



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΝΗΠΙΑΓΩΓΩΝ



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

«Εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια»

Ιωάννης Παπαδόπουλος

Επιβλέπων καθηγητής: Κωνσταντίνος Κώτσης

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος 2022

Η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που υποβάλλονται πραγματοποιείται σύμφωνα με τα οριζόμενα στις διατάξεις του Ν.4624/19 και του Κανονισμού (ΕΕ)2016/2019. Το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων συλλέγει και επεξεργάζεται τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα αποκλειστικά στο πλαίσιο της υλοποίησης του σκοπού της παρούσας διαδικασίας. Για το χρονικό διάστημα που τα προσωπικά δεδομένα θα παραμείνουν στη διάθεση του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων το υποκείμενο έχει τη δυνατότητα να ασκήσει τα δικαιώματά του σύμφωνα με τους όρους του Γενικού Κανονισμού Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα 2016/679 (Ε.Ε.) και τα οριζόμενα στα άρθρα 34 και 35 Ν. 4624/2019. Υπεύθυνη Προσωπικών Δεδομένων του Ιδρύματος είναι η κα. Σταυρούλα Σταθαρά (email: dpo@uoi.gr).

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜ ΝΗΠΙΑΓΩΓΩΝ



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ

«Εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια»

Ιωάννης Παπαδόπουλος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Κωνσταντίνος Κώτσης, Καθηγητής,
Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. Κωνσταντίνος Κώτσης, Καθηγητής,
Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
2. Αικατερίνη Πλακίτση, Καθηγήτρια,
Π.Τ.Ν., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
3. Κωνσταντίνος Γαβριλάκης,
Αναπληρωτής Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε.,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος, 2022

Ευχαριστίες.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κώτση Κωνσταντίνο για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα. Επίσης τον ευχαριστώ για τις υποδείξεις και τον χρόνο που διέθεσε στο να με κατευθύνει στην ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής μελέτης. Ευχαριστώ επίσης τους συνάδελφους και τις συναδέλφισσες που μπήκαν στον κόπο και συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο της έρευνας. Η συμβολή τους ήταν καίρια, καθώς δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί μία τέτοια έρευνα. Τέλος, ευχαριστώ την σύζυγο και τα παιδιά μου για τον χρόνο που έλειψα από δίπλα τους, όλη την περίοδο της συγγραφής της διπλωματικής εργασίας.

Περίληψη.

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός σχετίζεται τόσο με την επιστημονική κοινότητα στο σύνολό της όσο και με την κοινότητα της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης. Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνάται ο εγγραμματισμός των υπηρετούντων δασκάλων και νηπιαγωγών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στα φαινόμενα που σχετίζονται με τη ραδιενέργεια. Επιπλέον εντοπίζονται οι εναλλακτικές ιδέες που έχουν για το συγκεκριμένο ζήτημα. Με την μελέτη αυτή γίνεται προσπάθεια να καταδειχθούν οι παρανοήσεις των αποφοίτων των Παιδαγωγικών Τμημάτων στη ραδιενέργεια. Αυτό θα έχει ως συνέπεια μελλοντικά να εκπονηθούν τα κατάλληλα επιμορφωτικά προγράμματα που θα ενισχύσουν τον εγγραμματισμό των συγκεκριμένων εκπαιδευτικών και θα αποτελέσουν την αφορμή για την εκτενέστερη αναφορά και μελέτη της ραδιενέργειας στα προγράμματα σπουδών των Παιδαγωγικών Τμημάτων.

Από την έρευνα ανάμεσα σε 132 εν ενεργεία δασκάλους/ες και νηπιαγωγούς της Περιφερειακής ενότητας Πρέβεζας προέκυψε ότι ο βαθμός εγγραμματισμού στη ραδιενέργεια ήταν αρκετά ικανοποιητικός. Επιπλέον δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στον εγγραμματισμό των εκπαιδευτικών στη ραδιενέργεια σε σχέση με το φύλο, τα έτη προϋπηρεσίας και την ειδικότητα (δάσκαλοι - νηπιαγωγοί). Τέλος, διερευνώντας εάν η εξέταση του μαθήματος της Φυσικής στις Πανελλήνιες επιδρά στον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια, διαπιστώθηκε ότι δεν προκύπτουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους/στις εκπαιδευτικούς, που εξετάστηκαν στο συγκεκριμένο μάθημα και σε εκείνους που δεν εξετάστηκαν σε αυτό.

Λέξεις – κλειδιά: εγγραμματισμός, ραδιενέργεια, φυσικές επιστήμες, δάσκαλοι, νηπιαγωγοί.

Abstract.

Scientific literacy relates both to the scientific community as a whole and to the university education community. In this thesis, the literacy of primary school teachers and kindergarten teachers in Primary Education is investigated in the phenomena related to radioactivity. In addition, the alternative ideas that they have on the specific issue are identified. With this study, an attempt is made to demonstrate the misconceptions of the graduates of the Pedagogical Departments regarding radioactivity. This will have the consequence that appropriate training programs will be developed in the future that will strengthen the literacy of the specific teachers and will be the occasion for the more extensive reference and study of radioactivity in the curricula of the Education Departments.

From the research among 132 working primary school teachers and kindergarten teachers of the Regional Unit of Preveza, it emerged that the degree of literacy in radioactivity was quite satisfactory. In addition, no significant differences were found in the radiation literacy of teachers in relation to gender, years of service and specialty (primary school teachers - kindergarten teachers). Finally, investigating whether the examination of the Physics course at the Panhellenic exams affects radioactivity literacy, it was found that there are no significant differences between teachers who were examined in the specific course and those who were not examined in it.

Keywords: literacy, radioactivity, natural sciences, primary school teachers, kindergarten teachers.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	iv
Περίληψη.....	v
Abstract.....	vi
Περιεχόμενα.....	vii
Κατάλογος Γραφημάτων	xi
Εισαγωγή.....	1
1 Κεφάλαιο: Ο επιστημονικός εγγραμματισμός.....	4
1.1 Η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού.....	4
1.2 Η ιστορία του όρου «επιστημονικός εγγραμματισμός».....	7
1.3 Η σημασία του επιστημονικού εγγραμματισμού.	9
1.4 Σύγχρονη κοινωνία και επιστημονικός εγγραμματισμός.....	12
1.5 Σχολείο και επιστημονικός εγγραμματισμός.	13
1.6 Η φύση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες.	16
1.7 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες.	19
1.8 Η θεωρία της δράσης ως μέθοδος διδασκαλίας εκμάθησης του επιστημονικού εγγραμματισμού.	23
1.9 Φύλο και επιστημονικός εγγραμματισμός.	26
2 Κεφάλαιο: Η ραδιενέργεια.	29
2.1 Η ιστορία της ραδιενέργειας.	29
2.2 Κύριες πηγές ραδιενέργειας.	32
2.3 Τύποι ακτινοβολίας.....	35
2.4 Μέτρηση της ακτινοβολίας.	40
2.5 Χρήσεις της ραδιενέργειας.....	43
2.6 Οι πιο συχνές παρανοήσεις σχετικά με τη ραδιενέργεια.	45

2.7	Παράγοντες που ευνοούν την παρανόηση και τα εννοιολογικά λάθη σχετικά με την ραδιενέργεια.....	48
2.8	Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις παρανοήσεις της έννοιας «ραδιενέργεια».	51
3	Κεφάλαιο: Μεθοδολογία έρευνας.	55
3.1	Σκοπός και στόχοι της έρευνας.	55
3.2	Ερευνητικά ερωτήματα	55
3.3	Τόπος διεξαγωγής και δείγμα της έρευνας.....	56
3.4	Ερευνητικό εργαλείο.	56
3.5	Καταχώρηση και επεξεργασία δεδομένων.....	59
3.6	Ζητήματα ηθικής και δεοντολογίας.	59
3.7	Περιορισμοί της έρευνας.....	60
4	Κεφάλαιο: Αποτελέσματα της έρευνας.	61
4.1	Εισαγωγή.....	61
4.2	Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος.....	61
4.3	Γνώσεις-αντιλήψεις για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας.	67
4.4	Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	73
4.5	Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	76
4.6	Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	81
4.7	Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.	86
4.8	Διαφοροποίηση στις αντιλήψεις για τη ραδιενέργεια με βάση το φύλο των εκπαιδευτικών.	88
4.9	Διαφοροποίηση στον επιστημονικό εγγραμματισμό των εκπαιδευτικών για τη ραδιενέργεια σε σχέση με τα χρόνια προϋπηρεσίας.	90
4.10	Διαφοροποίηση στον επιστημονικό εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια μεταξύ των δασκάλων και των νηπιαγωγών.	91

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

4.11 Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια με βάση την εξέταση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες....	94
Συμπεράσματα – προτάσεις.....	98
Βιβλιογραφία	102
Παράρτημα: Ερωτηματολόγιο	115

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικά δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος.....	61
Πίνακας 2: Γνώσεις-αντιλήψεις για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας.....	67
Πίνακας 3: Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	73
Πίνακας 4: Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	76
Πίνακας 5: Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	81
Πίνακας 6: Συνολικά στοιχεία απαντήσεων ως προς τον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια.....	87
Πίνακας 7: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια σε σχέση με το φύλο.	89
Πίνακας 8: Εγγραμματισμός στη ραδιενέργεια σε σχέση με τα χρόνια προϋπηρεσίας.	90
Πίνακας 9: Περιγραφικά στοιχεία για τον εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.	92
Πίνακας 10: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια με βάση την ειδικότητα.	93
Πίνακας 11: Περιγραφικά στοιχεία για τον εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια σε σχέση με την εξέταση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες.	95
Πίνακας 12: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια σε σχέση με την εξέταση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες.	96

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 1: Το φύλο του δείγματος.	63
Γράφημα 2: Οι ηλικίες του δείγματος σε έτη.	63
Γράφημα 3: Το επίπεδο σπουδών του δείγματος.....	64
Γράφημα 4: Χρόνια προϋπηρεσίας του δείγματος.	64
Γράφημα 5: Η σχέση εργασίας των συμμετεχόντων στην έρευνα.	65
Γράφημα 6: Οι ειδικότητες των συμμετεχόντων στην έρευνα.	65
Γράφημα 7: Εξέταση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες.	66
Γράφημα 8: Παρακολούθηση του μαθήματος των Φ.Ε. στις βασικές σπουδές.	66
Γράφημα 9: Αξιοποίηση ραδιενεργών στοιχείων για την παραγωγή ενέργειας.....	68
Γράφημα 10: Τα πυρηνικά απόβλητα περιέχουν ραδιενεργά υλικά.....	69
Γράφημα 11: Επικινδυνότητα των πυρηνικών αποβλήτων.	69
Γράφημα 12: Ραδιενέργεια και εκπομπή σωματιδίων.	70
Γράφημα 13: Η ραδιενέργεια είναι ακτινοβολία τεχνητής προέλευσης.....	70
Γράφημα 14: Τομείς αξιοποίησης της ραδιενέργειας.....	71
Γράφημα 15: Το ραδόνιο είναι φυσική πηγή ραδιενέργειας.	71
Γράφημα 16: Ακτινοβολίες των ραδιενεργών στοιχείων.	72
Γράφημα 17: Ασφαλής αποθήκευση των πυρηνικών αποβλήτων.....	72
Γράφημα 18: Ανίχνευση της ραδιενέργειας από τις ανθρώπινες αισθήσεις.....	74
Γράφημα 19: Ραδιενέργεια και μεταλλάξεις του D.N.A.	74
Γράφημα 20: Έκθεση στη ραδιενέργεια και βλάβες στους ανθρώπινους ιστούς.....	75
Γράφημα 21: Εγκυμονούσες και ραδιενέργεια.....	75
Γράφημα 22: Είδος ακτινοβολιών και επικινδυνότητα για τον άνθρωπο.....	76
Γράφημα 23: Αξιοποίηση της ραδιενέργειας στην ιατρική.....	78

Γράφημα 24: Ραδιενεργή μόλυνση του ανθρώπου από ακτινοβολήση.	78
Γράφημα 25: Έγχυση ενέσιμου ραδιενεργού υλικού στον άνθρωπο.	79
Γράφημα 26: Επικινδυνότητα των ακτινών X για τον άνθρωπο.	79
Γράφημα 27: Η χρήση της ραδιενέργειας στην ιατρική.	80
Γράφημα 28: Ακτινοβολία στην ακτινογραφία και στην αξονική τομογραφία.	80
Γράφημα 29: Ραδιενέργεια και συντήρηση τροφίμων.....	82
Γράφημα 30: Ποιος ευθύνεται για την παραγωγή πυρηνικών αποβλήτων.	83
Γράφημα 31: Ραδιενέργεια - φαινόμενο του θερμοκηπίου και τρύπα του όζοντος. ..	83
Γράφημα 32: Ραδιενεργή μόλυνση του οικοσυστήματος και πόσιμο νερό.....	84
Γράφημα 33: Αφαίρεση της ραδιενέργειας με βρασμό.	84
Γράφημα 34: Κατανάλωση τροφίμων που έχουν ακτινοβοληθεί για να συντηρηθούν.	85
Γράφημα 35: Μακροχρόνια κατανάλωση τροφίμων που έχουν ακτινοβοληθεί.	85
Γράφημα 36: Συνολικά στοιχεία για τον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια.	88
Γράφημα 37: Ο εγγραμματισμός στη ραδιενέργεια σε σχέση με το φύλο των εκπαιδευτικών.	89
Γράφημα 38: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια και χρόνια προϋπηρεσίας.....	91
Γράφημα 39: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια με βάση την ειδικότητα.	93
Γράφημα 40: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια με βάση την εξέταση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες.	97

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.3.1: Η ακτινοβολία τύπου α.....	36
Εικόνα 2.3.2: Η ακτινοβολία τύπου -β	37
Εικόνα 2.3.3: Η ακτινοβολία τύπου γ	38

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Ετήσια έκθεση του ανθρώπου σε ιονίζουσα ακτινοβολία.	34
--	----

Εισαγωγή.

Η φύση του εγγραμματισμού είναι πολύπλοκη καθώς αγγίζει κάθε πτυχή της ανθρώπινης προσπάθειας. Είναι μέρος της ζωής μας, αφού όλοι οι άνθρωποι δίνουν νόημα στη ζωή τους μιλώντας για τις πρωτοβουλίες που αναλαμβάνουν, εξηγώντας και δικαιολογώντας τις πράξεις τους, τα συναισθήματά τους, τις προθέσεις και τις σκέψεις τους. Η σύγχρονη κοινωνία μπορεί να ευαισθητοποιήσει τον άνθρωπο να ενσκήψει στην επιστήμη. Αυτό όμως προϋποθέτει ότι ο άνθρωπος είναι ενημερωμένος, υπεύθυνος και ενεργός ως πολίτης της κοινωνίας σε σχέση με την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο. Ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι μία σημαντική παράμετρος ανάπτυξης της κοινωνίας.

Η ευαισθητοποίηση του κοινού για την επιστήμη είναι ένας φιλόδοξος στόχος που πρέπει να επιτευχθεί από τη σύγχρονη κοινωνία. Όμως, αυτό συνεπάγεται ενημερωμένους, υπεύθυνους και ενεργούς πολίτες σε σχέση με την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο που οδηγεί σήμερα στην κοινωνική αλλαγή. Στο πλαίσιο αυτό, ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι μία από τις βασικές ικανότητες που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της υποχρεωτικής εκπαίδευσής τους. Σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς, υπάρχουν τρία επίπεδα επιστημονικής παιδείας, το πρακτικό, το πολιτικό και το πολιτιστικό. Ενώ ο πρακτικός εγγραμματισμός αναφέρεται στην ικανότητα ενός ατόμου να αντιμετωπίζει καθημερινά επιστημονικά και τεχνικά ζητήματα όπως είναι για παράδειγμα η επιλογή μιας υγιεινής στάσης ζωής, ο εγγραμματισμός των πολιτών πηγαίνει ένα βήμα παραπέρα. Αντικατοπτρίζει ένα υψηλότερο επίπεδο συμμετοχής στην επιστήμη και την τεχνολογία. Μεταξύ άλλων, οι πολίτες με πολιτικό επίπεδο εγγραμματισμού έχουν την ικανότητα να διακρίνουν τις επιστημονικές πληροφορίες που παρέχονται από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, να αφοουγκράζονται κριτικά τις διαφορετικές επιστημονικές απόψεις, να κατανοούν τις κοινωνικές, ηθικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της επιστημονικής και τεχνικής δραστηριότητας και να συμμετέχουν κατά συνέπεια στις σχετικές συλλογικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων, να κατανοούν τη φύση της επιστημονικής έρευνας και να εκτιμούν τον βαθμό στον οποίο η επιστήμη και η τεχνολογία επηρεάζουν σήμερα την κοινωνική πρόνοια. Ο πολιτιστικός γραμματισμός απαιτεί την πιο εξελιγμένη

κατανόηση της επιστήμης και της τεχνολογίας, καθώς τα άτομα μπορούν να εκτιμήσουν την επιστημονική δραστηριότητα ως σημαντική πνευματική, υπεύθυνη για την επίτευξη μερικών από τα πιο σημαντικά ορόσημα στην ιστορία της ανθρωπότητας.

Το εγχείρημα της «κατάκτησης» της επιστήμης από το σύνολο της κοινωνίας, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη σύγχρονη εποχή. Στην πραγματικότητα, μπορεί να είναι το καθοριστικό χαρακτηριστικό της παγκοσμιοποίησης. Οι άνθρωποι διατρέχουν τον κίνδυνο να είναι ανίσχυροι αν δεν κατανοήσουν την επιστήμη ως μια πολύπλοκη κοινωνική δραστηριότητα, που διευθύνεται από ανθρώπους. Οι επιστήμονες δεν είναι απομονωμένοι, αφού παρουσιάζουν τις ίδιες προκαταλήψεις και κοινωνικές τάσεις με τους άλλους ανθρώπους. Καμία επιστημονική έρευνα δεν είναι ποτέ απολύτως αντικειμενική. Ωστόσο, αυτοί οι επιστήμονες συμφωνούν με ορισμένους κανόνες ηθικής και συμπεριφοράς, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το ποσό της προκατάληψης και της σύγκρουσης στα αποτελέσματα.

Λόγω της φύσης της επιστήμης, η απόκτηση μιας τέτοιας κατανόησης απαιτεί πολύ περισσότερα από την απλή απομνημόνευση γεγονότων ή την αναπαραγωγή πειραματικών μεθόδων. Αντί για αυτό, οι μαθητές πρέπει να οικοδομήσουν νέες αντιλήψεις σε αυτό που ήδη γνωρίζουν, τροποποιώντας τις τρέχουσες αντιλήψεις τους όταν είναι απαραίτητο. Σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση αυτή διαδραματίζουν οι εκπαιδευτικοί. Ο ρόλος τους είναι να παρέχουν στους μαθητές τέτοιες εμπειρίες, με ουσιαστικό τρόπο., καθώς οι μαθητές δεν αφομοιώνουν την κατανόηση γεγονότων μεμονωμένα από αυτά που ήδη γνωρίζουν και μεταφέρουν τις γνώσεις που αποκτήθηκαν στην καθημερινή τους ζωή.

Ο επιστημονικά εγγράμματος είναι σε θέση να ερμηνεύσει, να επικρίνει και να αξιολογήσει ισχυρισμούς που ακούει. Θα ξέρει πώς να ερευνά σχετικά δεδομένα, να εξετάζει αποδεικτικά στοιχεία και να εξάγει τα κατάλληλα συμπεράσματα. Επιπλέον, λόγω της τεράστιας ποσότητας διαθέσιμων γνώσεων που παρέχεται στη σύγχρονη εποχή μας, ένας πολίτης χωρίς επιστημονικό εγγραμματισμό δεν θα μπορεί να διακρίνει το αληθινό από το ψευδές.

Παρανοήσεις υπάρχουν πολλές σχετικά με τη ραδιενέργεια καθώς ακούμε και συνυπάρχουμε ως ζωντανοί οργανισμοί με διαφορετικού τύπου ακτινοβολιών, κάθε μέρα και παντού στον κόσμο που ζούμε. Ραδιενεργά υλικά, φυσικά ή τεχνητά,

υπάρχουν στα δάπεδα και τους τοίχους των σπιτιών, των σχολείων και των γραφείων, όπως και στα τρόφιμά μας. Επιπλέον, λόγω των ραδιενεργών αερίων στον αέρα που αναπνέουμε, το σώμα μας περιέχει φυσικά ραδιενεργά στοιχεία. Ως εκ τούτου, οι άνθρωποι είναι εκτεθειμένοι σε φυσική ακτινοβολία που προέρχεται τόσο από τη γη όσο και έξω από αυτή. Η ακτινοβολία συχνά ταξινομείται σε δύο ομάδες, στην ιονίζουσα και στην μη ιονίζουσα ακτινοβολία. Οι ακτίνες X για παράδειγμα είναι μια ιονίζουσα ακτινοβολία. Η έκθεση σε μη ιονίζουσα ακτινοβολία είναι πολύ πιο συχνή και συνήθως λιγότερο επικίνδυνη. Οι μορφές της μη ιονίζουσας ακτινοβολίας περιλαμβάνουν όλες εκείνες τις σχετικά χαμηλής ενέργειας ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες όπως τα στατικά ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, που δεν μεταβάλλονται και έτσι δεν δημιουργούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Παράδειγμα: το φυσικό μαγνητικό πεδίο της γης τα χαμηλόσυχνα (50 Hz) ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, που δημιουργούνται από τις ηλεκτρικές συσκευές, τους υποσταθμούς και τις γραμμές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας τα ραδιοκύματα και τα μικροκύματα που εκπέμπονται από κεραίες επικοινωνιών, κεραίες ραδιοφωνίας και τηλεόρασης, φούρνους μικροκυμάτων η υπέρυθη, η ορατή (φως), και τμήμα της υπεριώδους ακτινοβολίας.

Εκτός από την επιστημονική εξήγηση της ραδιενέργειας, οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν κάποιες συγκεκριμένες αντιλήψεις σχετικά με αυτήν. Αν και η συγκεκριμένη μορφή ακτινοβολίας ανακαλύφθηκε πριν από περισσότερα από 100 χρόνια, πιστεύεται ότι τα γεγονότα που ακολούθησαν στα μέσα ενημέρωσης, όπως είναι η καταστροφή του Τσερνόμπιλ το 1986 ή και η καταστροφή του πυρηνικού σταθμού της Φουκουσίμα, έχουν μεγάλη επίδραση στην αντίληψη πολλών ανθρώπων όσον αφορά την ακτινοβολία και η λέξη αυτή συνδέεται με μια κακή και επικίνδυνη κατάσταση γι' αυτούς. Ως εκ τούτου, από το 1990 πραγματοποιήθηκαν έρευνες για τη διερεύνηση γνώσεων των φοιτητών και μαθητών σχετικά με τη ραδιενέργεια, τη στάση τους και τι επιπτώσεις έχουν τα μέσα ενημέρωσης στις απόψεις αυτές.

Στην εργασία αυτή λοιπόν βασικός σκοπός είναι η διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού στη ραδιενέργεια των δασκάλων και νηπιαγωγών που υπηρετούν στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και η καταγραφή των εσφαλμένων αντιλήψεών τους για το συγκεκριμένο ζήτημα, αφού οι αντιλήψεις αυτές μπορεί να μεταφερθούν στην εκπαιδευτική κοινότητα.

1 Κεφάλαιο: Ο επιστημονικός εγγραμματισμός.

1.1 Η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού.

Ο όρος επιστημονικός εγγραμματισμός έχει χρησιμοποιηθεί για να εκφράσει ένα ευρύ και περιεκτικό σκοπό της επιστημονικής εκπαίδευσης. Ωστόσο, Δεν υπάρχει ομοφωνία ως προς την περιγραφή του ανάμεσα στους επιστήμονες (Utami et al., 2016; Holbrook & Rannikmae, 2009; Roberts, 2007; DeBoer, 2000) και συνεχώς η έννοιά του αλλάζει (Salamon, 2007). Οι Good, Hafner and Pebbles (2000) επεσήμαναν ότι αυτό συμβαίνει επειδή η έννοια του επιστημονικού αλφαριθμητισμού επαναπροσδιορίζεται συνεχώς καθώς η επιστήμη εξελίσσεται και σημειώνει πρόοδο στην κατανόηση του φυσικού κόσμου.

Η πρώτη χρήση του όρου αποδίδεται στον Paul Hurd (1958), ως μια έκφραση ανησυχίας για το αν τα εφόδια των μαθητών από το σχολείο είναι αρκετά ώστε να αντιμετωπιστεί μια κοινωνία με αυξανόμενη επιστημονική και τεχνολογική εξειδίκευση, πάντα στον απόηχο της μετά Sputnik εποχής (Πλακίτση, 2011). Ο DeBoer (2000) υποστήριξε ότι από αυτή την πρώτη χρήση της έννοιας, οι εκπαιδευτικοί των Φυσικών Επιστημών και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής έχουν σταδιακά επαναπροσδιορίσει τον όρο σε τέτοιο βαθμό που η έννοιά του είναι απροσδιόριστη και διάχυτη. Ο Hurd (1958) ορίζει τον επιστημονικό εγγραμματισμό ως τη λήψη μιας απόφασης που περιλαμβάνει την ευθύνη για την επιστήμη και την τεχνολογία και την κατοχή των πνευματικών γνώσεων και δεξιοτήτων για τη γνωστική κίνηση.

Οι αντιπαράθεσεις σχετικά με τον ορισμό της έννοιας, θα μπορούσαν να είναι αποτέλεσμα πολλών διακριτών παραγόντων που μπορούν να διαμορφώσουν διάφορες ερμηνείες. Αυτά περιλαμβάνουν τον «αριθμό των διαφορετικών ομάδων συμφερόντων που ασχολούνται με τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό, τους διαφορετικούς εννοιολογικούς ορισμούς του όρου, τη σχετική και απόλυτη φύση του επιστημονικού γραμματισμού ως έννοιας, τους διαφορετικούς σκοπούς για την υποστήριξη του επιστημονικού γραμματισμού και τους διαφορετικούς τρόπους μέτρησής του (Babalola, 2013).

Ο Hurd (1998) και ο Zollman (2011) όρισαν τον επιστημονικό εγγραμματισμό ως μια πολιτική ικανότητα που απαιτείται για την ορθολογική σκέψη σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία, σε σχέση με προσωπικά, κοινωνικά, πολιτικά, οικονομικά προβλήματα και ζητήματα που συναντά κανείς καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Οι Hazen & Trefil (2009) αναφέρουν ότι ο επιστημονικός εγγραμματισμός αποτελεί τη γνώση που χρειάζεται ο άνθρωπος για να κατανοήσει τα δημόσια ζητήματα. Δεν είναι το εξειδικευμένο περιεχόμενο των ειδικών, αλλά περισσότερο η γενική, λιγότερο ακριβής γνώση που χρησιμοποιείται στον πολιτικό λόγο. Οι Pelger & Nilsson (2015) τον προσδιορίζουν ως τη γνώση της επιστήμης, ως τον τρόπο σκέψης, εύρεσης, οργάνωσης και χρήσης πληροφοριών για τη λήψη αποφάσεων. Ο Turgut (2007) ορίζει τον επιστημονικό εγγραμματισμό ως τις βασικές γνώσεις και δεξιότητες που χρειάζεται ένα άτομο για να συμμετάσχει σε δημοκρατικές διαδικασίες. Ο Brewer (2008) δήλωσε ότι ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός είναι να μπορεί το άτομο να κοιτά ένα άρθρο σε μια εφημερίδα ή σε ένα περιοδικό ή να ακούει σχόλια σε ένα δελτίο ειδήσεων ή στην τηλεόραση και να μπορεί να καταλάβει τι συζητείται και επίσης να μπορεί να είσαι δύσπιστος. Για παράδειγμα όταν αναφέρεται το θέμα «ραδιενέργεια», καθώς αυτή επηρεάζει άμεσα τη ζωή του ανθρώπου, ως πολίτης, θα πρέπει να σχηματίσει μια γνώμη για να συμμετάσχει σε πολιτικό διάλογο σχετικά με αυτό το ζήτημα. Το να είναι σε θέση το άτομο να κατανοήσει αυτές τις συζητήσεις γίνεται εξίσου σημαντικό με την ικανότητα ανάγνωσης.

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι ένας συνδυασμός γεγονότων, λεξιλογίου, εννοιών, ιστορίας και φιλοσοφίας. Αν κάποιος κατανοεί τις ειδήσεις της ημέρας καθώς σχετίζονται με την επιστήμη ή παίρνει ένα θέμα, όπως είναι η ραδιενέργεια και την τοποθετεί σε ένα ουσιαστικό πλαίσιο, τότε είναι επιστημονικά εγγράμματος (Hazen & Trefil, 2009). Ο Trefil (2008) υποστήριξε ότι όταν κάποιος καταλαβαίνει τον κόσμο γίνεται λιγότερο απειλητικός και τελικά αυτό είναι το θέμα της επιστήμης. Αυτή η κατανόηση του κόσμου είναι επιστημονικός εγγραμματισμός.

Οι όροι του επιστημονικού εγγραμματισμού έχουν χρησιμοποιηθεί για να ενσωματώσουν διάφορες αξίες όπως (OECD, 2007; Norris & Phillips, 2003; DeBoer, 2000): α) τη γνώση της ουσιαστικής γνώσης του περιεχομένου και την ικανότητα διάκρισης από τη μη επιστήμη, β) την κατανόηση της επιστήμης και των εφαρμογών της, γ) τη γνώση του τι θεωρείται επιστήμη, δ) την ελευθερία στη μάθηση των φυσικών

επιστημών, ε) την ικανότητα της επιστημονικής σκέψης, στ) την ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης για την επίλυση προβλημάτων, ζ) τις γνώσεις που απαιτούνται για την ευφυή συμμετοχή σε επιστημονικά ζητήματα, η) την κατανόηση της φύσης της επιστήμης, συμπεριλαμβανομένης της σχέσης της με τον πολιτισμό, θ) τη γνώση των κινδύνων και των οφελών της επιστήμης και ι) την ικανότητα της κριτικής σκέψης για την επιστήμη και η αντιμετώπιση της επιστημονικής εμπειρογνωμοσύνης.

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός, σύμφωνα με το PISA (2006) που δημοσίευσε ο OECD και που είναι μια διεθνής τυποποιημένη αξιολόγηση που μετρά τους τομείς των μαθητών στην ανάγνωση και τον μαθηματικό και επιστημονικό εγγραμματισμό, τοποθέτησε τον ορισμό του στις εξής τέσσερις ακόλουθες ικανότητες: α) επιστημονική γνώση και χρήση αυτής της γνώσης για τον εντοπισμό ερωτήσεων, απόκτηση νέων γνώσεων, εξήγηση του φαινομένου, εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων σχετικά με θέματα που σχετίζονται με την επιστήμη, β) κατανόηση των χαρακτηριστικών της επιστήμης ως μορφής ανθρώπινης γνώσης και έρευνας, γ) συνειδητοποίηση του τρόπου με τον οποίο η επιστήμη και η τεχνολογία διαμορφώνουν το υλικό, πνευματικό και πολιτιστικό μας περιβάλλον, και, δ) προθυμία να ασχοληθούν με θέματα που σχετίζονται με την επιστήμη και με τις ιδέες της επιστήμης, ως εποικοδομητικοί, ανήσυχοι και στοχαστικοί πολίτες (ΟΟΣΑ, 2006).

Όπως μπορεί να φανεί στις τέσσερις κατηγορίες, οι συγγραφείς του PISA (2006) δεν αντιλήφθηκαν τον επιστημονικό εγγραμματισμό ως μια ενιαία διακριτή οντότητα ή τυπολογική ταξινόμηση, αλλά μάλλον ως ένα συνεχές από λιγότερο ανεπτυγμένες έως πιο ανεπτυγμένες ικανότητες που περιλαμβάνουν επίπεδα επάρκειας, διαφορετικούς τομείς επιστημονικής γνώσης και στάσεις απέναντι στην επιστήμη (Bybee, 2009). Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν διαφορετικοί ορισμοί για τον επιστημονικό εγγραμματισμό, όλοι συνήθως περιλαμβάνουν τις δεξιότητες για τη χρήση της επιστημονικής γνώσης και τη σκέψη για τους προσωπικούς και κοινωνικούς στόχους (Genc, 2015). Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι ο επιστημονικός εγγραμματισμός, αν και αποδίδεται με ποικίλους τρόπους, εμπεριέχει πολλές εκφάνσεις. Όμως, κοινός τόπος όλων των εννοιών είναι η σύνδεσή του τόσο με τους στόχους της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών όσο και με τη συγκρότηση των αναλυτικών προγραμμάτων (Πλακίτση, 2011).

1.2 Η ιστορία του όρου «επιστημονικός εγγραμματισμός».

Η χρήση του όρου «επιστημονικός εγγραμματισμός» ξεκίνησε με τον James Bryant Conant στη δεκαετία του 1940 (Holton, 1998) αλλά επεξεργάστηκε από τον Paul Denart Hurd σε ένα άρθρο για εκπαιδευτικούς το 1958 ο οποίος είχε τίτλο Science Literacy: Its Meaning for American Schools (DeBoer, 1991). Ο όρος χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει μια κατανόηση της επιστήμης και των εφαρμογών της στην κοινωνία (Laugksch, 2000). Ωστόσο, το ενδιαφέρον και η ανησυχία για στοιχεία της έννοιας του επιστημονικού εγγραμματισμού, δηλαδή, η ιδέα ότι το κοινό πρέπει να έχει κάποια γνώση της επιστήμης, ανάγεται τουλάχιστον στην αρχή του 20^{ου} αιώνα (Shamos, 1995).

Η ώθηση για το ενδιαφέρον για τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό στα τέλη της δεκαετίας του 1950 είναι πιθανό να ήταν η ανησυχία της αμερικανικής επιστημονικής κοινότητας σχετικά με τη δημόσια υποστήριξη για την επιστήμη, προκειμένου να ανταποκριθεί στη σοβιετική εκτόξευση του Sputnik. Ο Waterman (1960) έγραψε μία ανασκόπηση των πρώτων 10 ετών του Εθνικού Ιδρύματος Επιστημών των ΗΠΑ για την αναγνώριση ότι «η πρόοδος της επιστήμης εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την κατανόηση του κοινού και την υποστήριξη ενός διαρκούς προγράμματος επιστημονικής εκπαίδευσης και έρευνας». Την ίδια περίπου περίοδο, οι Αμερικανοί ανησυχούσαν για το κατά πόσο τα παιδιά τους λάμβαναν το είδος της μόρφωσης η οποία θα τα βοηθούσε να ανταπεξέλθουν σε μια ανταγωνιστική κοινωνία, όπου η επιστήμη και η τεχνολογία συνεχώς αναπτυσσόταν (Laugksch, 2000).

Η αύξηση του επιπέδου του επιστημονικού αλφαριθμητισμού μεταξύ των Αμερικανών θεωρήθηκε ως στρατηγική για την αποτελεσματική αντιμετώπιση και των δύο παραπάνω ανησυχιών. Ο Roberts (1983) επανεξέτασε την περίοδο από τη δεκαετία του 1950 έως τα τέλη της δεκαετίας του 1970 και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε σχετικά με τον επιστημονικό εγγραμματισμό ως έννοια εκείνα τα χρόνια, βασίζονται σε αυτή την αναθεώρηση. Δεδομένου του σημαντικού διττού πλαισίου υποστήριξης της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες, πολλοί συγγραφείς άρχισαν να προωθούν διάφορες πτυχές που σχετίζονται με τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Ο Roberts (1983) χαρακτήρισε τα έτη από το 1957 έως το 1963 ως την «περίοδο

νομιμοποίησης» της έννοιας. Όμως, τα άτομα που επέλεξαν τον επιστημονικό εγγραμματισμό, δεν παρείχαν πάντα έναν σαφή ορισμό του τι αντιπροσώπευε αυτή η έννοια. Στα πρώτα στάδια ακολούθησε μια «περίοδος σοβαρής ερμηνείας» (Roberts, 1983) στην οποία έγιναν εμφανείς πολλαπλές και ποικίλες έννοιες της επιστημονικής παιδείας (DeBoer, 1991). Στη συνέχεια, έγιναν αρκετές προσπάθειες για την εδραίωση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού ως έννοια μετά την οποία ακολούθησε μια περίοδος περαιτέρω ερμηνείας (Roberts, 1983). Ωστόσο, ο Gabel (1976), έδειξε στο έργο του για ένα θεωρητικό μοντέλο επιστημονικής παιδείας, βασισμένο σε ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων ερμηνειών της έννοιας του επιστημονικού αλφαριθμητισμού, σε ποιο βαθμό αυτή η έννοια «είχε τόσες πολλές ερμηνείες ότι τώρα σημαίνει σχεδόν τα πάντα για την επιστημονική εκπαίδευση» (Roberts, 1983).

Η περίοδος στα τέλη της δεκαετίας του 1970 και των αρχών της δεκαετίας του 1980 χαρακτηρίστηκε από την πληθώρα ποικίλων ορισμών και ερμηνειών του επιστημονικού εγγραμματισμού και μια επίμονη έλλειψη συναίνεσης, η οποία μείωσε τη χρησιμότητα αυτής της έννοιας (Graubard, 1983). Περίπου την ίδια στιγμή, οι Ηνωμένες Πολιτείες αντιμετώπιζαν δύο σημαντικές προκλήσεις. Η πρώτη σχετιζόταν με την ανάδυση της οικονομικής ισχύος της Ιαπωνίας και άλλων χωρών του Ειρηνικού και μιας γενικής πεποίθησης ότι η διεθνής οικονομική ανταγωνιστικότητα της Αμερικής και συνεπώς η βιομηχανική της ηγεσία, ήταν σε πτώση. Έτσι, η επιστήμη και η τεχνολογία θεωρήθηκαν ως η θεμελιώδης βάση για την οικονομική πρόοδο. Η δεύτερη πρόκληση σχετιζόταν με την αποκλιμάκωση της ερευνητικής βάσης στην επιστήμη και τη μηχανική στις Η.Π.Α. και με την κακή θέση τους στις διεθνείς συγκρίσεις των επιστημονικών επιτευγμάτων.

Εξαιτίας των αντιληπτών απειλών για την οικονομική ανταγωνιστικότητα των Ηνωμένων Πολιτειών και της κρίσης στην οποία φαινόταν να βρίσκεται η αμερικανική επιστημονική εκπαίδευση, ένα αναζωπυρωμένο ενδιαφέρον για τον επιστημονικό εγγραμματισμό αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1980 (Prewitt, 1983). Από την περίοδο αυτή, ο επιστημονικός εγγραμματισμός των ενηλίκων έλαβε την απαιτούμενη προσοχή στις Ηνωμένες Πολιτείες και αλλού.

Στα επόμενα χρόνια από τη δημοσίευση του άρθρου του Hurd, ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για να περιγράψει τον σκοπό, τις πολιτικές, τα προγράμματα και τις πρακτικές της επιστημονικής εκπαίδευσης. Η

ιστορική προοπτική του επιστημονικού γραμματισμού, ωστόσο, δεν είναι η πραγματικότητα της σύγχρονης εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες (Bybee, 2009). Ακαδημαϊκοί ερευνητές συζητούν την πραγματική έννοια του όρου, οι δάσκαλοι της τάξης ισχυρίζονται ότι οι μαθητές τους επιτυγχάνουν επιστημονικό αλφαριθμητισμό και οι εθνικές και διεθνείς αξιολογήσεις παρέχουν αποδείξεις ότι κάπου μεταξύ του αφηρημένου σκοπού και της συγκεκριμένης πρακτικής, η επιστημονική κοινότητα απέτυχε να θεμελιώσει στην πράξη το διακύβευμα του επιστημονικού εγγραμματισμού, τουλάχιστον στις Ηνωμένες Πολιτείες (Bybee, 2009). Στην πραγματικότητα, τα περισσότερα σχολικά επιστημονικά προγράμματα δίνουν έμφαση στο περιεχόμενο και τις μεθόδους που αντιπροσωπεύουν την προετοιμασία για μια επαγγελματική σταδιοδρομία στην επιστήμη.

1.3 Η σημασία του επιστημονικού εγγραμματισμού.

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι ένα απαραίτητο στοιχείο της εκπαίδευσης στη σύγχρονη κοινωνία, η οποία βασίζεται στην επιστήμη και την τεχνολογία (Coll & Neil, 2009). Είναι ζωτικής σημασίας η διδασκαλία της σε όλους τους πολίτες και όχι μόνο σε εκείνους που συμμετέχουν ενεργά ή έχουν επιλέξει επιστημονική σταδιοδρομία (McPhearson, 2008). Είναι πολύ σημαντικός καθώς κάθε πολίτης θα βρεθεί αντιμέτωπος με δημόσια ζητήματα που απαιτούν κάποιο επιστημονικό υπόβαθρο και ως εκ τούτου, κάθε πολίτης θα πρέπει να έχει κάποιο επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού, επειδή ένας εγγράμματος επιστημονικά πληθυσμός μπορεί να αντιμετωπίσει καλύτερα πολλά από τα προβλήματά του και να λάβει έξυπνες και ενημερωμένες αποφάσεις που θα επηρεάσουν την ποιότητα της ζωής του και των παιδιών του (Hazen & Trefil, 2009). Έτσι έχει καταστεί ένα σημαντικό μέσο για την πλήρη ανάπτυξη των πολιτών, οι οποίοι μπορούν μέσω αυτού, να αντιμετωπίσουν τις σύγχρονες οικονομικές απαιτήσεις και προκλήσεις (Nwosu & Ibe, 2014).

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι μία από τις βασικές ικανότητες που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της υποχρεωτικής εκπαίδευσής

τους. Σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς, υπάρχουν τρία επίπεδα επιστημονικής παιδείας, δηλαδή πρακτικό, πολιτικό και πολιτιστικό (Holbrook & Rannikmae, 2009). Ενώ ο πρακτικός εγγραμματισμός αναφέρεται στην ικανότητα ενός ατόμου να αντιμετωπίζει καθημερινά επιστημονικά και τεχνικά ζητήματα όπως τα τρόφιμα ή η υγεία, ο εγγραμματισμός των πολιτών πηγαίνει ένα βήμα παραπέρα. Αντικατοπτρίζει ένα υψηλότερο επίπεδο συμμετοχής στην επιστήμη και την τεχνολογία.

Μεταξύ άλλων, οι πολίτες με πολιτικό επίπεδο εγγραμματισμού έχουν την ικανότητα να διακρίνουν τις επιστημονικές πληροφορίες που παρέχονται από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, να προσεγγίζουν κριτικά τις διαφορετικές επιστημονικές απόψεις, να κατανοούν τις κοινωνικές, ηθικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της επιστημονικής και τεχνικής δραστηριότητας και να συμμετέχουν κατά συνέπεια στις σχετικές συλλογικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων, να κατανοούν τη φύση της επιστημονικής έρευνας και να εκτιμούν το βαθμό στον οποίο η επιστήμη και η τεχνολογία επηρεάζουν σήμερα την κοινωνική πρόνοια (Morales & Tuzon, 2020).

Οι Miller & Buschman (2007) αναφέρουν δύο διαστάσεις του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Η πρώτη είναι μια βασική γνώση βασικών επιστημονικών εννοιών ενώ η δεύτερη είναι η κατανόηση της διαδικασίας της επιστήμης, δηλαδή η κατανόηση ότι η επιστήμη βασίζεται τα συμπεράσματά της σε αποδείξεις και λογική και όχι σε συναισθήματα, ιδεολογία, αρχαία κείμενα, πρόσωπα εξουσίας ή δεισιδαιμονίες. Έτσι, καθώς ο κόσμος λειτουργεί σύμφωνα με μερικούς γενικούς νόμους της φύσης, κάθε ενέργεια που κάνει ο άνθρωπος κατά τη διάρκεια της ζωής του, συμβαίνει εξαιτίας αυτών των νόμων της φύσης. Ο επιστημονικά εγγράμματος άνθρωπος αποκόπτεται από ένα πλούσιο κομμάτι της ζωής, όπως και κάποιος που δεν μπορεί να διαβάσει (Hazen & Trefil, 2009).

Οι Holbrook & Rannikmae, (2009) επεκτείνουν τον επιστημονικό εγγραμματισμό σε τέσσερα λειτουργικά επίπεδα: α) Ονομαστικό: ο μαθητής μπορεί να αναγνωρίσει επιστημονικούς όρους, αλλά δεν έχει σαφή κατανόηση του νοήματος, β) Λειτουργικό: ο μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει επιστημονικό και τεχνολογικό λεξιλόγιο, αλλά αυτό συνήθως μόνο εκτός πλαισίου, όπως συμβαίνει για παράδειγμα στις σχολικές εξετάσεις, γ) Εννοιολογικό - Διαδικαστικό: ο μαθητής κατανοεί και αντιλαμβάνεται τις σχέσεις μεταξύ εννοιών και μπορεί να χρησιμοποιήσει τη διαδικασία του νοήματος, δ) Πολυδιάστατο επίπεδο: ο μαθητής όχι μόνο κατανοεί,

αλλά αναπτύσσει μια προοπτική επιστήμης και τεχνολογίας που περιλαμβάνει τη φύση της επιστήμης, το ρόλο της επιστήμης και της τεχνολογίας στην ιδιωτική και δημόσια ζωή.

Σε μια προσπάθεια να καταδείξει τη σημασία του επιστημονικού εγγραμματισμού, ο Heller (2005) ανέφερε τους εξής λόγους για να συμπεριληφθούν οι επιστημονικές και τεχνολογικές ικανότητες στα ελάχιστα πρότυπα για τον βασικό αλφαριθμητισμό: α) η ανταγωνιστικότητα και η απασχολησιμότητα, που είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την ικανότητα των ατόμων να συμμετέχουν ενεργά και να προωθούν την καινοτομία στον χώρο εργασίας, β) τον 21^ο αιώνα, η επιστήμη και η τεχνολογία έχουν καταλήξει να διαδραματίζουν αυξανόμενο σημαντικό ρόλο σε πολλούς τομείς της κοινωνίας και γ) πολλά από τα μεγαλύτερα κοινωνικά προβλήματα της εποχής μας αφορούν σημαντικές επιστημονικές και τεχνολογικές συνιστώσες. Για την επίλυση αυτών των προβλημάτων, οι πολίτες πρέπει να είναι σε θέση να συμμετέχουν στις συζητήσεις και τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων με καλά αναπτυγμένη κατανόηση αυτών των επιστημονικών και τεχνολογικών πτυχών.

Έτσι, η σημασία του επιστημονικού εγγραμματισμού είναι μεγάλη καθώς ο κόσμος έχει ανάγκη από πολίτες με δεξιότητες κριτικής σκέψης, ανθρώπους που είναι ικανοί να αμφισβητήσουν τα θεμέλια πάνω στα οποία κατασκευάζονται ορισμένοι ισχυρισμοί και που μπορούν ανεξάρτητα να αναζητήσουν πληροφορίες για να οικοδομήσουν ορθολογικές και καλά υποστηριζόμενες απόψεις. Ο Shamos (1995) χωρίζει τον επιστημονικό εγγραμματισμό σε τρία επίπεδα, τον πολιτικό, τον λειτουργικό και τον πραγματικό εγγραμματισμό. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο του Shamos, ο πραγματικός επιστημονικός εγγραμματισμός, ο οποίος είναι το υψηλότερο επίπεδο επιστημονικού αλφαριθμητισμού, περιέχει όλες τις επιστημονικές πρωτοβουλίες. Ένα άτομο που βρίσκεται σε αυτό το επίπεδο γνωρίζει σημαντικές έννοιες και θεωρίες, πώς αναπτύσσονται και τους λόγους για τους οποίους γίνονται αποδεκτές και το ρόλο των επιστημονικών πειραμάτων. Επιπλέον, το άτομο κατανοεί τη σημασία του να είναι αμερόληπτο, να θέτει τις κατάλληλες ερωτήσεις, να σκέφτεται αναλυτικά και να χρησιμοποιεί επαγωγική συλλογιστική για να απαντήσει σε αυτές τις ερωτήσεις (Turgut, 2005).

Επιπρόσθετα, ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι απαραίτητος για την προώθηση της εκπαίδευσης. Οι σχολικές μονάδες που προσπαθούν να διδάξουν τη

βιωσιμότητα, καλούνται να ενσωματώσουν μια ολιστική προοπτική σε ένα παραδοσιακό πρόγραμμα σπουδών, το οποίο στοχεύει στην εξειδίκευση. Αυτή η νέα ενοποιητική και διεπιστημονική επιστημολογική προσέγγιση είναι απαραίτητη, ώστε κάθε πολίτης να είναι έτοιμος να κατανοήσει και να συμμετάσχει σε συζητήσεις για τα σύνθετα σύγχρονα ζητήματα που θέτει η μεταβιομηχανική κοινωνία (Correia et al., 2010).

Οι αυξανόμενες μεταβολές του 21^{ου} αιώνα απαιτούν από τους μαθητές αφενός και τους πολίτες αφετέρου, να είναι εξοπλισμένοι με διάφορες δεξιότητες και ικανότητες, οι οποίες μπορούν να αποκτηθούν με την αποτελεσματική χρήση του επιστημονικού εγγραμματισμού. Οι δεξιότητες αυτές είναι η επικοινωνία, η δημιουργικότητα, η κριτική και στοχαστική σκέψη, η ανάληψη ευθύνης, η λήψη αποφάσεων και άλλων προβλημάτων, οι γνωστικές και επιχειρηματικές δεξιότητες (Ibe, 2006). Αυτές οι δεξιότητες επιτρέπουν στον άνθρωπο να επιβιώσει, να αναπτύξει πλήρως τις ικανότητές του, να ζήσει και να εργαστεί με αξιοπρέπεια, να βελτιώσει την ποιότητα της ζωής του αλλά και τους περιβάλλοντός του, να συμμετέχει ισότιμα στην ανάπτυξη της κοινότητάς τους και να λάβει τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με το παρόν και το μέλλον του.

1.4 Σύγχρονη κοινωνία και επιστημονικός εγγραμματισμός.

Ερευνητές επισημαίνουν ότι ο επιστημονικός εγγραμματισμός κατέχει σημαντικό και καίριο ρόλο για τη γνώση των Φυσικών Επιστημών καθώς μέσω αυτού κατανοείται ευκολότερα το περιεχόμενο των βασικών εννοιών της επιστήμης. Υπάρχουν και άλλοι που αναφέρουν τη χρησιμότητα του επιστημονικού εγγραμματισμού για την κοινωνία, αφού αυτός αποτελεί προϋπόθεση προσαρμογής στις προκλήσεις ενός ταχέως μεταβαλλόμενου κόσμου (Rychen & Salganik, 2003). Έτσι, μέσω αυτού αναπτύσσονται δεξιότητες ζωής μέσα σε ένα κοινωνικό πλαίσιο και ως εκ τούτου προορίζεται για όλους και όχι μόνο για εκείνους που επιλέγουν μια σταδιοδρομία στην επιστήμη ή που είναι ειδικοί στον τομέα της επιστήμης (Rahayu, 2014).

Οι Holbrook και Rannikmae (2009) βλέπουν την ανάγκη ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός να σχετίζεται με την ικανότητα λειτουργικότητας του πολίτη μέσα στην κοινωνία, στο σπίτι, στην εργασία και στην κοινότητα, όχι καθαρά σε επίπεδο γνώσης, αλλά στη λήψη αποφάσεων και στη δράση ως υπεύθυνο άτομο. Μόνο το τελευταίο, ωστόσο, μπορεί να προταθεί ως έμφαση στη λήψη κοινωνικο-επιστημονικών αποφάσεων, όπου η εστίαση δεν αφορά μόνο τις αλλαγές στον φυσικό κόσμο αλλά και έναν τρόπο σκέψης (Holbrook & Rannikmae, 2009).

1.5 Σχολείο και επιστημονικός εγγραμματισμός.

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός έχει σχετικά μακρά ιστορία και γενικά ευρεία χρήση στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (Bybee & McCrae, 2011). Στόχος του είναι, όπως θα έπρεπε να εκδηλώνεται στις εκπαιδευτικές πολιτικές, τα προγράμματα και τις πρακτικές, να προετοιμάσει τους μαθητές για τη ζωή και την εργασία ως μελλοντικοί ενεργοί πολίτες (Bybee, 2009). Επίσης, να εξαπλώνει τις ήδη γνωστές επιστημονικές γνώσεις με απώτερο σκοπό την αναβάθμιση της γνωστικής υποδομής και κατ' επέκταση τον τρόπο σκέψης και πράξης σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο (Καλέμης, 2016). Ο Ματσαγγούρας (2007), αναφέρει ότι ο επιστημονικός εγγραμματισμός στοχεύει στην κατάκτηση της εννοιολογικής γνώσης, στην κατανόηση της πραγματικής γνώσης, στην ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων αναφορικά με τη μεθοδολογία και τη συλλογιστική κάθε επιστημονικού κλάδου, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων εφαρμογής της επιστημονικής γνώσης, στην ανάπτυξη στάσεων που απορρέουν από τον επιστημονικό τρόπο του «σκέπτεσθαι», «εργάζεσθαι», «θεωρείν» και «κρίνειν» τα πράγματα, στην ανάπτυξη της ικανότητας παραγωγής μαθητικών κειμένων, στην κατανόηση των κοινωνικών παραμέτρων και στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης. Έτσι, ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός κρίνεται ως μία από τις βασικές ικανότητες που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της υποχρεωτικής τους εκπαίδευσης (Morales & Tuzon, 2021).

Ένα τόσο δύσκολο έργο δεν συνεπάγεται μόνο την ανάπτυξη πνευματικών ικανοτήτων αλλά και συμπεριφορικών, κοινωνικών και διεπιστημονικών δεξιοτήτων

(Holbrook & Rannikmae, 2009). Ο Lemke (2001) αναφέρει ότι η διδασκαλία της επιστήμης, ως αυτόνομων κλάδων, δεν προετοιμάζει τους μαθητές επαρκώς για μια επιτυχημένη ζωή. Για το λόγο αυτό προτείνει οι διδακτικές πρακτικές να περιλαμβάνουν την ιστορική προέλευση των επιστημονικών εννοιών και τον οικονομικό αντίκτυπο που αυτές έχουν μέσα στην κοινωνία. Για να πραγματοποιηθεί η αυθεντική εκπαίδευση, πρέπει να διδάσκεται ο επιστημονικός εγγραμματισμός με πιο ανθρωπιστικούς τρόπους, καθώς η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει κοινωνικοπολιτιστικό χαρακτήρα (Lemke, 2001). Ο Osborne (2007) υποστηρίζει ότι τα σύγχρονα προγράμματα σπουδών και οι πρακτικές των φυσικών επιστημών είναι κυρίως «θεμελιωτικά», μια θέση που δίνει έμφαση στην εκπαίδευση των μελλοντικών επιστημόνων έναντι της εκπαίδευσης των μελλοντικών πολιτών. Η προοπτική στο Πρόγραμμα Διεθνούς Αξιολόγησης Μαθητών (PISA) δίνει έμφαση στην εκπαίδευση των μελλοντικών πολιτών (Bybee, 2009). Η επιστήμη διαφέρει από όλες τις άλλες πνευματικές δραστηριότητες, έτσι ώστε να απαιτεί έναν τρόπο σκέψης που δεν συνάδει με τις καθημερινές εμπειρίες κάποιου. Ωστόσο, η γνώση του τι είναι η επιστήμη είναι απαραίτητη προϋπόθεση για έναν τέτοιο εγγραμματισμό (Flynn, 2011).

Η εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών και οι επιστημονικές κοινότητες συμφωνούν ότι ένα μαθητοκεντρικό μαθησιακό περιβάλλον, στο οποίο οι μαθητές σχετίζονται καλύτερα με το περιεχόμενο μέσω συμφραζόμενων μεθόδων και γίνεται πρόβλεψη για συνεργασία με ευκαιρίες λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων, ενισχύει τα κίνητρα των μαθητών για μάθηση. Η σύνδεση και η εφαρμογή του αντικειμένου με τον πραγματικό κόσμο είναι ζωτικής σημασίας για την ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού (Flynn, 2011).

Το PISA (Πρόγραμμα Διεθνούς Αξιολόγησης Φοιτητών) είναι μια διεθνής μελέτη που αναπτύχθηκε από πολλές χώρες του κόσμου που έχουν συσταθεί στον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξη (Ο.Ο.Σ.Α.). Αναπτύχθηκε για να αξιολογήσει και να συγκρίνει την ικανότητα των μαθητών στον εγγραμματισμό, καθώς και των αδυναμιών και των δυνατών σημείων των μαθητών ώστε να υιοθετήσουν πολιτικές για τη βελτίωση της ποιότητας της εκπαίδευσης. Το Project 2061 του OECD (2006) θέτει το ερώτημα πώς η σημερινή εκπαίδευση μπορεί να προετοιμάσει τους μαθητές να κατανοήσουν πώς λειτουργεί ο κόσμος, να σκεφτούν κριτικά και ανεξάρτητα και να ζήσουν ενδιαφέρουσες, υπεύθυνες και παραγωγικές ζωές σε μια

κουλτούρα που διαμορφώνεται όλο και περισσότερο από την επιστήμη και την τεχνολογία. Το Project 2061 ορίζει ευρέως τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό, δίνοντας έμφαση στη σύνδεση των ιδεών στις φυσικές και κοινωνικές επιστήμες, τα μαθηματικά και την τεχνολογία.

Ο ορισμός του επιστημονικού αλφαριθμητισμού που προκύπτει από αυτό το έργο είναι ευρύς και περιλαμβάνει σχεδόν όλους τους στόχους της επιστημονικής εκπαίδευσης που έχουν προσδιοριστεί με την πάροδο των ετών. Το 2006, ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας για την Ανάπτυξη (Ο.Ο.Σ.Α.), ανταποκρίθηκε στα αιτήματα των μελών για τακτικά και αξιόπιστα δεδομένα για τον προσδιορισμό των γνώσεων και των δεξιοτήτων των μαθητών τους και για τη μέτρηση των εκπαιδευτικών συστημάτων των χωρών μελών. Ο Ο.Ο.Σ.Α. άρχισε να εργάζεται για το Πρόγραμμα Διεθνούς Αξιολόγησης Μαθητών (PISA) στα μέσα της δεκαετίας του 1990. Το PISA ξεκίνησε επίσημα το 1997, με την πρώτη έρευνα να πραγματοποιείται το 2000 (OECD, 2006).

Η εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών και οι επιστημονικές κοινότητες μοιράζονται την υπόθεση ότι ένα μαθητοκεντρικό μαθησιακό περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές σχετίζονται καλύτερα με το περιεχόμενο μέσω συμφραζόμενων μεθόδων και γίνεται πρόβλεψη για συνεργασία με ευκαιρίες λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων, θα ενισχύσει τα κίνητρα των μαθητών να μάθουν. Η σύνδεση και η εφαρμογή του αντικειμένου με τον πραγματικό κόσμο είναι ζωτικής σημασίας για την ενίσχυση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Ο John Dewey υπερασπίστηκε την επιστήμη ως νόμιμη πνευματική μελέτη με βάση τη δύναμη που έδωσε στα άτομα να ενεργούν ανεξάρτητα και υποστήριξε ότι όποια και αν είναι η προσφερόμενη γνώση στις Φυσικές Επιστήμες, τόσο για την επιστημονική κοινότητα όσο και για εκπαιδευτικούς σκοπούς, είναι η γνώση της κατάστασης της ανθρώπινης δράσης (Dewey, 1916).

1.6 Η φύση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες.

Στα περισσότερα εκπαιδευτικά συστήματα, η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της συνολικής εκπαιδευτικής διδασκαλίας. Έτσι, διάφορα μαθήματα θα πρέπει να καλύπτουν διαφορετικούς τομείς εκπαίδευσης, ή υποτομείς, όπως για παράδειγμα τα γλωσσικά θέματα που καλύπτουν την ανάπτυξη δεξιοτήτων επικοινωνίας, τα μαθηματικά που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία της λογικής, οι κοινωνικές επιστήμες που καλύπτουν τη διδασκαλία της συνεργατικής μάθησης ή των κοινωνικών αξιών και τις δεξιότητες διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, ψυχοκινητικής και επίλυσης προβλημάτων. Δεδομένου ότι η παροχή της εκπαίδευσης πρέπει να καλύπτει όλο το φάσμα των εκπαιδευτικών δεξιοτήτων, είναι λογικό ότι όλα τα μαθήματα που διδάσκονται πρέπει να σχετίζονται με το πλήρες φάσμα των εκπαιδευτικών στόχων. Αναγνωρίζοντας ότι η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες αποτελεί μέρος της παροχής εκπαίδευσης εντός των σχολείων, η διδασκαλία των επιστημονικών θεμάτων αναμένεται να προωθήσει την ανάπτυξη μιας σειράς δεξιοτήτων και αξιών, που προσδιορίζονται στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών στόχων και ιδίως να επιτρέψει στους μαθητές να επιλύσουν προβλήματα επιστημονικής φύσης και να λάβουν τις κατάλληλες κοινωνικο-επιστημονικές αποφάσεις (Holbrook & Rannikmäe, 2002).

Η φύση της επιστημονικής εκπαίδευσης είναι κάτι πολύ περισσότερο από μια κατανόηση της φύσης της επιστήμης. Στο παρελθόν, σύμφωνα με τον Bloom (1956), οι τομείς της εκπαίδευσης υποδιαιρούνταν σε γνωστικούς, συναισθηματικούς και ψυχοκινητικούς, ειδικά όταν λαμβάνονταν υπόψη η διδασκαλία των επιστημονικών θεμάτων. Ο γνωστικός τομέας περιλαμβάνει την ανάπτυξη δεξιοτήτων σκέψης και θα μπορούσε επίσης να ειπωθεί ότι περιλαμβάνει δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και ικανότητες συλλογισμού. Ωστόσο, η δημιουργικότητα με την καλλιτεχνική έννοια, το ενδιαφέρον, η προσωπική ανάπτυξη και οι διάφορες μορφές επιδεξιότητας που εφαρμόζονται σε ένα κατάλληλο πλαίσιο, π.χ. πρακτική εργασία, σχετίζονται με τους συναισθηματικούς και ψυχοκινητικούς τομείς. Σήμερα, ωστόσο, μια ευρύτερη θεώρηση των εκπαιδευτικών συνιστωσών είναι πιο πιθανή και καλύπτει πνευματικές, επικοινωνιακές, κοινωνικές και ηθικές, συνεργατικές, προσωπικές και σωματικές δεξιότητες, καθώς και στάσεις (Holbrook, 2007).

Η κατηγοριοποίηση των εκπαιδευτικών στόχων του Bloom σε γνωστικά, συναισθηματικά και ψυχοκινητικά συστατικά δεν προέρχεται εμπειρικά από τον τρόπο που μαθαίνουν οι μαθητές, αλλά μάλλον από τις απόψεις των εκπαιδευτικών (Biggs, 1996). Ωστόσο, ενώ άλλες ταξινομίες, όπως το SOLO (Biggs, 1996) προέρχονται από παρατηρούμενα μαθησιακά αποτελέσματα μαθητών, δεν ταιριάζουν με τους εκπαιδευτικούς στόχους που καθορίζονται στα προγράμματα σπουδών. Όταν οι στόχοι αυτοί καλύπτουν πνευματικές και επικοινωνιακές δεξιότητες, μαζί με την προσωπική ανάπτυξη και τις στάσεις, αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως συστατικά ενός ατομικού ή προσωπικού τομέα. Όλα αφορούν την ανάπτυξη του ατόμου.

Από την άλλη πλευρά, η συνεργατική μάθηση, η οποία προφανώς λαμβάνει χώρα σε μια ομάδα και οι κοινωνικές και ηθικές αξίες που σχετίζονται με τις αλληλεπιδράσεις και τη λήψη αποφάσεων μέσα στην κοινωνία, μπορούν να θεωρηθούν ως συστατικά ενός τομέα της κοινωνίας. Αυτή η συμπύκνωση επιτρέπει στις υποδιαιρέσεις των εκπαιδευτικών στόχων να ομαδοποιηθούν σε τρία αναθεωρημένα στοιχεία - έναν προσωπικό τομέα, έναν τομέα κοινωνίας, καθώς και έναν τομέα προσανατολισμένο στα χαρακτηριστικά του θέματος. Για την επιστήμη, προτείνεται τα χαρακτηριστικά του θέματος να παρέχονται μέσω της απόκτησης μιας κατανόησης της φύσης της επιστήμης σε σημαντικά πλαίσια, που συνδέονται με τη διδασκαλία της έρευνας και τις έρευνες για την επίλυση προβλημάτων.

Η φύση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες έχει ως πιο σημαντικό τομέα την κατανόηση της φύσης της επιστήμης ή την απόκτηση επιστημονικών ιδεών και θέτει τη μάθηση της φύσης της επιστήμης σε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο καθώς συνδέει την επιστήμη με το πλήρες φάσμα των εκπαιδευτικών στόχων. Με τον τρόπο αυτό, υποδηλώνει ότι η διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών γίνεται μέσω μιας εκπαιδευτικής δομής και όχι απλώς μέσω του περιεχομένου των φυσικών επιστημών. Μια τέτοια δομή αποτελεί το επίκεντρο για την ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού μέσω της επίσημης σχολικής εκπαίδευσης.

Τα θεμελιώδη δομικά στοιχεία της επιστήμης από μόνα τους, ή οι «μεγάλες» ιδέες όπως αναπτύχθηκαν από το AAAS (1993) και το NRC (1996), δεν θεωρούνται διακριτικά στοιχεία του επιστημονικού εγγραμματισμού. Αυτό δεν σημαίνει ότι αποκλείονται από τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, αλλά είναι μια αναγνώριση ότι οι χρήσιμες βασικές γνώσεις είναι διστακτικές, επιδέχονται περιφερειακές

διακυμάνσεις και περιλαμβάνονται καλύτερα με βάση την ανάγκη γνώσης (όπου η ανάγκη για γνώση έχει προηγουμένως προσδιοριστεί). Αυτό θα σημαίνει ότι η λογική του προγράμματος σπουδών που βασίζεται στις «θεμελιώδεις» ιδέες δεν αποτελεί πλέον τη βάση για τη διδασκαλία. Μάλλον σύνθετα ζητήματα και καταστάσεις μέσα στην κοινωνία, τα λεγόμενα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα (Sadler & Zeidler, 2005; Zeidler et al, 2005) θεωρούνται ως τα σημεία εκκίνησης για την εκμάθηση των Φυσικών Επιστημών. Αυτό επιτρέπει στα προσωπικά και κοινωνικά συστατικά της μάθησης να διαδραματίσουν εμψυχωτικό ρόλο στην ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού μεταξύ των μαθητών. Και με βάση αυτό, προτείνεται η διδασκαλία των θεμάτων της επιστήμης να γίνεται μέσω καταστάσεων που βασίζονται στο πλαίσιο της πραγματική ζωής και όχι μέσω του προσδιορισμού του σημαντικού θεωρητικού περιεχομένου. Μια τέτοια άποψη αντιπροσωπεύει μια σημαντική αλλαγή εστίασης για τη διδασκαλία των επιστημονικών θεμάτων και υποδηλώνει ότι κανένα περιεχόμενο δεν είναι θεμελιώδες, αλλά μάλλον το περιεχόμενο που απαιτείται για την ενίσχυση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού εξαρτάται από τον πολιτισμό και την κοινωνία στην οποία εφαρμόζεται η επιστημονική εκπαίδευση. Αυτό, υποστηρίζεται, ισχύει ακόμη και αν σημειωθεί η τρέχουσα εξάπλωση της παγκοσμιοποίησης και η αυξημένη κινητικότητα των ανθρώπων πέρα από τα πολιτιστικά χάσματα (Holbrook, 2007).

Η βασική κινητήρια δύναμη για τη φύση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες είναι η ανάγκη για τους μαθητές να αποκτήσουν κοινωνικές δεξιότητες, υποστηριζόμενες από ατομικές δεξιότητες, επιτρέποντας έτσι στους μαθητές και αργότερα ως ενήλικες να διαδραματίσουν υπεύθυνο ρόλο στην κοινωνία όσον αφορά: (α) την ανάπτυξη κοινωνικών αξιών, έτσι ώστε ένα άτομο να μπορεί να ενεργεί με υπεύθυνο τρόπο εντός της κοινότητας, β) να είναι σε θέση να λειτουργεί στον κόσμο της εργασίας σε οποιοδήποτε επίπεδο ικανότητας ή ευθύνης, γ) διαθέτοντας το εννοιολογικό υπόβαθρο ή τις δεξιότητες της μάθησης για να μάθουν να αντιμετωπίζουν την ανάγκη ύπαρξης, σχετικής δημόσιας κατανόησης της επιστήμης και της τεχνολογίας σε μια μεταβαλλόμενη κοινωνία (Roth & Lee, 2004). Αυτές είναι η ουσία της ενίσχυσης του αληθινού ή πολυδιάστατου επιστημονικού εγγραμματισμού (Shamos, 1995).

1.7 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες.

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο σχολείο θεωρείται ότι είναι η ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού (Holbrook & Rannikmae, 2007). Ένα από τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν στο νηπιαγωγείο για τη διδασκαλία της επιστήμης είναι ο κονστρουκτιβισμός, ο οποίος θέλει οι αντιλήψεις των μαθητών να λαμβάνονται υπόψη και να είναι η αρχή μιας ενοποιητικής διαδικασίας κέρδους. Εάν οι αντιλήψεις των μαθητών είναι κοντά σε αυτό που διδάσκεται, τότε η στρατηγική ενίσχυση αυτών των ιδεών εφαρμόζεται μέσω μιας παρουσίασης πρόσθετων παραδειγμάτων. Σε αυτό το μοντέλο, ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι βοηθητικός και υποστηρικτικός (Samara & Kotsis, 2020; Πλακίτση, 2001).

Η φύση της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών είναι τέτοια που παρέχει το πλαίσιο για την εκπαίδευση προκειμένου να επικεντρωθεί στην ενίσχυσή του. Καθώς τα τελευταία χρόνια επισημαίνεται η μεγάλη αύξηση της τεχνολογίας, η UNESCO (1993) τόνισε ότι πρέπει να λαμβάνεται περισσότερο υπόψη ο επιστημονικός και τεχνολογικός εγγραμματισμός όταν γίνεται αναφορά στην εκπαίδευση μέσω της επιστήμης. Όμως, μέσα σε ένα σχολικό πλαίσιο η διάκριση μεταξύ επιστημονικού και τεχνολογικού εγγραμματισμού είναι πολύ δύσκολη, επειδή οι δύο αυτές έννοιες θεωρούνται ταυτόσημες. Στην πραγματικότητα, για όλους τους πρακτικούς σκοπούς που σχετίζονται με τη διδασκαλία στα σχολεία, ο επιστημονικός και ο τεχνολογικός εγγραμματισμός μπορούν να θεωρηθούν ως οι ίδιοι. Αυτό δεν σημαίνει όμως ότι η επιστήμη είναι το ίδιο με την τεχνολογία. Τουναντίον, υποδηλώνεται ότι η συνειδητή γνώση, οι προσωπικές και κοινωνικές αξίες που είναι εγγενείς στην ανάπτυξη του επιστημονικού και τεχνολογικού εγγραμματισμού σε αυτή την έννοια δεν διακρίνονται. Η μόνη διαφορά στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και στη διδασκαλία της τεχνολογίας είναι στη φύση της επιστήμης, σε αντίθεση με τη φύση της τεχνολογίας.

Οι Norris & Phillips (2003) αναφέρουν ότι η επικοινωνιακή δεξιότητα είναι ένα κρίσιμο συστατικό του εγγραμματισμού, που αναφέρεται ως εγγραμματισμός με τη λειτουργική του έννοια, και όχι ως παράγωγη αίσθηση. Όμως, είναι δύσκολο να δούμε πώς οποιαδήποτε προσέγγιση στον επιστημονικό και τεχνολογικό εγγραμματισμό δεσμεύεται απλά από τη γλώσσα ή από μια κυριαρχία του γραπτού κειμένου. Η

γλωσσική ικανότητα, ως συστατικό της επικοινωνιακής δεξιότητας, είναι από μόνη της μέρος του προσωπικού τομέα στο μοντέλο για τη φύση της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες και, ως εκ τούτου, είναι κοινή για τη μάθηση σε όλους τους θεματικούς τομείς, όχι μόνο στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών. Ο επιστημονικός και τεχνολογικός εγγραμματισμός είναι πολύ περισσότερο από τη γλωσσική επάρκεια, (UNESCO, 1994). Το θεμέλιό του σχετίζεται αναπόφευκτα με την εννοιολόγηση της επιστημονικής γνώσης που πρέπει να γνωρίζουμε, αν και πολλά σχολικά προγράμματα σπουδών φαίνεται να δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στην ανάπτυξη μιας πιο μακρινής συνιστώσας γνώσης από ό,τι δικαιολογείται για έναν θεματικό τομέα που επεκτείνεται με ταχύτερο ρυθμό (Schibeci & Lee, 2003). Η γνώση για χάρη της, και ως εκ τούτου η επικοινωνία που συνδέεται με αυτές τις γνώσεις πρέπει να δώσει τη θέση της στη γνώση και την επικοινωνία για τη λειτουργικότητα στην κοινωνία και αυτό είναι πιθανό να είναι πολιτισμικά και ακόμη και περιφερειακά δεσμευτικό (Norris & Phillips, 2003).

Η παγκόσμια κατανόηση της επιστήμης στην κοινωνία δεν μπορεί να θεωρηθεί ως απάντηση για τη σχολική παιδαγωγική εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες. Ο επιστημονικός και τεχνολογικός εγγραμματισμός σχετίζεται με την επίγνωση της επιστήμης μέσα στην κοινωνία και με την επίγνωση των εμπειρογνομώνων που μπορούν να παρέχουν την κατανόηση την οποία είναι πιθανόν να μην την έχει ο απλός πολίτης (DeBoer, 2000). Αυτό όμως εξακολουθεί να μην καλύπτει τη δυνατότητα λήψης αποφάσεων σε μια δημοκρατική κοινωνία, όπου η τεχνολογία, που καθοδηγείται από την επιστήμη, διαδραματίζει όλο και μεγαλύτερο ρόλο. Ούτε αναπτύσσει την εκτίμηση ότι τα πλεονεκτήματα των τεχνολογικών εξελίξεων μπορεί να είναι μεγάλα για ορισμένους, αλλά ένα σημαντικό μειονέκτημα για άλλους και όπου οι παράπλευρες επιδράσεις που σχετίζονται με την υγεία, τη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος ή τις οικονομικές ανησυχίες μπορούν να γίνουν βασικοί παράγοντες για την επιλογή της καταλληλότερης τεχνολογίας που καθοδηγείται από την επιστήμη (Sadler & Zeidler, 2005; Roth & Lee, 2004).

Ο επιστημονικός και τεχνολογικός εγγραμματισμός θεωρείται ότι περιλαμβάνει όλα αυτά, καθώς αν και είναι ένας απλός όρος, το κύριο πλεονέκτημά του είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συνοψίσει, σε σχολικό επίπεδο, τις προθέσεις της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες και να τονίσει τη φύση της επιστημονικής εκπαίδευσης που απαιτείται (Holbrook & Rannikmae, 2007). Αποφεύγει τη χρήση

λεπτομερειών που αποσπούν την προσοχή και, ως εκ τούτου, δηλώνει πειστικά μια πολύπλοκη ιδέα που διαισθητικά φαίνεται να είναι σωστή (Baumert, 1997). Υπάρχουν δύο ομάδες που υποστηρίζουν τα εξής: α) η μία θέτει έναν κυρίαρχο ρόλο του επιστημονικού και τεχνολογικού εγγραμματισμού για συγκεκριμένες ιδέες στην επιστήμη, που προωθούνται στο πλαίσιο της κατανόησης της φύσης της επιστήμης και ως εκ τούτου εστιάζει στη φύση της επιστημονικής εκπαίδευσης και στην κατανόηση της επιστήμης με την κοινωνία, β) η άλλη ομάδα εστιάζει στη φύση της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών και συνδέεται κυρίως με την προώθηση της λειτουργικότητας ενός πολίτη μέσα στην κοινωνία (Roth & Lee, 2004). Η πρώτη ομάδα, φαίνεται να είναι πολύ διαδεδομένη μεταξύ των καθηγητών Φυσικών Επιστημών και βασίζεται στην ιδέα ότι υπάρχουν θεμελιώδεις ιδέες στην επιστήμη οι οποίες είναι ουσιώδεις και ότι αυτό απαιτείται για την οικοδόμηση μιας έννοιας της φύσης της επιστήμης. Η φύση της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών κυριεύεται από την εννοιολογική εμπιστοσύνη και η μικρή προσοχή δίνεται σε περιπτώσεις προσωπικών και κοινωνικών πτυχών. Η εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών χαρακτηρίζεται ως «επιστημονική παιδεία» για να διακρίνεται από τον επιστημονικό εγγραμματισμό (Maienschein, 1998).

Η δεύτερη ομάδα βλέπει τον επιστημονικό και τεχνολογικό εγγραμματισμό ως προϋπόθεση η οποία μπορεί να προσαρμοστεί και να διαδραματίσει υπεύθυνο ρόλο στις προκλήσεις ενός ταχέως μεταβαλλόμενου κόσμου. Αναγνωρίζει την ανάγκη για δεξιότητες συλλογισμού σε ένα κοινωνικό πλαίσιο που βασίζεται σε έγκυρες επιστημονικές ιδέες, οι οποίες προέρχονται από την εννοιολογική κατανόηση και συνδέονται με τη φύση της επιστήμης. Αυτή η άποψη αναγνωρίζει ότι ο επιστημονικός και τεχνολογικός εγγραμματισμός είναι για όλους και έχει ελάχιστη σχέση με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών που επικεντρώνεται αποκλειστικά στη φύση της επιστήμης ή παρέχει αποκλειστικά ένα ακαδημαϊκό επιστημονικό υπόβαθρο για την εξειδίκευση της επιστήμης (Roth & Lee, 2004). Ουσιαστικά, αυτή η δεύτερη ομάδα, αντικρούει την ανάγκη για δύο τύπους σχολικών μαθημάτων Φυσικών Επιστημών, έναν για τη γενική εκπαίδευση και έναν άλλο για εξειδίκευση και αναγνωρίζει ότι ένα ειδικό μάθημα θα ήταν απλώς μια προέκταση του πρώτου με περισσότερη αύξηση του χρόνου εργασίας (Holbrook, 1998). Αυτή η κατεύθυνση θέτει ως επίκεντρο την υπεύθυνη ιδιότητα του πολίτη, την οποία η επιστημονική γνώση χρησιμοποιείται με

σύνεση προς όφελος της κοινωνίας (Roth & Lee, 2004). Έτσι, έχουν ονομάσει αυτή την επιστήμη ως την επιστήμη των πολιτών η οποία περιλαμβάνει έντονα τους προσωπικούς και κοινωνικούς τομείς παράλληλα με τη φύση της επιστήμης (Jenkins, 1999). Και ενώ η διδασκαλία του είναι στο πλαίσιο της εκπαίδευσης μέσω της επιστήμης και βασίζεται σε θέματα ή σε συμφραζόμενα οι επιστημονικές ιδέες περιορίζονται στο υπό εξέταση ζήτημα (Zeidler et al., 2005). Ωστόσο, δεν εξαλείφει τη συμπερίληψη της ιστορικής προοπτικής, ούτε αποκλείει τις εισροές γνώσης των εκπαιδευτικών παράλληλα με την μάθηση των μαθητών.

Η εκτίμηση της φύσης της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες είναι σημαντική για τον τρόπο με τον οποίο τα σχετικά μαθήματα αναφέρονται και διδάσκονται στο σχολείο. Η φύση της επιστήμης διέπεται από τους στόχους της εκπαίδευσης, αλλά επί του παρόντος δεν εκφράζεται επαρκώς σε σχέση με αυτούς. Αν οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν μια σαφή ιδέα για τη φύση της εκπαίδευσης στις επιστήμες, είναι απίθανο να μπορέσουν να εκπληρώσουν τις απαιτήσεις της κοινωνίας κατά την εφαρμογή της επιδιωκόμενης εκπαίδευσης (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Σημαντικό είναι επίσης το επίκεντρο της εκπαίδευσης της επιστήμης εάν πρόκειται να ενισχυθεί η απόκτηση του επιστημονικού και τεχνολογικού εγγραμματισμού από τους μαθητές, όπως εκφράστηκε από τους Shamos (1995) και Bybee (1997). Υπάρχει ανάγκη να απομακρυνθούμε από μια κατεύθυνση διδασκαλίας που καθοδηγείται από το περιεχόμενο σε μια κατεύθυνση που επικεντρώνεται στις ανάγκες και τα κίνητρα των μαθητών για μάθηση, μέσω των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών. Αυτό μπορεί να εκφραστεί ως κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα που επικεντρώνονται στην κοινωνία, ως εκπαίδευση μέσω της επιστήμης, όπου η επιστήμη είναι απλώς το μέσο για τη μάθηση (Zeidler & Keffer, 2003).

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι, η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στοχεύει μέσα από την εφαρμογή των αντίστοιχων αναλυτικών προγραμμάτων να καταστήσει τους αυριανούς πολίτες επιστημονικά εγγράμματους και να τους εξασφαλίσει τα κατάλληλα εφόδια για να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις του μέλλοντος. Επίσης, η ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού συμβάλλει στην αειφόρο ανάπτυξη και στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, με την έννοια ότι η γνώση για το περιβάλλον οδηγεί στην ενεργοποίηση των πολιτών με τη λήψη κατάλληλων αποφάσεων και στην παρακίνηση για δράση απέναντι στα σύγχρονα κοινωνικά και περιβαλλοντικά

προβλήματα. Οι μελλοντικοί πολίτες, μέσα από διαδικασίες ωρίμανσης, θα διαμορφώσουν στάσεις, αξίες και αντιλήψεις που θα τους εξασφαλίσουν έναν ποιοτικό τρόπο ζωής αλλά με σεβασμό στη φύση και στο περιβάλλον. Η κριτική σκέψη και η διατύπωση καίριων ερωτημάτων θα τους οδηγήσει στην κατανόηση και ερμηνεία των στόχων που θέτουν οι παγκόσμιες διασκέψεις για το περιβάλλον και την ανάπτυξη αλλά και του βαθμού υλοποίησής τους. Χωρίς την επίτευξη του επιστημονικού εγγραμματισμού, οδηγούμαστε σε μια κοινωνία διακρίσεων όχι σύμφωνα με την καταγωγή και την οικονομική επιφάνεια των μελών της, αλλά σύμφωνα με τη γνώση της επιστήμης και της τεχνολογίας. Απαιτούνται αλλαγές στις στάσεις και συμπεριφορές του ανθρώπου απέναντι στη φύση και στο περιβάλλον, αλλαγές που αγγίζουν τα όρια του πολιτισμού της κάθε κοινωνίας. Η πιο ασφαλής και δημοκρατική λύση για την επίτευξη αυτού του εγχειρήματος είναι εξ ορισμού η εκπαίδευση και ειδικότερα η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (Πλακίτση, 2011).

1.8 Η θεωρία της δράσης ως μέθοδος διδασκαλίας εκμάθησης του επιστημονικού εγγραμματισμού.

Αναγνωρίζοντας την τάση προς την εκπαίδευση μέσω της επιστήμης, ο van Aalsvoort (2004) προτείνει τη θεωρία δραστηριοτήτων για να αντικαταστήσει τον λογικό θετικισμό, ως το εργαλείο για την αντιμετώπιση της έλλειψης συνάφειας της σχολικής επιστήμης. Αυτή η προσέγγιση ενισχύεται έντονα από τους Roth και Lee (2004). Η θεωρία βασίζεται στο έργο του Vygotski και του μαθητή του Leontiev από τις σπουδές τους στην πολιτισμική-ιστορική ψυχολογία στη δεκαετία του 1920 (Verenikina, 2001). Είναι ένα εννοιολογικό πλαίσιο που βασίζεται στην ιδέα ότι η δραστηριότητα είναι πρωταρχική, ότι η πράξη προηγείται της σκέψης, ότι οι στόχοι, οι εικόνες, τα γνωστικά μοντέλα, οι προθέσεις και οι αφηρημένες έννοιες όπως ο «ορισμός» και ο «καθοριστικός» αναπτύσσονται από τους ανθρώπους που κάνουν πράγματα (Morf & Weber, 2000). Βασίζεται στη διασύνδεση της γνώσης και της κοινωνικής πρακτικής μέσω της διαπίστωσης μιας ανάγκης - η οποία είναι σχετική στα μάτια των μαθητών-, του προσδιορισμού των κινήτρων – οι μαθητές θέλουν να λύσουν

επιστημονικά προβλήματα και να λάβουν κοινωνικο-επιστημονικές αποφάσεις -που οδηγούν σε δραστηριότητα που αποτελείται από δράσεις - μάθηση στο σχολείο για να γίνει ο μαθητής ένας επιστημονικά εγγράμματος, υπεύθυνος πολίτης (Holbrook & Rannikmae, 2007).

Η θεωρία της δράσης αντιπροσωπεύει μια σημαντική αλλαγή στην εστίαση της διδασκαλίας των επιστημονικών θεμάτων, πράγμα που σημαίνει ότι το περιεχόμενο που είναι απαραίτητο για την ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού διδάσκεται μέσα σε ένα πολιτιστικό πλαίσιο. Η διδασκαλία που βασίζεται σε αυτό το μοντέλο αφορά λιγότερο τον μετα-θετικισμό ή την κονστρουκτιβιστική προσέγγιση και περισσότερο τη θεωρία δραστηριοτήτων (Roth & Lee, 2004). Έτσι, η θεωρία αυτή αποτελεί μια θεωρητική βάση για την ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού.

Η θεωρία της δράσης περιστρέφεται γύρω από τρία επίπεδα δραστηριότητας (Holbrook & Rannikmae, 2007; van Aalsvoort, 2004; van Aalsvoort, 2000): α) το επίπεδο της ίδιας της δραστηριότητας, β) το επίπεδο της δράσης και γ) το επίπεδο της πράξης. Το πρώτο επίπεδο είναι το επίπεδο της ίδιας της δραστηριότητας όπου μπορεί να ερμηνευτεί ως πρακτικές που σχετίζονται με την επιστήμη και προορίζονται να καλύψουν τις ανάγκες των μαθητών όπως αυτοί τις αντιλαμβάνονται και στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό. Διαφορετικά, εκλαμβάνεται από την κοινωνία ως τομέας ανάγκης. Οι δραστηριότητες αυτές παρέχουν στους μαθητές πρακτικές μάθησης για την επίλυση προβλημάτων, με περισσότερο ή λιγότερο οργανωμένο τρόπο, λαμβάνοντας «προϊόντα» ή «αποφάσεις» από «πρώτες ύλες», επιστημονικά στοιχεία ή ζητήματα προς επίλυση τα οποία θα επηρέαζαν την κοινωνία στο σύνολό της. Η δραστηριότητα μπορεί να είναι μια «διαδικασία έρευνας» ή μια «συζήτηση». Αυτές οι πρακτικές μπορεί να χαρακτηρίζονται από μια σειρά κινήτρων, επειδή τα επιστημονικά αποτελέσματα επίλυσης προβλημάτων από την επιθυμία να καθοριστεί μια λύση, η οποία, με τη σειρά της, μπορεί να τροφοδοτήσει μια διαδικασία λήψης αποφάσεων που συνδέεται με την ανάγκη των μαθητών για την επίλυση ενός κοινωνικού ζητήματος. Ο van Aalsvoort (2004) χρησιμοποίησε την ανάγκη για νερό ως ζήτημα κοινωνικού ενδιαφέροντος, την παραγωγή πόσιμου νερού από κατάλληλες πρώτες ύλες ως συνιστώσα επίλυσης προβλημάτων και επικέντρωσε τη λήψη αποφάσεων στο είδος των έργων ύδρευσης που θα σχεδιαστούν.

Το δεύτερο επίπεδο είναι το επίπεδο της δράσης όπου ο καταμερισμός της εργασίας είναι η συνήθης κοινωνική πρακτική και η συνεργατική μάθηση είναι η συνήθης δράση μέσα στην τάξη. Το κίνητρο (θέλοντας να αποφασίσει) ή ο στόχος (μαθαίνοντας να αποφασίζουμε) σχετίζεται με την απόφαση της καλύτερης επιλογής, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες όλων των μελών της κοινωνίας. Ο στόχος του επιπέδου αυτού, είναι κάθε μέλος της ομάδας να λαμβάνει υπόψη τι είναι καλύτερο για ολόκληρη την ομάδα, όταν παρουσιάζεται ένα ζήτημα ή μια εργασία. Οι λειτουργίες αφορούν τις τεχνικές που είναι χαρακτηριστικές για την εκτέλεση των δράσεων. Στην τάξη, αυτά περιλαμβάνουν τα σχέδια και τις διαδικασίες για την επίλυση προβλημάτων, αλλά στην κοινωνία μπορούν να εμπλέξουν ειδικούς σε πειραματικές διαδικασίες ή τρόπους παρουσίασης των αποτελεσμάτων (van Aalsvoort, 2004).

Το τρίτο επίπεδο είναι το επίπεδο της πράξης το οποίο αφορά τις τεχνικές που θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν σχέδια και διαδικασίες για την εκτέλεση των ενεργειών που σχετίζονται με την επίλυση προβλημάτων (Hashim & Jones, 2014; Engeström, 2000). Στο πλαίσιο των πρακτικών που σχετίζονται με την επιστήμη, ο προβληματισμός έχει τη λειτουργία να επιφέρει βελτιώσεις σε μια πρακτική ή σε μια απόφαση. Αυτές μπορεί να αφορούν την ποιότητα των προϊόντων, τις διαδικασίες που πρέπει να χρησιμοποιηθούν ή τις επιλογές που πρέπει να γίνουν. Ο αναστοχασμός λαμβάνει χώρα χρησιμοποιώντας, μεταξύ άλλων, τις επιστημονικές έννοιες, ως εργαλεία (Lee, 2015).

Ο προβληματισμός παίζει σημαντικό ρόλο στη μάθηση σύμφωνα με τη θεωρία της δράσης. Αυτό ισχύει τόσο για την πρακτική όσο και για τις αποφάσεις που λαμβάνονται. Ο προβληματισμός μπορεί να πάρει τη μορφή του σχεδιασμού μιας πορείας δράσης, δικαιολογώντας αυτό που κάποιος σχεδιάζει να κάνει ή έχει κάνει και συγκρίνοντας δύο τρόπους δράσης (Wilson, 2008). Πρέπει να σημειωθεί ότι ο προβληματισμός δεν συμβαίνει μόνο στο μυαλό ενός ατόμου αλλά αντίθετα λαμβάνει χώρα όταν οι άνθρωποι συνεργάζονται σε ένα έργο. Έτσι, η γλώσσα είναι ένα εργαλείο που δημιουργεί τη δυνατότητα σκέψης και οργάνωσης των διαδικασιών σκέψης. Στο παράδειγμα του van Aalsvoort (2004), ο προβληματισμός προσανατολίζεται προς τους λόγους που προβάλλονται για την επιλογή των πρώτων υλών για την παραγωγή πόσιμου νερού και, αργότερα, ο προβληματισμός ανατρέχει σε τυχόν προβλήματα που σχετίζονται με την επιλεγείσα διαδικασία καθαρισμού.

Αυτή η προσέγγιση για την ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού τοποθετεί τον εκπαιδευόμενο στη θέση του μαθητευόμενου. Ως εκ τούτου, η αντιμετώπιση των αναγκών δεν καθοδηγείται από σκέψεις ολοκλήρωσης ενός σχεδίου προγράμματος σπουδών ή προετοιμασίας για εξετάσεις, αλλά μάλλον σχετίζεται με τη συνάφεια με εκπαιδευτική έννοια. Οι Roth και Lee (2004) παρομοίασαν τη θεωρία δραστηριότητας με ένα σχοινί με ίνες και νήματα. Το σχοινί αντιπροσωπεύει την κοινότητα της πρακτικής, ή την κοινωνία, τα άτομα που εμπλέκονται είναι το νήμα και οι διάφορες γνώσεις και δεξιότητες που κατέχουν τα άτομα είναι οι ίνες. Ο Feinstein (2011) υποστηρίζει ότι το να κάνεις την επιστήμη σχετική δεν πρέπει να είναι κάτι που ο δάσκαλος κάνει μεμονωμένα, αλλά είναι ένα παιδαγωγικό εργαλείο. Αυτή η πρακτική περιλαμβάνει τους μαθητές που ξεκινούν με τις δικές τους ερωτήσεις, σταθερά ενσωματωμένες στο δικό τους κοινωνικό πλαίσιο και φτάνουν στους κοινωνικούς κόσμους της επιστήμης σε μια προσπάθεια να συνδέσουν τις επιστημονικές ιδέες με τις βιωμένες εμπειρίες. Σε συνδυασμό με τη σύγχρονη έρευνα για την επιστήμη στην καθημερινή ζωή, προτείνεται ότι η μάθηση για την επιστήμη σε ένα βαθιά προσωπικό πλαίσιο θα μπορούσε να κάνει τους μαθητές πιο πρόθυμους να βυθιστούν σε άγνωστα, επιστημονικά πεδία στο μέλλον (Feinstein, 2011).

1.9 Φύλο και επιστημονικός εγγραμματισμός.

Σκοπός του επιστημονικού εγγραμματισμού είναι η συμπερίληψη όλων των μαθητών και όχι μόνο αυτών όσων προορίζονται για επιστημονική σταδιοδρομία. Η ανάπτυξη του επιστημονικού επιγγραμματισμού μεταξύ όλων των μαθητών είναι ένα ζωτικό εργαλείο για την οικονομική, την κοινωνική, πολιτική και περιβαλλοντική ανάπτυξη και, ως εκ τούτου, προϋπόθεση για την βιώσιμη ανάπτυξη (Ibe & Nwosu, 2006). Οι διαφορές μεταξύ των φύλων όσον αφορά τα επιτεύγματα έχουν αναφερθεί ευρέως. Το φύλο είναι μία από τις προσωπικές μεταβλητές που σχετίζονται με τις διαφορές που εντοπίζονται στη λειτουργία των κινήτρων και στην αυτορυθμιζόμενη μάθηση (Kristiyasari et al., 2018). Η μελέτη των διαφορών μεταξύ των φύλων στον επιστημονικό εγγραμματισμό έχει διαφοροποιήσεις μεταξύ των ανδρών και γυναικών

μαθητών, ως προς τα μαθησιακά τους αποτελέσματα, τις συμπεριφορές και τη δραστηριότητά τους μέσα στην τάξη (Huang & Fraser, 2009). Ωστόσο, έρευνες που πραγματοποιήθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες επισημαίνουν ότι οι διαφορές μεταξύ των φύλων έχουν αρχίσει και μειώνονται αισθητά (Mullis & Stemler, 2002).

Άλλοι ερευνητές έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι οι ανισότητες μεταξύ των φύλων ακόμα υφίσταται, με τους άντρες να θεωρούνται ότι έχουν μεγαλύτερες δεξιότητες στις επιστημονικές διαδικασίες και καλύτερο επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού (Nwosu & Ibe, 2014; Chao & Wei, 2009; Nwagbo 2006). Η αμερικανική ένωση πανεπιστημίων που διεξήγαγε μία έρευνα με στόχο να ενθαρρύνει τις φοιτήτριες να γίνουν πιο δραστήριες, προκειμένου να ανταγωνιστούν τους άνδρες στα μαθηματικά και στις Φυσικών Επιστήμες, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι άνδρες εξακολουθούν να έχουν καλύτερες δεξιότητες στις Φυσικές Επιστήμες από ότι οι γυναίκες (Reis & Park, 2001).

Αντίθετα, η μελέτη των Kristiyasari et al. (2018) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι γυναίκες έχουν καλύτερο ποσοστό επιστημονικού εγγραμματισμού από εκείνο των αντρών. Αυτό έγινε εμφανές από τους πέντε δείκτες του επιστημονικού εγγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη με τις γυναίκες να έχουν κυριαρχήσει σε τέσσερις δείκτες: την αναγνώριση του επιστημονικού ερωτήματος, τον προσδιορισμό των στοιχείων, την επικοινωνία και την απόδειξη και κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, ενώ οι άντρες κυριάρχησαν μόνο σε ένα δείκτη, στο συμπέρασμα.

Ωστόσο, οι Ekon & Eni (2015) και Ibe (2006) διαπίστωσαν ότι οι γυναίκες μπορούν επίσης να αποκτήσουν καλό επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού όπως εκείνο των αντρών εάν εκτεθούν σε διδακτικές μεθόδους που βασίζονται στην έρευνα. Αυτοί οι ερευνητές παρατήρησαν ότι η ανισότητα των φύλων στις επιδόσεις στην επιστήμη δεν υποδηλώνει χαμηλότερες πνευματικές ικανότητες των γυναικών, αλλά μάλλον τις επιπτώσεις των στερεοτύπων φύλου από την κοινωνία. Η European Commission (2010) αναφέρει ότι είναι δύσκολο να κατανοηθεί ο βαθμός στον οποίο τα στερεότυπα επηρεάζουν τις ατομικές αντιλήψεις και τις συμπεριφορικές ή γνωστικές διαφορές, επειδή, σύμφωνα με το World Economic Forum (2021), το φύλο αναφέρεται σε κοινωνικά κατασκευασμένους ρόλους και κοινωνικά στερεότυπα και προσδοκίες που σχετίζονται με άνδρες και γυναίκες. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε

και η έρευνα του Genc (2015) κατά την οποία ο επιστημονικός εγγραμματισμός και των δύο φύλων κατέγραψε βελτίωση έπειτα από εκπαίδευσή τους διάρκειας δώδεκα εβδομάδων.

Ο Huang (2010) παρατήρησε στην μελέτη του ότι το φύλο των μαθητών, τα ενδιαφέροντα για την εκμάθηση μαθημάτων που σχετίζονται με την επιστήμη καθώς και τα χαρακτηριστικά των παιδιών έχουν όλα σημαντικές επιπτώσεις στον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών. Η μελέτη των Hardinata, Putri & Permanasari (2019), των Ibe et al., (2016) και των Bacanak και Gökdere (2009) έδειξαν ότι δεν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα όσον αφορά τον επιστημονικό εγγραμματισμό.

2 Κεφάλαιο: Η ραδιενέργεια.

2.1 Η ιστορία της ραδιενέργειας.

Η λέξη ραδιενέργεια χρησιμοποιήθηκε μέχρι περίπου το 1900 για να περιγράψει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (Tsoulfanidis & Landsberger, 2015). Στο τέλος του 19^{ου} αιώνα, δεν υπήρχε στην επιστημονική κοινότητα κανείς που να θεωρούσε ότι η ύλη μπορεί να εκπέμπει ακτινοβολία, εκτός εάν θερμαίνεται ή υποβάλλεται σε υψηλή τάση. Η ακτινοβολία, η οποία ήταν μέχρι τότε κατανοητή από όλους, ήταν το φως, όπως αυτή είχε περιγραφεί από τη θεωρία του Maxwell, παρά το γεγονός ότι δεν είχε ακόμα ποσοτικοποιηθεί. Το 1869, ο Γερμανός φυσικός Johann Hittorf είχε ανακαλύψει τις καθοδικές ακτίνες, αλλά το φαινόμενο αυτό ακόμα βρισκόταν σε επιστημονική συζήτηση. Το 1895 ο Röntgen ανακάλυψε μία ακτινοβολία, η οποία επειδή ακόμα δεν μπορούσε να διερευνηθεί πλήρως, ονομάστηκε ακτίνες X. (Radvanyi & Villain, 2017).

Τα επόμενα χρόνια ανακαλύφθηκε η ραδιενέργεια. Το έναυσμα για τη μελέτη της έδωσε ο μαθηματικός Henri Poincaré, ο οποίος είχε μεγάλο ενδιαφέρον για τη φυσική και παίρνοντας ένα αντίγραφο της πρωτότυπης εργασίας του Röntgen, στις 20 Ιανουαρίου του 1896 έδωσε μια ομιλία για τις ακτίνες X στην «Académie des Sciences» στο Παρίσι. Εκεί διατύπωσε την άποψή του για την εκπομπή των ακτινών X. Έτσι, πρότεινε ότι αυτή μπορεί να είναι το αποτέλεσμα του φθορισμού του γυαλιού του σωλήνα Crookes στον οποίο παράγονταν καθοδικές ακτίνες σε χαμηλή πίεση και ότι αυτό το φαινόμενο μπορεί να είναι μια γενική επίδραση του φθορισμού (Malley, 2011).

Ανάμεσα στους επιστήμονες που παρακολουθούσαν τη διάλεξη υπήρξε ο Henri Becquerel, ο οποίος εκείνη την περίοδο εργάζονταν στο Muséum d'histoire naturelle. Αυτός, μόλις επέστρεψε στο μουσείο αποφάσισε να πραγματοποιήσει πειράματα σε ένα φθορίζον υλικό που κατείχε και το οποίο αποδείχθηκε ήταν θειικό κάλιο-ουρανίου. Η φωταύγεια, ο φωσφορισμός ή φθορισμός, είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών να απορροφούν το φως και να επαναφέρουν ένα φως σε διαφορετική συχνότητα, μετά από ένα χρονικό διάστημα που μπορεί να φτάσει αρκετές ώρες, αλλά είναι πολύ μικρότερο

στην περίπτωση του θεικού καλίου-ουρανίου. Καθώς, η πιο κοινή πηγή φωτός εκείνη την εποχή ήταν ο ήλιος, αυτή η λεπτομέρεια αποδείχτηκε πολύ σημαντική. Κατά τη διάρκεια των επόμενων εβδομάδων και μηνών, ο Becquerel συνειδητοποίησε σταδιακά ότι α) η αρχική ιδέα ήταν λάθος και β) ξεκινώντας από αυτή τη λανθασμένη ιδέα, έκανε μια μεγάλη ανακάλυψη. Περιοδικά ενημέρωνε τους συναδέλφους του της «Académie des Sciences» (Becquerel, 1896).

Στα μέσα Φεβρουαρίου του 1896 ο Becquerel τοποθέτησε το αλάτι ουρανίου του σε μια φωτογραφική πλάκα, τυλιγμένη σε ένα πολύ παχύ μαύρο χαρτί και εξέθεσε τη συσκευασία στο φως του ήλιου κατά τη διάρκεια λίγων ωρών. Διαπίστωσε ότι η φωσφορίζουσα ουσία εκπέμπει ακτινοβολίες ικανές να διασχίσουν ένα χαρτί που είναι αδιαφανές για το φως. Στη συνέχεια ήθελε να διαπιστώσει εάν αυτή η ακτινοβολία ήταν η ίδια που είχε ανακαλύψει ο Röntgen. Για αυτό διερεύνησε την απορρόφηση των ακτίνων που εκπέμπονται από το θεικό ουράνιο κάλιο και διαπίστωσε ότι μπορούν να διασχίσουν όχι μόνο ένα παχύ φύλλο μαύρου χαρτιού, αλλά και μια πλάκα αλουμινίου ή ένα λεπτό φύλλο χαλκού. Παράλληλα όμως διαπίστωσε ότι, παρά την περιορισμένη ηλιοφάνεια που υπήρξε κατά τη διάρκεια των πειραμάτων του, είχε πολύ έντονα περιγράμματα, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η δράση συνεχίστηκε μέσα στο σκοτάδι.

Για τον λόγο αυτό, ο Becquerel άρχισε να αμφιβάλλει ότι η ακτινοβολία που ανακάλυπτε ήταν μια γενική ιδιότητα των φωτεινών υλικών. Τον Μάιο του 1896, ανακοίνωσε ότι το μεταλλικό ουράνιο ακτινοβολεί ακόμη πιο έντονα από τα άλατά του. Έτσι, δεν είχε ακόμη εγκαταλείψει την ιδέα ότι παρατηρούσε κάτι που μοιάζει με φωσφορισμό. Ωστόσο, τον Νοέμβριο, τα δείγματα ουρανίου, αν και είχαν διατηρηθεί στο σκοτάδι από τις 3 Μαρτίου, εξακολουθούσαν να εκπέμπουν ακτινοβολία, την οποία τώρα ονόμασε «ακτίνες ουρανίου» ενώ στη συνέχεια ήθελε να διαπιστώσει εάν αυτές οι ακτινοβολίες ήταν πραγματικά ακτίνες X. Τον Νοέμβριο του ίδιου χρόνου, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η εκκένωση ηλεκτρικών σωμάτων από αέρια που έχουν εκτεθεί σε ακτίνες ουρανίου δημιουργεί μια νέα σχέση μεταξύ ακτίνων X και ακτίνων ουρανίου οι οποίες, όσον αφορά την ανάκλαση και τη διάθλαση, φαίνεται να είναι αρκετά διαφορετικά φαινόμενα (CPEP, 2018).

Η καθιέρωση του όρου ραδιενέργεια προήλθε από το ζεύγος των φυσικοχημικών Pierre και Marie Curie. Η Marie Curie είχε παρατηρήσει ότι το οξείδιο

του ουρανίου και ο χαλκολίτης, ο χαλκός και το φωσφορικό ουράνιο, ήταν στοιχεία πολύ πιο ενεργά από το ουράνιο. Το ζεύγος Curie αποφάσισε να χρησιμοποιήσει μια νέα μέθοδο χημικής ανάλυσης, η οποία βασίστηκε στην εκπομπή ακτινοβολιών. Το στοιχείο που αναζητήθηκε συγκεντρώθηκε σε μέρη, τα οποία έγιναν όλο και πιο ραδιενεργά καθώς προχωρούσε ο διαχωρισμός. Στις 18 Ιουλίου 1898, ανακοίνωσαν από κοινού την ανακάλυψη ενός νέου στοιχείου, το οποίο πρότειναν να ονομάσουν πολώνιο (Curie & Curie, 1898).

Για πρώτη φορά, η λέξη ραδιενέργεια εμφανίζεται σε επιστημονική δημοσίευση, ενώ ακτίνες ουρανίου ονομάζονται τώρα «ακτίνες Becquerel», καθώς το ουράνιο δεν είναι το μόνο στοιχείο που τις εκπέμπει. Στις 19 Δεκεμβρίου το ζεύγος Curie ανακοίνωσαν την ανακάλυψη ενός άλλου, πολύ ραδιενεργού που ήταν χημικά ανάλογο με το βάριο και επομένως αρκετά δύσκολο να διαχωριστεί, αλλά η παρουσία μιας άγνωστης φασματοσκοπικής γραμμής μαρτυρούσε την παρουσία του. Οι ερευνητές του το ονόμασαν ράδιο. Ο Pierre και η Marie Curie δεν απέκλεισαν την εύρεση νέων ραδιενεργών στοιχείων, αλλά ζήτησαν από έναν συνάδελφο να τα αναζητήσει. Πράγματι, ο André Debierne ανακάλυψε ένα νέο ραδιενεργό στοιχείο, όπως ανέφερε σε σημείωμα της 16ης Οκτωβρίου 1899. Αυτό το στοιχείο ονομάστηκε αργότερα ακτίνιο (Malley, 2011).

Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα ήταν γενικά αποδεκτή η θεωρία ότι η ύλη αποτελείται από άτομα, ενώ μόνο ορισμένες υποθέσεις είχαν διατυπωθεί σχετικά με την εσωτερική δομή των ατόμων. Μετά το 1903, οι έρευνες σχετικά με τις ραδιενεργές διαδικασίες και τις ακτινοβολίες οδήγησαν στην διαπίστωση ότι τα άτομα δεν είναι όλα απαραίτητα σταθερά. Το 1911, άλλωστε, ο Rutherford οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη στον πυρήνα του, ο οποίος καταλαμβάνει εξαιρετικά μικρό τμήμα του συνολικού όγκου του ατόμου. Το 1913 ανακαλύφθηκε η ύπαρξη των ισοτόπων των χημικών στοιχείων, ενώ το 1919 παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια εργαστηριακών πειραμάτων το φαινόμενο της μεταστοιχείωσης ορισμένων ατομικών πυρήνων. Τελικά, το 1934 διαπιστώθηκε από τους Γάλλους φυσικούς Frederic και Irene Joliot – Curie η δυνατότητα πρόσκτησης ραδιενέργειας από συνήθη μη ραδιενεργά υλικά, στα οποία προκαλούνται μεταστοιχειώσεις με την βοήθεια κατάλληλων πυρηνικών αντιδράσεων (τεχνητή ραδιενέργεια). Μέσα σε λίγους μήνες αποδείχθηκε ότι τα νετρόνια είναι δυνατόν να

προκαλέσουν κι αυτά μεταστοιχειώσεις. Έτσι, σύντομα ανακαλύφθηκε μεγάλος αριθμός ραδιενεργών ισοτόπων όλων των γνωστών χημικών στοιχείων από το υδρογόνο μέχρι το ουράνιο. Την ίδια εποχή είχαν ήδη υπάρξει ενδείξεις ότι είναι δυνατή η λήψη ισοτόπων υπερουράνιων στοιχείων, τα οποία δεν απαντούν στην φύση μέσω κατάλληλων μεταστοιχειώσεων. Όμως, η πρώτη σαφής απόδειξη σχετικά με την παρασκευή αυτών των στοιχείων δεν προέκυψε παρά μόνο το 1940 με την ανίχνευση του ποσειδωνίου, ενός τεχνητού ραδιενεργού στοιχείου με ατομικό αριθμό 93. Το 1941 διαπιστώθηκε ότι είναι δυνατόν η πυρηνική σχάση να πραγματοποιηθεί αυθόρμητα. Στην περίπτωση αυτή, ορισμένοι ασταθείς ατομικοί πυρήνες βαρέων στοιχείων διασπώνται σε θραύσματα της ίδιας περίπου μάζας χωρίς την δράση εξωτερικά κάποιου ποσού ενέργειας. Το 1942 έγινε η πρώτη μεγάλης κλίμακας παραγωγή πυρηνικής ενέργειας. Οι ανακαλύψεις αυτές συνέβαλαν κατά τρόπο καθοριστικό στην ανάπτυξη των σύγχρονων θεωριών σχετικά με τη δομή των ατομικών πυρήνων, ενώ συνολικά η ανακάλυψη της ραδιενέργειας άνοιξε το δρόμο για την αλματώδη ανάπτυξη των πυρηνικών επιστημών (Κουτίδου, 2021).

2.2 Κύριες πηγές ραδιενέργειας.

Υπάρχουν δύο κύριες πηγές ακτινοβολίας από το ίδιο το περιβάλλον και με τεχνητό τρόπο. Η ραδιενέργεια είναι ένα φυσικό μέρος του περιβάλλοντος καθώς η γη περιέχει όλα τα σταθερά χημικά στοιχεία από τη χαμηλότερη μάζα (H) έως την υψηλότερη (Pb και Bi). Κάθε στοιχείο με υψηλότερο ατομικό αριθμό Z (ο αριθμός των πρωτονίων του πυρήνα ενός ατόμου) από το Bi είναι ραδιενεργό. Η γη περιέχει επίσης αρκετά αρχέγονα μακρόβια ραδιοϊσότοπα που έχουν επιβιώσει μέχρι σήμερα σε σημαντικές ποσότητες. Το ^{40}K , με χρόνο ημιζωής 1,3 δισεκατομμυρίων ετών, έχει τη χαμηλότερη μάζα αυτών των ισοτόπων και διασπάται τόσο στο ^{40}Ar όσο και στο ^{40}Ca . Πολλά ισότοπα μπορούν να αποσυντεθούν με περισσότερες από μία μεθόδους. Για παράδειγμα, όταν το Ακτίνιο 226 ($Z=89$) διασπάται, το 83% του ρυθμού είναι μέσω διάσπασης β^- -decay, $^{226}\text{Ac} \rightarrow ^{226}\text{Th} + e^- + \bar{\nu}$, το 17% είναι μέσω σύλληψης ηλεκτρονίων, $^{226}\text{Ac} + e^- \rightarrow ^{226}\text{Fr} + \bar{\nu}$, και το υπόλοιπο, 0,006%, είναι μέσω α -

αποσύνθεσης. Επομένως, από 100.000 άτομα ακτινίου, θα μετρούσε κανείς κατά μέσο όρο 83.000 σωματίδια βήτα και 6 σωματίδια άλφα (συν 100.000 νετρίνα ή αντineτρίνα). Αυτές οι αναλογίες είναι γνωστές ως αναλογίες διακλάδωσης. Οι αναλογίες διακλάδωσης είναι διαφορετικές για τους διαφορετικούς ραδιενεργούς πυρήνες (CPEP, 2018).

Έτσι, η ακτινοβολία που προέρχεται από το ίδιο το περιβάλλον είναι φυσική, βρίσκεται μέσα σε αυτό από τη γέννηση του πλανήτη και περιλαμβάνει: α) την κοσμική ακτινοβολία, που προέρχεται από το διάστημα, τον ήλιο και τα αστέρια τη γη και όλων των έμβιων όντων πάνω σε αυτήν, β) την χερσαία ακτινοβολία, που είναι το ουράνιο και τα προϊόντα αποσύνθεσης του ουρανίου, όπως το θόριο και το ράδιο, γ) το αέριο ραδόνιο, που είναι η μεγαλύτερη φυσική πηγή έκθεσης του ανθρώπου σε ακτινοβολία και που υπάρχει στον αέρα, το νερό και το έδαφος, δ) η φυσική εσωτερική ακτινοβολία που βρίσκεται μέσα στο ανθρώπινο σώμα, που προέρχεται από ραδιενεργά υλικά που εμφανίζονται με φυσικό τρόπο στο ανθρώπινο σώμα. Το κάλιο και ο άνθρακας είναι οι κύριες πηγές εσωτερικής ακτινοβολίας. Το ισότοπο κάλιο K-40 εισέρχεται στο ανθρώπινο σώμα μέσω της τροφικής αλυσίδας. Ο άνθρακας C-14 εισέρχεται στο σώμα τόσο μέσω της τροφικής αλυσίδας όσο και μέσω της αναπνοής (Kadhim, 2020).

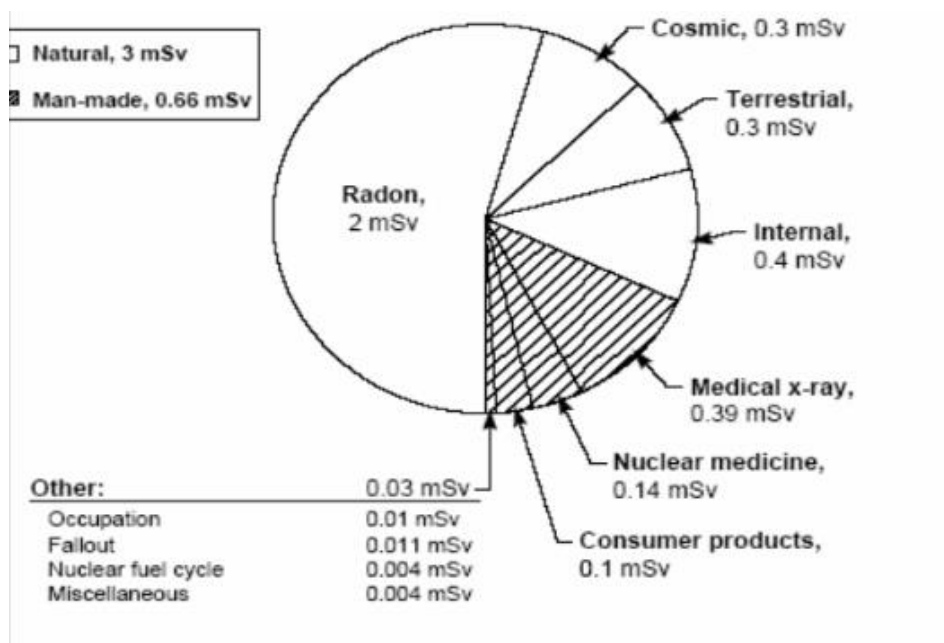
Οι τεχνητές πηγές ακτινοβολίας είναι πανομοιότυπες με τη φυσική ακτινοβολία ως προς τις ιδιότητές τους και την επίδρασή τους. Οι σημαντικότερες πηγές είναι: α) οι ιατρικές διαδικασίες: διαγνωστικές ακτινογραφίες, πυρηνική ιατρική και ακτινοθεραπεία, β) τα καταναλωτικά προϊόντα, όπως ο καπνός (πολώνιο-210), τα οικοδομικά υλικά, τα καύσιμα (φυσικό αέριο, άνθρακας κ.λ.π.), γ) τα ισότοπα, όπως το κοβάλτιο (^{60}Co), το καίσιο (^{137}Cs) και το αμερίκιο (^{241}Am) (Kadhim, 2020).

Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει την ετήσια έκθεση του ανθρώπου στην ionίζουσα ακτινοβολία. Η συνολική δόση είναι περίπου 3,66 mSv/έτος (366 millirems/έτος) και περιλαμβάνει την έκθεση σε ionίζουσες ακτινοβολίες από φυσικές πηγές που αντιπροσωπεύουν το 82%, και την έκθεση από ανθρωπογενείς πηγές που αντιπροσωπεύουν το 18%. Στις φυσικές πηγές περιλαμβάνονται 2mSv ραδονίου, 0,3 mSv από την κοσμική ακτινοβολία, 0,3 mSv χερσαίας ακτινοβολίας (πετρώματα και έδαφος) και 0,4mSv εσωτερικής ακτινοβολίας από το ανθρώπινο σώμα. Η τεχνητής προέλευσης ακτινοβολία αποτελείται από 0,39mSv που προέρχονται από τις ακτίνες X που αξιοποιούνται στην ιατρική, 0,14mSv από χρήσεις στην πυρηνική ιατρική, 0,1mSv

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

από καταναλωτικά προϊόντα και 0,3 mSv από άλλες πηγές, όπως είναι για παράδειγμα τα πυρηνικά καύσιμα για παραγωγή ηλεκτρική ενέργειας.

Διάγραμμα 1: Ετήσια έκθεση του ανθρώπου σε ιονίζουσα ακτινοβολία.



Sources	Dose(mrem/yr)	Percent of total
Natural radiation		
Radon	200	55%
Cosmic	27	8%
Terrestrial(rocks and soil)	28	8%
Internal (inside human body	40	11%
Total natural	295	82%
Man-made radiation		
Medical X-ray	39	11%
Nuclear medicine	14	4%
Consumer products	10	3%
Other	-	-
Occupational	0.9	<0.3%
Nuclear fuel cycle	<1	<0.03%
Total artificial	65	18%
The total	360	100%

ΠΗΓΗ: Kadhim, 2020.

2.3 Τύποι ακτινοβολίας

Υπάρχουν πολλοί τύποι ακτινοβολίας, αλλά οι δύο πιο συνηθισμένοι είναι η ηλεκτρομαγνητική (μη ιονίζουσα) και η ιονίζουσα ακτινοβολία. Η ιονίζουσα ακτινοβολία αναφέρεται σε ραδιενεργά σωματίδια. Η ραδιενεργός αποσύνθεση των ατόμων δημιουργεί τρία ραδιενεργά σωματίδια, το άλφα, το βήτα και το γάμα. Από τα τρία, τα σωματίδια άλφα είναι γνωστό ότι έχουν την πιο «ιονίζουσα ισχύ», έναν όρο που περιγράφει τον αριθμό των ζευγών ιόντων που παράγονται ανά εκατοστό μέσω ενός υλικού, ακολουθούμενο από βήτα και στη συνέχεια γάμα. Ωστόσο, μια κοινή παρανόηση είναι ότι όσο υψηλότερη ιονίζουσα ισχύ έχει ένα σωματίδιο, τόσο πιο επιζήμιο είναι. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν επίσης να ιονιστούν, γι' αυτό κι ένα μέρος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας τοποθετείται συχνά στο φάσμα της ιονίζουσας ακτινοβολίας.

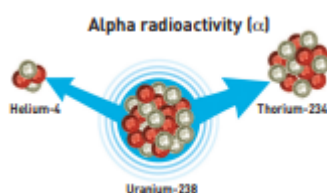
Η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια (ή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) αποτελείται από κύματα ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου, τα οποία διαδίδονται (ακτινοβολούνται) στον ελεύθερο χώρο. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα εμφανίζονται με πολλές διαφορετικές μορφές όπως, τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, το ορατό φως. Επίσης οι ακτίνες X αποτελούν μορφές ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται με την ταχύτητα του φωτός. Τα κύρια χαρακτηριστικά των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι: 1. το μήκος κύματος, δηλαδή η απόσταση που καλύπτεται από ένα κύκλο του κύματος και 2. η συχνότητα, δηλαδή ο αριθμός των κύκλων του κύματος που διέρχονται από ένα συγκεκριμένο σημείο κατά τη διάρκεια ενός δευτερολέπτου.

Οι περισσότεροι από τους κοινούς τύπους ακτινοβολίας προέρχονται από ραδιενεργά υλικά, αλλά ορισμένοι τύποι ακτινοβολίας παράγονται με άλλους τρόπους. Το πιο σημαντικό παράδειγμα είναι αυτό των ακτινών X που παράγονται κανονικά πυροδοτώντας μια δέσμη ηλεκτρονίων σε έναν μεταλλικό στόχο, συνήθως βολφράμιο. Τα ηλεκτρόνια στα άτομα μετάλλων απορροφούν ενέργεια από τη δέσμη ηλεκτρονίων - με επιστημονικούς όρους, τα άτομα μετάλλων «διεγείρονται» - και στη συνέχεια απελευθερώνουν την ενέργεια με τη μορφή ακτινών X καθώς «χαλαρώνουν». Η ακτινοβολία, επομένως, προέρχεται από τα άτομα μετάλλων, αλλά, σε αντίθεση με τη

ραδιενέργεια, δεν προέρχεται από τον πυρήνα. Λόγω του τρόπου με τον οποίο παράγονται, δεν υπάρχει χρόνος ημίσειας ζωής για μια ακτινογραφία. Μόλις απενεργοποιηθεί η δέσμη, οι ακτίνες X εξαφανίζονται.

Η ακτινοβολία άλφα (α) είναι ένας θετικά φορτισμένος πυρήνας ηλίου που εκπέμπεται από έναν μεγαλύτερο ασταθή πυρήνα. Είναι ένα σχετικά συμπαγές σωματίδιο, αλλά έχει μόνο μικρό εύρος στον αέρα (1-2 cm) και μπορεί να απορροφηθεί πλήρως από χαρτί ή δέρμα. Τα άτομα με ραδιενεργούς πυρήνες που έχουν πάρα πολλά πρωτόνια και νετρόνια εκπέμπουν συχνά ακτινοβολία άλφα. Μετατρέπονται σε ένα άλλο χημικό στοιχείο με ελαφρύτερο πυρήνα. Για παράδειγμα, το ουράνιο-238 είναι άλφα ραδιενεργό και μετατρέπεται σε θόριο-234. Η ακτινοβολία άλφα μπορεί να είναι επικίνδυνη εάν εισέλθει στο σώμα με εισπνοή ή κατάποση, επειδή η μεγάλη έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε κοντινούς ιστούς, όπως τον πνεύμονα ή το στομάχι (ΙΑΕΑ, 2004).

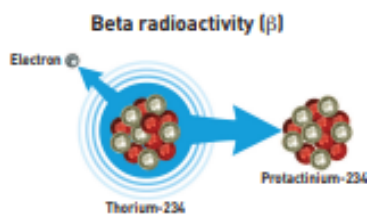
Εικόνα 2.3.1: Η ακτινοβολία τύπου α



ΠΗΓΗ: <https://www.cea.fr/>

Η ακτινοβολία βήτα (β) αποτελείται από αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια. Ορισμένα άτομα με πυρήνες που έχουν πολύ υψηλό αριθμό νετρονίων εκπέμπουν ακτινοβολία βήτα. Ένα από τα νετρόνια μέσα στον πυρήνα αποσυντίθεται σε ένα πρωτόνιο συν ένα ηλεκτρόνιο. Το ηλεκτρόνιο εκτοξεύεται, οπότε το άτομο μετατρέπεται σε διαφορετικό χημικό στοιχείο. Για παράδειγμα, το θόριο-234 είναι βήτα μείον ραδιενεργό και αλλάζει σε πρωτακτινίου-234.

Εικόνα 2.3.2: Η ακτινοβολία τύπου -β



ΠΗΓΗ: <https://www.cea.fr/>

Η ακτινοβολία βήτα συν (β^+) αποτελείται από ποζιτρόνια (σωματίδια με την ίδια μάζα με ηλεκτρόνια αλλά θετικά φορτισμένα). Ορισμένα άτομα με πυρήνες πολύ φορτωμένους με πρωτόνια εκπέμπουν βήτα συν ακτινοβολία. Ένα από τα πρωτόνια μέσα στον πυρήνα αποσυντίθεται σε ένα νετρόνιο συν ένα ποζιτρόνιο. Το ποζιτρόνιο εκτοξεύεται, οπότε το άτομο μετατρέπεται σε διαφορετικό χημικό στοιχείο. Για παράδειγμα, το ιώδιο-122 είναι βήτα συν ραδιενεργό και μετατρέπεται σε τελλούριο-122. Για τους δύο τύπους διάσπασης βήτα, ο πυρήνας διατηρεί τον ίδιο αριθμό νουκλεονίων (και επομένως τον ίδιο αριθμό μάζας).

Η ακτινοβολία βήτα μπορεί να απορροφηθεί πλήρως από φύλλα πλαστικού, γυαλιού ή μετάλλου. Κανονικά δεν διεισδύει πέρα από το ανώτερο στρώμα του δέρματος. Ωστόσο, η μεγάλη έκθεση σε υψηλής ενέργειας εκπομπής βήτα μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα στο δέρμα. Οι εν λόγω εκπομπές μπορεί επίσης να είναι επικίνδυνοι σε περίπτωση εισπνοής ή κατάποσης.

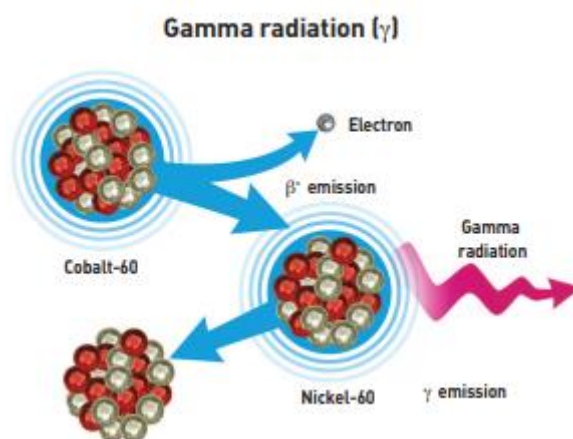
Η ακτινοβολία γάμα (γ) είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα, ακριβώς όπως το ορατό φως ή οι ακτίνες Χ αλλά με περισσότερη ενέργεια. Αυτός ο τύπος ακτινοβολίας συχνά ακολουθεί την αποσύνθεση άλφα ή βήτα. Εκπέμπεται από έναν ασταθή πυρήνα που συχνά εκπέμπει ταυτόχρονα ένα σωματίδιο βήτα. Μετά την εκπομπή του άλφα ή του βήτα σωματιδίου, ο πυρήνας εξακολουθεί να διεγείρεται επειδή τα πρωτόνια και τα νετρόνια του δεν βρίσκονται ακόμη σε ισορροπία.

Η ακτινοβολία γάμα προκαλεί ιονισμό στα άτομα όταν διέρχεται από την ύλη, κυρίως λόγω αλληλεπιδράσεων με ηλεκτρόνια. Η πλεονάζουσα ενέργεια απελευθερώνεται στη συνέχεια γρήγορα μέσω της εκπομπής ακτινοβολίας γάμα. Αυτή

είναι η ραδιενέργεια γάμα. Μπορεί να είναι πολύ διεισδυτική και μόνο ένα σημαντικό πάχος πυκνών υλικών όπως ο χάλυβας ή ο μόλυβδος μπορεί να προσφέρει καλή θωράκιση. Η ακτινοβολία γάμα μπορεί επομένως να δώσει σημαντικές δόσεις στα εσωτερικά όργανα χωρίς εισπνοή ή κατάποση.

Οι ακτίνες X είναι φωτόνια υψηλής ενέργειας, όπως η ακτινοβολία γάμα, και παράγονται τεχνητά από την ταχεία επιβράδυνση μιας δέσμης ηλεκτρονίων. Οι ακτίνες X διεισδύουν ομοίως και, ελλείψει θωράκισης από πυκνά υλικά, μπορούν να προσδώσουν δώσουν σημαντικές δόσεις ακτινοβολίας στα εσωτερικά όργανα.

Εικόνα 2.3.3: Η ακτινοβολία τύπου γ



ΠΗΓΗ: <https://www.cea.fr/>

Η ακτινοβολία νετρονίων (n) είναι ένα νετρόνιο που εκπέμπεται από έναν ασταθή πυρήνα, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της ατομικής σχάσης και της πυρηνικής σύντηξης. Εκτός από ένα συστατικό στις κοσμικές ακτίνες, τα νετρόνια παράγονται συνήθως τεχνητά. Επειδή είναι ηλεκτρικά ουδέτερα σωματίδια, τα νετρόνια μπορεί να είναι πολύ διεισδυτικά και όταν αλληλοεπιδρούν με την ύλη ή τον ιστό, προκαλούν την εκπομπή ακτινοβολίας βήτα και γάμα. Επομένως, η ακτινοβολία νετρονίων απαιτεί βαριά θωράκιση για τη μείωση της έκθεσης.

Η κοσμική ακτινοβολία προέρχεται από το βαθύ διάστημα. Είναι ένα μείγμα πολλών διαφορετικών τύπων ακτινοβολίας, συμπεριλαμβανομένων πρωτονίων, σωματιδίων άλφα, ηλεκτρονίων και άλλων διαφόρων εξωτικών (υψηλής ενέργειας)

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

σωματιδίων. Όλα αυτά τα ενεργητικά σωματίδια αλληλοεπιδρούν έντονα με την ατμόσφαιρα και, ως αποτέλεσμα, η κοσμική ακτινοβολία στο επίπεδο του εδάφους γίνεται κυρίως μίονια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, ποζιτρόνια και φωτόνια. Το μεγαλύτερο μέρος της δόσης στο επίπεδο του εδάφους προέρχεται από μίονια και ηλεκτρόνια.

2.4 Μέτρηση της ακτινοβολίας.

Η ακτινοβολία είναι εύκολο να ανιχνευθεί, ακόμη και σε πολύ μικρές ποσότητες και μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση διάφορων οργάνων. Μετρώντας την ποσότητα της ακτινοβολίας που υπάρχει, οι άνθρωποι μπορούν να εντοπίσουν πηγές ακτινοβολίας και να λάβουν τα απαραίτητα μέτρα για να αποφύγουν ή να μειώσουν την έκθεση, καθώς η ιονίζουσα ακτινοβολία έχει τη δυνατότητα να βλάψει τους ζωντανούς ιστούς (Greening, Green & Charles, 2010). Η έκταση της βλάβης εξαρτάται, εν μέρει, από τον τύπο και την ποσότητα της ιονίζουσας ακτινοβολίας που απορροφάται από τον ιστό. Εάν δεν απορροφηθεί ενέργεια ακτινοβολίας, δεν γίνεται ζημιά. Η ανίχνευση ακτινοβολίας αποτελεί, επομένως, σημαντικό μέρος της προστασίας των ανθρώπων και του περιβάλλοντος από την ακτινοβολία (Fivozinsky, 1976).

Καθώς η ιονίζουσα ακτινοβολία περνά μέσα από το υλικό, συμπεριλαμβανομένου του ζωντανού ιστού, αλληλεπιδρά με τα άτομα, μεταφέροντας μέρος της ενέργειάς της κατά τη διάρκεια κάθε αλληλεπίδρασης. Η ενέργεια που χάνεται από την ιονίζουσα ακτινοβολία απορροφάται από το υλικό ή τον ζωντανό ιστό μέσω του οποίου ταξιδεύει η ακτινοβολία. Είναι αυτή η απορροφημένη ενέργεια που μπορεί να προκαλέσει ζημιά. Η ιονίζουσα ακτινοβολία που ταξιδεύει μέσα από το υλικό χωρίς να αλληλεπιδρά με κανένα άτομο, χωρίς να μεταφέρει ενέργεια, δεν προκαλεί ζημιά. Για να υπολογιστεί πόση ζημιά μπορεί να κάνει η ιονίζουσα ακτινοβολία από μια συγκεκριμένη πηγή, είναι σημαντικό να γνωρίζετε την ποσότητα ενέργειας που μεταφέρει η ακτινοβολία (Turner, 2007).

Κατά τη μέτρηση της ποσότητας ακτινοβολίας στο περιβάλλον, αυτό που πραγματικά μετράται είναι ο ρυθμός ραδιενεργού αποσύνθεσης ή δραστηριότητας. Ο ρυθμός αποσύνθεσης ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των διαφόρων ραδιονουκλεϊδίων. Για το λόγο αυτό, 1 γραμμάριο ραδιενεργού ουσίας μπορεί να περιέχει την ίδια ποσότητα ραδιενέργειας με αρκετούς τόνους άλλου υλικού. Αυτή η δραστηριότητα εκφράζεται σε μια μονάδα μέτρησης γνωστή ως κιουρί (Ci). Η συνολική ποσότητα ενέργειας που απορροφάται ανά μονάδα μάζας ως αποτέλεσμα της έκθεσης σε ακτινοβολία εκφράζεται σε μονάδα μέτρησης γνωστή ως ραντ (rad). Στο διεθνές σύστημα μονάδων, 100 rad ισούται με 1 γκρέι (Gy). Όσον αφορά την ανθρώπινη υγεία,

ωστόσο, είναι σημαντική η επίδραση της απορροφούμενης ενέργειας και όχι η πραγματική ποσότητα.

Δύο τύποι μετρήσεων της ενέργειας της ακτινοβολίας γίνονται γενικά: ο ρυθμός έκθεσης, ο οποίος είναι η ποσότητα ενέργειας ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια ενός αντικειμένου σε μια δεδομένη χρονική περίοδο, και η απορροφούμενη δόση, η οποία είναι η ποσότητα ενέργειας ακτινοβολίας που απορροφάται πραγματικά από το υλικό μέσω του οποίου διέρχεται. Η απορροφούμενη δόση πολλαπλασιάζεται με ένα συντελεστή που λαμβάνει υπόψη τις διάφορες βιολογικές επιδράσεις των διαφόρων τύπων ιονίζουσας ακτινοβολίας. Αυτό μετατρέπει την απορροφούμενη δόση στην ισοδύναμη δόση, η οποία και ενδιαφέρει τους περισσότερους ανθρώπους.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι οργάνων μέτρησης οι οποίοι ελέγχουν και παρακολουθούν την ακτινοβολία. Οι τύποι αυτοί είναι: α) τα φασματόμετρα, β) οι ραδιομετρητές και γ) τα δοσίμετρα (Gurachevsky 2010).

Τα φασματόμετρα παρέχουν τις πληρέστερες πληροφορίες σχετικά με την ακτινοβολία και κυρίως χρησιμοποιούνται για να μετράνε τις ακτίνες γάμα (γ). Είναι εξοπλισμένα με ανιχνευτές ημιαγωγών ή σπινθηρισμού που έχουν ανάλυση υψηλής ενέργειας. Το πιο ενημερωτικό μέρος του φάσματος γάμα από το ιδιαίτερο ραδιονουκλεΐδιο είναι η κορυφή της συνολικής απορρόφησης. Η θέση του καθορίζεται από την ενέργεια της γ- ακτινοβολίας και το ύψος της - από την ένταση. Με τον τρόπο αυτό, τα φασματόμετρα χρησιμοποιούνται τόσο για ποιοτικές όσο και για ποσοτικές αναλύσεις του περιεχομένου του δείγματος, καθώς μπορούν να προσδιορίσουν όχι μόνο τη σύνθεση των ραδιονουκλεϊδίων στο δείγμα αλλά και τις δραστηριότητές τους. Η επεξεργασία και η προβολή αποτελεσμάτων των φασματόμετρων γίνεται συνήθως από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Κατά τη μέτρηση της ακτινοβολίας από σωματίδια βήτα και άλφα, λόγω της χαμηλής ισχύος τους, το στρώμα του δείγματος που βρίσκεται πιο κοντά στον ανιχνευτή συμβάλλει στην ανιχνευόμενη ακτινοβολία. Η διείσδυση της ακτινοβολίας δεν πρέπει να εμποδίζεται από τα τοιχώματα ενός δοχείου δείγματος που τοποθετείται μέσα στον ανιχνευτή ή λόγω των τοιχωμάτων του παραθύρου εισόδου του. Αυτή η παρεμβολή μπορεί να αποφευχθεί εντελώς με τη διάλυση ενός δείγματος στον σπινθηριστή (Averyn, 2021).

Ο κύριος σκοπός των ραδιόμετρων είναι η μέτρηση της συγκεκριμένης ραδιενέργειας και της συγκέντρωσης δραστηριότητας (ογκομετρική δραστηριότητα) των πηγών ιονίζουσας ακτινοβολίας. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα είναι τα ραδιομετρητές για τη μέτρηση ραδιονουκλεϊδίων που εκπέμπουν ακτινοβολία γάμα (γ). Τα απλούστερα ραδιόμετρα είναι σε θέση να προσδιορίσουν τη δραστηριότητα μετρώντας όλους τους παλμούς του ανιχνευτή με την αφαίρεση του φόντου. Ωστόσο, τα πιο αποτελεσματικά ραδιόμετρα είναι εκείνα με διακριτικά χαρακτηριστικά που μπορούν να προσφέρουν επιλεκτικές ιδιότητες για να αντιδρούν μόνο στις ακτινοβολίες που εκπέμπονται από ένα συγκεκριμένο ραδιονουκλεΐδιο. Μια τέτοια κατάτμηση καθίσταται δυνατή λόγω των ενσωματωμένων ηλεκτρικών κυκλωμάτων ικανών να επιλέγουν σήματα ανιχνευτών ορισμένου πλάτους και έναν μικροεπεξεργαστή για επεξεργασία δεδομένων. Τα δοσίμετρα αποσκοπούν στην εκτίμηση των ισοδύναμων ή αποτελεσματικών δόσεων ακτινοβολίας. Οι απλούστερες συσκευές είναι κατάλληλες μόνο για να μπορούν να ανιχνεύουν ακτινοβολίες φωτονίων, δηλαδή ακτίνες- γ και ακτίνες X (Garcia-Sanchez et al., 2018).

Τι δόση ακτινοβολίας λαμβάνει ένα τυπικό άτομο, η οποία μπορεί να μετρηθεί; Ο όρος δόση ή δόση ακτινοβολίας αναφέρεται γενικά στην ισοδύναμη δόση, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλα τα είδη ιονιζουσών ακτινοβολιών, όχι μόνο για ακτίνες X ή γ . Η ισοδύναμη δόση μετράται σε rem ή millirem. Ένα millirem είναι ένα χιλιοστό του rem. Με άλλα λόγια, χίλια millirem ισούνται με ένα rem (1000 millirem = 1 rem). Το Millirem συχνά συντομογραφείται ως mrem. Κάθε άνθρωπος μπορεί να λάβει ετησίως δόση όχι μεγαλύτερη από 25 mrem. Ωστόσο, στην Αμερική, οι ομοσπονδιακοί κανονισμοί για την ασφάλεια της ακτινοβολίας επιτρέπουν σε έναν εργαζόμενο σε μια πυρηνική εγκατάσταση να λαμβάνει έως και 5 rem (5.000 mrem) κάθε χρόνο. Η δόση ακτινοβολίας διαιρούμενη με το χρόνο κατά τον οποίο χορηγείται ονομάζεται ρυθμός δόσης. Η επίδραση μιας συγκεκριμένης δόσης ακτινοβολίας στον ζωντανό ιστό μπορεί να εξαρτάται από το ρυθμό δόσης. Γενικά πιστεύεται ότι οι δόσεις ακτινοβολίας που χορηγούνται με χαμηλούς ρυθμούς δόσης είναι λιγότερο επιβλαβείς από την ίδια δόση που χορηγείται με υψηλό ρυθμό δόσης.

2.5 Χρήσεις της ραδιενέργειας.

Τις τελευταίες δεκαετίες η ανθρωπότητα έχει κάνει τη ραδιενέργεια μέρος της καθημερινής της ζωής, καθώς χρησιμοποιείται για διάφορους σκοπούς, όπως η συντήρηση τροφίμων, οι ιατρικές εξετάσεις και θεραπεία και η παραγωγή και χρήση ενέργειας (Migdanalevtos & Kotsis, 2021). Μία χρήση της ακτινοβολίας και της ραδιενέργειας είναι στην ιατρική επιστήμη. Οι ακτινολογικές και οι απεικονιστικές μελέτες της πυρηνικής ιατρική αποτελούν απαραίτητα διαγνωστικά εργαλεία και έτσι αποτελούν τη βάση για πολλές θεραπευτικές αποφάσεις. Η διαγνωστική απεικόνιση βασίζεται κυρίως στην ιονίζουσα ακτινοβολία και σχεδόν το ήμισυ της μέσης έκθεσης σε ακτινοβολία του ευρέος κοινού μπορεί να αποδοθεί σε ιατρικές διαδικασίες. Το μεγαλύτερο μέρος της έκθεσης σε ακτινοβολία οφείλεται σε ραδιενεργά υλικά και ιονίζουσες ακτινοβολίες, ειδικά σε ακτίνες X (Fazel et al., 2009).

Αυτή η αυξημένη χρήση της ακτινοβολίας κατά την ιατρική, έχει δημιουργήσει την αίσθηση ότι ο κίνδυνος από τη δημιουργία καρκίνου είναι αυξημένος. Για τον λόγο αυτό έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες, τα αποτελέσματα των οποίων όμως δεν συμφωνούν μεταξύ τους. Έτσι, υπάρχουν πολλές που αναφέρουν ότι η συχνότητα ακτινολογικών απεικονίσεων στις εξετάσεις αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου (Huang, Law & Khong, 2009; Brix et al., 2009). Όμως, όπως αναφέρουν οι Eschner et al., (2010), αυτές οι μελέτες δεν συμπεριλαμβάνουν ομοιόμορφο δείγμα εξεταζόμενων ανθρώπων, ούτε επίσης υποομάδες ενός δεδομένου ηλικιακού εύρους. Άρα, τα αποτελέσματα δεν μπορούν να θεωρηθούν ότι αναφέρονται σε όλο τον πληθυσμό και κατά συνέπεια, η επιλογή και ο χρόνος της πιο αποτελεσματικής απεικονιστικής εξέτασης υπερτερούν πάντα του κινδύνου για τον ασθενή να αναπτύξει καρκίνο (Schindera et al., 2010).

Ωστόσο, όλο και περισσότεροι ασθενείς ευαισθητοποιούνται απέναντι στον κίνδυνο της ακτινοβολίας και είτε υποεκτιμούν τους κινδύνους που απορρέουν από αυτή (Baumann et al., 2011), είτε απορρίπτουν τις εξετάσεις ακόμη και εάν αυτό είναι επικίνδυνο για την υγεία τους (Shaw et al., 2010). Έτσι, οι μη ειδικοί διαβλέπουν έναν μεγάλο και αυξημένο κίνδυνο της πυρηνικής ενέργειας και θεωρούν ότι αυτή η ενέργεια είναι καταστροφική για την υγεία. Όμως, πιστεύουν ότι οι ακτίνες X δεν είναι

τόσο επικίνδυνες, γι' αυτό και τις αποδέχονται (Freudenberg & Beyer, 2011). Έτσι, δεν υπάρχει μία ομοφωνία μεταξύ τους ως προς τους κινδύνους από την ακτινοβολία. Αντίθετα, οι ειδικοί αποδέχονται πλήρως όχι μόνο την πυρηνική ενέργεια αλλά και τις ακτίνες Χ και ισχυρίζονται ότι και οι δύο ενέχουν μέτριο κίνδυνο για την υγεία.

Οι Englander et al., (1986) τονίζουν ότι παρανοήσεις σχετικά με τους κινδύνους που απορρέουν από την ακτινοβολία μπορεί να προκύψουν τόσο από ειδικούς όσο και από μη ειδικούς εξαιτίας της διαφορετικής αντίληψης της έννοιας που έχουν για την ακτινοβολία και τη ραδιενέργεια. Έτσι, υπάρχει μια σύγκρουση μεταξύ υποκειμενικής λαϊκής γνώσης και αντικειμενικής εξειδικευμένης γνώσης που μπορεί να επιλυθεί μόνο με δυσκολία μέσω μιας καθαρά επιστημονικής προσέγγισης. Όταν οι ασθενείς καλούνται να λάβουν μια απόφαση υπέρ ή κατά μιας συγκεκριμένης θεραπείας, η απόκλιση μεταξύ των απόψεών τους και εκείνων των εμπειρογνομόνων μπορεί τελικά να οδηγήσει σε ασθενείς που αρνούνται μια ιατρικά ενδεδειγμένη διαδικασία. Εναλλακτικά, οι ασθενείς μπορεί να συμφωνήσουν με τη διαδικασία απρόθυμα και να υποβληθούν σε αυτήν χωρίς συνεργασία (Freudenberg & Beyer, 2011).

Η χρήση της ραδιενέργειας στη βιομηχανία πραγματοποιείται με τα ραδιονουκλίδια και τη χρήση των σχάσιμων νουκλιδίων για την παραγωγή πυρηνικής ενέργειας με τη βοήθεια των πυρηνικών αντιδραστήρων. Άλλες εφαρμογές περιλαμβάνουν τη χρήση ραδιονουκλιδίων για την μέτρηση και τον έλεγχο του πάχους ή της πυκνότητας μεταλλικών ή πλαστικών φύλλων, τη διέγερση αντιδράσεων, που οδηγούν στην απόκτηση δομής πλέγματος από ορισμένα πολυμερή, την πρόκληση μεταλλάξεων στα φυτά με σκοπό την ανάπτυξη ανθεκτικότερων ειδών, και την αποστείρωση ή συντήρηση ορισμένων τροφίμων, χάρη στην μικροβιοκτόνο δράση τους (Κουτίδου, 2021).

Στον τομέα της γεωφυσικής, υπάρχουν μέθοδοι αναζήτησης μεταλλευμάτων και κοιτασμάτων άνθρακα με τη βοήθεια ισοτόπων. Η χρήση μιας ραδιενεργού πηγής στην καταγραφή οπών και η μέτρηση της ακτινοβολίας που αντανάκλαται πίσω σε έναν ανιχνευτή δείχνει το βάθος της εμφάνισης και το πάχος και τη δομή των ραφών του άνθρακα. Αυτή η τεχνική μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη διάκριση των διαφόρων στοιχείων στις αποθέσεις μεταλλεύματος στο τμήμα οπής και την παροχή μιας εκτίμησης του χρήσιμου περιεχομένου (Bhattacharya, 2021). Επίσης, μπορεί να προσδιοριστεί η ηλικία των γεωλογικών και αρχαιολογικών αντικειμένων με τη

βοήθεια ραδιενεργού άνθρακα. Ο ραδιενεργός άνθρακας, που απελευθερώνεται κυρίως στη στρατόσφαιρα ως αποτέλεσμα δοκιμών πυρηνικών όπλων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διερεύνηση του τρόπου μεταφοράς του διοξειδίου του άνθρακα από τη στρατόσφαιρα στην τροπόσφαιρα (Hajdas, 2009).

Επιπρόσθετα, οι τεχνικές ραδιοϊσοτόπων θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη των μετεωριτών και την εξήγηση των κοσμικών φαινομένων. Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους στο διάστημα οι μετεωρίτες υποβάλλονται σε κοσμικές ακτίνες παράγοντας ραδιενεργά ισότοπα στο υλικό των μετεωριτών. Δεδομένου ότι η ραδιενεργός ζωή ενός ισότοπου είναι συγκεκριμένη και χαρακτηριστική για αυτό το ισότοπο, μια ανάλυση των ραδιοϊσοτόπων σε μετεωρίτες μπορεί να δώσει πολύτιμα δεδομένα σχετικά με την ηλικία των μετεωριτών μέσω του διαστήματος. Καθώς οι μετεωρίτες είναι η μόνη πηγή εξωγήινης ύλης, η μελέτη τους μπορεί επίσης να παράσχει ενδείξεις για τις συνθήκες σε άλλα μέρη του ηλιακού συστήματος. Η ανάλυση των ραδιοϊσοτόπων σε υλικό μετεωριτών μπορεί να δείξει τις διακυμάνσεις στην ένταση των κοσμικών ακτινών στο διάστημα και αυτό, με τη σειρά του, είναι σημαντικό για την κατανόηση της πηγής της κοσμικής ακτινοβολίας (Taylor, 2000).

Επίσης, η εφαρμογή ισοτόπων στη μεταλλουργία αξιοποιείται ευρέως για να δείξει τη συμπεριφορά των μετάλλων υπό διαφορετικές συνθήκες και με τον τρόπο αυτό ανακαλύπτονται οι ιδιότητες και η συμπεριφορά των μετάλλων, κάτω από διαφορετικές συνθήκες, πράγμα που βοηθάει στις διάφορες μεταλλουργικές διεργασίες για βιομηχανικούς σκοπούς (Yin et al., 2015).

2.6 Οι πιο συχνές παρανοήσεις σχετικά με τη ραδιενέργεια.

Οι μαθητές έχουν προβλήματα στην κατανόηση ορισμένων εννοιών και υιοθετούν κυρίως αυτές που έρχονται σε αντίθεση με τις έννοιες που γίνονται αποδεκτές από την επιστημονική βιβλιογραφία. Τέτοιες έννοιες αναφέρονται από διάφορους ερευνητές ως «παρανοήσεις», «εναλλακτικές αντιλήψεις», «αφελείς αντιλήψεις» και «αυθόρμητη γνώση». Αυτές οι παρανοήσεις επηρεάζουν αρνητικά την

μάθηση των παιδιών σχολικής ηλικίας (Usta & Ayas, 2009) αλλά και τους φοιτητές ή ακόμα και τους εκπαιδευτικούς. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, υπάρχουν εννοιολογικές παρανοήσεις και λάθη των μαθητών, των φοιτητών και των εκπαιδευτικών σε διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα και οι περισσότερες από αυτές δείχνουν την ύπαρξη κοινών παρανοήσεων μεταξύ των τριών ομάδων, με τη ραδιενέργεια να μην αποτελεί εξαίρεση (Migdanalevros & Kotsis, 2021; Morales & Tuzon, 2020; Khalid, 2003).

Όσον αφορά τις εννοιολογικές παρανοήσεις, συχνά οι όροι ραδιενέργεια, ακτινοβολία και ραδιενεργό υλικό συγχέονται και χρησιμοποιούνται διφορούμενα. Αυτό επεσήμανε ο Prather (2005) στην έρευνά του, ο οποίος διαπίστωσε ότι οι μαθητές δεν ήταν σε θέση να διακρίνουν τη διαφορά μεταξύ των εννοιών της ακτινοβόλησης και της ραδιενεργού μόλυνσης και απέδωσαν τις ίδιες ιδιότητες στην μη ιονίζουσα ακτινοβολία και στο ραδιενέργεια. Επίσης οι Sesen & Ince, (2010) αναφέρουν ότι οι όροι ακτινοβόληση και ραδιενεργή μόλυνση χρησιμοποιούνται από πολλούς εκφράζοντας την ίδια έννοια. Αυτό είναι πιθανότατα συνέπεια της εναλλασσόμενης χρήσης των λέξεων «ραδιενεργός ακτινοβολία» και «ραδιενεργό υλικό», καθώς ο πρώτος όρος σχετίζεται με την ακτινοβολία ενώ ο δεύτερος με τη ραδιενεργή μόλυνση.

Κατά τους Tsaparli, Hartzavalo & Nakiboğlu (2013), οι αντιδράσεις πυρηνικής σύντηξης και σχάσης συνήθως συγχέονται, καθώς πολλοί μαθητές θεωρούν τη σχάση ως τη μόνη υπάρχουσα πυρηνική αντίδραση. Άλλη παρανόηση εντοπίζουν οι Eijkelhof et al., (1990) οι οποίοι αναφέρουν ότι μετά το ατύχημα του Τσερνόμπιλ πολλοί ήταν αυτοί που πίστευαν ότι η ακτινοβολία από το πυρηνικό εργοστάσιο είχε εισέλθει στις τροφές αποκλειστικά μέσω της φυτικής ύλης. Έτσι, όπως αναφέρουν οι Neumann & Hopf, (2012) πολλοί είναι αυτοί που πιστεύουν ότι η ραδιενέργεια είναι ένα τεχνητό δημιούργημα που παράγεται μόνο σε πυρηνικούς σταθμούς. Άλλοι πιστεύουν ότι είναι επιβλαβής για τα έμβια όντα (Morales & Tuzon, 2021), εξαιρετικά καταστροφική και επικίνδυνη (Sesen & Ince, 2010), με συνέπεια να υπάρχει ένας ευρέως διαδεδομένος φόβος σε οποιοδήποτε είδος ακτινοβολίας και σε κάθε περίπτωση.

Οι Klaassen, Eijkelhof & Lijnse (1990) τονίζουν ότι μία παρανόηση είναι η διαπίστωση πως η ραδιενέργεια έχει διαφορετική επίδραση στη ζωή και στην αδρανή ύλη. Στην έρευνά τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι πολλοί είναι οι μαθητές που πιστεύουν ότι η ζωντανή ύλη είναι πιο ευάλωτη στη ραδιενέργεια από ότι η αδρανή

ύλη. Μερικοί από αυτούς χρησιμοποιούν ρήματα όπως «προσελκύω» και «απορροφώ» για να δικαιολογήσουν αυτή τη σκέψη.

Άλλη μία παρανόηση είναι η άποψη ότι τα αντικείμενα και τα ζωντανά όντα που εκτίθενται σε ακτινοβολία γίνονται ραδιενεργά (Plotz, 2016). Επίσης, εάν ένα σώμα ακτινοβοληθεί, θα παραμείνει ραδιενεργό για πάντα, δίνοντας έτσι μια αρχή διατήρησης της ραδιενέργειας (Robin & Singh, 1990). Αυτή η ιδέα της διατήρησης αναφέρεται στο γεγονός ότι πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι εάν ένα σώμα γίνει ραδιενεργό, παραμένει ραδιενεργό για πάντα (Millar, Klaassen & Eijkelhof, 1990). Όμως, μια τέτοια παρανόηση μπορεί να είναι βέβαιη όταν η ακτινοβολία μεταφέρει αρκετή ενέργεια για να διεγείρει τον ατομικό πυρήνα ή να προκαλέσει πυρηνική αντίδραση (Plotz, 2016).

Πολλοί είναι εκείνοι οι μαθητές, σύμφωνα με τους Neumann & Hopf (2012) που θεωρούν ότι η ραδιενέργεια είναι τεχνητή. Στην πραγματικότητα όμως, μόνο ένας μειωμένος αριθμός μαθητών γνωρίζει την ύπαρξη φυσικών πηγών ραδιενέργειας. Αντιθέτως, η συντριπτική πλειοψηφία πιστεύει ότι η ραδιενέργεια μπορεί να παραχθεί μόνο με τεχνητά μέσα σε πυρηνικούς σταθμούς. Επίσης, πολλοί πιστεύουν ότι οι ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι η αιτία ορισμένων περιβαλλοντικών προβλημάτων που σχετίζονται με το CO₂, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ρύπανση ή η τρύπα της στοιβάδας του όζοντος (Morales & Tuzon, 2020; Neumann & Hopf, 2012). Τέλος, μία σημαντική παρανόηση είναι η άποψη ότι όλες οι ηλεκτρικές συσκευές, συμπεριλαμβανομένων των κινητών τηλεφώνων, εκπέμπουν επιβλαβή ακτινοβολία, καθώς η ραδιενεργός ακτινοβολία θεωρούν ότι αναμιγνύεται με μη ιονίζουσα ακτινοβολία (Migdanalevros & Kotsis, 2021). Στη μελέτη τους, οι Neumann και Hopf (2012) επεσήμαναν ότι ορισμένοι μαθητές συνήθως, κλήθηκαν από τους γονείς τους να κλείσουν το κινητό τους τηλέφωνο και άλλες ηλεκτρικές συσκευές πριν κοιμηθούν, υποστηρίζοντας ότι εκπέμπουν «ραδιενέργεια».

Όλες αυτές οι παρανοήσεις επισημαίνουν ότι υπάρχει σημαντική έλλειψη γνώσεων σχετικά με τη φύση και τις χρήσεις της ραδιενέργειας.

2.7 Παράγοντες που ευνοούν την παρανόηση και τα εννοιολογικά λάθη σχετικά με την ραδιενέργεια.

Η πυρηνική επιστήμη έχει χρήσεις και εφαρμογές που είναι σχετικές και κρίσιμες για την παγκόσμια ειρήνη και τη βιώσιμη ανάπτυξη, επομένως η γνώση των βασικών εννοιών και θεμάτων της θα πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του πολιτικού επιστημονικού εγγραμματισμού (Tsaparlis, Hartzavalos & Nakiboğlu, 2013). Μια ακτινογραφία στον οδοντίατρο, μια ακτινοθεραπεία στο νοσοκομείο, ένα πυρηνικό εργοστάσιο που δυσλειτουργεί, έτσι σήμερα σχεδόν όλοι έρχονται αντιμέτωποι με την ακτινοβολία και με τη ραδιενέργεια. Ωστόσο, η ακτινοβολία και η ραδιενέργεια είναι δύσκολο να κατανοηθούν επειδή δεν μπορούμε να τις αισθανθούμε με τις αισθήσεις μας. Αναπτύσσουμε τις δικές μας αντιλήψεις για την ακτινοβολία και τους λόγους με βάση τις εμπειρίες μας και τις πληροφορίες που λαμβάνουμε από άλλους, είτε πρόκειται για γονείς, μέσα ενημέρωσης, εκπαιδευτικούς ή συνομηλίκους (Skelly & Hall, 1993). Πιθανώς επειδή όλοι έρχονται αντιμέτωποι με την ακτινοβολία και τη ραδιενέργεια και έτσι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη σύγχρονη κοινωνία, αυτό έχει γίνει υποχρεωτικό θέμα στη φυσική εκπαίδευση παγκοσμίως.

Για να υπάρξει μία λύση στο παραπάνω πρόβλημα, οι Lavín Puente & Mínguez San José (2017) πρότειναν να υπάρξει μια χρήση αναλογιών με πιο οικείες διαδικασίες για τους μαθητές, ως διδακτικές πηγές. Ωστόσο, οι περιορισμοί της αναλογίας θα πρέπει να προσδιοριστούν κατάλληλα εκ των προτέρων και να προσδιοριστούν σαφώς οι ομοιότητες και οι διαφορές μεταξύ της νέας έννοιας και της γνωστής, προκειμένου να αποφευχθεί η εμφάνιση εσφαλμένων ιδεών (Morales & Tuzon, 2020). Ωστόσο, αυτό δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί εάν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί δεν μπορούν να διδάξουν το θέμα της ακτινοβολίας και της ραδιενέργειας. Έτσι, θα πρέπει να γνωρίζουν όχι μόνο τη φυσική, αλλά και τις παιδαγωγικές δυσκολίες της διδασκαλίας σχετικά με την ακτινοβολία και τη ραδιενέργεια (Siersam et al., 2020).

Οι παρανοήσεις και τα εννοιολογικά λάθη που παρατηρούνται σχετικά με την έννοια της ραδιενέργειας προέρχονται από ποικίλες και πολύπλοκες πηγές. Έτσι, η χρήση καθημερινών λέξεων με δισυπόστατο νόημα, η κατασκευή εσφαλμένων συλλογισμών κ.λ.π. αποτελούν αιτία λαθών (Wynne, 2000). Επιπλέον, η άποψη που

έχει ο κάθε άνθρωπος σχετικά με τον κόσμο και οι περιορισμένες αισθητηριακές του δυνατότητες, οδηγούν σε προκαταλήψεις για ορισμένες διαδικασίες και φαινόμενα (Wynne et al., 2003). Επίσης, οι παρανοήσεις προέρχονται από την έλλειψη κάλυψης της ραδιενέργειας στο πρόγραμμα σπουδών σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης και την παραπληροφόρηση από διάφορες πηγές, όπως τα μέσα ενημέρωσης και το διαδίκτυο (Migdanalevros & Kotsis, 2021 Sesen & Ince, 2010). Όπως αναφέρουν οι Migdanalevros & Kotsis, (2021), οι μαθητές ή/και οι φοιτητές τείνουν να μην ενδιαφέρονται να βρουν κατάλληλες πηγές για πληροφορίες σχετικά με περιβαλλοντικά θέματα και δείχνουν αδιαφορία για τις επιπτώσεις αυτών των θεμάτων στην καθημερινή τους ζωή.

Ένας παράγοντας μετάδοσης παρανοήσεων είναι τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και η διάθρωση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων (Nakiboğlu & Tekin, 2006). Πιο αναλυτικά, στην μελέτη των Tsaparlis, Hartzavalos & Nakiboğlu (2013) υπήρχαν δύο άρθρα εφημερίδων που ασχολούνταν με τις χρήσεις που έχει η πυρηνική επιστήμη και που σχετίζονται άμεσα με τη ζωή, την κοινωνία, την οικονομία και τη διεθνή πολιτική. Το ένα άρθρο ασχολούνταν με έναν νέο θερμοπυρηνικό αντιδραστήρα και το δεύτερο αφορούσε το απεμπλουτισμένο ουράνιο και τον κίνδυνο για την υγεία. Στην μελέτη συμμετείχαν προπτυχιακοί φοιτητές του τμήματος Φυσικής και του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης της Ελλάδας και της Τουρκίας. Όλοι οι συμμετέχοντες έλαβαν ένα από τα δύο άρθρα και κλήθηκαν να απαντήσουν σε μια σειρά από συνοδευτικές ερωτήσεις που αφορούσαν τη γνώση που έλαβαν ως μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αποδεκτές ή μερικώς αποδεκτές απαντήσεις δόθηκαν κατά μέσο όρο από περίπου το 20% των Ελλήνων και το 11% των Τούρκων μαθητών, ενώ περίπου το 50% των Ελλήνων και το 27% των Τούρκων μαθητών απείχε από την απάντηση στις ερωτήσεις. Τα ευρήματα αυτά είναι απογοητευτικά και δείχνουν την περιορισμένη ή την καθόλου κάλυψη του σχετικού εκπαιδευτικού υλικού στα ελληνικά και τουρκικά προγράμματα σπουδών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία παρανοήσεων στο γνωστικό αντικείμενο της ραδιενέργειας και της πυρηνικής φυσικής.

Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και η έρευνα των Nakiboğlu & Tekin (2006) που διαπίστωσε ότι οι Τούρκοι μαθητές Γυμνασίου έχουν μια σειρά από παρανοήσεις τόσο για θέματα πυρηνικής χημείας που σχετίζονται με την πυρηνική σταθερότητα, τον χρόνο ημιζωής, τη δεσμευτική ενέργεια, τις πρακτικές εφαρμογές της πυρηνικής

χημείας, το ποσοστό ραδιενεργού αποσύνθεσης και τις προαπαιτούμενες έννοιες που είναι απαραίτητες για την εκμάθηση της πυρηνικής χημείας. Αυτό που επισημάνθηκε στη μελέτη τους είναι ότι για να προωθηθεί η ουσιαστική μάθηση πρέπει να εντοπιστούν οι παρανοήσεις των μαθητών και οι αφελείς ιδέες που έχουν για τη ραδιενέργεια, προκειμένου να οικοδομηθούν προς επιστημονικά αποδεκτές απόψεις. Για να επιτευχθεί αυτό απαραίτητο είναι οι έννοιες της ραδιενέργειας να σχετίζονται με την πυρηνική χημεία και να μην είναι αφηρημένες. Επίσης, η έλλειψη προαπαιτούμενων γνώσεων εμποδίζει τους μαθητές, οι οποίοι συχνά έχουν προβλήματα με έννοιες όπως ο ατομικός αριθμός, ο μαζικός αριθμός, το στοιχείο, το άτομο, το ραδιοϊσότοπο, το νουκλεΐδιο και το ισότοπο στην εκμάθηση της πυρηνικής χημείας. Επιπλέον, οι μαθητές συγχέουν τη διαφορά μεταξύ πυρηνικών και χημικών αντιδράσεων.

Υπάρχει αποτυχία στον ορισμό της έννοιας ραδιενέργεια, με τους περισσότερους μαθητές, όπως αναφέρουν πολλές μελέτες, να θεωρούν ότι η ραδιενέργεια είναι είτε η εκπομπή σωματιδίων είτε η εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τον πυρήνα ορισμένων στοιχείων, αλλά όχι και τα δύο (Migdanalevros Kotsis, 2021). Εκτός από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, σημαντικός παράγοντας που ευνοεί την παρανόηση της ραδιενέργειας είναι και το διαδίκτυο. Όπως αναφέρουν οι Esteban-Santos & Pérez-Esteban (2012) τα μέσα ενημέρωσης αποτελούν σημαντική οδό επιστημονικής διάδοσης και μέσω μιας κατάλληλης στρατηγικής ορισμένες ειδήσεις μπορούν να γίνουν ένα διδακτικό εργαλείο για την επίσημη εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών. Υπό αυτή την έννοια, η μελέτη έχει επιλέξει ορισμένα δελτία που έχουν επιστημονικό περιεχόμενο που σχετίζεται με τη ραδιενέργεια ώστε, μέσω αυτών, να συζητηθούν κάποιες μεθοδολογικές κατευθυντήριες γραμμές για τη χρήση αυτών των ειδήσεων μέσα σε ένα μάθημα Φυσικών Επιστημών, προκειμένου να ενισχυθεί η μελέτη μιας σειράς εννοιών και όρων που σχετίζονται με το φαινόμενο της ραδιενέργειας και να γίνει η μάθησή τους πιο ευχάριστη και ελκυστική για τους μαθητές. Προς αυτή την κατεύθυνση κινήθηκε και η μελέτη των Sesen & Ince (2010), που αποσκοπούσε στην εξέταση τρόπων χρήσης του διαδικτύου από τους μαθητές ώστε να αναζητήσουν πληροφορίες σχετικά με τη ραδιενέργεια και να διερευνήσουν εάν οι πληροφορίες που συλλέχτηκαν αποτελούν πηγή παρανοήσεων. Από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι ένας μεγάλος αριθμός

ιστότοπων περιέχει εσφαλμένες και ανεπαρκείς γνώσεις σχετικά με την ακτινοβολία και τη ραδιενέργεια, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει διάφορες παρανοήσεις.

2.8 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις παρανοήσεις της έννοιας «ραδιενέργεια».

Καθώς υπάρχουν διαφορετικές αντιλήψεις μεταξύ των εκπαιδευτικών και των μαθητών σχετικά με το τι είναι ραδιενέργεια, παρά το γεγονός ότι αυτή έχει ανακαλυφθεί εδώ και πάνω από 100 χρόνια, υπάρχουν αρκετές παρανοήσεις σχετικά με την έννοιά της. Ορισμένα γεγονότα που συνέβησαν στο πρόσφατο παρελθόν, όπως η καταστροφή του πυρηνικού αντιδραστήρα Τσερνόμπιλ και του πυρηνικού σταθμού Φουκουσίμα, επηρέασαν κατά πολύ την αντίληψη των ανθρώπων σχετικά με το τι είναι ραδιενέργεια και πως αυτή συνδέεται με μια κακή και επικίνδυνη κατάσταση για αυτούς. Για να μελετηθεί η γνώση που έχουν οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί γύρω από αυτό το θέμα, πραγματοποιήθηκαν αρκετές μελέτες από το 1990.

Πιο συγκεκριμένα, οι Eijkelhof & Millar (1988) εξέτασαν εκθέσεις για το Τσερνόμπιλ και διαπίστωσαν ότι δεν υπήρξε καμία διαφορά στη χρήση των εννοιών ακτινοβολία, ραδιενέργεια και ραδιενεργό υλικό. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες στην έρευνα είχαν μια αόριστη ιδέα ότι η ακτινοβολία συνδέεται με τον κίνδυνο, η οποία συγχέεται από την ιδέα ότι τα ακτινοβολημένα αντικείμενα γίνονται ραδιενεργά. Κατέληξαν έτσι στο συμπέρασμα ότι η σύγχυση αυτή παρεμπόδιζε την ορθολογική εκτίμηση του κινδύνου. Η έρευνα των Rego & Peralta, (2006) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η πλειοψηφία των μαθητών παρόλο που έχει ακούσει για την ακτινοβολία δεν γνωρίζει τη φυσική ραδιενέργεια. Έτσι, η διαφορά μεταξύ ιονίζουσας και μη ιονίζουσας ακτινοβολίας είναι ως επί το πλείστον άγνωστη. Πολλοί μαθητές είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τις ακτίνες X αλλά όχι την ορατή ακτινοβολία. Το ραδόνιο είναι πρακτικά άγνωστο, καθώς οι πηγές ακτινοβολίας και ακόμη και η περιεκτικότητα σε ακτινοβολία των τροφίμων και του εδάφους είναι ελάχιστα γνωστές. Οι διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών ακτινοβολίας είναι ελάχιστα γνωστές.

Επίσης η έρευνα των Neumann & Hopf (2012) ανάμεσα σε Αυστριακούς μαθητές 14-16 ετών μελέτησε τις ιδέες σχετικά με την ακτινοβολία που είχαν οι μαθητές στο τελευταίο υποχρεωτικό έτος της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Για τον σκοπό αυτό, πραγματοποίησαν μια σειρά ημι-δομημένων συνεντεύξεων που έφεραν τους μαθητές πρόσωπο με πρόσωπο με τις εναλλακτικές ιδέες που αναφέρονται πιο συχνά στην επιστημονική βιβλιογραφία. Από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι οι αντιλήψεις των μαθητών ήταν πολύ μακριά από εκείνες που ήταν επιστημονικά αποδεκτές, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι τέτοιες ιδέες πρέπει να προσεγγιστούν επαρκώς από τους δασκάλους στα μαθήματα Φυσικής και Χημείας. Ως συνέχεια της έρευνας αυτής αποτελεί η μελέτη των Plotz & Hollenthoner (2019) καθώς η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε και στις δύο έρευνες ήταν πανομοιότυπη. Από αυτή την έρευνα διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές μόλις και μετά βίας συνδέουν την έννοια της ακτινοβολίας με την πυρηνική καταστροφή της Φουκουσίμα. Επιπλέον, στην έρευνα αυτή σε σχέση με την έρευνα των Plotz & Hollenthoner (2019) όχι μόνο οι μαθητές εκτίθενται στα μέσα ενημέρωσης σε πολύ νεότερη ηλικία, αλλά και πιο συχνά. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι όλο και περισσότερα παιδιά χτίζουν τη δική τους κατανόηση για ένα συγκεκριμένο θέμα, κάτι που θα μπορούσε ενδεχομένως να οδηγήσει σε παρανοήσεις.

Ο Eijkelhof (1996) πήρε συνέντευξη από μαθητές σχετικά με τη ραδιενέργεια, τον ιονισμό, την ιατρική χρήση της ακτινοβολίας, την ακτινοβόληση τροφίμων κ.λ.π. και διαπίστωσε ότι οι μαθητές ενημερώνονταν στην πλειοψηφία τους από τα μέσα ενημέρωσης και όχι από επιστημονικά συγγράμματα. Αντίθετα, η έρευνα των Futura et al. (2000) διαπίστωσε ότι εκτός από τα μέσα ενημέρωσης, οι μαθητές είχαν άποψη για την ακτινοβολία από τα σχολικά βιβλία και τους καθηγητές τους, οι οποίοι διαπιστώθηκε ότι ήταν ένας σημαντικός παράγοντας επηρεασμού τους.

Η έρευνα των Colclough, Lock & Soares, (2011), που ανέλυσε τις γνώσεις και τις στάσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τους κινδύνους που σχετίζονται με την πυρηνική ακτινοβολία, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι ικανότητές τους πρέπει να βελτιωθούν. Πιο συγκεκριμένα, ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς αποφοίτους φυσικής, χημείας, βιολογίας και ιστορίας του Ηνωμένου Βασιλείου διαπιστώθηκε ότι οι φυσικοί και οι χημικοί εμφάνιζαν τα υψηλότερα επίπεδα γνώσης ενώ οι υπόλοιποι είχαν παρανοήσεις σχετικά με την ακτινοβολία που την συνέχεαν με τη μόλυνση. Η μελέτη ολοκληρώνεται με τη συζήτηση των επιπτώσεων που έχουν αυτά τα ευρήματα στην

αρχική κατάρτιση των εκπαιδευτικών, στις ανάγκες συνεχούς επαγγελματικής ανάπτυξης για τους ήδη υπηρετούντες εκπαιδευτικούς και τους συντελεστές των προγραμμάτων σπουδών. Επίσης, η έρευνα των Taşoğlu, Ates & Bakac (2015) που διερεύνησε τις γνώσεις και στάσεις υποψήφιων καθηγητών φυσικής απέναντι στην ακτινοβολία και τη ραδιενέργεια, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι περισσότεροι από τους δεν είχαν αρκετές γνώσεις σχετικά με την ιονίζουσα ακτινοβολία και δεν μπορούσαν να κατανοήσουν τη διαφορά μεταξύ των εννοιών της ραδιενεργού μόλυνσης και της ακτινοβόλησης με ιονίζουσα ακτινοβολία. Επιπλέον, η πλειοψηφία τους δεν γνώριζε τον βαθμό έκθεσης στις διάφορες ακτινοβολίες κατά τη διάρκεια των καθημερινών τους δραστηριοτήτων. Οι περισσότεροι από αυτούς δεν μπορούσαν να δώσουν λογική αιτιολόγηση για τη θετική ή αρνητική στάση τους απέναντι στην ιονίζουσα ακτινοβολία. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι οι υποψήφιοι καθηγητές φυσικής που γνώριζαν περισσότερα για τις ακτινοβολίες γενικά και τη ραδιενέργεια είχαν πιο θετική στάση απέναντι στην έννοια της ακτινοβολίας και έδιναν πιο λογικές απαντήσεις.

Η έρευνα των Migdanalevtos & Kotsis, (2021) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης έχουν παρανοήσεις, μερικές από τις οποίες είτε είναι δημοσιευμένες σε άλλες εργασίες, είτε εντοπίζονται για πρώτη φορά σε αυτή την έρευνα. Και η έρευνα των Siersma et al. (2020) διαπίστωσε ότι οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στη μελέτη δεν φαίνεται να γνωρίζουν ποιες αντιλήψεις έχουν οι μαθητές τους. Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων, μόνο ένας εκπαιδευτικός ανέφερε ότι οι μαθητές δεν μπορούν να διακρίνουν μεταξύ τους τις έννοιες της «ραδιενέργειας» και της «ιονίζουσας ακτινοβολίας». Ωστόσο, η γνώση των λανθασμένων αντιλήψεων που ενυπάρχουν στους μαθητές είναι απαραίτητη για την υπέρβασή τους (McLure, Won & Treagust, 2020). Οι Leuchter et al., (2020) αναφέρουν στην έρευνά τους ότι οι εκπαιδευτικοί δεν θεωρούν ως παρανοήσεις τις απόψεις αυτές των μαθητών, προφανώς γιατί αρκετοί από αυτούς έχουν τις ίδιες παρανοήσεις.

Από την έρευνα των Cooper, Yeo & Zadnik, (2003), που πραγματοποιήθηκε στην Αυστραλία σε δείγμα 78 δεκαεξάχρονων μαθητών σχετικά με τις γνώσεις τους για την πυρηνική ενέργεια, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές γνώριζαν τις εφαρμογές της πυρηνικής τεχνολογίας, είχαν κάποια γνώση αν και ήταν λίγο ανεπαρκής για να εξηγήσουν την επίδραση της ακτινοβολίας στον άνθρωπο, αλλά διατήρησαν τους

φόβους τους για την πιθανότητα η πυρηνική ενέργεια να προκαλέσει εκτεταμένες ζημιές ή καταστροφές.

Η έρευνα του Alsop (2001) πραγματοποιήθηκε σε δείγμα ατόμων δύο ομάδων ηλικίας 18-24 ετών οι οποίοι οι μισοί από αυτούς είχαν ζήσει και εκπαιδευτεί σε μια γεωγραφική περιοχή με υψηλότερες από το μέσο όρο ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις ραδονίου και οι άλλοι μισοί όχι. Από τη σύγκριση διαπιστώθηκε ότι υπήρξαν λίγες εννοιολογικές και συναισθηματικές διαφορές. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες που αντιμετώπισαν υψηλότερα από το μέσο όρο επίπεδα ακτινοβολίας βρέθηκαν να είναι πιο ενημερωμένοι σχετικά με τις καθημερινές πρακτικές λεπτομέρειες της ζωής με αυξημένο κίνδυνο λόγω των αυξημένων συγκεντρώσεων ραδονίου.

3 Κεφάλαιο: Μεθοδολογία έρευνας.

3.1 Σκοπός και στόχοι της έρευνας.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνηθεί ο βαθμός του εγγραμματισμού των υπηρετούντων δασκάλων και νηπιαγωγών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, στα φαινόμενα που σχετίζονται με τη ραδιενέργεια.

Για να επιτευχθεί ο σκοπός αυτό, οι επιμέρους στόχοι της μελέτης είναι οι εξής:

1. Η καταγραφή των εσφαλμένων αντιλήψεων των δασκάλων και νηπιαγωγών σχετικά με τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας, τις βιολογικές επιπτώσεις της στον άνθρωπο, της χρήσεις της στην ιατρική και τις επιπτώσεις της στο ανθρώπινο οικοσύστημα και το φυσικό περιβάλλον, καθώς αυτές οι αντιλήψεις μπορεί να μεταφερθούν στους μαθητές τους.
2. Η διερεύνηση της διαφοροποίησης του εγγραμματισμού στη ραδιενέργεια μεταξύ δασκάλων και νηπιαγωγών.
3. Η διερεύνηση της σχέσης του επιστημονικού εγγραμματισμού στη ραδιενέργεια με κοινωνικοδημογραφικά χαρακτηριστικά, όπως το φύλο, τα χρόνια προϋπηρεσίας και την εξέταση τους μαθήματος της Φυσικής στις Πανελλήνιες για την εισαγωγή των δασκάλων και νηπιαγωγών στα Παιδαγωγικό Τμήματα.

3.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν από τον σκοπό και τους στόχους που τέθηκαν είναι τα εξής:

1. Οι εσφαλμένες αντιλήψεις σχετικά με τη ραδιενέργεια των δασκάλων και των νηπιαγωγών υπερτερούν εκείνες των σωστών αντιλήψεων;

2. Είναι το φύλο σημαντικός παράγοντας επιστημονικού εγγραμματισμού στη ραδιενέργεια;
3. Υπάρχει βελτίωση στις γνώσεις των δασκάλων και των νηπιαγωγών για τη ραδιενέργεια σε σχέση με τα χρόνια προϋπηρεσίας;
4. Υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ των δασκάλων και των νηπιαγωγών σχετικά με τον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια;
5. Παίζει ρόλο στον επιστημονικό εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια η εξέταση -με βάση την κατεύθυνση/δέσμη του/της κάθε υποψήφιου/ας- στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες εξετάσεις για την εισαγωγή στα Παιδαγωγικά Τμήματα;

3.3 Τόπος διεξαγωγής και δείγμα της έρευνας.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε ανάμεσα σε εν ενεργεία δάσκαλους και νηπιαγωγούς της Περιφερειακής Ενότητας Πρέβεζας κατά το διάστημα μεταξύ 16 Οκτωβρίου με 8 Νοεμβρίου του 2021.

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν συνολικά 132 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί. Οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί στην έρευνα ήταν από σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (νηπιαγωγεία και δημοτικά) της Περιφερειακής Ενότητας Πρέβεζας. Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας Google Forms και η αποστολή του στους συμμετέχοντες στην έρευνα έγινε κυρίως μέσω της εφαρμογής messenger και μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

3.4 Ερευνητικό εργαλείο.

Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της έρευνας είναι ένα ερωτηματολόγιο που αποτελείται από 32 ερωτήσεις κλειστού τύπου,

χωρισμένες σε πέντε ενότητες, το οποίο παρατίθεται στο παράρτημα της παρούσας μελέτης.

Πιο αναλυτικά, οι ερωτήσεις 1 έως 8 αποτελούν το πρώτο μέρος και αφορούν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος, όπως το φύλο, η ηλικία, το επίπεδο σπουδών, τα χρόνια προϋπηρεσίας, η σχέση εργασίας και η ειδικότητα. Επίσης οι δύο τελευταίες ερωτήσεις (7 και 8) αφορούν εάν κατά τις Πανελλήνιες εξετάσεις οι συμμετέχοντες εξετάστηκαν στο μάθημα της Φυσικής και εάν κατά τη διάρκεια των βασικών τους σπουδών παρακολούθησαν μαθήματα των Φυσικών Επιστημών.

Οι ερωτήσεις 9 έως 17 αποτελούν το δεύτερο μέρος και διερευνούν τις γνώσεις – αντιλήψεις των συμμετεχόντων στην έρευνα για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η ερώτηση 9 τέθηκε για να διαπιστωθεί εάν γνωρίζουν οι δάσκαλοι και οι νηπιαγωγοί την αξιοποίηση της ραδιενέργειας για την παραγωγή ενέργειας. Οι ερωτήσεις 10, 11 και 17 αφορούν τη γνώση σχετικά με τα πυρηνικά απόβλητα, οι ερωτήσεις 12 και 13 διερευνούν εάν η ραδιενέργεια είναι εκπομπή σωματιδίων από τους πυρήνες συγκεκριμένων χημικών στοιχείων και εάν είναι ακτινοβολία τεχνητής προέλευσης. Επίσης, η ερώτηση 14 διερευνά εάν η ραδιενέργεια αξιοποιείται στον αγροτικό τομέα, εκτός από την ιατρική ενώ η ερώτηση 15 διερευνά τη γνώση των συμμετεχόντων σχετικά με το ραδόνιο, εάν δηλαδή είναι φυσική πηγή ραδιενεργού ακτινοβολίας. Τέλος, η ερώτηση 16 διερευνά τη γνώση σχετικά με τους ασταθείς πυρήνες και συγκεκριμένα εάν οι ασταθείς πυρήνες των ραδιενεργών υλικών εκπέμπουν ακτίνες α, β, γ, νετρόνια και ακτίνες Χ.

Το τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου περιέχει τις ερωτήσεις 18 έως 22 και διερευνά τις γνώσεις των δασκάλων και νηπιαγωγών σχετικά με τα βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο. Πιο συγκεκριμένα, η ερώτηση 18 τέθηκε για να διαπιστώσει τη γνώση των συμμετεχόντων σχετικά με το εάν η ραδιενέργεια ανιχνεύεται από τις ανθρώπινες αισθήσεις, η ερώτηση 19 μελετά εάν οι συγκεκριμένες δόσεις ραδιενεργού ακτινοβολίας μπορούν να προκαλέσουν μετάλλαξη του D.N.A. ενώ οι ερωτήσεις 20 έως 21 διερευνούν εάν η έκθεση σε μεγάλη δόση ραδιενέργειας προκαλεί ανεπανόρθωτες βλάβες στους ανθρώπινους ιστούς και στις εγκυμονούσες. Τέλος η ερώτηση 22 διερευνά εάν αυτός ο κίνδυνος από την έκθεση σε ακτινοβολίες εξαρτάται από το είδος της ακτινοβολίας.

Το τέταρτο μέρος του του ερωτηματολογίου περιέχει τις ερωτήσεις 23 έως 28 και διερευνά τις γνώσεις των δασκάλων και νηπιαγωγών σχετικά με τις χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική επιστήμη. Πιο συγκεκριμένα, η ερώτηση 23 διερευνά τη γνώση των δασκάλων και νηπιαγωγών σχετικά με το εάν τα ραδιενεργά στοιχεία αξιοποιούνται για ιατρικούς σκοπούς, η ερώτηση 24 τέθηκε για να διαπιστωθεί η άποψή τους σχετικά με το εάν η ακτινοβολήση του ανθρώπινου σώματος για ιατρικούς λόγους ισοδυναμεί με ραδιενεργή μόλυνση ενώ η ερώτηση 25 διερευνά εάν η έγχυση ενέσιμου ραδιενεργού υλικού στον άνθρωπο τον καθιστά ραδιενεργά ενεργό. Η ερώτηση 26 αφορά τις ακτίνες X και τέθηκε για να διαπιστωθεί εάν οι συμμετέχοντες κατά πόσο πιστεύουν ότι αυτές αξιοποιούνται στις ακτινογραφίες και είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο. Η ερώτηση 27 διερευνά εάν η ραδιενέργεια μπορεί να είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο, αλλά ταυτόχρονα να είναι χρήσιμη, ειδικά στην ιατρική. Τέλος, η ερώτηση 28 διερευνά εάν η δόση της ακτινοβολίας που δέχεται ο άνθρωπος σε ακτινογραφία θώρακος είναι μικρότερη σε σχέση με μια αντίστοιχη αζονική τομογραφία.

Το πέμπτο και τελευταίο μέρος του του ερωτηματολογίου περιέχει τις ερωτήσεις 29 έως 35 και διερευνά τις γνώσεις των δασκάλων και νηπιαγωγών σχετικά με το ανθρώπινο οικοσύστημα και τη ραδιενέργεια. Πιο συγκεκριμένα, η ερώτηση 29 διερευνά την αξιοποίηση της ραδιενεργού ακτινοβολίας για τη συντήρηση των τροφίμων, η ερώτηση 30 τέθηκε για να διαπιστωθεί η άποψη των δασκάλων και νηπιαγωγών σχετικά με το ποιόν θεωρούν υπεύθυνο για την παραγωγή πυρηνικών αποβλήτων ενώ η ερώτηση 31 τέθηκε για τη διερεύνηση της επιβάρυνσης της ραδιενέργειας στο περιβάλλον και το οικοσύστημα. Οι ερωτήσεις 32 και 33 διερευνούν την άποψη των συμμετεχόντων για το εάν σε περίπτωση ραδιενεργού μόλυνσης του οικοσυστήματος το πιο επικίνδυνο για τον άνθρωπο είναι το πόσιμο νερό και εάν μπορούν να αφαιρέσουν τη ραδιενέργεια με βρασμό από ραδιενεργό γάλα. Τέλος, η ερώτηση 34 διερευνά την άποψη των δασκάλων και νηπιαγωγών για το εάν θα δίσταζαν να φάνε φράουλες που έχουν ακτινοβοληθεί με ακτίνες X, ώστε να συντηρηθούν.

3.5 Καταχώρηση και επεξεργασία δεδομένων.

Τα δεδομένα της έρευνας αναλύθηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 20. Αρχικά πραγματοποιήθηκαν περιγραφικές αναλύσεις με συχνότητες και μέτρα κεντρικής θέσης / τάσεις και μέτρα διασποράς. Στη συνέχεια υλοποιήθηκαν έλεγχοι συσχετίσεων με το δείκτη Pearson r καθώς και συγκρίσεις μέσων όρων με το στατιστικό κριτήριο διακύμανσης ANOVA και έλεγχοι ανεξάρτητων δειγματικών μέσων όρων μέσω της ανάλυσης t-test.

3.6 Ζητήματα ηθικής και δεοντολογίας.

Η συναίνεση των ατόμων για συμμετοχή σε έρευνα αποτελεί σημαντικό παράγοντα που εξασφαλίζει τη συγκατάθεσή τους. Ο κάθε συμμετέχοντας σε έρευνα δεν θα πρέπει να αισθάνεται εξαναγκασμό για να συμμετάσχει σε αυτή, όπως κάθε είδους πειθώ ή εξαπάτηση στην προσπάθεια απόκτησης εμπιστοσύνης. Η ενημερωμένη συγκατάθεση δηλώνει ότι ένα άτομο πρέπει να δώσει τη ρητή συγκατάθεσή του για να συμμετάσχει στη μελέτη. Αυτό εκλαμβάνεται ως συμφωνία εμπιστοσύνης μεταξύ του ερευνητή και των συμμετεχόντων.

Η συγκατάθεση αυτή, στην παρούσα μελέτη διασφαλίστηκε, καθώς στην πρώτη σελίδα του ερωτηματολογίου που μοιράστηκε στους συμμετέχοντες, δόθηκε ένα περιεκτικό κείμενο στο οποίο αναφέρονται πληροφορίες σχετικά με τα προσωπικά στοιχεία του ερευνητή, το ίδρυμα στο οποίο φοιτά, ο σκοπός για τον οποίο πραγματοποιείται η έρευνα, ο τρόπος χρήσης των αποτελεσμάτων και η διασφάλιση της ανωνυμίας και προστασίας των προσωπικών δεδομένων των συμμετεχόντων.

Καθώς η εγκυρότητα αφορά τον σχεδιασμό της έρευνας η οποία πρέπει να καλύπτει συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα, η παρούσα διπλωματική μελέτη συσχετίζει τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν με τα αποτελέσματα. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα είναι έγκυρα και αξιόπιστα. Επίσης, η δεοντολογία της έρευνας

απαιτεί οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται να σχετίζονται ειδικά με τα ερευνητικά ερωτήματα.

3.7 Περιορισμοί της έρευνας.

Ένας από τους περιορισμούς της έρευνας ήταν το γεγονός ότι οι δάσκαλοι και οι νηπιαγωγοί της Περιφερειακής ενότητας Πρέβεζας θα έπρεπε να ενημερωθούν προσωπικά από τον ίδιο τον ερευνητή για τη συμμετοχή τους στην έρευνα, η οποία όμως έγινε μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας Google Forms και η αποστολή του στους συμμετέχοντες στην έρευνα έγινε κυρίως μέσω της εφαρμογής messenger και μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Έτσι, δεν υπήρξε προσωπική επαφή με τους συναδέλφους/ισσες, πράγμα που δυσχέρανε αρκετά τη συμμετοχή τους. Επίσης, ο ερευνητής δεν μπορούσε να ορίσει συγκεκριμένη ώρα και ημέρα ώστε να μαζέψει τα ερωτηματολόγια, όπως θα γίνονταν από μία προσωπική διαμοίραση του ερωτηματολογίου, αλλά αφέθηκε στην καλή θέληση των συναδέλφων του η συμπλήρωσή του. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, όχι μόνο τη μακριά διάρκεια της έρευνας αλλά και τη μη συμμετοχή αρκετών από τους υπηρετούντες δασκάλους και νηπιαγωγούς της Περιφερειακής Ενότητας Πρέβεζας τη δεδομένη χρονική στιγμή που διεκπεραιώθηκε η έρευνα.

Όμως, το κύριο πλεονέκτημα της μελέτη αυτής είναι το γεγονός ότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα παρόμοιες έρευνες σε δείγμα δασκάλων και νηπιαγωγών. Έτσι, θα μπορούσε στο μέλλον να αποτελέσει έναυσμα για διεξαγωγή περαιτέρω μελέτης σε μεγαλύτερο δείγμα δασκάλων και νηπιαγωγών, συμπεριλαμβανομένων περισσότερων Περιφερειών της Ελλάδας.

4 Κεφάλαιο: Αποτελέσματα της έρευνας.

4.1 Εισαγωγή.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας αναπτύσσεται σε τρεις ενότητες. Αρχικά επιχειρείται μια περιγραφική παρουσίαση των δημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι ορθές, οι λανθασμένες και οι ουδέτερες απαντήσεις των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών σε ερωτήσεις που αφορούν τις γνώσεις τους στη ραδιενέργεια. Ακολούθως παρουσιάζονται οι διαφοροποιήσεις των γνώσεων - αντιλήψεων των εκπαιδευτικών με βάση το φύλο τους, τα χρόνια προϋπηρεσίας, την ειδικότητά τους (δάσκαλοι/δασκάλες και νηπιαγωγοί) και την εξέταση στο μάθημα της Φυσικής -ανάλογα με την κατεύθυνση/δέσμη που είχε ακολουθήσει ο/η κάθε υποψήφιος/α- στις Πανελλήνιες Εξετάσεις για την εισαγωγή στα Παιδαγωγικά Τμήματα.

4.2 Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος.

Στον παρακάτω πίνακα 1 καταγράφονται τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος.

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικά δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος.

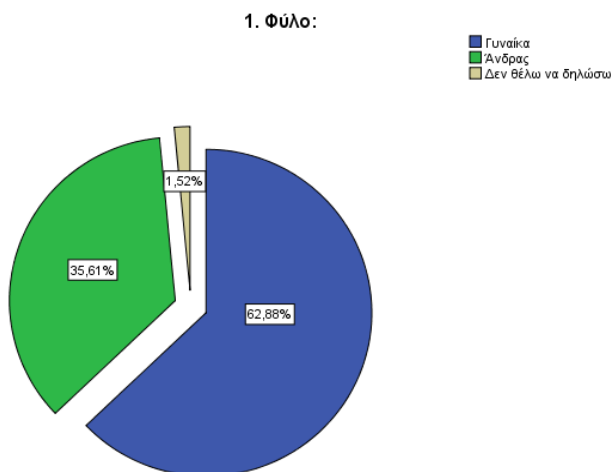
		Συχνότητα	Ποσοστό
Φύλο	Γυναίκα	83	62,9%
	Άνδρας	47	35,6%
	Δεν θέλω να δηλώσω	2	1,5%

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

<i>Επίπεδο σπουδών</i>	Βασικό πτυχίο	44	33,3%
	Διδασκαλείο	6	4,5%
	Δεύτερο πτυχίο	3	2,3%
	Μεταπτυχιακό	74	56,1%
	Διδακτορικό	5	3,8%
<i>Χρόνια προϋπηρεσίας</i>	0 έως 10 χρόνια	24	18,2%
	11 έως 15 χρόνια	28	21,2%
	16 έως 20 χρόνια	25	18,9%
	>20 χρόνια	55	41,7%
<i>Σχέση Εργασίας</i>	Μόνιμος	113	85,6%
	Αναπληρωτής	19	14,4%
<i>Εξετάστηκαν στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες Εξετάσεις.</i>	Ναι	45	34,1%
	Όχι	87	65,0%
<i>Παρακολούθηση μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών στη διάρκεια των βασικών σπουδών.</i>	Ναι	105	79,5%
	Όχι	27	20,5%
<i>Ειδικότητα</i>	Δάσκαλος-α (ΠΕ70)	99	75%
	Νηπιαγωγός (ΠΕ60)	33	25%

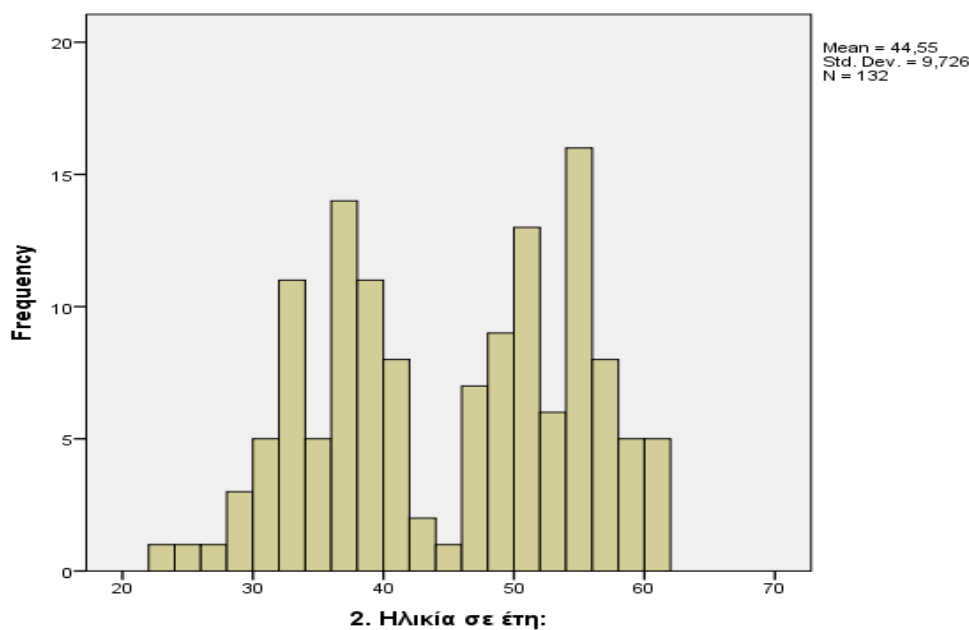
Πιο αναλυτικά έχουμε τα εξής:

Από τους 132 εκπαιδευτικούς του δείγματος της έρευνας (N=132) οι 83 (62,9%) ήταν γυναίκες, οι 47 (35,6%) ήταν άνδρες και 2 άτομα (1,5%) δεν ήθελαν να δηλώσουν το φύλο τους.



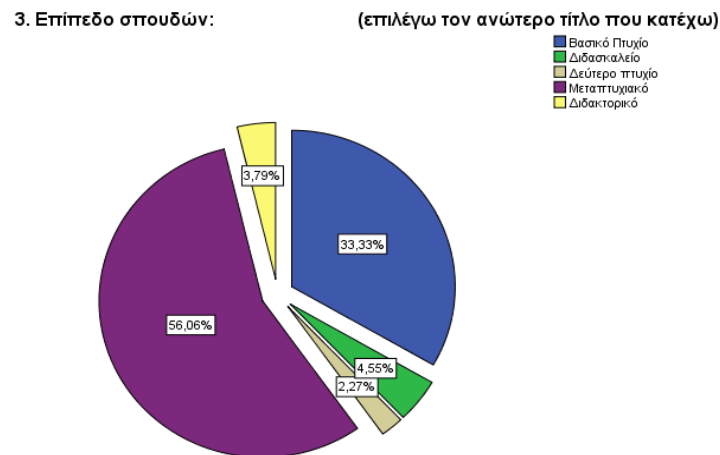
Γράφημα 1: Το φύλο του δείγματος.

Η μέση ηλικία του δείγματος ήταν τα 45 έτη ($Mean=44.55$, $Std. Dev.=9.72$).



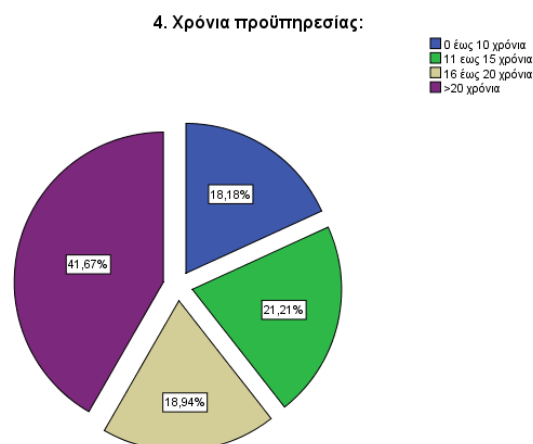
Γράφημα 2: Οι ηλικίες του δείγματος σε έτη.

Αναφορικά με το επίπεδο εκπαίδευσης, το 33,3% (44 άτομα) είχε αποκτήσει βασικό πτυχίο σπουδών, το 4,5% (6 άτομα) είχε μετεκπαιδευθεί στο διδασκαλείο, το 2,3% (3 άτομα) είχε στην κατοχή του δεύτερο πτυχίο, το 56,1% (74 άτομα) είχε μεταπτυχιακό τίτλο και το 3,8% (5 άτομα) είχε διδακτορικό δίπλωμα.



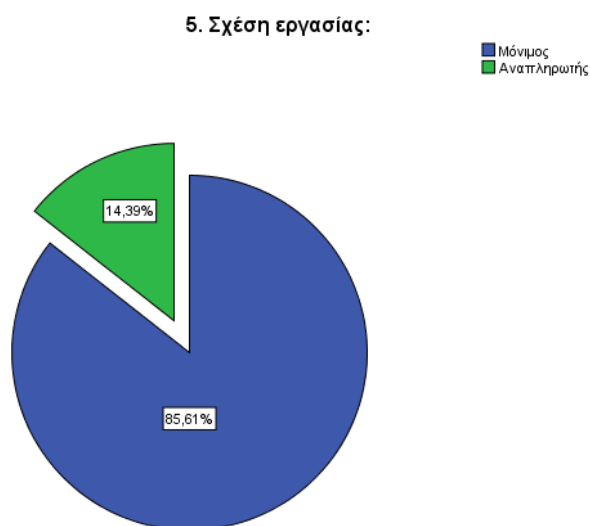
Γράφημα 3: Το επίπεδο σπουδών του δείγματος.

Αναφορικά με τα χρόνια προϋπηρεσίας των εκπαιδευτικών, το 18,2% (24 άτομα) είχε προϋπηρεσία 0-10 χρόνια, το 21,2% εργάζονταν 11-15 χρόνια, το 18,9% (25 άτομα) ήταν στην ενεργό υπηρεσία 16-20 χρόνια και το 41,7% (55 άτομα) είχε περισσότερα από 20 χρόνια προϋπηρεσία.



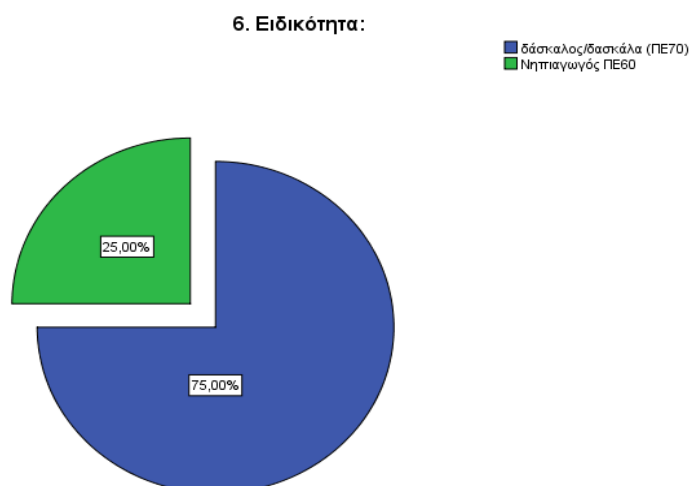
Γράφημα 4: Χρόνια προϋπηρεσίας του δείγματος.

Όσον αφορά τη σχέση εργασίας των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν στην έρευνα, το 85,6% (113 άτομα) ήταν μόνιμο προσωπικό και το 14,4% (19 άτομα) ήταν αναπληρωτές.



Γράφημα 5: Η σχέση εργασίας των συμμετεχόντων στην έρευνα.

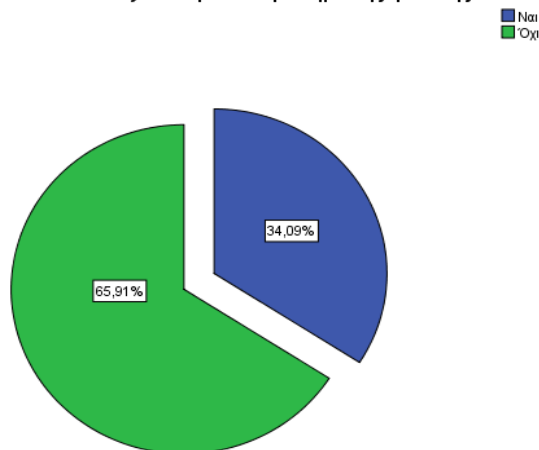
Ως προς την ειδικότητα του δείγματος, το 75% (99 άτομα) ήταν δάσκαλοι (ΠΕ70) και το 25% (33 άτομα) ήταν νηπιαγωγοί (ΠΕ60).



Γράφημα 6: Οι ειδικότητες των συμμετεχόντων στην έρευνα.

Το 34% (45 άτομα) είχε εξεταστεί στο μάθημα τις Φυσικής στις Πανελλήνιες Εξετάσεις με βάση την κατεύθυνση/δέσμη που είχε επιλέξει ως μαθητής/τρια στην Γ' λυκείου, ενώ το 66% (87 άτομα) όχι.

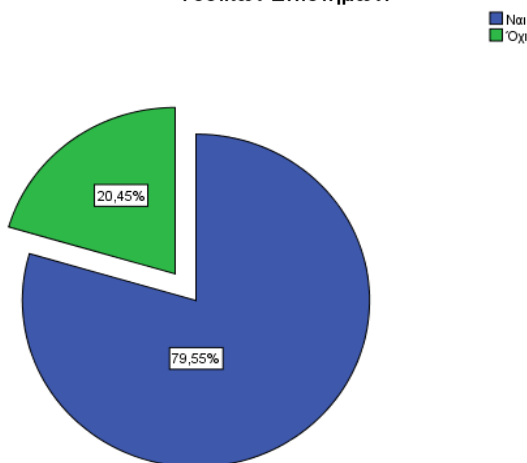
7. Στις Πανελλήνιες Εξετάσεις, για την εισαγωγή μου στο Παιδαγωγικό Τμήμα, εξετάστηκα στο μάθημα της φυσικής.



Γράφημα 7: Εξέταση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες.

Τέλος, το 79,5% (105 άτομα) παρακολούθησε το μάθημα των Φυσικών Επιστημών κατά τη διάρκεια των βασικών του σπουδών στα Παιδαγωγικά Τμήματα, ενώ το 20,5% (27 άτομα) όχι.

8. Κατά τη διάρκεια των βασικών μου σπουδών παρακολούθησα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών.



Γράφημα 8: Παρακολούθηση του μαθήματος των Φ.Ε. στις βασικές σπουδές.

4.3 Γνώσεις-αντιλήψεις για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας.

Στον παρακάτω πίνακα 2, παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων αναφορικά με τις γνώσεις και τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας.

Πίνακας 2: Γνώσεις-αντιλήψεις για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας.

		Count	Column N%
1. Αξιοποιούνται ραδιενεργά στοιχεία για την παραγωγή ενέργειας;	Σωστή απάντηση	103	78,0%
	Λάθος απάντηση	4	3,0%
	Δεν γνωρίζει	25	18,9%
2. Τα πυρηνικά απόβλητα περιέχουν ραδιενεργά υλικά;	Σωστή απάντηση	126	95,5%
	Λάθος απάντηση	3	2,3%
	Δεν γνωρίζει	3	2,3%
3. Είναι εύκολη η καταστροφή των πυρηνικών αποβλήτων, ώστε να καταστούν ακίνδυνα;	Σωστή απάντηση	92	69,7%
	Λάθος απάντηση	5	3,8%
	Δεν γνωρίζει	35	26,5%
4. Η ραδιενέργεια είναι η εκπομπή σωματιδίων από τους πυρήνες συγκεκριμένων χημικών στοιχείων.	Λάθος απάντηση	89	67,4%
	Σωστή απάντηση	12	9,1%
	Δεν γνωρίζει	31	23,5%
5. Η ραδιενέργεια είναι ακτινοβολία τεχνητής προέλευσης.	Σωστή απάντηση	47	35,6%
	Λάθος απάντηση	54	40,9%
	Δεν γνωρίζει	31	23,5%
6. Εκτός από την ιατρική, η ραδιενέργεια αξιοποιείται στη βιομηχανία, στον αγροτικό τομέα και στην παραγωγή ενέργειας.	Σωστή απάντηση	100	75,8%
	Λάθος απάντηση	10	7,6%
	Δεν γνωρίζει	22	16,7%

7. Το ραδόνιο είναι φυσική πηγή ραδιενεργής ακτινοβολίας.	Σωστή απάντηση	49	37,1%
	Λάθος απάντηση	10	7,6%
	Δεν γνωρίζει	73	55,3%
8. Οι ασταθείς πυρήνες των ραδιενεργών υλικών εκπέμπουν ακτίνες α, β, γ, νετρόνια και ακτίνες Χ.	Λάθος απάντηση	43	32,6%
	Σωστή απάντηση	13	9,8%
	Δεν γνωρίζει	76	57,6%
9. Τα πυρηνικά απόβλητα παύουν να είναι ραδιενεργά και γι' αυτό δεν χρειάζονται ασφαλή αποθήκευση.	Σωστή απάντηση	97	73,5%
	Λάθος απάντηση	10	7,6%
	Δεν γνωρίζει	25	18,9%

Πιο αναλυτικά, προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

Στην ερώτηση, εάν αξιοποιούνται ραδιενεργά στοιχεία για την παραγωγή ενέργειας, υπήρχαν 103 σωστές (78%) και 4 λάθος απαντήσεις (3%) ενώ 25 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (18,9%).



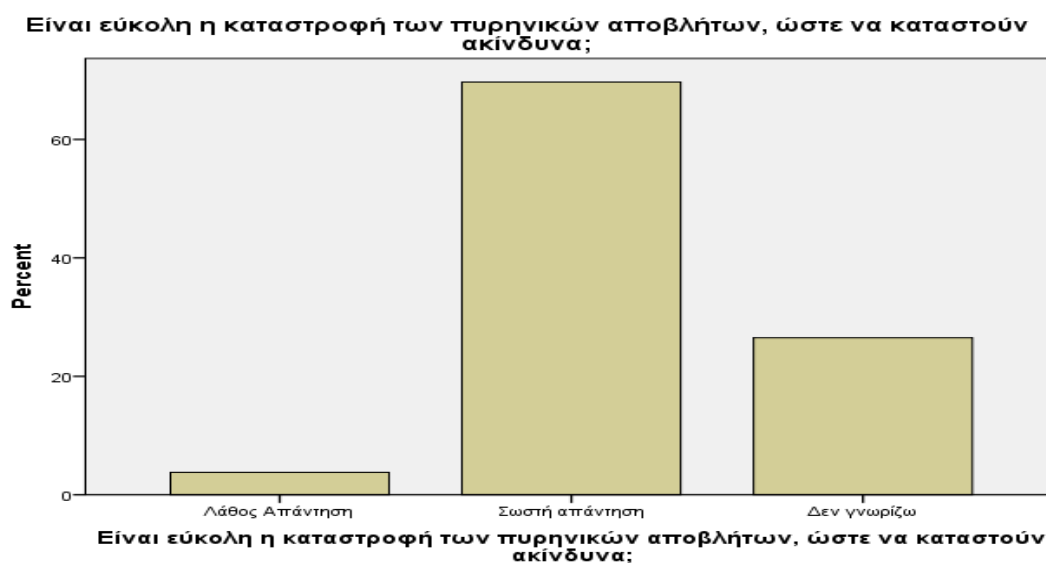
Γράφημα 9: Αξιοποίηση ραδιενεργών στοιχείων για την παραγωγή ενέργειας.

Στην ερώτηση, εάν τα πυρηνικά απόβλητα περιέχουν ραδιενεργά υλικά, υπήρχαν 126 σωστές (95,5%) και 3 λάθος απαντήσεις (2,3%) ενώ 3 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (2,3%).



Γράφημα 10: Τα πυρηνικά απόβλητα περιέχουν ραδιενεργά υλικά.

Στην ερώτηση, εάν είναι εύκολη η καταστροφή των πυρηνικών αποβλήτων, ώστε να καταστούν ακίνδυνα, υπήρχαν 92 σωστές (69,7%) και 5 λάθος απαντήσεις (3,8%) ενώ 35 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (26,5%).



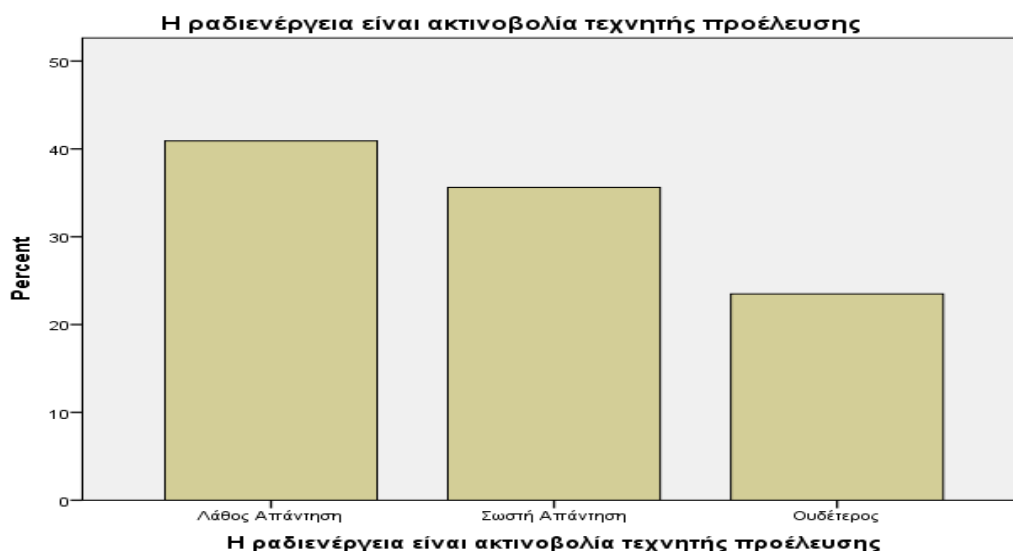
Γράφημα 11: Επικινδυνότητα των πυρηνικών αποβλήτων.

Στην ερώτηση, εάν η ραδιενέργεια είναι η εκπομπή σωματιδίων από τους πυρήνες συγκεκριμένων χημικών στοιχείων, υπήρχαν 89 λάθος (67,4%) και 12 σωστές απαντήσεις (9,1%) ενώ 31 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (23,5%).



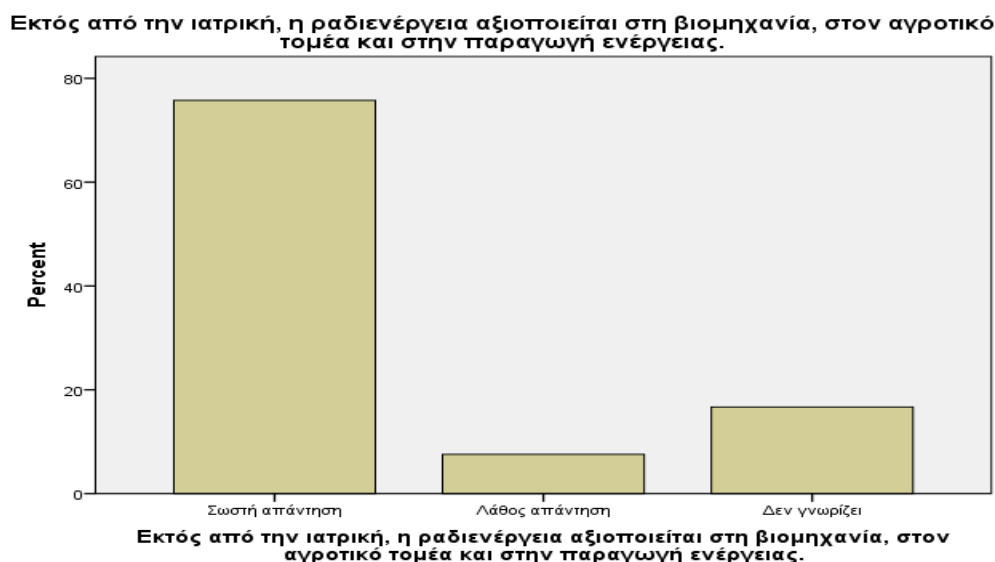
Γράφημα 12: Ραδιενέργεια και εκπομπή σωματιδίων.

Στην ερώτηση, εάν η ραδιενέργεια είναι ακτινοβολία τεχνητής προέλευσης, υπήρχαν 47 σωστές (35,6%) και 54 λάθος απαντήσεις (40,9%) ενώ 31 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (23,5%).



Γράφημα 13: Η ραδιενέργεια είναι ακτινοβολία τεχνητής προέλευσης.

Στην ερώτηση, εάν εκτός από την ιατρική, η ραδιενέργεια αξιοποιείται στη βιομηχανία, στον αγροτικό τομέα και στην παραγωγή ενέργειας, υπήρχαν 100 σωστές (75,8%) και 10 λάθος απαντήσεις (7,6%) ενώ 22 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (16,7%).



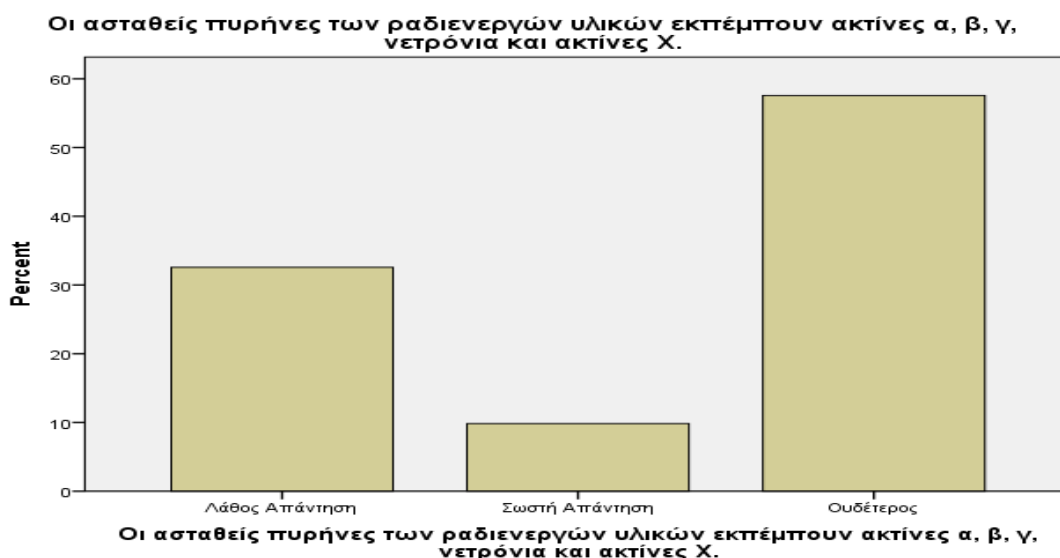
Γράφημα 14: Τομείς αξιοποίησης της ραδιενέργειας.

Στην ερώτηση, εάν το ραδόνιο είναι φυσική πηγή ραδιενεργής ακτινοβολίας, υπήρχαν 49 σωστές (37,1%) και 10 λάθος απαντήσεις (7,6%) ενώ 73 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (55,3%).



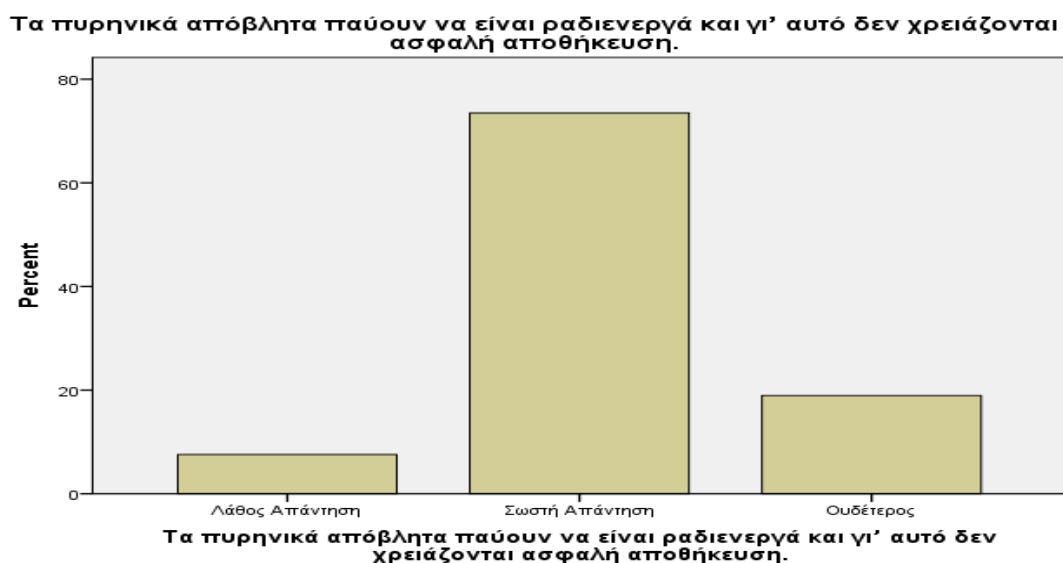
Γράφημα 15: Το ραδόνιο είναι φυσική πηγή ραδιενέργειας.

Στην ερώτηση, εάν οι ασταθείς πυρήνες των ραδιενεργών υλικών εκπέμπουν ακτίνες α, β, γ, νετρόνια και ακτίνες Χ, υπήρχαν 43 λάθος (31,6%) και 13 σωστές απαντήσεις (9,8%) ενώ 76 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (57,6%).



Γράφημα 16: Ακτινοβολίες των ραδιενεργών στοιχείων.

Στην ερώτηση, εάν τα πυρηνικά απόβλητα παύουν να είναι ραδιενεργά και γι' αυτό δεν χρειάζονται ασφαλή αποθήκευση, υπήρχαν 97 σωστές (73,5%) και 10 λάθος απαντήσεις (7,6%) ενώ 25 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (18,9%).



Γράφημα 17: Ασφαλής αποθήκευση των πυρηνικών αποβλήτων.

4.4 Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.

Στον παρακάτω πίνακα 3 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων αναφορικά με τα βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.

Πίνακας 3: Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.

		Count	Column N %
1. Η ραδιενέργεια δεν ανιχνεύεται από τις ανθρώπινες αισθήσεις.	Σωστή απάντηση	79	59,8%
	Λάθος απάντηση	32	24,2%
	Δεν γνωρίζει	21	15,9%
2. Συγκεκριμένες δόσεις ραδιενεργού ακτινοβολίας μπορούν να προκαλέσουν μετάλλαξη του D.N.A.	Σωστή απάντηση	101	76,5%
	Λάθος απάντηση	8	6,1%
	Δεν γνωρίζει	23	17,4%
3. Η έκθεση σε μεγάλη δόση ραδιενέργειας, προκαλεί ανεπανόρθωτες βλάβες στους ανθρώπινους ιστούς.	Σωστή απάντηση	123	93,2%
	Λάθος απάντηση	5	3,8%
	Δεν γνωρίζει	4	3,0%
4. Οι εγκυμονούσες δεν πρέπει να εκτίθενται σε ραδιενεργό ακτινοβολία.	Σωστή απάντηση	115	87,1%
	Λάθος απάντηση	11	8,3%
	Δεν γνωρίζει	6	4,5%
5. Ο κίνδυνος για τον άνθρωπο από την έκθεσή του σε ακτινοβολίες εξαρτάται από το είδος τους.	Σωστή απάντηση	89	67,4%
	Λάθος απάντηση	19	14,4%
	Δεν γνωρίζει	24	18,2%

Πιο αναλυτικά, προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Στην ερώτηση, εάν η ραδιενέργεια δεν ανιχνεύεται από τις ανθρώπινες αισθήσεις, υπήρχαν 79 σωστές (59,8%) και 32 λάθος απαντήσεις (24,2%) ενώ 21 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (15,9%).



Γράφημα 18: Ανίχνευση της ραδιενέργειας από τις ανθρώπινες αισθήσεις.

Στην ερώτηση, εάν συγκεκριμένες δόσεις ραδιενεργού ακτινοβολίας μπορούν να προκαλέσουν μετάλλαξη του D.N.A., υπήρχαν 101 σωστές (76,5%) και 8 λάθος απαντήσεις (6,1%) ενώ 23 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (17,4%).



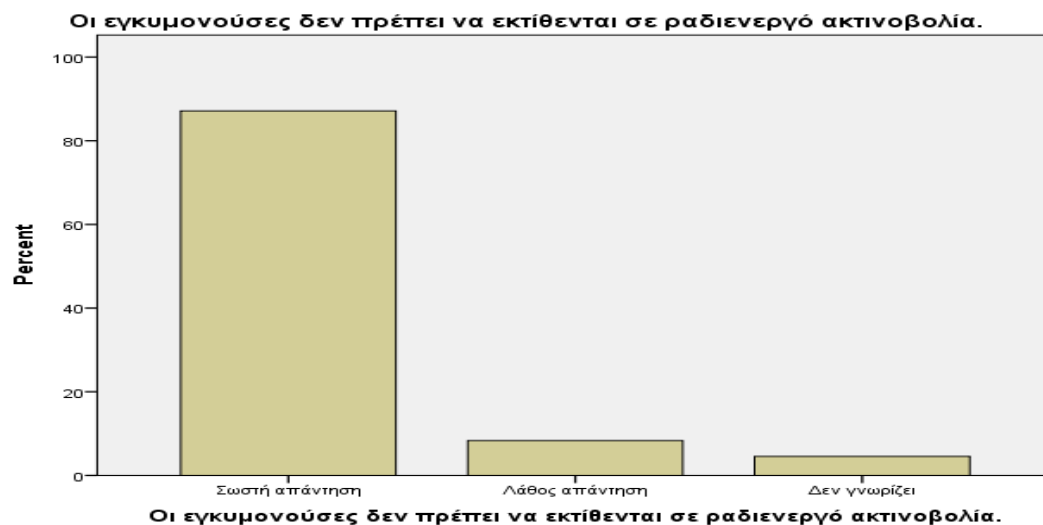
Γράφημα 19: Ραδιενέργεια και μεταλλάξεις του D.N.A.

Στην ερώτηση, εάν η έκθεση σε μεγάλη δόση ραδιενέργειας, προκαλεί ανεπανόρθωτες βλάβες στους ανθρώπινους ιστούς, υπήρχαν 123 σωστές (93,2%) και 5 λάθος απαντήσεις (3,8%) ενώ 4 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (3%).



Γράφημα 20: Έκθεση στη ραδιενέργεια και βλάβες στους ανθρώπινους ιστούς.

Στην ερώτηση, εάν οι εγκυμονούσες δεν πρέπει να εκτίθενται σε ραδιενεργό ακτινοβολία, υπήρχαν 115 σωστές (87,1%) και 11 λάθος απαντήσεις (8,3%) ενώ 6 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (4,5%).



Γράφημα 21: Εγκυμονούσες και ραδιενέργεια.

Στην ερώτηση, εάν ο κίνδυνος για τον άνθρωπο από την έκθεσή του σε ακτινοβολίες εξαρτάται από το είδος τους, υπήρχαν 89 σωστές (67,4%) και 19 λάθος απαντήσεις (14,4%) ενώ 24 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (18,2%).



Γράφημα 22: Είδος ακτινοβολιών και επικινδυνότητα για τον άνθρωπο.

4.5 Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.

Στον παρακάτω πίνακα 4 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων αναφορικά τις χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική επιστήμη.

Πίνακας 4: Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.

		Count	Column N %
1. Αξιοποιούνται ραδιενεργά στοιχεία για ιατρικούς σκοπούς;	Σωστή απάντηση	123	93,2%
	Λάθος απάντηση	1	0,8%
	Δεν γνωρίζει	8	6,1%

2. Η ακτινοβολήση του ανθρώπινου σώματος για ιατρικούς λόγους ισοδυναμεί με ραδιενεργή μόλυνση.	Λάθος απάντηση	36	27,3%
	Σωστή απάντηση	56	42,4%
	Δεν γνωρίζει	40	30,3%
3. Η έγχυση ενέσιμου ραδιενεργού υλικού τον καθιστά ραδιενεργά ενεργό.	Σωστή απάντηση	55	41,7%
	Λάθος απάντηση	30	22,7%
	Δεν γνωρίζει	47	35,6%
4. Οι ακτίνες X (ακτίνες Röntgen) που αξιοποιούνται στις ακτινογραφίες είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο.	Λάθος απάντηση	34	25,8%
	Σωστή απάντηση	75	56,8%
	Δεν γνωρίζει	23	17,4%
5. Η ραδιενέργεια μπορεί να είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο , αλλά ταυτόχρονα είναι χρήσιμη, ειδικά στην ιατρική.	Σωστή απάντηση	104	78,8%
	Λάθος απάντηση	10	7,6%
	Δεν γνωρίζει	18	13,6%
6. Η δόση της ακτινοβολίας που δέχεται ο άνθρωπος σε ακτινογραφία θώρακος είναι μικρότερη σε σχέση με μια αντίστοιχη αξονική τομογραφία.	Σωστή απάντηση	62	47,0%
	Λάθος απάντηση	22	16,7%
	Δεν γνωρίζει	48	36,4%

Πιο αναλυτικά, προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Στην ερώτηση, εάν αξιοποιούνται ραδιενεργά στοιχεία για ιατρικούς σκοπούς, υπήρχαν 123 σωστές (93,2%) και 1 λάθος απάντηση (0,8%) ενώ 8 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (6,1%).



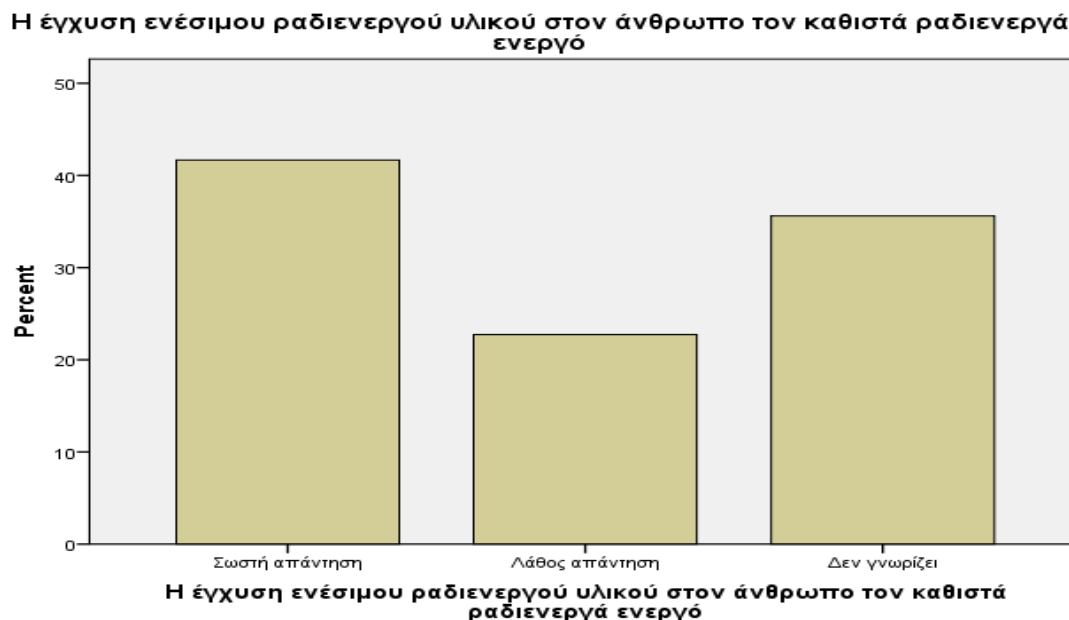
Γράφημα 23: Αξιοποίηση της ραδιενέργειας στην ιατρική.

Στην ερώτηση, εάν η ακτινοβολήση του ανθρώπινου σώματος για ιατρικούς λόγους ισοδυναμεί με ραδιενεργή μόλυνση, υπήρχαν 36 λάθος (27,3%) και 56 σωστές απαντήσεις (42,4%) ενώ 40 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (30,3%).



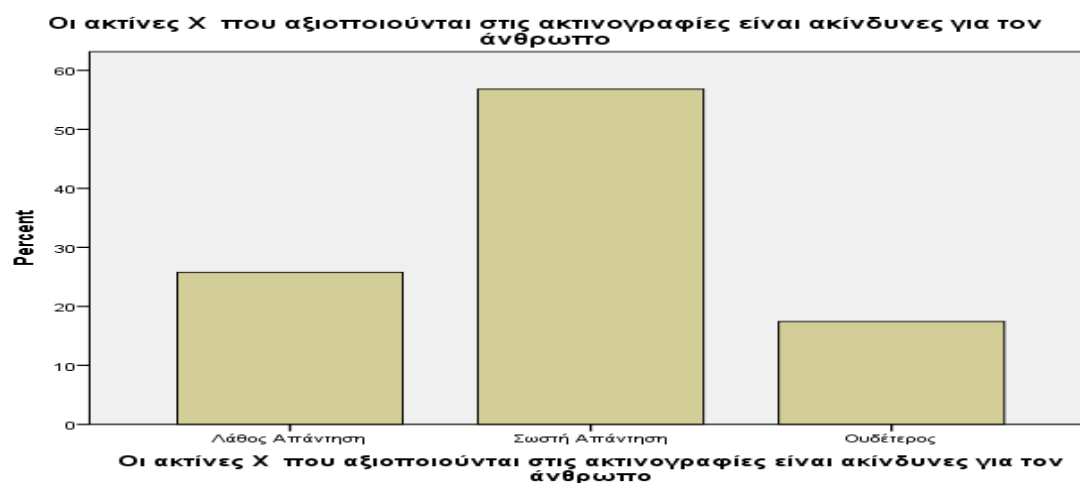
Γράφημα 24: Ραδιενεργή μόλυνση του ανθρώπου από ακτινοβολήση.

Στην ερώτηση εάν η έγχυση ενέσιμου ραδιενεργού υλικού τον καθιστά ραδιενεργά ενεργό, υπήρχαν 55 σωστές (41,7%) και 30 λάθος απαντήσεις (22,7%) ενώ 47 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (35,6%).



Γράφημα 25: Έγχυση ενέσιμου ραδιενεργού υλικού στον άνθρωπο.

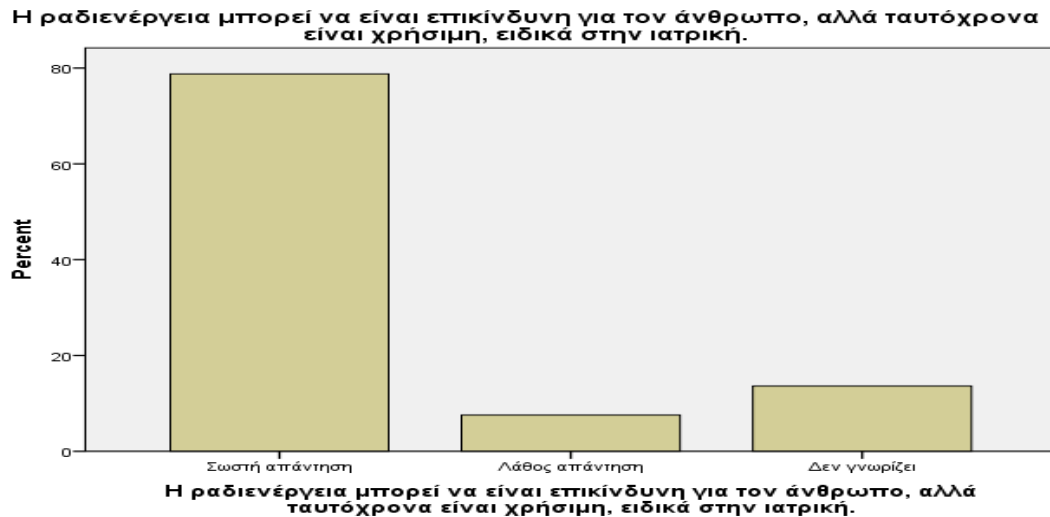
Στην ερώτηση, εάν οι ακτίνες X (ακτίνες Röntgen) που αξιοποιούνται στις ακτινογραφίες είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο, υπήρχαν 34 λάθος (25,8%) και 75 σωστές απαντήσεις (56,8%) ενώ 23 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (17,4%).



Γράφημα 26: Επικινδυνότητα των ακτίνων X για τον άνθρωπο.

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

Στην ερώτηση, εάν η ραδιενέργεια μπορεί να είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο, αλλά ταυτόχρονα είναι χρήσιμη, ειδικά στην ιατρική, υπήρχαν 104 σωστές (78,8%) και 10 λάθος απαντήσεις (7,6%) ενώ 18 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (13,6%).



Γράφημα 27: Η χρήση της ραδιενέργειας στην ιατρική.

Στην ερώτηση, εάν δόση της ακτινοβολίας που δέχεται ο άνθρωπος σε ακτινογραφία θώρακος είναι μικρότερη σε σχέση με μια αντίστοιχη αξονική τομογραφία, υπήρχαν 62 σωστές (47%) και 22 λάθος απαντήσεις (16,7%) ενώ 48 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (36,4%).



Γράφημα 28: Ακτινοβολία στην ακτινογραφία και στην αξονική τομογραφία.

4.6 Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.

Στον παρακάτω πίνακα 5 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων αναφορικά με το ανθρώπινο οικοσύστημα και τη ραδιενέργεια.

Πίνακας 5: Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.

		Count	Column N %
1. Αξιοποιείται η ραδιενεργός ακτινοβολία για την συντήρηση των τροφίμων;	Σωστή απάντηση	41	31,1%
	Λάθος απάντηση	16	12,1%
	Δεν γνωρίζει	75	56,8%
2. Ποιον θεωρείται υπεύθυνο για την παραγωγή πυρηνικών αποβλήτων;	Σωστή απάντηση	110	83,3%
	Λάθος απάντηση	22	16,7%
	Δεν γνωρίζει	0	0,0%
3. Η ραδιενέργεια επιβαρύνει περιβαλλοντικά τον πλανήτη μας, συμβάλλοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και της τρύπας του όζοντος.	Λάθος απάντηση	89	67,4%
	Σωστή απάντηση	25	18,9%
	Δεν γνωρίζει	18	13,6%
4. Σε περίπτωση ραδιενεργού μόλυνσης του οικοσυστήματος το πιο επικίνδυνο για τον άνθρωπο είναι το πόσιμο νερό.	Λάθος απάντηση	82	62,1%
	Σωστή απάντηση	15	11,4%
	Δεν γνωρίζει	35	26,5%
5. Αν είχατε γάλα που περιέχει ραδιενέργεια θα μπορούσατε να την αφαιρέσετε με καλό βράσιμο.	Σωστή απάντηση	87	65,9%
	Λάθος απάντηση	6	4,5%
	Δεν γνωρίζει	39	29,5%
6. Θα διστάζατε να φάτε μια φράουλα που έχει ακτινοβοληθεί με ακτίνες Χ, ώστε να συντηρηθεί.	Λάθος απάντηση	94	71,2%
	Σωστή απάντηση	19	14,4%
	Δεν γνωρίζει	19	14,4%

7. Η μακροχρόνια κατανάλωση τροφίμων για την συντήρηση των οποίων χρησιμοποιούνται ιονίζουσες ακτινοβολίες, είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο.	Λάθος απάντηση	79	59,8%
	Σωστή απάντηση	15	11,4%
	Δεν γνωρίζει	38	28,8%

Πιο αναλυτικά, προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Στην ερώτηση, εάν αξιοποιείται η ραδιενεργός ακτινοβολία για την συντήρηση των τροφίμων, υπήρχαν 41 σωστές (31,1%) και 16 λάθος απαντήσεις (12,1%) ενώ 75 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (56,8%).



Γράφημα 29: Ραδιενέργεια και συντήρηση τροφίμων.

Στην ερώτηση, «ποιον θεωρείται υπεύθυνο για την παραγωγή πυρηνικών αποβλήτων;», υπήρχαν 110 σωστές (83,3%) και 22 λάθος απαντήσεις (16,7%) ενώ 0 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (0%).



Γράφημα 30: Ποιος ευθύνεται για την παραγωγή πυρηνικών αποβλήτων.

Στην ερώτηση, εάν η ραδιενέργεια επιβαρύνει περιβαλλοντικά τον πλανήτη μας, συμβάλλοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και της τρύπας του όζοντος, υπήρχαν 89 λάθος (67,4%) και 25 σωστές απαντήσεις (18,9%) ενώ 18 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (13,6%).



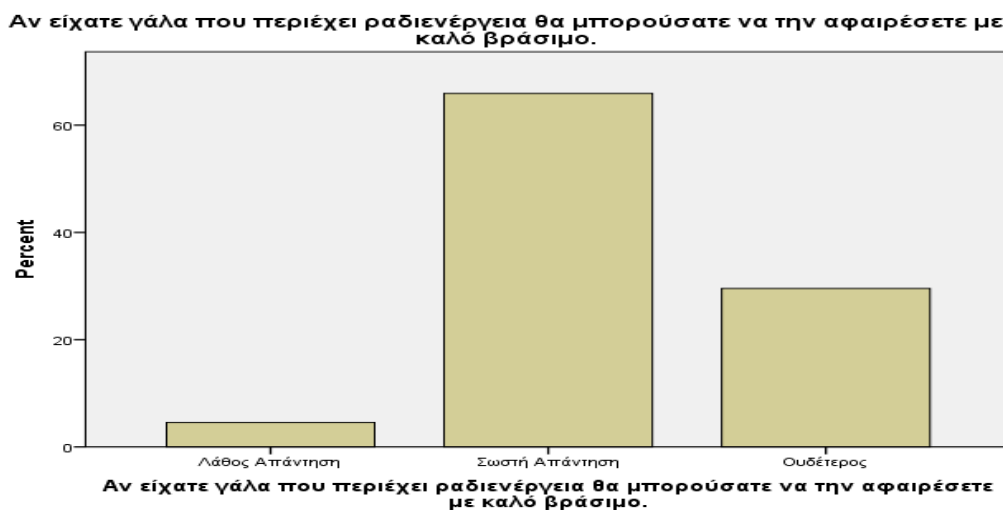
Γράφημα 31: Ραδιενέργεια - φαινόμενο του θερμοκηπίου και τρύπα του όζοντος.

Στην ερώτηση, εάν σε περίπτωση ραδιενεργού μόλυνσης του οικοσυστήματος το πιο επικίνδυνο για τον άνθρωπο είναι το πόσιμο νερό, υπήρχαν 82 λάθος απαντήσεις (62,1%) και 15 σωστές απαντήσεις (11,4%) ενώ 35 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (26,5%).



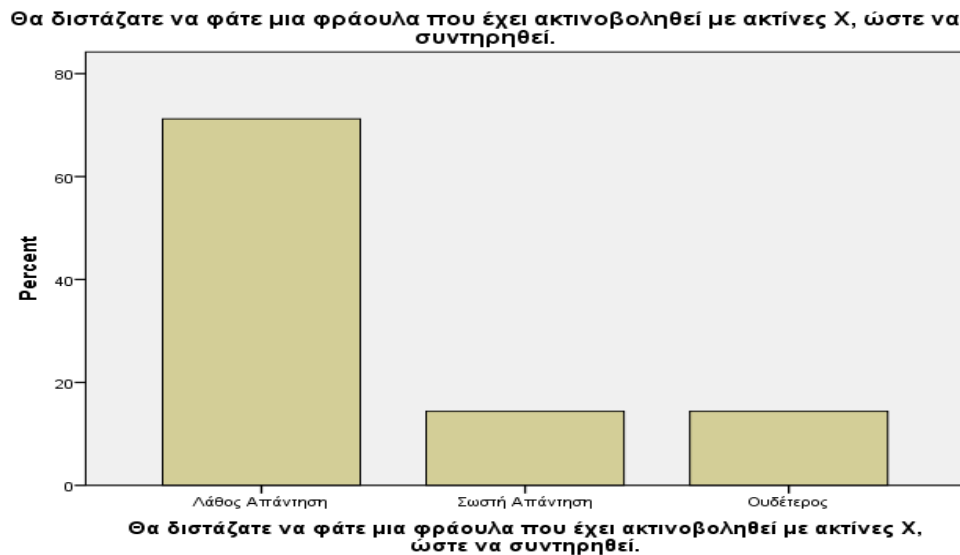
Γράφημα 32: Ραδιενεργή μόλυνση του οικοσυστήματος και πόσιμο νερό.

Στην ερώτηση, εάν αν είχατε γάλα που περιέχει ραδιενέργεια θα μπορούσατε να την αφαιρέσετε με καλό βράσιμο, υπήρχαν 87 σωστές (65,9%) και 6 λάθος απαντήσεις (4,5%) ενώ 39 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (29,5%).



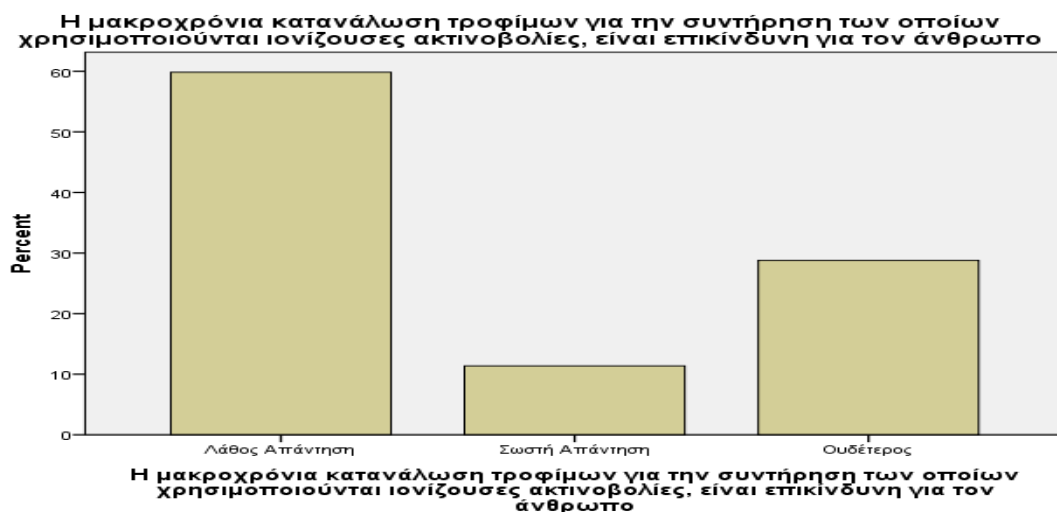
Γράφημα 33: Αφαίρεση της ραδιενέργειας με βρασμό.

Στην ερώτηση, εάν θα διστάζατε να φάτε μια φράουλα που έχει ακτινοβοληθεί με ακτίνες Χ, ώστε να συντηρηθεί, υπήρχαν 94 λάθος (71,2%) και 19 σωστές απαντήσεις (14,4%) ενώ 19 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (14,4%).



Γράφημα 34: Κατανάλωση τροφίμων που έχουν ακτινοβοληθεί για να συντηρηθούν.

Στην ερώτηση, εάν η μακροχρόνια κατανάλωση τροφίμων για την συντήρηση των οποίων χρησιμοποιούνται ιονίζουσες ακτινοβολίες, είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο, υπήρχαν 79 λάθος (59,8%) και 15 σωστές απαντήσεις (11,4%) ενώ 38 άτομα απάντησαν «δεν γνωρίζω» (28,8%).



Γράφημα 35: Μακροχρόνια κατανάλωση τροφίμων που έχουν ακτινοβοληθεί.

4.7 Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα ποσοστά των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης της Περιφερειακής Ενότητας Πρέβεζας, αλλά και τα ποσοστά εκείνων που απάντησαν «δεν γνωρίζω». Ως προς τις γνώσεις-αντιλήψεις για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας διαπιστώνεται ότι το 62,8% απάντησε σωστά, το 10,2% απάντησε λανθασμένα και το 27% απάντησε «δεν γνωρίζω». Ως προς τα βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο, το 76,8% απάντησε σωστά, το 11,4% απάντησε λανθασμένα και το 11,8% απάντησε «δεν γνωρίζω». Ως προς τις χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική, το 52,3% απάντησε σωστά, το 24,5% απάντησε λανθασμένα και το 23,2% απάντησε «δεν γνωρίζω». Ως προς ανθρώπινο οικοσύστημα και τη ραδιενέργεια, το 64,2% απάντησε σωστά, το 12,3% απάντησε λάθος και το 23,5% απάντησε «δεν γνωρίζω». Τα συνολικά ποσοστά των απαντήσεων που δόθηκαν και τα οποία καταδεικνύουν τον βαθμό του εγγραμματισμού στη ραδιενέργεια των δασκάλων και των νηπιαγωγών στην Περιφερειακή Ενότητα Πρέβεζας, είναι τα παρακάτω: το 64% απάντησε σωστά, το 14,6% απάντησε λανθασμένα και το 21,4% απάντησε «δεν γνωρίζω». Δηλαδή οι σωστές απαντήσεις επικράτησαν έναντι των λανθασμένων απαντήσεων κι αυτών που δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν την απάντηση.

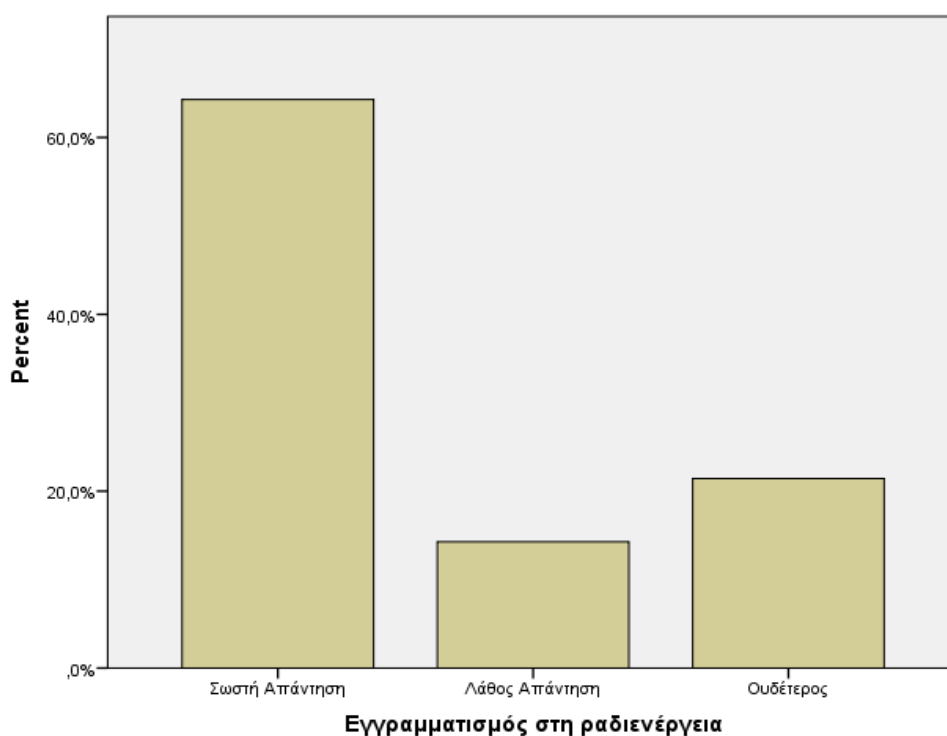
Παρόλα αυτά σε ορισμένες ομάδες ερωτήσεων παρουσιάστηκαν επιμέρους ερωτήσεις στις οποίες ποσοστιαία υπερτερούν οι λανθασμένες απαντήσεις και η απάντηση «δεν γνωρίζω». Στην ομάδα ερωτήσεων «γνώσεις-αντιλήψεις για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας» στις προτάσεις «η ραδιενέργεια είναι η εκπομπή σωματιδίων από τους πυρήνες συγκεκριμένων χημικών στοιχείων» και «η ραδιενέργεια είναι ακτινοβολία τεχνητής προέλευσης», οι λάθος απαντήσεις επικράτησαν των υπολοίπων με αντίστοιχα ποσοστά για την καθεμία πρόταση το 67,4% και 40,9%. Στις προτάσεις «το ραδόνιο είναι φυσική πηγή ραδιενεργής ακτινοβολίας» και «οι ασταθείς πυρήνες των ραδιενεργών υλικών εκπέμπουν ακτίνες α, β, γ, νετρόνια και ακτίνες Χ», η απάντηση «δεν γνωρίζω» επικράτησε έναντι των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων με ποσοστά 55,3% και 57,6%.

Στις ομάδες ερωτήσεων «βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο» και «οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική», στο σύνολο των επιμέρους ερωτήσεων τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων ήταν μεγαλύτερα από αυτά των λανθασμένων και των απαντήσεων «δεν γνωρίζω». Στην τελευταία ομάδα ερωτήσεων «ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια», στην πρόταση «*η ραδιενέργεια επιβαρύνει περιβαλλοντικά τον πλανήτη μας, συμβάλλοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και της τρύπας του όζοντος*» οι λάθος απαντήσεις έφτασαν το ποσοστό του 67,4% αλλά και στην πρόταση «*σε περίπτωση ραδιενεργού μόλυνσης του οικοσυστήματος το πιο επικίνδυνο για τον άνθρωπο είναι το πόσιμο νερό*» το 62,1% των ερωτηθέντων απάντησε λάθος. Επίσης, οι προτάσεις «*θα διστάζατε να φάτε μια φράουλα που έχει ακτινοβοληθεί με ακτίνες X, ώστε να συντηρηθεί*» και «*η μακροχρόνια κατανάλωση τροφίμων για την συντήρηση των οποίων χρησιμοποιούνται ιονίζουσες ακτινοβολίες, είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο*», τα ποσοστά των λανθασμένων απαντήσεων άγγιξαν αντίστοιχα το 71,2% και το 59,8%. Τέλος, στην ερώτηση «*αξιοποιείται η ραδιενεργός ακτινοβολία για την συντήρηση των τροφίμων;*» οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες στην έρευνα δεν γνώριζαν την απάντηση, αφού το συγκεκριμένο ποσοστό άγγιξε το 56,8%.

Πίνακας 6: Συνολικά στοιχεία απαντήσεων ως προς τον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια.

• Γνώσεις-αντιλήψεις για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας.	Σωστές απαντήσεις	62,8%
	Λάθος απαντήσεις	10,2%
	Δεν γνωρίζει	27,0%
• Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	Σωστές απαντήσεις	76,8%
	Λάθος απαντήσεις	11,4%
	Δεν γνωρίζει	11,8%
• Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	Σωστές απαντήσεις	52,3%
	Λάθος απαντήσεις	24,5%
	Δεν γνωρίζει	23,2%
• Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	Σωστές απαντήσεις	64,2%
	Λάθος απαντήσεις	12,3%
	Δεν γνωρίζει	23,5%

Εγγραμματισμός στη ραδιενέργεια.	Σωστές απαντήσεις	64,0%
	Λάθος απαντήσεις	14,6%
	Δεν γνωρίζει	21,4%



Γράφημα 36: Συνολικά στοιχεία για τον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια.

4.8 Διαφοροποίηση στις αντιλήψεις για τη ραδιενέργεια με βάση το φύλο των εκπαιδευτικών.

Με βάση τις αναλύσεις διακύμανσης ANOVA, που παρουσιάζονται στον πίνακα 6, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των εκπαιδευτικών με βάση το φύλο τους, ως προς τον επιστημονικό εγγραμματισμό τους στη ραδιενέργεια ($F=.09$, $Sig=.908>.05$) και ειδικότερα, ως προς τις επιμέρους γνώσεις/αντιλήψεις τους για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας ($F=.40$, $Sig=.670>.05$), ως προς τις αντιλήψεις τους για τα βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο

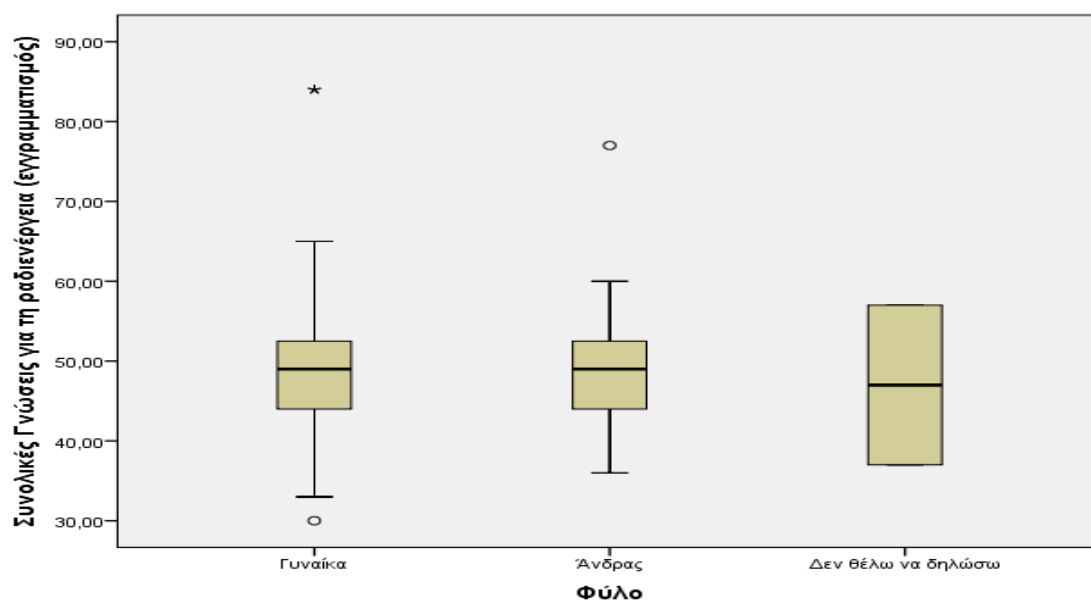
Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

($F=.78$, $Sig=.925>.05$), για τις χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική ($F=.32$, $Sig=.727>.05$) και για το ανθρώπινο οικοσύστημα και τη ραδιενέργεια ($F=1.0$, $Sig=.344>.05$).

Πίνακας 7: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια σε σχέση με το φύλο.

ANOVA

	df	F	Sig.
Γνώσεις/αντιλήψεις για τη ραδιενέργεια.	2	.40	.670
Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	2	.78	.925
Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	2	.32	.727
Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	2	1.07	.344
Συνολικές γνώσεις για τη ραδιενέργεια (εγγραμματισμός).	2	.09	.908



Γράφημα 37: Ο εγγραμματισμός στη ραδιενέργεια σε σχέση με το φύλο των εκπαιδευτικών.

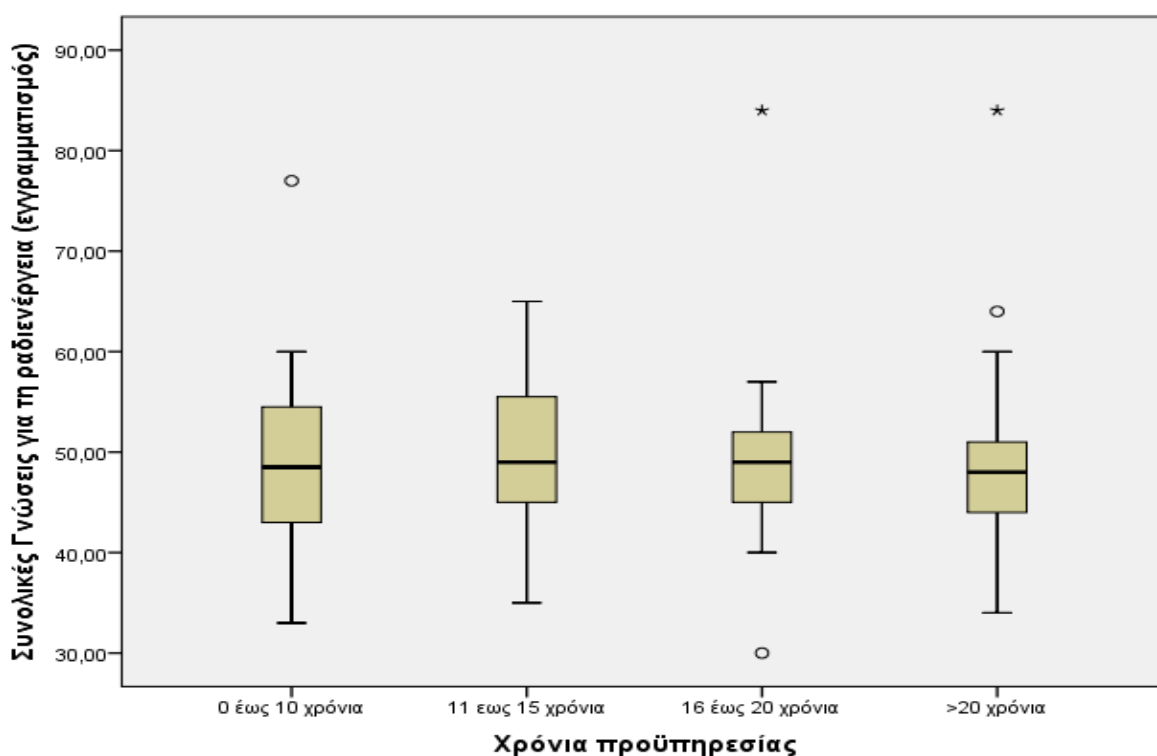
4.9 Διαφοροποίηση στον επιστημονικό εγγραμματισμό των εκπαιδευτικών για τη ραδιενέργεια σε σχέση με τα χρόνια προϋπηρεσίας.

Με βάση τις αναλύσεις διακύμανσης ANOVA, που παρουσιάζονται στον πίνακα 7, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των εκπαιδευτικών με βάση τη προϋπηρεσία τους, ως προς τον επιστημονικό εγγραμματισμό τους στη ραδιενέργεια ($F=1.53$, $Sig=.055>.05$) και ειδικότερα, ως προς τις επιμέρους γνώσεις/αντιλήψεις τους για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας ($F=1.53$, $Sig=.057>.05$), ως προς τις αντιλήψεις τους για τα βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο ($F=1.33$, $Sig=.141>.05$), για τις χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική ($F=1.37$, $Sig=.120>.05$) και για το ανθρώπινο οικοσύστημα και τη ραδιενέργεια ($F=.96$, $Sig=.524>.05$).

Πίνακας 8: Εγγραμματισμός στη ραδιενέργεια σε σχέση με τα χρόνια προϋπηρεσίας.

ANOVA

	df	F	Sig.
Γνώσεις/αντιλήψεις για τη ραδιενέργεια.	2	1.53	.057
Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	2	1.33	.141
Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	2	1.37	.120
Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	2	.96	.524
Συνολικές γνώσεις για τη ραδιενέργεια (εγγραμματισμός).	2	1.53	.055



Γράφημα 38: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια και χρόνια προϋπηρεσίας.

4.10 Διαφοροποίηση στον επιστημονικό εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια μεταξύ των δασκάλων και των νηπιαγωγών.

Για τον έλεγχο της διαφοροποίησης των γνώσεων στη ραδιενέργεια σε σχέση με την ειδικότητα, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι ανεξάρτητων δειγματικών μέσων όρων T-test. Από τα αποτελέσματα, δεν προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους/στις δασκάλους/ες και στους/στις νηπιαγωγούς, ως προς τον επιστημονικό εγγραμματισμό τους στη ραδιενέργεια ($F=5.21$, $Sig=.38>.05$) και ειδικότερα ως προς τις γνώσεις/αντιλήψεις τους για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας ($F=6.10$, $Sig=.21>.05$), τις αντιλήψεις τους για τα βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο ($F=.00$, $Sig=.74>.05$), τις γνώσεις για τις χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική ($F=1.79$, $Sig=.42>.05$) και τις αντιλήψεις

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

τους για τις επιπτώσεις της ραδιενέργειας στο ανθρώπινο οικοσύστημα ($r=.00$, $Sig=.73>.05$).

Πίνακας 9: Περιγραφικά στοιχεία για τον εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

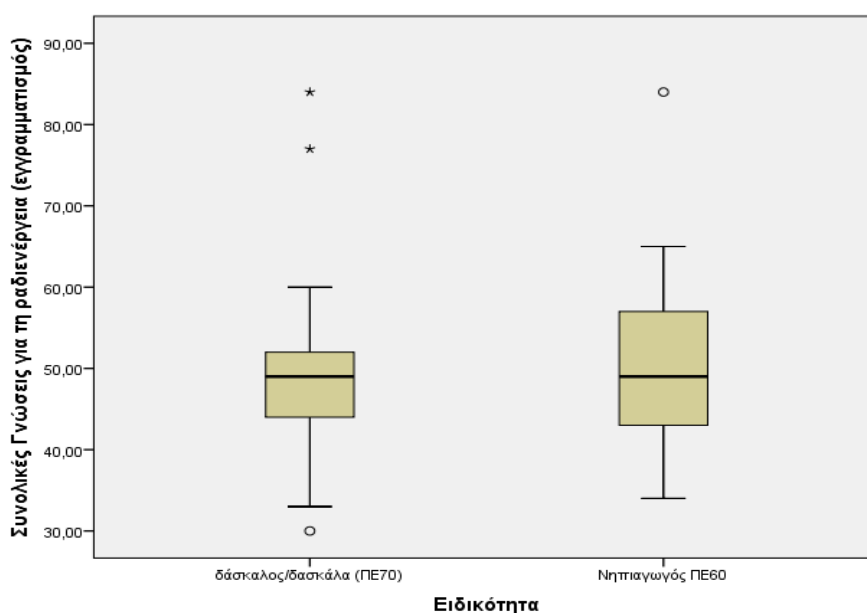
Group Statistics

	Ειδικότητα	N	Mean	Std. Dev.
Γνώσεις/αντιλήψεις για τη ραδιενέργεια.	(ΠΕ70)	99,00	15,81	2,90
	(ΠΕ60)	33,00	16,76	3,97
Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	(ΠΕ70)	99,00	12,53	2,53
	(ΠΕ60)	33,00	12,70	2,57
Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	(ΠΕ70)	99,00	10,15	2,31
	(ΠΕ60)	33,00	10,58	2,68
Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	(ΠΕ70)	99,00	12,52	2,52
	(ΠΕ60)	33,00	12,69	2,56
Συνολικές γνώσεις για τη ραδιενέργεια (εγγραμματισμός).	(ΠΕ70)	99,00	48,59	7,50
	(ΠΕ60)	33,00	50,33	10,35

Πίνακας 10: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια με βάση την ειδικότητα.

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
	F	Sig.	Sig. (2-tailed)
Γνώσεις/αντιλήψεις για τη ραδιενέργεια.	6,10	,01	,14 ,21
Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	,00	,97	,74 ,74
Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	1,79	,18	,38 ,42
Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	,00	,96	,73 ,74
Συνολικές γνώσεις για τη ραδιενέργεια (εγγραμματισμός).	5,21	,02	,30 ,38



Γράφημα 39: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια με βάση την ειδικότητα.

4.11 Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια με βάση την εξέταση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες.

Για τον έλεγχο της διαφοροποίησης των γνώσεων/αντιλήψεων των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη ραδιενέργεια σε σχέση με τη συμμετοχή τους ή μη σε εξετάσεις στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι ανεξάρτητων δειγματικών μέσων όρων T-test. Από τα αποτελέσματα, δεν προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους/στις δασκάλους/δασκάλες και στους/στις νηπιαγωγούς, που εξετάστηκαν στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες και σε εκείνους που δεν εξετάστηκαν στο συγκεκριμένο μάθημα, ως προς τον επιστημονικό εγγραμματισμό τους στη ραδιενέργεια ($F=.20$, $Sig=.106>.05$ και $F=.30$, $Sig=.820>.05$) και ειδικότερα, ως προς τις γνώσεις/αντιλήψεις τους για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας ($F=1.79$, $Sig=.149>.05$ και $F=5.78$, $Sig=.698>.05$), τις γνώσεις τους για τα βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο ($F=.03$, $Sig=.973>.05$ και $F=.01$, $Sig=.718>.05$), τις γνώσεις για τις χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική ($F=.43$, $Sig=.173>.05$ και $F=.12$, $Sig=.996>.05$) και τις γνώσεις για το ανθρώπινο οικοσύστημα και τη ραδιενέργεια ($F=.13$, $Sig=.166>.05$ και $F=.53$, $Sig=.887>.05$).

Πίνακας 11: Περιγραφικά στοιχεία για τον εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια σε σχέση με την εξέταση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες.

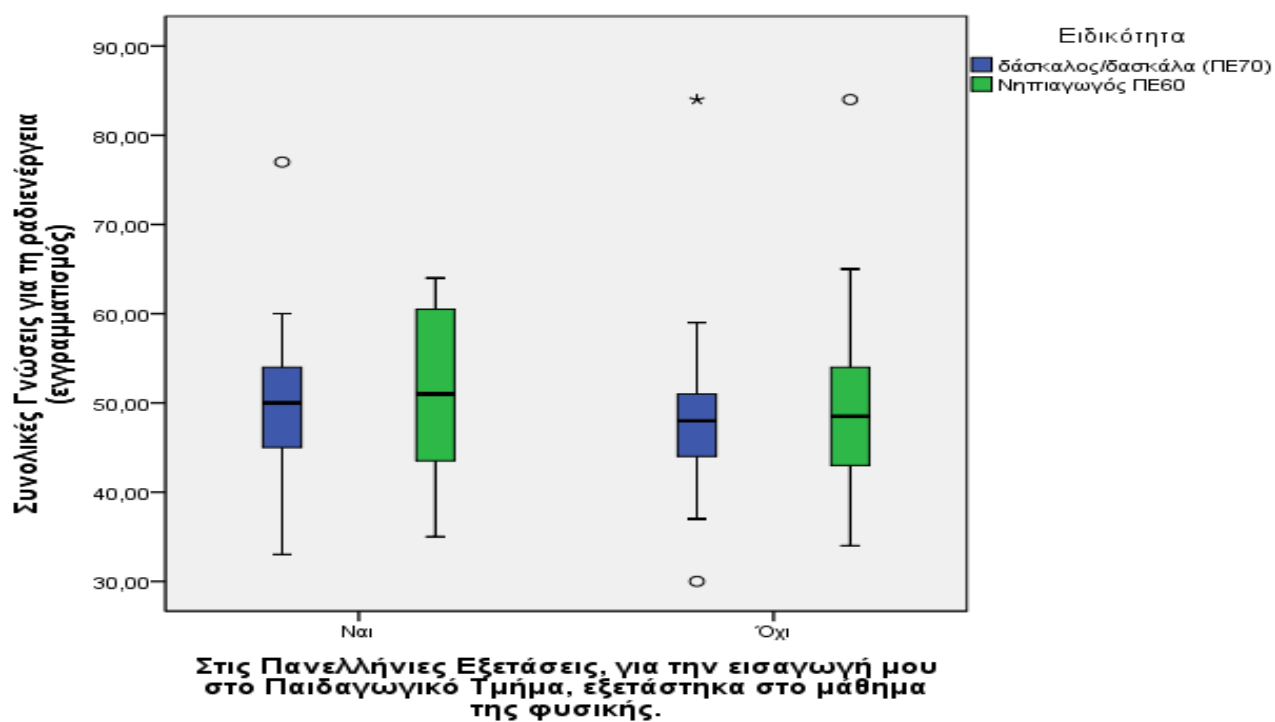
Group Statistics

6. Ειδικότητα:		Εξέταση στις Πανελλήνιες στο μάθημα της φυσικής.	N	Mean	Std. Deviation
δάσκαλοι/δασκάλες (ΠΕ70)	Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	Ναι	38,00	12,97	2,57
		Όχι	61,00	12,25	2,49
	Γνώσεις/αντιλήψεις για τη ραδιενέργεια.	Ναι	38,00	16,34	3,12
		Όχι	61,00	15,48	2,72
	Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	Ναι	38,00	6,66	2,08
		Όχι	61,00	6,67	1,96
	Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	Ναι	38,00	10,55	2,26
		Όχι	61,00	9,90	2,31
νηπιαγωγοί (ΠΕ60)	Συνολικές γνώσεις για τη ραδιενέργεια (εγγραμματισμός).	Ναι	38,00	50,13	7,69
		Όχι	61,00	47,62	7,27
	Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	Ναι	7,00	12,57	3,15
		Όχι	26,00	12,73	2,46
	Γνώσεις/αντιλήψεις για τη ραδιενέργεια	Ναι	7,00	17,29	5,59
		Όχι	26,00	16,62	3,54
	Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	Ναι	7,00	7,29	2,21
		Όχι	26,00	6,92	2,37
	Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	Ναι	7,00	10,57	2,51
		Όχι	26,00	10,58	2,77
	Συνολικές γνώσεις για τη ραδιενέργεια	Ναι	7,00	51,14	11,16
		Όχι	26,00	50,12	10,35

Πίνακας 12: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια σε σχέση με την εξέταση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες.

6. Ειδικότητα:		Levene's Test for Equality of Variances		
		F	Sig.	Sig. (2- tailed)
δάσκαλοι/δασκάλες (ΠΕ70)	Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	,13	,724	,166 ,170
	Γνώσεις/αντιλήψεις για τη ραδιενέργεια.	1,79	,184	,149 ,163
	Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	,03	,873	,973 ,973
	Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	,43	,513	,173 ,171
	Συνολικές γνώσεις για τη ραδιενέργεια (εγγραμματισμός).	,20	,657	,106 ,111
νηπιαγωγοί (ΠΕ60)	Ανθρώπινο οικοσύστημα και ραδιενέργεια.	,53	,471	,887 ,904
	Γνώσεις/αντιλήψεις για τη ραδιενέργεια.	5,78	,022	,698 ,771
	Βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.	,01	,917	,718 ,713
	Οι χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική.	,12	,733	,996 ,996
	Συνολικές γνώσεις για τη ραδιενέργεια (εγγραμματισμός).	,30	,590	,820 ,831

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.



Γράφημα 40: Διαφοροποίηση στον εγγραμματισμό στη ραδιενέργεια με βάση την εξέταση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες.

Συμπεράσματα – προτάσεις.

Πολύτιμα αποτελέσματα επιστημονικών αναζητήσεων προκύπτουν συνεχώς, τα οποία δεν είναι απλώς μια συσσώρευση γεγονότων για τον κόσμο που μας περιβάλλει. Είναι ιδέες και έννοιες που έχουν μεγάλη επεξηγηματική και, συχνά, προγνωστική δύναμη. Τέτοιες επιστημονικές αναζητήσεις σχετίζονται και με την έννοια της ραδιενέργειας και τις επιπτώσεις των εφαρμογών που αυτή έχει, όπως για παράδειγμα στην ιατρική επιστήμη ή στην παραγωγή ενέργειας, όχι μόνο στο anthropογενές οικοσύστημα αλλά και στο φυσικό.

Η σημασία του επιστημονικού εγγραμματισμού στη ραδιενέργεια είναι πολύ σημαντική καθώς, έχοντας μια επιστημονική κατανόηση του κόσμου στον οποίο ζούμε, έχουμε κάποια δύναμη να προβλέψουμε και να ελέγξουμε το περιβάλλον μας. Ένας επιστημονικά εγγράμματος άνθρωπος έχει αποκτήσει την ικανότητα να κατέχει μια επιστημονική κοσμοθεωρία, να συμμετέχει σε επιστημονική έρευνα και να εκτιμά το επιστημονικό εγχείρημα. Μια επιστημονική κοσμοθεωρία περιλαμβάνει την αντίληψη σε μεγάλο βαθμό του κατανοητού κόσμου, βλέποντας την επιστημονική γνώση ως ανθεκτική αλλά υποκείμενη σε αλλαγές και γνωρίζοντας τότε η επιστημονική έρευνα είναι κατάλληλη, και γνωρίζοντας ότι η επιστήμη δεν ισχυρίζεται ότι έχει όλες τις απαντήσεις.

Όταν ένας ενημερωμένος και εγγράμματος πολίτης μαθαίνει για τη ραδιενέργεια, θα είναι πιο πιθανό να αντιμετωπίσει καθημερινά ζητήματα όπως εάν αυτή είναι επιβλαβής για τον άνθρωπο. Η ραδιενέργεια, δεν είναι μόνο κρίσιμη στην αναζήτηση της ίδιας της ουσίας της ύλης, αλλά βρίσκεται επίσης στο θεμέλιο πολλών χρήσιμων ή ευεργετικών καθημερινών εφαρμογών στην ιατρική, την ενέργεια, τη βιομηχανία, την αρχαιολογία, τις τέχνες και την έρευνα. Ωστόσο, συνεπάγεται επίσης πιθανούς κινδύνους για το περιβάλλον και την ανθρωπότητα με τη μορφή πυρηνικών όπλων, ατυχημάτων και μόλυνσης από ιονίζουσες ακτινοβολίες. Στην πραγματικότητα, το κοινωνικό περιβάλλον και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης είναι γνωστό ότι ενθαρρύνουν την ανάπτυξη παρανοήσεων, δηλαδή, ιδεών που δεν έρχονται σε επαφή με τις επί του παρόντος αποδεκτές επιστημονικές θεωρίες.

Για να διαπιστωθεί το επίπεδο του επιστημονικού εγγραμματισμού στη ραδιενέργεια ανάμεσα σε δάσκαλους και νηπιαγωγούς, πραγματοποιήθηκε μια ποσοτική έρευνα στην Περιφερειακή Ενότητα Πρέβεζας. Από τα ευρήματα της παρούσας μελέτης βρέθηκε ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες ήταν γυναίκες. Επίσης το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων στην έρευνα ήταν δάσκαλοι. Πολλοί από τους συμμετέχοντες έχουν μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών και όχι μόνο βασικό πτυχίο. Αυτό δείχνει, όπως αναφέρει ο IOBE (2018), ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλη αύξηση του εκπαιδευτικού επιπέδου του πληθυσμού στην Ελλάδα. Οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες δεν έχουν εξεταστεί στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες εξετάσεις ενώ αντίθετα από εύρημα αυτό έχουν παρακολουθήσει μαθήματα Φυσικών Επιστημών κατά τη διάρκεια των βασικών τους σπουδών.

Έχοντας λοιπόν μια συνολική εικόνα μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τον βαθμό εγγραμματισμού των δασκάλων και των νηπιαγωγών σε ζητήματα που αφορούν τη ραδιενέργεια. Διαπιστώθηκε λοιπόν ότι μέσα από μια σειρά ερωτήσεων και προτάσεων που αναφέρονταν α) στις γνώσεις-αντιλήψεις για τις φυσικές ιδιότητες της ραδιενέργειας, β) τα βιολογικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας στον άνθρωπο, γ) τις χρήσεις της ραδιενέργειας στην ιατρική και δ) το ανθρώπινο οικοσύστημα και τη ραδιενέργεια, ο βαθμός εγγραμματισμού στη ραδιενέργεια για τους υπηρετούντες δασκάλους και νηπιαγωγούς της Περιφερειακής Ενότητας Πρέβεζας ήταν αρκετά ικανοποιητικός, αφού συνολικά αθροίζοντας τόσο το ποσοστό των λανθασμένων απαντήσεων που συνδέονται με παρανοήσεις όσο και το ποσοστό αυτών που δήλωσαν άγνοια για τις απαντήσεις, είναι αρκετά μικρότερο από τις ορθές. Παρά το γεγονός αυτό όμως σε ορισμένες επιμέρους ερωτήσεις-προτάσεις διαφάνηκε ότι οι παρανοήσεις και η δήλωση «δεν γνωρίζω», εννοείται την απάντηση, επικράτησαν των σωστών απαντήσεων. Το παραπάνω γεγονός λοιπόν οδηγεί στο συμπέρασμα ο βαθμός εγγραμματισμού των εκπαιδευτικών στη ραδιενέργεια να μην είναι ικανοποιητικός, χρειάζονται όμως στοχευμένες παρεμβάσεις τόσο σε επίπεδο των προπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών των Παιδαγωγικών Τμημάτων στο γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών όσο και σε επίπεδο των επιμορφωτικών σεμιναρίων και ημερίδων για τις συγκεκριμένες ομάδες εκπαιδευτικών, ώστε να εξαλειφθούν όλες οι παρανοήσεις που υπάρχουν σε ζητήματα που σχετίζονται με τη ραδιενέργεια και μπορεί να μεταφερθούν στους μαθητές και στο κοινωνικό σύνολο.

Από την στατιστική ανάλυση δεν βρέθηκε να υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση των εκπαιδευτικών με βάση το φύλο τους, τα έτη προϋπηρεσίας τους ως προς τον επιστημονικό εγγραμματισμό τους στη ραδιενέργεια και δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους/στις δασκάλους/ες και στους/στις νηπιαγωγούς. Επιπρόσθετα, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους/στις δασκάλους/δασκάλες και στους/στις νηπιαγωγούς, που εξετάστηκαν στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες και σε εκείνους που δεν εξετάστηκαν στο συγκεκριμένο μάθημα, ως προς τον επιστημονικό εγγραμματισμό τους στη ραδιενέργεια. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι τα δημογραφικά και ατομικά χαρακτηριστικά αυτών των εκπαιδευτικών δεν αποτέλεσαν σημαντική παράμετρο που επηρεάζει τον βαθμό εγγραμματισμού στη ραδιενέργεια. Αυτό το στοιχείο είναι ενθαρρυντικό, αφού όπως ειπώθηκε και ακριβώς παραπάνω η ενίσχυση του εγγραμματισμού των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια μέσα από τα προγράμματα σπουδών και τις επιμορφωτικές δράσεις, δεν θα επηρεαστεί από τις παραμέτρους του φύλου, της προϋπηρεσίας, της ειδικότητας και την παρακολούθηση του μαθήματος της Φυσικής πριν από την εισαγωγή στα Παιδαγωγικά Τμήματα.

Η αποδοχή της φύσης της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες είναι σημαντική για τον τρόπο με τον οποίο τα μαθήματα του συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου διδάσκονται στο σχολείο, αφού το πρόγραμμα σπουδών διέπεται από μια σειρά δηλωμένων γνωστικών στόχων που καλύπτουν και συνδέουν την επιστήμη και το σχολείο την κοινωνία. Αν λοιπόν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν μια ξεκάθαρη γνώση για το τι πρεσβεύουν Φυσικές Επιστήμες στην εκπαίδευση, είναι απίθανο να μπορέσουν να εκπληρώσουν τις απαιτήσεις της κοινωνίας στην εφαρμογή της επιδιωκόμενης εκπαίδευσης. Απαίτηση της σύγχρονης εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες είναι η ενίσχυση της απόκτησης του επιστημονικού και τεχνολογικού εγγραμματισμού από τους μαθητές.

Κρίνεται απαραίτητο πλέον σε έναν κόσμο που η τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία, να προωθείται η ιδέα του ουσιαστικού και πολυδιάστατου επιστημονικού εγγραμματισμού για μια κοινωνία στην οποία ο «παγκόσμιος» πολίτης θα μπορεί να αντιμετωπίσει κατάματα τις μελλοντικές προκλήσεις. Ειδικά σήμερα που ο πλανήτης γη ταλανίζεται από την κλιματική αλλαγή, το ενεργειακό ζήτημα, τις οικολογικές καταστροφές και τις δομικές αλλαγές που συντελούνται σε ατομικό και κοινωνικό ο

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

εγγραμματισμός στην αειφορία και στην εκπαίδευση για την αειφορία, μέσα στην οποία περιλαμβάνεται και η εκπαίδευση για ζητήματα που αφορούν τη ραδιενέργεια, κρίνεται απαραίτητος όσο ποτέ άλλοτε.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

Alsop, S. (2001). Living with and learning about radioactivity: A comparative conceptual study. *International Journal of Science Education*, 23(3):263-281.

Averyn, V.S. (2021). *Nuclear and Radiological Emergencies in Animal Production Systems, Preparedness, Response and Recovery*. Chapter 3: 29-33. Measurement of Radioactivity.

Babalola, J. O. (2013). Scientific Literacy: Conceptual Overview, Importance and Strategies for Improvement. *Journal of Educational and Social Research*, 3(1): 265-274.

Bacanak, A. & Gokdere, M. (2009). Investigating the level of the scientific literacy of primary school teacher candidates. *Asia-Pacific Forum On Science Learning and Teaching*, 10(1): 1-10.

Baumann, B.M., Chen, E.H., Mills, A.M., Glaspey, L., Thompson, N.M., Jones, M. K. & Farner, M.C. (2011). Patient perceptions of computed tomographic imaging and their understanding of radiation risk and exposure. *Annals of Emergency Medicine*, 58(1):1–7.e2.

Baumert, J. (1997). Scientific Literacy: A German Perspective. In W. Graber and C. Bolte. (eds). *Scientific Literacy: An International Symposium*, (Germany: IPN). 167-180.

Becquerel, H. 1896). Sur les radiations émises par phosphorescence, C. R. T. 120. *Institute de France Académie des sciences*, 122:420–421.

Bhattacharya, S. (2021). Carbon Dating. *Indian Association for the Cultivation of Science*, 51(1):1-14.

Biggs, J. (ed). (1996). *Testing: To Educate or to Select?* Hong Kong at the Crossroads. Hong Kong: Hong Kong Educational Publishing Co.

Brewer, C. (2008). Scientific literacy in the classroom. *Actionbioscience*. American Institute of Biological Sciences. Available at

<https://www.semanticscholar.org/paper/Scientific-Literacy-in-the-Classroom.-Brewer/c117c6e8b9316a452ea8f8db8525bc55facd92cd>.

Brix, G., Nekolla, E.A., Nosske, D. & Griebel, J. (2009). Risks and safety aspects related to PET/MR examinations. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 36(suppl 1):S131–S138.

Bybee, R. (2009). *PISA's 2006 announcement of scientific literacy: An insider's perspective for the U.S.* Paper presented for the NCES PISA Research Conference, Washington, D.C. Available at <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.489.9125&rep=rep1&type=pdf>

Bybee, R (1997). Towards an Understanding of scientific literacy. Scientific literacy: Science Education and Secondary School Student. In W. Graber and C. Bolte. (eds.) *Scientific Literacy: An International Symposium*. Germany: IPN: 37-67.

Bybee, R. & McCrae, B. (2011). Scientific literacy and student attitude: Perspective from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7- 26.

Chao, Z. & Wei, H. (2009). Study of the Gender Difference in Scientific Literacy of Chinese Public. *Journal of science technology and society*, 14(2):385-406.

Colclough, N. D., Lock, R. & Soares, A. (2011). Pre-service teachers' subject knowledge of and attitudes about radioactivity and ionising radiation. *International Journal of Science*, 33(3): 423-446.

Coll, R. K. & Neil, T. (2009). Beyond Science Literacy: Science and the Public. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3):301-311.

Cooper, S., Yeo, S. & Zadnik, M. (2003). Australian students' view on nuclear issues: Does reaching alter prior beliefs? *Physics Education*, 38(2):123-129.

Correia, P.R.M., do Valle, B.X., Dazzani, M. & Malachias-Infante, M.E. (2010). The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: Theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience. *Journal of cleaner production*, 18(7): 678-685.

CPEP (2018). *Nuclear Science—A Guide to the Nuclear Science Wall Chart*. Chapter 3, Radioactivity. HK: Contemporary Physics Education Project-CPEP.

Curie, P. & Curie, M. (1898). Sur une substance nouvelle radioactive, contenue dans la pechblende. *Institute de France Académie des sciences*, 127: 175-178.

DeBoer, G. E. (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):582 – 601.

Dewey, J. (1916). Democracy and education by John Dewey. *Project Gutenberg*.

Eijkelhof, H. (1996). Radiation risk and science education. *Radiation Protection Dosimetry*, 68(2):273-278.

Eijkelhof, H. M. & Millar, R.(1988). Reading about chernobyl: The public understanding of radiation and radioactivity. *School Science Review*,70:35-41.

Ekon, E.E. & Eni, I.E. (2015). Gender and acquisition of science process skills among junior secondary school students in calabar municipality: implications for implementation of university basic education objectives. *Global journal of educational research*, 14: 93-99.

Engestrom, Y. (2000). Activity theory as a framework for analyzing and redesigning work. *Ergonomics*, 43(7):960-974.

Englander, T., Farago, K., Slovic, P. & Fischhoff, B.(1986). A comparative risk analysis of risk perception in Hungary and the United States. *Social Behaviour*, 1(1):55–66.

Eschner, W., Schmidt, M., Dietlein, M. & Schicha, H. (2010). PROLARA: prognosis-based lifetime attributable risk approximation for cancer from diagnostic radiation exposure. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 37(1):131–135.

Esteban Santos, S. & Pérez-Esteban, J. (2012). Estudiando el fenómeno de la radiactividad a través de noticias de prensa: el caso del espía ruso envenenado. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 9(2):294-306.

- Eze, C. U. (2003). Investigation into the Scientific Literacy Level of non-Science Students of Universities: A Case Study of University of Nigeria, Nsukka. *Journal of Science Teachers' Association of Nigeria*, 38 (1 & 2): 51-57.
- Fazel, R., Krumholz, H. M., Wang, Y., Ross, J. S., Chen, J., Ting, H. H., Shah, N. D., Nasir, K., Einstein, A. J. & Nallamothu, B. K. (2009). Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation from Medical Imaging Procedures. *The new England journal of medicine*, 361:849-857.
- Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science Education*, 95:168-185.
- Fivozinsky, S.P. (1976). *Measurements for the safe use of radiation*. Washington: Institute for Basic Standards National Bureau of Standards.
- Flynn, D. K. (2011). *A look at the definition, pedagogy, and evaluation of scientific literacy within the natural science departments at a southwestern university*. Master thesis. Texas Christian University, Fort Worth, Texas.
- Freudenberg, L. S. & Beyer, T. (2011). Subjective Perception of Radiation Risk. *Journal of Nuclear Medicine*, 52(2):29S-25S.
- Gabel, L. L. (1976). *The development of a model to determine perceptions of scientific literacy*. Unpublished doctoral thesis, The Ohio State University, Columbus, OH.
- Garcia-Sanchez, A-J., Angosto, E. G., Riquelme, P.A.M. & Serna, A. (2018). Ionizing Radiation Measurement Solution in a Hospital Environment. *Sensors*, 18(2):1-32.
- Genc, M. (2015). The Effect of Scientific Studies on Students' Scientific Literacy and Attitude. *Ondokuz Mayis University Journal of Faculty of Education*, 34(1):141-152.
- Good, R., Hafner, M. & Pebbles, P. (2000). Scientific understanding of sexual orientation: Implications for science education. *American Biology Teacher*, 62(5): 326 – 330.
- Graubard, S. R. (1983). Nothing to fear, much to do. *Daedalus*, 112(2): 231–248.
- Greening, J.R., Green, S. & Charles, M.W. (2010). *Fundamentals of radiation dosimetry* (3rd ed.). London: Taylor & Francis.
- Gurachevsky, V.L. (2010). *Radiation control: Physical fundamentals and instrumental base: A manual* (166 p). Minsk: Institute of Radiology.

- Hajdas, I. (2009). Applications of radiocarbon dating method, *Radiocarbon* 51: 79–90.
- Hall, E.J. & Brenner, D.J. (2008). Cancer risks from diagnostic radiology. *The British Journal of Radiology*, 81(965): 362–378.
- Hardinata, A., Putri, R.E. & Permanasari, A. (2019). Gender difference and scientific literacy level of secondary student: a study on global warming theme. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157:022016.
- Hashim, N.H. & Jones, M. (2014). *Activity Theory: A framework for qualitative analysis*. Available at https://www.researchgate.net/publication/30389157_Activity_Theory_A_framework_for_qualitative_analysis
- Hazen, R. & Trefil, J. (2009). *Science matters: Achieving scientific literacy*. New York, NY: Anchor.
- Holbrook, J. (1998). Operationalising Scientific and Technological Literacy – a new approach to science teaching. *Science Education International*, 9(2): 13-19.
- Holbrook, J. (2007). The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 1-30.
- 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). The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11):1347–1362.
- Holton, G. (1998). 1948: The new imperative for science literacy. *Journal of College Science Teaching*, 8:181-185.
- Huang, C. I. (2010). *A Multilevel Analysis of Scientific Literacy: The Effect of Students Sex, Student's Interest in Learning Science, and School Characteristics*. Master thesis, University of Victoria: Canada.
- Huang, S. L. & Fraser, B.J. (2009). Science teachers' perceptions of the school environment: Gender differences. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 404-420, 2009.

- Huang, B., Law, M.W. & Khong, P.L. (2009). Whole-body PET/CT scanning: estimation of radiation dose and cancer risk. *Radiology*, 251(1):166–174.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 46(4): 404-420.
- Hurd, P.D (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science education*, 82(3): 407-416.
- Jenkins, E. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21: 703-710.
- IAEA (2005). *Radiation, people and the environment*. Vienna: IAEA.
- Ibe, E. (2006). Effects of Gender and Teaching Methods on Science Process Skills Acquisition among Senior Secondary School Students. *International Journal of Educational Research*, 1(1): 141-147.
- Ibe, E. & Nwosu, A. A., Obi, C.N. & Nwoye, M.N. (2016). Gender and levels of attainment of scientific literacy among science students under constructivist instructional model. *International journal of engineering sciences & research technology*, 5(7): 81-90.
- Ibe, E. & Nwosu, A. A. (2003). Effects of Guided-Inquiry and Demonstration on Science Process Skills Acquisition among Secondary School Biology Students. *Journal of Science Teachers' Association of Nigeria*, 38, (1& 2): 58-63.
- Kadhim, N. (2020). Radioactivity. doi: 10.13140/RG.2.2.27685.65764
- Khalid, T. (2003). Pre-service high school teacher's perception of three environmental phenomena. *Environmental education research*, 9(1):35-50.
- Klaassen, C. W. J. M., Eijkelhof, H. M. C. & Lijnse P. L. (1990). Considering an alternative approach to teaching radioactivity:304-316. Proceedings of a Seminar held at University of Utrecht 1990.
- Kristiyasari, M. L., Yamtinah, S., Utomo, S. B., Ashadi, A. & Indriyanti, N. Y. (2018). Gender Differences in Students' Science Literacy towards Learning on Integrated Science Subject. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097: 012002.

Lavín Puente, C. & Mínguez San José, R. (2017). Diseño de actividades para el aprendizaje de la radiactividad en bachillerato. *Tabanque*, 30(2):159-182.

Laugksch, C. R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1): 71 – 94.

Lee Y.-J. (2015). *Activity theory and science learning*. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 12-18). Dordrecht: Springer.

Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3): 296-231.

Leuchter, M., Saalbach, H., Studhalter, U. & Tettenborn, A. (2020). Teaching for conceptual change in preschool science: Relations among teachers' professional beliefs, knowledge, and instructional practice. *International Journal of Science Education*, 42(12): 1941–1967.

Maienschein, J. (1998). Scientific Literacy. *Science Magazine*, 281(5379): 917.

Malley M. C. (2011). *Radioactivity: a history of a mysterious science*. Oxford University Press.

McLure, F., Won, M. & Treagust, D. F. (2020). Students' understanding of the emergent processes of natural selection: The need for ontological conceptual change. *International Journal of Science Education*, 42(9): 1485–1805.

Migdanalevros, I. & Kotsis, T. K. (2021). Literacy of students of the Department of Primary Education regarding radioactivity. *International journal of educational innovation*, 3(3): 136-145.

Miller, E. K. & Buschman, T.J. (2007). Top-Down Versus Bottom-Up Control of Attention in the Prefrontal and Posterior Parietal Cortices. *Science*, 315(5820):1860-1862.

Morales, A.I. & Tuzon, P. (202). Misconceptions, knowledge, and attitudes of secondary school students towards the phenomenon of radioactivity. *Science & Education*, 31(2): 1-24.

Morf, M. E. & Weber, W. G. (2000). I/O Psychology and the Bridging Potential of A. N. Leont'ev's Activity Theory. *Canadian Psychology May*, 41:81-93.

Mullis, V.S. & Stemler, S.E. (2002). In. D.F. Robitaille & A.E. Beaton (Eds.), *Secondary Analysis of the TIMSS data*, pp. 277-290.

Nakiboğlu, C. & Tekin, B. B. (2006). Identifying students misconceptions about nuclear chemistry. A study of Turkish high school students. *Journal of Chemical Education*.83(11):1712-1718.

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.

Norris S.P. & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87: 224-240.

Nwagbo, C. (2006). Effects of Two Teaching Methods on the Achievement in and Attitude to Biology of Students of Different Levels of Scientific Literacy. *International Journal of Educational Research*, 45(3): 216-229.

Nwosu, A.A. & Ibe, E. (2014). Gender and scientific literacy levels: implications for sustainable science and technology education (STE) for the 21st century jobs. *Journal of education and practice*, 5(8): 113-118.

OECD, (2006). *PISA 2006. Technical Report*. Available at <https://www.oecd.org/pisa/data/42025182.pdf>.

Plotz, T. (2016). Students conceptions of radiation and what to do about them. *Physics Education*, 52(1):014004.

World Economic Forum. (2021). *Global Gender. Gap Report. Insight report*. Vol.3, no.1. available at https://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2021.pdf

Osborne, J. (2007). Science education for the twenty-first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3): 173-184.

Pelger, S. & Nilsson, P. (2015). Popular Science Writing. To support students’ learning of science and scientific literacy. *Journal Of Australasian Science Education Research Association*, 45(3): 439-456.

- Plotz, T. & Hollenthoner, F. (2019). Replicating a study about childrens drawings concerning radiation. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 6(1):71–88.
- Prather, E. (2005). Students beliefs about the role of atoms in radioactive decay and half-life. *Journal of Geoscience Education*.53(4):345-354.
- Prewitt, K. (1983). Scientific illiteracy and democratic theory. *Daedalus*, 112(2): 49–64.
- Radvanyi, P. & Villain, J. (2017). The discovery of radioactivity. *Comptes Rendus Physique*, 18: 544-550.
- Reis, S. M. & Park, S. (2001). Gender differences in high-achieving students in math and science. *Journal for the Education of the Gifted*, 25(1): 52-73.
- Rego, F. & Peralta, L. (2006). Portuguese students' knowledge of radiation physics. *Physics Education*, 41(3): 259-262
- Roberts, D. A. (1983). *Scientific literacy. Towards a balance for setting goals for school science programs*. Ottawa, ON, Canada: Minister of Supply and Services
- Roberts, D. (2007). *Linne Scientific literacy sympocium opening remarks*. Στο C. Linder, L. Ostman, & P.-O. Wickman (Επιμ.), *Linnaeus Tercentenary Symposium*. Upsala, Sweden.
- Robiin, M. & Singh, G. J. (1996). School students understanding or processes involving radioactive substances and ionizing radiation. *Physics education*, 31(1): 27-33.
- Roth, M. & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88(2): 263-291.
- Sadler, T.D. & Zeidler, D.L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1): 112-138.
- Sakellariou, M. & Rentzou, K. (2011). *Greek Female Early Childhood Educators' Perceptions Towards Their Male Co-workers*. Ioannina: University of Ioannina.

Salamon, E. (2007). *Scientific Literacy in Higher Education. Paper Commissioned by Tamaratt Teaching Professorship*. Available at www.ucalgary.ca/-tamaratt/scilit_files/scilit_review.pdf.

Samra, V. & Kotsis, K. (2020). Designing activities for the environmental dimension of light in preschool education. *International Journal of Educational Psychology*, 2(6):19-30.

Schibeci, R. & Lee-Hammond, L. (2003). Portrayals of Science and Scientists, and ‘Science for Citizenship’. *Research in Science & Technological Education*, 21(2):177-192.

Schindera, S.T., Nauer, C., Treier, R., Trueb, P., von Allmen, G., Vock, P. & Szucs-Farkas, Z. (2010). Strategies for reducing the CT radiation dose. *Radiologe*, 50(1120): 1122–1127.

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

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

Shaw, L.J., Achenbach, S., Chandrashekhar, Y., Dilsizian, V., Hundley, W. G., Kern, M. J., Kramer, C. M., Marwick, T. H., Zoghbi, W.A. & Narula, J. (2010). Imaging modalities and radiation: benefit has its risks. *JACC Cardiovasc Imaging*, 3(5):550–552.

Siersma, P.T., Henk, J. P., van Joolingen, W. R. & Visscher, A.J. (2020). Pre-university students’ conceptions regarding radiation and radioactivity in a medical context. *International Journal of Science Education*, 43(2):179-196.

Skelly, K. M. & Hall, D. (1993). *The Development and Validation of a Categorization of Sources of Misconceptions in Chemistry:1496-1535*. Cornell University, Ithaca, NY 1993.

Taşoğlu, A. K., Ates, O. & Bakac, M. (2015). Prospective Physics Teachers’ Awareness of Radiation and Radioactivity. *European Journal of Physics Education*, 6(1): 1-14.

- Taylor, R.E. (2000). The Contribution of Radiocarbon Dating to New World Archaeology. *Radiocarbon*, 42(1): 1-21.
- Trefil, J. (2008). *Science Education for Everyone: Why and What?* Available at <http://www.statlit.org/pdf/2008TrefilAACU.pdf>
- Tsaparlis, G., Hartzavalos, S.& Nakiboğlu, C. (2013). Students Knowledge of Nuclear Science and Its Connection with Civic Scientific Literacy in Two European Contexts: The Case of Newspaper Articles. *Science and Education*, 22(8):1963-1991.
- Tsoufanidis, N. & Landsberger, S. (2015). Measurement & detection of radiation. 4th edition. New York: CRC Press.
- Turgut, H. (2007). Scientific literacy for all. *Journal of Faculty of Educational Sciences*, 40(2): 233-256.
- Turner, J.E. (2007). *Atoms, radiation and radiation protection* (3rd ed.). Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA
- UNESCO, (1994). The way forward - STL for all. Available at <https://unesdoc.unesco.org/search/N-EXPLORE-ed1690fe-eefc-4b62-aaf9-a3006fe0d3ce>
- UNESCO, (1993). International forum on scientific and technological literacy for all. Available at https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000096300_spa?posInSet=1&queryId=N-EXPLORE-cb6abafa-32d9-44c7-bf05-dd3953b443ca
- Usta, N. D. & Ayas, A. (2009). Common misconceptions in nuclear chemistry unit. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2:1432–1436.
- Utami, B., Saputro, S. & Masykuri, A.M. (2016). Scientific literacy in science lesson. *ICTTE*, 1(1): 125-133.
- van Aalsvoort, J. (2004). Activity theory as a tool to address the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. *International Journal of Science Education*, 26(13): 1635–1651.
- van Aalsvoort, J. (2000). *Chemistry in products. A cultural–historical approach to initial chemical education*. Ph.D. thesis, Universiteit Utrecht, Utrecht, The Netherlands.

European Commission (2010). Gender Differences in Educational Outcome: Study on the Measures Taken and the Current Situation in Europe, *Eurydice*, pp. 15-32.

Verenikina, I. (2001). Cultural-Historical Psychology and Activity Theory in Everyday Practice. In H. Hasan, E. Gould, P. Larkin & L. Vrazalic (Eds.), *Information Systems and Activity Theory: Volume 2 Theory and Practice* (pp. 23-38). Wollongong: University of Wollongong Press.

Waterman, A. T. (1960). National Science Foundation: A ten-year resume. *Science*, 131(3410): 1341–1354.

Wilson, T. (2008). Activity theory in information seeking. *Annual Review of Information Science and Technology*, 42(1):119-161.

Wynne, H. (2000). *Teaching, learning and assessing science 5-12*. 3rd edition. London: Paul Chapman Publication, Ltd.

Wynne, H., Macro, C., Reed, K. & Schilling, M. (2003). *Making progress in primary science: a handbook for professional development and preservice course leaders*. xii edition. Routledge Falmer.

Yin, N. H., Sivry, Y., Lens, P.N.L. & Benedetti, M. F. (2015). Application of Zn isotopes in environmental impact assessment of Zn–Pb metallurgical industries: A mini review. *Applied Geochemistry*, xxx:1-8.

Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L. & Howes, E.V., (2005). A Research Based Framework for Socio-Scientific Issues Education. *Science Education*, 89(3):357-377.

Zeidler, D.L. & Keffer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socio-scientific issues in science education: Philosophical, psychological and pedagogical considerations. In D.L Zeidler (ed). *The role of moral reasoning and discourse on socio-scientific issues in science education*. Netherlands: Kluwer.

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

Ελληνόγλωσση

IOBE (2018). *Εκπαίδευση και αγορά εργασίας στην Ελλάδα: Επιπτώσεις της κρίσης και προκλήσεις*. Αθήνα: IOBE.

Καλέμης, Κ. (2016). *Ο Επιστημονικός Εγγραμματισμός με τη βοήθεια Εναλλακτικών Μορφών Διδασκαλίας σε μαθητές Μεταναστευτικού Υποβάθρου*. Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Εναλλακτικές φόρμες εκπαίδευσης, τόμ. 6. Λουτράκι, Αθήνα.

Κουτίδου, Σ. (2021). *Μεταφορά βασικών ιδεών από τη σύγχρονη επιστήμη της Υποατομικής Φυσικής και της Κοσμολογίας στην εκπαίδευση: Πυρηνικά Μοντέλα*. Διπλωματική. Πάτρα: ΕΑΠ.

Ματσαγγούρας, Η. (2007). *Σχολικός εγγραμματισμός*. Αθήνα: Γρηγόρη.

Πλακίτση, Κ. (2011). Κοινωνιογνωστικές και κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Available at <https://www.academia.edu/4998463/BC15>

Πλακίτση, Κ. (2001). *Οι αντιλήψεις των μαθητών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την έννοια του χρόνου και οι επιπτώσεις τους στην κατανόηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών. Μια πρόταση για διαθεματική διδακτική διαμεσολάβηση*. Διπλωματική, Αθήνα: ΕΚΠΑ.

Παράρτημα: Ερωτηματολόγιο



ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΝΗΠΙΑΓΩΓΩΝ



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ

Αγαπητή/έ συναδέλφισσα και συνάδελφε.

Το παρόν ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε στο πλαίσιο του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Επιστήμες του Περιβάλλοντος και Εκπαίδευση για την Αειφορία» κι αναφέρεται στον εγγραμματισμό των εν ενεργεία εκπαιδευτικών, αποφοίτων των Παιδαγωγικών Τμημάτων, στη ραδιενέργεια. Απαντώντας το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο συμβάλλεις ενεργά στην ολοκλήρωση της ερευνητικής διαδικασίας. Δεν χρειάζεται να συμπληρώσεις το όνομά σου, διασφαλίζοντας έτσι την ανωνυμία σου. Τα αποτελέσματα της έρευνας θα αξιοποιηθούν για ακαδημαϊκούς σκοπούς αποκλειστικά και ευχαρίστως να σου κοινοποιηθούν, αν το επιθυμείς, ή να επικοινωνήσεις με τον ερευνητή για οποιαδήποτε απορία έχεις σχετικά με το ερωτηματολόγιο. Για το λόγο παρατίθεται παρακάτω το προσωπικό μου e-mail: pargiannis31@hotmail.gr.

Με εκτίμηση

Παπαδόπουλος Ιωάννης

ΜΕΡΟΣ Α΄: ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.

1) Φύλο:

Αντρας	
Γυναίκα	
Άλλο	
Δεν θέλω να δηλώσω	

2) Ηλικία σε έτη: _____

3) Επίπεδο σπουδών:

Βασικό πτυχίο	
Διδασκαλείο	
Δεύτερο πτυχίο	
Μεταπτυχιακό	
Διδακτορικό	

4) Χρόνια προϋπηρεσίας:

0 έως 10	
10 έως 15	
15 έως 20	
άνω των 20	

5) Σχέση εργασίας:

Μόνιμος	
Αναπληρωτής	

6) Ειδικότητα:

Δάσκαλος/α (ΠΕ 70)	
Δάσκαλος/α ειδικής αγωγής (ΠΕ71, ΠΕ70.5)	
Νηπιαγωγός (ΠΕ60)	
Νηπιαγωγός ειδικής αγωγής (ΠΕ61, ΠΕ60.5))	

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

7) Στις Πανελλήνιες Εξετάσεις, για την εισαγωγή μου στο Παιδαγωγικό

Τμήμα, εξετάστηκα στο μάθημα της φυσικής.

Ναι	
Όχι	
Δεν θέλω να απαντήσω	

8) Κατά τη διάρκεια των βασικών μου σπουδών παρακολούθησα μαθήματα

των Φυσικών Επιστημών.

Ναι	
Όχι	
Δεν θέλω να απαντήσω	

ΜΕΡΟΣ Β΄: ΓΝΩΣΕΙΣ – ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

9) Αξιοποιούνται ραδιενεργά στοιχεία για την παραγωγή ενέργειας;

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

10) Τα πυρηνικά απόβλητα περιέχουν ραδιενεργά υλικά;

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

11) Είναι εύκολη η καταστροφή των πυρηνικών αποβλήτων, ώστε να καταστούν ακίνδυνα;

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

12) Η ραδιενέργεια είναι η εκπομπή σωματιδίων από τους πυρήνες συγκεκριμένων χημικών στοιχείων.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

13) Η ραδιενέργεια είναι ακτινοβολία τεχνητής προέλευσης.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

14) Εκτός από την ιατρική, η ραδιενέργεια αξιοποιείται στη βιομηχανία, στον αγροτικό τομέα και στην παραγωγή ενέργειας.

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

15) Το ραδόνιο είναι φυσική πηγή ραδιενεργού ακτινοβολίας.

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

16) Οι ασταθείς πυρήνες των ραδιενεργών υλικών εκπέμπουν ακτίνες α, β, γ, νετρόνια και ακτίνες Χ.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

17) Τα πυρηνικά απόβλητα παύουν να είναι ραδιενεργά και γι' αυτό δεν χρειάζονται ασφαλή αποθήκευση.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

ΜΕΡΟΣ Γ': ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

18) Η ραδιενέργεια δεν ανιχνεύεται από τις ανθρώπινες αισθήσεις.

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

19) Συγκεκριμένες δόσεις ραδιενεργού ακτινοβολίας μπορούν να προκαλέσουν μετάλλαξη του D.N.A.

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

20) Η έκθεση σε μεγάλη δόση ραδιενέργειας, προκαλεί ανεπανόρθωτες βλάβες στους ανθρώπινους ιστούς.

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

21) Οι εγκυμονούσες δεν πρέπει να εκτίθενται σε ραδιενεργό ακτινοβολία.

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

22) Ο κίνδυνος για τον άνθρωπο από την έκθεσή του σε ακτινοβολίες εξαρτάται από το είδος τους.

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

ΜΕΡΟΣ Δ΄: ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

23) Αξιοποιούνται ραδιενεργά στοιχεία για ιατρικούς σκοπούς;

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

24) Η ακτινοβολήση του ανθρώπινου σώματος για ιατρικούς λόγους ισοδυναμεί με ραδιενεργή μόλυνση.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

25) Η έγχυση ενέσιμου ραδιενεργού υλικού στον άνθρωπο τον καθιστά ραδιενεργά ενεργό.

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

26) Οι ακτίνες X (ακτίνες Röntgen) που αξιοποιούνται στις ακτινογραφίες είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

27) Η ραδιενέργεια μπορεί να είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο, αλλά ταυτόχρονα είναι χρήσιμη, ειδικά στην ιατρική.

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

28) Η δόση της ακτινοβολίας που δέχεται ο άνθρωπος σε ακτινογραφία θώρακος είναι μικρότερη σε σχέση με μια αντίστοιχη αξονική τομογραφία.

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

ΜΕΡΟΣ Ε΄: ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

29) Αξιοποιείται η ραδιενεργός ακτινοβολία για την συντήρηση των τροφίμων;

Ναι	✓
Όχι	
Δεν γνωρίζω	

30) Ποιον θεωρείται υπεύθυνο για την παραγωγή πυρηνικών αποβλήτων;

Τη φύση	
Τον άνθρωπο	✓
Όλα τα παραπάνω	
Δεν γνωρίζω	

31) Η ραδιενέργεια επιβαρύνει περιβαλλοντικά τον πλανήτη μας, συμβάλλοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και της τρύπας του όζοντος.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

32) Σε περίπτωση ραδιενεργής μόλυνσης του οικοσυστήματος το πιο επικίνδυνο για τον άνθρωπο είναι το πόσιμο νερό.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

33) Αν είχατε γάλα που περιέχει ραδιενέργεια θα μπορούσατε να την αφαιρέσετε με καλό βράσιμο.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

Ιωάννης Παπαδόπουλος, Ο εγγραμματισμός των δασκάλων και των νηπιαγωγών στη ραδιενέργεια.

34) Θα διστάζατε να φάτε μια φράουλα που έχει ακτινοβοληθεί με ακτίνες X, ώστε να συντηρηθεί.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

35) Η μακροχρόνια κατανάλωση τροφίμων για την συντήρηση των οποίων χρησιμοποιείται ραδιενέργεια, είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο.

Ναι	
Όχι	✓
Δεν γνωρίζω	

Παρατήρηση: στα μέρη Β', Γ'. Δ' και Ε' του ερωτηματολογίου με ✓ είναι σημειωμένες οι σωστές απαντήσεις.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΟΥ!