ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

Τόμ. 11, Αρ. 2 (2018)

Αντιλήψεις φοιτητών για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κινητών τηλεφώνων και ασύρματων δικτύων

Λεωνίδας Γαβρίλας, Παναγιώτης Γκόντας, Κωνσταντίνος Κώτσης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Γαβρίλας Λ., Γκόντας Π., & Κώτσης Κ. (2018). Αντιλήψεις φοιτητών για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κινητών τηλεφώνων και ασύρματων δικτύων. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, *11*(2), 93–106. ανακτήθηκε από https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/thete/article/view/43741

Αντιλήψεις φοιτητών για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κινητών τηλεφώνων και ασύρματων δικτύων

Λεωνίδας Β. Γαβρίλας[1], Παναγιώτης Α. Γκόντας[2], Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης[3]
lgavrilas@cc.uoi.gr, pgontas@hotmail.com, kkotsis@uoi.gr

[1] Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
[2] Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
[3] Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη. Οι έρευνες που σχετίζονται με τις αντιλήψεις για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων και των ασύρματων δικτύων είναι σχετικά λίγες, παρόλο που οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα κινητά τηλέφωνα και τα ασύρματα δίκτυα αποτελούν ορισμένες από τις πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας τις οποίες χρησιμοποιεί καθημερινά ο άνθρωπος. Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση των αντιλήψεων φοιτητών για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προέρχεται από κινητά τηλέφωνα και ασύρματα δίκτυα, καθώς και η εξέταση της επίδρασης των υπαρχόντων προγραμμάτων σπουδών των πανεπιστημιακών τμημάτων στα οποία φοιτούν. Στην μελέτη συμμετείχαν 619 φοιτητές από έξι διαφορετικά πανεπιστημιακά τμήματα. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ερωτηματολογίου κλειστού τύπου. Το συμπέρασμα της έρευνας ήταν ότι οι φοιτητές έχουν ιδιαίτερα ελλιπείς γνώσεις σε ζητήματα που σχετίζονται με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, και το πανεπιστημιακό τμήμα στο οποίο φοιτούν επιδρά σημαντικά στη διαμόρφωση των αντιλήψεων τους.

Λέξεις κλειδιά: αντιλήψεις, ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, φοιτητές, κινητά τηλέφωνα, ασύρματα δίκτυα

Εισαγωγή

Η Φυσική μελετά τα φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω μας. Η εκμάθηση των αρχών της Φυσικής θεωρείται δύσκολη διότι, ενώ η Φυσική ασχολείται με φαινόμενα και αλληλεπιδράσεις στην καθημερινή ζωή, η γνώση που διαμορφώνεται δεν είναι πάντα σύμφωνη με τις ανθρώπινες αισθητηριακές εμπειρίες ή τις άμεσες παρατηρήσεις (Andreou & Kotsis, 2005). Κατά τη μαθησιακή διαδικασία, η γνώση δεν μεταβιβάζεται, αλλά οικοδομείται πάνω σε κάτι το οποίο θεωρείται ήδη γνωστό, με τη διαμεσολάβηση κοινωνικοπολιτισμικών παραγόντων. Η διαδικασία αυτή έχει ως αποτέλεσμα την κατασκευή νοητικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται για την επίλυση των προβλημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει ο άνθρωπος (Piaget, 1983· Vygotsky, 1978). Όταν τα μοντέλα αυτά δεν είναι σύμφωνα με την επιστημονική γνώση, ονομάζονται παρανοήσεις ή εναλλακτικές ιδέες (Knight, 2006). Με τον όρο εναλλακτικές ιδέες ή αντιλήψεις ή παρανοήσεις, εννοούνται οι ιδέες που έχει σχηματίσει ο άνθρωπος πριν την εκπαίδευση του (Driver & Easley, 1978· Osborne & Gilbert, 1980· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Η Ausubel (1968) αναφέρεται σε αυτές κάνοντας χρήση του όρου προαντιλήψεις (preconceptions) ενώ ο Novac (1990) τις ονομάζει παρανοήσεις ή εσφαλμένες αντιλήψεις (misconceptions). Στην παρούσα εργασία γίνεται χρήση του όρου εναλλακτικές ιδέες και αντιλήψεις.

Στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην αναζήτηση και καταγραφή των εναλλακτικών ιδεών και αντιλήψεων των μαθητών (Bliss, 1995· DeVries, 2000· Pajares, 1992), για το σχεδιασμό αποτελεσματικότερων διδακτικών προσεγγίσεων που

θα επιφέρουν εννοιολογική αλλαγή. Κατά τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής, οι νέες γνώσεις και πληροφορίες έρχονται σε σύγκρουση με τις αντιλήψεις που είχαν ήδη διαμορφώσει οι μαθητές μέσω των αλληλεπιδράσεων τους στο κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον όπου ζούσαν (Κώτσης, 2011).

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να είναι φυσικής ή τεχνητής προέλευσης και βρίσκεται παντού στο περιβάλλον. Η έκθεση του ανθρώπου σε τεχνητές πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια. Οι κυριότερες αιτίες είναι, οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις του ανθρώπου σε ηλεκτρισμό, η ανάπτυξη και χρήση της ασύρματης τεχνολογίας και η αλλαγή της κοινωνικής του συμπεριφοράς (Bernroider, Krumay & Margiol, 2014· Han & Yi, 2018· Kuss, Harkin, Kanjo & Billieux, 2018· Omar et al., 2018· Parasuraman et al., 2017· World Energy Council, 2016). Οι σημερινοί μαθητές μεγαλώνουν σε ένα τεχνολογικό περιβάλλον, το οποίο χαρακτηρίζεται από τη χρήση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010). Οι ΤΠΕ έχουν ενταχθεί στα εκπαιδευτικά συστήματα όλων των ανεπτυγμένων χωρών, όπου μαθητές όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης τις χρησιμοποιούν ως εκπαιδευτικά εργαλεία, εντός και εκτός του σχολικού περιβάλλοντος (Μικρόπουλος, 2006).

Οι μαθητές δείχνουν ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον σε θέματα που σχετίζονται με την ακτινοβολία, μιας και συσκευές που αποτελούν μέρος της καθημερινότητας τους, όπως τα κινητά τηλέφωνα, οι σύγχρονες κονσόλες παιχνιδιών και τα ασύρματα δίκτυα, εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα στην περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων (Du & Swamy, 2010· Subha, 2017). Οι πληροφορίες που αντλούν κυρίως από το διαδίκτυο, σχετίζονται με το εάν ένα κινητό τηλέφωνο είναι δυνατό να προκαλέσει καρκίνο σε έναν ανθρώπινο οργανισμό, ποιες είναι οι επιπτώσεις των πυρηνικών ατυχημάτων και αν θα έπρεπε να απαγορευτούν οι θάλαμοι μαυρίσματος (Neumann & Hopf, 2012·Neumann, 2014).

Έπειτα από βιβλιογραφική ανασκόπηση διαπιστώθηκε ότι σε έννοιες της Φυσικής όπως είναι η δύναμη, η βαρύτητα, η ενέργεια, και ο ηλεκτρισμός, έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες, τόσο από ξένους όσο και από Έλληνες επιστήμονες, με αντικείμενο την αναζήτηση και καταγραφή των εναλλακτικών ιδεών μαθητών, φοιτητών αλλά και εκπαιδευτικών (Bayraktar, 2009· Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 2000· Furió-Más & Guisasola, 1998· Galili, 1995· Itza-Ortiz, Rebello & Zollman, 2004· Jimoyiannis & Komis, 2003· Thong & Gunstone, 2008· Καριώτογλου, Κουνατίδης & Καρνέζου, 2004· Κώτσης, 2004, 2005· Κώτσης & Αναγνωστόπουλος, 2006· Στύλος, Ευαγγελάκης & Κώτσης, 2007· Στύλος & Κώτσης, 2009). Σε αντίθεση με τη μηχανική, η οποία ασχολείται με συγκεκριμένα και απτά αντικείμενα, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, τα πεδία και τα κύματα, αποτελούν άυλες και αφηρημένες έννοιες για τις οποίες είναι δύσκολο να αποκτήσει γνώσεις και εμπειρίες με τις αισθήσεις του και την απλή παρατήρηση ένας μαθητής (Huang et al., 2008). Παρόλο όμως που αυτές οι έννοιες θεωρούνται από τις πλέον δυσνόητες και αφηρημένες για τους μαθητές (Ye, Zhang, Zheng & Du, 2010) ο αριθμός των ερευνών που εξετάζουν τις εναλλακτικές ιδέες και παρανοήσεις τους, είναι αρκετά περιορισμένος (Plotz, 2017).

Το ενδιαφέρον για τη μελέτη των αντιλήψεων για την ακτινοβολία, ξεκίνησε με αφορμή το πυρηνικό ατύχημα του 1986 στο Chernobyl. Οι μελέτες αυτές εστίαζαν κυρίως στην διαφορά μεταξύ ακτινοβολίας και μόλυνσης (Boyes & Stanisstreet, 1994· Eijkelhof, Klaassen, Lijnse & Scholte, 1990· Millar, 1994· Millar & Gill, 1996). Μεταγενέστερη έρευνα εστίαζε στις παρανοήσεις σχετικά με την ιοντίζουσα ακτινοβολία η όποια μπορεί να ήταν φυσικής ή τεχνητής προέλευσης (Henriksen & Jorde, 2001). Ο Mubeen και οι συνεργάτες του (2007) διερεύνησαν τις γνώσεις φοιτητών Ιατρικής σχολής, σχετικά με την ιοντίζουσα και την μη ιοντίζουσα ακτινοβολία, εστιάζοντας κυρίως στην πυρηνική ακτινοβολία (Mubeen, Abbas & Nisar, 2007). Ένα ακόμη πυρηνικό ατύχημα στη Φουκουσίμα της Ιαπωνίας το 2011, αποτέλεσε

έναυσμα για τη διερεύνηση των αντιλήψεων συγκεκριμένα για την πυρηνική ακτινοβολία (Suzuki, 2012).

Οι Neumann & Hopf (2012· 2013) και οι Rego & Peralta (2006) ήταν οι πρώτοι που μελέτησαν τις αντιλήψεις για την ακτινοβολία με έναν γενικότερο τρόπο. Εστίαζαν στις αντιλήψεις για τους διαφορετικούς τύπους ακτινοβολίας, στη διάκριση ανάμεσα στην ιοντίζουσα και την μη ιοντίζουσα ακτινοβολία, αλλά και στις αντιλήψεις φοιτητών για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προέρχεται από ηλεκτρονικές συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών έδειξαν ότι οι αντιλήψεις των περισσότερων φοιτητών σχετικά με την ακτινοβολία, διαφέρουν σημαντικά από τις επιστημονικά αποδεκτές γνώσεις. Επιπλέον διαπιστώθηκε ότι έτειναν να συσχετίζουν την λέξη «ακτινοβολία» σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις σαν κάτι επιβλαβές ανεξάρτητα από το είδος και την προέλευση της (Neumann & Hopf, 2012). Σε μεταγενέστερη έρευνα η οποία αποτελούσε μέρος μιας ευρύτερης μελέτης σχετικά με τις επιστημονικές γνώσεις φοιτητών, διαπιστώθηκε ότι ένας σημαντικά μεγάλος αριθμός συμμετεχόντων διακρίνονταν από εσφαλμένες αντιλήψεις για το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, αλλά και την προέλευση των ακτινοβολιών. Επίσης διαπιστώθηκε ότι οι γνώσεις τους επικεντρώνονταν κυρίως στους κινδύνους της ακτινοβολίας και λιγότερο γύρω από τους τομείς εφαρμογής της (Romine et al., 2014).

Σύμφωνα με τον Neumann (2014), οι παρανοήσεις στο απαιτητικό ζήτημα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, οφείλονται στη διαφορετική χρήση του όρου «ακτινοβολία» στην καθημερινή ζωή, σε σχέση με τον επιστημονικό ορισμό, αλλά και στην παραπληροφόρηση των μαθητών από μη αξιόπιστες πηγές των μέσων μαζικής ενημέρωσης (Neumann, 2014). Σε μελέτη των Burcin & Ince (2010) παρουσιάζονται οι λανθασμένες πληροφορίες που μπορεί να αντλήσει κάποιος από το διαδίκτυο για την ακτινοβολία και τη ραδιενέργεια. Η παραπληροφόρηση των ιστοσελίδων του διαδικτύου αγγίζει το 38%, παρουσιάζοντας τα κινητά τηλέφωνα και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούν καθημερινά οι άνθρωποι, σαν πηγές ιοντίζουσας ακτινοβολίας. Η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης είναι σημαντική για την αξιολόγηση των πληροφοριών που μπορεί να αντλήσει κάποιος από το διαδίκτυο, το οποίο αποτελεί πλέον την πρώτη επιλογή αναζήτησης για τους μαθητές (Cole et al., 2003 · Gagan & Rakesh, 2013· Lawrence & Giles, 1998· Sahin, Balta & Ercan, 2010).

Για το σχεδιασμό αποτελεσματικότερων διδακτικών προσεγγίσεων, με στόχο την απόκτηση γνώσεων άλλα και την ανάπτυξη κριτικής σκέψης για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προέρχεται από συσκευές που χρησιμοποιούν καθημερινά οι άνθρωποι, κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση των αντιλήψεων, μιας και ο αριθμός των σχετικών με το θέμα ερευνών ήταν αρκετά περιορισμένος. Ιδιαίτερα στον τομέα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, η γνώση των αντιλήψεων θεωρείται σημαντική για την κατανόηση και τη βελτίωση των εκπαιδευτικών διαδικασιών (Pajares, 1992).

Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση των αντιλήψεων φοιτητών για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από κινητά τηλέφωνα και ασύρματα δίκτυα και η εξέταση της επίδρασης των προγραμμάτων σπουδών των ακαδημαϊκών τμημάτων στη διαμόρφωση αυτών. Αντιλήψεις ονομάζονται οι διαδικασίες της αναγνώρισης, της οργάνωσης και της ερμηνείας των πληροφοριών που λαμβάνει ο άνθρωπος, διαμορφώνοντας συγκεκριμένες ιδέες για συγκεκριμένα ζητήματα (Γεώργας, 1995).

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 619 προπτυχιακοί φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων εκ των οποίων οι 116 (18,7%) ανήκαν στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής

Εκπαίδευσης, οι 105 (17%) στο Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, οι 71 φοιτητές (11,5%) ανήκαν στο Τμήμα Φιλοσοφίας Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας, οι 107 (17,3%) στο Τμήμα Πληροφορικής, οι 111 φοιτητές (17,9%) ανήκαν στο Τμήμα Φυσικής και οι 109 (17,6%) στο Τμήμα Ιατρικής. Για την πληρέστερη εξέταση της επίδρασης των προγραμμάτων σπουδών των Τμημάτων φοίτησης των ερωτώμενων επιλέχθηκαν Σχολές Θετικών Επιστημών (Πληροφορική, Φυσική), Σχολές Επιστημών Αγωγής (Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών), Σχολή Επιστημών Υγείας (Ιατρική) και η Φιλοσοφική Σχολή (Φιλοσοφίας Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας, ΦΠΨ). Τα προγράμματα σπουδών των Θετικών Επιστημών διαπραγματεύονται θέματα σχετικά με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και προετοιμάζουν τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι Σχολές Επιστημών Αγωγής διαπραγματεύονται θέματα Φυσικών Επιστημών και προετοιμάζουν τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Το πρόγραμμα σπουδών του ΦΠΨ δεν περιλαμβάνει καθόλου μαθήματα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες. Τέλος, η Ιατρική Σχολή περιλαμβάνει μαθήματα σχετικά με έννοιες της Φυσικής και ειδικότερα με τις εφαρμογές των διαφορετικών τύπων ακτινοβολιών για ιατρικούς σκοπούς.

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ερωτηματολογίου κλειστού τύπου. Το εργαλείο της έρευνας δημιουργήθηκε αφού πρώτα κατανοήθηκαν τα χαρακτηριστικά των ερωτώμενων μιας και η διαμόρφωση των αντιλήψεων επηρεάζεται από τις εμπειρίες και γνώσεις που αποκτούν κατά την διάρκεια της ζωής και εκπαίδευσης, εντός και εκτός σχολικού περιβάλλοντος (Richardson, 1996). Για το λόγο αυτό το επίπεδο δυσκολίας των ερωτήσεων γνώσεων ήταν σύμφωνο με τους διδακτικούς στόχους που όριζαν τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών που διαπραγματεύονταν θέματα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση (ερωτήσεις 1, 2). Επιπλέον υπήρχαν ερωτήσεις όπου καλούνταν να απαντήσουν σκεπτόμενοι κριτικά, κάνοντας χρήση των γνώσεων τους σε καθημερινά ζητήματα (ερωτήσεις 4, 7, 8, 10). Τέλος, υπήρχαν ερωτήσεις που συνδύαζαν τις γνώσεις και τις πληροφορίες που είχαν αποκτήσει έπειτα από την πολυετή χρήση των κινητών τηλεφώνων και των ασύρματων δικτύων (ερωτήσεις 3, 5, 6, 9).

Τα ερωτηματολόγια διανεμηθήκαν πριν την έναρξη διδασκαλίας μαθημάτων, μετά από συνεννόηση με τον υπεύθυνο καθηγητή. Αφού πρώτα έγινε μια εισαγωγική ενημέρωση για τον σκοπό της έρευνας και δόθηκαν οι απαιτούμενες οδηγίες για τη γραπτή συμπλήρωση του, διανεμήθηκαν στους συμμετέχοντες. Ο χρόνος που διατέθηκε ήταν δεκαπέντε λεπτά και κρίθηκε ως επαρκής, μιας και ο μέσος χρόνος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου ήταν επτά λεπτά. Οι ερωτήσεις επέτρεπαν στον ερωτώμενο να επιλέξει μόνο μία από τις απαντήσεις που του δίνονταν. Μετά το πέρας του χρόνου τα ανώνυμα ερωτηματολόγια συγκεντρώθηκαν ώστε να καταχωρηθούν και στη συνέχεια να γίνει η στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων.

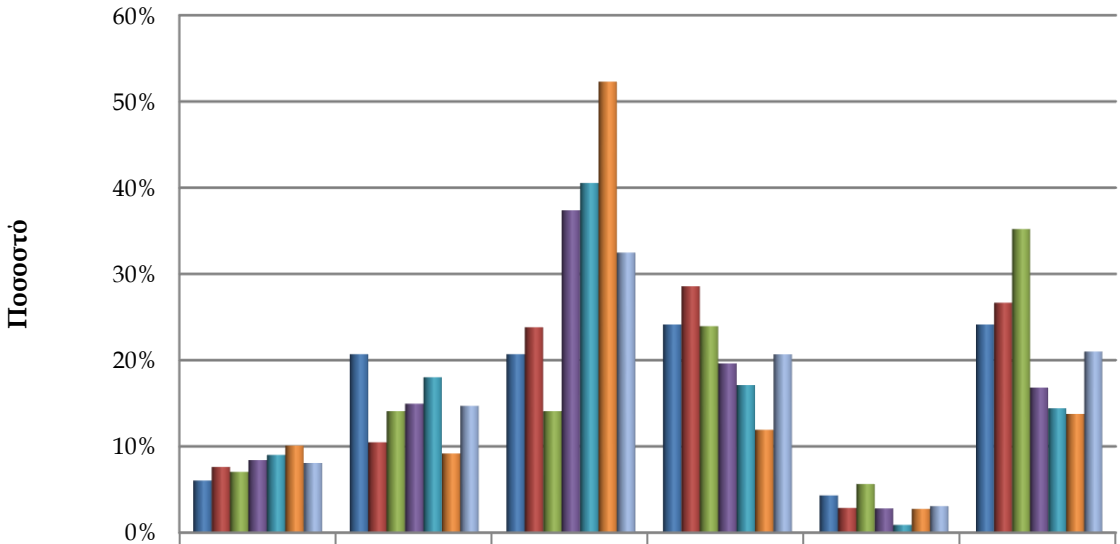
Η στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων βασίστηκε στο στατιστικό πρόγραμμα SPSS (Statistical Package for Social Sciences) έκδοση 21. Έγινε χρήση περιγραφικής στατιστικής και δημιουργήθηκαν οι κατάλληλοι πίνακες και διαγράμματα για την οπτική απεικόνιση των αποτελεσμάτων. Για τον έλεγχο συσχέτισης των απαντήσεων στα ερωτήματα της έρευνας με τη μεταβλητή «ακαδημαϊκό τμήμα σπουδών» των ερωτώμενων, χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο χ^2 test (Pearson chi-square) με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

Αποτελέσματα

Από τις απαντήσεις στην ερώτηση 1 «*Η ηλεκτρομαγνητική ρύπανση πιστεύετε ότι οφείλεται:*», διαπιστώνεται πως μόνο το 32,5% των φοιτητών έδωσε τη σωστή απάντηση που ήταν «*στις*

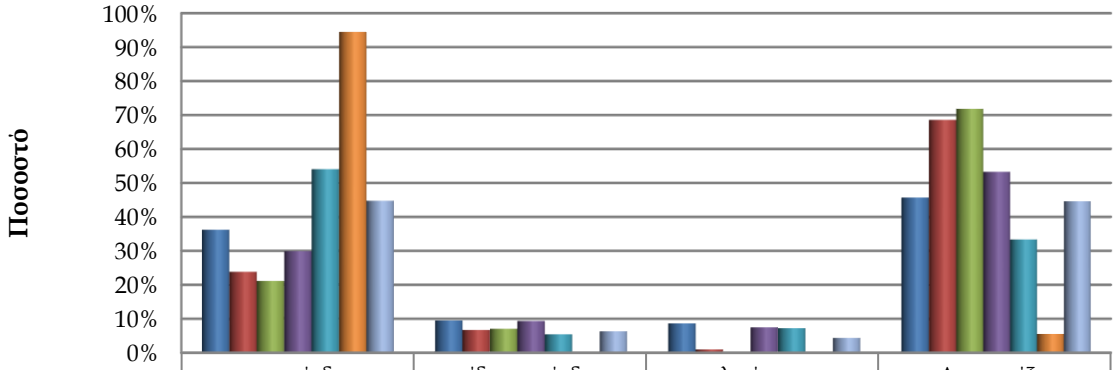
πηγές των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων». Οι φοιτητές της Ιατρικής σχολής σημείωσαν το υψηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων με 52,3%, ενώ το χαμηλότερο ποσοστό σημείωσαν οι φοιτητές του ΦΠΨ. Το συνολικό ποσοστό των φοιτητών που δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν καθόλου την απάντηση ήταν 21% (Σχήμα 1). Ο έλεγχος συσχέτισης με το στατιστικό κριτήριο χ^2 test (Pearson chi-square), έδειξε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση 1 και της μεταβλητής Τμήμα στο οποίο σπούδαζαν οι ερωτώμενοι φοιτητές, με $\chi^2(25)=67,346$, $p=0,000<0,05$.

Στην ερώτηση 2 *«Η ιοντίζουσα ακτινοβολία σε σχέση την μη-ιοντίζουσα ακτινοβολία θεωρείτε ότι είναι:»*, το 44,7% των ερωτώμενων έδωσαν τη σωστή απάντηση που είναι *«πιο επικίνδυνη»*. Οι φοιτητές Ιατρικής σχολής σημείωσαν το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων (94,5%), ενώ το χαμηλότερο σημείωσαν οι φοιτητές του ΦΠΨ (Σχήμα 2). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση 2 και της μεταβλητής Τμήμα στο οποίο σπούδαζαν οι ερωτώμενοι φοιτητές ($\chi^2(15)=186,872$, $p=0,000<0,05$).



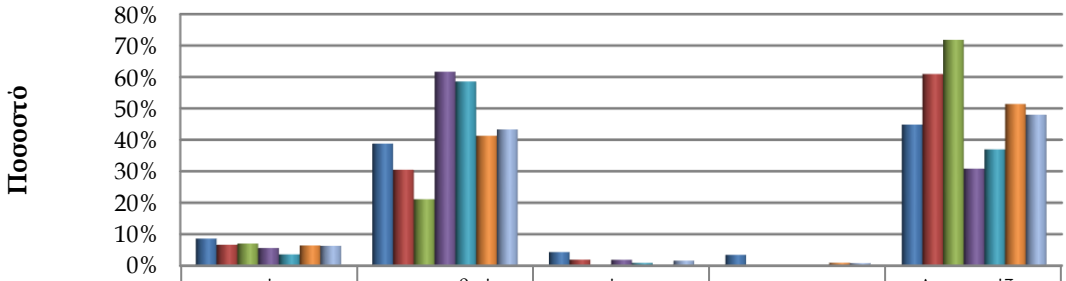
	στην περιορισμένη ανακύκλωση ηλεκτρονικών συσκευών	στην καύση υδρογονανθράκων για παραγωγή ηλεκτρισμού	στις πηγές των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων	στην αλόγιστη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	στην χρήση ηλεκτροκινητήρων σε αυτοκίνητα	Δε γνωρίζω
Π.Τ.Δ.Ε.	6,0%	20,7%	20,7%	24,1%	4,3%	24,1%
Π.Τ.Ν.	7,6%	10,5%	23,8%	28,6%	2,9%	26,7%
Φ.Π.Ψ.	7,0%	14,1%	14,1%	23,9%	5,6%	35,2%
Πληροφορική	8,4%	15,0%	37,4%	19,6%	2,8%	16,8%
Φυσικό	9,0%	18,0%	40,5%	17,1%	,9%	14,4%
Ιατρική	10,1%	9,2%	52,3%	11,9%	2,8%	13,8%
Σύνολο	8,1%	14,7%	32,5%	20,7%	3,1%	21,0%

Σχήμα 1. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 1



	πιο επικίνδυνη	το ίδιο επικίνδυνη	λιγότερο επικίνδυνη	Δε γνωρίζω
Π.Τ.Δ.Ε.	36,2%	9,5%	8,6%	45,7%
Π.Τ.Ν.	23,8%	6,7%	1,0%	68,6%
Φ.Π.Ψ.	21,1%	7,0%	,0%	71,8%
Πληροφορική	29,9%	9,3%	7,5%	53,3%
Φυσικό	54,1%	5,4%	7,2%	33,3%
Ιατρική	94,5%	,0%	,0%	5,5%
Σύνολο	44,7%	6,3%	4,4%	44,6%

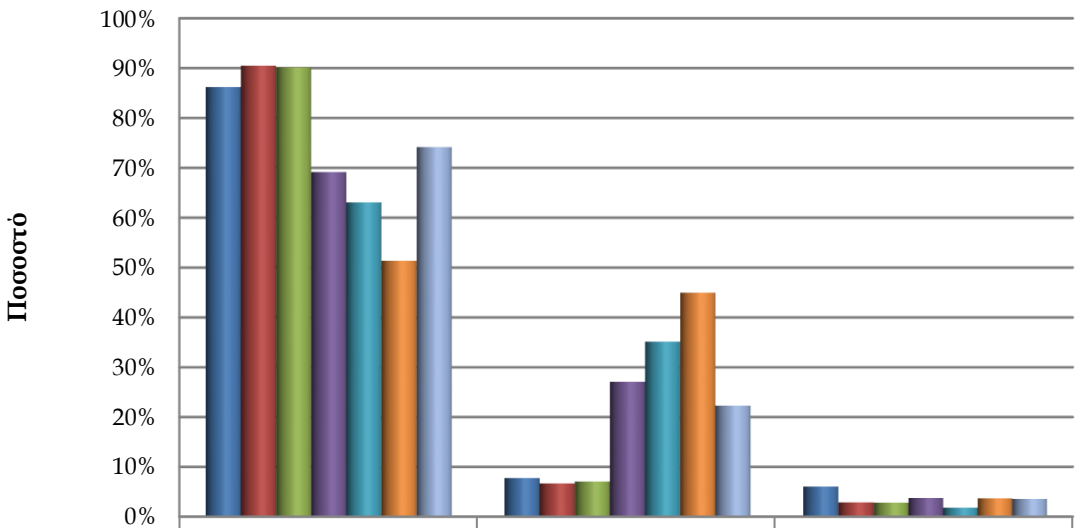
Σχήμα 2. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 2



	την μέγιστη απόσταση από την κεραία που πιάνει ένα κινητό	τον ρυθμό απορρόφησης της ακτινοβολίας από τους ιστούς	την ένταση του ακουστικού κατά την συνομιλία	την χωρητικότητα της μπαταριάς ενός κινητού	Δε γνωρίζω
Π.Τ.Δ.Ε.	8,6%	38,8%	4,3%	3,4%	44,8%
Π.Τ.Ν.	6,7%	30,5%	1,9%	,0%	61,0%
Φ.Π.Ψ.	7,0%	21,1%	,0%	,0%	71,8%
Πληροφορική	5,6%	61,7%	1,9%	,0%	30,8%
Φυσικό	3,6%	58,6%	,9%	,0%	36,9%
Ιατρική	6,4%	41,3%	,0%	,9%	51,4%
Σύνολο	6,3%	43,3%	1,6%	,8%	48,0%

Σχήμα 3. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 3

Στην ερώτηση 3 «*Ο δείκτης SAR ενός κινητού τηλεφώνου / Smartphone εκφράζει:*», μόνο το 43,3% του συνόλου των φοιτητών γνώριζαν την σωστή απάντηση που είναι «*ο ρυθμός απορρόφησης της ακτινοβολίας από τους ιστούς*». Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτώμενων δήλωσε ότι δε γνώριζαν καθόλου την απάντηση. Το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές Πληροφορικής (61,7%), ενώ το χαμηλότερο οι φοιτητές του ΦΠΨ (Σχήμα 3). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση 3 και της μεταβλητής Τμήμα στο οποίο σπούδαζαν οι ερωτώμενοι, με $\chi^2(20)=73,215$, $p=0,000<0,05$.



	Ναι	Όχι	Δε γνωρίζω
Π.Τ.Δ.Ε.	86,2%	7,8%	6,0%
Π.Τ.Ν.	90,5%	6,7%	2,9%
Φ.Π.Ψ.	90,1%	7,0%	2,8%
Πληροφορική	69,2%	27,1%	3,7%
Φυσικό	63,1%	35,1%	1,8%
Ιατρική	51,4%	45,0%	3,7%
Σύνολο	74,2%	22,3%	3,6%

Σχήμα 4. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 4

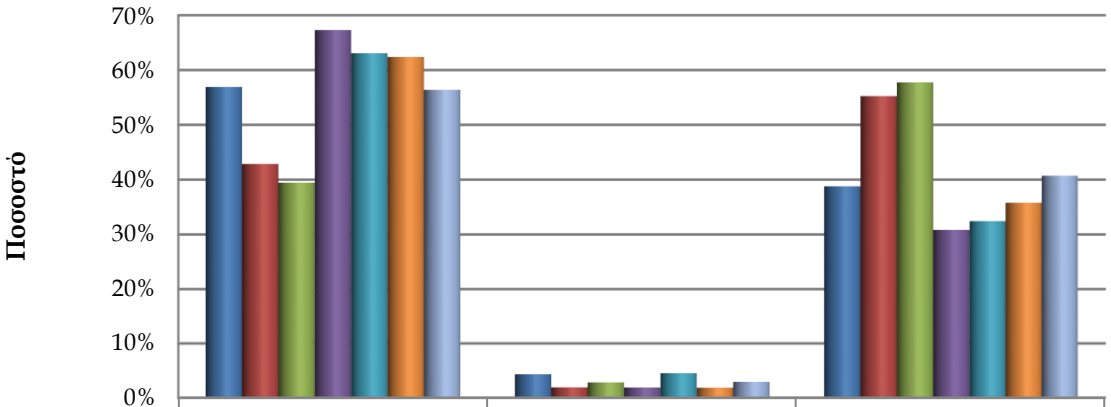
Από τις απαντήσεις των φοιτητών στην Ερώτηση 4 *«Τα κινητά τηλέφωνα/Smartphone, πιστεύετε ότι εκπέμπουν ραδιενέργεια;»* διαπιστώθηκε ότι το 74,2% θεωρούσε λανθασμένα ότι εκπέμπουν ραδιενέργεια. Το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές Ιατρικής σχολής, ενώ το χαμηλότερο οι φοιτητές του ΦΠΨ. Το ποσοστό των φοιτητών που δήλωσαν ότι δεν γνωρίζουν καθόλου την απάντηση ήταν μονό 3,6% (Σχήμα 4). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση 4 και της μεταβλητής Τμήμα στο οποίο σπούδαζαν οι ερωτώμενοι, με $\chi^2(10)=85,882$, $p=0,000<0,05$.

Στην Ερώτηση 5 *«Υπάρχουν ανώτατα επιτρεπτά όρια για τον δείκτη SAR ενός κινητού τηλεφώνου/ Smartphone;»*, το 56,4% των ερωτώμενων γνώριζαν τη σωστή απάντηση που είναι *«Ναι»*, ενώ το 40,7% δήλωσε πως δεν γνώριζε καθόλου την απάντηση. Το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων στην ερώτηση σημείωσαν οι φοιτητές Πληροφορικής, ενώ το χαμηλότερο οι φοιτητές του ΦΠΨ (Σχήμα 5). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση 5 και της μεταβλητής Τμήμα στο οποίο σπούδαζαν οι ερωτώμενοι ($\chi^2(10)=29,502$, $p=0,001<0,05$).

Στην Ερώτηση 6 *«Πιστεύετε ότι όλα τα κινητά τηλέφωνα/Smartphone έχουν τον ίδιο δείκτη SAR;»*, το 72,7% των φοιτητών έδωσαν τη σωστή απάντηση που είναι *«Όχι»*. Το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές του Φυσικού (83.8%), ενώ το χαμηλότερο οι φοιτητές του ΦΠΨ (Σχήμα 6). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση 6 και της μεταβλητής Τμήμα στο οποίο σπούδαζαν οι ερωτώμενοι, με $\chi^2(10)=47,309$, $p=0,000<0,05$.

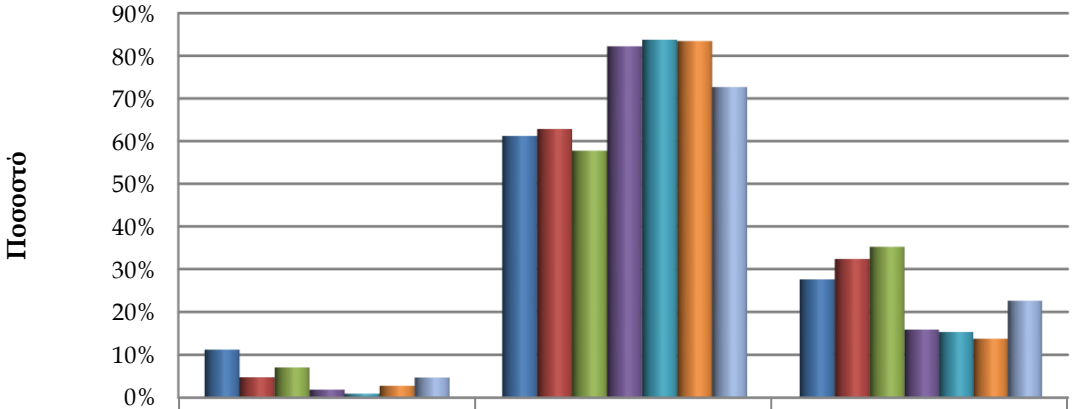
Στην Ερώτηση 7 *«Πιστεύετε ότι η εκπεμπόμενη ακτινοβολία του κινητού σας τηλεφώνου/ Smartphone:»*, μόνο το 24,7% των ερωτώμενων έδωσαν τη σωστή απάντηση που είναι *«είναι μεγαλύτερη όταν η στάθμη του σήματος είναι χαμηλή»*. Το 20,2% των ερωτώμενων δήλωσε ότι δεν

γνώριζε την απάντηση. Το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων έδωσαν οι φοιτητές Πληροφορικής (43%), ενώ το χαμηλότερο οι φοιτητές του ΦΠΨ (12,7%) (Σχήμα 7). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση 7 και της μεταβλητής Τμήμα στο οποίο σπούδαζαν οι ερωτώμενοι, με $\chi^2(15)=60,666$, $p=0,000<0,05$.



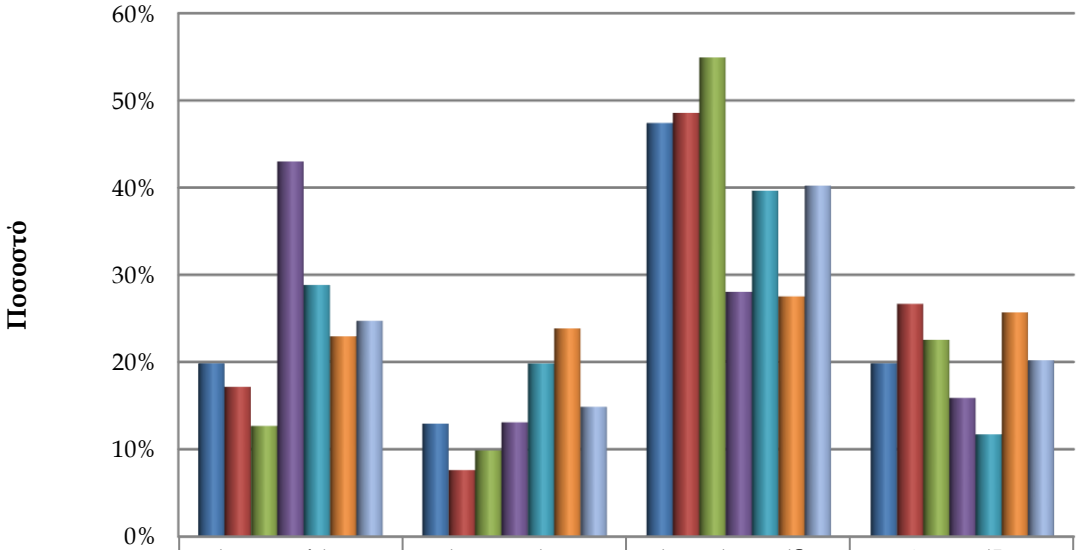
	Ναι	Όχι	Δε γνωρίζω
Π.Τ.Δ.Ε.	56,9%	4,3%	38,8%
Π.Τ.Ν.	42,9%	1,9%	55,2%
Φ.Π.Ψ.	39,4%	2,8%	57,7%
Πληροφορική	67,3%	1,9%	30,8%
Φυσικό	63,1%	4,5%	32,4%
Ιατρική	62,4%	1,8%	35,8%
Σύνολο	56,4%	2,9%	40,7%

Σχήμα 5. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 5



	Ναι	Όχι	Δε γνωρίζω
Π.Τ.Δ.Ε.	11,2%	61,2%	27,6%
Π.Τ.Ν.	4,8%	62,9%	32,4%
Φ.Π.Ψ.	7,0%	57,7%	35,2%
Πληροφορική	1,9%	82,2%	15,9%
Φυσικό	,9%	83,8%	15,3%
Ιατρική	2,8%	83,5%	13,8%
Σύνολο	4,7%	72,7%	22,6%

Σχήμα 6. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 6



	είναι μεγαλύτερη όταν η στάθμη του σήματος είναι χαμηλή	είναι μικρότερη όταν η στάθμη του σήματος είναι χαμηλή	είναι πάντα η ίδια ανεξάρτητα από την στάθμη του σήματος	Δε γνωρίζω
Π.Τ.Δ.Ε.	19,8%	12,9%	47,4%	19,8%
Π.Τ.Ν.	17,1%	7,6%	48,6%	26,7%
Φ.Π.Ψ.	12,7%	9,9%	54,9%	22,5%
Πληροφορική	43,0%	13,1%	28,0%	15,9%
Φυσικό	28,8%	19,8%	39,6%	11,7%
Ιατρική	22,9%	23,9%	27,5%	25,7%
Σύνολο	24,7%	14,9%	40,2%	20,2%

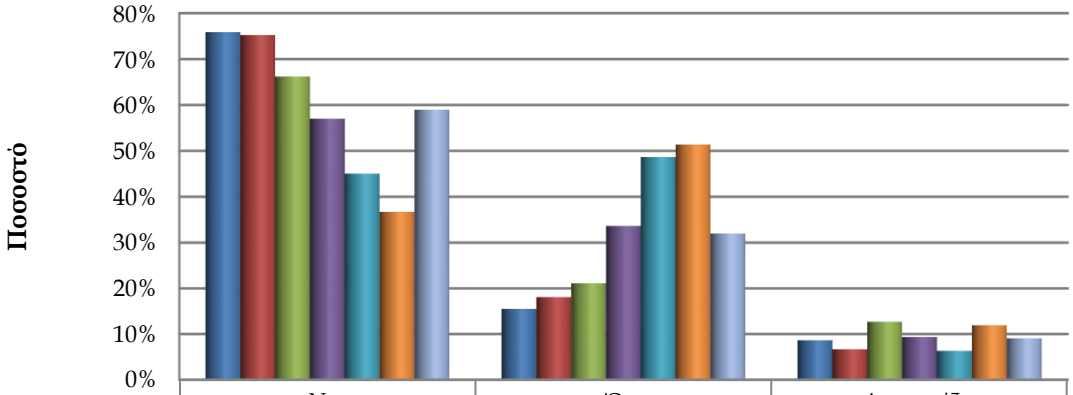
Σχήμα 7. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 7

Στην Ερώτηση 8 *«Τα ασύρματα δίκτυα πιστεύετε ότι εκπέμπουν ραδιενέργεια;»*, μόνο το 32% των ερωτώμενων έδωσε την σωστή απάντηση που είναι *«Όχι»*. Το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές Ιατρικής (51,4%), ενώ το χαμηλότερο οι φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (15,5%) (Σχήμα 8). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση 8 και της μεταβλητής Τμήμα στο οποίο σπούδαζαν οι ερωτώμενοι, με $\chi^2(10)=68,816$, $p=0,000<0,05$.

Στην Ερώτηση 9 *«Το ασύρματο δίκτυο του σπιτιού ή του εργαστηρίου, σταματά να εκπέμπει όταν δεν συνδέεται σε αυτό κάποια συσκευή (Smartphone, Laptop, Tablet, κ.λπ.);»*, τη σωστή απάντηση που είναι *«Όχι»*, έδωσε το 82,4% των ερωτώμενων. Το ποσοστό των ερωτώμενων που δήλωσαν ότι δε γνώριζαν καθόλου την απάντηση ήταν 9% (Σχήμα 9). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση 9 και της μεταβλητής Τμήμα στο οποίο σπούδαζαν οι ερωτώμενοι, με $\chi^2(10)=23,252$, $p = 0,010<0,05$.

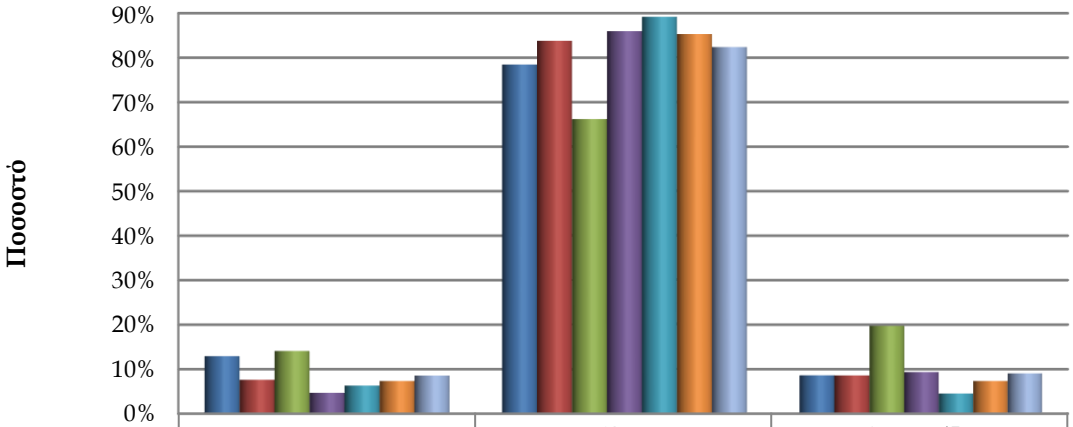
Στην Ερώτηση 10 *«Οι κεραίες τηλεόρασης στις ταράτσες των σπιτιών πιστεύετε ότι εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία;»*, το 65,8% των ερωτώμενων θεωρούσε λανθασμένα ότι εκπέμπουν. Το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές του Τμήματος Φυσικής με 31,5%, ενώ το χαμηλότερο σημείωσαν οι φοιτητές του ΦΠΨ (Σχήμα 10). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων που

δόθηκαν στην ερώτηση 10 και της μεταβλητής Τμήμα στο οποίο σπούδαζαν οι ερωτώμενοι, με $\chi^2(10)=64,199$, $p=0,000<0,05$.



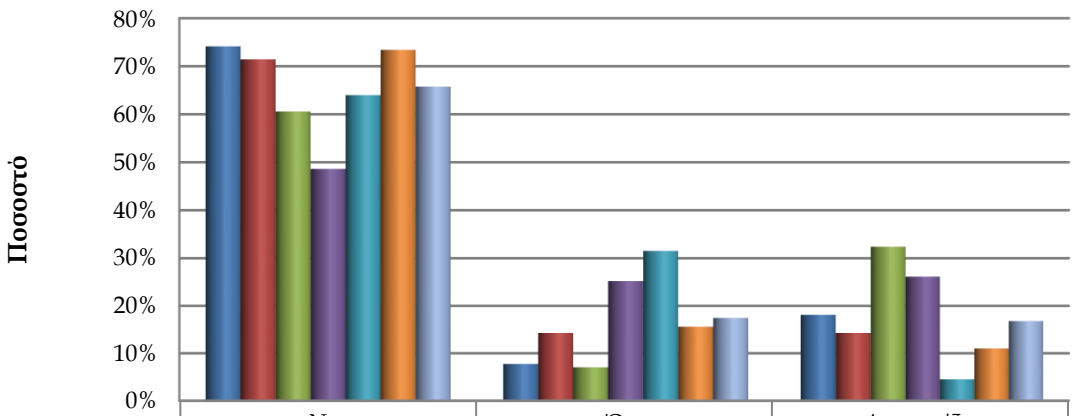
	Ναι	Όχι	Δε γνωρίζω
Π.Τ.Δ.Ε.	75,9%	15,5%	8,6%
Π.Τ.Ν.	75,2%	18,1%	6,7%
Φ.Π.Ψ.	66,2%	21,1%	12,7%
Πληροφορική	57,0%	33,6%	9,3%
Φυσικό	45,0%	48,6%	6,3%
Ιατρική	36,7%	51,4%	11,9%
Σύνολο	59,0%	32,0%	9,0%

Σχήμα 8. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 8



	Ναι	Όχι	Δε γνωρίζω
Π.Τ.Δ.Ε.	12,9%	78,4%	8,6%
Π.Τ.Ν.	7,6%	83,8%	8,6%
Φ.Π.Ψ.	14,1%	66,2%	19,7%
Πληροφορική	4,7%	86,0%	9,3%
Φυσικό	6,3%	89,2%	4,5%
Ιατρική	7,3%	85,3%	7,3%
Σύνολο	8,6%	82,4%	9,0%

Σχήμα 9. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 9



	Ναι	Όχι	Δε γνωρίζω
Π.Τ.Δ.Ε.	74,1%	7,8%	18,1%
Π.Τ.Ν.	71,4%	14,3%	14,3%
Φ.Π.Ψ.	60,6%	7,0%	32,4%
Πληροφορική	48,6%	25,2%	26,2%
Φυσικό	64,0%	31,5%	4,5%
Ιατρική	73,4%	15,6%	11,0%
Σύνολο	65,8%	17,4%	16,8%

Σχήμα 10. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 10

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αποτελεί ένα δυσνόητο και πολύπλοκο φαινόμενο ως προς την κατανόηση του για τους μαθητές. Τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών σε πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση περιλαμβάνουν θεματικές ενότητες σχετικές με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Οι γνώσεις όμως των συμμετεχόντων στην έρευνα κρίθηκαν ως ιδιαίτερα περιορισμένες μιας και τα ποσοστά ορθών απαντήσεων σε βασικά ερωτήματα ήταν ιδιαίτερα χαμηλά. Ακόμη και φοιτητές Θετικών Επιστημών, όπου ζητήματα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αποτελούν αντικείμενα εκτεταμένης μελέτης του ακαδημαϊκού Τμήματος σπουδών τους, διακρίνονταν από λανθασμένες αντιλήψεις.

Τα προγράμματα σπουδών των Τμημάτων που φοιτούσαν οι ερωτώμενοι, φάνηκε να επιδρούν σημαντικά στη διαμόρφωση των αντιλήψεων τους για το ζήτημα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που προέρχεται από κινητά τηλέφωνα και ασύρματα δίκτυα. Πιο συγκεκριμένα οι προπτυχιακοί φοιτητές Θετικών Επιστημών, φαίνεται να έχουν περισσότερες γνώσεις σε σχέση με τους φοιτητές Θεωρητικών Σχολών. Επιπλέον αξίζει να σημειωθεί ότι σε ζητήματα που σχετίζονταν με επιστημονικές γνώσεις ή κριτική σκέψη, στην πλειονότα των περιπτώσεων οι φοιτητές Ιατρικής Σχολής σημείωναν τα υψηλότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων. Το πρόγραμμα σπουδών της Ιατρικής σχολής περιλαμβάνει θεματικές ενότητες σχετικές με τα είδη των ακτινοβολιών, την επικινδυνότητα τους και τις εφαρμογές τους στην Ιατρική Επιστήμη. Αντίθετα οι φοιτητές της Ιατρικής σχολής υστερούσαν σε ζητήματα σχετικά με τον δείκτη SAR (Specific Absorption Rate) και την εκπομπή - λήψη της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Σε αυτά τα ερωτήματα οι φοιτητές Πληροφορικής είχαν υψηλότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων. Η αιτιολόγηση στη διαφοροποίηση αυτή, μπορεί να αναζητηθεί στα πανεπιστημιακά μαθήματα που σχετίζονται με αυτές τις τεχνολογίες αλλά και στη συχνότερη χρήση αυτών των τεχνολογιών στο πανεπιστημιακό τους περιβάλλον. Το πρόγραμμα σπουδών του ΦΠΨ δεν περιλαμβάνει καθόλου μαθήματα που να σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες, κάτι που αντικατοπτρίζεται και στα αποτελέσματα της έρευνας, όπου

οι φοιτητές αυτού του Τμήματος σημείωσαν τα χαμηλότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων. Τα προγράμματα σπουδών των Παιδαγωγικών Τμημάτων περιλαμβάνουν μαθήματα Φυσικών Επιστημών και ΤΠΕ, κάτι που συνέβαλε στην υψηλότερη επίδοση των φοιτητών που προέρχονται από αυτές τις σχολές σε σχέση με των φοιτητών του ΦΠΨ.

Ο εγγραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες σχετίζεται με την επιστημονική γνώση του μαθητή και την ικανότητά του να την χρησιμοποιεί, προκειμένου να αναγνωρίζει την επιστημονική φύση των ζητημάτων, να αποκτά νέα γνώση, να εξηγεί φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο και να οδηγείται σε συμπεράσματα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, βασισμένα σε επιστημονικά τεκμήρια (OECD, 2010). Οι στόχοι αυτοί δεν φαίνεται να έχουν επιτευχθεί σύμφωνα με την παρούσα έρευνα σε ζητήματα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Ένα μεγάλο ποσοστό φοιτητών δεν γνωρίζει που οφείλεται η ηλεκτρομαγνητική ρύπανση και δεν την αναγνώριζε ανάμεσα στα αλλά είδη ρύπανσης. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία και με τις διαπιστώσεις του Κρητικού με των συνεργατών του σε παλαιότερη έρευνα σε μαθητές και εκπαιδευτικούς (Κρητικός κ.α., 2010).

Σχεδόν οι μισοί φοιτητές δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν ποιο είδος ακτινοβολίας είναι περισσότερο επικίνδυνο. Σύμφωνα με παλαιότερη έρευνα, μαθητές και φοιτητές θεωρούν επιβλαβές οτιδήποτε σχετίζεται με τον όρο «ακτινοβολία» (Neumann & Hopf, 2012). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί το υψηλό ποσοστό των λανθασμένων απαντήσεων σχετικά με το αν εκπέμπουν ραδιενέργεια τα κινητά τηλεφώνα και τα ασύρματα δίκτυα. Οι ερωτώμενοι συγχέουν την ακτινοβολία με την ραδιενέργεια, κάτι που είχε διαπιστωθεί και σε έρευνες των Neumann & Hopf (2012) και Burcin & Ince (2010). Ενώ οι ερωτώμενοι έχουν αποκτήσει γνώσεις κατά τη διάρκεια σπουδών τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για τη ραδιενέργεια, δεν ήταν σε θέση να τις εφαρμόσουν σε ζητήματα της καθημερινής ζωής τους.

Η εκπαίδευση θα πρέπει να παρέχει τις απαραίτητες γνώσεις και να φροντίζει για την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των νέων πολιτών. Οι γνώσεις και οι εμπειρίες που αποκτούν οι φοιτητές κατά τη διάρκεια σπουδών τους συμβάλουν προς αυτή την κατεύθυνση, όχι όμως στον επιθυμητό βαθμό σύμφωνα με τις διαπιστώσεις της παρούσας έρευνας, χωρίς να γενικεύονται τα ευρήματα, επηρεαζόμενες κυρίως από το περιεχόμενο των προγραμμάτων σπουδών των ακαδημαϊκών τμημάτων.

Αναφορές

Abrami, P. C. (2008). Instructional interventions affecting critical thinking skills and dispositions: A stage 1 meta-analysis. *Review of Educational Research, 78(4),* 1102- 1134.

Agarwal, A., Desai, R., Ruffoli, R., & Carpi, A. (2008). Lifestyle and testicular dysfunction: A brief update. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *62(8),* 550–553.

Allegretti, L., & Frederick, N. (1995). A model for thinking critically about ethical issues. *Teaching of Psychology, 22(1)*, 46-48.

Andreou, Y., & Kotsis, K. (2005). Mathematical Concept Development in Blind and Sighted Children. *International Journal of Learning*, *12(7),* 255-260.

Ausubel, D. (1968). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune and Stratton.

Baste, V., Riise, T., & Moen, B. E. (2008). Radiofrequency electromagnetic fields; male infertility and sex ratio of offspring. *European Journal of Epidemiology*, *23(5),* 369–377.

Bayraktar, S. (2009). Microconceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion. *International Journal of Science and mathematical Education*, *7(2),* 273-291.

Behar-Horenstein, L., & Niu, L. (2011). Teaching critical thinking skills in higher education: A review of the literature. *Journal of College Teaching and Learning, 8(2)*, 25-42.

Bernroider, E., Krumay, B. & Margiol, S. (2014). Not without my smartphone! Impacts of smartphone addiction on smartphone usage. *25th Australasian Conference on Information Systems (pp 1-10).* Auckland, New Zealand: ICIS.

Bliss, J. (1995). Piaget and after: The case of learning science. *Studies in Science Education*, *25(1)*, 139-172.

Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1994). Children's ideas about radioactivity and radiation: sources, mode of travel, uses and dangers. *Research in Science & Technological Education*, *12(2),* 145-160.

Burcin, S., & Ince, E. (2010). Internet as a source of misconception: "Radiation and radioactivity". *Turkish Online Journal of Educational Technology*, *9(4),* 94-100.

Caraglia, M., Marra, M., Mancinelli, F., D'Ambrosio, G., Massa, R., Giordano, A., & Bismuto, E. (2005). Electromagnetic fields at mobile phone frequency induce apoptosis and inactivation of the multi-chaperone complex in human epidermoid cancer cells. *Journal of Cellular Physiology*, *204(2)*, 539–548.

Cole, J., Suman, M. & Bel, D., Lunn, B., Maguire, P. & Hanson, K. (2003). *The UCLA Internet report: Surveying the digital future.* Los Angeles: UCLA Center for Communication Policy.

Dasdag, S., Akdag, Z., Kizil, G., Kizil, M., Cakir, U., & Yokus, B. (2012). Effect of 900MHz radio frequency radiation on beta amyloid protein, protein carbonyl, and malondialdehyde in the brain. *Electromagnetic Biology and Medicine*, *31(1)*, 67-74.

DeVries, R. (2000). Vygotsky, Piaget, and Education: a reciprocal assimilation of theories and educational practices. *New Ideas in Psychology*, *18(2-3)*, 187-213.

Driver, R, & Easley, J. (1978). Pupils and Paradigms: a Review of the Literature related to Concept Development in Adolescent Science Students. *Science Education. 5(1),* 61-84.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών.* Αθήνα: Τυπωθήτω.

Du, K.-L., & Swamy, M. N. (2010). *Wireless communication systems: From RF subsystems to 4G enabling technologies*. Cambridge: Cambridge University Press.

Eijkelhof, H., Klaassen, C., Lijnse, P., & Scholte, R. (1990). Perceived incidence and importance of lay-ideas on ionizing radiation: results of a delphi-study among radiation-experts. *Science Education*, *74(2),* 183-195.

Furió-Más, C., & Guisasola, J. (1998). Difficulties in learning the concept of electric field. *Science Education*, *82(4),* 511-526.

Gagan, S., & Rakesh, P. (2013). Use of Internet for research and. educational activities by research scholars: A study of D.S.B. campus of Kumaun. University-Nainital. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, *4(2),* 193-199.

Galili, I. (1995). Mechanics background influences students' conceptions in electromagnetism. *International Journal of Science Education*, *17(3),* 371-387.

Gandhi, P., Morgan, L., Augusto de Salles, A., Han, Y., Herberman, B., & Lee Davis, D. (2012). Exposure limits: the underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children. *Electromagnetic Biology and Medicine*, *31(1)*, 34-51.

Han, S, & Yi, YJ. (2018). How does the smartphone usage of college students affect academic performance? *Journal of Computer Assisted Learning*, *35(1),* 3– 22.

Henriksen, E. K., & Jorde, D. (2001). High school students' understanding of radiation and the environment: Can museums play a role? *Science Education*, *85(2),* 189-206.

Huang, Y., Yang, B., Adams, R. D., Howell, B., Zhang, J. Z., & Burbank, K. (2008). Teaching electromagnetic fields with computer visualization. In M. Rajai (Ed.), *The 2008 IAJC-IJME International Conference.*

Itza-Ortiz, S., Rebello, S., & Zollman, D. (2004). Students' models of Newton's second law in mechanics and electromagnetism. *European Journal of Physics*, *25(1),* 81-89.

Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2003). Investigating Greek student's ideas about forces and motion. *Research in Science Education*, *33(3),* 375-392.

Knight, R. (2006). *Πέντε εύκολα μαθήματα. Στρατηγικές για την επιτυχή διδασκαλία της Φυσικής.* Αθήνα: Εκδόσεις Δίαυλος.

Kuss, D.J., Harkin, L., Kanjo, E., & Billieux, J. (2018). Problematic smartphone use: investigating contemporary experiences using a convergent design. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15(1),* 1-16.

Lawrence, S., & Giles, CL. (1998). Searching the World Wide Web. *Science, 280(5360),* 98-100

Marin, L., & Halpern, D. (2011). Pedagogy for developing critical thinking in adolescents: Explicit instruction produces greatest gains. *Thinking Skills and Creativity, 6(1)*, 1-13.

Millar, R. (1994). School students' understanding of key ideas about radioactivity and ionizing radiation. *Public Understanding of Science*, *3(1),* 53-70.

Millar, R., & Gill, J. S. (1996). School students' understanding of processes involving radioactive substances and ionizing radiation. *Physics Education*, *31(1),* 27-33.

Mubeen, S., Abbas, Q., & Nisar, N. (2007). Knowledge about ionising and non-ionising radiation among medical students. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC*, *20(1),* 118-121.

Neumann, S. (2014). Three misconceptions about radiation — And what we teachers can do to confront them. *American Association of Physics Teachers*, *52(6),* 357-359.

Neumann, S., & Hopf, M. (2012). Students' conceptions about 'radiation': results from an explorative interview study of 9th grade students. *Journal of Science Education and Technology*, *21(6),* 826–834.

Neumann, S., & Hopf, M. (2013). Children's drawings about "radiation" before and after Fukushima. *Research in Science Education*, *43(4),* 1535–1549.

Novac, J.D. (1990). Concept maps and Ven diagrams: two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science 19(1),* 29-52.

OECD (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I).* Paris: OECD.

Omar, M., Ahmad, M., Yasin, A., Ibrahim, H., Ghazali, O., & Khamis, S. (2018). The impact of Wi-Fi usage on students' academic performance. *International Journal of Engineering and Technology, 7(4),* 240-244.

Osborne, R. J., & Gilbert, J. K. (1980). A technique for exploring student's views of the world. *Physics Education*, 15(6), 376-379.

Pajares, F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.

Parasuraman, S., Sam, A. T., Yee, S. W. K., Chuon, B. L. C., & Yu Ren, L. (2017). Smartphone usage and increased risk of mobile phone addiction: A concurrent study. *International Journal of Pharmaceutical Investigation, 7(3),* 125-131.

Piaget, J. (1983). Piaget's theory. In P. Mussen (Ed.), *Handbook of child psychology (4th ed.).* New York: Wiley.

Plotz, T. (2017). Students' conceptions of radiation and what to do about them. *Physics Education, 52(1),* 1-6.

Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education, Edition: Second Edition* (pp. 102-119). New York: Simon & Schuster Macmillan.

Rego, F., & Peralta, L. (2006). Portuguese students' knowledge of radiation physics. *Physics Education*, *53(1),* 259-262.

Romine, J., Buxner, S., Impey, C. D., Nieberding, M. N., Antonellis, J. C., & Scholars, C.O. (2014). *Investigating science literacy: Students' conceptions of radiation*. AAS Meeting #223, id.448.05, American Astronomical Society.

Sahin, Y. G., Balta, S., & Ercan, T. (2010). The use of Internet resources by university students during their course projects elicitation: A Case Study. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, *9(2),* 234-244.

Sarimov, R., Malmgren, L., Markova, E., Persson, B. R., & Belyaev, I. (2004). Nonthermal GSM microwaves affect chromatin conformation in human lymphocytes similar to heat shock. *IEEE Transactions on Plasma Science*, *32(4),* 1600 - 1608.

Subha, M. (2017). A survey on importance and challenges of radio waves in wireless communications. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE), 5(7)*, 34-38.

Suzuki, T. (2012). The misconceptions on radiation and radioactivity. *Latin-American Journal of Physics Education*, 6(1), 75-77.

Thong, W. M., & Gunstone, R. (2008). Some student conceptions of electromagnetic induction. *Research in Science Education*, *38(1),* 31-44.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

World Energy Council (2016). *World Energy Resources.* London: World Energy Council.

Yan, J. G., Agresti, M., Zhang, L. L., Yan, Y., & Matloub, H. S. (2009). Up regulation of specific mRNA levels in rat brain after cell phone exposure. *Electromagnetic Biology and Medicine*, *27(2)*, 147-154.

Ye, X., Zhang, X., Zheng, S., & Du, Y. (2010). Discussion on teaching electromagnetic field and wave course. *Proceedings of Progress in Electromagnetics Research Symposium* (pp. 229-232). Xian, China.

Zhang, D., Xu, Z., Chiang, H., Lu, D., & Zeng, Q. (2006). Effects of GSM 1800 MHz radiofrequency electromagnetic fields on DNA damage in Chinese hamster lung cells. *Chinese Journal of Preventive Medicine*, *40(3)*, 149-152.

Γεώργας, Δ. (1995). *Κοινωνική ψυχολογία. Στάσεις, αντίληψη του προσώπου, στερεότυπα, επιθετικότητα, δυαδικές σχέσεις και επικοινωνία.* Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Καριώτογλου, Π., Κουνατίδης, Χ., & Καρνέζου, Μ. (2004). Βιβλιογραφική ανασκόπηση των ιδεών των μαθητευομένων για την έννοια της δύναμης. Στο Β. Τσελφές, Π. Καριώτογλου & Μ. Πατσαδάκης (επιμ). *Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου για τη «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»* (σ. 429-434). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Κρητικός, Χ., Δοβλέτογλου, Δ., Χατζηνικόλα, Χ., & Κρητικός, Γ. (2010). Ηλεκτρομαγνητική ρύπανση: Έρευνα και πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στη Δ/θμια εκπαίδευση. *5ο Συνέδριο Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Το Σταυροδρόμι της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη.* Ιωάννινα: Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε.

Κώτσης, Κ. Θ. (2004). Διαφορές αντιλήψεων σε έννοιες της μηχανικής φοιτητών Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, οι οποίοι εισήχθησαν στο Πανεπιστήμιο με τα δυο τελευταία εισαγωγικά συστήματα εξετάσεων. Στο Β. Τσελφές, Π. Καριώτογλου & Μ. Πατσαδάκης (επιμ.). *Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου για τη «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»* (σ. 422-428). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Κώτσης, Κ. Θ. (2005). Η αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών του Δημοτικού στην έννοια της δύναμης από τη διδασκαλία τους με τα νέα σχολικά εγχειρίδια. Στο Κ. Σκορδούλης & Ε. Νικολαΐδη (επιμ.). *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ιστορία, Φιλοσοφία και Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών»* (σ. 218-225). Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.

Κώτσης, Κ. Θ. (2011). *Ερευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της φυσικής.* Ιωάννινα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Κώτσης, Κ. Θ., & Αναγνωστόπουλος, Α. (2006). Αντιλήψεις των μαθητών Α' Λυκείου για βασικές έννοιες και αρχές της Φυσικής, όπως ταχύτητα, επιτάχυνση, μάζα, βάρος και 2ος νόμος του Νεύτωνα. Στο Ε. Σταυρίδου (επιμ.). *Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΕΔΙΦΕ) με θέμα «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίες Μάθησης»* (σ. 411-418). Βόλος: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Μικρόπουλος, Τ. Α., & Μπέλλου, Ι. (2010). *Σενάρια διδασκαλίας με υπολογιστή*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Μικρόπουλος, Τ. Α. (2006). *Ο υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο.* Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Σπυροπούλου-Κατσάνη, Δ. (2005). *Διδακτικές και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Εκδόσεις Τυπωθήτω.

Στύλος, Γ., & Κώτσης, Κ. Θ. (2009). Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων πρωτοετών και δευτροετών φοιτητών του Τμήματος Φυσικής σχετικά με έννοιες τις Νευτώνειας Μηχανικής. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου & Α. Ζουπίδης (επιμ.). *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση* (σ. 487-494). Φλώρινα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Στύλος, Γ., Ευαγγελάκης, Γ., & Κώτσης, Κ. Θ. (2007). Αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών επτά τμημάτων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σχετικά με έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος & Γ. Τσαπαρλής (επιμ.). *Πρακτικά 5ου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»* (σ. 528-537). Ιωάννινα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Αναφορά στο άρθρο ως: Γαβρίλας, Λ., Γκόντας, Π., & Κώτσης, Κ. (2018). Αντιλήψεις φοιτητών για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κινητών τηλεφώνων και ασύρματων δικτύων. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 11(2), 93-106.

http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete