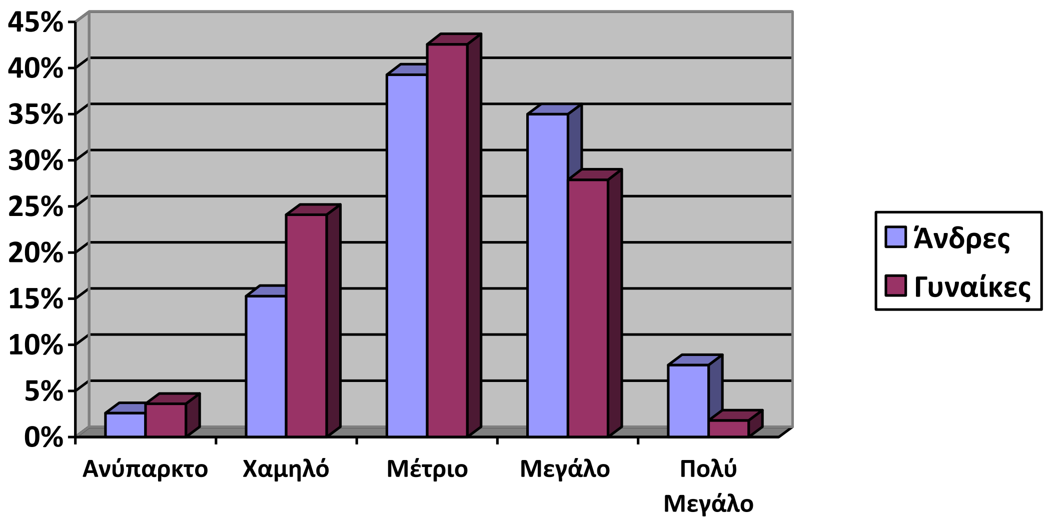
Σχήμα 70: Γραφική απεικόνιση των ποσοστών εκδήλωσης ενδιαφέροντος σε σχέση με το φύλο για θέματα επιστήμης και τεχνολογίας

Στη συνέχεια στον πίνακα 53 παρουσιάζονται τα αναλυτικά ποσοστά για το ενδιαφέρον των πολιτών στη σχολική φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης το φύλο των συμμετεχόντων.

Πίνακας 53: Ποσοστά εκδήλωσης ενδιαφέροντος στη σχολική φυσική σε σχέση με το φύλο των συμμετεχόντων

Φύλο	**Το ενδιαφέρον μου για το μάθημα της σχολικής Φυσικής ήταν –είναι:**				
	Ανύπαρκτο	***Χαμηλό***	***Μέτριο***	***Μεγάλο***	***Πολύ Μεγάλο***
Άνδρες	2,6%	15,3%	39,3%	35%	7,8%
Γυναίκες	3,6%	24,1%	42,6%	27,9%	1,8%

Το 70% των γυναικών και το 57% των ανδρών δηλώνουν μέτριο, μικρό ή ανύπαρκτο ενδιαφέρον για τη σχολική φυσική. Στο διάγραμμα του σχήματος 71 αποδίδονται γραφικά τα ποσοστά για το ενδιαφέρον των πολιτών στη σχολική φυσική σε συνάρτηση με το φύλο.



Σχήμα 71: Γραφική απεικόνιση των ποσοστών εκδήλωσης ενδιαφέροντος σε σχέση με το φύλο για τη σχολική φυσική

Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων ποσοτικοποιήθηκε το ενδιαφέρον σε επιστημονικά και τεχνολογικά θέματα όπως και το ενδιαφέρον για τη φυσική στο σχολείο σύμφωνα με την παρακάτω κλίμακα: 1-καθόλου, 2-λίγο, 3-μέτριο, 4-πολύ, 5-πάρα πολύ.

Στον πίνακα 54 φαίνονται οι μέσοι όροι για το ενδιαφέρον στην επιστήμη και την τεχνολογία όπως και για το ενδιαφέρον στη σχολική φυσική σε άνδρες και γυναίκες.

Πίνακας 54: Μέσοι όροι για το ενδιαφέρον σε σχέση με το φύλο

	Φύλο	**Πλήθος Συμμετεχόντων**	**Μέσος Όρος**
Ενδιαφέρον στην επιστήμη και την τεχνολογία	Άνδρες	463	3,82
	Γυναίκες	448	3,66
Ενδιαφέρον στη σχολική Φυσική	Άνδρες	463	3,30
	Γυναίκες	448	3,00

Οι παραπάνω μέσοι όροι τονίζουν το αυξημένο ενδιαφέρον των πολιτών, ανδρών και γυναικών, για τα θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε σχέση με τη σχολική φυσική. Παρατηρείται και στις δύο διαφορετικές περιπτώσεις οι άνδρες να εμφανίζουν υψηλότερους μέσους όρους από τις γυναίκες. Η διαφορά παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή στην περίπτωση του ενδιαφέροντος στη σχολική φυσική.

Ελέγχουμε την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών για το ενδιαφέρον σε επιστημονικά και τεχνολογικά θέματα με παράγοντα διαφοροποίησης το φύλο των συμμετεχόντων χρησιμοποιώντας το κριτήριο χ-τετράγωνο. Στις περιπτώσεις που το 25% των κελιών έχουν τιμή μικρότερη του 5 εμπιστευόμαστε τα αποτελέσματα του τεστ Monte Carlo. Τα αποτελέσματα στον πίνακα 55 δείχνουν την εμφάνιση οριακά στατιστικά σημαντικής διαφοράς για το ενδιαφέρον πληροφόρησης σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία μεταξύ ανδρών και γυναικών αφού, χ^2 (4, N=911)= 9,755, με p=0,045

Πίνακας 55: Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος σε θέματα επιστήμης για το ζεύγος Άνδρες - Γυναίκες

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,755[a]	4	,045
Likelihood Ratio	10,005	4	,040
Linear-by-Linear Association	7,895	1	,005
N of Valid Cases	911		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,84.

Τα αποτελέσματα στον πίνακα 56 δείχνουν στατιστικά σημαντική διαφορά για το ενδιαφέρον στη φυσική μεταξύ ανδρών και γυναικών αφού, χ^2 (4, N=911)= 30,786, p=0,000

Πίνακας 56: Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος στη σχολική φυσική για το ζεύγος Άνδρες - Γυναίκες

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	30,786[a]	4	,000
Likelihood Ratio	32,303	4	,000
Linear-by-Linear Association	25,117	1	,000
N of Valid Cases	911		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 13,77.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι επιδόσεις των πολιτών στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού βρίσκονται κοντά στα υψηλά των μέσων όρων των διεθνών ερευνών όπως του National Science Board από το 1992 ως το 2014, των Stocklmayer & Bryant το 2012, και special Eurobarometer 2013. Φαίνεται να είναι καλύτερες σε ερωτήσεις που σχετίζονται με την υγεία και η ενημέρωση είναι συνεχής, σε ερωτήσεις που αναφέρονται σε ζητήματα που έχουν επαληθευτεί στην καθημερινότητα και κατέληξαν να γίνονται αξιωματικά αποδεκτά αλλά και στις περιπτώσεις που η γνώση καλύφθηκε στη σχολική διδακτική διαδικασία, σε περισσότερα από ένα μαθησιακά αντικείμενα, χωρίς να έχουν σχηματίσει οι εκπαιδευόμενοι προηγουμένως εναλλακτικές ιδέες. Σε αρκετές από αυτές οι επιδόσεις των ενήλικων πολιτών ξεπερνούν τους ευρωπαϊκούς μέσους όρους. Αξιοσημείωτη είναι η περίπτωση της ερώτησης 4: Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα, που αποτελεί θεωρητική σχολική γνώση, στην οποία οι συμμετέχοντες σημείωσαν την καλύτερη επίδοση από το σύνολο των διεθνών ερευνών. Η αποτύπωση της παραπάνω θεωρητικής γνώσης στο νου των πολιτών οφείλεται στη σχολική διδασκαλία μέσω διαφορετικών μαθησιακών αντικειμένων και προσεγγίσεων. Η διδακτική διαδικασία περιέλαβε τα άτομα και τα ηλεκτρόνια στη φυσική και τη χημεία στο Γυμνάσιο και το Λύκειο, οπότε έγινε διεπιστημονική προσέγγιση και πολλαπλή διαπραγμάτευση των εννοιών σε διαφορετικές καταστάσεις και υπό άλλες συνθήκες. Επιπρόσθετα, τα ηλεκτρόνια και τα άτομα, αν και αποτελούν βασική γνώση ως θεμελιώδεις έννοιες της ατομικής και μοριακής θεωρίας που θεωρούνται απαραίτητες για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της επιστήμης, δεν συναντώνται ως αυτοτελείς οντότητες στη καθημερινότητα και είναι άγνωστα στους περισσότερους πριν εμπλακούν στη σχολική διδακτική διαδικασία, έτσι δεν υπάρχουν εναλλακτικές ιδέες σχετικές με αυτά. Το υψηλότερο ποσοστό των ορθών απαντήσεων εμφανίζεται στην ερώτηση 2: Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος, όπου αντιμετωπίζεται μόνο το βιολογικό αποτέλεσμα της ηλιακής ακτινοβολίας, όπου το 93% των πολιτών εμφανίζεται ενημερωμένο για την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στο δέρμα. Οι απόφοιτοι και των δύο βαθμίδων εκπαίδευσης εμφανίζουν το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων από όλες τις υπόλοιπες προτάσεις 99% για τους πτυχιούχους και 89% για τους απλούς πολίτες. Τα αντίστοιχα ποσοστά στις διεθνείς έρευνες εμφανίζονται υψηλότερα για τους απλούς πολίτες 94%, από αυτά των επιστημόνων 88%, (Stocklmayer & Bryant, 2012). Οι άμεσες και ορατές συνέπειες που επιφέρει η ηλιακή ακτινοβολία στην υγεία του δέρματος (εγκαύματα και φακίδες) καθώς και η πολύχρονη συνεχής ενημέρωση από την τυπική και την άτυπη εκπαίδευση για τις αρνητικές συνέπειες της παρατεταμένης έκθεσης στον ήλιο αποτέλεσαν καταλυτικό παράγοντα στη διαμόρφωση σκέψεων και συμπεριφορών στους πολίτες. Στην κατηγορία με τις καλύτερες επιδόσεις ανήκει και η ερώτηση 3: Ο θερμός αέρας ανέρχεται, η οποία ενέχει θέση αξιώματος στο νου των ενήλικων πολιτών. Επαληθεύεται στη καθημερινή ζωή τους αφού τα ανώτερα στρώματα του σπιτιού τους είναι θερμότερα. Τα υψηλά ποσοστά στο σύνολο των ορθών απαντήσεων 89,3% του δείγματος, καθώς και στις επιμέρους κατηγορίες εκπαίδευσης, 97% στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας και 83% στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας βρίσκονται σε αντιστοιχία με τα πολύ υψηλά ποσοστά που καταγράφονται στις διεθνείς έρευνες, 95% για τους ειδικούς και 97% για τους απλούς πολίτες, (Stocklmayer & Bryant, 2012). Πολύ καλή επίδοση σημειώθηκε και στην ερώτηση 12: Στο ήπαρ παράγονται τα ούρα, (τα ούρα έχουν συνδεθεί στο νου των πολιτών με τους νεφρούς). Το ποσοστό των συμμετεχόντων που απάντησαν ορθά 83,6%, βρίσκεται κοντά στο υψηλό 85% που καταγράφεται για τους επιστήμονες και πολύ υψηλότερα από το 53% των διεθνών ερευνών για τους απλούς πολίτες (Stocklmayer & Bryant, 2012).

Σε δύο ερωτήσεις μόνο τα αποτελέσματα της έρευνας του Eurobarometer 2005 δίνουν υψηλότερες τιμές για τους ευρωπαϊκούς μέσους όρους, στην ερώτηση 5: Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια (39,9% των πολιτών απάντησαν ορθά στην έρευνα έναντι 46% στο Eurobarometer 2005) και στην ερώτηση 11: Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά (59,5% των πολιτών απάντησαν ορθά στην έρευνα έναντι 82% στο Eurobarometer 2005). Τα χαμηλά ποσοστά των ορθών απαντήσεων της παρούσης έρευνας για την ερώτηση 11 είναι ταυτόσημα με το μέσο όρο των αντίστοιχων ποσοστών των απλών πολιτών που καταγράφονται στις διεθνείς έρευνες (Stocklmayer & Bryant, 2012). Όσον αφορά την ερώτηση 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 τα έχουν καταστήσει παντοδύναμα στο νου των πολιτών. Σε διεθνείς έρευνες τα ποσοστά ορθών απαντήσεων 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. Στην τελευταία έρευνα στις Η.Π.Α. το 2012 το ποσοστό των ορθών έφθασε στο 51%. (National Science Board, 2014; 2012) Αξίζει να σημειωθεί ότι είναι η μοναδική ερώτηση που το ποσοστό των ορθών απαντήσεων στις Η.Π.Α παρουσιάζει άνοδο μεγαλύτερη από 10% στις έρευνες μετά το 1999. Το ποσοστό των ειδικών που απαντούν σωστά στην έρευνα Stocklmayer & Bryant το 2012 ανέρχεται στο 89%. Στην ερώτηση 10: Η τρύπα του όζοντος είναι η κύρια αιτία για την υπερθέρμανση της γης, που αποτελεί κριτήριο για τον καθορισμό και τη διάκριση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων εμφανίζεται το χαμηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων του ερωτηματολογίου (μόνο ένας στους τρεις πολίτες απαντά ορθά). Ενώ τα συγκεκριμένα προβλήματα απασχολούν έντονα την κοινή γνώμη τα χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα (αιτίες και αποτελέσματα) δεν μπορούν να καθοριστούν και να διακριθούν από τους πολίτες. Εξάλλου σε πολλές έρευνες αναφέρθηκε η σύγχυση που επικρατεί μεταξύ του φαινομένου του θερμοκηπίου και της εξασθένισης του στρώματος όζοντος, όπου το καθένα από αυτά μπορεί να είναι η αιτία του άλλου (Boyes & Stanisstreet 1997; Boyes, et al., 1999; Khalid 2001; Papadimitriou 2004; Kalipsi, et al., 2009; Kisoglu et al., 2010; Hestness et al., 2011). Η συσχέτιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη με την εξασθένιση του στρώματος όζοντος, έχει καταγραφεί στις ιδέες των μαθητών και των μελλοντικών εκπαιδευτικών, (Khalid 2001; Papadimitriou 2004; Kalipsi, et al., 2009; Kisoglu et al. 2010; Hestness et al. 2011) καθώς επίσης και από την πλειοψηφία των εν ενεργεία εκπαιδευτικών (Summers et al. 2000; Michail, et al., 2007). Στα αποτελέσματα των δύο τελευταίων αναφερόμενων ερευνών με εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι Michail et al., 2007 σημειώνουν ότι το 52% των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν υποστήριζαν 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., υποστήριζαν την ίδια ιδέα.

Στο τμήμα του ερωτηματολογίου της έρευνας που αναφέρεται στον επιστημονικό εγγραμματισμό συμπεριλαμβάνονται τέσσερεις ερωτήσεις το περιεχόμενο των οποίων σχετίζεται κυρίως με τη βιολογία. Είναι οι ερωτήσεις *2: Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος*, *8: Τα μελλοντικά παιδιά ενός γυμνασμένου ανθρώπου θα κληρονομήσουν τα οφέλη της σωματικής του άσκησης*, *9: Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους* και *11: Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά*. Ο μέσος όρος των ποσοστών των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις που αναφέρονται στη βιολογία για το σύνολο των συμμετεχόντων είναι 73%, ενώ στις επιμέρους εκπαιδευτικές βαθμίδες φθάνει το 79% στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας, και το 68% στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας. Είναι αξιοσημείωτη η πολύ καλή απόδοση των απόφοιτων της δευτεροβάθμιας σε σχέση με αυτή των πτυχιούχων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, με συνέπεια να διαμορφώνεται η μεγαλύτερη τιμή στον προσαρμοσμένο λόγο των ορθών απαντήσεων για τις παραπάνω κατηγορίες εκπαίδευσης που φθάνει το 0,87. Χαρακτηριστικό είναι ότι στην ομάδα των ερωτήσεων που συσχετίζονται περισσότερο με τη βιολογία ανήκει η μοναδική περίπτωση στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού, που αφορά την ερώτηση 11, στην οποία οι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας καταγράφουν υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σε σχέση με το αντίστοιχο ποσοστό των πτυχιούχων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Μεγαλύτερη συσχέτιση με τη φυσική εντοπίζεται στο περιεχόμενο των ερωτήσεων 1: Το ραδιενεργό γάλα γίνεται ασφαλές με το βρασμό, 3: Ο θερμός αέρας ανέρχεται, 4: Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα, 6: Όλη η ραδιενέργεια είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας, και 7: Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη. Ο μέσος όρος των ποσοστών των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των συμμετεχόντων είναι 74,5%, στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας 89,2%, και στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας 62,4%. Οι παραπάνω τιμές είναι πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες στο ερωτηματολόγιο φυσικής. Ο προσαρμοσμένος λόγος των ορθών απαντήσεων των απόφοιτων δευτεροβάθμιας προς τις ορθές απαντήσεις από τους πτυχιούχους διαμορφώνεται στο 0,70 και έχει μικρότερη τιμή από τον αντίστοιχο των ερωτήσεων της βιολογίας. Οι ερωτήσεις 5 (Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια), 10 (Η τρύπα του όζοντος είναι η κύρια αιτία για την υπερθέρμανση της γης), και 12 (Στο ήπαρ παράγονται τα ούρα), αντλούν το περιεχόμενό τους από τη Χημεία – Βιοχημεία. Ο μέσος όρος των ποσοστών των ορθών απαντήσεων στο σύνολο των συμμετεχόντων είναι 52,4% , στους πτυχιούχους τριτοβάθμιας 65,7%, και στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας 41,7%. Οι παραπάνω τιμές που είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες των δύο προηγούμενων κατηγοριών, δείχνουν αδυναμία προσέγγισης του παραπάνω πεδίου από τους πολίτες. Ο προσαρμοσμένος λόγος των ορθών απαντήσεων των απόφοιτων δευτεροβάθμιας σε σχέση με τους αντίστοιχους τριτοβάθμιας εκπαίδευσης φθάνει το 0,59 και έχει τη μικρότερη τιμή σε σχέση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες ερωτήσεων.

Στα ζητήματα επιστημονικού εγγραμματισμού που σχετίζονται περισσότερο με τη Φυσική εμφανίζεται η υψηλότερη τιμή για το μέσο όρο των ποσοστών ορθών απαντήσεων των πτυχιούχων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και η υψηλότερη αντίστοιχη τιμή για το σύνολο των πολιτών. Στις ερωτήσεις που σχετίζονται περισσότερο με τη βιολογία παρατηρούμε τον υψηλότερο προσαρμοσμένο λόγο και ταυτόχρονα τον υψηλότερο μέσο όρο των ποσοστών των ορθών απαντήσεων στη δευτεροβάθμια γεγονός που αναδεικνύει τη μικρότερη διαφοροποίηση της απόδοσης των απόφοιτων της δευτεροβάθμιας σε σχέση με τους πτυχιούχους σε αυτή την κατηγορία ερωτήσεων. Οι μικρότεροι δείκτες εμφανίζονται στις ερωτήσεις που αφορούν τη χημεία – βιοχημεία. Το αντικείμενο αυτών αποδείχθηκε λιγότερο προσιτό στους συμμετέχοντες. Οι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εμφανίζουν στην εν λόγω κατηγορία τη μεγαλύτερη απόκλιση από τους πτυχιούχους με τους τελευταίους να έχουν τη μικρότερη απόδοση από όλες τις επιμέρους κατηγορίες ερωτήσεων.

Οι απόφοιτοι της δευτεροβάθμιας αποτελούν την πληθυσμιακή βάση της κοινωνίας. Στις διαπιστώσεις 11 (Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά), 2 (Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος) και 3 (Ο θερμός αέρας ανέρχεται) οι επιδόσεις των δύο ομάδων είναι παραπλήσιες και ο λόγος των ορθών απαντήσεων των απόφοιτων δευτεροβάθμιας προς τις αντίστοιχες των πτυχιούχων τριτοβάθμιας είναι μεγαλύτερος από 0,84. Η εκστρατεία της επίμονης πληροφόρησης του κοινωνικού συνόλου για τις βλαβερές συνέπειες της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και του ζωογόνου ρόλου των φυτών, και η σύνθετη διαδικασία σκέψης των αποφοίτων της τριτοβάθμιας που περιλαμβάνει την ικανοποίηση περισσότερων παραγόντων για την ορθότητα μιας πρότασης είναι κατά κύριο λόγο η αιτία. Στην ερώτηση 5 (Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια) οι γνώσεις των απόφοιτων της δευτεροβάθμιας θεωρούνται ανεπαρκείς. Σημειώνεται μεγάλη διαφορά στα ποσοστά των ορθών απαντήσεων των δύο ομάδων, αφού σε αυτά περιλαμβάνονται το 57% από τους πτυχιούχους και το 26% των απλών πολιτών. Το ποσοστό των ορθών απαντήσεων στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας είναι μικρότερο από το μισό του αντίστοιχου ποσοστού των απόφοιτων τριτοβάθμιας και ο λόγος των ποσοστών των ορθών απαντήσεων είναι μικρότερος από 0,5.

Η επιφανειακή μόνο ενημέρωση των πολιτών μπορεί να θεωρηθεί σαν αιτία της διαφοροποίησης των ποσοστών μεταξύ των ερωτήσεων. Χαρακτηριστικά που συνθέτουν την εννοιολογική κατανόηση είναι η υπέρβαση του σταδίου της απλής απομνημόνευσης των εννοιών των θεωριών και των πληροφοριών και η ανάπτυξη κριτικής ικανότητας ώστε να επιχειρηματολογούν στηριζόμενοι σε αυτά. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά προσδίδουν στα άτομα τα απαραίτητα στοιχεία για την ποιοτική ανάλυση των φαινομένων, και διευκολύνουν την αντιμετώπιση κρίσιμων καταστάσεων της κοινωνικής ζωής μέσω της κριτικής αντιμετώπισης και της συνεπούς στάσης. Η ελλειμματική εννοιολογική κατανόηση αντίθετα οδηγεί σε αδυναμία ποιοτικής προσέγγισης και ανάλυσης των χαρακτηριστικών ενός προβλήματος. Τα άτομα που δεν διαθέτουν το κατάλληλο εννοιολογικό υπόβαθρο ούτε την κριτική ικανότητα για επεξεργασία και σύνθεση των νέων πληροφοριών καταλήγουν στη συγκέντρωση και αποτύπωση αποσπασματικών και ασύνδετων πληροφοριών οι οποίες δεν τους παρέχουν τις ικανότητες για την αντιμετώπιση των σύγχρονων κοινωνικών προκλήσεων. Έτσι κατά τη διαδικασία αντιμετώπισης των προβλημάτων καταφεύγουν στην απλή χρήση πληροφοριών που μπορεί να οδήγησαν σε επιτυχή προσέγγιση καταστάσεων, οι οποίες όμως δε σχετίζονται μεταξύ τους ούτε αποτελούν σώμα ενός συμπαγούς εννοιολογικού οικοδομήματος που στηρίζεται σε θεωρίες και αρχές αλλά σε επιμέρους χαρακτηριστικά του προβλήματος. Είναι απαραίτητη η ανάπτυξη της ικανότητας για την περεταίρω επεξεργασία και ανάλυση της πληροφορίας από τον πολίτη στη σύγχρονη κοινωνία. Αναγκαία και βασική δεξιότητα θεωρείται ο πληροφοριακός εγγραμματισμός (information literacy) που αποτελεί καταλύτη για τη δια βίου μάθηση και την ορθή διαχείριση της πληροφορίας, (Abid, 2008).

Το μεγαλύτερο τμήμα του ερωτηματολογίου που αφορά τη φυσική σχετίζεται με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ σωμάτων. Οι αλληλεπιδράσεις και η κίνηση ως αποτέλεσμα αυτών απαντώνται σε πολλές εφαρμογές της καθημερινότητας. Η εξαιρετική σημασία τους τονίζεται ιδιαίτερα στις αναφορές της Αμερικανικής Ένωσης για την Προαγωγή της Επιστήμης (AAAS, 1993, 2009). Δύο ερωτήσεις σχετίζονται με τις έννοιες της μάζας και του βάρους που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στη καθημερινή ζωή χωρίς να γίνεται όμως μεταξύ τους διάκριση και ορθή εννοιολογική προσέγγιση. Δύο ερωτήσεις επίσης αναφέρονται στην ενέργεια που αποτελεί πολυδιάστατο καθημερινό αντικείμενο ενασχόλησης είτε σχετικά με την ενέργεια στη βάση των οργανικών μετατροπών (διατροφή και άσκηση) αλλά και ως παράγοντας της οικονομίας.

Τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων και στις δύο κατηγορίες εκπαίδευσης εμφανίζονται μειωμένα σε σχέση με τα αντίστοιχα στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Τα χαμηλότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων τόσο στο σύνολο όσο και στις επιμέρους κατηγορίες εκπαίδευσης καταγράφονται στην προσέγγιση του νόμου δράσης – αντίδρασης. Οι πολίτες ανεξάρτητα από την κατηγορία εκπαίδευσης που ανήκουν παρουσίασαν πολύ χαμηλές επιδόσεις. Στην ερώτηση 3: (Μπορούμε να περπατάμε διότι μας σπρώχνει το έδαφος προς τα εμπρός), λιγότεροι από ένας στους πέντε, συγκεκριμένα 17,8% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας και 19,2% των πτυχιούχων τριτοβάθμιας, στηρίζονται στον τρίτο νόμο του Newton και δέχονται ότι η επίδραση της δύναμης από το άψυχο έδαφος μπορεί να μας κινήσει κατά τη διαδικασία του βαδίσματος. Παραπλήσια είναι τα ποσοστά και στη 2: (Όταν ένα φορτηγό σπρώχνει και αρχίζει να κινεί ένα μικρό ακινητοποιημένο αυτοκίνητο κάθε όχημα ασκεί μια δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη) στην οποία οι τρεις στους τέσσερεις πολίτες σκέφτονται με βάση το αποτέλεσμα και καθοδηγούνται από την αρχή της κυριαρχίας όπου το μεγαλύτερο, πιο ενεργό, σώμα που προκαλεί την κίνηση, ασκεί τη μεγαλύτερη δύναμη. Πολύ χαμηλή είναι η επίδοση των πολιτών και στον εννοιολογικό προσδιορισμό της μάζας και του βάρους όπου μόνο ένας στους τρεις από τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας απαντά σωστά κατά μέσο όρο στις ερωτήσεις 9: (Το βάρος ενός σώματος είναι η μάζα του σώματος) και 10:(Όταν είσαι μέσα στη θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα στο νερό, το βάρος της πέτρας παραμένει το ίδιο). Οι σκέψεις τους κυριαρχούνται από τις διαισθητικές εμπειρίες της καθημερινότητας και λειτουργούν με βάση το αποτέλεσμα της δράσης στην προσωπική τους αντίληψη. Έτσι οι τέσσερεις στους πέντε από τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας αλλά και το 60% των πτυχιούχων απαντούν με βάση τη μεγαλύτερη ευκολία στην ανόρθωση μιας πέτρας μέσα στη θάλασσα θεωρώντας ότι επηρεάζεται και το βάρος της πέτρας. Περισσότεροι από τους μισούς, συγκεκριμένα το 57% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας δεν μπορούν να διακρίνουν το βάρος από τη μάζα και δέχονται ότι ταυτίζονται στην ερώτηση 9. Το τελευταίο αποτέλεσμα είναι απόλυτα αιτιολογημένο αφού αποτελεί κανόνα της καθημερινής ζωής η επικράτηση της έννοιας του βάρους καθώς και η ταύτιση του βάρους με τη μάζα. Χαρακτηριστικό αποτελεί ότι το χιλιόγραμμο, μονάδα μέτρησης της μάζας, χρησιμοποιείται ως μονάδα μέτρησης βάρους στις καθημερινές συναλλαγές των πολιτών, από τα καταστήματα ειδών διατροφής ως την περιγραφή των χαρακτηριστικών των αυτοκινήτων στον περιοδικό τύπο. Τα υψηλότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων καταγράφονται στην ερώτηση 11: (Δύο αρσιβαρίστες σηκώνουν το ίδιο βάρος. Ο ψηλότερος ξοδεύει τη μεγαλύτερη ενέργεια) που αναφέρεται στην έννοια της ενέργειας, χωρίς όμως να συνεχίζουν την εμφάνιση τους και στην ερώτηση 12: (Μια γλάστρα βρίσκεται στο μπαλκόνι του σπιτιού σας και μια δεύτερη πέφτει από το μπαλκόνι σας. Και οι δύο γλάστρες θα έχουν ενέργεια) που διαπραγματεύεται επίσης την ίδια έννοια. Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημάνουμε τη διαφοροποίηση των ποσοστών στις ερωτήσεις που αφορούν την ίδια έννοια ή νόμο. Γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι εκτιμήσεις των πολιτών γίνονται με βάση δευτερεύοντα στοιχεία από την εκφώνηση της ερώτησης και παρωθήσεις από τις ιδέες που προκύπτουν από την καθημερινή τους εμπειρία, οι οποίες πιθανόν να μη σχετίζονται με το υπό εξέταση φαινόμενο, και όχι το νόμο ή την έννοια που αυτή διαπραγματεύεται. Έτσι παρατηρούνται διαφορές στα ποσοστά ορθών απαντήσεων μεγαλύτερες των 15 μονάδων μεταξύ των ερωτήσεων που διαπραγματεύονται την ίδια έννοια ή νόμο. Στις έρευνες των Summers, 1992, Κώτσης, 2011, και Καράογλου & Κώτσης, το 2013 επισημαίνεται ότι τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ίδια υπό εξέταση ιδιότητα μπορεί να επηρεάζονται από τη διατύπωση της ερώτησης και παρουσιάζουν αξιοσημείωτες μεταβολές. Ο Thornton, 1997 στη μελέτη της συσχέτισης της δύναμης με την κίνηση τονίζει ότι η περιγραφόμενη από το πρόβλημα κατάσταση είναι δυνατό μερικές φορές να αλλάξει τη δύναμη που απαιτείται για τη συγκεκριμένη κίνηση. Παρακάτω παρατίθεται ένα παράδειγμα: Η ερώτηση 1 στην παρούσα έρευνα στο ερωτηματολόγιο της φυσικής τόνιζε στην εκφώνηση την εναλλακτική ιδέα που συνδέει την κίνηση με τη δύναμη: «*Ένα παιδί πετάει μια πέτρα κατακόρυφα προς τα πάνω. Σε όλη τη διάρκεια της κίνησης της πέτρας ασκείται σε αυτή μια δύναμη κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω*». Το 54% του συνόλου των ερωτηθέντων απάντησαν ορθά, σε αυτούς περιέχονταν το 65% των πτυχιούχων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και των 45% των απόφοιτων δευτεροβάθμιας. Η ίδια ερώτηση με διαφορετική διατύπωση «*Ένα παιδί πετά μια πέτρα, πότε το παιδί ασκεί δύναμη στην πέτρα: Α) Όταν φεύγει από το χέρι του β) Όταν είναι στον αέρα;*» στην έρευνα του Κώτση το 2011 είχε απαντηθεί ορθά από το 97% των μαθητών Λυκείου το 86,3% των φοιτητών και το 97,6% των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Παρατηρείται στο σύνολο των κοινών ερωτήσεων με την έρευνα του Κώτση, 2011, τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων που αναφέρονται στους μαθητές Λυκείου να είναι υψηλότερα από τα αντίστοιχα των πολιτών που είναι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το επίπεδο κατανόησης των κλασικών εννοιών και θεωριών της μηχανικής φαίνεται υψηλότερο στους μαθητές οι οποίοι ευνοούνται από την πρόσφατη σχολική διδασκαλία, σε αντίθεση με τους πολίτες που στο πέρασμα του χρόνου επικράτησαν οι εναλλακτικές ιδέες.

Ένα από τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα αποτέλεσε η διερεύνηση της ενδεχόμενης σχέσης μεταξύ του συνόλου ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και του συνόλου ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις φυσικής. Η επεξεργασία των δεδομένων έδειξε την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής σχέσης μεταξύ της επίδοσης των πολιτών στον επιστημονικό εγγραμματισμό με την επίδοση στις ερωτήσεις φυσικής. Χρησιμοποιώντας ως ανεξάρτητη μεταβλητή το σύνολο των ορθών απαντήσεων στη φυσική η εξίσωση που καταλήγουμε για την ερμηνεία του μοντέλου είναι η: [*Σύνολο ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό = 4,781*ln(Σύνολο ορθών απαντήσεων στη φυσική)]*. Η παραπάνω εξίσωση περιγράφει μια καμπύλη η κλίση της οποίας ελαττώνεται όσο μετακινούμαστε προς μεγαλύτερες τιμές ορθών απαντήσεων στη φυσική οπότε ελαττώνεται το πηλίκο της μεταβολής του αριθμού των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό προς την μεταβολή των ορθών απαντήσεων στη φυσική. Όσο αυξάνεται ο συνολικός αριθμός των ορθών απαντήσεων στη φυσική ελαττώνεται η τάση αύξησης του συνολικού αριθμού των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό. Από την ανάλυση προκύπτει ότι η αύξηση των ορθών απαντήσεων στη φυσική συνεπάγεται ταυτόχρονα αύξηση στις ορθές απαντήσεις στον επιστημονικό εγγραμματισμό η τάση της οποίας ακολουθεί φθίνουσα πορεία. Η συνεισφορά της φυσικής στη δόμηση και συγκρότηση του επιστημονικού εγγραμματισμού αποδεικνύεται σημαντική, είναι ορατή όμως η εξασθένηση της επίδρασης στις υψηλότερες επιδόσεις εγγραμματισμού. Η προσέγγιση των ανώτερων επιπέδων επιστημονικού εγγραμματισμού προϋποθέτει αυξημένη κριτική ικανότητα και γνώση της φύσης της επιστήμης που προσφέρει η φυσική, αναδεικνύεται όμως ταυτόχρονα και η απαίτηση για διεπιστημονική – ολιστική προσέγγιση της γνώσης.

Για τον έλεγχο της επίδρασης του επίπεδου μόρφωσης των συμμετεχόντων στην επίδοση στις ερωτήσεις που αναφέρονται στον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και σε αυτές που αναφέρονται στη φυσική σχηματίστηκαν τρεις διαφορετικές κατηγορίες μορφωτικών επιπέδων στη δευτεροβάθμια (απόφοιτοι Γυμνασίου, ΕΠΑΛ και ΓΕΛ) και δύο στην τριτοβάθμια (πτυχιούχοι ΑΤΕΙ και ΑΕΙ). Η βελτίωση του επιπέδου μόρφωσης και η επιστημονική και τεχνολογική κατάρτιση απαιτούν επιπλέον χρόνο εκπαίδευσης, Γυμνάσιο-Λύκειο και Λύκειο-ΑΕΙ ή ΑΤΕΙ, υπάρχουν όμως και περιπτώσεις ελέγχου που ο επιπλέων χρόνος επιμόρφωσης είναι ίδιος όπως ΕΠΑΛ-ΓΕΛ και ΑΤΕΙ-ΑΕΙ. Η μεγαλύτερη διασπορά στις ορθές απαντήσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού εμφανίστηκε στους απόφοιτους ΓΕΛ. Σε αυτά φοιτούν οι περισσότεροι μαθητές οι οποίοι διαφέρουν πολύ σε επίπεδο γνώσεων, στόχων και προσωπικών ενδιαφερόντων. Η μεγαλύτερη διασπορά στις ορθές απαντήσεις της φυσικής καταγράφηκε στους πτυχιούχους ΑΕΙ καθώς σε αυτούς συμμετέχουν και οι πτυχιούχοι θεωρητικών επιστημών η σχέση των οποίων με τη φυσική είναι εξαιρετικά ασθενής λόγω του προγράμματος σπουδών στο Λύκειο. Η μονομερής προσήλωση που επιβάλλει το εξεταστικό σύστημα στους υποψήφιους της θεωρητικής κατεύθυνσης σπουδών προς τα μαθήματα του θεωρητικού τομέα τους αποξενώνει από τις βασικές αρχές τις φυσικής που διέπουν την καθημερινή ζωή. Στα αποτελέσματα παρατηρείται γενικά μια αυξητική τάση στις τιμές των μέσων όρων στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων που αναφέρονται στον επιστημονικό εγγραμματισμό αλλά και στη φυσική καθώς βελτιώνεται το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων.

Με την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (one way ANOVA) εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων που αφορούν και τις δύο κατηγορίες ερωτήσεων. Τα αποτελέσματα του post hoc ελέγχου Mann-Whitney U για τη σύγκριση των ομάδων διαφορετικών μορφωτικών επιπέδων κατά ζεύγη έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά για όλα τα διαφορετικά ζεύγη των ομάδων στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική εκτός του ζεύγους ΕΠΑΛ – ΓΕΛ και όσον αφορά τις ορθές απαντήσεις στις ερωτήσεις της φυσικής όπου προκύπτει τυχαία διακύμανση, ενώ στο ζεύγος ΑΤΕΙ-ΑΕΙ η διαφορά στις ερωτήσεις της φυσικής εμφανίζεται οριακά στατιστικά σημαντική με $p=0{,}005$. Υψηλότερους μέσους όρους κατατάξεων στις συγκρίσεις εμφάνισαν οι ομάδες με τα περισσότερα έτη εκπαίδευσης, και οι απόφοιτοι των ΓΕΛ στο ζεύγος ΓΕΛ-ΕΠΑΛ όσον αφορά τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Επισημαίνεται η εμφάνιση στατιστικά σημαντικών διαφορών στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων του επιστημονικού εγγραμματισμού και στις τρεις κατηγορίες μορφωτικών επιπέδων που διακρίθηκαν στους απόφοιτους δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, όπως και στις δύο κατηγορίες των πτυχιούχων της τριτοβάθμιας. Ο επιπλέον χρόνος σπουδών του Λυκείου σε σχέση με το Γυμνάσιο ή των ΑΕΙ και ΑΤΕΙ σε σχέση με το Λύκειο, αλλά και η διαφορετική προσέγγιση της επιστήμης παράλληλα με την ανάπτυξη διαφορετικών προσωπικών ενδιαφερόντων απόρροια της διαφορετικής φύσης των δύο τύπων Λυκείου, ή των ανώτατων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων οδηγούν μακροπρόθεσμα σε διαφορετικά επίπεδα επιστημονικού εγγραμματισμού. Τα αποτελέσματα βρίσκονται σε συμφωνία με τις διαπιστώσεις των διεθνών ερευνών για καλύτερες επιδόσεις στις ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού με την άνοδο του επιπέδου εκπαίδευσης και του ενδιαφέροντος των συμμετεχόντων, (Durant et. al. 1989; Stocklmayer & Bryant, 2012; National Science Board, 2014). Η παράλληλη ταυτόσημη εμφάνιση στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των διαφορετικών μορφωτικών επίπεδων στη φυσική ενισχύει τη συσχέτιση με τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Η απουσία στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων που αφορούν τη φυσική, μεταξύ των αποφοίτων των δύο τύπων Λυκείου, παράλληλα με τις χαμηλές επιδόσεις τους στη φυσική που οφείλονται στην αποδοχή των εναλλακτικών ιδεών, καταδεικνύει την ισχύ των ιδεών αυτών που επικρατούν στο νου των απόφοιτων της δευτεροβάθμιας μετά το τέλος της τυπικής τους εκπαίδευσης και την ενηλικίωσή τους.

Οι μέσοι όροι των ανδρών στις ορθές απαντήσεις και στις δύο κατηγορίες των ερωτήσεων εμφανίζονται υψηλότεροι από τους αντίστοιχους των γυναικών. Η μορφή των κατανομών των ορθών απαντήσεων υποδεικνύει ένα πλεονέκτημα για τους άντρες. Η κατανομή που αντιστοιχεί στους άντρες είναι περισσότερο συσπειρωμένη και προς υψηλότερες τιμές. Η διασπορά στην κατανομή των ορθών απαντήσεων για τις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό είναι μεγαλύτερη στις γυναίκες. Στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων της φυσικής μεγαλύτερη διασπορά εμφανίζεται στους άντρες με την κατανομή των γυναικών όμως να είναι συσπειρωμένη προς χαμηλότερες τιμές. Οι διάμεσοι των κατανομών και στις δύο κατηγορίες ερωτήσεων είναι σε υψηλότερες τιμές για τους άντρες. Το μη παραμετρικό τεστ Mann-Whitney U που χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια για να ελεγχθεί αν οι διάμεσοι των ορθών απαντήσεων για τις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και για τις ερωτήσεις φυσικής διαφέρουν ως προς το φύλο των συμμετεχόντων έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τις διαμέσους και των δύο κατηγοριών απαντήσεων μεταξύ ανδρών και γυναικών. Οι γυναίκες εμφανίζουν χαμηλότερες επιδόσεις σε σύγκριση με αυτές των ανδρών σε θέματα επιστημονικού εγγραμματισμού σε πολλές έρευνες όπως των Hayes & Tariq, 2000, καθώς και σε όλη τη σειρά ερευνών του National Science Board από το 1992 έως και το 2012.

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός των ενήλικων πολιτών φαίνεται να εξαρτάται από την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο. Οι απόφοιτοι της θετικής κατεύθυνσης παρουσίασαν καλύτερες επιδόσεις κατά μέσο όρο από τους αντίστοιχους της τεχνολογικής και θεωρητικής κατεύθυνσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς, στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων που αναφέρονται στον επιστημονικό εγγραμματισμό αλλά και σε αυτές που αναφέρονται στη φυσική, μεταξύ των απόφοιτων της θετικής κατεύθυνσης σε σχέση με αυτούς των άλλων δύο κατευθύνσεων. Οι απόφοιτοι της θεωρητικής και της τεχνολογικής κατεύθυνσης παρουσιάζουν μεταξύ τους τυχαία διακύμανση. Η απουσία τέταρτης κατεύθυνσης σπουδών οδηγεί τους μαθητές που έχουν στόχο απλά την ολοκλήρωση του Λυκείου σε μια από τις θεωρητικά ευκολότερες κατευθύνσεις, την τεχνολογική και τη θεωρητική. Λογική συνέπεια θεωρείται στο θηκόγραμμα η μεγάλη διασπορά των ορθών απαντήσεων στις δύο κατευθύνσεις σπουδών. Αντίθετα το σύνολο σχεδόν των μαθητών της θετικής κατεύθυνσης στοχεύουν στην προετοιμασία για τις πανελλαδικές εξετάσεις και είναι περισσότερο δεκτικοί στον τρόπο διαχείρισης της γνώσης. Είναι ευκολότερο γι' αυτούς να κατανοήσουν τη συμβολή της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή με συνέπεια την προσέγγιση του επιστημονικού εγγραμματισμού. Σε όλες τις τάξεις του Γενικού Λυκείου στόχος είναι η προετοιμασία για τις πανελλαδικές εξετάσεις. Οι μαθητές επικεντρώνουν την προσπάθεια στα γνωστικά αντικείμενα της κατεύθυνσης σπουδών που θα επιλέξουν και αδιαφορούν στα υπόλοιπα. Οι διδασκαλίες εξειδικεύονται οπότε επέρχεται απουσία ενδιαφέροντος από τους περισσότερους μαθητές διότι ταυτίζεται η γνώση με την μεθοδολογία επίλυσης ασκήσεων. Βιώνουν έτσι μια αποστροφή για την επιστημονική γνώση και δεν κατανοούν το ρόλο της στη καθημερινή ζωή.

Ο έλεγχος των μέσων όρων των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης το επάγγελμα των συμμετεχόντων αποτελεί μέσο ανάδειξης της τάσης ποιοτικής διαφοροποίησης που προκαλεί το επάγγελμα στον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και στην ικανότητα αντιμετώπισης των φαινομένων με βάση τις έννοιες και τους νόμους της φυσικής. Οι εκπαιδευτικοί των θετικών επιστημών εμφανίζονται ως ειδικοί και στις δύο κατηγορίες των ερωτήσεων. Για τις απαντήσεις των ερωτήσεων που αναφέρονται 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 επαγγελματικών ομάδων. Οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων των υπόλοιπων εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας και των αντίστοιχων της πρωτοβάθμιας δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους, είναι όμως υψηλότεροι και διαφέρουν σημαντικά από τους μέσους των υπόλοιπων επαγγελμάτων. Οι δημόσιοι υπάλληλοι εμφανίζουν τον αμέσως υψηλότερο μέσο που διαφέρει σημαντικά από τις υπόλοιπες κατηγορίες. Τέλος οι μέσοι για τους ελεύθερους επαγγελματίες, τους ιδιωτικούς υπάλληλους και για τους άνεργους δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ.

Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα για τις ερωτήσεις της φυσικής. Προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων μεταξύ των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών που εμφανίζουν τον υψηλότερο μέσο και των υπολοίπων επαγγελματικών ομάδων. Οι διαφορές στους μέσους των εκπαιδευτικών άλλων ειδικοτήτων και των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας παρουσιάζουν τυχαία διακύμανση, διαφέρουν όμως σημαντικά από αυτούς των υπόλοιπων επαγγελμάτων. Οι μέσοι όροι των ορθών απαντήσεων των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και των υπόλοιπων επαγγελμάτων δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε κανένα από τα μεταξύ τους επιμέρους ζεύγη. Επαγγέλματα όπως των εκπαιδευτικών που σχετίζονται με τη γνώση και την πορεία προς την κατάκτησή της, αναπτύσσουν την ανάγκη για τη δια βίου μάθηση και αντιμετωπίζουν κριτικά την πληροφορία όχι αποκλειστικά υπό τον μανδύα μιας επιστήμης.

Η συμπεριφορά των επαγγελματικών ομάδων του δείγματος στις δύο διαφορετικές κατηγορίες ερωτήσεων (ερωτήσεις επιστημονικού εγγραμματισμού και ερωτήσεις φυσικής) παρουσιάζεται πανομοιότυπη. Η κλιμάκωση των μέσων όρων στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων επιστημονικού εγγραμματισμού καθώς και στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων φυσικής, για τις διάφορες επαγγελματικές ομάδες, εμφανίζεται αντίστοιχη. Είναι εμφανής και σε αυτό το σημείο της έρευνας η συσχέτιση μεταξύ του επιστημονικού εγγραμματισμού και της ικανότητας των πολιτών στη χρήση των εννοιών και των νόμων της φυσικής. Η φυσική μπορεί να αποτελεί μέρος της επιστημονικής εγγραμματοσύνης όμως η τελευταία απαιτεί εκτός από τη διάχυση της γνώσης προς άλλες επιστήμες μια περισσότερο ολιστική αντιμετώπιση των φαινομένων.

Για τη διερεύνηση της επίδρασης της ηλικίας στην επίδοση των ερωτήσεων επιστημονικού εγγραματισμό αλλά και της φυσικής δημιουργήθηκαν οχτώ ομαδοποιημένες ηλικιακές κατηγορίες των πέντε ετών η κάθε μια, για τους πολίτες από 21 ως 60 ετών. Καταγράφηκε η εμφάνιση υψηλότερων μέσων όρων στις ορθές απαντήσεις των ερωτήσεων επιστημονικού εγγραμματισμού αλλά και στις ερωτήσεις φυσικής στην ηλικιακή ομάδα των 46-50 ετών. Οι μεταβολές της επίδοσης σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα ακολουθούν παρόμοια διαφοροποίηση στις ερωτήσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού και της φυσικής. Οι νεότεροι, στην ηλικιακή ομάδα 21 - 25 ετών, παρουσιάζουν τη χαμηλότερη επίδοση και στις δύο κατηγορίες ερωτήσεων από όλες τις υπόλοιπες ομάδες. Στατιστικά σημαντικές είναι οι διαφορές μεταξύ της παραπάνω ηλικιακής ομάδας και των υπολοίπων από 31 ως και 50 ετών και στις δύο κατηγορίες ερωτήσεων καθώς και της ομάδας 26 - 30 ετών, που εμφανίζει χαμηλότερη βαθμολογία, με τις αντίστοιχες από 36 ως 50 ετών μόνο στις ερωτήσεις που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Παρά την καλύτερη κατάρτιση των νεότερων σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας λόγω της καλύτερης εκπαίδευσης που διαθέτουν (Losh, 2010; Pew Research Center, 2007, National Center for Education Statistics, 2007), και των υψηλότερων επιδόσεων που καταγράφονται γι αυτούς σε διεθνείς έρευνες (National Science Foundation, 2014), οι ηλικιακές ομάδες των πολιτών που συμμετείχαν στην έρευνα και παρουσίασαν τις υψηλότερες επιδόσεις ήταν από 36 ως 50 ετών. Στην Ελλάδα η μεγάλη αύξηση του φοιτητικού πληθυσμού στις ηλικίες 18-34 ετών από το 1999 ως το 2004 δεν συμβαδίζει με τις προοπτικές εργασίας που προσφέρει το πτυχίο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και με την εργασία που επιτελούν σε συνάρτηση με τα προσόντα που κατέχουν (The European Higher Education Area in 2012: Bologna Process Implementation Report). Η απουσία εργασίας και η δυσοίωνη μελλοντική προοπτική λειτουργεί ισοπεδωτικά στην ψυχολογική πλευρά γεγονός που επηρεάζει κάθε πτυχή της καθημερινότητάς τους και τη σχέση τους με την επιστήμη.

Η επίδραση του ενδιαφέροντος για πληροφόρηση σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία καθώς και τη σχολική φυσική, στην επίδοσή των πολιτών στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική, καθώς και η συσχέτιση του με τη συνολική σχολική επίδοση και τη σχολική επίδοση στη φυσική, βοήθησαν στη διερεύνηση του ρόλου της αυτοαντίληψης των πολιτών στη μαθητική τους ηλικία με την επίδοση που παρουσιάζουν σήμερα σε θέματα επιστημονικού εγγραμματισμού και φυσικής. Με τον τρόπο αυτό δόθηκε η δυνατότητα να ελεγχθεί ο ρόλος της αυτοαντίληψης στη σχολική ηλικία στη διαμόρφωση του επιπέδου του επιστημονικού εγγραμματισμού αλλά και της χρήσης βασικών νόμων και εννοιών της φυσικής στη καθημερινή ζωή.

Αρχικά καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό μεταξύ όλων των ζευγών των ομάδων διαφορετικού ενδιαφέροντος που συγκροτήθηκαν. Συγκεκριμένα μεταξύ αυτών που δήλωσαν καθόλου ή μικρό ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα και ταυτόχρονα καθόλου ή μικρό ενδιαφέρον στη σχολική φυσική (ομάδα 1), αυτών που δήλωσαν μέτριο ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα και ταυτόχρονα μέτριο ενδιαφέρον στη σχολική φυσική (ομάδα 2), και αυτών που δήλωσαν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα και ταυτόχρονα μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον στη σχολική φυσική (ομάδα 3), με τις ομάδες μεγαλύτερου ενδιαφέροντος να εμφανίζουν την υψηλότερη βαθμολογία. Η παραπάνω συσχέτιση είναι συμβατή με τις διαπιστώσεις από τον διαγωνισμό PISA του 2006 όπου οι μαθητές με υψηλότερο ενδιαφέρον για τα επιστημονικά θέματα παρουσίασαν καλύτερες επιδόσεις στον δείκτη του επιστημονικού εγγραμματισμού (OECD 2007), καθώς και με αυτές της έρευνας των Shen & Tam το 2008 οι οποίοι χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των ερευνών TIMSS των ετών 1995, 1999, και 2003 κατέγραψαν σε επίπεδο χώρας, μια θετική συσχέτιση μεταξύ του ενδιαφέροντος των μαθητών για τα επιστημονικά θέματα και της επίδοσης αυτών. Η κατάσταση για τους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις της φυσικής διαφοροποιείται όσον αφορά τις ομάδες 1 και 2 για τις οποίες προκύπτει τυχαία διακύμανση. Μεταξύ των ζευγών ομάδα 1 και ομάδα 3 καθώς και των ομάδα 2 και ομάδα 3 συνεχίζουν να προκύπτουν όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές. Παρατηρήθηκε ταυτόχρονα μεγάλη αύξηση στα ποσοστά των συμμετεχόντων που εκδηλώνουν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και τη σχολική φυσική με την αύξηση της γενικής σχολικής επίδοσης και της επίδοσης στη σχολική φυσική. Με την παραδοχή ότι η ακαδημαϊκή αυτοαντίληψη των μαθητών καθώς και η αυτοαντίληψη σε κάθε επιμέρους τομέα είναι συνάρτηση αντίστοιχα της συνολικής σχολικής τους επίδοσης καθώς και της σχολικής επίδοσης στο συγκεκριμένο τομέα, (Marsh, 2007; Seaton et al., 2009), φαίνεται ότι: Όσο υψηλότερη είναι η αυτοαντίληψη των μαθητών (δηλαδή καλύτερη γενική σχολική επίδοση και καλύτερη επίδοση στη φυσική), τόσο μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν ως ενήλικες για ενασχόληση με θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία και ταυτόχρονα επιτυγχάνουν υψηλότερους μέσους όρους επίδοσης σε θέματα που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό καθώς και σε θέματα που αφορούν αμιγώς τη διαχείριση εννοιών και νομών της φυσικής. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έρχονται σε συμφωνία με τις προβλέψεις που αναφέρονται στο πρόγραμμα PISA σχετικά με τις στάσεις των μαθητών απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες όπου συμπεριλαμβάνεται το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες και η αυτοαντίληψη της ικανότητας για μάθηση των φυσικών επιστημών. *«Οι στάσεις των μαθητών προς τις επιστήμες επηρεάζουν την περαιτέρω σχέση τους με αυτές. Προωθούν τη χρήση των επιστημονικών εννοιών και μεθόδων στη καθημερινή τους ζωή καθώς και τη δια βίου ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης» (OECD, 2007).* Φαίνεται ότι η συνολική σχολική επίδοση και η επίδοση στη σχολική φυσική που τροφοδοτεί θετικά την ακαδημαϊκή αυτοαντίληψη των μαθητών και την αυτοαντίληψη για τη φυσική αντίστοιχα αλλά και τροφοδοτείται από αυτή, αποτελεί ρυθμιστικό παράγοντα για το ενδιαφέρον που αναπτύσσουν οι ίδιοι μαθητές μετά την ενηλικίωσή τους ως πολίτες μιας κοινωνικής ομάδας καθώς και της επίδοσης αυτών σε θέματα που αφορούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη διαχείριση εννοιών και νομών της φυσικής. Η επίδοση των πολιτών σε ζητήματα επιστημονικού εγγραμματισμού και φυσικής παρουσιάζει την ίδια κλιμάκωση έχοντας ως παράγοντα διαφοροποίησης το χαρακτηρισμό της σχολικής τους επίδοσης. Έτσι εκτός από την επίδραση της σχολικής επίδοσης στον επιστημονικό εγγραμματισμό και την ικανότητα χρήσης εννοιών της φυσικής στη καθημερινή ζωή αναδεικνύεται και η συσχέτιση των παραπάνω λειτουργικών δεξιοτήτων.

Στη συνέχεια διερευνήθηκε η συσχέτιση του ενδιαφέροντος για πληροφόρηση σε θέματα σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία με το επίπεδο μόρφωσης των συμμετεχόντων. Παρατηρήθηκε αρχικά ότι το υψηλότερο ποσοστό πολιτών σε κάθε κατηγορία μορφωτικού επιπέδου εκδηλώνουν μεγάλο ενδιαφέρον για την πληροφόρηση σε επιστημονικά θέματα. Ειδικότερα μεγάλο ενδιαφέρον δηλώνουν οι περισσότεροι από τους μισούς απόφοιτους κάθε εκπαιδευτικής βαθμίδας εκτός από τους απόφοιτους Γυμνασίου όπου το ποσοστό είναι 41,7% του συνόλου. Η συγκεκριμένη επιλογή έχει την υψηλότερη τιμή στους απόφοιτους ΑΤΕΙ που φθάνει το 67,9%. Στη συνέχεια ποσοτικοποιήθηκε το ενδιαφέρον των πολιτών σύμφωνα με την παρακάτω κλίμακα: 1-καθόλου, 2-λίγο, 3-μέτριο, 4-μεγάλο, 5-πολύ μεγάλο. Ο μέσος όρος για το ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία για τους απόφοιτους όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης προέκυψε υψηλότερος του μέτριου (χαμηλότερη τιμή 3,37 για τους απόφοιτους Γυμνασίου). Παρατηρείται επίσης ότι το ενδιαφέρον αυξάνεται ταυτόχρονα με την αύξηση του επιπέδου εκπαίδευσης των πολιτών. Επισημαίνεται η περίπτωση των απόφοιτων Γενικών και Επαγγελματικών Λυκείων που παρουσιάζουν τον ίδιο μέσο όρο. Ο έλεγχος για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών στους μέσους όρους για το ενδιαφέρον σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε κάθε ζεύγος διαφορετικών μορφωτικών επιπέδων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πτυχιούχων ΑΕΙ και όλων των υπολοίπων μορφωτικών επιπέδων, όπως επίσης και των πτυχιούχων ΑΤΕΙ με τους απόφοιτους δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Δεν εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους για το ενδιαφέρον σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας μεταξύ των ζευγών που καθορίζουν οι απόφοιτοι της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Σύμφωνα μα το προηγούμενο πρότυπο διερευνήθηκε και το ενδιαφέρον για τη σχολική φυσική με παράγοντα διαφοροποίησης το επίπεδο μόρφωσης των συμμετεχόντων. Παρατηρήθηκε ότι το υψηλότερο ποσοστό πολιτών σε όλες τις κατηγορίες μορφωτικού επιπέδου, εκδηλώνουν μέτριο ενδιαφέρον για το μάθημα της φυσικής στο σχολείο, εκτός από τους πτυχιούχους ΑΕΙ που δηλώνουν μεγάλο. Συγκεκριμένα σχεδόν το 50% των πτυχιούχων ΑΕΙ δηλώνουν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον για τη σχολική φυσική. Παραπλήσια είναι τα ποσοστά στους πτυχιούχους των ΑΤΕΙ και στους απόφοιτους των ΕΠΑΛ και του Γυμνασίου που δηλώνουν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον καθώς κυμαίνονται από 36,5% ως 32,5%, ενώ το μικρότερο ποσοστό εμφανίζεται στους απόφοιτους ΓΕΛ. Αξιοσημείωτο είναι ότι στη κατηγορία πολύ μεγάλο ενδιαφέρον εμφανίζεται ένας μόνο απόφοιτος ΑΤΕΙ ενώ δεν υπάρχει κανείς απόφοιτος Γυμνασίου. Οι μικρότερες τιμές για το ενδιαφέρον καταγράφονται στους απόφοιτους ΓΕΛ όπου το 77% δηλώνουν μέτριο χαμηλό ή ανύπαρκτο ενδιαφέρον. Η ποσοτικοποίηση του ενδιαφέροντος για τη σχολική φυσική ακολούθησε την αντίστοιχη για το ενδιαφέρον σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας και έγινε με την παρακάτω κλίμακα:1-καθόλου, 2-λίγο, 3-μέτριο, 4-μεγάλο, 5-πολύ μεγάλο. Επισημαίνουμε τους χαμηλούς μέσους όρους για το ενδιαφέρον στη σχολική φυσική σε όλα τα επίπεδα μόρφωσης, όπως και το μικρό εύρος διακύμανσης στους μέσους όρους των πολιτών με διαφορετικό μορφωτικό επίπεδο. Η χαμηλότερη τιμή εμφανίζεται στους απόφοιτους Γενικών Λυκείων ενώ οι απόφοιτοι Γυμνασίου και ΕΠΑΛ φέρονται να έχουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον και εμφανίζουν μέσους όρους με την ίδια τιμή. Η παραπάνω διαφοροποίηση παραπέμπει στο εξεταστικό σύστημα το οποίο επικεντρώνει και περιορίζει τη διδασκαλία αποκλειστικά στην εκμάθηση της κατάλληλης μεθοδολογία για την επιτυχία στις πανελλαδικές εξετάσεις από την πρώτη τάξη στο Γενικό Λύκειο. Αντίθετα στα ΕΠΑΛ και το Γυμνάσιο υπάρχει μεγαλύτερη ευχέρεια για τη σύνδεση των αρχών της φυσικής με την καθημερινή εμπειρία την προσαρμογή του αναλυτικού προγράμματος σπουδών και την εφαρμογή εναλλακτικών τρόπων στην προσέγγιση της διδασκόμενης ύλης. Έτσι η φυσική γίνεται περισσότερο προσιτή στους μαθητές και αποκτά συσχετίσεις και εφαρμογές με την καθημερινότητά. Οι πτυχιούχοι των ΑΕΙ εμφανίζουν τη μεγαλύτερη τιμή στο μέσο όρο που κυμαίνεται μεταξύ μέτριου και μεγάλου ενδιαφέροντος, ενώ οι αντίστοιχοι των ΑΤΕΙ εμφανίζουν τον ίδιο μέσο όρο με τους απόφοιτους των ΕΠΑΛ και του Γυμνασίου. Για κάθε ζεύγος διαφορετικών μορφωτικών επιπέδων ελέγχθηκε η ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών στους μέσους όρους για το ενδιαφέρον στη σχολική φυσική. Στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίστηκαν μεταξύ των πτυχιούχων ΑΕΙ και όλων των υπολοίπων μορφωτικών επιπέδων, των πτυχιούχων ΑΤΕΙ με τους απόφοιτους ΓΕΛ, των απόφοιτων ΓΕΛ και ΕΠΑΛ, καθώς και στο ζεύγος των απόφοιτων ΓΕΛ – Γυμνασίου. Οι απόφοιτοι ΓΕΛ παρουσιάζουν το χαμηλότερο ενδιαφέρον με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες ομάδες. Παρατηρείται τυχαία διακύμανση στις δηλώσεις ενδιαφέροντος όσον αφορά τα ζεύγη των πτυχιούχων ΑΤΕΙ – απόφοιτων ΕΠΑΛ, και πτυχιούχων ΑΤΕΙ –απόφοιτων Γυμνασίου, καθώς και των απόφοιτων ΕΠΑΛ με τους απόφοιτους Γυμνασίου..

Στη διερεύνηση της τάσης για πληροφόρηση σε θέματα σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία με παράγοντα διαφοροποίησης το φύλο των συμμετεχόντων παρατηρήθηκε ότι το 72% των ανδρών και το 66% των γυναικών δηλώνουν μεγάλο ή πολύ μεγάλο ενδιαφέρον. Όσον αφορά το ενδιαφέρον για τη σχολική φυσική τα μεγαλύτερα ποσοστά εμφανίζονται προς τις μικρότερες τιμές ενδιαφέροντος. Συγκεκριμένα το 70% των γυναικών και το 57% των ανδρών δηλώνουν μέτριο, μικρό ή ανύπαρκτο ενδιαφέρον για τη σχολική φυσική. Από την ανάλυση διακρίνεται το αυξημένο ενδιαφέρον των πολιτών, ανδρών και γυναικών, για τα θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε σχέση με τη σχολική φυσική. Παρατηρείται και στις δύο διαφορετικές περιπτώσεις οι άνδρες να εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά προς μεγαλύτερες τιμές ενδιαφέροντος από τις γυναίκες. Η διαφορά παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή στην περίπτωση του ενδιαφέροντος στη σχολική φυσική. Με την ποσοτικοποίηση του ενδιαφέροντος που έγινε στη συνέχεια για την πληροφόρηση σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία καθώς και τη σχολική φυσική σύμφωνα με την παρακάτω κλίμακα: 1-καθόλου, 2-λίγο, 3-μέτριο, 4-μεγάλο, 5-πολύ μεγάλο, προέκυψαν οι μέσοι όροι για το ενδιαφέρον που εμφανίζουν οι δύο κατηγορίες συμμετεχόντων. Παρατηρήθηκε ότι οι άνδρες εμφανίζουν υψηλότερους μέσους όρους από τις γυναίκες. Η διαφορά προέκυψε οριακά στατιστικά σημαντική για το ενδιαφέρον σε επιστημονικά και τεχνολογικά θέματα, καθώς και στατιστικά σημαντική για το ενδιαφέρον στη φυσική.

Ο σημαντικός ρόλος που επιτελεί το προσωπικό ενδιαφέρον στη μάθηση συσχετίζεται από τους Ainley et al., 2002 με την τάση των εκπαιδευόμενων να συνδεθούν με το γνωστικό περιεχόμενο που οδηγεί στη διατήρηση της θετικής σχέσης με την επιστημονική γνώση και στην ικανότητα για μάθηση, (Rannikmae et al., 2010). Οι Edelson & Joseph (2004) προσδιόρισαν ως μαθησιακά κίνητρα που ενεργοποιούνται από το ενδιαφέρον των σπουδαστών, τη φυσική τάση για διερεύνηση, και τον προσανατολισμό των γνωστικών στόχων για την επίτευξη των οποίων διακρίνονται από επιμονή και αυξημένη προσπάθεια. Η σημασία – χρησιμότητα που αποδίδουν στη γνώση οι μαθητές αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την αύξηση του προσωπικού τους ενδιαφέροντος σε θέματα επιστήμης, (Za`rour, 2001). Σε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ο Van Aalsvoort το 2004, καταλήγει στην ύπαρξη τεσσάρων συνιστωσών που είναι σχετικές με τη σημασία της μελέτης της επιστήμης στο σχολείο. Τα σχολικά μαθήματα που σχετίζονται με την επιστήμη απαιτείται να έχουν προσωπική σημασία – χρησιμότητα για τους μαθητές, να παρέχουν δεδομένα για πιθανά επαγγέλματα, να προάγουν διεργασίες για την ανάδειξη του ρόλου της επιστήμης στα κοινωνικά ζητήματα, και να συντελούν στην ανάπτυξη της υπευθυνότητας για την αντιμετώπιση των καθημερινών επιστημονικών ζητημάτων, (Holbrook & Rannikmae, 2009). Σημαντικός είναι ο τρόπος διαχείρισης των παραπάνω απαιτήσεων από τους εκπαιδευτικούς στη διδακτική διαδικασία. Οι διδακτικές παρεμβάσεις με στόχο την προσέγγιση της επιστήμης απαιτούν την ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας των σπουδαστών με τη δραστηριοποίηση και συμμετοχή τους ως κεντρικό πρόσωπο στη διδακτική διαδικασία, (Hobson, 2001). Η ενεργός εμπλοκή του σπουδαστή στη διδακτική διαδικασία και η καθοδήγηση αυτού προς την αλληλεπίδραση με την εκπαιδευτική κοινότητα αλλά και ως μέλος του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου με τους συμπολίτες του με στόχο την εφαρμογή της γνώσης σε υπαρκτά καθημερινά ζητήματα μπορεί να ενισχύσει τον επιστημονικό εγγραμματισμό, (Roth, 2002; Rannikmae, 2001b; Rannikmae, et al., 2010).

Σύμφωνα με τους Jimoyiannis & Komis 2003 για την επιτυχή προσέγγιση εννοιών , νόμων και θεωριών της φυσικής στη διδακτική διαδικασία απαιτείται η προώθηση της ενεργού εμπλοκής του μαθητή σε αυτή. Η ενεργός συμμετοχή των σπουδαστών κατά τη διδακτική διαδικασία αναπτύσσει τις δεξιότητες για αποτελεσματική κριτική αντιμετώπιση των καθημερινών επιστημονικών ζητημάτων της κοινωνίας, (Osborne, et al., 2004).

Διδακτικές προσεγγίσεις με επίκεντρο το σπουδαστή και έμφαση στα επιστημονικά ζητήματα που απασχολούν τη καθημερινή ζωή αναμένεται να είναι δημοφιλείς και ουσιώδεις, να λειτουργούν ως εφαλτήρια για την ανάπτυξη εγγενών κινήτρων όπως η αύξηση του ενδιαφέροντος, (Ryan & Deci, 2000; Ramsden, 1998), να προάγουν τον επιστημονικό εγγραμματισμό, να ενισχύσουν τη σχέση του με τις επιστήμες, και ταυτόχρονα να του προσφέρουν την επιλογή επαγγελμάτων που σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία.

Η συμμετοχή των εκπαιδευτικών στη παραπάνω εποικοδομητική μαθησιακή διαδικασία είναι σημαντική και θεωρείται απαραίτητη η επιμόρφωσή τους σε καινοτόμες δράσεις όπως η χρήση προσομοιώσεων με τη βοήθεια υπολογιστή και κατάλληλων λογισμικών (Jimoyiannis και Komis 2001; Tao & Gunstone, 1999). Διεθνείς έρευνες όπως η μεγάλης κλίμακας έρευνα του Hake το 1998 και η έρευνα στο California Polytechnic State University το ίδιο έτος, έδειξαν τη θετική επίδραση του περιβάλλοντος ενεργού μάθησης όχι μόνο στην κατανόηση των εννοιών και των νόμων της φυσικής αλλά και στην ικανότητα επίλυσης προβλημάτων από τους φοιτητές, (Knight, 2006).

Οι Pardo & Calvo, 2004 επιπρόσθετα αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα της αντιμετώπισης της επιστημονικής γνώσης ως ενιαίο σύνολο και όχι σε ξεχωριστούς επιμέρους τομείς γνώσεων ως προϋπόθεση για την προσέγγιση του επιστημονικού εγγραμματισμού. Στην παραπάνω προϋπόθεση συνηγορούν και οι έρευνες των Stockmayer & Bryant 2012; Burns et al, 2003; Kemp, & Evans, 1997; levy-Leblond, 1992. Η διεπιστημονική προσέγγιση των καθημερινών θεμάτων που σχετίζονται με την επιστήμη οδηγεί σε στοχευμένη λήψη αποφάσεων σύμφωνα με τον Kolstø (2001), ο οποίος θεωρεί την επιστήμη ως κρίσιμο υποσύνολο στη διαδικασία της δημόσιας λήψης αποφάσεων. Στην έρευνα των Burns et al, 2003 τονίζεται επίσης η παγκοσμιότητα του περιεχομένου της επιστημονικής γνώσης και η θεμελίωση της ως ξεχωριστής πολιτιστικής σταθεράς ούτως ώστε τα επιστημονικά προγράμματα των κρατών να είναι ανεξάρτητα από το πολιτιστικό περιεχόμενο των λαών. Οι Kember & McNaught (2007) προτείνουν ως χαρακτηριστικό καλής διδασκαλίας τον καθορισμό επιστημονικών θεωριών που μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη για την αντιμετώπιση καθημερινών θεμάτων που απασχολούν την τοπική κοινωνία. Ενώ οι Good & Brophy (1997) τονίζουν την ανάδειξη της προσωπικής μελλοντικής επαγγελματικής σημασίας και της χρησιμότητας που μπορεί να έχει η γνώση για τους μαθητές ώστε να ενεργοποιήσουν ατομικά μαθησιακά κίνητρα.

Οι Holbrook & Rannikmae, 2007 για την ουσιαστική προσέγγιση του επιστημονικού εγγραμματισμού επισημαίνουν το ρόλο της εκτίμησης της φύσης της επιστήμης όχι αποκλειστικά με βάση την επιστημονική θέαση αλλά περισσότερο από την κοινωνική πλευρά. Προσθέτουν επίσης την ανάγκη για ανάπτυξη των προσωπικών ατομικών χαρακτηριστικών με καλλιέργεια της δημιουργικότητας και της πρωτοβουλίας, παράλληλα με τα αντίστοιχα κοινωνικά χαρακτηριστικά, όπως την απόκτηση θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη και της κοινωνικής υπευθυνότητας στην ανάλυση των ζητημάτων που σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία, ως παράγοντα κοινωνικής ανάπτυξης. Εξάρουν τέλος τη σημασία της διδακτικής προσέγγισης των επιστημονικών θεμάτων στην εκπαίδευση όχι μέσω του περιεχομένου τους αλλά μέσω του επιστημονικού τρόπου εργασίας, χαρακτηρίζοντας τη διαδικασία ως εκπαίδευση διαμέσω της επιστήμης. (Holbrook & Rannikmae, 2007) Η παραπάνω θεώρηση τοποθετεί, στη βάση της διδακτικής προσέγγισης, τον επιστημονικό τρόπο εργασίας με στόχο την ανάδειξη της κατανόησης του επιστημονικού υπόβαθρου των καθημερινών επιστημονικών ζητημάτων που σχετίζονται με την κοινωνία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers‘conceptions of nature of science: A critical review of the literature. International Journal of Science Education, 22(7), 665–701.
- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (eds.). Handbook of Research on Science Education (pp. 1105-1140). N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Inc
- Ainley, M., Hidi, S., Berndorff, D. (2002). Interest, learning and the psychological processes that mediate their relationship. Journal of Educational Psychology, 94 (3), 545-561
- Allum, N., Sturgis, P., Tabourazi, D., Brunton-Smith, I. (2008), Science knowledge and attitudes across cultures: A meta-analysis. Public Understanding of Science, 17, 35-54.
- American Association for Advancement of Science (AAAS, 1989, 1990). Science for all Americans. Project 2061. New York: Oxford University Press.
- American Association for Advancement of Science (AAAS, 1993), Benchmarks for science literacy. Project 2061. New York, NY: Oxford University Press.
- American Association for Advancement of Science (AAAS, 2000). Proceedings of the AAAS Technology Education Research Conference. Washington, DC: Author. Retrieved from the World Wide Web: www.project2061.org/technology.
- American Association for Advancement of Science (AAAS, 2001). Atlas of Science Literacy. Washington, DC: Author
- American Association for Advancement of Science (AAAS, 2009), Benchmarks for science literacy. Project 2061. http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php
- Appleton, K. (2002). Science activities that work: Perceptions of primary teachers. Research in Science Education, 32, 393–410.
- Appleton, K., & Kindt, I. (2002). Beginning elementary teachers' development as teachers of science. Journal of Science Teacher Education, 13, 43–61.
- Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart & Winston

- Baker, V. (2004), Beyond appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas, London: Royal Society of Chemistry

- Bauer, M., Allum, N., Miller. S., 2007. "What Can We Learn from 25 Years of PUS Survey Research? Liberating and Expanding the Agenda." *Public Understanding of Science* 16, No 1, 79–95.
- Bauer, M. W. (2009). The evolution of understanding of science discourse and comparative evidence. Science Technology and Society, 14, 221-240.
- Bayraktar, S., (2009), Misconceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion, *International Journal of Science and mathematical Education*, 7(2), 273-291.
- Bensaude-Vincent, B. (2002). A genealogy of the increasing gap betweenscience and the public. Public Understanding of Science, 10, 99-113.
- Bencze, L., & Upton, L. (2006). Being your own role model for improving self-efficacy: An elementary teacher self-actualizes through drama-based science teaching, Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 6:3, 207-226.
- Bernhard, J., (2000). Improving engineering physics teaching-learning from physics education research, Invited talk to be presented at PTE2000 "Physics Teaching in Engineering Education". Budapest 13-17 June 2000
- Besson, U., Borghi, L., De Ambrosis, A., Mascheretti, P. (2010). A Three- Dimensional Approach and Open Source Structure for the Design and Experimentation of Teaching-Learning Sequences: The case of friction. International Journal of Science Education, 32 (10), 1289-1313.
- Biological Sciences Curriculum Study. (1993). Developing Biological Literacy: A Guide to Developing Secondary and Post-Secondary Biology Curricula. Dubuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company.
- Black P.J., & Lucas A.M., (1993), Children's informal ideas in science, N.Y. Rouledge.
- Bowden F.P., & Tabor D., (1973), Friction: an introduction to tribology. Garden City, N.Y.: Andor 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.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking, R. R. (1999). How people learn: Brain, mind, experience,and school. Washington, DC: National Academy Press
- Brass, C., Gunstone, R., Fensham, P. (2003), Quality Learning of Physics: Conceptions Held by High School and University Teachers. Research in Science Education, 33: 245–271.
- Brooks, H. (1991). Scientific literacy and the future labour force. In T. Husen & J. P. Keeves (Eds.), Issues in science education (pp. 19–32). Oxford: Pergamon Press
- Burge, E., (1967). Misconceptions in nuclear physics. Physics Education, 2(4), 184-187
- Burns, T. W., O’Connor, D. J., Stocklmayer, S. M. (2003). Science Communication: A contemporary definition. Public Understanding of Science, 12, 183-202.
- Buxton, C. A. (2006). Creating contextually authentic science in a ‗low-performing’ urban elementary school. Journal of Research in Science Teaching, 43(7), 695-721.
- 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
- Bybee, R. & Champagne, A. (2000). The National Science Education Standards. Science Teacher, 67(1), 54-55.
- Bybee, R. W., (1998). National Standards, Deliberation, and Design: The Dynamics of Developing Meaning in Science Curriculum. In D., A., Roberts, & L., Osterman (Eds),Problems of Meaning in Science Curriculum, 37-68, Teaching College Press.
- Bybee, R. (1997), Achieving scientific literacy: From purposes to practices, Portsmouth, NH: Heinemann
- Caldas, H. & Saltiel, E. (1995). Le frottement cinétique : analyse des raisonnements des étudiants. Didaskalia, 6, 55-71
- Caplan, B. J. & Caplan, J. P., “The Perseverative Search for Sex Differences in Mathematics Ability”, in: Gallacher, M. A., & Kaufman, C. J., (Edit.), Gender Differences in Mathematics. An Integrative Psychological Approach, Cambridge University Press, 2005.
- Carey, S. & Spelke, E. (1996). Science and core knowledge. Philosophy of Science, 63, 515-533.

- Champagne, A. B., Klopfer, L. E., Anderson, J. H. (1980), Factors influencing the learning of classical mechanics, American Journal of Physics, 48(12), 1074-1079
- Chi, M., Slotta, J., De Leeuw, N., (1994) From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. Learning and instruction , 4 (1), 27-43
- Clark, A. (1997). Being there: Putting brain, body, and world together again. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Clement J., Lochhead, J., Monk, G., (1981). "Translation Difficulties in Learning Mathematics" American Mathematical Monthly, 88, 286
- Clement J. (1982), Students' preconceptions in introductory mechanics, American Journal of Physics, 50(1), 66-71
- Cochran, K., Jones, L. (1998). The Subject Matter Knowledge of Preservice Science Teachers. International Handbook of Science Education, B.J. Fraser and K.G. Tobin (eds), Kluwer Academmic Publishers, Great Britain, 707-718
- Coll, R. K. & Taylor, N., (2001). Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students. Research in Science and Technological Education, 19(2), 171–191.
- Coll, R. K. & Taylor, N., (2009). Exploring International Perspectives of Scientific Literacy: An Overview of the Special Issue, International Journal of Environmental & Science Education Vol. 4, No. 3, 197-200
- Collins, H. M & Pinch, T. (1993). The Golem: What everyone should Know about Science. Cambridge: Cambridge University Press.
- Collins, H. M & Shapin, S. (1989). Experiment, Science Teaching and the new History and Sociology of Science. In M. Shortland & A. Warwick (Eds), Teaching the history of science, pp. 89-102, London: Blackwell.
- Council of Ministers of Education, Canada (CMEC). (1997). Common framework of science learning outcomes K to 12: Pan-Canadian protocol for collaboration on school curriculum for use by curriculum developers. Toronto, ON, Canada: Author.
- Dahl, J., Anderson, S., Limbarkin, J., (2004). Digging into Earth Science: Alternative conceptions held by K-12 teachers, hrrp://newton.bhsu.edu/eps/dahletal2004v2.pdf

- DeBoer G., (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. Journal of Research in Science Teaching, 37(6), pp 582-601
- DeBoer, G. E., (1997). Historical Perspectives on Scientific Literacy. In W., Graber & C., Bolte (Eds). *Scientific Literacy / An international Symposium*. Kiel, Germany
- DeBoer, G., (1991), A history of ideas in science education: Implications for practice, New York: Teachers College Press
- Dedes, C. & Ravanis, K., (2009). History of science and conceptual change: the formations of shadows by extended light sources. Science and Education 18(9) , 1135-1151
- De Jong, O., Korthagen F., Wubbels T., (1998). Learning from practice in teacher education. Teachers and Teaching 4(1), 47-64.
- De Jong, O. (2003). Exploring Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge, Στο D. Psillos et al. (eds): Science Education Research in the Knowledge-Based Society, Kluwer, 373-381.
- Develaki, M. (2008). Social and ethical dimension of the natural sciences, complex problems of the age, interdisciplinarity, and the contribution of education. Science & Education, 17(8–9), 873–888
- De Vos, W., & Reiding, J. (1999). Public understanding of science as a separate subject in secondary schools in the Netherlands. International Journal of Science Education, 21, 711–719.
- Dillon, J. (2009). On Scientific Literacy and Curriculum Reform. International Journal of Invironmental & Science Education. Vol. 4, No. 3, 201-213
- diSessa, A. (1993). Toward an epistemology of physics. Cognition and Instruction, 10(2/3), 105-225.
- diSessa, A., Gillespie N., & Esterly J. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28, 843-900.
- Driver, R., & Easley, J., (1978). Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students. Studies in Science Education , 5, 61-84

- Driver, R. (1983). The Pupil as Scientist? Milton Keynes, Open University Press
- Driver, R., & Erickson, G., (1983). Theories in Action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. Studies in Science Education, 10, 37-60
- Driver, R., (1989). Students' conceptions of the learning science. International Journal of Science Education,11(5), 481-490
- Driver, R., and Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development. Studies in Science Education, 13, 105-122.
- Duit, R. (1999). Conceptual change approaches in science education. W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (eds) (1999). New perspectives on conceptual change. Pergamon Press, 263-282.
- Durant, J. R., Evans, G. A., Thomas, G. P. (1989). The public understanding of science. Nature, 340, 11-14.
- Dykstra, D.I., Boyle, C.F. and Monarch, I.A. (1992), Studying conceptual change in learning physics, Science Education, 76(6), 615-652
- Eagly, A., & Chaiken, S. (1993). The psychology of attitudes. Fort Worth, TX: Harcourt.
- Edelson, D. C., & Joseph, D. M. (2004). The interest-driven learning design framework: Motivating learning through usefulness. In Y. B. Kafai, W. A. Sandoval, N. Enyedy, A. S. Nixon & F. Herrera (Eds.), Proceedings of the Sixth International Conference of the Learning Sciences, Santa Monica, CA, June 22-26, 2004 (166-173). Mahwah, NJ: Erlbaum
- Engel-Clough, E., & Driver, R., (1988). A study of consistency in the use of student's conceptual frameworks across different task contents. Science Education, 70(5), 473-496
- Enochs, L., Scharmann, L., Riggs, I. (1995). The relationship of pupil control to preservice elementary science teacher self-efficacy and outcome expectancy. Science Education, 79(1), 63-75.
- Espinoza, F. (2005), An analysis of the historical development of ideas about motion and its implications for teaching, Physics Education, 40(2), 139-146
- Fayard, P. (1992). Let's stop persecuting people who don't like Galileo! Public Understanding of Science 1, 15-16.
- Feeney, S. & Terigi, F., (2003). Thirty-four Essays on Curriculum Studies in 28 Nations, Curriculum Studies in Argentina: Documenting the Constitution of a Field, In W. Pinar

(ed), *International Handbook of Curriculum Research*, Lawrence Erlbaum Associates, London, 101-665.

- Fensham, P. J., (2004). Beyond knowledge: Other Scientific Qualities as outcomes for School Science Education. In R. M. Janiuk & E. Samonek-Miciuk (Eds.), Science and Technology Education for a diverse World— Dilemmas, Needs and Partnerships. Paper presented at International Organization for Science and Technology Education XI Symposium Proceedings (pp. 23 – 25). Lublin, Poland: Marie Curie-Sklodowska University Press.
- Feynman R., (1963) in Feynman et al. "The Feynman lectures on Physics", volume I, Addison-Wesley publishing company
- Finegold, M., & Gorsky, P., (1991). Students' concepts of force as applied to related physical systems: A search for consistency. International Journal of Science Education, 13(1), 97-113
- Fleming, R. (1986b). Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part II: Nonsocial cognition. Journal of Research in Science Teaching, 23(8), 689–698.
- Gabel, L.L. (1976), The development of a model to determine perceptions of scientific literacy, Unpublished doctoral dissertation, Ohio State University
- Gess-Newsome, J., (1999). Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. Gess-Newsome J. & N. G. Lederman (eds), Gess-Newsome, J., Examining pedagogical content knowledge, Dordrecht: Kluwer, 3-17.
- Gilbert K. , Osborne J. , Fenham J. (1982), Children's science and its consequences for teaching, Science Education, 66
- Gilbert, J. & Swift, D. (1985). Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programs. Science Education, 69(5), 681-696.
- Ginns, I., & Watters, J., (1995). An Analysis of Scientific Understandings of Preservice Elementary Teacher Education Students. Journal of Research in Science Teaching, 32(2), 205-222
- Gräber, W., Erdmann, T., & Schlieker, V. (2001). ParCIS: Partnership between Chemical Industry and Schools. Accessed November 2008 from http://www.ipn.uni-kiel.de/_chik_symposium /sites/pdf/graeber.pd

- Ghaith, G. & Yaghi, Z. (1997). Relationships among experience, teacher efficacy, and attitudes toward the implementation of instructional innovation. Teaching and Teacher Education, 13, 451–458
- Good, T. L & Brophy, J. E. (1997). Looking in Classrooms (7th Edition), NJ: Longman
- Gruenewald, D. A. & Smith, G. A. (2008). Introduction: Making room for the local. In D. A. Gruenewald & G. A. Smith (Eds.), Place-based education in the global age: Local diversity (pp. 13- 23). New York: Lawrence Erlbaum Associates
- Guay, F., Marsh, H. W., Boivin, M. (2003). Academic self-concept and academic achievement: Developmental perspectives on their causal ordering. Journal of Educational Psychology, 95(1), 124-136.
- Guay, F., Larose, S., Boivin, M. (2004). Academic self-concept and educational attainment level: a ten-year longitudinal study. Self and Identity, 1-16.
- Gunstone, R.F & White, R. (1980). «A matter of gravity», Paper given at a meeting of the Australian Science Education Research Association, May, Melbourne, Australia
- Gunstone F. (1987), Student understanding in mechanics: A large population survey, American Journal of Physics, 55
- Hahn I., Schops K., Ronnebeck S., Martensen M., Hansen S., Sab S., Dalehefte I., Prenzel M. (2013), Assessing scientific literacy over the lifespan - A description of the NEPS science framework and the test development, Journal for Educational Research Online, Volume 5, No.2, 110-138
- Hahner, G. & Spencer, N. (1998). Rubbing and scrubbing. Physics Today, 51(9), 22-27.
- Halloun I. (2006), Inventories of Basic Conceptions, www.Halloun.net
- Halloun I., (1998). Schematic concept for schematic models of the real world: the Newtonian concepts of force, Science Education. 82 (2), 239-263
- Halloun I. & Hestenes D. (1985a), The initial knowledge state of college physics students, American Journal of Physics 53(11), 1043-1056
- Halloun I. & Hestenes D. (1985b), Common sense concepts about motion, American Journal of Physics 53(11), 1056-1065
- Hammer, D., (1996). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning , and an appropriate role for education research, American Journal of Physics , 64(10), 1316-1325

- Hand, B.M., Alvermann, D.E., Gee, J., Guzzetti, B.J., Norris, S.P., Phillips, L., Prain, V., Yore, L.D. (2003). Message from the "Island Group": What is literacy in science literacy? Journal of Research in Science Teaching 40(7), 607-615
- Hanrahan, M. (1999). Rethinking science literacy: Enhancing communication and participation in school science through affirmational dialogue journal writing. Journal of Research in Science Teaching, 36, 699–717.
- Harrison, A & Treagust, D. (1996) Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching Chemistry', Science Education, 80(5), 509-534
- Harlen, W. (1985), Teaching and Learning Primary Science, (London: Harper and Row Ltd.).
- Hashweh M., (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics, Teaching and Teacher Education, 3(2), 109-120
- Hattie, J. (2003). Getting self-concept back on the correct pathway for self-concept research in the new millennium: Revisiting misinterpretations and revitalizing the contributions of James' agenda for research on self. In H. W. Marsh, R. G. Craven & D. M. McInerney (Eds), International advances in self-research (Vol. 1, pp. 127-150). Information Age, Greenwich.
- Hayes, B. C., & Tariq, V. N. (2000). Gender differences in scientific knowledge and attitudes toward science: A comparative study of four Anglo-American nations. Public Understanding of Science, 9, 433-448.
- Heller, P. M., (1987). Use of core propositions in solving current electricity problems. In J. Novak (Ed.), Proceedings of the 2 Int. Seminar "Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics" Vol. III (pp. 225-235). Ithaca: Cornell University
- Helm, H., (1980). Misconceptions in physics amongst South African students, Physics Education , 15, 92-105
- Hestenes, D. (2013). Remodeling science education. European Journal of Science and Mathematics Education, Vol. 1, No. 1, 13-22
- Hestenes, D. (1998). Who needs Physics Education Research!? American Journal of Physics, 66, 465-467

- 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.
- Hidi, S., & Renninger, K. A., (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. Educational Psychologist, 41(2), 111–127
- Hidi, S., Renninger, K . A., Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning. In D. Y. Dai & R. J. Sternberg (Eds.), Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development (pp. 89–115) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Hill G., Atwater, M., Wiggins, J. (1995). Attitudes toward science of urban seventh grade life science students over time, and the relationship to future plans, family, teacher, curriculum, and school. Urban Education, 30, 71–92.
- Hobson, A., (2004). "Energy flow diagrams", The physics Teacher, 42
- Hobson, A., (2001). "Teaching Relevant Science for Scientific Literacy: Adding Cultural Context to the Sciences" Journal of College Science Teaching 30, No 1, 238–43
- Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. Journal of Research in Science Teaching, 39, 341–368.
- 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.
- Hung, W., Jonassen, D. H., (2006). Conceptual Understanding of Causal Reasoning in Physics. International Journal of Science Education, 28(13), 1601-1621.
- Hurd, P.D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. Educational Leadership, 16(1), 13-16.
- Hurd, P.D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. Science Education, 82(3), 407–416
- Ioannides, C. & Vosniadou, S. (2001). The changing meanings of force. Cognitive Science Quarterly. 2(1), 5-62
- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2002). Exploring the Changing Meaning of Force: From Coherence to Fragmentation. *Cognitive Science Quarterly*, 2, 5–61.

- Irwin, A & Wynne, B. (1996). Misunderstanding science? The Public reconstruction of Science and Technology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Itza – Ortiz, S., Rebello, S., Zollman, D. (2004), Students' models of Newton's second law in mechanics and electromagnetism, European Journal of Physics, 25, 81-89
- Jewett Jr., J. W., (2008) "Energy and the Confused Student I: Work", The Physics Teacher, Vol. 46
- Jimogiannis, A., & Komis, V. (2003). Investigating Greek Students' Ideas about Forces and Motion. Res Sci Educ 33: 375-392.
- Jimoyiannis A. & Komis V. (2001). Computer simulations in teaching and learning physics: a case study concerning students' understanding of trajectory motion, Computers & Education, 36, 183-204.
- Jorgensen, L. M., & Ryan, S. A. (2004). Relativism, values and morals in the New Zealand curriculum framework. Science & Education, 13(3), 223–233.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2003). Teachers views on the nature of models. International Journal of Science Education, 25, 1369–1386.
- Kallery, M. & Psillos, D. (2001). Preschool Teachers' Content Knowledge in Science: their under-standing of elementary science concepts and issues raised by children's questions. International Journal of Early Years Education, 9 (3), 165-179
- 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.
- Kember, D. & McNaught, C. (2007). Enhancing University Teaching: Lessons from Research into Award Winning Teachers. Abingdon, Oxford shire: Rout ledge.
- 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.
- Klahr, D. (2000). Exploring science. Cambridge, MA: MIT Press.

- Koballa, T., & Crawley, F. (1985). The influence of attitude on science teaching and learning. School Science and Mathematics, 85, 222–232.
- Koballa, T., (1988). Attitudes and related concepts in science education. Science Education, 72, 115–126.
- Koballa, T., & Glynn, S. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science learning. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education (pp. 75–102). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kohnle, A., Mclean, S., Aliotta, M. (2011). Towards a conceptual diagnostic survey in nuclear physics European journal of physics, 32(1), 55–62.
- Kolstø, S. D. (2001): Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with controversial socioscientific issues. Science Education 85 (3), 291-310.
- Kokkotas, P., Koulaidis, V., Karanikas, Y., Tsatsaroni, A., Vlachos, Y., (1995). The language of physics: A Case Study of the Concept of Force in Primary Education, in Bernardini, C., Tarsitani, Vicentini, M., (Ed.) Thinking physics for teaching 207-219, New York: Plenum Press.
- Koren, P. & Bar, V. (2009). Pupils' image of 'the scientist' among two communities in Israel: A comparative study. International Journal of Science Education, 31, 2485 - 2509.
- Koslowski, B. (1996). Theory and evidence. The development of scientific reasoning. Cambridge, MA: MIT Press.
- Koulaidis, V. and Christidou, V. (1999) Models of students’ thinking concerning the Greenhouse Effect and teaching implications. Science Education, 83, 559–576
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011), Research on interest in science: Theories, Methods, and Findings, International Journal of Science Education, 33 (01), 27-50
- Kruger, C., Palacio, D., Summers, M., (1992). Surveys of English primary teachers’ conceptions of force, energy, and materials. Science Education, 76(4), 339-351
- Laetsch W.M. (1987), A basis for better public understanding of science, In GIBA Foundational Conference (Ed.), Communicating science to the public, New York: John Wiley & Sons
- Laugksch R.C. (2000). Scientific Literacy: A conceptual overview. Science Education, 84(1), 71-94.

- Leighton, J., & Bisanz, G., (2003). Children’s and adults’ knowledge and models of reasoning about ozone layer and its depletion , International Journal of Science Education, 25 (1), 117-139
- Levy-Leblond, J. M. (1992). A bout misunderstanding about misunderstandings. Public Understanding of Science, 1, 17-22.
- Lloyd, J., Smith, R., Fay, C., Khang, G., Wah, L., Sai, C. (1998). Subject knowledge for science teaching at primary level: A comparison of preservice teachers in England and Singapore. International Journal of Science Education, 20, 521–532
- Locke, S. (2002). The public understanding of science: A rhetorical invention. Science, Technology and Human Values, 27, 87-111.
- Lochhead, J., (1981) “Faculty interpretations of Simple Algebraic Statements: The Professor’s Side of the Equation” Journal of Mathematical Behavior Spring 1981
- Losh, S.C. (2010). Generation, education, gender and ethnicity in American digital divides. In Ferro, E., Dwivedi, Y.K., Gil-Garcia, J.R. & Williams, M.D. (Eds.) IGI Handbook: Overcoming Digital Divides: Constructing an Equitable and Competitive Information Society. Hershey, PA: IGI Global.
- Macbeth, D., (2000). On an Actual Apparatus for Conceptual Change. Science Education, 84(2), 228-264
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. In J. Gess-Newsome and N.G. Lederman (Eds.), Examining pedagogical content knowledge (pp.95-132). Dordrecht: Kluwer Academic
- Maienschein J, Burger I, Enshaie R, Glitz M, Kevern K, Maddin B, Rivera M, Rutowski D, Shindell M, Unger A. (1998). Scientific literacy. Science 281: 917.
- Maloney, D. (1984), Rule-governed approaches to physics - Newton’s third law, Physics Education 19
- Maloney, D. P., O’Kuma, T. L., Hieggelke, C. J., Van Heuvelen, A., (2001). Surveying students’ conceptual knowledge of electricity and magnetism. American Journal of Physics, Supplement , 69 (7)

- Marsh, H. W. (1991). Failure of high ability schools to deliver academic benefits commensurate with their students' ability levels. American Educational Research Journal, 28(2), 445-480
- Marsh, H. W., & Yeung, A. S. (1997). Coursework selection: Relations to academic self-concept and achievement. American Educational Research Journal, 34, 691-720.
- Marsh, H. W., & Craven, R. G. (2005). A reciprocal effects model of the causal ordering of self - concept and achievement: New support for the benefits of enhancing self-concept. In H. W. Marsh, R. G. Craven, & D. McInerney (Eds.), International Advances in Self Research. Volume 2 (pp. 15-52.Greenwich). CT: Information Age Publishing.
- Marsh, H. W., & Craven, R. G. (2006). Reciprocal effects of self-concept and performance from a multidimensional perspective: Beyond seductive pleasure and unidimensional perspectives. Perspectives on Psychological Science,
- Marsh, H. (2007). Self-concept theory, measurement and research into practice: The role of self-concept in educational psychology. British Psychological Society
- Marsh, H. & Retali, K. (2010). Academic self-concept: The Role of Positive Self-Beliefs in Educational Psychology. In K. Littleton, C. Wood & J. K. Staarman (Eds), Handbook of Educational Psychology: New Perspectives on Learning and Teaching. Elsevier, New York.
- Matthews, M., (1994). Science teaching. NewYork: Routledge
- Matthews, M., (1998). The nature of science and science teaching. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.) International Handbook of science education, 981-999, Kluwer Academic Publishers
- Mayer, V. J. (1997). Global science literacy: An earth system view. Journal of Research in Science Teaching, 34, 101–105
- Mazur, E., (1997). Peer instruction: A user's manual. Prentice Hall
- McCloskey M. Camarazza A. Green B. 1980, Curvilinear Motion in the Absence of External Forces, Science 210
- McComas, W. (2004). A textbook case of Nature of Science: Laws and Theories in the Science of Biology. International Journal of Science and Mathematics Education, 1, 141-155

- McDermott, L. C., Vokos, S., O'Brien Pride, T., (1997) "The challenge of matching learning assessments to teaching goals: An example from the work–energy and impulse–momentum theorems", American Journal of Physics, 66 (2),
- McDermott L. (1991), What we teach and what is learned-closing the gap, American Journal of Physics, 59
- McDermott, L. (1990). A perspective on teacher preparation in physics and other sciences: The need for special science courses for teachers. American Journal of Physics, vol. 58 (8), pp. 734-742.
- McDermott L., (1984) , Research on conceptual understanding in mechanics, Physics Today 37(7), 24-32
- McMillan, C., & Swadener, M., (1991). Novice use of qualitative versus quantitative problem solving in electrostatics. J. Res. Sci. Teach., 28:8, 661-670
- Megalakaki, O. (2009). Développement conceptuel de la notion d'énergie. Psychologie Française. 54(1), 11-29.
- Mellado, V. (1997). Preservice Teachers' Classroom Practice and Their Conceptions of Nature of Science, Science and Education 6, 331-354
- 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.
- Millar, R., & Osborne, J (1998). Beyond 2000: Science Education for the Future. London: Kings College, London
- Miller, J. D. (2004). Public understanding of, and attitudes towards scientific research: What we know and what we need to know. Public Understanding of Science, 13, 273-294.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of scientific literacy. Public Understanding of Science, 7, 203-223.
- Miller, J. D. (1989). Scientific literacy. Paper presented at the annual meeting of the American Association for the Advancement of Science, San Francisco, CA.
- Miller, J. D., (1983). Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. Daedalus, 112(2), pp. 29-48

- Miller, K., (1998). Is Thematic Integration the Best Way to Reform Science and mathematics Education; Science Educator, v. 8(1)
- Minstrell J. (1982), Explaining the at rest condition of an object, The Physics Teacher, 20
- Mohapatra J. K., & Bhattacharyya, S., (1989). Pupils, teachers, induced incorrect generalization and the concept of "force". , International Journal of Science Education, 11, 429-436
- Mulholland, J. & Wallace, J. (1996). Breaking the cycle: Preparing elementary teachers to teach science. Journal of Elementary Science Education, 8(1), 18-39.
- National Center for Education Statistics (2007). The Condition of Education, 2007 U.S Department of Education. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- National Research Council (2007), Taking science to school: Learning and teaching science in Grades K-8, Washington, DC: The National Academic Press
- National Research Council (1996), National science education standards, Washington, DC: The National Academic Press
- National Science Education Standards (1996). National Academy of Sciences. Washington DC: National Academy Press.
- National Center for Educational Statistics (2006), The Nation's report card: Science 2005, Washington, DC:NSF
- National Science Board (2008). Science & engineering indicators 2008 Arlington, VA: National Science Board (NSB-08-01).
- National Science Board (2010). Science & engineering indicators 2010 Arlington, VA: National Science Board (NSB-10-01).
- 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).
- National Science Teachers Association. (1991). Position statement. Washington DC: National Science Teachers Association
- Norris S.P., & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. Science Education, 87, 224-240.

- Norman, O., (1998). Marginalized discourses and scientific literacy. Journal of Research in Science Teaching, 35, 365–374.
- Novak, J. (1977). A Theory of Education, Cornel University Press, Ithaca, NY
- Novak, J. (2004). The theory underlying concept maps and how to construct them. http://anap.coginst.uwf.edu/info
- Novak, JD. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or appropriate propositional hierarchies (liphs) leading to empowerment of learners. Science Education, 86 (4), 548-571
- Oliver St., Jackson, F., Chun,S., Kemp, A., (2002). The Concept of Scientific Literacy: A View of the Current Debate as an Outgrowth of the Past Two Centuries. Electronic Journal of Literacy Through Science, Current Articles
- 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-ooperation 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/
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections. London: The Nuffield Foundation.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S. (2004). Enhancing the quality of Argumentation in School Science. Journal of Research in Science Teaching, 41, 994–1020.
- Osborne, J., Simon, S., Collins, S., Collins, S., (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. International Journal of Science Education, 25(9), 1049-1079.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). Learning in Science. Auckland, Heinemann.
- Osborne, R. (1984), Children's dynamics, The Physics Teacher, 22(8), 504-508
- Osborne R. J. & Wittrock M. C., (1983), Learning Science: A generative process, *Science Education*, 67(4), 489-508

- Osborne, R. (1983), Towards modifying children's ideas about electric current. Research in Science and Technological Education, 1(1), 73-82
- Osborne, R., J., & Gilbert, J. K., (1980b). A technique for exploring student's views of the world. Physics Education, 15, 376-379
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. Eurasia Journal of Mathematics. Science & Technology Education, 3(4), 351-361
- Paisley, W. J., (1998). Scientific literacy and competition for public attention and understanding. Science Communication, 20, 70-79
- Papadimitriou, V., (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. Journal of Science Education and Technology, 13, 299–307.
- Pardhan, Z. & Bano, T. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct-currents, International Journal of Science Education, 23 (3), 301-317
- Pella, M. O., O'Hearn, G. T., Gale, C. G. (1966). Referents to scientific literacy. Journal of Research in Science Teaching, 4, 199–208.
- Pardo, R., & Calvo, F., (2004). The cognitive dimensions of public perceptions of science: Methodological issues. Public Understanding of Science, 13, 203-228.
- Perkins, D.N. & Salomon, G. (1989). Are cognitive skills context-bound? Educational Researcher, 18,16–25.
- Perkins, KK., Adams, WK., Pollock, SJ., Finkelstein, ND. & Wieman, CE. (2005). Correlating student beliefs with student learning using the Colorado learning attitudes about science survey. In: Marx J, Heron P, Franklin S (eds) Proceedings of 2004 physics education research conference, Sacramento, CA. American Institute of Physics, pp 61–64.
- Pew Research Center (2007). How young people view their lives, futures and politics: A portrait of "Generation Next." Washington, D.C.: Pew Research Center for the People and the Press.
- Plakitsi, K. (2013), Activity Theory in Formal and Informal Science Education, 1–15. Sense Publishers
- Preece, F.W., & Baxter, J.H. (2000). Scepticism and gullibility: The superstitious and pseudo-scientific beliefs of secondary school students. International Journal of Science Education, 22(11), 1147-1156.

- Yates, G.C.R., & Chandler, M. (2000). Where have all the sceptics gone? Patterns of new age beliefs and anti-scientific attitudes in preservice primary teachers. Research in Science Education,30(4), 377-397.
- Purkey, S. C., & Smith, M. S. (1983). Effective schoo1s: A review. The Elementary School Journal, 83(4),427-452
- Ramey-Gassert, L., & Shroyer, M.G. (1992). Enhancing science teaching self-efficacy in preservice elementary teachers. Journal of Elementary Science Education, 4, 26-34.
- Ramsden, J. M. (1998). Mission impossible?: Can anything be done about attitudes to science? International Journal of Science Education, 20 (2), 125-137.
- Rannikmäe, M., Teppo, M., Holbrook, J. (2010), Popularity and Relevance of Science Education Literacy: Using a Context-based Approach. Science Education International Vol.21, No.2, 116-125
- Rannikmäe, M. (2001b). Operationalisation of scientific and technological literacy in the teaching of science. PhD thesis, University of Tartu.
- Redish, E. F., (1994). Implications of cognitive studies for teaching physics. American Journal of Physics, 62(6), 796-803
- Redish, E., F., & Steinberg, R., N., (1999). Teaching Physics: Figuring out what works. Physics today, 52(1), 24-30
- Reid, N. (2006). Thoughts on attitude measurement. Research in Science & Technological Education, Vol. 24, No. 1, May 2006, pp. 3–27.
- Reif, F., (1995). Millikan Lecture 1994: Understanding and teaching important scientific thought processes. American Journal of Physics 63(1), 17-32
- Roberts, D.A. (2007a), Scientific Literacy/Science Literacy. In S. K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education pp. 729-780, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers
- Roberts, D.A. (2007b). Opening remarks. In C. Linder, L. Östman, & P.-O. Wickman, (Eds.), Promoting scientific literacy: Science education research in transaction. Proceedings of the Linnaeus ercentenary Symposium, pp. 9–17. Uppsala: Uppsala University.
- Roberts, D. A. (1983). Scientific literacy. Towards a balance for setting goals for school science programs. Ottawa, ON, Canada: Minister of Supply and Services

- Rosnick, P., & Clement, J., (1980). "Learning Without Understanding: The Effect of Tutoring Strategies on Algebra Misconceptions" Journal of Mathematical Behavior 3, No 1
- Roth, W.-M. (2002). Taking science education beyond schooling. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 2(1), 37-48.
- Royal Society, (1985). The public understanding of science (the 'Bodmer Report'). London: The Royal Society.
- Rowell, J., Dawson, C., Lyndon, H., (1990). Changing misconception: A challenge to science educators. International Journal of Science Education , 12(2), 167-175
- Rowlands, S., Graham, T., Berry, I., (1999). Can we Speak of Alternative Frameworks and Conceptual Change in Mechanics? Science and Education , 8(3), 241-271
- Ryan, J. N. (1985). The Language Gap: Common Words with Technical Meanings. Journal of Chemical Education, 62, 1098
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. American Psychologist, 55, 68-78.
- Rychen, D.S. & Salganik, L.H. (Eds.). (2003). Key competencies for a successful life and a well-functioning society. Cambridge, MA: Hogrefe & Huber
- Sabanand, N. & Kess, J. (1990), Concepts in force and motion, The Physics Teacher, 28(8), 530-533
- Sadler, T. D. (2004). Moral and ethical dimensions of socioscientific decision-making as integral components of scientific literacy. The Science Educator, 13, 39 – 48.
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2007). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. International Journal of Science Education.
- Sadler T. D., & Fowler S. R. (2006). A Threshold Model of Content Knowledge Transfer for Socioscientific Argumentation Science Education, 90, 986-1004.
- Sahin, M. (2009). Effects of Problem-Based Learning on University Students'Epistemological Beliefs About Physics and Physics Learning and Conceptual Understanding of Newtonian Mechanics. J Sci Educ Technol, Volume 19, Number 3, 266-275.

- Schaffer P. S., Heron P. R. L., Lindsey B. A., (2009) “Student ability to apply the concepts of work and energy to extended systems”, American Journal of Physics, 77 (11)
- Schibeci, R. A. & Sorensen, I., (1983). Elementary School Children's Perceptions of Scientists. School Science and Mathematics, Vol. 83, 1, p. 14–20,
- Schoon, K., & Boon, W., (1998), Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers, Science Education, Volume 82, (5), 553-568
- Scott, P. (1987). A Constructivist View of Teaching and Learning. Leeds, Children's Learning in Science Project, University of Leeds.
- Shrigley, R. (1990). Attitudes and behavior are correlates. Journal of Research in Science Teaching, 27, 97–113.
- Seaton, M., Marsh, H. W., Craven, R. G. (2009). Earning its place as a pan-human theory: Universality of the big-fish-little-pond effect across 41 culturally diverse countries. Journal of Educational Psychology, 101, 403-419.
- Senocak, E., Taskesenligil, Y., Sozbilir, M., (2007). A Study of Teaching Cases to Prospective Primary Science Teachers Through Problem-Based Learning. Res Sci Educ 37, 279-290
- Sequeira, M. & Leite, L. (1991), Alternative conceptions and history of science in physics teacher education, Science Education, 75, 45
- Shamos, M.H. (1995), The myth of science literacy, New Brunswick, NJ: Rutgers University Press
- Shahn, E., (1988). “On science literacy” in Educational Philosophy and Theory, Journal of the Philosophy of Education Society of Australia. Special topic issue on Science Education. Matthews, M. R. ed. (20)2, 42
- Sharma, S. & Meighan, R., ‘‘Schooling and Sex Roles: the case of GCE ‘‘O’’ level mathematics’’, British Journal of Sociology of Education, Vol. 1, No. 2, 1980, pp. 193-205
- Shen, B. S. P. (1975a). Scientific literacy and the public understanding of science. In S. B. Day (Eds.), Communication of scientific information (pp. 44–52). Basel: Karger.
- Shen, B. S. P. (1975b). Science literacy. American Scientist, 63, 265–268.
- Shen, C., & Tam, H. P. (2008), The paradoxical relationship between student achievement and self-perception: A cross-national analysis based on three waves of TIMMS data. Educational Research and Evaluation, 14(1), 87-100

- Shulman, L.S. (1986b). Those who understand: knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15(2), 4-14.
- Silvia, P., (2006). Exploring the psychology of interest. New York: Oxford University Press.
- Sjoberg, S. & Schreiner, C. (2005), How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE (The Relevance of Science Education). Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 6(2)
- Special Eurobarometer 401 (2013). Responsible Research and Innovation (RRI), Science and Technology. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_401_en.pdf
- Stead, K. & Osborne, R. (1980) Gravity , LISP Working Paper 20, Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, New Zealand
- Stead, K. & Osborne, R. (1981). What is Friction? Some Children's Ideas. The Australian Science Teachers Journal, 27 (3), 51-57.
- Steinberg, R., N., & Sabella, M., S., (1997). Performance on multiple-choice diagnostics and complementary exam problems. The Physics Teacher, 35(3), 150-155
- 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
- Stofflett, R., & Stoddart, T. (1994). The Ability to Understand and use Conceptual Change Pedagogy as a Function of Prior Content Learning Experience. Journal of Research in Science Teaching, 31(1), pp. 31-51.
- Summers, M. K., (1992). Improving primary school teachers' understanding of science concepts-theory into practice , International Journal of Science Education, 14, 25-40
- 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.
- Taber, K. S., & Tan, K. C. D., (2010), The Insidious Nature of "Hard-Core" Alternative Conceptions: Implications for the constructivist research programme of patterns in high school students and pre-service teachers' thinking about ionisation energy, International Journal of Science Education, 33, 259-297.

- Tao, P.K., & Gunstone, R. (1999). A process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. Journal of Research in Science Teaching, 36(7), 859-882.
- The European Higher Education Area in 2012: Bologna Process Implementation Report http://www.ehea.info/Uploads/%281%29/Bologna%20Process%20Implementation%20 Report.pdf
- Thomas, G., & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? In M. Shortland (Ed.), Scientific literacy papers (pp. 1–14). Oxford, UK: Department for External Studies, University of Oxford
- Thorn, W. M., & Gunstone, R., (2007). Some Student Conceptions of Electromagnetic Induction Research in Science Education, 38, 31-44
- Thornton, R. & Sokoloff, D., (1998), Assessing student learning of Newton's laws: The force and motion conceptual evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture, American Journal of Physics, 66
- Thornton, R.K. (1997), Conceptual Dynamics : Following changing student views of force and motion, in E.F. Redish and J.S. Rigden (eds), Thinking physics for teaching, Proceedings of ICUPE, 399, 241, New York, American Institute of Physics
- Thornton R. & Sokoloff, D. (1990), Learning motion concepts using real-time microcomputer –based tools, American Journal of Physics, 58, 858-867
- Tosun, T. (2000). The beliefs of preservice elementary teachers towards science and science teaching. School Science and Mathematics, 100, 374–379.
- Trowbriddge, D., E., & McDermott, L., C., (1980). Investigation of students understanding of the concept of velocity in one dimension. American Journal of Physics, 48(12), 1020-1028
- Trundle, K., Atwood, R., Christopher, J. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. Journal of Research in Science Teaching, 39, 633–658.
- Twenty First Century Science (2008). Retrieved 7 December 2008 from, http://www.21stcenturyscience.org/

- Tytler, R., Duggan, S., Gott, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. International Journal of Science Education, 23(8), 815–832.
- UN (1992), Report of the United Nations conference on environment and development, Rio de Janeiro, 3-14/6/1992
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2010). UNEP Climate Change Factsheet. (Paris: UNEP). Διαθέσιμο στο http://www.unep.org/pdf/UNEP_Profile/Climate_change.pdf,
- Valentine, J. C. & DuBois, D. L. (2005). Effects of self-beliefs on academic achievement and vice versa. In H. W. Marsh, R.G. Craven & D. McInerney (Eds), The new frontiers of self-research (pp.53-77). Greenwich: Information Age
- Van Aalsvoort, J. (2004). Logical positivism as a tool to analyse the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. International Journal of Science Education, 26(9), 1151-1168.
- Van Driel, J., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. Journal of Research in Science Teaching, 35(6), 673–695.
- Van Driel J. H., Beijaard D, & Verloop N. (2001), Professional development and reform in science education: the role of teachers' practical knowledge. Journal of Research in Science Teaching, 38(2), 137-158.
- Van Driel, J., De Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers'pedagogical content knowledge. Science Education, 86, 572–590
- Van Eijck, M. & Roth, W-M. (2007). Keeping the local local: recalibrating the status of science and Traditional Ecological Knowledge (TEK) in education, *Science Education*, 91, 926-947.
- Van Heuvelen A., (1991a). Learning to think like a physicist: A review of research-based instructional strategies, American Journal of Physics, 59
- Van Heuvelen A., (1991b). Overview, Case Study Physics. American Journal of Physics, 59(10), 898-907
- 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

- Veal, W. R., & Makinster, J. G. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. Electronic Journal of Science Education*, 3*(4)
- Viennot L. (1979), Spontaneous seasoning in elementary dynamics, European Journal Science Education, 1
- Viennot L. (2003).Teaching Physics. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. (1992). Mental models of earth: A study of conceptual change in childhood. Cognitive Psychology*, 24, 535-585*.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. (1994). Mental models of the day- Night cycle. Cognitive Science*, 18, 123 - 183.*
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., Skopeliti, E. (2008). The Framework Theory Approach to the Problem of Conceptual Change. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York, NY: Routledge.
- Vosniadou, S., & Ioannides, C., (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. International Journal of Science Education, 20(10), 1213-1230
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., Novak, J. D. (1994), Research on alternatives conceptions in science, In. D. Gabel (ed.) Handbook of research on science teaching and learning, New York: Macmillan.
- Waterman, A.T. (1960). National Science Foundation: A ten-year résumé. Science, 131(3410), 1341–1354.
- Watts D. M., & Zybbersztajn A. (1981), A survey of some ideas about force, Physics Education, 16
- Watts D. M., (1983). Some alternative views of energy. Physics Education, Vol. 18
- Webb, P., (1992). Primary science teachers' understandings of electric current, International Journal of Science Education, 14(4), 423-429
- Weiss, I., Pasley, J., Smith, P., Banilower, E., Heck, D. (2003). Inside the classroom: A study of K-12 mathematics and science education in the United States. Chapel Hill, NC: Horizon Research.
- Westerback, M.E. (1982). Studies on attitude toward teaching science and anxiety about teaching science in pre-service elementary teachers. Journal of Research in Science Teaching.21, (9),937-950

- Wynne, B. (1996). Misunderstood Misunderstandings: Social Identities and Public uptake of Science. In A. Irwin & B. Wynne (Eds.), Misunderstanding science. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wynne & Millar, (1988). Public Understanding of Science: From Contents to Processes. International Journal of Science Education, Volume 10, pp. 388- 398.
- Yalkin, M., Altun, S., Turgut, U., Aggu, F., (2008). First Year Turkish Science Undergraduates' Understandings and Misconceptions of Light Science & Education DOI: 10.1007/s11191-008-9157-3
- Za'rour, G. I. (2001). Relevant Teaching: Incorproating Curriculuim, Teaching Approaches and Assessment Aspects. In N. Valanides (Ed.), Science and technology Education: Preparing Future Citizens. Proceedings of the IOSTE Symposium in Southern Europe (pp. 3-12). Paralimni, Cyprus: International Organisation of Science and Technology Educators (IOSTE).
- Zeidler, D.L. & Schafer, L.E. (1984). Identifying mediating factors of moral reasoning in science education. Journal of Research in Science Teaching, 21, 1–15.
- Zeldin, A., & Pajares, F., (2000) ''Against the Odds: Self-Efficacy Beliefs of Women in Mathematical, Scientific and Technological Careers'', American Educational Research Journal, Vol. 37, No. 1, pp. 215-246
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. Journal of Research in Science Teaching, 39(1), 35–62

- Arons, A. (1992). Οδηγός Διδασκαλίας Φυσικής. Εκδόσεις Τροχαλία. Αθήνα
- Bernstein, B., (1991). Παιδαγωγικοί Κώδικες και Κοινωνικός έλεγχος. (εισαγωγή, μετάφραση, σημειώσεις, Ι. Σολομών), Αθήνα: Αλεξάνδρεια
- Driver R. , Squires A., Rushworth P. , Wood-Robinson V. , (2000), Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών - Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών Εκδόσεις Τυπωθήτω
- Driver R. , Guesne E. , Tiberghien A. , (1989) Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, εκδόσεις Τροχαλία,

- Kun T. , (1981) Η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων, Εκδόσεις Σύγχρονα Θέματα
- Ohanian H.C., (1991), Φυσική, (μετάφραση- επιμέλεια: Φίλιππας Α.), Αθήνα: Συμμετρία
- Segré, E., (1983). Personaggi e scoperte della fisica classica , σε ελληνική μετάφραση Κωνσταντίνας Μεργιά, Η Ιστορία της Φυσικής, τόμος Α΄, εκδόσεις Δίαυλος 1997
- 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 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών. Αλεξανδρούπολη
- Βαλαδάκης, Α., Θάνος, Γ., Καμπούρης, Κ., Κολτσάκης Β., Κυριακόπουλος, Γ., Μουρούζης Π., Μωραΐτης Γ., Παναγιωτόπουλος Μ., Πιερράτος Θ., Σαμιακός Σ., Φασουλόπουλος Γ., Σε Συντονισμό Κασέτα Α., Η έννοια έννοια και η έννοια μάζα, Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών. Αλεξανδρούπολη
- Βασιλοπούλου, Μ., (1998), Διερεύνηση και Διδακτική αντιμετώπιση των πρότερων αντιλήψεων των μαθητών του γυμνασίου για τη Βιοποικιλότητα, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας, Ε. Κ. Π. Α.
- Γεωργόπουλος, Α. (2002). Περιβαλλοντική Ηθική. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα
- Γιαννικόπουλος, Γ., Παπαστράτου, Π., Σκούρα, Β., Σταθοπούλου, Χ., Ταφλανίδου, Μ., Τσιφλίκα, Δ., Ψυχάρης, Γ., (επιμ. Χατζηνικήτα, Β.), (2010). PISA 2006. Έκθεση Αποτελεσμάτων για την Ελλάδα. ΚΕΕ
- Δεβελάκη, Μ., (2006). Περιβάλλον και κοινωνική-ηθική διάσταση των θετικών επιστημών. Πρακτικά 6ου πανελλήνιου συνεδρίου περιβάλλοντος της Ε.Ε.Φ., Θεσσαλονίκη
- Δεβελάκη, Μ., (2011). Κατανόηση της φύσης της επιστήμης βάσει των διδακτέων μοντέλων. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών. Αλεξανδρούπολη
- Δημητρίου, Α. (2010). Οι αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Διαπιστώσεις και προοπτικές. Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη, 32-33, 7-28
- Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ). www.pi-schools.gr
- Ευαγγελοπούλου, Α., & Μίχας, Π., (2011). Αντιλήψεις των μαθητών της Α΄ Λυκείου για την τριβή και τους νόμους της. Πρόταση για διδακτική παρέμβαση σ’ ένα συνεργατικό

και εποικοδομητικό περιβάλλον μάθησης. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών. Αλεξανδρούπολη

- Ηλιοπούλου, Α., Καμαράτος, Μ., Κώτσης, Κ., (2013) Η έρευνα για την εξέλιξη των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών Γυμνασίου–Λυκείου και πρωτοετών φοιτητών φυσικού τμήματος σε θέματα ενέργειας. Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Βόλος
- Κόκκοτας, Π. (2002). Διδακτική των φυσικών επιστημών. Μέρος ΙΙ. Έκδοση 3η, Αθήνα
- Καρανίκας, Ι. (1996). Μελέτη των προβλημάτων της διδασκαλίας των θερμικών φαινομένων. Πρόταση για εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και στη μάθηση των θερμικών φαινομένων στους 4ετείς φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε. Διδακτορική διατριβή, Π. Τ. Δ. Ε, του Ε. Κ. Π. Αθηνών.
- Καράογλου Γ., (2009). Μελέτη των Εναλλακτικών Ιδεών των Μαθητών της Α΄ Λυκείου στις Έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής Δύναμη και Κίνηση, μετά από μια Τυπική Διδασκαλία. Διπλωματική Εργασία, Π.Μ.Σ. «Νέες Τεχνολογίες και Έρευνα στη Διδακτική της Φυσικής», Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Καράογλου, Γ., & Κώτσης, Κ., (2013). Διερεύνηση της συνέπειας εφαρμογής των αντιλήψεων των μαθητών Λυκείου σε έννοιες της μηχανικής. http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete
- Καράογλου, Γ. , Κώτσης, Κ. , Ρίζος, Ι. (2011) '' Συγκριτική μελέτη αντιλήψεων μαθητών Α΄ Λυκείου και πρωτοετών φοιτητών Τμημάτων Φυσικής και Π.Τ.Δ.Ε. στους νόμους του Νεύτωνα'' . Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Αλεξανδρούπολη
- Καράογλου, Γ. , Κώτσης, Κ. , Ρίζος, Ι. (2010) ''Η χρήση του I.B.C.M για την ανάδειξη του τρόπου εφαρμογής των νόμων του Newton στις συλλογιστικές δομές των μαθητών της Α΄ Λυκείου'' Θέματα επιστημών και τεχνολογίας στην εκπαίδευση, Τόμος 3, Αρ. 1
- Καράογλου, Γ. , Κώτσης, Κ. , Ρίζος, Ι. (2010) ''Μελέτη των εναλλακτικών ιδεών στην έννοια της κίνησης, σε μαθητές της Α΄ Λυκείου, με τη χρήση του I.B.C.M.'' Θέματα επιστημών και τεχνολογίας στην εκπαίδευση, Τόμος 3, Αρ. 2
- Καριώτογλου Π. (2002). Από την ιδανική διδακτική μέθοδο στη γνώση παιδαγωγικού περιεχομένου: πρόταση εφαρμογής στη διδασκαλία της φυσικής, Σύγχρονη Εκπαίδευση, τεύχος 123

- Καρύδας, Α, & Κουμαράς, Π, (2002). Διεθνείς Τάσεις στη Διδασκαλία και τη Μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην προοπτική του Επιστημονικού και Τεχνολογικού Αλφαβητισμού. Σύγχρονη Εκπαίδευση, Τεύχος 126
- Knight R. (2006), Πέντε εύκολα μαθήματα – Στρατηγικές για την επιτυχή διδασκαλία της Φυσικής, Εκδόσεις Δίαυλος
- Κόκκοτας Π.(1998). Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης, Αθήνα.
- Κόκκοτας Π. (1998). Διδακτική των φυσικών επιστημών. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Κόκκοτας, Π., (2002). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών ΙΙ. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, 3η έκδοση βελτιωμένη, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.
- Κοτσίνας, Γ., & Κώτσης, Κ. (2011). Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σε έννοιες της θερμότητας. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών - Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες-, 542-550
- Κοτσίνας Γ, (2013). Μετά τη διδασκαλία… αντιλήψεις μαθητών Β & Γ Λυκείου σε έννοιες της δύναμης τριβής. Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Βόλος
- Κουκά, Α., Βοσνιάδου, Σ., Τσαπαρλής, Γ., (2013). Η κατανόηση του νερού ως διαλύτη: Εξέλιξη μερικών αντιλήψεων των μαθητών από το δημοτικό μέχρι το λύκειο. Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Βόλος
- Κουκουτσάκης, Α., Μητρόπουλος, Δ., Σαμαράκου, Μ., Γρηγοριάδου, Μ. Βοσνιάδου, Σ., (2004). Διδασκαλία της τριβής με τη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Διανύσματα στη Φυσική και τα Μαθηματικά». Πρακτικά του 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ), 35-44, Αθήνα.
- Κουλαϊδής, Β., Δημόπουλος, Κ., Σκλαβενίτη, Σ., Χρηστίδου Β., (2002). Τα κείμενα της Τεχνο-Επιστήμης στον Δημόσιο Χώρο. Μεταίχμιο- Επιστήμες
- Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Αντικείμενο και Αναγκαιότητα, Στο Bliss J., Cooper G., Κολιόπουλος Δ., Κουλαϊδής Β., Ραβάνης Κ.,

Solomon J., Τσατσαρώνη Α., Χατζηνικήτα Β., Χρηστίδου Β., Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, (τόμος Α, σελ. 25-50), Ε. Α. Π., Πάτρα

- Κουμαράς, Π., (1989). Μελέτη της εποικοδομητικής προσέγγισης στην πειραματική διδασκαλία του ηλεκτρισμού. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.
- Κουμαράς, Π., Ψύλλος, Δ., Βαλασιάδης, Ο., Ευαγγελινός, Δ., (1990). Επισκόπηση των απόψεων των Ελλήνων μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην περιοχή των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, Παιδαγωγική Επιθεώρηση, 13, 125-154
- Κουμαράς, Π., Πράμας, Χ., Σταμπουλή, Μ. (2010). Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών στη κατεύθυνση, Γνώσεις και Ικανότητες για τη Ζωή. Τόμος Ι, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, Εκδ. Επίκεντρο. Θεσσαλονίκη
- Κουντουριώτης, Γ., Μίχας, Π. (2007). Αναπαραστάσεις Περιεχομένου Δασκάλων για Θέματα Ηλεκτρισμού. Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Αλεξανδρούπολη
- Κώτσης, Κ. (2011) "Ερευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της φυσικής" Ιωάννινα
- Κώτσης, Κ. & Κοτσίνας, Γ. (2011α) Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για το ορατό φως. Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Αλεξανδρούπολη
- Κώτσης, Κ. & Κοτσίνας, Γ. (2011β) Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σε έννοιες της θερμότητας. Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Αλεξανδρούπολη
- Κώτσης, Κ. & Κοτσίνας, Γ. (2011γ) Κοινές Αντιλήψεις Μαθητών Β΄ Λυκείου και Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σε έννοιες του ηλεκτρισμού. Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Αλεξανδρούπολη
- Κώτσης, Κ., Μπασιάκος, Γ., (2009). Οι στάσεις των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη χρήση πειραμάτων για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Πρακτικά 6ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.

- Κώτσης, Κ., Γιώτη, Κ., Αθανασίου, Ε. (2008). Ποιες έννοιες της φυσικής θεωρούνται δυσνόητες από τους εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Έρευνα και Πράξη, 26, 20-27
- Κώτσης, Κ. Θ., και Στύλος, Γ., (2007). Συγκριτική Μελέτη των Αντιλήψεων 1ετών και 2ετών φοιτητών του τμήματος Φυσικής σχετικά με τις έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής, Πρακτικά 6ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση « Οι πολλαπλές Προσεγγίσεις της Διδασκαλίας και της Μάθησης των Φυσικών Επιστημών» 487-494
- Κώτσης, Κ. Θ., (2002). Κοινά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. για τις δυνάμεις του βάρους, της τριβής, της άνωσης των υγρών και της αντίστασης του αέρα. Θέματα στην Εκπαίδευση, 3:2-3, 201-211
- Κώτσης, Κ. Θ., (2013). Εμπειρική Έρευνα στη Διαχρονική Φύση των Εναλλακτικών Ιδεών σε Έννοιες της Φυσικής. Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Βόλος
- Μίχας, Π. (2002). Αντιμετώπιση δυσκολιών που αφορούν τη διδασκαλία των σχετικών κινήσεων. Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και τις Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, 691-695, Ρέθυμνο.
- Μίχας, Π., (2007). Εφαρμόζοντας την εποικοδομητική προσέγγιση της McDermott στη διδασκαλία της φυσικής, Πρακτικά 5^{ου} Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Επιμέλεια: Κατσίκης Α., Κώτσης Κ., Μικρόπουλος Α., Τσαπαρλής Γ, Ιωάννινα, Τεύχος Α, 73-90
- Μοδινός, Μ. (2004). Παγκοσμιοποίηση, Βιωσιμότητα, και Εκσυγχρονισμός της Τοπικότητας. Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Πανελλήνιας Ένωσης Εκπαιδευτικών για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση
- Μολοχίδης, Α. (2005). Ανάπτυξη Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς για την Αυτοεπιμόρφωση των Εκπαιδευτικών σε φαινόμενα και Έννοιες των Ρευστών. Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ.
- Morin, E., (2001). Οι εφτά γνώσεις κλειδιά για την παιδεία του μέλλοντος (μετάφραση Τσαπακίδη), Αθήνα, Εκδόσεις Εικοστού Πρώτου

- Μπενιάτα Ε., Τσελφές Β., Τσάπαλη Μ., (2009), Άτυποι συλλογισμοί και κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα, Πρακτικά 6ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Φλώρινα
- Μπενιάτα, Ε., Τσελφές, Β., Τσάπαλη, Μ., (2011). Τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα στο πλαίσιο του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού: αιολικά πάρκα στην ορεινή Φθιώτιδα. Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Αλεξανδρούπολη
- Παπαδοπούλου, Π., & Μαλανδράκης, Γ., (2013). Γνώσεις μελλοντικών εκπαιδευτικών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την κλιματική αλλαγή: παράγοντες που τα επηρεάζουν. Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Βόλος
- Παρασκευάς, Π. (2003). Σχεδιασμός και πραγματοποίηση ημι-δομημένης συνέντευξης προκειμένου να ελεγχθούν οι ιδέες ενός μαθητή/μιας μαθήτριας για το ηλεκτρικό ρεύμα. Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη, τ. 5, σελ. 70-76
- Παρασκευάς, Π. (2007). Ηλεκτρικό κύκλωμα: Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων μαθητών έκτης τάξης δημοτικού σχολείου για το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα και της παρουσίασης των σχετικών εννοιών από το σχολικό εγχειρίδιο. Αυτοέκδοση. Θεσσαλονίκη
- Παρασκευάς, Π., Τσίρος, Χ., (2011). Αντιλήψεις στάσεις και απόψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για το πείραμα στη διδασκαλία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών. Μελέτη Περίπτωσης. Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Αλεξανδρούπολη
- Περιστερόπουλος, Π., Βλάχος, Γ., Κόκκοτας, Π., (1994). Εναλλακτικές απόψεις επιμορφούμενων δασκάλων στο Π.Ε.Κ. Αθήνας σε θέματα ηλεκτρισμού: Ανάλυση, σχολιασμός, απόψεις, Εισήγηση στο 5ο κοινό συνέδριο Ελλήνων και Κυπρίων Φυσικών, Λευκωσία
- Πετροχείλου, Ε., Ρίζος, Ι., Κώτσης, Κ., (2006). Αντιλήψεις νεοεισερχόμενων φοιτητών του τμήματος φυσικής αναφορικά με την έννοια της δύναμης. Πρακτικά 3ουΠανελλήνιου Συνεδρίου Ένωσης για τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών με θέμα

«Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίες Μάθησης» Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Βόλος, 910-913

- Πετροχείλου, Ε., Μάνεσης, Ε., Ρίζος, Ι., Κώτσης, Κ., (2007). Εξέλιξη των αντιλήψεων των φοιτητών του τμήματος φυσικής σε Έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής κατά τα δύο πρώτα έτη των σπουδών τους. Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην εκπαίδευση , Επιμέλεια: Κατσίκης Α., Κώτσης Κ., Μικρόπουλος Α., Τσαπαρλής Γ, Ιωάννινα, Τεύχος Β, 520-527
- Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών Φυσικής Ενιαίου Λυκείου (Π.Π.Σ.Φ), 2003. Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φυλ. 150, 13 Φεβρουαρίου 2003
- Ρετάλη, Κ., (2013). Φυσικές Επιστήμες και αυτοαντίληψη μαθητών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση: Αναλύοντας το διεθνές πρόγραμμα PISA. . Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Βόλος
- Σκορδούλης, Κ., (2004). Η Συμβολή της Ιστορίας και της Φιλοσοφίας της Φυσικής στη Διδασκαλία της Φυσικής. Τόμος «Επτά σταγόνες στον ωκεανό της γνώσης… και στην εκπαίδευση» Εκδόσεις Ελάτη και Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα
- Σπύρτου, Α., 2002. Μελέτη εποικοδομητικής στρατηγικής για την εκπαίδευση των δασκάλων στις φυσικές επιστήμες, Διδακτορική διατριβή ΠΤΔΕ, ΑΠΘ Θεσσαλονίκη
- Τσαγλιώτης, Ν. (1998). Πτυχές της εννοιολογικής αλλαγής σε παιδιά πέμπτης Δημοτικού: Η έννοια της δύναμης της τριβής. Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογής των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 370-6. Εκδόσεις Χριστοδουλίδης, Θεσσαλονίκη
- Τσελφές, Β., (2011). Τα Προγράμματα Σπουδών Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης «νέας γενιάς» και οι Φυσικές Επιστήμες. Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Αλεξανδρούπολη
- Φύττας, Γ. (2010). Σχεδιασμός και υλοποίηση διδακτικής παρέμβασης για τη διάθλαση του φωτός σε υπολογιστικό περιβάλλον. Διπλωματική εργασία. Τ.Ε.Ε.Α.Π.Η. Πάτρα
- Χαλκιά, Κ., (1999). Στάσεις των ελλήνων εκπαιδευτικών της Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης ως προς τη διδασκαλία του μαθήματος της φυσικής. Σύγχρονη Εκπαίδευση 106, 47-56

- Χαρτζάβαλος, Σ., & Τσαπαρλής, Γ., (2013). Μερικές παρανοήσεις φοιτητών σε θέματα που σχετίζονται με την πυρηνική φυσική και την κοινωνία. Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Βόλος
- Χατζηγεωργίου, Ι., & Εξάρχου, Ι., (2004). Προς μια λειτουργική έννοια του Επιστημονικού Αλφαβητισμού. 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών. Αθήνα
- Χατζηδάκη, Π., (2011). Η 'φύση της επιστήμης' ως δυναμικό εκπαιδευτικό εργαλείο εννοιολογικής αλλαγής προς την κβαντική θεωρία. Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Αλεξανδρούπολη
- Ψύλλος, Δ., (2011). Η Διερεύνηση με χρήση μοντέλων στη διδακτική διαδικασία των φυσικών επιστημών. Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Αλεξανδρούπολη

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1

Έλεγχοι των Welch και Brown – Forsythe για την ισότητα των μέσων

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic[a]	df1	df2	Sig.
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Welch	195,661	4	366,046	,000
	Brown-Forsythe	169,628	4	732,119	,000
Φ. Σύνολο Ορθών	Welch	70,525	4	390,272	,000
	Brown-Forsythe	81,896	4	796,981	,000

a. Asymptotically F distributed

Πίνακας 2

Έλεγχος της ισότητας των μέσων με την τεχνική one way Anova

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Between Groups	307,997	2	153,999	54,490	,000
	Within Groups	1627,892	576	2,826		
	Total	1935,889	578			
Φ. Σύνολο Ορθών	Between Groups	548,230	2	274,115	70,992	,000
	Within Groups	2224,060	576	3,861		
	Total	2772,290	578			

Πίνακας 3

Έλεγχοι των Welch και Brown – Forsythe για την ισότητα των μέσων

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic[a]	df1	df2	Sig.
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Welch	66,518	2	377,080	,000
	Brown-Forsythe	54,802	2	536,791	,000
Φ. Σύνολο Ορθών	Welch	53,470	2	361,273	,000
	Brown-Forsythe	68,456	2	462,207	,000

a. Asymptotically F distributed.

Πίνακας 4

Έλεγχος Welch και Brown – Forsythe

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic[a]	df1	df2	Sig.
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Welch	103,649	7	237,710	,000
	Brown-Forsythe	65,165	7	701,961	,000
Φ. Σύνολο Ορθών	Welch	37,206	7	224,492	,000
	Brown-Forsythe	52,290	7	483,996	,000

a. Asymptotically F distributed.

Πίνακας 5

Έλεγχος των διαμέσων των ορθών απαντήσεων στον επιστημονικό εγγραμματισμό και τη φυσική με το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis

Test Statistics[b,c]

			Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Φ. Σύνολο Ορθών
Chi-Square			277,147	165,048
df			7	7
Asymp. Sig.			,000	,000
Monte Carlo Sig.	Sig.		,000[a]	,000[a]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000	,000
		Upper Bound	,000	,000

a. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

b. Kruskal Wallis Test

c. Grouping Variable: επάγγελμα

Πίνακας 6

Έλεγχος Welch και Brown – Forsythe

Robust Tests of Equality of Means

Φ. Σύνολο Ορθών

	Statistic[a]	df1	df2	Sig.
Welch	23,926	4	149,882	,000
Brown-Forsythe	25,353	4	508,943	,000

a. Asymptotically F distributed.

Πίνακας 7

Έλεγχος Welch και Brown – Forsythe

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic[a]	df1	df2	Sig.
Ε.Ε. Σύνολο Ορθών	Welch	21,120	8	48,958	,000
	Brown-Forsythe	10,508	8	440,150	,000
Φ. Σύνολο Ορθών	Welch	12,750	8	46,487	,000
	Brown-Forsythe	6,588	8	313,764	,000

a. Asymptotically F distributed.

Πίνακας 8

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για το ζεύγος πτυχιούχων ΑΕΙ – ΑΤΕΙ

Chi-Square Tests

				Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
					99% Confidence Interval			99% Confidence Interval	
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	26,091[a]	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Likelihood Ratio	26,411	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Fisher's Exact Test	24,335			,000[b]	,000	,000			
Linear-by-Linear Association	5,808[c]	1	,016	,019[b]	,015	,023	,011[b]	,008	,014
N of Valid Cases	407								

a. 4 cells (40,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1, 38.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 79996689.

c. The standardized statistic is 2,410.

Πίνακας 9

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για το ζεύγος ΑΕΙ – ΓΕΛ

Chi-Square Tests

				Monte Carlo Sig. (2-sided)		Monte Carlo Sig. (1-sided)	
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Sig.	99% Confidence Interval	Sig.	99% Confidence Interval

					Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	50,745[a]	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Likelihood Ratio	55,878	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Fisher's Exact Test	52,649			,000[b]	,000	,000			
Linear-by-Linear Association	45,856[c]	1	,000	,000[b]	,000	,000	,000[b]	,000	,000
N of Valid Cases	520								

a. 2 cells (20, 0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2, 16.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 205597102.

c. The standardized statistic is 6,772.

Πίνακας 10

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για το ζεύγος ΑΕΙ – ΕΠΑΛ

Chi-Square Tests

				Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
					99% Confidence Interval			99% Confidence Interval	
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	44,918[a]	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Likelihood Ratio	49,103	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Fisher's Exact Test	46,472			,000[b]	,000	,000			
Linear-by-Linear Association	41,489[c]	1	,000	,000[b]	,000	,000	,000[b]	,000	,000
N of Valid Cases	454								

a. 3 cells (30,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,40.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1131884899.

c. The standardized statistic is 6,441.

Πίνακας 11

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για το ζεύγος ΑΕΙ – Γυμνάσιο

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval		Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	63,160[a]	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Likelihood Ratio	62,872	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Fisher's Exact Test	59,881			,000[b]	,000	,000			
Linear-by-Linear Association	58,169[c]	1	,000	,000[b]	,000	,000	,000[b]	,000	,000
N of Valid Cases	415								

a. 3 cells (30,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,73.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 475497203.

c. The standardized statistic is 7,627.

Πίνακας 12

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για το ζεύγος ΑΤΕΙ – ΓΕΛ

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval		Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	21,157[a]	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Likelihood Ratio	23,381	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Fisher's Exact Test	22,480			,000[b]	,000	,000			
Linear-by-Linear Association	8,135[c]	1	,004	,003[b]	,002	,005	,002[b]	,001	,003
N of Valid Cases	337								

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,32.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1993510611.

c. The standardized statistic is 2,852.

Πίνακας 13

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για το ζεύγος ΑΤΕΙ – ΕΠΑΛ

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound
Pearson Chi-Square	19,938[a]	4	,001	,001[b]	,000	,001			
Likelihood Ratio	21,100	4	,000	,001[b]	,000	,001			
Fisher's Exact Test	20,483			,001[b]	,000	,001			
Linear-by-Linear Association	7,828[c]	1	,005	,007[b]	,005	,009	,003[b]	,002	,005
N of Valid Cases	271								

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,72.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 957002199.

c. The standardized statistic is 2,798.

Πίνακας 14

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για το ζεύγος ΑΤΕΙ – Γυμνάσιο

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound
Pearson Chi-Square	30,639[a]	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Likelihood Ratio	32,297	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Fisher's Exact Test	31,390			,000[b]	,000	,000			
Linear-by-Linear Association	15,946[c]	1	,000	,000[b]	,000	,000	,000[b]	,000	,000
N of Valid Cases	232								

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,31.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 92208573.

c. The standardized statistic is 3,993.

Πίνακας 15

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για το ζεύγος ΓΕΛ – ΕΠΑΛ

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval		Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	3,946[a]	4	,413	,415[b]	,402	,427			
Likelihood Ratio	4,050	4	,399	,410[b]	,397	,423			
Fisher's Exact Test	3,943			,409[b]	,397	,422			
Linear-by-Linear Association	,001[c]	1	,970	1,000[b]	1,000	1,000	,506[b]	,493	,519
N of Valid Cases	384								

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,73.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 624387341.

c. The standardized statistic is -,038.

Πίνακας 16

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για το ζεύγος ΓΕΛ – Γυμνάσιο

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval		Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	5,813[a]	4	,214	,216[b]	,206	,227			
Likelihood Ratio	5,699	4	,223	,236[b]	,225	,247			
Fisher's Exact Test	5,798			,215[b]	,205	,226			
Linear-by-Linear Association	3,691[c]	1	,055	,058[b]	,052	,064	,034[b]	,030	,039
N of Valid Cases	345								

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval		Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	5,813[a]	4	,214	,216[b]	,206	,227			
Likelihood Ratio	5,699	4	,223	,236[b]	,225	,247			
Fisher's Exact Test	5,798			,215[b]	,205	,226			
Linear-by-Linear Association	3,691[c]	1	,055	,058[b]	,052	,064	,034[b]	,030	,039
N of Valid Cases	345								

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,83.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 957002199.

c. The standardized statistic is 1,921.

Πίνακας 17

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για το ζεύγος ΕΠΑΛ – Γυμνάσιο

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,236[a]	4	,182
Likelihood Ratio	6,236	4	,182
Linear-by-Linear Association	3,627	1	,057
N of Valid Cases	279		

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,30.

Πίνακας 18

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για τη φυσική στο ζεύγος ΑΕΙ – ΑΤΕΙ

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)		Monte Carlo Sig. (1-sided)	
				Sig.	99% Confidence Interval	Sig.	99% Confidence Interval

					Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	16,272[a]	4	,003	,002[b]	,001	,003			
Likelihood Ratio	20,155	4	,000	,001[b]	,000	,002			
Fisher's Exact Test	18,833			,001[b]	,000	,002			
Linear-by-Linear Association	11,854[c]	1	,001	,001[b]	,000	,002	,000[b]	,000	,001
N of Valid Cases	407								

a. 2 cells (20,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,83.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 792558341.

c. The standardized statistic is 3,443.

Πίνακας 19

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για τη φυσική στο ζεύγος ΑΕΙ – ΓΕΛ

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval		Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	53,236[a]	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Likelihood Ratio	56,539	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Fisher's Exact Test	54,725			,000[b]	,000	,000			
Linear-by-Linear Association	50,768[c]	1	,000	,000[b]	,000	,000	,000[b]	,000	,000
N of Valid Cases	520								

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,49.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1615198575.

c. The standardized statistic is 7,125.

Πίνακας 20

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για τη φυσική στο ζεύγος ΑΕΙ – ΕΠΑΛ

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp.	Monte Carlo Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (1-sided)

			Sig. (2-sided)		99% Confidence Interval			99% Confidence Interval	
				Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	21,354[a]	4	,000	,000[b]	,000	,001			
Likelihood Ratio	23,758	4	,000	,000[b]	,000	,001			
Fisher's Exact Test	22,373			,000[b]	,000	,001			
Linear-by-Linear Association	14,989[c]	1	,000	,000[b]	,000	,001	,000[b]	,000	,000
N of Valid Cases	454								

a. 2 cells (20,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,45.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1122541128.

c. The standardized statistic is 3,872.

Πίνακας 21

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για τη φυσική στο ζεύγος ΑΕΙ – Γυμνάσιο

Chi-Square Tests

				Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
					99% Confidence Interval			99% Confidence Interval	
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	26,214[a]	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Likelihood Ratio	33,946	4	,000	,000[b]	,000	,000			
Fisher's Exact Test	30,042			,000[b]	,000	,000			
Linear-by-Linear Association	13,576[c]	1	,000	,000[b]	,000	,001	,000[b]	,000	,000
N of Valid Cases	415								

a. 2 cells (20,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,73.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 79654295.

c. The standardized statistic is 3,685.

Πίνακας 22

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για τη φυσική στο ζεύγος ΑΤΕΙ – ΓΕΛ

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval		Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	13,772[a]	4	,008	,008[b]	,005	,010			
Likelihood Ratio	14,686	4	,005	,007[b]	,005	,009			
Fisher's Exact Test	13,387			,008[b]	,006	,010			
Linear-by-Linear Association	6,751[c]	1	,009	,011[b]	,009	,014	,005[b]	,003	,007
N of Valid Cases	337								

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,99.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2110151063.

c. The standardized statistic is 2,598.

Πίνακας 23

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για τη φυσική στο ζεύγος ΑΤΕΙ – ΕΠΑΛ

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
				Sig.	99% Confidence Interval		Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	2,218[a]	4	,696	,712[b]	,700	,723			
Likelihood Ratio	2,297	4	,681	,698[b]	,686	,710			
Fisher's Exact Test	2,060			,753[b]	,742	,764			
Linear-by-Linear Association	,008[c]	1	,929	,945[b]	,939	,951	,508[b]	,495	,521
N of Valid Cases	271								

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound
Pearson Chi-Square	2,218[a]	4	,696	,712[b]	,700	,723			
Likelihood Ratio	2,297	4	,681	,698[b]	,686	,710			
Fisher's Exact Test	2,060			,753[b]	,742	,764			
Linear-by-Linear Association	,008[c]	1	,929	,945[b]	,939	,951	,508[b]	,495	,521
N of Valid Cases	271								

a. 4 cells (40,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,65.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1487459085.

c. The standardized statistic is ,089.

Πίνακας 24

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για τη φυσική στο ζεύγος ΑΤΕΙ – Γυμνάσιο

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound
Pearson Chi-Square	2,996[a]	4	,559	,575[b]	,562	,588			
Likelihood Ratio	3,422	4	,490	,571[b]	,558	,583			
Fisher's Exact Test	2,872			,591[b]	,579	,604			
Linear-by-Linear Association	,024[c]	1	,876	,932[b]	,926	,938	,461[b]	,448	,474
N of Valid Cases	232								

a. 4 cells (40,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,48.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1993510611.

c. The standardized statistic is ,156.

Πίνακας 25

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για τη φυσική στο ζεύγος ΓΕΛ – ΕΠΑΛ

Chi-Square Tests

				Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
					99% Confidence Interval			99% Confidence Interval	
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	13,310[a]	4	,010	,010[b]	,007	,012			
Likelihood Ratio	13,324	4	,010	,014[b]	,011	,017			
Fisher's Exact Test	12,995			,012[b]	,009	,015			
Linear-by-Linear Association	7,418[c]	1	,006	,007[b]	,005	,009	,004[b]	,003	,006
N of Valid Cases	384								

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,55.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 126474071.

c. The standardized statistic is -2,724.

Πίνακας 26

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για τη φυσική στο ζεύγος ΓΕΛ – Γυμνάσιο

Chi-Square Tests

				Monte Carlo Sig. (2-sided)			Monte Carlo Sig. (1-sided)		
					99% Confidence Interval			99% Confidence Interval	
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	18,891[a]	4	,001	,001[b]	,000	,002			
Likelihood Ratio	21,930	4	,000	,000[b]	,000	,001			
Fisher's Exact Test	19,202			,001[b]	,000	,001			
Linear-by-Linear Association	6,228[c]	1	,013	,014[b]	,011	,017	,009[b]	,006	,011
N of Valid Cases	345								

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound
Pearson Chi-Square	18,891[a]	4	,001	,001[b]	,000	,002			
Likelihood Ratio	21,930	4	,000	,000[b]	,000	,001			
Fisher's Exact Test	19,202			,001[b]	,000	,001			
Linear-by-Linear Association	6,228[c]	1	,013	,014[b]	,011	,017	,009[b]	,006	,011
N of Valid Cases	345								

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,78.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 624387341.

c. The standardized statistic is -2,495.

Πίνακας 27

Κριτήριο χ-τετράγωνο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς στους μέσους όρους του ενδιαφέροντος για τη φυσική στο ζεύγος ΕΠΑΛ - Γυμνάσιο

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (2-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) Sig.	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Lower Bound	Monte Carlo Sig. (1-sided) 99% Confidence Interval Upper Bound
Pearson Chi-Square	5,187[a]	4	,269	,278[b]	,266	,289			
Likelihood Ratio	6,315	4	,177	,227[b]	,216	,238			
Fisher's Exact Test	4,791			,304[b]	,293	,316			
Linear-by-Linear Association	,005[c]	1	,946	1,000[b]	1,000	1,000	,498[b]	,485	,511
N of Valid Cases	279								

a. 3 cells (30,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,29.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

c. The standardized statistic is ,068.

Ερωτηματολόγιο της έρευνας

Φύλο: ☐ *Άνδρας* ☐ *Γυναίκα*

Ηλικία:____

Απόφοιτος: ☐ *Γυμνασίου* ☐ *ΕΠΑ.Λ* ☐ *Γενικού Λυκείου*

☐ *ΤΕΙ τμήμα:* ☐ *ΑΕΙ τμήμα:*

Κατεύθυνση Σπουδών στο Λύκειο: ☐ *Θετική (1η και 2η Δέσμη)* ☐ *Τεχνολογική (4η Δέσμη)* ☐ *Θεωρητική (3ηΔέσμη)*

Επάγγελμα______________________________

Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις σαν Σωστή ή Λάθος βάζοντας σε κύκλο στο πλαίσιο με το Σ ή Λ αντίστοιχα.
Για την κάθε ερώτηση συμπληρώστε πόσο θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση βάζοντας Χ στο πλαίσιο στο πλαίσιο με το πάρα πολύ, πολύ, μέτρια, λίγο, ή καθόλου

1)Το ραδιενεργό γάλα γίνεται ασφαλές με το βρασμό Σ Λ
Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;
☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

2)Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος Σ Λ
Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;
☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

3)Ο θερμός αέρας ανέρχεται Σ Λ
Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;
☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

4)Τα ηλεκτρόνια είναι μικρότερα από τα άτομα Σ Λ
Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;
☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

5)Τα αντιβιοτικά εξουδετερώνουν τους ιούς και τα βακτήρια Σ Λ
Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;
☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

6)Όλη η ραδιενέργεια είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας Σ Λ
Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;

☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

7)Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη ☐ *Σ* ☐ *Λ*

Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;

☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

8)Τα μελλοντικά παιδιά ενός γυμνασμένου ανθρώπου θα κληρονομήσουν τα οφέλη της σωματικής του άσκησης

Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;

☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

9) Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους. ☐ *Σ* ☐ *Λ*

Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;

☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

10)Η τρύπα του όζοντος είναι η κύρια αιτία για την υπερθέρμανση της γης. ☐ *Σ* ☐ *Λ*

Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;

☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

11) Το οξυγόνο που αναπνέουμε προέρχεται από τα φυτά ☐ *Σ* ☐ *Λ*

Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;

☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

12) Στο ήπαρ παράγονται τα ούρα ☐ *Σ* ☐ *Λ*

Θα σας ενδιέφερε να γνωρίζατε την απάντηση;

☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις σαν Σωστή ή Λάθος βάζοντας κύκλο στο πλαίσιο με το Σ ή Λ αντίστοιχα.

1.Ένα παιδί πετάει μια πέτρα κατακόρυφα προς τα πάνω. Σε όλη τη διάρκεια της κίνησης της πέτρας ασκείται σε αυτή μια δύναμη κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω. ☐ *Σ* ☐ *Λ*

2. Όταν ένα φορτηγό σπρώχνει και αρχίζει να κινεί ένα μικρό ακινητοποιημένο αυτοκίνητο κάθε όχημα ασκεί μια δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη. ☐ *Σ* ☐ *Λ*

3.Μπορούμε να περπατάμε διότι μας σπρώχνει το έδαφος προς τα εμπρός.. ☐ *Σ* ☐ *Λ*

4.Χτυπώ το χέρι μου στο τραπέζι και πονάω διότι το τραπέζι άσκησε δύναμη σε μένα. ☐ *Σ* ☐ *Λ*

5.Ένα αεροπλάνο πετάει ευθύγραμμα και οριζόντια με σταθερή ταχύτητα. Η τιμή της οριζόντιας δύναμης του κινητήρα που το σπρώχνει προς τα εμπρός είναι ίση με την αντίσταση του αέρα που δρα προς την αντίθετη κατεύθυνση. ☐ *Σ* ☐ *Λ*

6. Δεν χρειάζεται να σπρώχνω ένα έλκηθρο για να συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα σε οριζόντια επίπεδη επιφάνεια παγωμένης λίμνης χωρίς τριβές και αντιστάσεις.	*Σ*	*Λ*
7.Αν σπρώχνουμε το παραπάνω έλκηθρο με σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση που κινείται θα αποκτήσει σταθερή ταχύτητα μεγαλύτερη από την αρχική.	*Σ*	*Λ*
8. Αν σπρώχνουμε το παραπάνω έλκηθρο με σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση που κινείται η ταχύτητά του θα αυξάνεται συνεχώς με σταθερό ρυθμό.	*Σ*	*Λ*
9.Το βάρος ενός σώματος είναι η μάζα του σώματος.	*Σ*	*Λ*
10.Όταν είσαι μέσα στη θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα στο νερό, το βάρος της πέτρας παραμένει το ίδιο.	*Σ*	*Λ*
11.Δύο αρσιβαρίστες σηκώνουν το ίδιο βάρος. Ο ψηλότερος ξοδεύει τη μεγαλύτερη ενέργεια.	*Σ*	*Λ*
12.Μια γλάστρα βρίσκεται στο μπαλκόνι του σπιτιού σας και μια δεύτερη πέφτει από το μπαλκόνι σας. Και οι δύο γλάστρες θα έχουν ενέργεια.	*Σ*	*Λ*

Προσωπικό ενδιαφέρον

- Με ενδιαφέρει να πληροφορούμαι για θέματα επιστήμης και τεχνολογίας που επηρεάζουν τη ζωή

☐ *Πάρα πολύ* ☐ *Πολύ* ☐ *Μέτρια* ☐ *Λίγο* ☐ *Καθόλου*

- Το ενδιαφέρον μου για το μάθημα της Φυσικής στο σχολείο ήταν –είναι

☐ *Πολύ μεγάλο* ☐ *Μεγάλο* ☐ *Μέτριο* ☐ *Χαμηλό* ☐ *Ανύπαρκτο*

- *Πώς θα χαρακτηρίζατε, από πλευράς επίδοσης, τον εαυτό σας ως μαθητή/τρια στο μάθημα της φυσικής ;*

☐ *Άριστος* ☐ *Πολύ καλός* ☐ *Καλός* ☐ *Μέτριος* ☐ *Κακός*

- *Πώς θα χαρακτηρίζατε, από πλευράς επίδοσης, τον εαυτό σας ως μαθητή/τρια στο σχολείο ;*

☐ *Άριστος* ☐ *Πολύ καλός* ☐ *Καλός* ☐ *Μέτριος* ☐ *Κακός*

- *Οι λόγοι που μου άρεσε – αρέσει η φυσική (Μπορείτε να επιλέξετε παραπάνω από έναν)*

  α) Καλή διδασκαλία εκπαιδευτικών
  β) Μεγάλο ενδιαφέρον λόγω της σύνδεσης με την καθημερινή ζωή
  γ) Αποτελεί τη βάση για τις υπόλοιπες επιστήμες
  (*άλλος λόγος*____)

- *Οι λόγοι που **δεν** μου άρεσε – αρέσει η φυσική (Μπορείτε να επιλέξετε παραπάνω από έναν)*

α) Καкή διδασκαλία εκπαιδευτικών
β) Έπρεπε να απομνημονεύω πολλές πληροφορίες
γ) Έλλειψη ενδιαφέροντος, δεν συνδέεται με την καθημερινή ζωή
δ) Η γνώση στη φυσική αποτελείται από πολλά ασύνδετα θέματα
(*άλλος λόγος*____)