

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**

Ο ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ
ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΠΤΔΕ ΩΣ
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ
ΙΔΕΩΝ ΣΕ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ.

Διπλωματική εργασία

Ελένη Σ. Κίτσιου

Αφιερωμένο...
στους γονείς μου
ℰ
τον αδερφό μου



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Μεταπτυχιακή εργασία

**Ο επιστημονικός γραμματισμός
φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. ως συνάρτηση
των εναλλακτικών ιδεών σε έννοιες
της Φυσικής**

Ελένη Σ. Κίτσιου

A.M.: 206

κατεύθυνση: **Θετικές επιστήμες στην εκπαίδευση**

Επιβλέπων Καθηγητής

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης

Τριμελής επιτροπή: 1. **Κώτσης Κωνσταντίνος**
Καθηγητής
2. **Μαυρίδης Δημήτριος**
Επίκουρος Καθηγητής
3. **Γαβριλάκης Κωνσταντίνος**
Λέκτορας

Ιωάννινα 2015

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	6
Περίληψη	8
Θεωρητικό μέρος	11
1. Εισαγωγή	12
2. Φυσικές Επιστήμες	16
2.1. Εξέλιξη	18
2.1.1. Εξέλιξη των θεωριών της Φυσικής	20
2.1.2. Εξέλιξη της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών	22
2.2. Χαρακτηριστικά	26
2.3. Σκοποί διδασκαλίας	28
2.4. Φυσικές Επιστήμες & Δημοτικό Σχολείο	30
2.4.1. Η Φυσική στο Δημοτικό σχολείο	32
2.5. Φυσικές Επιστήμες & Ελληνικό σχολείο.....	33
3. Επιστημονικός Γραμματισμός	39
3.1. Ερμηνείες, Χαρακτηριστικά και στόχοι του Επιστημονικού Γραμματισμού. ...	44
3.2. Είδη Επιστημονικού Γραμματισμού	54
3.3. Ο Επιστημονικός Γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες	58
3.4. Ο Επιστημονικός Γραμματισμός στο σχολείο.....	61
3.5. Ο Επιστημονικός Γραμματισμός εκτός του σχολείου	70
4. Εναλλακτικές ιδέες	73
4.1. Τι είναι;	73
4.2. Χαρακτηριστικά	75
4.3. Τρόποι δημιουργίας	78
4.4. Επιπτώσεις στη διδασκαλία	80
4.5. Εναλλακτικές Ιδέες & Φύλο	83
4.6. Εναλλακτικές ιδέες σε έννοιες της Μηχανικής	84
4.6.1. Η μελέτη της κίνησης.....	84
4.6.2. Η κίνηση των βλημάτων και των δορυφόρων.....	84
4.6.3. Οι νόμοι της κίνησης του Νεύτωνα	84
4.6.4. Ορμή.....	86
4.6.5. Ενέργεια.....	86
4.6.6. Περιστροφική κίνηση	87
4.6.7. Παγκόσμια έλξη	87

Ερευνητικό μέρος	88
5. Μεθοδολογία.....	89
5.1. Σχεδιασμός και διεξαγωγή της έρευνας.....	89
5.2. Σπουδαιότητα της έρευνας.....	89
5.3. Ερευνητικές υποθέσεις.....	90
5.4. Μέσο συλλογής δεδομένων.....	91
5.5. Στατιστική ανάλυση των δεδομένων.....	93
5.6. Περιγραφή δείγματος.....	93
6. Αποτελέσματα	104
6.1. Μέρος Α΄	104
6.2. Μέρος Β΄	136
6.3. Μέρος Γ΄	193
6.4. Συνολικά.....	259
7. Συμπεράσματα.....	269
7.1. Απάντηση στα ερευνητικά ερωτήματα.....	270
Βιβλιογραφικές αναφορές	279
❖ Ελληνικές.....	279
❖ Μεταφρασμένες	289
❖ Ξενόγλωσσες.....	290
Αναφορές στο Διαδίκτυο.....	293
Περιεχόμενα πινάκων	295
Περιεχόμενα διαγραμμάτων	305

Το παρόν σύγγραμμα αποτελεί μέρος μιας εμπειρικής έρευνας που διεξήχθη στο εαρινό εξάμηνο του διδακτικού έτους 2013-2014 κι έλαβε χώρα στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με τον Καθηγητή Φυσικής και Διδακτικής της Φυσικής του ΠΤΔΕ Ιωαννίνων, κ. Κωνσταντίνο Θ. Κώτση, με αφορμή τη συγγραφή της μεταπτυχιακής μου εργασίας με θέμα: «Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής». Στο θεωρητικό μέρος παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο, στο οποίο στηρίχθηκε η συγκεκριμένη έρευνα. Κύρια θέματα αποτελούν οι Φυσικές Επιστήμες, ο Επιστημονικός Γραμματισμός και οι Εναλλακτικές Ιδέες. Ενώ στο ερευνητικό μέρος παρουσιάζονται μεθοδολογία, τα αποτελέσματα, η ερμηνεία αυτών και τα συμπεράσματα. Στο παράρτημα παρατίθενται το ερωτηματολόγιο, οι πίνακες και τα διαγράμματα που προέκυψαν.

Ευχαριστίες

Πριν την οποιαδήποτε ανάλυση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας νιώθω την υποχρέωση να ευχαριστήσω κάποιους από τους ανθρώπους που γνώρισα, συνεργάστηκα μαζί τους και συνεισέφεραν σε σημαντικό βαθμό και ποικιλοτρόπως στην πραγματοποίηση και αποπεράτωση του μεταπτυχιακού με τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Καταρχάς θέλω να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου τον επιβλέποντα καθηγητή, Καθηγητή Φυσικής και Διδακτικής της Φυσικής του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. Κωνσταντίνο Κώτση για την άψογη συνεργασία που είχαμε. Τόσο κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών όσο και κατά τη διάρκεια εκπόνησης και συγγραφής της παρούσας εργασίας οι συμβουλές του, η κατανόηση που επέδειξε και η βοήθειά του ήταν ιδιαίτερως πολύτιμες. Τον ευγνωμονώ για τις γνώσεις που μου μετέδωσε, για την υπομονή που έδειξε και για τις ιδέες που με ενέπνευσε.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον Λέκτορα Περιβάλλοντος και Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο ΠΤΔΕ Ιωαννίνων, κ. Κωνσταντίνο Γαβριλάκη και τον Επίκουρο Καθηγητή Στατιστικής στην Εκπαίδευση στο ΠΤΔΕ Ιωαννίνων, κ. Δημήτριο Μαυρίδη για την υποστήριξη, ενθάρρυνση κι αμέριστη βοήθεια που μου προσέφεραν όποτε κι αν τους ζητήθηκε. Και φυσικά τους ευχαριστώ για το λιθαράκι που τοποθέτησαν στη διεύρυνση των πνευματικών μου οριζόντων.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω και τους υπόλοιπους καθηγητές της κατεύθυνσης μου: κ. Διονύσιο Βαβουγιό (Καθηγητή Φυσικής & Διδακτικής της Φυσικής στο ΠΤΕΑ Πανεπιστημίου Θεσσαλίας), κ. Αναστάσιο Μικρόπουλο (Καθηγητή Πληροφορικής στην Εκπαίδευση με έμφαση τις Εικονικές Πραγματικότητες στη Διδασκαλία στο ΠΤΔΕ Ιωαννίνων), κ. Ιωάννα Μπέλλου (Σχολική Σύμβουλο Πληροφορικής Ν. Ιωαννίνων και Άρτας) και κ. Κωνσταντίνο Τάτση (Επίκουρο Καθηγητή Μαθηματικών και Διδακτικής των Μαθηματικών στο ΠΤΔΕ Ιωαννίνων) για τη συνεργασία μας και τις γνώσεις που μου μετέδωσαν. Ειδικές ευχαριστίες αποδίδω στους καθηγητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Κων/νο Γαβριλάκη, Κων/νο Κώτση, Ανδρέα Μπρούζο και Κων/νο Τάτση που μου παραχώρησαν χρόνο από τα μαθήματά τους, ώστε να μοιράσω και να συλλέξω τα ερωτηματολόγια και με διευκόλυναν σε αυτή την προσπάθειά μου συλλογής των δεδομένων.

Ακόμη ευχαριστίες αποδίδω στους μεταπτυχιακούς συμφοιτητές μου· αρχικά σε όσους με βοήθησαν, μου έλυναν απορίες κι ανταλλάσσαμε απόψεις, έπειτα σε όσους συνεργάστηκα μαζί τους και τέλος σε όλους τους υπόλοιπους για την ανταλλαγή απόψεων. Ευχαριστώ και τους προπτυχιακούς φοιτητές του

ακαδημαϊκού έτους 2013-2014 που συμμετείχαν στην έρευνα που πραγματοποίησα και η συμβολή τους ήταν πολύτιμη.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα να απευθύνω στους γονείς μου, Δήμητρα και Σπύρο, που με στήριξαν με όλο τους το είναι και σε αυτό το βήμα της ζωής μου. Χωρίς τη βοήθεια τους δε θα μπορούσα να πραγματοποιήσω το όνειρο μου, να συνεχίσω τις βασικές μου σπουδές με ένα μεταπτυχιακό. Η στήριξή τους (οικονομικά, ψυχολογικά κι όχι μόνο) είναι ανεκτίμητη και η ευγνωμοσύνη μου θα είναι παντοτινή. Ένα μεγάλο ευχαριστώ και στον αδερφό μου, Βασίλη, ο οποίος με βοήθησε όσο κι όποτε μπορούσε και ήταν ο άνθρωπος που με ενθάρρυνε, με νευρίαζε, μου έδινε δύναμη και μου θύμιζε τον στόχο μου. Επιπλέον ευχαριστώ πάρα πολύ τη προπτυχιακή συμφοιτήτρια και φίλη μου, Μαρία Παπαδοπούλου, γιατί ήταν το άτομο που με παρακίνησε να δώσω εξετάσεις για την εισαγωγή μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών και που με βοήθησε πιο πολύ από κάθε άλλο στο ξεκίνημα αυτού, με στήριξε καθ' όλη τη διάρκεια και ήξερα ότι ήταν πάντα εκεί για εμένα.

Τέλος ευχαριστώ τους φίλους μου -το Γιώργο Ν., καθώς και τους Ερατώ Α., Έφη Π., Μαρία Ζ., Αλεξάνδρα Τ., Αλέξανδρο Ν., Βιβή Τ., Γλυκερία Τ., Ελεάνα Π., Ελένη Β., Ελένη Ζ., Παναγιώτη Ν., Στεφανία Α.- που με στήριξαν και αυτοί με τον τρόπο τους και με ενθάρρυναν. Είτε έχοντας μεταπτυχιακή εμπειρία με συμβούλεψαν, είτε με το μοναδικό τους χιούμορ φρόντιζαν για τα απαραίτητα ευχάριστα διαλείμματα, είτε απλά πίστεψαν στο όνειρό μου και στις δυνατότητές μου.

Περίληψη

Η βασική ενασχόληση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι η διερεύνηση σύνδεσης των πιθανών εναλλακτικών ιδεών των φοιτητών/ριών του Παιδαγωγικού με τον επιστημονικό γραμματισμό αυτών στις Φυσικές Επιστήμες. Λοιπόν, απώτερος σκοπός της εκπαίδευσης είναι η προετοιμασία των ατόμων προς την υπεύθυνη και προσωπική τους ολοκλήρωση. Γι' αυτό και η ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού πρέπει να αποτελεί ένα δια βίου στόχο για όλα τα άτομα κάθε κοινωνίας. Ο γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες σημαίνει ικανότητα για κατανόηση κι ερμηνεία του φυσικού κόσμου, για επίλυση προβλημάτων, για διάβασμα και κατανόηση άρθρων σε επιστημονικά περιοδικά, για παρακολούθηση και συμμετοχή σε σχετικές συζητήσεις, για λήψη προσωπικών αποφάσεων σε θέματα Φυσικών Επιστημών και τεχνολογίας. Ο επιστημονικός γραμματισμός, επομένως, θεωρείται ως μια πολιτική ικανότητα που χρειάζεται για την ορθολογική σκέψη και χρήση εννοιών των Φυσικών Επιστημών αναφορικά με προσωπικά, κοινωνικά, πολιτικά και οικονομικά ζητήματα. Η διδακτική των Φυσικών Επιστημών ασχολείται σχετικά με το τι, γιατί, πώς, καθώς και τους ρόλους που επιφυλάσσουν τα ανωτέρω στους εμπλεκόμενους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αναφορικά με τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών δεν πρόκειται για απλές παρανοήσεις εξαιτίας κακής πληροφόρησης, αλλά είναι αντιλήψεις που δημιουργούνται από ερμηνευτικά σχήματα που αυτά διαθέτουν και τα βοηθούν να ερμηνεύσουν αυτό το οποίο αντιλαμβάνονται ότι συμβαίνει γύρω τους και να εξαγάγουν συμπεράσματα. Η καθημερινή εμπειρία των μαθητών, τα Μ.Μ.Ε, οι πρώτες σχολικές εμπειρίες, τα βιβλία, καθώς και το οικογενειακό, κοινωνικό, τεχνολογικό, πολιτιστικό περιβάλλον ενισχύουν τις παρανοήσεις των παιδιών, οι οποίες αν δεν τροποποιηθούν εγκαίρως ενδυναμώνονται και ανθίστανται σε οποιαδήποτε προσπάθεια αλλαγής τους. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το ακαδημαϊκό έτος 2013-2014 σε φοιτήτριες και φοιτητές των τεσσάρων ετών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Για την επίτευξη των ερευνητικών μας σκοπών διενεμήθη γραπτό ερωτηματολόγιο, το οποίο αποτελούνταν από τρεις ενότητες και συνολικά 50 ερωτήσεις. Η πρώτη ενότητα του ερωτηματολογίου περιελάμβανε 12 ερωτήσεις αναφορικά με τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων, η δεύτερη 19 ερωτήσεις Μηχανικής και η τρίτη 19 ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού. Στην ουσία το ερευνητικό ερώτημα είναι αν το δείγμα κατέχει γνώσεις Μηχανικής, σε ποιο βαθμό κι αν κατέχει στον ίδιο βαθμό γνώσεις σε βασικές, καθημερινές έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Συνοψίζοντας, όπως είχε πει και ο αρχαίος μας σοφός, Σόλων, *γηράσκουμε αεί διδασκόμενοι*.

Summary

The main preoccupation of this thesis is to investigate the association of possible alternative ideas for students of the Department with the students' scientific literacy in Sciences. So, the ultimate purpose of education is to prepare the individuals for their responsible and self-fulfillment. That is why the development of scientific literacy should be a lifelong goal for all people in any society. Literacy in Sciences refers to the ability for understanding and interpreting the natural world, for solving the problems, for reading and understanding the articles in scientific journals, for following and participating in the discussions, for taking the

personal decisions concerning sciences and technology. Therefore, the scientific literacy is seen as a political capacity needed for rational thinking and using concepts of Sciences with respect to personal, social, political and economic issues. The teaching of Sciences deal about what, why, how and the roles granted by the above to those involved in the educational process. Regarding the children's alternative ideas is not some simple misunderstandings due to a poor information, but they are perceptions created by the interpretive schemes which are available and help them to interpret what they perceive what happens around them and draw any conclusions. The student's everyday experience, the media, the first school experiences, the books and the family, social, technological, cultural environments enhance the children's misconceptions, which, if they don't change on in time, they will strength and will resist any attempt their change. The survey was conducted during the academic year 2013-2014 to the female and male students from four years of the Department of Primary Education at the University of Ioannina. To achieve our research goals we distributed a written questionnaire, which was consisted by three sections and a total of 50 questions. The first section of the questionnaire included 12 questions regarding the demographics of the participants, the second section included 19 questions Mechanics and the third section included 19 scientific literacy questions. Essentially, the research question is whether the sample holds engineering knowledge, to what extent and whether they hold as much knowledge in basic, everyday concepts of Sciences. Summing up, as Solon, our ancient sage said: *we live and learn*.

«The Scientific Literacy of Students from the Department of Primary Education as a function of Alternative Ideas in Physics concepts.»

*Eleni S. Kitsiou
University of Ioannina*

Résumé

La préoccupation principale de cette thèse est d'étudier l'association des idées alternatives possibles des étudiants du Département avec la culture scientifique de ces derniers au domaine de Sciences. Alors, le but ultime de l'éducation est de préparer les individus pour leur accomplissement responsable et personnel. Voilà pourquoi le développement de la culture scientifique devrait être un objectif permanent pour toutes les personnes dans la société. L'alphabétisation en Sciences signifie la capacité de comprendre et d'interpréter le monde naturel, de résoudre des problèmes, de lire et de comprendre des articles dans des revues scientifiques, de surveiller et de participer à des discussions, de prendre des décisions personnelles concernant les Sciences et la technologie. Ainsi, la culture scientifique est considérée comme une capacité politique et nécessaire à la pensée rationnelle et à l'utilisation de notions de les Science par rapport à des problèmes personnels, sociaux, politiques et économiques. L'enseignement des sciences s'occupe avec du quoi, du pourquoi, du comment et des rôles accordés par eux dans le processus éducatif. En ce qui concerne les idées alternatives des enfants, elles ne sont pas des simples incompréhensions dûes à la mauvaise information, mais elles sont des perceptions créées par les formes interprétées qui sont disponibles et les aident à interpréter la perception de ce qui se passe autour d'eux et à tirer des conclusions. L'expérience quotidienne des élèves, les médias, les

premières expériences scolaires, les livres, ainsi que le milieu familial, des social, technologique et culturel renforcent les incompréhensions des enfants qui, si elles ne sont pas modifiées à temps, elles sont renforcées et résistent à toute tentative de les modifier. L'enquête a été menée pendant l'année scolaire 2014-2015 chez des étudiantes et étudiants des quatre années du Département de l'Enseignement Primaire dans l'Université d'Ioannina. Pour atteindre nos objectifs de recherche on a distribué un questionnaire écrit, composé de trois sections et un total de 50 questions. La première section du questionnaire comprenait 12 questions concernant les données démographiques des participants, la deuxième section comprenait 19 questions de Mécanique et la troisième section comprenait 19 questions de culture scientifique. En substance, la question de la recherche est si l'échantillon détient des connaissances de Mécanique et sur quel degré et si l'échantillon détient aussi des connaissances sur les notions essentielles et quotidiennes des Sciences. En résumé, comme Solon, notre homme sage ancien, a mentionné: *on vit en s'éduquant*.

«L'alphabétisation scientifique des étudiants du Département de l'éducation primaire en fonction d'idées alternatives dans les concepts de la Physique.»

Eleni S. Kitsiou

Université de Ioannina

Θεωρητικό μέρος

1. Εισαγωγή

Η σχέση με τη γνώση είναι ένα σύνολο ερμηνευτικών συσχετισμών, και συνεπώς και αξιών, μεταξύ ενός ή μιας ομάδας υποκειμένων και των γνωστικών διεργασιών ή των αντικειμένων της γνώσης (Chariot, 1997).

Η Επιστήμη, που αποτελεί το σύνολο των γνώσεών μας για την φύση, αποκρυσταλλώνει τις συλλογικές προσπάθειες, τις ενοράσεις, τα ευρήματα και την σοφία του ανθρώπινου γένους. Είναι δηλαδή κάτι παραπάνω από ένα άλλο όνομα της γνώσης· είναι η ανθρώπινη δραστηριότητα που έχει σκοπό να ανακαλύψει την τάξη που υπάρχει στην φύση και να βρει τα αίτια που την διέπουν. (Hewitt, 1997, σ. 1)

Όσον αφορά τις Φυσικές Επιστήμες, τα τελευταία χρόνια η εκπαιδευτική έρευνα έχει στρέψει το ενδιαφέρον της στη διδασκαλία αυτών κι επιπλέον γίνεται προσπάθεια για βελτίωση της διδασκαλίας αυτών, καθότι ο σωστός τρόπος διδασκαλίας τους βοηθάει τους μαθητές να αποκτήσουν σωστό τρόπο σκέψης και να κατακτήσουν την επιστημονική μέθοδο. Εξάλλου είναι γνωστό ότι τα παιδιά πριν καν φοιτήσουν σε κάποια δομή της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν διαμορφώσει άποψη και έχουν τη δική τους ερμηνεία για τα φυσικά φαινόμενα και τον κόσμο που τα περιβάλλει. Βέβαια συνήθως αυτές οι απόψεις δεν συμβαδίζουν με τις επιστημονικές. Έτσι μέσω της διδασκαλίας γίνεται παρέμβαση με απώτερο στόχο την εννοιολογική αλλαγή και την αντικατάσταση των πρώτων από τις δεύτερες.

Η παρούσα έρευνα, η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Θετικές επιστήμες στην εκπαίδευση», αποτελεί μία εμπειρική έρευνα για τις αντιλήψεις των φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σε έννοιες της Μηχανικής, καθώς επίσης και σε καθημερινές έννοιες κι από τους υπόλοιπους κλάδους των Φυσικών Επιστημών –πέρα της Φυσικής-. Η εργασία αποτελείται από τρία κύρια μέρη:

1. το θεωρητικό μέρος,
 - ❖ που αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίχθηκε η έρευνα,
2. το ερευνητικό μέρος
 - ❖ που περιλαμβάνει το πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας, τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και τα συμπεράσματα της έρευνας,
3. και το παράρτημα
 - ❖ που περιέχει το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα, τους πίνακες των αποτελεσμάτων και τα διαγράμματα που προέκυψαν με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS.

Στον παρόντα τόμο (Θεωρητικό μέρος) περιέχονται γενικές πληροφορίες για τις Φυσικές Επιστήμες, τον επιστημονικό γραμματισμό και τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/ριών.

Οι Φυσικές Επιστήμες και η διδασκαλία των μαθητών/ριών για αυτές σημαίνει κάτι παραπάνω από επιστημονική γνώση. Οι διαστάσεις που συνθέτουν τις Φυσικές Επιστήμες είναι τρεις. Η πρώτη, δηλαδή η επιστημονική γνώση, εμπεριέχει το περιεχόμενο της επιστήμης και τις βασικές αρχές της και είναι αυτή που γνωρίζουν οι περισσότεροι

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

άνθρωποι. Η δεύτερη εμπεριέχει τις διαδικασίες και τη μεθοδολογία που ακολουθεί η επιστήμη, δηλαδή τις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου και είναι αυτή που ακολουθούν οι επιστήμονες κατά τη διάρκεια της επιστημονικής έρευνας. Το αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών είναι να θέτει ερωτήματα και να δίνει απαντήσεις σε αυτά με μια συγκεκριμένη μεθοδολογία. Ακριβώς η ίδια μεθοδολογία απαιτείται και για να απαντηθούν ερωτήματα της καθημερινής ζωής (Penick et al., 1996, όπ. αναφ. στον Κώτση, 2006). Διδάσκοντας στους/ις μαθητές/ριες διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου, στην ουσία διδάσκονται δεξιότητες εφαρμόσιμες μελλοντικά σε όλο το εύρος της καθημερινότητάς τους (Klionsky, 2003, όπ. αναφ. στον Κώτση, 2006). Η τρίτη συνιστώσα εμπεριέχει την περιέργεια και την επινοήση για τα ερωτήματα που τίθενται, τον ενθουσιασμό και την ευχαρίστηση που προκαλείται από την επίλυσή τους, καθώς και το σεβασμό στη μεθοδολογία και τις αξίες της επιστήμης. Η επιτυχής ενσωμάτωση, λοιπόν, των δεξιοτήτων της επιστημονικής μεθοδολογίας στα σχολικά μαθήματα προσφέρει στους μαθητές περισσότερη και σημαντική εμπειρία στον τρόπο κατάκτησης της γνώσης. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την ενεργή δραστηριοποίηση των μαθητών/ριων με το αντικείμενο της επιστήμης, τη βαθύτερη κατανόηση του περιεχομένου της και τη θετικότερη στάση απέναντι σε αυτή. Για να επιτευχθεί όμως αυτό πρέπει οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί να γνωρίζουν και να έχουν εκπαιδευτεί στις διαδικασίες της επιστημονικής μεθοδολογίας των Φυσικών Επιστημών. (Κώτσης, 2006)

Στο χώρο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών υπάρχει διεθνής δραστηριότητα, η οποία προκύπτει από τρεις εκπαιδευτικές ανησυχίες στο εσωτερικό των χωρών:

1. η επιθυμία να προωθηθεί μια διεθνή ή παγκόσμια προοπτική μεταξύ των μαθητών/ριών,
2. η ανάγκη για την απόκτηση επιστημονικών υλικών ή εξειδικευμένων γνώσεων, που βρίσκονται σε μια χώρα εκτός της δικής τους
3. και η επιθυμία για συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευτικών των άλλων χωρών για να καλύψουν κάποια ανάγκη ή να λύσουν κάποια πτυχή ενός προβλήματος της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

Στις περισσότερες χώρες σχολεία, πανεπιστήμια, σωματεία και άλλες οργανώσεις έχουν προγράμματα διεθνών ανταλλαγών μαθητών/ριών και δασκάλων, φοιτητών και καθηγητών, εκπαιδευομένων και εκπαιδευτικών με σκοπό τη διεύρυνση και την κοσμοθεωρία τους. Στο βαθμό που η επιστήμη είναι ένα μέρος του προγράμματος σπουδών, η διεθνής δραστηριότητα τίθεται στη διάθεση της επιστημονικής εκπαίδευσης ως αναμενόμενο μέρος αυτών των προγραμμάτων για την καλύτερη κατανόηση. Σημαντική διεθνής δραστηριότητα για την επιστημονική εκπαίδευση προκύπτει από την καθαρή ανάγκη για μελετητές και επιστήμονες που θα διασχίζουν τα εθνικά σύνορα για να παρακολουθήσουν συνέδρια, να σπουδάσουν ή να διεξάγουν τις εργασίες πεδίου. Μάλιστα, πολλά σχολεία και πανεπιστήμια των ΗΠΑ είναι χορηγοί τέτοιων διεθνών προγραμμάτων σπουδών και έρευνας. Ακόμα και σε αναπτυσσόμενες χώρες υπάρχουν μεγάλα έργα διεθνούς βοήθειας για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών που χρηματοδοτούνται τόσο από διεθνείς οργανισμούς, όσο και από διμερή βοήθεια. Όμως σε πολλές χώρες, η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δεν είναι σε θέση να ανταποκριθεί σε αυτές τις απαιτήσεις λόγω σοβαρών ελλείψεων, όπως ξεπερασμένα επιστημονικά προγράμματα σπουδών και διδακτικό υλικό, έλλειψη εργαστηριακού εξοπλισμού και πολύ

λίγοι κατάλληλα εκπαιδευμένοι δάσκαλοι/ες ή καθηγητές/ριες Φυσικών Επιστημών. (Deighton, 1971)

Η Φυσική, ως θεμελιώδης επιστήμη, αποτελεί σχολικό μάθημα σε πολλές χώρες και για ένα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα της σχολικής ζωής. Περισσότερο διδάσκεται σε επιλεγμένους φοιτητές, οι οποίοι συνήθως το έχουν επιλέξει λόγω του περιεχομένου της και της εκτεταμένης χρήσης μαθηματικών συμβολισμών. Σε αρκετά εκπαιδευτικά συστήματα, το μάθημα εισάγεται σε εντεκάχρονους και δωδεκάχρονους μαθητές και εξακολουθεί να εισάγεται, κατά καιρούς, ως ένας κλάδος που απαιτεί αυστηρή, λογική σκέψη. Όμως σε κάθε περίπτωση πρώτα πρέπει να εξεταστεί η ανάπτυξη της λογικής σκέψης στα παιδιά, ώστε να αποφασιστεί ο καλύτερος τρόπος και η κατάλληλη στιγμή για να εισαχθούν έννοιες της Φυσικής στα παιδιά. (Lewis, 1972)

Ο επιστημονικός γραμματισμός εκφράζει τους γενικούς εκπαιδευτικούς σκοπούς μιας επιστημονικής εκπαίδευσης. Ο στόχος αντιπροσωπεύει τον προσανατολισμό του επιστημονικού προγράμματος σπουδών και των διδακτικών πρακτικών που θα περιλαμβάνει τις εμπειρίες και τα αποτελέσματα για όλους τους εκπαιδευόμενους κι όλες τις εκπαιδευόμενες. Τα σχολικά προγράμματα διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών θα πρέπει να προσανατολιστούν προς τις γνώσεις, τις αξίες και τις δεξιότητες που απαιτούνται στην επιστημονική και τεχνολογική σταδιοδρομία. Και σαφώς ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός περιλαμβάνει πολλά περισσότερα από τις γνώσεις, τις αξίες, και τις δεξιότητες που σχετίζονται με έναν συγκεκριμένο κλάδο, όπως η Βιολογία ή η Χημεία. Έννοιες που σχετίζονται με τους επιστημονικούς κλάδους πρέπει να περιλαμβάνονται, αλλά οι μαθητές θα πρέπει επίσης να αναπτύξουν αντιλήψεις και ικανότητες που σχετίζονται με την επιστημονική έρευνα και τον τεχνολογικό σχεδιασμό, καθώς και να κατανοήσουν τις προσωπικές και κοινωνικές πτυχές των επιστημών, την ιστορία και τη φύση τους, καθώς και μεγάλες ενωτικές ιδέες αυτών. Καθήκον ενός δασκάλου/μιας δακάλας ή καθηγητή/ριας Φυσικών Επιστημών, λοιπόν, είναι να βοηθήσει τους/τις μαθητές/ριες να βελτιώσουν την κατανόηση επιστημονικών εννοιών και τις ικανότητές τους. (Trowbridge et al., 2000)

Γνωστική έρευνα αποκαλύπτει ότι πολλοί/ες εκπαιδευόμενοι/ες, συμπεριλαμβανομένων και ακαδημαϊκά ταλαντούχων, κατανοούν λιγότερα από ό, τι νομίζουν οι εκπαιδευτικοί ότι κατανοούν. Για παράδειγμα μπορεί να είναι σε θέση να προσδιορίσουν τι έχουν πει ή τι έχουν διαβάσει, όμως συχνά η κατανόησή τους είναι περιορισμένη ή παραμορφωμένη, αν δεν είναι εντελώς λανθασμένη. Δηλαδή μπορεί απόφοιτοι του Χάρβαρντ, που διαπρέπουν στον κλάδο των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, να απαντήσουν λάθος σε μια καθημερινή ερώτηση Φυσικής, γιατί πολύ απλά δεν κατέκτησαν τη συγκεκριμένη γνώση κατά τα μαθητικά τους χρόνια. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η φιλαργυρία είναι απαραίτητη για τον καθορισμό των εκπαιδευτικών στόχων. Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα πρέπει να τονίσουν τις πιο σημαντικές έννοιες και δεξιότητες, έτσι ώστε να μπορούν να επικεντρωθούν στην ποιότητα της κατανόησης και όχι στην ποσότητα των πληροφοριών που παρουσιάζονται. Επιπλέον, για να εκτιμηθεί κατά πόσον οι μαθητές/ριες κατανοούν πραγματικά τα φαινόμενα, πρέπει να τους δοθεί η ευκαιρία να προβληματιστούν σχετικά με τη δική τους αντίληψη. (Nelson, 1998, 1999)

Οι μαθητές/ριες πριν έρθουν στο σχολείο, όπως προαναφέρθηκε, έχουν διαμορφώσει τις δικές τους ιδέες κι αντιλήψεις και νοητικές και γνωστικές δομές -οι οποίες συνήθως αποκλίνουν από τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις- με τις αισθητηριακές εμπειρίες από το φυσικό, τεχνολογικό και κοινωνικό τους περιβάλλον (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Οι απόψεις των μαθητών για τα φαινόμενα ομαδοποιούνται κι αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως προαντιλήψεις/preconceptions -Aubusel, 1968-, ως παρανοήσεις ή εσφαλμένες αντιλήψεις/misconceptions -Novac, 1986-, ως εναλλακτικές ιδέες/alternative conceptions -Driver and Easley, 1978-, ως αυθόρμητες αντιλήψεις κι ως νοητικά μοντέλα (Κίτσιου, Κώτση, & Παπαδοπούλου, 2011). Η σκέψη για διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών για τις Φυσικές Επιστήμες χρονολογείται στον προηγούμενο αιώνα και πολλές δεκαετίες πριν. Ήδη από τις αρχές του 1930 ο Piaget χρησιμοποιεί τη μέθοδο της συνέντευξης για να διερευνήσει τις αντιλήψεις του παιδιού για τον κόσμο, για τη φυσική αιτιότητα, για την κίνηση και την ταχύτητα, ενώ στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ο όρος «εσφαλμένες αντιλήψεις» για μαθητές σε έννοιες της Φυσικής από τον Burge το 1967 (Ντίνος, 2014). Μόνο όμως πριν από περίπου τριανταπέντε χρόνια (1978) οι ερευνητές Driver & Easley ξεκίνησαν να ερευνούν συστηματικά τις ιδέες των παιδιών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών και να συνδέουν τη μάθηση του γνωστικού αντικειμένου των Φυσικών Επιστημών με τη νοητική ανάπτυξή τους (Ντίνος, 2014). Οι ιδέες των παιδιών δεν είναι απλές παρανοήσεις που οφείλονται σε κακή πληροφόρηση, αλλά δημιουργούνται από ερμηνευτικά σχήματα που αυτά διαθέτουν και τα οποία τα βοηθούν να αντιλαμβάνονται οτιδήποτε συμβαίνει γύρω τους (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005), στον τρόπο που παρατηρούν και στο πώς καταλήγουν σε συμπεράσματα (Κώτσης, 2005). Παρόμοιες ιδέες μπορούν να έχουν μαθητές/-ριες διαφορετικής κουλτούρας και ηλικίας (Κόκκοτας, 2009).

2. Φυσικές Επιστήμες

«Φυσικές Επιστήμες ονομάζονται οι επιστήμες που έχουν ως αντικείμενο τη μελέτη των φυσικών φαινομένων, καθώς και τον προσδιορισμό των αρχών τους, με τη διεξαγωγή παρατηρήσεων, πειραμάτων και τον σχηματισμό υποθέσεων» (Μόκας, 2011, σ. 7).

Σύμφωνα με το Oxford English Dictionary:

οι Φυσικές Επιστήμες περιγράφονται ως ένας τομέας μελέτης, ο οποίος ασχολείται με έναν αλληλοσυσχετιζόμενο αριθμό αληθειών που μπορούν να αποδειχθούν ή με πειραματικά δεδομένα συστηματικά ταξινομημένα, που τις περισσότερες φορές συσχετίζονται με το να φέρονται κάτω από γενικούς νόμους και που περιλαμβάνουν αξιόπιστες μεθόδους για την ανακάλυψη νέων αληθειών στη φύση. (όπ. αναφ. στους Κόκκοτα, 2005, σ. 30· Κώτση, 2005, σ. 37)

Επίσης, «Οι Φυσικές Επιστήμες είναι ο τρόπος με τον οποίο εξερευνούμε το φυσικό κόσμο για να ανακαλύψουμε το τι, πώς, γιατί, πότε και πού των πραγμάτων» (Κόκκοτας, 2009, σ. 113) κι αποτελούν μέθοδο και γνώση μαζί. Η Φυσική, η Χημεία, η Βιολογία, η Γεωλογία, η Αστρονομία, η Μετεωρολογία, η Σεισμολογία, οι Περιβαλλοντικές κι άλλες Επιστήμες αποτελούν κλάδους των Φυσικών Επιστημών.

Ένας άλλος ορισμός για αυτές είναι «ότι αποτελούν την προσπάθεια του ανθρώπου να γνωρίσει την πραγματικότητα και παράλληλα το πλήθος των γνώσεων που αποκτήθηκε από αυτή την προσπάθεια» (Μπιτσάκης, 1979, όπ. αναφ. στον Κώτση, 2005, σ. 37). Αποτελούν έναν τρόπο συμπεριφοράς για τη διαπραγμάτευση κάποιων γεγονότων, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο και τη γνώση. Επιπλέον, είναι μια ανοιχτή διαδικασία όπου η φαντασία, η υπόθεση και η επαλήθευση διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο. Οι Φυσικές Επιστήμες οικοδομούνται από δεδομένα, αλλά αναπτύσσονται από την επιστημονική παρατήρηση και επαλήθευση. (Κώτση, 2005)

Οι Φυσικές Επιστήμες κατά τη μελέτη των φαινομένων ακολουθούν την επιστημονική μέθοδο (Μόκας, 2011). Η επιστήμη προάγεται με τον έλεγχο –μέσω πειραμάτων- των θεωριών, των υποθέσεων και των προβλέψεων, προκειμένου να προκύψουν νέες αποδείξεις που θα τις επαληθεύσουν ή θα τις διαψεύσουν (Κόκκοτας, 2009). Οι επιστήμονες στην προσπάθειά τους να εξερευνήσουν το φυσικό κόσμο, χρησιμοποιούν επιστημονικές διαδικασίες όπως είναι η παρατήρηση, η καταγραφή, ο έλεγχος, οι συγκρίσεις, οι υποθέσεις, οι προβλέψεις, η εξαγωγή συμπερασμάτων και η διενέργεια ερευνών (Κόκκοτας, 2009). «Οι Φυσικές Επιστήμες στηριζόμενες στην τεχνολογία άλλαξαν τη ζωή του ανθρώπου και αποτελούν τη δύναμη για μια νέα κουλτούρα» (Κώτση, 2005, σελ. 38).

Επιπλέον, αποτελούν το σύνολο των γνώσεών μας για τη φύση. Το ανθρώπινο γένος ανά τους αιώνες έχει αναπτύξει πολλές και σημαντικές ιδέες για το φυσικό κόσμο, προκειμένου να κατανοήσουν όλο και καλύτερα το ανθρώπινο είδος και το περιβάλλον. Για αναπτύξουν αυτές τις ιδέες χρησιμοποίησαν συγκεκριμένους τρόπους παρατήρησης, σκέψης, πειραματισμού κι επιβεβαίωσης των ιδεών αυτών. Αυτοί οι τρόποι αντιπροσωπεύουν μια θεμελιώδη πτυχή της φύσης των Φυσικών Επιστημών κι αναδεικνύουν τη διαφορετικότητα

των Φυσικών Επιστημών από τα άλλα επιστημονικά πεδία. Μερικές από τις βασικές πεποιθήσεις των επιστημόνων των Φυσικών Επιστημών είναι οι ακόλουθες:

1. Ο κόσμος είναι κατανοητός.
2. Οι επιστημονικές ιδέες υπόκεινται σε αλλαγές.
3. Η επιστημονική γνώση έχει διάρκεια.
4. Η επιστήμη δεν μπορεί να δώσει πλήρεις απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις.
5. Η επιστήμη βασίζεται σε αποδεικτικά στοιχεία.
6. Η επιστήμη είναι δημιούργημα λογικής αλλά και φαντασίας.
7. Η επιστήμη εξηγεί και προβλέπει.
8. Οι επιστήμονες προσπαθούν να προσεγγίσουν με απόλυτη ακρίβεια την πραγματικότητα και να αποφύγουν προκαταλήψεις.
9. Η επιστήμη δε στηρίζεται στην αυθεντία.

(Κόκκοτας, 2005)

Η διδακτική των Φυσικών Επιστημών αποτελεί ένα επιστημονικό πεδίο, το οποίο εξετάζει, αναλύει και προτείνει λύσεις σχετικά με το περιεχόμενο που διδάσκεται (τι;), τους στόχους που επιδιώκεται να επιτευχθούν (γιατί;), την επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών στρατηγικών (πώς;) και τους ρόλους που επιφυλάσσουν τα ανωτέρω στους εμπλεκόμενους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Κουλαϊδής, 2001). «Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι η εισαγωγή κάποιου σε νέους τρόπους σκέψης και ομιλίας. Τα εργαλεία πρέπει να είναι εν μέρει γλωσσικά κι εν μέρει πειραματικά. Και τα δύο αναπτύσσουν αυτό που βλέπει κάποιος με το μάτι του νου του.» (C. Sutton, όπ. αναφ. στον Κόκκοτα, 2009, σ. 113). Οι δραστηριότητες από τις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να βοηθήσουν να μικρά παιδιά στην ανάπτυξη και στη μάθηση στα κρίσιμα πρώτα χρόνια της ζωής τους (Χατζηγεωργίου, 2006).

Τις δυο τελευταίες δεκαετίες η επιστημονική κοινότητα έχει κινητοποιηθεί έντονα σε εθνικό, περιφερειακό και διεθνές επίπεδο για την αναβάθμιση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες. Αυτή η ανάπτυξη πρέπει να συνεχιστεί και μάλιστα να διαμορφωθεί έτσι ώστε να αντιμετωπιστούν τα νέα πιεστικά προβλήματα, που αφορούν στη βιώσιμη ανάπτυξη και τις προκλήσεις της για την εκπαίδευση. Οι θετικές, οι γνωστικές και οι παιδαγωγικές επιστήμες πρέπει να ενώσουν τις δυνάμεις τους και να προσπαθήσουν για το σχεδιασμό των νέων αναλυτικών προγραμμάτων (Harlen, 2010, όπ. αναφ. στον Léna, 2014). Η μάθηση μέσα από την έρευνα έχει σχεδόν παγκόσμια αποδοχή όσον αφορά στην εγκυρότητα των παιδαγωγικών αρχών της. Εξάλλου οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν παγκόσμια κατάκτηση, ανήκουν σε όλους και η περιέργεια των παιδιών αποτελεί καθολικό γεγονός. Οπότε χρειάζεται το τελευταίο να διεγείρεται στα διαφορετικά κοινωνικά και πολιτισμικά πλαίσια. Καθώς οι μεταβολές στη ζωή απαιτούν βαθιές εξελίξεις στον τομέα της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, θα πρέπει η τάση για μάθηση μέσα από έρευνα, όπως παρατηρείται τις δυο τελευταίες δεκαετίες στην Πρωτοβάθμια και στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, να συνεχιστεί και την επόμενη δεκαετία, με περισσότερη έμφαση στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, στα αναλυτικά προγράμματα Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών, στην αξιολόγηση και την επέκταση αυτής της διδακτικής προσέγγισης σε νέες χώρες. Όμως πέρα από αυτό απαιτούνται και βαθύτερες αλλαγές στην εκπαίδευση. Οι στόχοι αυτών των αλλαγών, όσον αφορά στην προετοιμασία των νέων για τον αυριανό κόσμο, είναι:

1. Η γνώση να συνοδεύεται από κατανόηση, καθώς έτσι καθίσταται ακόμη σημαντικότερη από την απλή γνώση γεγονότων και κανόνων. Αυτό, μάλιστα, αλλάζει πλήρως τη μαθησιακή διαδικασία, ιδιαίτερα στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία σε μια κοινωνία σαν τη σημερινή, με απίστευτη ποσότητα των άμεσα διαθέσιμων πληροφοριών.
2. Η καλλιέργεια της δημιουργικότητας, λόγου του έντονου ρυθμού των τεχνολογικών αλλαγών στον εργασιακό τομέα.
3. Η καλλιέργεια της αυτοπεποίθησης και αφύπνιση των «κρυφών χαρισμάτων», ιδιαίτερα στα φτωχότερα παιδιά.
4. Η εφαρμογή ενός αισθήματος ανθρώπινης αλληλεγγύης πέρα από έθνη και σύνορα, σε συνδυασμό με ένα αίσθημα ευθύνης, λόγω της παγκοσμιοποίησης των προβλημάτων και των λύσεων αυτών. Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες πρέπει να έχει και ηθικές διαστάσεις.

(Léna, 2014)

Κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δίνονται άμεσα ή έμμεσα απαντήσεις σε θεμελιώδη ζητήματα, όπως:

1. η γνώση του κόσμου, τόσο του φυσικού κόσμου όσο και του νου των άλλων,
2. οι προϋποθέσεις και οι διαδικασίες μέσω των οποίων αποκτάται η γνώση, καθώς και τα όρια εγκυρότητας αυτής
3. τα κριτήρια επιλογής της σχολικής γνώσης, των μεθόδων διδασκαλίας της και τα κριτήρια αξιολόγησης του μαθησιακού αποτελέσματος.

Το πρόβλημα της αλήθειας, της αντικειμενικότητας και της εγκυρότητας της γνώσης του φυσικού κόσμου δέχεται μια ποικιλία απαντήσεων, η οποία καταγράφεται στην Ιστορία της Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών. Αυτό μάλιστα επηρεάζει τους συντάκτες των Αναλυτικών Προγραμμάτων και τους συγγραφείς των βιβλίων. Ενώ η διερεύνηση των προϋποθέσεων, των διαδικασιών και των ορίων της επιστημονικής γνώσης είναι αντικείμενο της Επιστημολογίας των Φυσικών Επιστημών και οι απαντήσεις που παράγονται επηρεάζουν τις επιλογές τόσο του περιεχομένου όσο και των διαδικασιών της σχολικής επιστήμης. Τέλος να αναφερθεί ότι στα σχολεία, κατά τη διάρκεια των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών οι μαθητές, πέρα του «μαθήματος της ημέρας», εκτίθενται σε απαντήσεις γνωσιολογικών, επιστημολογικών, κοινωνιολογικών κι άλλων ζητημάτων. (Βλάχος, 2004)

2.1. Εξέλιξη

Οι τρόποι που αλληλεπιδρούμε με το φυσικό περιβάλλον και οι τρόποι που το σκεφτόμαστε έχουν αλλάξει στο παρελθόν και θα συνεχίσουν να αλλάζουν στο μέλλον (McGuire, 2001, όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014). Από τη μία η εξέλιξη της επιστήμης ανά τους αιώνες συνιστά ένα πολύ ενδιαφέρον θέμα κι από τη άλλη η ιστορία μας διαβεβαιώνει ότι πολλές από τις εναλλακτικές ιδέες που εκφράζουν τα παιδιά έχουν διατυπωθεί από μεγάλους φιλόσοφους κι ερευνητές (Σταμούλης, 2014). Ακόμη μέσω της ιστορικής προσέγγισης της εξέλιξης των Φυσικών Επιστημών διαπιστώνεται ότι η πορεία της επιστήμης δεν υπήρξε ποτέ ευθύγραμμη και η γνώση δεν ήταν πάντοτε συσσωρευτική (Σταμούλης, 2014).

Η ιστορία των Φυσικών Επιστημών θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια αποθήκη γνώσεων – καθ’ όσον οι ιστορικές διαδικασίες παρέχουν ένα πρότυπο για τη μαθησιακή διαδικασία-, απ’ όπου μπορεί να υπάρξει καθοδήγηση στην κατασκευή, αλλαγή κι επικοινωνία των επιστημονικών αναπαραστάσεων. Έτσι προτείνεται να ερευνηθούν τα είδη των διαδικασιών που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχική οικοδόμηση μια εννοιολογικής δομής από τους επιστήμονες και να επιχειρηθεί να διδαχθούν οι μαθητές πώς να κατασκευάζουν τις υπάρχουσες επιστημονικές αναπαραστάσεις μόνοι τους χρησιμοποιώντας τις ίδιες διαδικασίες. (Nersessian, 1994)

Για την καλύτερη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προτείνεται από την ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία η συμβολή της Ιστορίας και της Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών κι αυτό γιατί βοηθούν τους εκπαιδευτικούς να βρίσκουν νέες, καλύτερες μεθόδους για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, τους παρέχουν το περιεχόμενο προς διδασκαλία στις σχολικές τάξεις και μια μεταγνωστική προοπτική για την προώθηση της αυτονομίας, της αυτορρύθμισης και της επαγγελματικοποίησής τους. Οι Σέρογλου και Κουμαράς (2001, όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014) επισημαίνουν ότι αυτή η συμβολή είναι γνωστική, μεταγνωστική και συναισθηματική. Η Nersessian (2002, όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014) προτείνει να θεωρηθεί η Ιστορία των Φυσικών Επιστημών σαν μια αποθήκη γνώσεων που καθοδηγούν τα άτομα στην κατασκευή, αλλαγή κι επικοινωνία των επιστημονικών αναπαραστάσεων, καθότι σύμφωνα με ισχυρισμό της οι ιστορικές διαδικασίες παρέχουν ένα πρότυπο για την ίδια τη μαθησιακή διαδικασία. Όμως η ενσωμάτωση στοιχείων από την Ιστορία και τη Φιλοσοφία των Φυσικών Επιστημών στην εκπαιδευτική διαδικασία απαιτεί τη βαθιά γνώση αυτών, κάτι που αποτελεί αδυναμία και έλλειψη για το εκπαιδευτικό προσωπικό (Matthews, 1994· 2007, όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014). Οι Matthews (1994, 2007) και Stinner & Williams (1998) υποστηρίζοντας την άποψη για την εισαγωγή της Ιστορίας και της Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στο πρόγραμμα σπουδών προτείνουν (όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014, σ. 109):

- ❖ Να είναι μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της ζωής των μαθητών, να δημιουργεί κίνητρα, να πληροφορεί και να είναι σχετική με τα ενδιαφέροντα των μαθητών.
- ❖ Να ενσωματώνουν την άποψη ότι το ιστορικό πλαίσιο βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν ότι η παρούσα επιστημονική γνώση δεν είναι μόνιμη.
- ❖ Να δίνουν μια ανθρώπινη διάσταση στις Φυσικές Επιστήμες και να τις συνδέουν με τα προσωπικά, ηθικά, πολιτιστικά και πολιτικά ενδιαφέροντα των ανθρώπων.
- ❖ Να δημιουργεί άμεση εμπειρία στους μαθητές οι οποίοι αναπτύσσονται σ’ ένα περιβάλλον όπου οι πληροφορίες που παρέχονται ηλεκτρονικά και οι νέες τεχνολογίες επιφέρουν μεγάλα οφέλη αλλά εμπεριέχουν και μεγάλους κινδύνους.

Ο Matthews (1994, όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014) θεωρεί σημαντική την ενσωμάτωση της Ιστορίας των Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία για τους εξής λόγους:

1. Προάγει την καλύτερη κατανόηση των εννοιών και των μεθόδων των Φυσικών Επιστημών.
2. Είναι από τη φύση της ενδιαφέρουσα και σημαντικά επεισόδιά της πρέπει να είναι γνωστά σε όλους.
3. Είναι απαραίτητη προκειμένου να γίνει κατανοητή η φύση των Φυσικών Επιστημών.

4. Αντιτίθεται στον επιστημονισμό και στο δογματισμό που συχνά συναντώνται στα επιστημονικά κείμενα και τις σχολικές τάξεις.
5. Εξανθρωπίζει τη διδακτέα ύλη των Φυσικών Επιστημών, κάνοντας τες περισσότερο ενδιαφέρουσες και λιγότερο αόριστες για τους εκπαιδευόμενους.
6. Επιτρέπει να γίνουν συνδέσεις μέσα από θέματα και πρακτικές των Φυσικών Επιστημών, αλλά και με άλλες ακαδημαϊκές πρακτικές κι αναδεικνύει την ολοκληρωτική κι αλληλοεξαρτώμενη φύση των ανθρωπίνων επιτευγμάτων.
7. Οι ιστορικές προσεγγίσεις γεφυρώνουν την πρόοδο της προσωπικής σκέψης με την πρόοδο των ιδεών των Φυσικών Επιστημών.

Όσο αφορά την προσέγγιση που προτάθηκε παραπάνω αυτή πρέπει να βασίζεται στα εξής:

1. διαμόρφωση ενός πλαισίου με μια βασική έννοια,
2. παροχή εμπειριών σχετικές με την καθημερινότητα των μαθητών,
3. δημιουργία μια ιστορικής γραμμής, η οποία θα δραματοποιεί και θα ενισχύει τη βασική ιδέα,
4. ανάδειξη προβληματικών καταστάσεων από το βασικό πλαίσιο και εξασφάλιση ελκυστικότητας αυτών για τους μαθητές,
5. σύνδεση των εννοιών με τα ιστορικά γεγονότα από τη μία και την παρούσα επιστημονική άποψη και σύγχρονη τεχνολογία από την άλλη
6. και να εξασφαλίζεται ότι οι σημαντικές έννοιες, ιδέες και προβλήματα απορρέουν ομαλά από το βασικό πλαίσιο.

(Stinner & Williams, 1998, όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014).

2.1.1. Εξέλιξη των θεωριών της Φυσικής

Οι Φυσικές Επιστήμες όπως κι όλες οι επιστήμες εξελίσσονται, όπως επίσης εξελίσσονται και οι θεωρίες των διάφορων κλάδων των Φυσικών Επιστημών. Έτσι και οι θεωρίες της Φυσικής εξελίχθηκαν από την αριστοτελική φιλοσοφία και τον Δημόκριτο στον Γαλιλαίο και τη Νευτώνεια Μηχανική. Ήδη από το 12^ο και 13^ο αιώνα οι τεχνικές και επιστημονικές ανακαλύψεις γίνονται όλο και πιο πυκνές, με ιδιαίτερο ρόλο στη διαμόρφωση της Δυναμικής και Ουράνιας Μηχανικής να παίζουν οι Κοπέρνικος, Μπράχερ και Κέπλερ. (Μπιτσάκης, 2008)

Ο Αριστοτέλης(384-322 π.Χ.) διατύπωσε τις αντιλήψεις του για την κίνηση και τη φύση γενικότερα -οι οποίες δεν είναι επιστημονικές με την σύγχρονη έννοια του όρου, αλλά είναι γενικές φιλοσοφικές θεωρήσεις που άσκησαν μια σοβαρή επιστημολογική λειτουργία-, κυρίως στα «Φυσικά», στα «Μετά τα Φυσικά» και στο «Περί Ουρανού» (Μπιτσάκης, 2008). Η φύση κατά τον Αριστοτέλη είναι μια αντικειμενική πραγματικότητα, ανεξάρτητη από το υποκείμενο, η οποία δεν αποτελεί μια στατική οντότητα, αλλά είναι μια οντότητα που κινείται κι αλλάζει (Μπιτσάκης, 2008). Επίσης, η άποψη του για το άπειρο είναι δυναμική, αλλά αντιλαμβάνεται το σύμπαν ως πεπερασμένο (Μπιτσάκης, 2008). Ο Αριστοτέλης διαίρεσε την κίνηση σε δύο κατηγορίες: τη φυσική και τη βίαιη (Hewitt, 2007). Ισχυρίστηκε ότι η φυσική κίνηση μπορεί να είναι ευθύγραμμη (π.χ. όλα τα πράγματα πάνω στη Γη) ή κυκλική (π.χ. τα ουράνια σώματα) κι απορρέει από τη «φύση» κάθε σώματος, ενώ παράλληλα εξαρτάται από των συνδυασμό των τεσσάρων στοιχείων του (γης, νερού,

φωτιάς, αέρα)· ενώ η βίαιη κίνηση οφειλόταν σε συνεχείς, εξωτερικές, ελκτικές ή ωστικές δυνάμεις (Hewitt, 2007).

Στη συνέχεια, στον Μεσαίωνα, η φύση, κατά τις Γραφές –αυθεντική πηγή της αλήθειας-, δημιουργήθηκε από τον Θεό και γι' αυτό οι νόμοι της εκφράζουν την θεϊκή βούληση και τους οποίους ανακαλύπτοντάς τους η επιστήμη, ανακαλύπτει και τη σοφία και την παρουσία του Θεού. Η αλήθεια των αισθήσεων και των επιστημών είναι περιορισμένη, η θεολογία είναι η υπέρτατη πηγή αλήθειας, ενώ η επιστήμη βρίσκεται υπό το άγρυπνο, αλάθητο και τιμωρό βλέμμα της θεολογίας. Εντούτοις, η ανάπτυξη της τεχνικής, των επιστημών, του εμπορίου και των πόλεων μετά τον 11^ο και 12^ο αιώνα, αλλά και η δημιουργία των πρώτων Πανεπιστημίων στις αρχές του 13^{ου} αιώνα και η ανάπτυξη και διάδοση των φιλοσοφικών-θεολογικών συζητήσεων οδήγησαν στην υπονόμηση του καθολικού κύρους της θεολογίας και της επίγειας αυθεντίας. Προς το τέλος, μάλιστα, της μεσαιωνικής εποχής ιδιαίτερο ενδιαφέρον κι παλμό απέκτησε η διένεξη ανάμεσα στους ρεαλιστές και τους νομιναλιστές. Γύρω στο 1300 ο Ζαν Μπουριντάν (φιλόσοφος της σχολής του Όκκαμ) ασχολείται με ζητήματα της Φυσικής και ειδικότερα της μηχανικής, πιστεύοντας ότι τα ουράνια σώματα μπορούν να κινούνται αιώνια, ύστερα από μια αρχική ώθηση χωρίς περαιτέρω εξωτερική παρέμβαση. (Μπιτσάκης, 2008)

Στις αρχές του 15^{ου} αιώνα σειρά έχει η Αναγέννηση, η οποία εκδηλώνεται ως πνευματικό, καλλιτεχνικό και επιστημονικό κίνημα αρχικά στις εμπορικές πόλεις της Ιταλίας και ύστερα εξαπλώνεται σε Γαλλία, Αγγλία, Γερμανία και τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες. Αυτή η εποχή χαρακτηρίζεται από τη στροφή στους αρχαίους (μελέτη του Πλάτωνα, του Αριστοτέλη, του Αρχιμήδη, της αρχαίας τέχνης και γραμματείας) και το κίνημα του ουμανισμού. Λοιπόν, ο Κοπέρνικος (1473 -1543) ανατρέπει το γεωκεντρικό αριστοτελικό-πτολεμαϊκό σύστημα· ο Τύχο Μπράχε (1546-1601) υποστηρίζει ότι το κέντρο του σύμπαντος είναι η Γη και γύρω από τον ήλιο στρέφονται οι υπόλοιποι πλανήτες· ο Κέπλερ (1571-1630) αποδεικνύει ότι οι πλανήτες κινούνται σε ελλειπτικές τροχιές κι όχι σε κυκλικές, διατυπώνοντας τους τρεις νόμους της κίνησής τους· ο Καρτέσιος (1596-1650) –Γάλλος μαθηματικός, φυσικός και φιλόσοφος- αποκαθάρει τη φιλοσοφία από τις μεταφυσικές πλάνες του παρελθόντος και προσπαθεί να συγκροτήσει μια ορθολογική κοσμοθεωρία με βάση τη σαφήνεια των εννοιών και της αλήθειας, βρισκόμενος ανάμεσα στη Φυσική και τη Μεταφυσική· ο Μπένεντικτ ντε Σπινόζα (1632-1677) θεμελιώνει ένα φιλοσοφικό σύστημα με γεωμετρική μορφή –ορισμούς, αξιώματα κι απαγωγικά συμπεράσματα- και απορρίπτει το δυϊσμό και τη θεϊκή δημιουργία, δεχόμενος την αντικειμενικότητα και την αυθυπαρξία της φύσης· ο Πιέρ Γκασσαντί (1592-1655) θεωρεί τα άτομα ως τα απλούστερα, άτμητα κι αιώνια στοιχεία της ύλης· και ο Λάιμπνιτς (1646-1716) διατυπώνει ένα ιδεαλιστικό φιλοσοφικό σύστημα κι ταυτόχρονα είναι ένας από τους θεμελιωτές του απειροστικού λογισμικού και των άλλων επιστημονικών και τεχνικών επιτευγμάτων. (Μπιτσάκης, 2008)

Η θεμελίωση της Μηχανικής έρχεται από τον Γαλιλαίο (1638) και η πρώτη ολοκλήρωσή της από το Νεύτωνα (1686). Κατά τον 18^ο αιώνα απέκτησε αυστηρή και γενικευμένη δομή με το έργο του Μωπερτούις (1744), του Έυλερ (1744) και κατά τον 19^ο αιώνα με το έργο του Λαγκράνζ (1788) και του Χάμιλτον (1805-1865). Αντικείμενο της Μηχανικής αποτελεί η μελέτη της κίνησης. (Μπιτσάκης, 2008)

Κατά τον Γαλιλαίο (1546-1642), η ύλη έχει σωματιδιακή φύση (Hewitt, 2007· Μπιτσάκης, 2008). Σε αντίθεση με τον Καρτέσιο, εφάρμοσε συστηματικά και συνειδητά την εμπειρική κι επαγωγική μέθοδο, ξεκινώντας από την παρατήρηση, κάνοντας μετρήσεις, οργανώνοντας πειράματα, κάνοντας υποθέσεις και προσπαθώντας να διατυπώσει με μαθηματικό τρόπο τους νόμους της μηχανικής (Μπιτσάκης, 2008). Ο Γαλιλαίος είχε επηρεαστεί, επίσης, από πυθαγόρειες και πλατωνικές ιδέες για τη μαθηματική δομή του σύμπαντος, πιστεύοντας ότι το σύμπαν είναι μια μηχανή και η δομή και οι κινήσεις του μπορούν να ερμηνευτούν με τους νόμους της μηχανικής (Μπιτσάκης, 2008). Όμως η ανακάλυψή του ότι η ταχύτητα της πτώσης των σωμάτων είναι ανεξάρτητη από το βάρος (μάζα) τους αποτελεί σημαντικότερη πρόοδο, καταρρίπτοντας την αριστοτελική άποψη (Μπιτσάκης, 2008). «Ανακάλυψε ότι αν εξαιρέσει κανείς τη μικρή επίδραση της αντίστασης του αέρα, αντικείμενα διαφορετικού μεγέθους, όταν ξεκινούν ταυτόχρονα, πέφτουν με την ίδια ταχύτητα και φτάνουν συγχρόνως στη Γη» (Hewitt, 2007, σ. 25). Ο Γαλιλαίος ορίζει πρώτα τη σταθερή ή ομοιόμορφη κίνηση, εν συνεχεία την ομαλώς επιταχυνόμενη κίνηση, έπειτα διατυπώνει το νόμο του κεκλιμένου επιπέδου, ενώ μελέτησε συστηματικά και την κίνηση του εκκρεμούς κι απέδειξε μια σειρά από θεωρήματα (Μπιτσάκης, 2008).

Ο Νεύτων (1642-1727) υπήρξε ο κύριος δημιουργός τριών βασικών επιστημών: της Μηχανικής, της Ουράνιας Μηχανικής και της Οπτικής (Μπιτσάκης, 2008). Είναι αυτός που δέχεται την υλική πραγματικότητα ως αντικείμενο της επιστήμης και επιδιώκει να αποκαλύψει τους νόμους της μέσω της παρατήρησης, του πειράματος και της επαγωγής (Μπιτσάκης, 2008). Οι τρεις θεμελιώδη νόμοι της κίνησης των σωμάτων διατυπώθηκαν από τον Νεύτωνα, ισχύουν μέχρι σήμερα –για περισσότερο από 200 χρόνια ίσχυαν αμετάβλητοι, μέχρι που αμφισβητήθηκαν από τον Einstein για την ισχύ τους στον μικρόκοσμο (Κόκκοτας, 2005)- και είναι οι εξής:

- ❖ *Νόμος I:* «Κάθε σώμα συνεχίζει στην κατάσταση ηρεμίας ή ομοιόμορφης ευθύγραμμης κίνησης, εφόσον εξωτερικές δυνάμεις δεν το υποχρεώνουν να μεταβάλει αυτή την κατάσταση.»
- ❖ *Νόμος II:* «Η μεταβολή της κίνησης είναι ανάλογη με την επιβαλλόμενη δύναμη και γίνεται στην κατεύθυνση της ευθείας στην οποία επιβάλλεται η δύναμη.»
- ❖ *Νόμος III:* « Σε κάθε δράση αντιστοιχεί πάντοτε μια αντίθετη και ίση αντίδραση· ή, οι φυσικές αλληλεπιδράσεις δύο σωμάτων είναι πάντοτε ίσες και κατευθύνονται στα αντίθετα μέρη.»
-I. Newton, *Principia, Univ. of California, 1947, σ. 13* (όπ. αναφ. στον Μπιτσάκη, 2008, σ. 83)-.

2.1.2. Εξέλιξη της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών

Η επιστημονική επανάσταση αποτέλεσε μια νέα περίοδο για τις Φυσικές Επιστήμες, η οποία ξεκίνησε τον 16^ο αιώνα και συνέπεσε με τις ανακαλύψεις του Κοπέρνικου και τις εργασίες του Gassendi (Κόκκοτας, 2005). Πέρα όμως από τις εξελίξεις στις Φυσικές Επιστήμες, σημειώθηκαν αλλαγές και εξελίξεις και στη διδασκαλία αυτών. Ιστορικές έρευνες παρέχουν αδιαμφισβήτητα στοιχεία για αλλαγές στην οργάνωση, το περιεχόμενο και τις διαδικασίες της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (Βλάχος, 2004).

Στην Αρχαία Ελλάδα, η Ακαδημία του Πλάτωνα αποτελούσε εκπαιδευτικό ίδρυμα εκείνης της εποχής. Ο Πλάτωνας εισηγήθηκε ότι η παιδική ψυχή είναι εύπλαστη κι ότι τα παιδιά μιμούνται τους ενήλικες, επικεντρώνοντας έτσι το ενδιαφέρον στην προσοχή που πρέπει να δίνεται στην αγωγή κατά την παιδική ηλικία. Επίσης εισηγήθηκε την αξία της αυτενέργειας, του παιχνιδιού και της ευχαρίστησης από την μάθηση, όμως οι απόψεις του δεν εφαρμόστηκαν. Για αυτόν η μάθηση αποτελούσε ανάμνηση των όσων είχε μάθει το άτομο σε προηγούμενη ύπαρξή του. Αντίθετα για τον Αριστοτέλη η μάθηση ήταν αποτέλεσμα επανάληψης και εξασκήσεως –άποψη και των Μπιχεβιοριστών-. Ακόμη θεωρούσε ότι η γνώση προέρχεται από την πνευματική προσπάθεια του ανθρώπου και τη μελέτη των πραγμάτων με τη βοήθεια των αισθητηριακών οργάνων. Αν και υπήρξε προβληματισμός σχετικά με τη μεταφορά γνωστικών δεξιοτήτων από ένα γνωστικό αντικείμενο σε άλλο, η ανάπτυξη αυτών επιχειρούνταν μέσα από και διάφορα μαθήματα στο πλαίσιο της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Η διαλεκτική διδασκαλία του Πλάτωνα και του Σωκράτη προσέφερε πολλά στην εκπαίδευση των μετέπειτα αιώνων. (Βλάχος, 2004)

Στην Σχολαστική επιστήμη του Μεσαίωνα, η αληθής γνώση θεωρήθηκε δεδομένη λόγω χριστιανικών δογμάτων και η υποστήριξή της με επιχειρήματα και τεχνικές συλλογισμών επιφέρει την ένταξή τους στις πρακτικές της εκπαίδευσης στα εκκλησιαστικά εκπαιδευτικά ιδρύματα της εποχής. Οι κλάδοι των επιστημών που είχαν αναπτυχθεί στο θρησκευτικό πλαίσιο των αρχαίων Ελλήνων περιγράφονται εφεξής ως «Ελευθέριες Τέχνες» ενώ ο ρόλος των πολιτικών και θρησκευτικών ηγετών της εποχής στα εκκλησιαστικά σχολεία, στα μοναστήρια και στα Μεσαιωνικά Πανεπιστήμια περιγράφεται στις εγκυκλίους των αρχηγών της Καθολικής Εκκλησίας. Μέσα από τη δραστηριότητα των Λατίνων συγγραφέων και των Αράβων σοφών κι αλχημιστών εισάγεται στη Δυτική Ευρώπη το έργο άλλων αρχαίων φιλοσόφων, η αρχαία Ιατρική και η αρχαία Χημεία –γνωστή ως Αλχημεία-. Οι Αλχημιστές και οι Ιατροχημικοί εκπαιδεύουν τους διαδόχους τους σε πρακτικές δεξιότητες, αλλά και σε θεωρητικές και μεταφυσικές θέσεις κι από το έργο τους προέρχονται όργανα, τεχνικές ανάλυσης ορυκτών και θεραπευτικές ουσίες. Φυσικά, περιθώρια αμφισβήτησης της χριστιανικής οντότητας και κοσμογονίας δεν αφήνονται. (Βλάχος, 2004)

Αλλαγές στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών επήλθαν και κατά την Αναγέννηση και τη Βιομηχανική επανάσταση. Η Αναγέννηση σχετίζεται με αλλαγές στο κοινωνικό πεδίο (π.χ. πτώση του Φεουδαρχισμού, ανακάλυψη νέων ηπείρων, ανάπτυξη του εμπορίου, τεχνολογικά επιτεύγματα της Αλχημείας, εφευρέσεις του da Vinci, εκκλησιαστικές διαμάχες, σταδιακή απεξάρτηση της επιστήμης από την εκκλησία, ανακάλυψη του τηλεσκοπίου), ενώ οι σημαντικές αλλαγές στις Φυσικές Επιστήμες αναδείχθηκαν μέσα από το έργο των Γαλιλαίου, Βάκωνα, Νεύτωνα, Leibnitz κι άλλων. Ο Νεύτωνας πρόσφερε στους σύγχρονους ένα πρότυπο για την εξήγηση της κίνησης, το σωματιδιακό μοντέλο για την περιγραφή των ιδιοτήτων της ύλης και γενικότερα μια Μηχανιστική άποψη για τον κόσμο. Κατά τον 18^ο αιώνα οι επιστήμονες μελέτησαν κυρίως τα φαινόμενα της Μηχανιστικής σύμφωνα με τη νευτώνεια μεθοδολογία, η οποία χαρακτηριζόταν από μαθηματική απλότητα, κομψότητα των νόμων, εγκυρότητα των προβλέψεων, επίγεια και επουράνια ισχύ. Πίστευαν ότι θα μπορούσαν να κατανοήσουν και να περιγράψουν το σύνολο των φυσικών φαινομένων, όμως κλάδοι όπως ο Ηλεκτρισμός και η Θερμότητα δεν ερμηνεύονται με την ίδια μεθοδολογία. Η περίοδος της Μηχανοκρατίας και της επίδρασης του Μηχανιστικού κοσμοειδώλου διήρκησε ως το τέλος του 19^{ου} αιώνα. Όπως ήταν αναμενόμενο, οι εξελίξεις

αυτές δεν άφησαν ανεπηρέαστη τη διδασκαλία, αποδίδοντας στην συγκεκριμένη περίοδο τον χαρακτηρισμό «Επιστημονίζουσα Διδακτική». Σύμφωνα με αυτή, η γνώση του φυσικού κόσμου είναι πειραματικά επαληθευμένη, εναρμονισμένη με τη θρησκευτική αλήθεια και παράγεται από μια συγκεκριμένη μέθοδο. Οι σημαντικές αλλαγές που διαδραματίστηκαν καταγράφονται στο έργο των Comenius, Rousseau, Pestalozzi και Herbart. Ο Locke (1632-1704), ως εκπρόσωπος της Εμπειριοκρατίας, υποστηρίζει ότι ο νους του μικρού παιδιού θεωρείται «άγραφο χαρτί» (tabula rasa), όπου η εμπειρία «θα γράψει» τις ιδέες. Οι επιπτώσεις στην εκπαίδευση είναι ότι οι σύνθετες ιδέες πρέπει να παρουσιάζονται και να ορίζονται σταδιακά, ξεκινώντας από τις λιγότερο σύνθετες προκειμένου να γίνουν κατανοητές από τον παιδικό νου και ότι οι λέξεις πρέπει να νοηματοδοτούν σαφείς και διακριτές ιδέες. Ο μεταγενέστερος Giambattista Vico (1668-1744) –εισηγητής του Εποικοδομητισμού ως φιλοσοφικής θεωρίας για την προέλευση της γνώσης- θεωρεί ότι ο εκπαιδευόμενος εμπλέκεται σε μια προσωπική, εποικοδομητική, μη ορθολογική και δυναμική διαδικασία την οποία κατευθύνει ο ίδιος. Περί το 1798, οι Maria και Richard Edgeworth πιστεύουν ότι η ικανότητα των παιδιών να μετρήσουν, συγκρίνουν και να διαλογιστούν είναι επισφαλής, διότι υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας εσφαλμένων συσχετισμών είτε μεταξύ ιδεών και λέξεων είτε μεταξύ ιδεών και συναισθημάτων. Δηλαδή προτείνουν τη δημιουργία ενός τέτοιου μαθησιακού περιβάλλοντος, όπου στα παιδιά θα προσφέρεται πληθώρα ευκαιριών για εμπειρίες και θα επιτρέπεται η δοκιμή και το λάθος, έτσι ώστε να μάθουν μέσα από τις εμπειρίες τους. Ενδιαφέρον αποτελεί και η άποψη του Ernst Mach (1838-1916) για τη διδασκαλία, η οποία συνοψίζεται ως εξής σύμφωνα με τον Matthews (1994, όπ. αναφ. στον Βλάχο, 2004, σ. 30):

- ❖ Ξεκίνησε τη διδασκαλία με συγκεκριμένα υλικά και φρόντισε να εξοικειωθούν οι μαθητές με τα υπό συζήτηση φαινόμενα.
- ❖ Θέσε ως στόχο την κατανόηση του θέματος που συζητείται.
- ❖ Δίδαξε λίγο, αλλά δίδαξε το καλά.
- ❖ Ακολούθησε την ιστορική πορεία, με την οποία έχει αναπτυχθεί το θέμα.
- ❖ Να απευθύνεις στους μαθητές τα φιλοσοφικά ερωτήματα, τα οποία διαλαμβάνει η επιστήμη και τα οποία τη γέννησαν.
- ❖ Δείξε ότι όπως οι ιδέες του καθενός μπορεί να βελτιωθούν έτσι και οι επιστημονικές ιδέες βελτιώνονταν και συνεχίζουν να βελτιώνονται μέσα από το συστηματικό έλεγχο.
- ❖ Φρόντισε να εμπλακεί ο νους των μαθητών στη διαδικασία.

Και λίγο πριν το τέλος του 19^{ου} αιώνα εμφανίζεται η εισαγωγή του εργαστηρίου στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Ο H.E. Armstrong, ο οποίος προώθησε την εισαγωγή του εργαστηρίου στις χαμηλότερες βαθμίδες της εκπαίδευσης, υποστήριζε την ενεργό συμμετοχή του μαθητή και την ανάπτυξη της ευρηματικότητας μέσα από την επίλυση πρακτικών και θεωρητικών προβλημάτων, που ο ίδιος θα συναντήσει στην εργαστηριακή του δραστηριότητα. (Βλάχος, 2004)

Οι επιτυχίες των Φυσικών Επιστημών κατά τον 19^ο αιώνα σχετίζονται με την άνοδο του Θετικισμού, επηρεάζουν άλλες επιστήμες (π.χ. Κοινωνιολογία και Ψυχολογία), επηρεάζουν τη διδασκαλία των ίδιων των Φυσικών Επιστημών και συνθέτουν το «Θετικιστικό Παράδειγμα» της διδακτικής. Οι αλλαγές που συντελέστηκαν ή ακολούθησαν τη βιομηχανική επανάσταση επέφεραν σημαντικές επιδράσεις στην κοινωνία, οι οποίες

εκφράστηκαν και στην εκπαίδευση. Κατά το πρώτο μισό του 20^{ου} αιώνα, η σημαντικότερη εξέλιξη ήταν η πολύπλευρη προσέγγιση των εκπαιδευτικών ζητημάτων, εξαιτίας των νέων κοινωνικών συνθηκών και των νέων θεωρητικών εργαλείων για ανάλυση. Οι διάφορες σχολές σκέψης εκείνης της εποχής θα θεωρήσουν με διαφορετικό τρόπο τις Φυσικές Επιστήμες και θα τους αποδώσουν διαφορετική αξία και λειτουργία στο σχολικό περιβάλλον. Όμως ο Β΄ Παγκόσμιος πόλεμος θέτει υπό αμφισβήτηση το σύνολο των αξιών και των φιλοσοφικών θέσεων της εποχής. Ενώ στη μεταπολεμική περίοδο επαναδιατυπώνονται πιο έντονα τα προβλήματα της κοινωνικής επιλογής της σχολικής γνώσης και της φιλοσοφίας που εκφράζεται μέσα από την εκπαίδευση. Πλέον τα θέματα της εκπαίδευσης τίθενται υπό την αιγίδα διεθνών οργανισμών –όπως η UNESCO-, ενώ παράλληλα ο Ο.Ο.Σ.Α. αναλαμβάνει το οικονομικό κόστος της διάδοσης εκπαιδευτικών καινοτομιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας. Έτσι δημιουργείται μια νέα εικόνα για τις Φυσικές Επιστήμες και προωθείται η εισαγωγή τους στην υποχρεωτική εκπαίδευση. (Βλάχος, 2004)

Οι αντιλήψεις που αναπτύχθηκαν στα ρεύματα που γεννήθηκαν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, δεν έπαψαν να είναι ενεργές ακόμη και στον σύγχρονο προβληματισμό για την εκπαίδευση, ενώ ταυτόχρονα διευρύνθηκαν με νεώτερες απόψεις. Παράλληλα, συντελούνται σημαντικές εξελίξεις σε τομείς όπως η Οικονομία, οι Κοινωνικές Επιστήμες, η Πληροφορική, η Βιολογία και αναδεικνύονται νέοι κλάδοι όπως η Κυβερνητική, η Τεχνητή Νοημοσύνη και η Γνωσιακή Επιστήμη. Στο δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα τοποθετούνται οι αρχές της «Επιστημονικής Διδακτικής», εξαιτίας των γενικότερων επιστημολογικών εξελίξεων στις Κοινωνικές Επιστήμες και της αναγνώρισης του ρόλου της εκπαίδευσης στην οικονομική και κοινωνική εξέλιξη. Οι απόψεις για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες είναι ενσωματωμένες, κυρίως, στις Κοινωνιογνωστικές, τις Τεχνολογικές και Ψυχογνωστικές θεωρίες που αναπτύχθηκαν προς το τέλος του 20^{ου} αιώνα. Το έργο των Dewey, Gagne και Bruner, επικεντρώνόμενο στην ίδια την εκπαιδευτική διαδικασία, προκάλεσε αξιοσημείωτες αλλαγές όσον αφορά την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Το έργο του Piaget –η σημαντικότερη επίδραση στην εκπαίδευση στις Φυσικές επιστήμες-, το οποίο χρονολογείται μετά το 1950, σηματοδοτεί την πλέον επίσημη θεμελίωση της Γενετικής Επιστημολογίας. Σε αυτό δίνονται απαντήσεις τόσο για τη διαδικασία ανάπτυξης της γνώσης στο φυσικό κόσμο μέσω της Επιστημολογίας, όσο και για την κατάσταση της γνώσης από το μαθητή μέσω της Γνωστικής Ανάπτυξης. Εν τέλει, τα στάδια γνωστικής ανάπτυξης και η ενεργητική συμμετοχή του μαθητή στη μάθηση λειτούργησαν ως ένα καθολικό πρότυπο για την οργάνωση του περιεχομένου των Αναλυτικών Προγραμμάτων και τη διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά. (Βλάχος, 2004)

Η Πληροφορική, το Διαδίκτυο, η αξιοποίηση των ευρημάτων της Βιολογίας στη Γενετική Μηχανική, η Βιοτεχνολογία, η παγκοσμιοποίηση της οικονομίας και τα προβλήματα του περιβάλλοντος συνθέτουν έναν καινούριο κόσμο που αναφέρεται ως «Κοινωνία της Γνώσης/Πληροφορίας». Για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στον 21^ο αιώνα προτείνονται αλλαγές στο περιεχόμενο των Αναλυτικών Προγραμμάτων, στους σκοπούς διδασκαλίας, στις μεθόδους διδασκαλίας και στα τεχνολογικά μέσα που θα χρησιμοποιηθούν. Συγκεκριμένα προτείνεται τα Αναλυτικά Προγράμματα να αποκτήσουν διαθεματικό περιεχόμενο και οι αλλαγές αυτές προκύπτουν από τις αλλαγές στην επιστημονική γνώση στους κλάδους της Βιολογίας, της Φυσικής των Στοιχειωδών

Σωματιδίων, της Χημείας, αλλά κι από τις σύγχρονες απόψεις για τη μάθηση. Από την άλλη, οι σκοποί της διδασκαλίας που προτείνονται είναι οι εξής:

1. μαθαίνω να αποκτώ γνώσεις
2. μαθαίνω να πράττω
3. μαθαίνω να συνυπάρχω και να συνεργάζομαι
4. μαθαίνω να υπάρχω.

Στις Η.Π.Α. το 1985 ξεκίνησε το Project 2061, το οποίο στοχεύει στην επίτευξη στόχων, όπως ο Επιστημονικός και Τεχνολογικός Αλφαριθμητισμός για όλους τους πολίτες και η βελτίωση του μαθησιακού αποτελέσματος, μέσα από αλλαγές στα Αναλυτικά Προγράμματα, τις μεθόδους διδασκαλίας και τη χρήση της εργαστηριακής εξάσκησης αλλά και της τεχνολογίας των Υπολογιστών. Πρόκειται για μια στροφή προς την πολιτισμική διάσταση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες. Η UNESCO μέσω του προγράμματος δράσης Project 2000+ προωθεί –και αυτή– τον Επιστημονικό και Τεχνολογικό Γραμματισμό για Όλους, την ανάπτυξη με σεβασμό στους φυσικούς πόρους και το περιβάλλον, την αλληλοκατανόηση, την συνεργασία και την ειρηνική συνύπαρξη στο «παγκόσμιο χωριό». Για την ίδια την εκπαιδευτική διαδικασία ο φορέας 21st Century Learning Initiative, ο οποίος δραστηριοποιείται στον Ευρωπαϊκό χώρο και τη Βόρεια Αμερική, προτείνει την αξιοποίηση των σύγχρονων ευρημάτων αναφορικά με τη μάθηση, τα οποία κατά κύριο λόγο προέρχονται από τη Νευροφυσιολογία και τη Βιολογία γενικότερα, την Τεχνητή Νοημοσύνη, την Κοινωνιολογική μελέτη της μάθησης και την Επιστήμη της Πολυπλοκότητας. (Βλάχος, 2004)

2.2. Χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με τον Einstein, η επιστήμη δεν είναι μια συλλογή νόμων ούτε ένας κατάλογος γεγονότων άσχετων μεταξύ τους, αλλά μια δημιουργία του ανθρώπινου πνεύματος, το οποίο επινοεί ιδέες και έννοιες. Οι θεωρίες της Φυσικής προσπαθούν να σχηματίσουν μια εικόνα της πραγματικότητας και να τη συνδέσουν με τον ευρύτερο κόσμο των αισθητηριακών εντυπώσεων. (Einstein & Infeld, 1938· 1978, όπ. αναφ. στη Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005, σ. 15)

«Από την άλλη η μάθηση δεν είναι το αποτέλεσμα της αναζήτησης των σωστών ή λανθασμένων απαντήσεων, αλλά προϊόν ατομικής προσπάθειας και οικοδόμησης της γνώσης» (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005, σ. 16)

Τα πιο βασικά χαρακτηριστικά των Φυσικών Επιστημών είναι τα εξής (Κανδεράκης, 2015):

1. Η επιστημονική γνώση προκύπτει, συχνά έμμεσα, από διϋποκειμενικά εμπειρικά δεδομένα και στηρίζεται πάνω σε αυτά. Άρα οι επιστημονικές απόψεις είναι καλά τεκμηριωμένες.
2. Η επιστημονική γνώση είναι προσωρινή, αλλά έχει μεγάλες περιόδους σταθερότητας. Οι αναθεωρήσεις επιβάλλονται κυρίως λόγω της εμφάνισης νέων εμπειρικών στοιχείων και συχνά για λόγους αισθητικούς, οικονομίας των υποθέσεων. Ενώ η επιστημονική γνώση αλλάζει ριζικά, όταν εισάγονται νέα μεθοδολογικά εργαλεία στην επιστημονική έρευνα, όπως συνέβη τον 17^ο αιώνα.

3. Η επιστήμη, από την εμφάνισή της στις αρχαίες ελληνικές δημοκρατικές πόλεις, έχει εγγενώς δημόσιο χαρακτήρα. Η επιστημονική έρευνα κάποιες φορές γίνεται ιδιωτικά, όμως τα αποτελέσματά της και οι μέθοδοι με τις οποίες αυτά προέκυψαν κοινοποιούνται δημόσια, ώστε να συζητηθούν και να τους ασκηθεί δημόσια κριτική.
4. Η επιστήμη είναι μια εγγενώς κοινωνική δραστηριότητα. Δηλαδή ακόμη και όταν ένας ερευνητής εργάζεται μόνος του, η ερευνητική του ατζέντα προσδιορίζεται είτε από την ευρύτερη κοινωνία (π.χ. για τη θεραπεία μιας αρρώστιας) είτε από τη μικροκοινωνία με την οποία συζητά και συνδιαλέγεται.
5. Η επιστήμη είναι μια ανθρώπινη δραστηριότητα που γίνεται πάντοτε για κάποιο σκοπό. Η επιστημονική δραστηριότητα ως ανθρώπινο εγχείρημα -τμήμα της κουλτούρας της κοινωνίας που την ασκεί- έχει σημασία κάποιες από τις αξίες και τις πρακτικές της επιστήμης (όπως η ελεύθερη διατύπωση απόψεων ή η ανοχή στην κριτική) να γίνουν, με την εκπαίδευση, κτήμα της καλλιέργειας των νέων - ανεξαρτήτως αν αυτοί γίνουν επιστήμονες ή όχι-, προκειμένου έτσι να προωθηθεί η ανάπτυξη της επιστήμης. Όμως και η επιστημονική δραστηριότητα έχει πάντοτε ένα συγκεκριμένο στόχο.
6. Η επιστήμη αρκείται στις φυσικές εξηγήσεις των φαινομένων και εξοστρακίζει από τη συζήτηση όλες τις υπερφυσικές εξηγήσεις .
7. Η επιστήμη πλέον βρίσκεται σε συνεχή αλληλεπίδραση με την τεχνολογία. Μετά την επιστημονική επανάσταση, και ακόμη περισσότερο μετά τη βιομηχανική επανάσταση, η επιστήμη συνδέεται στενά κι αμφίδρομα με τις τεχνολογικές καινοτομίες.
8. Η επιστήμη κατακτά την επιστημονική γνώση με πολλές και διαφορετικές μεθόδους και πρακτικές, που μάλιστα απαιτούν δημιουργικότητα και φαντασία.
9. Τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής γνώσης είναι οι επιστημονικές έννοιες (π.χ. η έννοια «μάζα»), οι πειραματικοί νόμοι (π.χ. ο νόμος του Ohm), οι φυσικές αρχές (π.χ. η αρχή της διατήρησης της ενέργειας), τα μοντέλα (π.χ. το μοντέλο των ιδανικών αερίων) και οι θεωρίες (π.χ. η ειδική θεωρία της σχετικότητας).

Μια επιστημονική θεωρία είναι ένα περιεκτικό και συνεκτικό σύνολο εννοιών, ισχυρισμών και νόμων (συχνά διατυπωμένων μαθηματικά), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξηγήσει και να προβλέψει φυσικά φαινόμενα ορθώς και με ακρίβεια. Μια θεωρία συχνά περιλαμβάνει και ένα μηχανισμό που εξηγεί πώς οι έννοιες, οι ισχυρισμοί και οι νόμοι της προκύπτουν από θεωρίες χαμηλότερου επιπέδου (π.χ. μικροσκοπικού). (Ben-Mari, 2005, σ. 24, όπ. αναφ. στον Κανδεράκης, 2015, σ. 28)

Οι μαθητές πρέπει να μαθαίνουν για τη φύση της επιστήμης, γιατί πρώτον η επιστήμη πέρα από τις επιστημονικές γνώσεις, είναι και οι μέθοδοι και οι πρακτικές, με τις οποίες ανακαλύπτονται ή δημιουργούνται οι πρώτες και γι' αυτό πρέπει να διδάσκεται μέσα από δραστηριότητες. Δεύτερον, κυρίαρχο μοντέλο σήμερα για τη διδασκαλία και τη μάθηση της επιστήμης είναι το διερευνητικό μοντέλο, όπου βασικό χαρακτηριστικό του είναι η μετατόπιση του κέντρου βάρους της διδασκαλίας από το περιεχόμενο της επιστήμης στις μεθόδους και τις πρακτικές της. Γεγονός που σημαίνει ενεργό και δημιουργική συμμετοχή των μαθητών/ριών στη διδασκαλία κι κατά συνέπεια θα προσελκύσει το ενδιαφέρον αυτών

και θα βελτιώσει την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών. Επιπλέον, ο επιστημονικός γραμματισμός (βασικές γνώσεις τόσο του περιεχομένου όσο και των πρακτικών της επιστήμης για το σύνολο του μαθητικού πληθυσμού) και η προετοιμασία ενός αριθμού μαθητών για επιστημονική καριέρα αποτελούν τους κεντρικούς σκοπούς των προγραμμάτων σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες παγκοσμίως. Όμως, ένα σημαντικό στοιχείο του επιστημονικού γραμματισμού είναι η κάποια γνώση της φύσης της επιστήμης. Τρίτον, στην καθημερινότητά μας ενημερωνόμαστε για διάφορα κοινωνικό-επιστημονικά ή τεχνο-επιστημονικά ζητήματα, τα οποία για να γίνουν κατανοητά και να είμαστε σε θέση να αξιολογούμε τις αλληλοσυγκρουόμενες απόψεις που κυκλοφορούν, οφείλουμε να γνωρίζουμε ως ένα βαθμό τόσο το περιεχόμενο, όσο και τη φύση της επιστήμης. Οι γνώσεις και οι δεξιότητες αυτές, καθώς και η καλλιέργεια μιας πιο ορθολογικής επιστημονικής αντιμετώπισης των προβλημάτων θα επιτρέπουν σε καθένα μας να εκφράζεται πιο εμπειριστατωμένα στα πολιτικά, βελτιώνοντας έτσι τη λειτουργία της δημοκρατίας. Συνοψίζοντας, πέρα του επιστημονικού γραμματισμού η γνώση της φύσης της επιστήμης διευκολύνει τους νέους να σκέφτονται ορθολογικά, με θετικές συνέπειες για την προσωπική τους ανάπτυξη, αλλά και για τη λειτουργία του δημοκρατικού πολιτεύματος. (Κανδεράκης, 2015)

2.3. Σκοποί διδασκαλίας

Οι λόγοι για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μπορεί να είναι πολιτιστικοί, οικονομικοί, εθνικοί ή προσωπικοί. Για μια χώρα όμως με μικρή εδαφική έκταση, αλλά τεράστιο πληθυσμό (π.χ. Σιγκαπούρη) οι λόγοι είναι οικονομικοί κατά κύριο λόγο, καθότι χρειάζονται όσο το δυνατό μεγαλύτερο επιστημονικά καταρτισμένο ανθρώπινο δυναμικό προκειμένου να επιβιώσουν. (Lewis, 1972)

Σε κάθε περίπτωση, τα εκπαιδευτικά συστήματα μιας χώρας οφείλουν να θέτουν σκοπούς βάσει των οποίων θα κριθεί η αποτελεσματικότητα της προσπάθειάς τους για την υλοποίηση των στόχων που έχει θέσει η ίδια η κοινωνία για την εκπαίδευση των μελών της. Γενικά, σκοπός του σχολείου είναι η δημιουργία ολοκληρωμένων πολιτών ανθρώπων με λογική και κριτική ικανότητα, δημιουργικότητα, πλούτο γνώσεων, ευρύ κύκλο ενδιαφερόντων, ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και εκτίμηση της προσφοράς των άλλων. Κάποιοι από τους σκοπούς της εκπαίδευσης –και κατ' επέκταση της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών- θα μπορούσαν να διατυπωθούν ως εξής:

1. απόκτηση ερευνητικής σκέψης, και ικανότητας για την ομαλή ένταξη στο κοινωνικό σύνολο·
2. ανάπτυξη σεβασμού για τις ηθικές αξίες, τους συνανθρώπους μας και τους εαυτούς μας·
3. κατανόηση του κόσμου που ζούμε·
4. ορθός χειρισμός της γλώσσας στον γραπτό και προφορικό λόγο·
5. κατανόηση του τρόπου και των παραμέτρων ανάπτυξης αλλά και διατήρησης ενός επιπέδου ζωής από κάθε λαό·
6. παροχή γνώσεων για τις απαραίτητες δεξιότητες σε μια μεταβαλλόμενη αγορά εργασίας·

7. κατανόηση των ανθρωπίνων επιτευγμάτων και φιλοδοξιών σχετικά με τη τεχνολογία και τις Φυσικές Επιστήμες.

Ειδικότερα οι σκοποί των Φυσικών Επιστημών μπορούν να διαχωριστούν σε γενικούς, ειδικούς και διδακτικούς-και αυτοί σε γνωστικούς, συναισθηματικούς και ψυχοκινητικούς. (Κώτσης, 2005)

Οι Φυσικές Επιστήμες εκφράζουν την αναζήτηση του ανθρώπου και συνεπώς την ανάγκη του να κατανοήσει τον κόσμο που τον περιβάλλει (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Το αντικείμενό τους έγκειται στην έρευνα και την αναζήτηση όσων συμβαίνουν στο περιβάλλον, στους οργανισμούς, στη Γη, στο σύμπαν (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Σύμφωνα με τον Ogborn (1988, όπ. αναφ. στην Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005) η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προσπαθεί να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα, όπως:

- ❖ τι ξέρουμε;
- ❖ πώς το ξέρουμε;
- ❖ γιατί συμβαίνει αυτό;
- ❖ πώς μπορούμε να αλλάξουμε τις γνώσεις αυτές;
- ❖ τι μπορούμε να κάνουμε με τις γνώσεις μας;

Ο Duschl (1990, όπ. αναφ. στην Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005) επισημαίνει ότι με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών επιδιώκεται η συστηματική εισαγωγή των μαθητών/ριών στις έννοιες των Φυσικών Επιστημών και στον τρόπο προσέγγισης και μελέτης τους. Επιπλέον, επιδιώκεται οι μαθητές/ριες:

- ❖ να οικοδομήσουν απλές επιστημονικές γνώσεις προκειμένου να κατανοήσουν το σώμα τους και τον κόσμο που τους περιβάλλει.
- ❖ να αποκτήσουν επιστημονική νοοτροπία μέσω των διαδικασιών της επιστημονικής μεθοδολογίας.
- ❖ να αναπτύξουν ικανότητες και δεξιότητες μέσα από τις πειραματικές δραστηριότητες του μαθήματος.
- ❖ να συνηθίσουν στην ομαδική και συλλογική εργασία.
- ❖ να αναπτύξουν κριτική σκέψη και θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους, στους ανθρώπους και στο περιβάλλον.

Ο Hodson (1990, 1992, όπ. αναφ. στην Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005) δίνει τρεις διαστάσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών:

1. την ατομική οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης,
2. την κατανόηση της φύσης και των μεθόδων των Φυσικών Επιστημών, αλλά και την ενημέρωση των μαθητών/ριών για τις σύνθετες αλληλεπιδράσεις μεταξύ της επιστήμης και της κοινωνίας
3. και την ανάπτυξη δεξιοτήτων και τη λύση προβλημάτων με την επιστημονική διερεύνηση θεμάτων των Φυσικών Επιστημών.

Κάποιοι από τους σκοπούς διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών είναι οι ακόλουθοι (Κόκκοτας, 2005· 2009):

1. Να αναπτυχθεί η περιέργεια και η ερευνητικότητα των μαθητών.
2. Να αντιληφθούν οι μαθητές καλύτερα τον κόσμο που τους περιβάλλει.

3. Να αναγνωρίσουν ότι πολλές επιστημονικές ιδέες είναι χρήσιμες κοινωνικά.
4. Να διαμορφώσουν άποψη για το ρόλο της τεχνολογίας και να αντιληφθούν ότι οι τεχνολογικές γνώσεις θα τους βοηθήσουν να λειτουργούν καλύτερα ως μέλη της κοινωνίας.
5. Να αποκτήσουν το επιστημονικό γίνεσθαι, δηλαδή να αποκτήσουν τη μεθοδολογία που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες, έτσι ώστε να είναι ικανοί να μαθαίνουν μόνοι τους κι να αντιμετωπίζουν νέα προβλήματα.
6. Να κατακτήσουν την επιστημονική γνώση και να αποκτήσουν επιστημονική νοοτροπία.
7. Να διαπιστώσουν ότι η γνώση είναι αποτέλεσμα συνεργατικής προσπάθειας.
8. Να αναγνωρίσουν την κοινωνική χρησιμότητα πολλών επιστημονικών ιδεών.
9. Να γνωρίζουν την οργάνωση και τις διαδικασίες του κοινωνικού περιβάλλοντος.
10. Να αποκτήσουν ικανότητες και δεξιότητες επίλυσης κοινωνικών προβλημάτων.
11. Να αναπτύξουν κριτικό πνεύμα και διάθεση για ενεργοποίηση και δημιουργία τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε ομαδικό.
12. Να γίνουν επιστημονικά καλλιεργημένοι πολίτες.
13. Να διδαχθούν την τέχνη του προγραμματισμού των επιστημονικών ερευνών.

Σύμφωνα με τους Jacobson και Bergman(1991, όπ. αναφ. στους Κίτσιου κ.συν. , 2011), οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται προκειμένου οι μαθητές/ριες να:

- ❖ διαμορφώσουν άποψη για τον κόσμο,
- ❖ αναπτύξουν επιστημονικές δεξιότητες,
- ❖ αναπτύξουν κριτική σκέψη,
- ❖ αναπτύξουν θετική στάση απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες
- ❖ και να αναπτύξουν επιστημονικό γραμματισμό.

Από την άλλη οι Καρύδας και Κουμαράς (2002) αναφέρουν ως σκοπούς των εκπαιδευτικών προγραμμάτων των Φυσικών Επιστημών τον επιστημονικό και τεχνολογικό αλφαριθμητισμό για όλους, τις γνώσεις και τις δεξιότητες προς χρήση σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο και τις γνώσεις και δεξιότητες για δια βίου μάθηση.

Τέλος, ο Millar (1995, όπ. αναφ. στην Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005) πιστεύει ότι ο σκοπός της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών είναι:

- ❖ η μάθηση της επιστημονικής γνώσης,
- ❖ η μάθηση των διαδικασιών με τις οποίες παράγεται η επιστημονική γνώση
- ❖ και η μάθηση του τρόπου με τον οποίο οικοδομήθηκε η κοινωνικά αποδεκτή επιστημονική γνώση.

2.4. Φυσικές Επιστήμες & Δημοτικό Σχολείο

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα, οι βασικοί στόχοι που επιδιώκονται στο Δημοτικό Σχολείο είναι η συστηματική εισαγωγή του μαθητή στις έννοιες και τους τρόπους προσέγγισης και μελέτης των Φυσικών Επιστημών, η επαφή των μαθητών με τη φύση των Φυσικών Επιστημών και η καλλιέργεια θετικών στάσεων απέναντι στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών οφείλει να συμβάλλει:

- ❖ στην απόκτηση γνώσεων σχετικών με θεωρίες, νόμους και αρχές που αφορούν στα επιμέρους αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών, έτσι ώστε οι μαθητές/ριες να είναι

- ικανοί/ές όχι μόνο να παρατηρούν, αλλά και να ερμηνεύουν τα φυσικά και χημικά φαινόμενα στο επίπεδο που τους επιτρέπει η αντιληπτική τους ικανότητα·
- ❖ στην ανάπτυξη της προσωπικότητας των μαθητών/ριών μέσω της καλλιέργειας της αυτόνομης σκέψης, της αγάπης για την εργασία, της ικανότητας για λογική αντιμετώπιση καταστάσεων και της δυνατότητας για συνεργασία κι επικοινωνία μεταξύ τους·
 - ❖ στην καλλιέργεια ομαδικού και συλλογικού πνεύματος συνεργασίας, προκειμένου να επιτευχθούν οι κοινοί στόχοι·
 - ❖ στην εξοικείωση του μαθητικού πληθυσμού με την επιστημονική μεθοδολογία·
 - ❖ στην ανάπτυξη από το/τη μαθητή/ρια κριτικών ικανοτήτων και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων μέσα από τις πειραματικές κι εργαστηριακές δραστηριότητες του μαθήματος, έτσι ώστε ως μελλοντικός/ή πολίτης να είναι σε θέση να κριτικάρει και να αποφαίνεται για τις θετικές κι αρνητικές συνέπειες των επιστημονικό-τεχνολογικών εφαρμογών στην ατομική και κοινωνική υγεία, καθότι και στο περιβάλλον·
 - ❖ στη διαπίστωση της συμβολής των Φυσικών Επιστημών στη βελτίωση της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής·
 - ❖ στη γνώση της οργάνωσης και των διαδικασιών του περιβάλλοντος και στην απόκτηση της ικανότητας συμμετοχής στις προσπάθειες για την επίλυση κοινωνικών προβλημάτων αξιοποιώντας τις αποκτηθείσες γνώσεις και δεξιότητες·
 - ❖ και στην εξοικείωση των μαθητών με την απλή επιστημονική ορολογία.

(Στύλος, 2014)

Αναφορικά με τις διδακτικές προσεγγίσεις και τεχνικές, τα τρέχοντα σχολικά εγχειρίδια αξιοποιούν το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας. «Ερευνητικό» γιατί σηματοδοτεί το στόχο του μοντέλου να βοηθήσει τους μαθητές να διερευνήσουν αυτόνομα στο φυσικό περιβάλλον· «εξελισσόμενο» επειδή δίνει έμφαση στο γεγονός ότι η ερευνητική αυτή προσπάθεια πραγματοποιείται ως μια δομημένη ανακάλυψη μέσω μιας οργανωμένης διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης. Οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να γνωρίζουν τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής γνώσης, να χειρίζονται επαρκώς τη διδαχθείσα και μετασχηματισμένη –στα νοητικά επίπεδα των μαθητών- γνώση, καθότι και τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Συγχρόνως, είναι υποχρεωμένοι να υιοθετήσουν τεχνικές διδασκαλίας που λαμβάνουν υπόψη τους αυτές τις αντιλήψεις και μάλιστα τις χρησιμοποιούν ως αφετηρία για τη διδασκαλία. Ο ρόλος τους πρέπει να είναι καθοδηγητικός και διαμεσολαβητικός και ο εκπαιδευτικός από αυθεντία, πομπός, μεταδότης, αρχιτέκτονας θα πρέπει να γίνει ερευνητής, συνέταιρος, βοηθός, ενθαρρυντής. Για το μαθητικό πληθυσμό απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η ανάγκη αρμονικής, παραγωγικής, ομαδικής συνεργασίας. Η συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες δημιουργεί εξαιρετικές ευκαιρίες στους/ις μαθητές/ριες, συμμετέχοντας οι τελευταίοι/ες στην επίλυση προβλημάτων με τη βοήθεια άλλων μελών της ομάδας, επιφέρει καλύτερες επιδόσεις σε όσους/ες συνεργάζονται σε σύγκριση με αυτούς/ες που εργάζονται ατομικά και οδηγεί τα μέλη κάθε ομάδας να αναλάβουν κοινωνιογνωστικούς ρόλους με τεράστια σημασία. Η ενσωμάτωση της συνεργατικής μάθησης κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας της Φυσικής και των υπολοίπων μαθημάτων Φυσικών Επιστημών παρουσιάζει προκλήσεις τόσο για τους εκπαιδευτικούς, όσο και για τους μαθητές. Κατά τη

διάρκεια της διδασκαλίας ο χρόνος μοιράζεται ανάμεσα στη διάλεξη (25%), στην πρακτική εργασία (19%), στην εξέταση εργασιών που είχαν δοθεί για το σπίτι (13%) και στην ατομική επίλυση προβλημάτων (11%) (Martin et al., 2004, όπ. αναφ. στον Στύλο, 2014). Τα κυριότερα προβλήματα, που προκύπτουν για την εφαρμογή των συνεργατικών μεθόδων, είναι:

- ❖ η προετοιμασία επιπρόσθετων υλικών,
- ❖ ο φόβος μη κάλυψης της ύλης που πρέπει να διδαχθεί,
- ❖ η έλλειψη εμπιστοσύνης των μαθητών ότι μπορούν να κατακτήσουν τη γνώση μόνοι τους,
- ❖ η έλλειψη εξοικείωσης με συνεργατικές μεθόδους μάθησης και
- ❖ η αντίληψη πώς οι μαθητές δε διαθέτουν ομαδοσυνεργατικές δεξιότητες.

(Στύλος, 2014)

2.4.1. Η Φυσική στο Δημοτικό σχολείο

Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση η διδασκαλία της Φυσικής δίνει έμφαση στις βασικές έννοιες και τους τρόπους με τους οποίους ελέγχονται εμπειρικά οι θεωρίες, καθώς σε αυτή την ηλικία δεν είναι ανεπτυγμένη η ικανότητα της αφαιρετικής σκέψης (Κώτσης, 2005). Η σημασία του μαθήματος της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο είναι μεγάλη, γιατί (Κώτσης, 2005, σ. 42-43):

- ❖ Επιτυγχάνεται η ωριμότητα του ατόμου με την ανάληψη ευθυνών για την εκτέλεση πειραμάτων και τη λήψη αποφάσεων μέσω της παρατήρησης και της έρευνας.
- ❖ Το παιδί χρησιμοποιεί στο σχολείο για την εκτέλεση πειραμάτων παιχνίδια που χρησιμοποιεί και στην καθημερινή τους ζωή νιώθοντας, έτσι, μεγαλύτερη ασφάλεια.
- ❖ Η ικανοποίηση που παίρνει μέσω της τελειοποίησης ενός έργου, το συναίσθημα της προσωπικής τους αξίας.
- ❖ Δίνονται απαντήσεις στα ερωτήματα που έχουν δημιουργηθεί στους μαθητές μέσα από καταστάσεις της καθημερινής τους ζωής.
- ❖ Αποκτάται το συναίσθημα της ασφάλειας μέσω της γνώσης που έχει ο/η μαθητής/ρια ότι μπορεί να ελέγχει και να κατανοεί ότι τα φυσικά φαινόμενα έχουν εξηγήσιμες λογικά αιτίες.
- ❖ Ακόμη, ο άνθρωπος μέσα από την άσκηση του πειράματος και την παρατήρηση μορφώνεται και διαμορφώνει την αντίληψη ότι η φύση αποτελεί ένα ενιαίο και αδιαίρετο όλο.

Οι Φυσικές Επιστήμες κι επομένως και η Φυσική διδάσκονται (Κώτσης, 2005):

- ❖ είτε για ψυχολογικούς λόγους
 - Η τάση που διακατέχει τα παιδιά για να εξερευνούν και να ανακαλύπτουν καινούρια πράγματα μέσω του πειραματισμού. Πολλά παιδιά μαθαίνουν πώς λειτουργούν διάφορα αντικείμενα, καταστρέφοντάς τα.
 - Η έμφυτη ανάγκη να επιβεβαιώνουν ότι ο κόσμος μπορεί να μελετηθεί, να κατανοηθεί και να εξουσιαστεί από τον άνθρωπο.
 - Η ικανότητα γενικεύσεων βάσει καθημερινών εμπειριών και η δίψα για μάθηση μέσω του χειρισμού αντικειμένων και της δημιουργίας κατασκευών.

- Η φαντασία του παιδιού θεωρεί απαραίτητο τω σχηματισμό υποθέσεων, αλλά τις επαληθεύει μέσω του πειράματος και της παρατήρησης.
 - Η τάση του παιδιού για παιχνίδι συμβάλλει στην κατανόηση των ιδιοτήτων των πραγμάτων και της αντίληψης του μεγέθους, του βάρους, του όγκου, του χώρου και του χρόνου.
 - Η συνεργατικότητα και η υπευθυνότητα της ομαδικής εργασίας για πειραματισμό εκτός του σχολείου. Ιδιαίτερα σημαντική η ανάπτυξη ψυχολογικών δεσμών μεταξύ όλων των μαθητών/ριών, ειδικά μεταξύ αυτών που δεν συμπαθούνται ιδιαιτέρως.
 - Το ενδιαφέρον για εξερευνήσεις και ανακαλύψεις.
 - Η επιθυμία για ερμηνεία των λειτουργιών των πραγμάτων.
 - Η έμφυτη ανάγκη για ενεργητικότητα και δράση, η οποία είναι αρωγός στην προσαρμοστικότητα των παιδιών σε νέες καταστάσεις.
 - Η ανάγκη των παιδιών για αυτοέλεγχο και ωριμότητα ως προς τον τρόπο σκέψης.
- ❖ είτε για διδακτικούς.
- Ο εθισμός των παιδιών και η δημιουργία ευκαιριών προκειμένου να ερμηνεύσουν φαινόμενα και έννοιες με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού.
 - Το πλούσιο περιβάλλον για πειραματισμό και έρευνα από τα παιδιά.
 - Η ευκαιρία για οργάνωση ομαδικής έρευνας και η προμήθεια υλικού ως μέσου διδασκαλίας.
 - Η ανακάλυψη εννοιών και η συστηματική παρατήρησή τους.

Γενικά η διδασκαλία της Φυσικής χαρακτηρίζεται από τη χρήση της ανάλυσης και της σύνθεσης και συγκεκριμένα οι αρχές χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία της είναι η αρχή της εποπτείας, η αρχή της αυτενέργειας, η αρχή της έννοιας και η αρχή της κριτικής και του αυτοελέγχου μέσα από τις αποδείξεις (Κώτσης, 2005). Ενώ τα χαρακτηριστικά που πρέπει να εμπεριέχονται κατά τη διδασκαλία της Φυσικής είναι (Κώτσης, 2005):

1. πρόσκτηση με ανακάλυψη,
2. επεξεργασία,
3. σύγκριση,
4. αφαίρεση,
5. σύλληψη,
6. γενίκευση,
7. εμπέδωση-χρήση
8. κι έλεγχος.

2.5. Φυσικές Επιστήμες & Ελληνικό σχολείο

Πριν καθοριστεί το περιεχόμενο των Αναλυτικών Προγραμμάτων και γραφτούν τα σχολικά συγγράμματα, πρέπει οπωσδήποτε να καθορίζονται οι γενικοί σκοποί εκπαίδευσης και στην συνέχεια των επιμέρους μαθημάτων. Για πρώτη φορά στην Ελλάδα, οι σκοποί της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, καθώς και η διδακτέα ύλη καθορίζονται νομοθετικά με το διάταγμα του 1897. Οι σκοποί έχουν διαποτιστεί από μια ιδεαλιστική αντίληψη και ως σκοπός διδασκαλίας της Φυσικής στο ελληνικό σχολείο ορίζεται «η διά πειραμάτων γνώσις των απλούστατων φυσικών φαινομένων» (Δημητριάδη, 1899, σ. 150, όπ. αναφ. στον

Κόκκοτας, 2005, σ. 305). Από εκείνη την εποχή είχε αναγνωριστεί η σημασία του πειράματος και στο Ελληνικό Σχολείο και στο Γυμνάσιο. Το 1935 η εκπαίδευση γίνεται πιο συντηρητική, ο πρωταρχικός σκοπός της εκπαίδευσης είναι πλέον η γνώση της φύσης, αποβλέποντας έτσι στο φρονηματισμό των μαθητών, την εύκολη υποταγή τους και την πίστη τους σε υπερβατικές δυνάμεις. Ενώ δε γίνεται λόγος για την πρακτική χρήση της εκπαίδευσης και τη συμβολή της στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης. Άλλοι σκοποί των Φυσικών Επιστημών είναι η εξύψωση της ζωής του ανθρώπου και η ενίσχυση του θρησκευτικού αισθήματος των μαθητών. Το 1961 παρατηρούνται μικροαλλαγές, με τους προηγούμενους σκοπούς τώρα να αποτελούν σκοπούς των βιολογικών μαθημάτων αποκλειστικά και οι σκοποί της Φυσικής – «Πειραματικής Φυσικής»- και της Χημείας να διευρύνονται και να εκσυγχρονίζονται, ως απόηχος της γενικότερης τάσης βελτίωσης της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στη Δυτική Ευρώπη. Το 1967 άλλαξαν ξανά οι σκοποί της εκπαίδευσης με τις Φυσικές Επιστήμες να υποτάσσονται στη Θεολογία και ως το 1974 να συνεχίζεται η προώθηση των υπερβατικών σκοπών μέσω των Φυσικών Επιστημών. (Κόκκοτας, 2005)

Στο Αναλυτικό Πρόγραμμα τα μαθήματα διακρίνονται σε «πρωτεύοντα» και «δευτερεύοντα» ανάλογα με τη σπουδαιότητα που έδιναν οι συντάκτες του στη συμβολή του κάθε μαθήματος για την επίτευξη των σκοπών. Ως το 1961 τα Φυσικά θεωρούνταν «δευτερεύον» μάθημα σε όλο το κλασσικό Γυμνάσιο· μετά το 1961 η Φυσική και η Χημεία προήχθησαν σε «πρωτεύοντα» -μόνο στο Λύκειο-, ενώ η Βιολογία παρέμεινε «δευτερεύον». Εξάλλου μετά το 1957 παρατηρήθηκαν επαναστατικές αλλαγές στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε παγκόσμιο επίπεδο. Όμως το γεγονός ότι στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα οι Φυσικές Επιστήμες κατείχαν μία από τις τελευταίες θέσεις στη σειρά εμφάνισης των μαθημάτων στο πρόγραμμα και τα Θρησκευτικά με τα Αρχαία Ελληνικά τις πρώτες, δείχνει το μειωμένο ενδιαφέρον του Έλληνα νομοθέτη για αυτές. Βέβαια η Ένωση Πτυχιούχων Φυσικών ζήτησε το 1914 από την Κυβέρνηση μεταρρύθμιση του εκπαιδευτικού συστήματος με ευνοϊκότερες στάσεις απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες. (Κόκκοτας, 2005)

Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι ώρες διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στη Μέση Εκπαίδευση όπως θεσμοθετηθήκαν από τους ελληνικούς εκπαιδευτικούς νόμους (Κόκκοτας, 2005). Η διδασκαλία αυτών στο Δημοτικό Σχολείο προβλέφθηκε για πρώτη φορά με διάταγμα του 1834, όπου καθόριζε την οργάνωσή του: «Εκ των Φυσικών Επιστημών τα αναγκαϊότατα» (Κόκκοτας, 2005, σ. 311). Παρά ταύτα ως το 1985, οι σκοποί διδασκαλίας και το περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών ήταν ίδιο και για το Δημοτικό και για το Γυμνάσιο· και μόνο τότε παρατηρήθηκε για πρώτη φορά σημαντική διαφοροποίηση (Κόκκοτας, 2005).

Πίνακας 1: Πίνακας κατανομής ωρών διδασκαλίας των Φυσικών στη Μέση Εκπαίδευση ανά βδομάδα για τη χρονική περίοδο 1836-1975

Έτος	Ώρες διδασκαλίας των Φυσικών στη Μ.Ε. την εβδομάδα
1836	15
1897	16
1909	18

1935	19
1961	20
1969	21
1975	22

(Κόκκοτας, 2005, σ. 309)

Το πρόγραμμα των Φυσικών Επιστημών ανέκαθεν ήταν σε μεγάλο βαθμό αναχρονιστικό, αφού για παράδειγμα ακόμα και σήμερα η διδακτέα ύλη της Φυσικής επαναλαμβάνεται σε Δημοτικό –χωρίς καθόλου μαθηματικούς τύπους-, σε Γυμνάσιο –με λίγους μαθηματικούς τύπους- και σε Λύκειο –με πολλούς μαθηματικούς τύπους- και φυσικά οι άσκοπες κι ανιαρές επαναλήψεις κάνουν το μάθημα ανιαρό. Αναχρονιστικό είναι κι επειδή δε διδάσκονται σύγχρονα θέματα (όπως Ατομική, Πυρηνική, Ηλεκτρονική, Φυσική), καθώς ο διατεθειμένος χρόνος δεν επαρκεί προκειμένου να καλυφθεί όλη η διδαχτέα ύλη. Για να εκσυγχρονιστεί το μάθημα θα έπρεπε να δίνονται οδηγίες στον/ην εκπαιδευτικό, ώστε να γίνεται το πείραμα στην τάξη και κατά προτίμηση από τον/την μαθητή/ρια προκειμένου να μη δίνεται έτοιμη η γνώση αλλά να προκύπτει από τις παρατηρήσεις που θα έκαναν οι ίδιοι/ες. (Κόκκοτας, 2005)

Από την άλλη το σχολικό εργαστήριο αποτελεί αναγκαία συνιστώσα της σύγχρονης διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Κατά συνέπεια, η έλλειψη χώρων και εποπτικών μέσων –πολλά σχολεία έχουν μόνο μια σειρά οργάνων ή μπορεί και καμία- πλήττει την ποιότητα διδασκαλίας των μαθημάτων. Επομένως, σε κανένα ελληνικό σχολείο δεν μπορούν να εφαρμοστούν, ακόμη και σήμερα, οι σύγχρονοι τρόποι διδασκαλίας λόγω υποτυπώδους ή κι ανύπαρκτης υλικοτεχνικής υποδομής. (Κόκκοτας, 2005)

Η αξιολόγηση των μαθητών/ριών στην Ελλάδα συνεχίζει γίνεται με τον παραδοσιακό τρόπο εξέτασης, κάτι που είναι κοινωνικά άδικο κι αποτελεί μέσο κοινωνικής επιλογής. Κατά τον Piaget οι σχολικές εξετάσεις αποτελούν ανοιχτή μη θεραπεύσιμη πληγή, δηλητηριάζοντας τις φυσιολογικές σχέσεις μαθητών/ριών και εκπαιδευτικών. Κι αυτό συμβαίνει γιατί οι εξετάσεις έχουν γίνει αυτοσκοπός, δεν καταλήγουν σε αντικειμενικά αποτελέσματα και δε βασίζονται στις αναλυτικοσυνθετικές ικανότητες των παιδιών, αλλά στη μνήμη. Επιπλέον οι εξετάσεις, ως βασικός μοχλός του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος, κατέχουν πολύ σημαντική θέση στα πλαίσια ποιοτικών αλλαγών στην εκπαίδευση και ο ρόλος τους είναι αντιμεταρρυθμιστικός. Με την πάροδο των χρόνων η δουλειά του σχολείου προσαρμόζεται στα ζητούμενα των εξετάσεων, αντί να προσαρμοστούν οι εξετάσεις στο πνεύμα των σύγχρονων τρόπων διδασκαλίας. Το εξεταστικό σύστημα που επικρατεί στη χώρα μας, ακόμα κι όταν πρόκειται για μαθήματα Φυσικών Επιστημών, δίνει μεγάλη βαρύτητα στην απομνημόνευση, μειώνοντας έτσι την πραγματική μάθηση και ταυτόχρονα η μάθηση ταυτίζεται με την εξέταση. Στο παραδοσιακό εξεταστικό σύστημα ενισχύεται η μηχανική απομνημόνευση του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων, χωρίς να γίνεται κριτική θεώρηση αυτού και να καλλιεργούνται μηχανισμοί μάθησης. Ο τρόπος αξιολόγησης στην Ελλάδα επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό κι από τον παράγοντα τύχη –πόσο πολύ έτυχε το παιδί να διαβάσει τη συγκεκριμένη παράγραφο ή σελίδα πάνω στην οποία εξετάζεται-. Για όλους αυτούς τους λόγους προτείνεται η επικράτηση άλλων συστημάτων αξιολόγησης που στηρίζονται στα πορίσματα της σύγχρονης παιδαγωγικής ψυχολογίας. Στον Πίνακα 2 γίνεται

για συνοπτική σύγκριση ενός μέσου ελληνικού σχολείου κι ενός σύγχρονου ευρωπαϊκού. (Κόκκοτας, 2005)

Πίνακας 2: Διαφορές στη διδασκαλία των Φ.Ε. στο ελληνικό σχολείο και στο σύγχρονο ευρωπαϊκό

Ελληνικό Σχολείο	Σύγχρονο Ευρωπαϊκό Σχολείο
1. Επιμένει στη λύση προβλημάτων κατά κανόνα με μηχανιστικό τρόπο.	1. Αναζητά τρόπους έρευνας για εξερεύνηση της διδασκόμενης ύλης.
2. Δίνει μεγάλη έμφαση στα πληροφοριακά στοιχεία (λεπτομερής εκμάθηση του σχολικού εγχειριδίου) και πολύ λίγη προσοχή στις διαδικασίες που ακολουθούν οι Φυσικές Επιστήμες.	2. Δίνει έμφαση στον τρόπο σπουδής των φαινομένων και τονίζει τις διαδικασίες στην αναζήτηση της γνώσης.
3. Υπερεκτιμά την καθιερωμένη γνώση που κατά κανόνα είναι πεπαλαιωμένη.	3. Αναζητά τη γνώση στο κύριο ρεύμα της σύγχρονης επιστημονικής σκέψης.
4. Αμείβει την απομνημόνευση και την αποστήθιση.	4. Βοηθάει το μαθητή να ανακαλύψει μόνος του τη γνώση και να αποκτήσει τον επιστημονικό τρόπο σκέψης.
5. Εφαρμόζει την ομαδική διδασκαλία, χρησιμοποιώντας δασκαλοκεντρικά πρότυπα με διφορούμενες και εξεζητημένες ερωτήσεις.	5. Εφαρμόζει την εξατομικευμένη μάθηση χρησιμοποιώντας μαθητοκεντρικά πρότυπα, δηλαδή την καθοδηγούμενη ανακαλυπτική διαδικασία και τον συλλογισμό.
6. Έχει γνώση ότι συντελέστηκε μάθηση όταν ο μαθητής μπορεί να επαναλάβει τις πληροφορίες.	6. Έχει γνώση ότι υπάρχει μάθηση αν ο μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τη γνώση κατά τρόπο διερευνητικό και επεξηγηματικό.
7. Η αξιολόγηση στηρίζεται στη πληροφοριακή γνώση και επιμένει στη «σωστή απάντηση».	7. Η αξιολόγηση βασίζεται στην ταξινομία Bloom.
8. Η πειραματική διαδικασία, όπου χρησιμοποιείται, περιορίζεται στην επίδειξη για να ενθυμηθούν οι μαθητές ή να επαληθεύσουν γνωστές πληροφορίες.	8. Το πείραμα χρησιμοποιείται για τη δημιουργία προβλημάτων, τον έλεγχο των ερευνητικών δεξιοτήτων και για να παρέχει ευκαιρίες ανακάλυψης.
9. Το εργαστήριο είναι, κατά κανόνα, διαζευγμένο από τη μάθηση στην τάξη. Θεωρείται περισσότερο σαν χώρος επίδειξης παρά σαν το μέρος όπου κατ'εξοχήν ασκείται η δημιουργικότητα και η πρωτοβουλία του μαθητή.	9. Το εργαστήριο ολοκληρώνει τη δουλειά της τάξης πριν και μετά το πειραματικό μέρος.

- | | |
|--|---|
| <p>10. Η ικανότητα μάθησης εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από την προσπάθεια του μαθητή να αφομοιώνει αυτά που λέει ο δάσκαλος και το εγχειρίδιο. Η μάθηση είναι παθητική διαδικασία.</p> | <p>10. Η ικανότητα μάθησης εξαρτάται από την οργάνωση του αναλυτικού προγράμματος και την ικανότητα του δασκάλου να συνταιριάζει ένα στυλ διδασκαλίας με τους σκοπούς που θέλει να πετύχει. Η μάθηση είναι διαδικασία ενεργητική.</p> |
| <p>11. Η εκπαίδευση εστιάζει το ενδιαφέρον της στον κόσμο όπως είναι σήμερα.</p> | <p>11. Εκπαίδευση για το μέλλον.</p> |

(Κόκκοτας, 2005, σ. 319-320)

Όσον αφορά την ψυχή οποιουδήποτε εκπαιδευτικού συστήματος, άρα και του ελληνικού, αυτή είναι οι εκπαιδευτικοί του. «Όσο καλά οργανωμένο κι αν είναι αυτό, όσα κτίρια κι εποπτικά μέσα αν διαθέτει, όλα είναι άσκοπα αν δε διαθέτει καλά καταρτισμένους εκπαιδευτικούς, που να αμείβονται ικανοποιητικά για να είναι αφοσιωμένοι στη δουλειά τους» (Κόκκοτας, 2005, σ. 320). Καταρχάς το Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών που ιδρύθηκε το 1837 δεν έλαβε ιδιαίτερη φροντίδα για τις Φυσικές Επιστήμες, καθώς Μαθηματικό και Φυσικό Τμήμα υπάγονταν στη Φιλοσοφική Σχολή και μόνο μετά από 70 χρόνια ιδρύθηκε η Φυσικομαθηματική Σχολή κι ανέλαβε την τροφοδοσία της Μέσης Εκπαίδευσης με καθηγητές Φυσικών Επιστημών (Κόκκοτας, 2005). Στα Ελληνικά Σχολεία και τα Γυμνάσια διορίζονταν οι λεγόμενοι ελληνοδιδάσκαλοι· μετά το 1850 ίσχυσε ότι όσοι επιθυμούσαν να διοριστούν ως καθηγητές Μέσης Εκπαίδευσης, έπρεπε να είναι απόφοιτοι Πανεπιστημίου και υποβάλλονταν σε θεωρητική και πρακτική εξέταση (Κόκκοτας, 2005). Ενώ η μόρφωση αυτών που δίδασκαν Φυσικά βελτιώθηκε μετά το 1874 -έτος που ιδρύθηκε το Χημείο του Πανεπιστημίου Αθηνών- (Κόκκοτας, 2005). Μάλιστα ως τις αρχές της δεκαετίας του 1970, καθηγητές άλλων ειδικοτήτων (Φιλολόγοι και Θεολόγοι) δίδασκαν τα Φυσικά, γεγονός που είχε άμεσο αντίκτυπο στην πρόοδο του μαθητικού πληθυσμού (Κόκκοτας, 2005). Εξάλλου και τα ίδια τα διδακτικά βιβλία των Φυσικών ήταν γραμμένα σε γλώσσα υπερκαθαρεύουσα, γεγονός που δυσκόλευε επίσης τους/τις μαθητές/ριες (Κόκκοτας, 2005). Έτσι η έλλειψη κατάλληλων και κατανοητών διδακτικών εγχειριδίων, η έλλειψη εποπτικών μέσων διδασκαλίας και η ακαταλληλότητα των διδασκόντων συνέθεσαν την εικόνα του ατελέστερου ίσως τρόπου διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στο τέλος του 19^{ου} αιώνα και τις αρχές του 20^{ου} (Κόκκοτας, 2005). Κι αν και το πρόβλημα της άρτιας επιστημονικής και παιδαγωγικής μόρφωσης και πρακτικής εξάσκησης των εκπαιδευτικών είχε επισημανθεί από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, τα πανεπιστήμια της χώρας δεν έδωσαν μάχη για την αλλαγή στον εκπαιδευτικό χώρο, οι Φυσικές Επιστήμες περιορίστηκαν μόνο στη μετάδοση της γνώσης και η κοινωνία δεν πρόσφερε τα απαραίτητα μέσα, καθώς δεν είχε ανάγκη τις επιστήμες αυτές ζώντας στον πνευματικό της μεσαίωνα (Κόκκοτας, 2005). Όμως ακόμα και σήμερα καθηγητές άλλων ειδικοτήτων για να συμπληρώσουν το ωράριο διδάσκουν Βιολογία και Γεωγραφία ή και περιβαλλοντικά μαθήματα στο Δημοτικό. Ακόμη, πρέπει να αναρωτηθούμε κι αν οι καθηγητές Φυσικών Επιστημών είναι προετοιμασμένοι για να διδάξουν (Κόκκοτας, 2005). Πάντως το 1976 μόνο στα μαθήματα των τριτοετών φοιτητών/ριων του Φυσικού Τμήματος περιλαμβάνονταν (ως προερατικό) μάθημα η

Παιδαγωγική και μάλιστα μόνο για ένα εξάμηνο· όταν οι διδάσκοντες στις Φυσικές Επιστήμες στα σύγχρονα σχολεία του εξωτερικού έχουν τουλάχιστον ένα χρόνο σπουδών στη θεωρία και την πράξη της εκπαίδευσης (Κόκκοτας, 2005). Πάντως ούτε οι εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας θεωρώ ότι είναι όλοι κατάλληλα καταρτισμένοι, γιατί πρώτον δεν προέρχονται όλοι με το ίδιο θεωρητικό υπόβαθρο –υπάρχει υπερεκπροσώπηση των θεωρητικών έναντι των θετικοτεχνολογικών- και δεύτερον τα πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικών Επιστημών είναι σαφώς λιγότερα από τα θεωρητικά και Παιδαγωγικά. Επομένως, ίσως μια πρόταση είναι στις Θετικές Σχολές να αυξηθούν ακόμα περισσότερο τα παιδαγωγικά μαθήματα και στα Παιδαγωγικά Τμήματα να εισάγεται περίπου ίδιος αριθμός ατόμων από Θεωρητική και Θετική ή Τεχνολογική κατεύθυνση, ώστε να υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών και από την άλλη να αυξηθούν κι άλλο τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών από όλους τους κλάδους αυτών.

3. Επιστημονικός Γραμματισμός

Στις αρχές του αιώνα μας, προσδιορίστηκαν οι Αναπτυξιακοί Στόχοι της Χιλιετίας των Ηνωμένων Εθνών, με ορίζοντα υλοποίησης τη χρονική περίοδο 2000-2015. Η βασική εκπαίδευση για όλους ήταν μια από τις πλέον ρητές επιδιώξεις του. Κάποιοι στόχοι επιτεύχθηκαν και κάποιοι άλλοι όχι. Το 2015 έχει οριστεί η χρονιά που τα Ηνωμένα Έθνη θα καθορίσουν τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης για τη χρονική περίοδο 2015-2030. Χωρίς να εγκαταλειφθεί ο προηγούμενος στόχος, οι πρόσθετοι στόχοι που έχουν τεθεί εστιάζουν στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να κατανοούν και να συλλογίζονται. Η υποχρεωτική εκπαίδευση για τους μαθητές έχει τρεις θεμελιώδεις στόχους και η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες οφείλει να συμβάλλει. Οι στόχοι είναι:

1. η μετάδοση των πνευματικών κληροδοτημάτων του παρελθόντος και των πολιτισμικών αξιών πάνω στις οποίες αυτά έχουν οικοδομηθεί,
2. η κατανόηση του ποικιλόμορφου και πολύπλοκου παρόντος και η προετοιμασία για τον κόσμο του αύριο -συμπεριλαμβανομένων των αναγκαίων ικανοτήτων για επιβίωση, άσκηση επαγγέλματος-
3. και η διαμόρφωση ενός υπεύθυνου πολίτη.

(Léna, 2014)

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες εμφανίσθηκε στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, λοιπόν, ο «επιστημονικός αλφαριθμητισμός», μια τάση που φαίνεται να οδηγεί σε μια νέα αντίληψη στο χώρο όπου διαφαίνεται μια μετακίνηση από τον καθαρά ακαδημαϊκό προσανατολισμό της διδακτικής σε μια νέα προοπτική που λαμβάνει υπόψη τη χρησιμότητα της γνώσης στην καθημερινή ζωή (Χατζηγεωργίου & Έξαρχος, 2004· Χατζηγεωργίου, 2006). Η ιδέα του επιστημονικού γραμματισμού –αλλά και του τεχνολογικού- (ή *Alphabétisation scientifique et technique*) κατατάσσεται στην κλασική αγγλοσαξονική βιβλιογραφία υπό τον όρο *scientific literacy* –και *technological literacy* αντίστοιχα- (Astolfi, 1996). Στις Αγγλοσαξονικές χώρες ο όρος αναφέρεται στις Φυσικές Επιστήμες και στις προεκτάσεις τους στην κοινωνία κι έχει χρησιμοποιηθεί από τα τέλη της δεκαετίας του 1950 για να περιγράψει μια επιθυμητή εξοικείωση με την επιστήμη από την πλευρά του κοινού (Σταμούλης, 2014). «Ο επιστημονικός γραμματισμός συνεπάγεται συνήθως μια εκτίμηση του είδους, των στόχων, και γενικών περιορισμών της επιστήμης, σε συνδυασμό με κάποια κατανόηση των πιο σημαντικών επιστημονικών ιδεών» (Husén & Postlethwaite, 1994, σ. 5345). Ο κόσμος έχει αλλάξει με τέτοιο τρόπο, ώστε ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός ή γραμματισμός έχει γίνει απαραίτητος για όλους, όχι μόνο για λίγους προνομιούχους (AAAS, 1989). Η βιβλιογραφία προτείνει να εγκαταλειφθεί η έννοια του γενικού επιστημονικού γραμματισμού προς όφελος πιο συγκεκριμένων και λειτουργικών γραμματισμών που σε μεγάλο βαθμό εξαρτώνται από το πλαίσιο (Husén & Postlethwaite, 1994).

Τι επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις θα μπορούν οι άνθρωποι να δουν στη διάρκεια της ζωής τους; Πώς μπορεί η σημερινή εκπαίδευση να προετοιμάσει αυτούς για αισθανθούν το πώς λειτουργεί ο κόσμος; να σκέφτονται κριτικά και ανεξάρτητα; και να τους οδηγήσει σε μια ενδιαφέρουσα, υπεύθυνη και παραγωγική ζωή σε έναν πολιτισμό που διαμορφώνεται ολοένα και περισσότερο από την επιστήμη και την τεχνολογία; Απαντήσεις

σε αυτά τα ερωτήματα μπορούν να δοθούν με την ανάπτυξη του επιστημονικού αλφαριθμητισμού για όλα τα μέλη μιας κοινωνίας. (AAAS, 1989)

Στα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα ξεκίνησε η επαγγελματοποίηση της επιστήμης, η οποία ενθάρρυνε τον διαχωρισμό της γνώσης του φυσικού κόσμου από την γενικότερη κουλτούρα και η οποία συνεπαγόταν σημαντικές αλλαγές στις σχέσεις επιστήμης και ευρύτερου κοινού. Αργότερα, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 ο επιστημονικός γραμματισμός αποτελούσε εξέχοντα στόχο της επιστημονικής εκπαίδευσης σε πολλές χώρες. Ορισμένες πρωτοβουλίες κατευθύνθηκαν στα προγράμματα σπουδών των σχολείων και των κολεγίων, αλλά κι σε άλλες ανεπίσημες εκπαιδευτικές υπηρεσίες (π.χ. μουσεία και επιστημονικά κέντρα, επιστημονικά καταστήματα, εκπομπές και έντυπα μέσα ενημέρωσης, ομάδες διαμαρτυρίας που ασχολούνται με ζητήματα που έχουν επιστημονική διάσταση) εξίσου σημαντικές. Στο τέλος του εικοστού αιώνα, επίσης, η ενσωμάτωση της επιστήμης με τις οικονομίες των βιομηχανικών κοινωνιών και η σύνδεσή της, για παράδειγμα, με τις τεχνολογίες του πολέμου και τη ρύπανση, έκαναν κάθε σύγχρονη έκκληση προς τις ηθικές αξίες της επιστημονικής επιχείρησης να φαίνεται περίεργη, ακατάλληλη ή ανέντιμη. Σε ορισμένα μέρη του αναπτυσσόμενου κόσμου, υπήρξε ένα επιπλέον ζήτημα, δηλαδή, μια αρχή που θα συνέδεε την συνδεόμενη δυτική επιστήμη, για παράδειγμα, με σκέψεις και πεποιθήσεις των παραδοσιακών αφρικανικών συστημάτων, καθώς και την προώθηση μιας παιδείας που αγκάλιαζε τους ιθαγενείς, όπως και σημαντικές επιστημονικές αντιλήψεις. Αυτή η ανησυχία εφιστά την προσοχή στο γεγονός ότι οι απαιτήσεις για τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό είναι φορτωμένες αξία, με συνέπεια να μην μπορούν εύκολα να διασχίσουν τα εθνικά, πολιτιστικά ή κοινωνικά όρια. Γι' αυτό σε κάθε κοινωνία, η προώθησή του μπορεί να δικαιολογηθεί μόνο με την αναφορά στις ίδιες αξίες που στηρίζουν την ίδια την επιστήμη μέσα σε αυτή την κοινωνία. Έτσι στις αναπτυσσόμενες χώρες, ο επιστημονικός γραμματισμός σχετίζεται συχνά με την υγεία, τη γεωργική ή άλλη τεχνολογική εκπαίδευση και θεωρείται ότι συμβάλλει στα προγράμματα της κοινότητας ή της αγροτικής ανάπτυξης. (Husén & Postlethwaite, 1994)

Από την άλλη, η περίπτωση για ευρύτερο επιστημονικό γραμματισμό υποστηρίζεται ευρέως από την άποψη των οφελών για το άτομο, την κοινωνία, την οικονομία, και την ίδια την επιστήμη (Husén & Postlethwaite, 1994). Για παράδειγμα, οδηγεί στην ευρύτερη κατανόηση της επιστήμης και πιο συγκεκριμένα των ορίων της, μειώνει τον κίνδυνο ευρείας απογοήτευσης με έφεση ή ακόμα και εχθρότητα απέναντι της, τα βασικά στοιχεία της οποίας βρίσκονται ήδη σε αποδείξεις (Holton, 1992, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994). Επιπροσθέτως, οι επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε ένα ευρύτερο φάσμα ευκαιριών απασχόλησης, να αισθάνονται πιο σίγουροι ότι μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των νέων τεχνολογιών, να είναι σε καλύτερη θέση να αξιολογήσουν στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί σε διαφημίσεις και να αισθάνονται καλύτερα εξοπλισμένοι για να λάβουν αποφάσεις σχετικά με θέματα που αφορούν την προσωπική ή την οικονομική τους ευημερία -όπως η διατροφή, κάποια φαρμακευτική αγωγή ή η χρήση της ενέργειας- (Husén & Postlethwaite, 1994). Επιπλέον, μπορούν να αποκομίσουν πνευματική ή αισθητική ικανοποίηση από την εκτίμηση της ομορφιάς, της κομψότητας και της δύναμης της επιστημονικής αντίληψης του σύμπαντος (Husén & Postlethwaite, 1994). Στο ASC (1989, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994) παρουσιάζοντας τις Εκπαιδευτικές Πολιτικές των ΗΠΑ για Εθνική Επιβίωση

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

υποστηρίχθηκε ότι μια τέτοια επιβίωση εξαρτάται από την ανάπτυξη όχι μόνο ενός καλά εκπαιδευμένου επιστημονικού και μηχανικού εργατικού δυναμικού, αλλά κι ενός πληθυσμού επιστημονικά εγγράμματος.

Στα τέλη του εικοστού αιώνα, είχε γίνει ήδη σαφές και στην Αμερική και στην Ευρώπη ότι οι Φυσικές Επιστήμες και η τεχνολογία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις ζωές όλων των ανθρώπων, συμπεριλαμβανομένων της μελλοντικής τους απασχόλησης και της επαγγελματικής σταδιοδρομίας, της διαμόρφωσης κοινωνικών αποφάσεων, της γενικής επίλυσης προβλημάτων και της συλλογιστικής, καθώς και της αύξησης της οικονομικής παραγωγικότητας (Yager, 2003). Οι πτυχές των επιστημών που πρέπει να επικεντρωθούν τόσο τα σχολικά όσο και τα πανεπιστημιακά συγγράμματα, σύμφωνα με άρθρο του George G. Simpson που δημοσιεύθηκε στο περιοδικό Science το 1963 (οπ. αναφ. στο Yager, 2003), είναι:

1. η άσκηση ερωτήσεων σχετικά με το φυσικό σύμπαν, όντας περίεργοι σχετικά με τα αντικείμενα και τα γεγονότα στη φύση,
2. η προσπάθεια να απαντηθούν ερωτήματα κάποιου, προτείνοντας πιθανές εξηγήσεις,
3. ο σχεδιασμός πειραμάτων για να προσδιοριστεί η εγκυρότητα των εξηγήσεων,
4. η συλλογή στοιχείων από τις παρατηρήσεις της φύσης, τους μαθηματικούς υπολογισμούς και, όποτε είναι δυνατόν, από τα πειράματα ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί μελέτη για την εγκυρότητα των αρχικών εξηγήσεων
5. και η ανακοίνωση αποδεικτικών στοιχείων για τους άλλους, οι οποίοι πρέπει να συμφωνούν με την ερμηνεία των αποδεικτικών στοιχείων, προκειμένου η εξήγηση να γίνει αποδεκτή από την ευρύτερη κοινότητα (των επιστημόνων).

Το 1985, η Αμερικανική Ένωση για την Προώθηση της Επιστήμης (AAAS) ξεκίνησε μια μακροπρόθεσμη προσπάθεια για τη μεταρρύθμιση της μόρφωσης στον τομέα των Φυσικών Επιστημών, των Μαθηματικών και της τεχνολογίας (Nelson, 1999). Το 1990, η Παγκόσμια Διάσκεψη της UNESCO για την Εκπαίδευση για Όλους υποστήριξε ότι η εκπαίδευση θα πρέπει να προωθήσει «μια παγκόσμια κοινότητα επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματων πολιτών» (Millar, 2004). Συνεπώς οι Φυσικές Επιστήμες μαζί με την τεχνολογία του σχολικού προγράμματος έχουν κεντρικό ρόλο στην παραγωγή επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματων ατόμων (Yager, 2003). Αυτό το έχουν υποστηρίξει και σημαντικές εκθέσεις στις ΗΠΑ (AAAS, 1989, όπ. αναφ. στον Millar, 2004), το Ηνωμένο Βασίλειο (Millar και Osborne, 1998, όπ. αναφ. στον Millar, 2004) και την Αυστραλία (Goodrum et al., 2001, όπ. αναφ. στον Millar, 2004). Για παράδειγμα, το Project 2061, μέσω ομάδων ειδικών επιστημόνων, μαθηματικών και τεχνολόγων, έθεσε ως στόχο να προσδιορίσει τι ήταν πιο σημαντικό για την επόμενη γενιά να γνωρίζει και να είναι σε θέση να κάνει -τι θα έκανε αυτή τη γενιά επιστημονικά εγγράμματη- (Nelson, 1999). Συγκεκριμένα με τις αναφορές “Science for All Americans” (AAAS, 1990, όπ. αναφ. στον Nelson, 1999) και “Benchmarks for Science Literacy” (AAAS, 1993, όπ. αναφ. στον Nelson, 1999), το Project 2061 περιγράφει εκείνη τη γνώση και εισηγείται τους μαθησιακούς στόχους για μαθητές Δημοτικού, Γυμνασίου, Λυκείου, ώστε αυτοί να προχωρήσουν προς τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό. Αυτό το πρόγραμμα έδωσε ιδιαίτερη προσοχή και στο αυξανόμενο σώμα της έρευνας σχετικά με τη φύση της μάθησης και της διδασκαλίας,

αφότου ο επιστημονικός γραμματισμός είναι ο στόχος (Nelson, 1999). Όμως για να είναι αυτός σκοπός σε μια αίθουσα, η διδασκαλία θα πρέπει να λάβει το χρόνο της (χρόνος για εξερεύνηση, για παρατηρήσεις, για λάθος συμπεράσματα, για έλεγχο ιδεών, για πράξεις και για πολλές άλλες δράσεις), πόρους και ηγετικές αποφάσεις (AAAS, 1989· Nelson, 1998· 1999).

Το Φεβρουάριο του 1996 στις ΗΠΑ η AAAS, η Εθνική Ακαδημία Φυσικών Επιστημών, και η Εθνική Ένωση Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών επιβεβαίωσαν τη δέσμευσή τους για τον επιστημονικό γραμματισμό. Από αυτό θα έπρεπε να παραδειγματιστούν και οι Ευρωπαϊκές χώρες, μεταξύ αυτών και η Ελλάδα. Λοιπόν, σύμφωνα με την κοινή τους απόφαση:

- ❖ Η πρώτη προτεραιότητα της εκπαίδευσης στον τομέα των Φυσικών Επιστημών είναι ο βασικός επιστημονικός αλφαριθμητισμός για όλους τους μαθητές, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων των ομάδων που παραδοσιακά δεν εξυπηρετούνται επαρκώς από αυτή, έτσι ώστε ως ενήλικες να μπορούν να συμμετέχουν πλήρως σε έναν κόσμο που διαμορφώνεται όλο και περισσότερο από τις επιστήμες και την τεχνολογία.
- ❖ Η εκπαίδευση για την καθολικό επιστημονικό αλφαριθμητισμό θα δημιουργήσει μια μεγαλύτερη και πιο ποικιλόμορφη ομάδα των εκπαιδευομένων που θα είναι σε θέση και θα έχει το κίνητρο να συνεχίσει την περαιτέρω εκπαίδευση σε επιστημονικά πεδία, εμπλουτίζοντας έτσι τη ζωή όλων.
- ❖ Ο επιστημονικός γραμματισμός αποτελείται από μια γνώση ορισμένων σημαντικών επιστημονικών γεγονότων, ιδεών και θεωριών, την άσκηση των επιστημονικών συνθημάτων του μυαλού και τη κατανόηση της φύσης της επιστήμης, των συνδέσεων της με τα μαθηματικά και την τεχνολογία, τον αντίκτυπό της στους ιδιώτες, και το ρόλο της στην κοινωνία.
- ❖ Για τους μαθητές για να υπάρχει ο χρόνος που απαιτείται για να αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες του επιστημονικού αλφαριθμητισμού, πρέπει να μειωθεί σημαντικά ο μεγάλος όγκος του υλικού που το σημερινό πρόγραμμα σπουδών των Φυσικών Επιστημών προσπαθεί να καλύψει.
- ❖ Η αποτελεσματική εκπαίδευση για επιστημονικό αλφαριθμητισμό απαιτεί ότι κάθε μαθητής/ρια συμμετέχει συχνά και ενεργά στην εξερεύνηση της φύσης με τρόπους που μοιάζουν με αυτούς που λειτουργούν οι επιστήμονες. (Nelson, 1998· 1999)

Ο επιστημονικός γραμματισμός για όλους αποτελεί μια επιτακτική ανάγκη του 21^{ου} αιώνα. Καθώς ο κόσμος γίνεται όλο και περισσότερο επιστημονικός και τεχνολογικός, το μέλλον εξαρτάται από το πώς οι άνθρωποι θα χρησιμοποιήσουν με σύνεση την επιστήμη και τη τεχνολογία κι αυτό αλληλένδετα εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα της εκπαίδευσης που λαμβάνουν. Εξαιτίας της εκρηκτικής επίδρασης των επιστημών και της τεχνολογίας σε κάθε πτυχή της ζωής του ατόμου, ειδικά στις προσωπικές και πολιτικές αποφάσεις που στηρίζουν την οικονομία και τη δημοκρατία, δεν υπάρχει η πολυτέλεια για μια κοινωνία αναλφάβητων. Δηλαδή θα πρέπει μέσω της συνειδητής εκπαίδευσης να δημιουργηθεί μια παγκοσμίως εγγράμματη κοινωνία και ο ορισμός του αλφαριθμητισμού πρέπει να επεκταθεί πέρα από την ανάγνωση και την αριθμητική, συμπεριλαμβάνοντας και τις Φυσικές Επιστήμες, και τα Μαθηματικά, και την τεχνολογία. Εάν καθένας αντιλαμβάνεται τη φύση των εκάστοτε θεμάτων και έχει αποκτήσει βασικές επιστημονικές συνήθειες του μυαλού, τότε θα έχει δημιουργηθεί ένα δυναμικό που θα βελτιώνει και θα εξελίσσει και τις ίδιες τις

επιστήμες και την τεχνολογία. Με άλλα λόγια, χωρίς έναν επιστημονικά εγγράμματο πληθυσμό, οι προοπτικές για έναν καλύτερο κόσμο δεν είναι ελπιδοφόρες. (Nelson, 1999)

Μετρήσεις επιστημονικού γραμματισμού, οι οποίες βασίζονται ή ενσωματώνουν την επιστημονική γνώση που έχει κατακτηθεί από τους πολίτες ή που έχει αναληφθεί σε διάφορες χώρες, οδηγούν σε απογοητευτικά παγκοσμίως αποτελέσματα. Ο Miller (1983, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η συντριπτική πλειοψηφία του ενήλικου πληθυσμού των Ηνωμένων Πολιτειών ήταν επιστημονικά αναλφάβητοι. Τα αποτελέσματα των διαφόρων προσπαθειών για την αξιολόγηση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού οδηγούν σε δύο παρατηρήσεις. Πρώτον, φαίνεται πιθανό η κατανόηση των Φυσικών Επιστημών από τους ενήλικες ίσως δεν είναι χειρότερη από την κατανόησή τους για άλλες πολιτιστικές δραστηριότητες, όπως η ιστορία ή η μουσική (Levy-Leblond, 1992, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994). Δεύτερον, εγείρουν ένα σημαντικό ζήτημα σχετικά με την καταλληλότητα του απλού ατελούς μοντέλου του επιστημονικού γραμματισμού πάνω στο οποίο στηρίζονται πολλά τέτοια μέτρα (Husén & Postlethwaite, 1994). Με άλλα λόγια, η ανησυχία της επιστημονικής κοινότητας έγκειται στο βαθμό στον οποίον μη επιστήμονες μπορούν να κατανοήσουν και να εκτιμήσουν τις επιστημονικές ιδέες και τις αρχές· το οποίο έρχεται σε έντονη αντίθεση με την προσέγγιση ορισμένων κοινωνιολόγων και επιστημονικών εκπαιδευτών, οι οποίοι έχουν εστιάσει την προσοχή τους στις ανάγκες που καθορίζονται από πολίτες με επιστημονική γνώση (Husén & Postlethwaite, 1994). Σε γενικές γραμμές, αυτές οι εναλλακτικές προσεγγίσεις για τη μελέτη και μέτρηση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού έχουν επικαλεστεί μικρής κλίμακας, ερμηνευτικές μεθόδους έρευνας κι όχι μεγάλης κλίμακας δειγματοληψίες και τυποποιημένων ερωτήσεων (Husén & Postlethwaite, 1994).

Στο δρόμο προς τον επιστημονικό γραμματισμό για όλους υπάρχουν πολλά εμπόδια. Καταρχάς, τα συγγράμματα και οι μέθοδοι διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών συχνά εμποδίζουν την πρόοδο προς την πραγματικότητα του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στην εκμάθηση των απαντήσεων απ' ότι στην εξερεύνηση των ερωτήσεων, στην μνήμη εις βάρος της κριτικής σκέψης, στην απαγγελία έναντι της ανάπτυξης επιχειρημάτων, την ανάγνωση αντί στις πράξεις. Επίσης, αποτυγχάνουν να ενθαρρύνουν τους μαθητές να συνεργαστούν, να ανταλλάξουν ιδέες και πληροφορίες ελεύθερα μεταξύ τους ή να χρησιμοποιήσουν σύγχρονα μέσα για να διευρύνουν τις πνευματικές τους ικανότητες. Επιπροσθέτως, μερικά θέματα που διδάσκονται ξανά και ξανά με περιττές λεπτομέρειες, ενώ κάποια άλλα ίσης ή μεγαλύτερης σημασία στον επιστημονικό γραμματισμό συχνά από τις φυσικές και κοινωνικές επιστήμες, αλλά και την τεχνολογία απουσιάζουν ή προορίζονται για λίγους μόνο φοιτητές. Έτσι οι εκπαιδευόμενοι, με την πάροδο του χρόνου, δυσκολεύονται να παρακολουθήσουν ότι οι επιστήμες, τα μαθηματικά, και η τεχνολογία είναι πραγματικά απαραίτητες. Δεύτερον, λίγοι είναι οι εκπαιδευτικοί που έχουν μια στοιχειώδη εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά. Επιπλέον, οι καθηγητές Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών έχουν επωμιστεί με μεγάλο διδακτικό φορτίο, κάτι που καθιστά σχεδόν αδύνατο γι' αυτούς να αποδώσουν καλά, όσο εξαιρετική προετοιμασία κι αν έχουν κάνει. (AAAS, 1989· Nelson, 1998· 1999)

3.1. Ερμηνείες, Χαρακτηριστικά και στόχοι του Επιστημονικού Γραμματισμού.

Η έννοια του αλφαριθμητισμού επεκτείνεται πλέον πέρα από την παραδοσιακή σημασία του να είναι κάποιος ικανός να διαβάζει και να γράφει. Στην σημερινή εποχή με την έννοια «αλφαριθμητισμός ή γραμματισμός» αναφερόμαστε γενικά στην δυνατότητα αποτελεσματικής ενασχόλησης με τις διάφορες όψεις της καθημερινής ζωής (Harlen, 2001, όπ. αναφ. στους Σιάχο & Σπηλιωτοπούλου, 2002). Έτσι συχνά γίνεται αναφορά στον τεχνολογικό αλφαριθμητισμό, τον επιστημονικό, τον πολιτικό, τον κοινωνικό αλφαριθμητισμό. Σε καθεμία από αυτές τις περιπτώσεις περιγράφεται η ικανότητα χρήσης της γνώσης και των δεξιοτήτων που απαιτούνται για κάθε άνθρωπο και όχι μόνο από τους ειδικούς ή τους επαγγελματίες του κλάδου. Δίνεται έμφαση στη δυνατότητα χρήσης μιας γενικής κατανόησης των κύριων ιδεών-κλειδιών για τη λήψη αποφάσεων και της συμμετοχής στην κοινωνία κι όχι αυτού καθαυτού στην κατοχή της γνώσης. Για για τη ζωή στον 21ο αιώνα τρεις διαστάσεις του αλφαριθμητισμού έχουν επιλεγεί ως σημαντικοί: ο αλφαριθμητισμός ανάγνωσης (reading literacy), ο μαθηματικός αλφαριθμητισμός (mathematical literacy) και ο αλφαριθμητισμός στις Φυσικές Επιστήμες ή επιστημονικός αλφαριθμητισμός (scientific literacy). (Σιάχος & Σπηλιωτοπούλου, 2002)

Κάθε επάγγελμα ή τομέας προσδίδει διαφορετικές ερμηνείες στον επιστημονικό γραμματισμό, αναδεικνύει διαφορετικές έννοιες και επιχειρήματα για την υποστήριξή τους. Επιπλέον, διαφορετικά κοινωνικά περιβάλλοντα επιβάλλουν διαφορετικές προτεραιότητες στις ποικίλες ερμηνείες που θα μπορούσαν να δοθούν για τον επιστημονικό γραμματισμό. Για παράδειγμα, οι άμεσες ανάγκες για την επιστημονική γνώση των πολιτών της Κίνας ή του Μπανγκλαντές είναι απίθανο να είναι οι ίδιες με εκείνες των συμπολιτών τους στις Ηνωμένες Πολιτείες, τον Καναδά, την Ευρώπη ή τη Νότιο Αμερική. (Husén & Postlethwaite, 1994)

Τα Εθνικά Πρότυπα Διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών παρουσιάζουν έναν σαφή ορισμό του Επιστημονικού Γραμματισμού. Ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός περιλαμβάνει ειδικούς τύπους ικανοτήτων. Σημαίνει ότι ένα πρόσωπο μπορεί να ρωτά, να βρίσκει ή να προσδιορίζει απαντήσεις σε ερωτήματα που προέρχονται από την περιέργεια για καθημερινές εμπειρίες· ότι έχει την ικανότητα να περιγράφει, να εξηγεί και να προβλέπει φυσικά φαινόμενα· ότι έχει την ικανότητα να διαβάζει και να κατανοεί επιστημονικά άρθρα του λαϊκού τύπου και να συμμετέχει σε κοινωνικές συζητήσεις για την ισχύ των συμπερασμάτων (Σιάχος & Σπηλιωτοπούλου, 2002). Το σχολείο της επιστημονικής εκπαίδευσης συμβάλλει στους ευρύτερους στόχους της εκπαίδευσης παρέχοντας στους εκπαιδευόμενους μια επιστημονική κατανόηση του φυσικού κόσμου μέσα από τη γνώση των βασικών εννοιών των επιστημών, των επιστημονικών τρόπων έρευνας, τη φύση της επιστημονικής προσπάθειας και των ιστορικών, κοινωνικών και πνευματικών πλαισίων εντός των οποίων ασκείται η εκάστοτε επιστήμη (Trowbridge et al., 2000). Η ικανότητα εφαρμογής αυτών των επιστημονικών γνώσεων για τις πτυχές της προσωπικής και πολιτικής ζωής κάποιου αναφέρεται ως Επιστημονικός Γραμματισμός (Trowbridge et al., 2000). Επιπροσθέτως, «ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός προϋποθέτει την ικανότητα των ατόμων να δημιουργούν και να αξιολογούν επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδείξεις και

να εφαρμόζουν με τρόπο κατάλληλο τα συμπεράσματα από τέτοιου είδους επιχειρήματα» (Στύλος, 2014, σ. 82).

Ως Επιστημονικός Αλφαριθμητισμός ορίζεται η ικανότητα να κατανοούμε και να συζητάμε για τις εξελίξεις στην επιστήμη και στην τεχνολογία, όπως τις πληροφορούμαστε από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και βρίσκεται σε αλληλεξάρτηση με την ικανότητα να διαβάζουμε, να παρακολουθούμε και να συζητάμε τις ιδέες. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι τα παιδιά ενδιαφέρονται έντονα για την τεχνολογία και την επιστήμη, το οποίο σημαίνει ότι συζητούν και διαβάζουν θέματα σχετικά με αυτές. Η επαφή των παιδιών με αυτά εμπλουτίζει τη ζωή τους, τους προσφέρει τη δυνατότητα να γνωρίσουν και να κατανοήσουν τα φαινόμενα και τις λειτουργίες της φύσης· για αυτό θα πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της μόρφωσής τους. (Jacobson & Bergman, 1991, όπ. αναφ. στους Κίτσιου κ. συν., 2011)

Για την Λυμπουρίδου (2012) ο Επιστημονικός Γραμματισμός είναι το σύνολο των γνώσεων και των δεξιοτήτων που πρέπει να κατέχει ο σύγχρονος πολίτης ώστε να μπορεί να συμμετέχει στη λήψη αποφάσεων που απαιτούνται για την κοινωνικοπολιτική δράση. Η ανάπτυξή του έγκειται στην ανάπτυξη της ικανότητας του μαθητή να ανακαλύπτει και να οικοδομεί τη γνώση με σκοπό την κατανόηση του κόσμου, να αξιολογεί ιδέες και απόψεις με τα διαθέσιμα επιστημονικά δεδομένα ώστε να μπορεί να επιλύει προβλήματα της καθημερινής ζωής και να διαμορφώνει άποψη για σύγχρονα κοινωνικοεπιστημονικά προβλήματα. Ταυτόχρονα, καλείται να διαμορφώσει κριτική στάση απέναντι στην ίδια την επιστήμη και το ρόλο της στην κοινωνία -δηλαδή στην αναγνώριση αυτής ως μιας ανθρώπινης δραστηριότητας που διέπεται από αυστηρές και εδραιωμένες διαδικασίες που αποσκοπούν στην παραγωγή γνώσης, αλλά ταυτόχρονα υπόκειται σε περιορισμούς που αφορούν στην ανθρώπινη και εμπειρική της φύση· να αναπτύξει με άλλα λόγια κριτικό Επιστημονικό Γραμματισμό.

Σύμφωνα με τα κριτήρια του NRC (1996, όπ. αναφ. στους Σιάχο & Σπηλιωτοπούλου, 2002), ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός περιλαμβάνει ειδικούς τύπους ικανοτήτων -όπως ανάγνωση και κατανόηση επιστημονικών άρθρων του λαϊκού τύπου (εφημερίδες καθημερινής κυκλοφορίας, περιοδικά) και συμμετοχή σε κοινωνικές συζητήσεις για την ισχύ των συμπερασμάτων- και υποδηλώνει την ικανότητα κάποιου να θέτει και να αξιολογεί επιχειρήματα βασισμένα σε πραγματικά δεδομένα και να εξάγει συμπεράσματα από αυτά. Με άλλα λόγια, Επιστημονικός Γραμματισμός είναι:

η ικανότητα να χρησιμοποιεί κάποιος την επιστημονική γνώση, να διατυπώνει ερωτήματα και να εξάγει συμπεράσματα βασισμένα σε εμπειρικά δεδομένα, έτσι ώστε να κατανοεί και να βοηθά στη λήψη αποφάσεων για το φυσικό κόσμο και τις αλλαγές που συμβαίνουν σ' αυτόν μέσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα (OECD, 2000, σ.10, όπ. αναφ. στους Σιάχο & Σπηλιωτοπούλου, 2002, σ. 338).

Σε έναν πιο γενικό ορισμό των Durant, Evans και Thomas (1993, όπ. αναφ. στους Κόλλια & Χαλκιά, 2013), ο όρος «επιστημονικός γραμματισμός» χρησιμοποιείται προκειμένου να υποδηλώσει «όλα όσα πρέπει να γνωρίζει το ευρύ κοινό για τις Φυσικές Επιστήμες». Οι Κόλλιας και Χαλκιά (2013) προκειμένου να προσδιορίσουν τον όρο, υιοθέτησαν απόψεις που προσεγγίζουν τον επιστημονικό γραμματισμό ως ένα πλαίσιο εκπαίδευσης που

προσφέρει τα απαραίτητα εφόδια στον εκπαιδευόμενο για κατανόηση και διαχείριση της σύγχρονης ζωής στα πολλαπλά πλαίσια με τα οποία έρχεται αντιμέτωπος. Ο επιστημονικός γραμματισμός κάθε πολίτη αδιακρίτως αποτελεί διαχρονική προτεραιότητα για τη γενική εκπαίδευση, καθότι τα έθνη βασίζουν την ανάπτυξη της έρευνας και της οικονομίας τους σε αυτό το ανθρωπινό κεφάλαιο σύμφωνα με τον Evans (1997, όπ. αναφ. στους Κόλλια & Χαλκιά, 2013). Έτσι διεθνώς τα αναλυτικά προγράμματα δομούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να στοχεύουν στον επιστημονικό γραμματισμό (Κόλλιας & Χαλκιά, 2013). Ο Roberts (2007, όπ. αναφ. στους Κόλλια & Χαλκιά, 2013) αναγνωρίζει δύο διαφορετικές προσεγγίσεις αναλυτικών προγραμμάτων: αυτά που ταυτίζουν τον όρο με τον εγγραμματισμό στην ίδια την επιστήμη, στις έννοιές της και τις δεξιότητες που καλλιεργεί -δίνοντας έμφαση στην επιστημονική γνώση, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικής διερεύνησης και στην ιστορία της επιστήμης- και αυτά που προσεγγίζουν τον εγγραμματισμό των εκπαιδευομένων ως τον εγγραμματισμό σε καθημερινές καταστάσεις σχετικές με την επιστήμη -δίνοντας έμφαση στη διαχείριση της καθημερινότητας, στη λήψη αποφάσεων για προσωπικά αλλά και για κοινωνικοεπιστημονικά θέματα -.

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός ασχολείται με βασικές αρχές και σύγχρονα θέματα των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, τα οποία βρίσκουν εφαρμογή σε ποικίλες πτυχές της καθημερινής ζωής ενώ παράλληλα καλλιεργούν την κριτική σκέψη. Οι επιστημονικές γνώσεις που παρέχονται και τα εκπαιδευτικά μέσα που χρησιμοποιούνται προσαρμόζονται και θα πρέπει να προσαρμόζονται στις ανάγκες, τις ικανότητες και τα ενδιαφέροντα των εκπαιδευομένων με σκοπό την εξασφάλιση της ενεργούς συμμετοχής τους. (Κατεχάκη, 2009).

Ο Επιστημονικός Αλφαριθμητισμός περιλαμβάνει τον γραπτό, τον αριθμητικό και τον ψηφιακό γραμματισμό, καθώς αναφέρονται στην κατανόηση, τη μεθοδολογία, τις παρατηρήσεις και τις θεωρίες της επιστήμης. Στην σημερινή εποχή σημαίνει ότι ο καθένας θα πρέπει να έχει μια καλή γνώση των επιστημών και του ρόλου τους στην κοινωνία. Ο Επιστημονικός Γραμματισμός θεωρείται ως δικαίωμα του κάθε ατόμου και αποτελεί μια απαίτηση για υπεύθυνα μέλη μιας κοινωνίας, ένα μέσο που βοηθά τους ανθρώπους να παίρνουν καλύτερες αποφάσεις και να εμπλουτίσουν τη ζωή τους. Ως επιστημονικά εγγράμματος ορίζεται κάποιος που έχει την ικανότητα να:

- ❖ κατανοεί το πείραμα και την αιτιολογία, καθώς και βασικά επιστημονικά δεδομένα και τη σημασία τους·
- ❖ ρωτάει, να βρίσκει και να προσδιορίζει τις απαντήσεις στις ερωτήσεις που προέρχονται από περιέργεια για τις καθημερινές εμπειρίες·
- ❖ περιγράφει, να εξηγεί και να προβλέπει τα φυσικά φαινόμενα·
- ❖ συμμετέχει σε κοινωνικές συζητήσεις σχετικά με την εγκυρότητα των συμπερασμάτων, σε συνδυασμό με την κατανόηση άρθρων σχετικών με την επιστήμη στο δημοφιλές τύπο·
- ❖ προσδιορίζει επιστημονικά θέματα στα οποία στηρίζονται οι εθνικές και τοπικές αποφάσεις και να εκφράζει τις θέσεις που είναι επιστημονικά και τεχνολογικά ενήμερες·
- ❖ αξιολογεί την ποιότητα των επιστημονικών πληροφοριών, με βάση τις πηγές του και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για να παραχθούν·

- ❖ δημιουργεί και να αξιολογεί τα επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία και να εφαρμόζει κατάλληλα τα συμπεράσματα από τέτοιου είδους επιχειρήματα.

(«Scientific literacy», χ.η)

Για τους Thomas και Durant (1987, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994) ο όρος scientific literacy ή επιστημονικός γραμματισμός στα ελληνικά αναφέρεται:

1. σε μια εκτίμηση του είδους, των στόχων και των γενικών περιορισμών της επιστήμης (π.χ., μια αντίληψη για την «επιστημονική προσέγγιση», την ανάπτυξη λογικών επιχειρημάτων, την ικανότητα γενίκευσης, συστηματοποίησης, προέκτασης και να εκτίμησης των ρόλων της θεωρίας και της παρατήρησης)·
2. σε μια εκτίμηση του είδους, των στόχων και των περιορισμών της τεχνολογίας και του πώς αυτά διαφέρουν από εκείνες της επιστήμης·
3. σε γνώση του τρόπου με τον οποίο επιστήμη και τεχνολογία πραγματικά λειτουργούν, συμπεριλαμβανομένης της χρηματοδότησης της έρευνας, των συμβάσεων των επιστημονικών πρακτικών, καθώς και της σχέσης μεταξύ έρευνας και ανάπτυξης·
4. σε μια εκτίμηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας, συμπεριλαμβανομένου του ρόλου των επιστημόνων και των τεχνικών, ως ειδικών στην κοινωνία και της δομής των σχετικών διαδικασιών λήψης αποφάσεων·
5. σε μια γενικά αιτιολόγηση στην γλώσσα και σε κάποιο κλειδί οικοδόμησης της επιστήμης·
6. σε μια βασική ικανότητα να ερμηνεύουν τα αριθμητικά δεδομένα, ιδίως τα δεδομένα που αφορούν τις Πιθανότητες και τη Στατιστική·
7. και σε κάποια κατανόηση του πού και από ποιον να αναζητηθούν πληροφορίες και συμβουλές σχετικά με θέματα που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία.

(σ. 5346)

Ο De Boer (2000) καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ο επιστημονικός γραμματισμός συνεπάγεται μια ευρεία και λειτουργική αντίληψη της επιστήμης για τους σκοπούς της γενικής εκπαίδευσης και όχι προετοιμασία για μια ειδική επιστημονική ή επαγγελματική σταδιοδρομία. Ο επιστημονικός γραμματισμός καθορίζει τι κοινό θα πρέπει να γνωρίζουν οι άνθρωποι σχετικά με την επιστήμη, ώστε να υπάρχει ένα ελάχιστο επίπεδο επικοινωνίας μεταξύ τους και με τον φυσικό κόσμο. Ενώ ο Allchin (2014) επισημαίνει την ικανότητα/δεξιότητα του επιστημονικά εγγράμματος ανθρώπου να είναι σε θέση να αξιολογήσει την αξιοπιστία των επιστημονικών απαιτήσεων που σχετίζονται με την προσωπική και κοινωνική λήψη αποφάσεων. (όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014, σ. 101)

Ως επιστημονικά εγγράμματο ορίζεται το άτομο εκείνο που μπορεί να:

- ❖ επιδοθεί σε υπεύθυνες προσωπικές και πολιτικές δράσεις μετά από στάθμιση των πιθανών επιπτώσεων των εναλλακτικών επιλογών·
- ❖ υπερασπιστεί τις αποφάσεις και τις δράσεις χρησιμοποιώντας λογικά επιχειρήματα και βασιζόμενο σε αποδεικτικά στοιχεία·

- ❖ εμφανίζει περιέργεια και να εκτιμά τους φυσικούς και ανθρωπογενείς κόσμους·
- ❖ εφαρμόζει σκεπτικισμό, προσεκτικές μεθόδους, λογικό συλλογισμό και τη δημιουργικότητα διερευνώντας το παρατηρήσιμο σύμπαν·
- ❖ παραμένει ανοιχτό σε νέα δεδομένα και να συνειδητοποιεί το δοκιμαστικό των επιστημονικών-τεχνολογικών γνώσεων και
- ❖ να εξετάζει τις πολιτικές, οικονομικές, προσωπικές ηθικές και κοινωνικές ηθικές πτυχές των επιστημών και της τεχνολογίας που σχετίζονται με τα προσωπικά και παγκόσμια ζητήματα.

(NSTA Handbook, 1999-2000, όπ. αναφ. στον Yager, 2003)

Για τον Millar (2004) ως επιστημονικά εγγράμματος θεωρείται κάποιος που μπορεί:

- ❖ να διαβάσει (ή να ακούσει) και να κατανοήσει τα βασικά σημεία αναφορών των μέσων ενημέρωσης για θέματα σχετικά με την επιστήμη·
- ❖ να σκεφτεί κριτικά σχετικά με τις πληροφορίες που του παρέχονται στις εν λόγω εκθέσεις και τις συνέπειές τους·
- ❖ να αναγνωρίζει τις επιπτώσεις των επιστημών και της τεχνολογίας στην καθημερινή ζωή·
- ❖ να λαμβάνει μέρος σε συζητήσεις με τους άλλους για θέματα που αφορούν τις επιστήμες και την τεχνολογία
- ❖ και να νιώσει ευχαρίστηση από τις ιδέες και τις γνώσεις των επιστημών.

Επιπροσθέτως υποστήριξε ότι για να είναι κάποιος «επιστημονικά εγγράμματος» χρειάζεται:

1. μια ευρεία, γενική κατανόηση ορισμένων εκ των μεγάλων ιδεών της εκάστοτε επιστήμης. Αυτές παρέχουν τα εργαλεία για να σκεφτόμαστε για τον κόσμο και τους τρόπους δόμησης των εμπειριών κάποιου για αυτόν. Η κατανόηση που απαιτείται είναι κυρίως ποιοτική και περιγραφική, παρά ποσοτική και λεπτομερής.
2. και κατανόηση κάποιων σημαντικών ιδεών για την επιστήμη. Αυτές μπορεί να είναι ιδέες για τη φύση της επιστημονικής γνώσης, τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται και ελέγχεται αυτή, καθώς και ζητήματα που προκύπτουν για τα άτομα και την κοινωνία, όταν οι τεχνολογίες που βασίζονται στην επιστήμη εισάγονται (συμπεριλαμβανομένων των ιδεών για τους κινδύνους, καθώς και για τις πρακτικές και ηθικές συνέπειες της επιστημονικής και τεχνολογικής προόδου).

Αυτές αποτελούν τους δύο κύριους άξονες του επιστημονικού γραμματισμού σύμφωνα με τον Millar (2004).

Επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματο άτομο είναι κι εκείνο που αντιλαμβάνεται τις φυσικές επιστήμες, τα μαθηματικά και τη τεχνολογία ως αλληλένδετες ανθρώπινες δραστηριότητες με ισχύ αλλά και περιορισμούς, καταλαβαίνει έννοιες και αρχές των φυσικών επιστημών, είναι εξοικειωμένο με τον φυσικό κόσμο αναγνωρίζοντας την ενότητα αλλά και την ποικιλομορφία του και χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση και τους επιστημονικούς τρόπους σκέψης για ατομικούς και κοινωνικούς σκοπούς (AAAS, 1989). Μόνο όσοι είναι επιστημονικά εγγράμματοι μπορούν να μοιραστούν τον ενθουσιασμό της ανακάλυψης του ποιοι είναι, πού είναι, πώς σχετίζονται με όλα τα έμβια όντα και το φυσικό περιβάλλον τους (Alvarado, 1994).

Ένα μέλος της κοινωνίας θεωρείται επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματο αν είναι σε θέση να χρησιμοποιεί έννοιες, δεξιότητες και αξίες από τις Φυσικές Επιστήμες στην λήψη των καθημερινών αποφάσεων, όπως και να αναγνωρίζει τις δυνατότητες και την χρησιμότητα της τεχνολογίας στην ευημερία τόσο του ίδιου όσο και του κοινωνικού συνόλου. Επιπλέον, ένα τέτοιο άτομο έχει την ικανότητα να διακρίνει μεταξύ της επιστημονικής απόδειξης και της προσωπικής του γνώμης, καθώς επίσης κατανοεί ότι η επιστήμη είναι ανθρώπινο δημιούργημα και ότι η επιστημονική γνώση είναι έντονα δυναμική. Ακόμη, αναπτύσσει δεξιότητες μέσω της άσκησης στην επίλυση προβλημάτων κι εφαρμόζοντας αυτές σε πραγματικά προβλήματα της ζωής, ενώ συγχρόνως λαμβάνει υπόψη του τις ηθικές και κοινωνικές αξίες. (Κόκκοτας, 2005· 2009)

Ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός σχετίζεται με το περιεχόμενο της επιστήμης (ανάπτυξη θεωρητικής γνώσης), την κατανόηση της φύσης της, τη χρήση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινότητα και την κατανόηση της σχέσης μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας και φυσικού περιβάλλοντος. Δηλαδή ένας επιστημονικά εγγράμματος πολίτης οφείλει από τη μια να κατανοεί τις επιστημονικές ιδέες και να επιδιώκει τον επιστημονικό τρόπο σκέψης κι από την άλλη να αντιλαμβάνεται τη σχέση επιστήμης, κοινωνίας και φυσικού περιβάλλοντος και να χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση για προσωπικούς και κοινωνικούς σκοπούς. (Χατζηγεωργίου, 2006)

Στην ιστορία της επιστημονικής εκπαίδευσης, πολλά άτομα έχουν ασχοληθεί με τους στόχους της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και την ιδέα του Επιστημονικού Γραμματισμού. Στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακα 3)) παρουσιάζονται συνοπτικά διάφορες απόψεις για το συγκεκριμένο θέμα, οι οποίες αφορούν σε μια περίοδο 30 ετών, από τη δεκαετία του '60 έως τη δεκαετία του '80.

Πίνακας 3: Μερικά χαρακτηριστικά του Επιστημονικού Γραμματισμού για τις δεκαετίες του 1960, του 1970 και του 1980

1. Όλη η ύλη αποτελείται από μονάδες που ονομάζονται στοιχειώδη σωματίδια· υπό ορισμένες προϋποθέσεις, τα σωματίδια αυτά μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια και αντιστρόφως.	1. Η επιστήμη εκκινεί από την αρχή, που βασίζεται στη μακράιωνη εμπειρία, ότι το σύμπαν είναι ιδιότροπο.	1. Αλληλεξαρτήσεις μεταξύ επιστήμης και κοινωνίας	
2. Η ύλη υπάρχει με τη μορφή των μονάδων που μπορούν να ταξινομηθούν σε ιεραρχίες των οργανωτικών επιπέδων.	2. Η επιστημονική γνώση στην παρατήρηση των δειγμάτων της ύλης, που είναι προσβάσιμα με τη δημόσια έρευνα σε αντίθεση με την αμγώς ιδιωτική επιθεώρηση.	2. Δεοντολογία της επιστήμης	
3. Η συμπεριφορά της ύλης στο σύμπαν μπορεί να περιγραφεί σε	3. Η επιστήμη προχωρά κατά αποσπασματικό τρόπο, παρόλο που	3. Φύση της επιστήμης	

<p>στατιστική βάση.</p>	<p>στοχεύει και στην επίτευξη της συστηματικής και ολοκληρωμένης κατανόησης των ποικίλων τομέων ή όψεων της φύσης.</p>	
<p>4. Οι μονάδες της ύλης αλληλεπιδρούν. Η βάση όλων των συνηθέστερων αλληλεπιδράσεων είναι οι ηλεκτρομαγνητικές, βαρυτικές και πυρηνικές δυνάμεις.</p>	<p>4. Η επιστήμη δεν είναι, και ποτέ δεν θα είναι κατά πάσα πιθανότητα, μια ολοκληρωμένη επιχείρηση, και θα εξακολουθεί να υπάρχει πολύ περισσότερο για να ανακαλύψει για το πώς τα πράγματα στο σύμπαν συμπεριφέρονται και πώς είναι αλληλένδετα.</p>	<p>4. Εννοιολογική γνώση</p>
<p>5. Όλες οι αλληλεπιδρούσες ενότητες της ύλης τείνουν προς καταστάσεις ισορροπίας, στις οποίες το ενεργειακό περιεχόμενο (ενθαλπία) είναι ελάχιστο και η διανομή ενέργειας (εντροπία) η πιο τυχαία. Κατά τη διαδικασία της επίτευξης ισορροπίας, μετατροπές ενέργειας ή ύλης συμβαίνουν' παρόλα αυτά το άθροισμα της ενέργειας και της ύλης παραμένει σταθερό.</p>	<p>5. Η μέτρηση είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των περισσότερων κλάδων της σύγχρονης επιστήμης, διότι η διατύπωση και η ίδρυση των νόμων διευκολύνεται από την ανάπτυξη ποσοτικών διακρίσεων.</p>	<p>5. Φυσικές Επιστήμες και Τεχνολογία</p>
<p>6. Μία από τις μορφές ενέργειας είναι η κίνηση των μονάδων της ύλης. Μια τέτοια κίνηση είναι υπεύθυνη για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία και για τις καταστάσεις της ύλης: στερεά, υγρά και αέρια.</p>		<p>6. Επιστήμη στις Ανθρωπιστικές Επιστήμες</p>
<p>7. Όλη η ύλη υπάρχει στο χώρο και στο χρόνο και δεδομένου ότι οι αλληλεπιδράσεις συμβαίνουν μεταξύ των</p>		

<p>μονάδων της, η ύλη υπόκειται κατά κάποιο βαθμό σε αλλαγές στο πέρασμα του χρόνου. Τέτοιες αλλαγές μπορούν να συμβούν σε διάφορα ποσοστά και σχέδια.</p> <p><i>Theory into Practice, Conceptual Schemes (NSTA, 1964)</i></p>	<p><i>Theory into Practice, Processes of Science (NSTA, 1964)</i></p>	<p><i>Milton Pella (1967)</i></p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Επιστήμη και Κοινωνία 2. Δεοντολογία της επιστήμης 3. Φύση της επιστήμης 4. Γνώση των Εννοιών της Επιστήμης 5. Φυσικές Επιστήμες και Τεχνολογία 6. Φυσικές Επιστήμες και Ανθρωπιστικές Επιστήμες <p><i>Michael Agin (1974)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Φύση της επιστήμης 2. Έννοιες μέσα στην Επιστήμη 3. Διεργασίες της Επιστήμης 4. Αξίες της Επιστήμης 5. Επιστήμη και Κοινωνία 6. Ενδιαφέρον για την Επιστήμη 7. Δεξιότητες που σχετίζονται με την επιστήμη <p><i>Victor Showalter (1974)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Πρακτικός Επιστημονικός Γραμματισμός 2. Πολιτικός Επιστημονικός Γραμματισμός 3. Πολιτιστικός Επιστημονικός Γραμματισμός <p><i>Benjamin Shen (1974)</i></p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Επιστημονική και τεχνολογική διαδικασία και δεξιότητες έρευνας 2. Επιστημονική και τεχνολογική γνώση 3. Δεξιότητες και γνώσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας σε προσωπικές και κοινωνικές αποφάσεις 4. Στάσεις, αξίες και εκτίμηση της επιστήμης και της τεχνολογίας 5. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ επιστήμης-τεχνολογίας-κοινωνίας 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Έννοιες, νόμοι και διαδικασίες Φυσικών και Βιολογικών Επιστημών 2. Μέθοδοι επιστημονικής έρευνας και τεκμηρίωσης 3. Εφαρμογές των γνώσεων στην καθημερινή ζωή 4. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της επιστημονικής και τεχνολογικής ανάπτυξης 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η φύση της επιστημονικής κοσμοθεωρίας 2. Η φύση της επιστημονικής επιχείρησης 3. Επιστημονικές συνήθειες του μυαλού 4. Επιστημονικές και ανθρώπινες υποθέσεις 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η φύση των Φυσικών Επιστημών 2. Η φύση των Μαθηματικών 3. Η φύση της τεχνολογίας 4. Το φυσικό περιβάλλον 5. Το περιβάλλον διαβίωσης

<p>μέσω πλαισίου των επιστημονικά συσχετιζόμενων κοινωνικών θεμάτων</p> <p><i>Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s (NSTA, 1982)</i></p>	<p><i>A Nation at Risk (NCEE, 1983)</i></p>	<p><i>Improving Indicators of the Quality of Science and Mathematics Education in Grades K-12 (Murnane & Raizen, 1988)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 6. Ο ανθρώπινος οργανισμός 7. Η ανθρώπινη κοινωνία 8. Ο σχεδιασμένος κόσμος 9. Ο μαθηματικός κόσμος 10. Ιστορικές προοπτικές 11. Θέματα κοινού 12. Συνήθειες μυαλού <p><i>Science for All Americans (AAAS, 1989)</i></p>
<p><i>*(NSTA): National Science Teachers Association</i></p> <p><i>(NCEE): National Commission on Excellence in Education</i></p> <p><i>(AAAS): American Association for the Advancement of Science</i></p>			

(οπ. αναφ. στους Trowbridge et al., 2000, σ. 68-69)

Το Project 2061 (AAAS, 1989) ορίζει τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό σε γενικές γραμμές, δίνοντας έμφαση στις συνδέσεις μεταξύ των ιδεών στις φυσικές και κοινωνικές επιστήμες, τα μαθηματικά, και την τεχνολογία, περιλαμβάνοντας ειδικές συστάσεις στους ακόλουθους τομείς.

1. Η φύση των Φυσικών Επιστημών εστιάζει σε τρία βασικά θέματα: την επιστημονική κοσμοθεωρία, τις επιστημονικές μεθόδους έρευνας, καθώς και τη φύση της επιστημονικής επιχείρησης.
2. Η φύση των Μαθηματικών περιγράφει τις δημιουργικές διαδικασίες που εμπλέκονται και στα θεωρητικά και εφαρμοσμένα Μαθηματικά.
3. Η φύση της τεχνολογίας θεωρεί πώς η τεχνολογία επεκτείνει τις δυνατότητές μας για να αλλάξουμε τον κόσμο και τις εκτιμήσεις που απαιτούνται για τη συνετή χρήση της.
4. Το φυσικό περιβάλλον περιγράφει τις βασικές γνώσεις σχετικά με το περιεχόμενο και τη δομή του σύμπαντος (για τα αστρονομικά, επίγεια, και υπομικροσκοπικά επίπεδα), καθώς και τις φυσικές αρχές επί των οποίων φαίνεται να τρέχει.
5. Το περιβάλλον διαβίωσης, σκιαγραφεί τις βασικές ιδέες για το πώς λειτουργούν τα έμβια όντα και πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με το περιβάλλον τους.

6. Ο ανθρώπινος οργανισμός χαρακτηρίζει τα συστήματα διαβίωσης, με επίκεντρο τα ανθρώπινα είδη, όπως αυτά που είναι, κατά κάποιο τρόπο σαν τα υπόλοιπα έμβια όντα και κατά κάποιο τρόπο μοναδικά.
7. Η ανθρώπινη κοινωνία κρίνει τις επιστημονικές αρχές της ατομικής και ομαδικής συμπεριφοράς, τη κοινωνική οργάνωση και τη διαδικασία της κοινωνικής αλλαγής.
8. Ο σχεδιασμένος κόσμος κριτικάρει τις αρχές για το πώς ο κόσμος μπορεί να διαμορφωθεί και να ελέγχεται σε ορισμένους βασικούς τομείς της τεχνολογίας.
9. Ο μαθηματικός κόσμος κάνει έναν απολογισμό των βασικών μαθηματικών ιδεών που από κοινού διαδραματίζουν καίριο ρόλο σε όλες σχεδόν τις ανθρώπινες προσπάθειες.
10. Οι ιστορικές προοπτικές απεικονίζουν την επιστημονική επιχείρηση με 10 ιστορικά παραδείγματα εξαιρετικής σημασίας για την ανάπτυξη της επιστήμης.
11. Τα θέματα κοινού παρουσιάζουν γενικές έννοιες που τέμνουν τις Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά και την τεχνολογία.
12. Οι συνήθειες του νου σκιαγραφούν τις στάσεις, τις δεξιότητες και τους τρόπους σκέψης που είναι απαραίτητες για τον επιστημονικό γραμματισμό.
(Nelson, 1998)

Ο επιστημονικός γραμματισμός είναι ένας αναγκαίος και εφικτός στόχος για όλους τους μαθητές. Στόχοι είναι:

- ❖ Εφαρμογή εθνικών και κρατικών σημείων αναφοράς και προτύπων που θα βοηθήσουν στην επίτευξη του επιστημονικού αλφαριθμητισμού για τους εκπαιδευόμενους όλων των υποβάθρων, των ικανοτήτων και τα ενδιαφερόντων·
- ❖ Ενθάρρυνση των εκδοτών βιβλίων και προγραμματιστών να ευθυγραμμίσουν το έργο τους με τα σημεία αναφοράς και τα πρότυπα·
- ❖ Προετοιμασία των εκπαιδευτικών για να συγκεντρώσει υλικά για τα πρότυπα προγράμματα σπουδών σε συνεκτικά προγράμματα·
- ❖ Παροχή στους/στις εκπαιδευτικούς χρόνου, πόρων, τεχνογνωσίας και της προετοιμασίας που απαιτείται για την κατανόηση και την εφαρμογή των εθνικών και κρατικών προτύπων στις τάξεις·
- ❖ Υποστήριξη για τα πρότυπα και σημεία αναφοράς μεταξύ των οικογενειών, της κοινότητας και των ηγετών των επιχειρήσεων, των καθηγητών/ριών της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και των πολιτικών υπευθύνων. (Nelson, 1999)

Σύμφωνα με το AAAS (1989) μια χώρα που προτεραιότητας της είναι η παιδεία με την ευρεία έννοια και ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός του πληθυσμού της, στοχεύει μέσω αυτού:

- ❖ να βοηθήσει τους/τις εκπαιδευόμενους να αναπτύξουν τις αντιλήψεις και τις συνήθειες του μυαλού που χρειάζονται για να γίνουν συμπονετικά ανθρώπινα όντα, τα οποία είναι σε θέση να σκέφτονται για τον εαυτό τους και να αντιμετωπίσουν τη ζωή κατάματα·
- ❖ να τους/τις εξοπλίσει με τα κατάλληλα εφόδια, ώστε να συμμετέχουν με άλλους πολίτες σκεπτόμενοι στην οικοδόμηση και την προστασία μιας κοινωνίας που θα είναι ανοικτή, αξιοπρεπής και ζωτικής σημασίας·

- ❖ και να δημιουργήσει μια πραγματικά δίκαιη κοινωνία, για να διατηρηθεί η οικονομική ζωτικότητα και να παραμείνει ασφαλής σε έναν κόσμο που σπαράσσεται από τις εχθροπραξίες.

Κι όλα αυτά εξαρτώνται περισσότερο από ποτέ από τον χαρακτήρα και την ποιότητα της εκπαίδευσης που το έθνος προσφέρει για όλα τα παιδιά του. (AAAS, 1989)

3.2. Είδη Επιστημονικού Γραμματισμού

Ο Branscomb (1981, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994) προσδιόρισε οκτώ διαφορετικά είδη του επιστημονικού γραμματισμού τόσο διαφορετικά όσο ο δημοσιογραφικός επιστημονικός γραμματισμός, «*journalistic scientific literacy*», και ο μεθοδολογικός επιστημονικός γραμματισμός «*methodological scientific literacy*».

Ο επιστημονικός γραμματισμός συνιστά έναν από τους κύριους λόγους για τον οποίο διδάσκονται όλοι οι μαθητές Φυσικές Επιστήμες και μπορεί να διακριθεί στα τρία ακόλουθα είδη.

- ❖ *Practical Scientific Literacy*: «Ο πρακτικός επιστημονικός γραμματισμός απευθύνεται στις επιστημονικές ικανότητες που σχετίζονται με τα πρακτικά θέματα όπως το καταφύγιο, τη διατροφή, την ανατροφή των παιδιών, τις προμήθειες νερού και τροφίμων» (Shen, 1975, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994, σ. 5346). Ή «αναφέρεται στην ικανότητα ενός ατόμου να λειτουργεί φυσιολογικά στην καθημερινή του ζωή ως καταναλωτής ή χρήστης επιστημονικών ή τεχνολογικών προϊόντων» (Shwartz, Benzvi, & Hofstein, 2006, όπ. αναφ. στους Χατζζάβαλο & Τσαπαρλή, 2009, σ. 921) .
- ❖ *Civic Scientific Literacy*: «Ο πολιτικός επιστημονικός γραμματισμός δίνει τη δυνατότητα στους πολίτες να συμβάλλουν σε δημόσιες συζητήσεις σχετικά με μια ποικιλία επιστημονικά συσχετιζόμενων θεμάτων της δημόσιας πολιτικής (π.χ. τη φθορίωση του πόσιμου νερού, την πυρηνική ενέργεια ή την αντισύλληψη)» (Shen, 1975, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994, σ. 5346). Ή σύμφωνα με τους Shwartz, Benzvi, & Hofstein (2006, όπ. αναφ. στους Χατζζάβαλο & Τσαπαρλή, 2009):
Ο πολιτικός συνδέεται με τη δυνατότητα ενός ατόμου να συμμετέχει με σύνεση σε μια κοινωνική συζήτηση σχετική με επιστημονικά και τεχνικά θέματα που είναι τρέχοντος ενδιαφέροντος και σημαντικά για την κοινωνία. Αυτή η δυνατότητα θα κάνει το άτομο ικανό να κατανοήσει καλά τα θέματα της εποχής μας και να γίνει ένας ενήμερος και κριτικός πολίτης, με την ικανότητα να παίρνει τις σωστές αποφάσεις που θα μπορούν να επηρεάσουν το μέλλον της ανθρωπότητας. (σ. 921)
- ❖ *Cultrural Scientific Literacy*: «Ο πολιτισμικός επιστημονικός γραμματισμός ασχολείται με την κατανόηση και την εκτίμηση των ανωτάτων θριάμβων της επιστημονικής φαντασίας, όπως το δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής, την κβαντική θεωρία, την σχετικότητα, την ατομική θεωρία ή την θεωρία της εξέλιξης» (Shen, 1975, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994, σ. 5346) κι αποτελεί μια υψηλότερου επιπέδου μεταγνωστική ικανότητα (Shwartz, Benzvi, & Hofstein, 2006, όπ. αναφ. στους Χατζζάβαλο & Τσαπαρλή, 2009).

Ο δημόσιος επιστημονικός γραμματισμός (*public scientific literacy*) ενισχύει την πολιτική υποστήριξη που απαιτείται τόσο για την επιτυχή συνέχιση των Φυσικών Επιστημών στις σύγχρονες, βιομηχανικές δημοκρατίες όσο και για την ικανότητα της επιστημονικής κοινότητας να ξεφύγει από διώξεις ή τον πάγκο της αντιπολίτευσης, για παράδειγμα, από τους θρησκευτικούς φονταμενταλιστές ή ομάδες για τα δικαιώματα των ζώων. (Husén & Postlethwaite, 1994, σ. 5346)

Άλλες διαστάσεις του επιστημονικού γραμματισμού είναι οι ακόλουθες:

- ❖ *Nominal Scientific Literacy*: Στον ονομαστικό επιστημονικό γραμματισμό τα άτομα κατανοούν το θέμα ως επιστημονικό, αλλά το επίπεδο της κατανόησης δείχνει ότι υπάρχουν σαφώς παρανοήσεις (Trowbridge et al., 2000· Χαρτζάβαλος & Τσαπαρλής, 2009). Τέτοια παραδείγματα θα είναι δυνατόν να εμφανιστούν σε μια σχολική τάξη και θα εκφράζουν συνήθως την τρέχουσα κατανόηση των μαθητών για τη συγκεκριμένη επιστημονική έννοια που θα διδάσκεται τη δεδομένη στιγμή (Trowbridge et al., 2000). Συγκεκριμένα:
 - «Προσδιορίζουν τους όρους, τις ερωτήσεις ως επιστημονικά, αλλά δείχνουν λάθος ζητήματα, θέματα συζήτησης, πληροφορίες, γνώσεις ή κατανόηση.
 - Έχουν παρανοήσεις των επιστημονικών εννοιών και διαδικασιών.
 - Δίνουν ανεπαρκείς και ακατάλληλες εξηγήσεις των επιστημονικών φαινομένων.
 - Εκφράζουν επιστημονικές αρχές με αφελή τρόπο.» (Trowbridge et al., 2000, σ. 74).
- ❖ *Functional Scientific Literacy*: Τα άτομα ίσως γνωρίζουν επιστημονικούς όρους μέσω άλλων κλάδων της επιστήμης, μέσω της τηλεόρασης ή μέσω της ανάγνωσης (Trowbridge et al., 2000). Δηλαδή μπορούν να απομνημονεύσουν κατάλληλους ορισμούς των όρων, έχοντας έτσι κάποια επιστημονική γνώση, αλλά αυτή είναι περιορισμένη και συνεπώς στερούνται μια πλήρη επιστημονική κατανόηση (Trowbridge et al., 2000· Χαρτζάβαλος & Τσαπαρλής, 2009). Πολλά επιστημονικά συγγράμματα και προγράμματα, όπως και τα σχολικά εγχειρίδια, δίνουν έμφαση αποκλειστικά στη μηχανική αποστήθιση οδηγώντας σε λειτουργικά επίπεδα του επιστημονικού αλφαριθμητισμού και σε ανάπτυξη μίας μόνο διάσταση αυτού (Trowbridge et al., 2000). Διδασκαλία που δίνει έμφαση στην λειτουργική διάσταση του επιστημονικού γραμματισμού αφήνει τους μαθητές με ελάχιστη ή καμία κατανόηση του εκάστοτε κλάδου, χωρίς εμπειρία για τον ενθουσιασμό της έρευνας, και ίσως με λίγο ενδιαφέρον για την επιστήμη (Trowbridge et al., 2000). Με άλλα λόγια, στο λειτουργικό επιστημονικό αλφαριθμητισμό:
 - «χρησιμοποιείται επιστημονικό λεξιλόγιο,
 - ορίζονται σωστά οι επιστημονικοί όροι
 - και απομνημονεύονται τεχνικοί όροι» (Trowbridge et al., 2000, σ. 74).
- ❖ *Conceptual and Procedural Scientific Literacy*: Σε αυτή τη διάσταση τα άτομα αναπτύσσουν κάποια κατανόηση των εννοιολογικών σχημάτων του γνωστικού αντικείμενου, των διαδικασιών επιστημονική έρευνας και τεχνολογικού σχεδιασμού και μάλιστα συσχετίζουν τα σχήματα αυτά με τη γενική κατανόησή τους ως προς τις Φυσικές Επιστήμες (Χαρτζάβαλος & Τσαπαρλής, 2009).

Συγκεκριμένα οι μαθητές αρχίζουν να καταλαβαίνουν κεντρικές ιδέες, όπως η ύλη, η ενέργεια και η κίνηση στις Φυσικές Επιστήμες και η εξέλιξη στις Βιολογικές Επιστήμες (Trowbridge et al., 2000). Οι διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας και του τεχνολογικού σχεδιασμού περιλαμβάνουν διαδικαστικές ικανότητες και αντιλήψεις (Trowbridge et al., 2000). Ενώ οι μαθητές μιας τάξης έχουν πραγματικά την ικανότητα και κατανοούν ότι η επιστημονική έρευνα περιλαμβάνει ερωτήσεις, το σχεδιασμό επιστημονικών ερευνών, τη χρήση κατάλληλων εργαλείων και τεχνικών, την ανάπτυξη εξηγήσεων και μοντέλων που χρησιμοποιούν αποδεικτικά στοιχεία, την κριτική και λογική σκέψη σχετικά με τη σχέση μεταξύ των αποδεικτικών στοιχείων και της εξήγησης, την αναγνώριση των εναλλακτικών εξηγήσεων και την επικοινωνία των επιστημονικών διαδικασιών και εξηγήσεων (Trowbridge et al., 2000). Συνοπτικά σε αυτό το είδος επιστημονικού γραμματισμού υπάρχει «κατανόηση:

- των εννοιολογικών συστημάτων των επιστημών,
- των διαδικαστικών γνώσεων και δεξιοτήτων των επιστημών,
- των σχέσεων μεταξύ των τμημάτων των κλάδων των Φυσικών Επιστημών και της εννοιολογικής δομής αυτών
- και της οργάνωσης των αρχών και των διαδικασιών αυτών» (Trowbridge et al., 2000, σ. 74).

❖ *Multidimensional Scientific Literacy*: Ο πολυδιάστατος επιστημονικός γραμματισμός περιλαμβάνει την κατανόηση των επιστημών που επεκτείνεται πέρα από τις έννοιες των επιστημονικών κλάδων και των διαδικασιών της επιστημονικής έρευνας (Trowbridge et al., 2000· Χατζιάβαλος & Τσαπαρλής, 2009). Περιλαμβάνει τις φιλοσοφικές, ιστορικές και κοινωνικές διαστάσεις της εκάστοτε επιστήμης και της τεχνολογίας (Trowbridge et al., 2000· Χατζιάβαλος & Τσαπαρλής, 2009). Εδώ οι μαθητές αναπτύσσουν μερική κατανόηση και εκτίμηση των Φυσικών Επιστημών και της τεχνολογίας (Trowbridge et al., 2000· Χατζιάβαλος & Τσαπαρλής, 2009), ως ένα μέρος της κουλτούρας, του πολιτισμού και της παιδείας (Trowbridge et al., 2000). Οι μαθητές αρχίζουν να κάνουν τις συνδέσεις εντός των επιστημονικών κλάδων, μεταξύ της επιστήμης και της τεχνολογίας, καθώς και μεταξύ της επιστήμης, της τεχνολογίας και των μεγαλύτερων θεμάτων κοινωνικών προκλήσεων (Trowbridge et al., 2000· Χατζιάβαλος & Τσαπαρλής, 2009). Με λίγα λόγια, μέσω αυτής της προοπτικής του επιστημονικού αλφαριθμητισμού κάποιος:

- «κατανοεί τις μοναδικές ιδιότητες των Φυσικών Επιστημών,
- διαφοροποιεί τις Φυσικές Επιστήμες από άλλους κλάδους,
- γνωρίζει την ιστορία και τη φύση των Φυσικών Επιστημών
- και αντιλαμβάνεται τις Φυσικές Επιστήμες σε ένα κοινωνικό πλαίσιο» (Trowbridge et al., 2000, σ. 74).

❖ *Scientific Illiteracy*: Σε αυτό το μοντέλο, μερικά άτομα μπορεί να είναι επιστημονικά αναλφάβητοι λόγω της ηλικίας, του σταδίου ανάπτυξης ή μειωμένων γνωστικών ικανοτήτων (Trowbridge et al., 2000). Ο δείκτης του επιστημονικού αναλφαριθμητισμού είναι στην πραγματικότητα αυτοί που δεν μπορούν να αναφερθούν ή να ανταποκριθούν σε μια επιστήμη (Trowbridge et al., 2000). Τα άτομα αυτά συνήθως είναι λίγα μέσα σε μια σχολική τάξη Φυσικών Επιστημών (Trowbridge et al., 2000) και δεν κατέχουν το λεξιλόγιο, τις έννοιες, τα πλαίσια ή τη

γνωστική ικανότητα για να εντοπίσουν το ζήτημα ως επιστημονικό (Trowbridge et al., 2000· Χατζζάβαλος & Τσαπαρλής, 2009). Οι μαθητές, δηλαδή, δεν είναι ικανοί να απαντήσουν σε μια εύλογη ερώτηση για τις Φυσικές Επιστήμες και τη τεχνολογία (Trowbridge et al., 2000· Χατζζάβαλος & Τσαπαρλής, 2009).

Σύμφωνα με τους Χατζζγεωργίου κι Έξαρχο (2004) μια πιο λειτουργική έννοια του επιστημονικού αλφαριθμητισμού δίνει έμφαση στη σχέση της επιστημονικής γνώσης με την καθημερινή ζωή των μαθητών –πρακτική γνώση- και την κοινωνική της διάσταση –τοπικά και παγκόσμια προβλήματα-, χωρίς να περιθωριοποιεί βέβαια το ακαδημαϊκό περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών –επιστημονικές ιδέες-. Πολίτες και μαθητές χρησιμοποιούν την επιστημονική γνώση για την εφαρμογή της σε πρακτικές, καθημερινές καταστάσεις, για την ανάγνωση και κατανόηση επιστημονικών άρθρων και για τη λήψη αποφάσεων ως μέλη κάποιας οργάνωσης ή απλά στην περίπτωση που τους ζητηθεί να εκφράσουν γνώμη για τη διευθέτηση κάποιου θέματος.

Ένας από τους τύπους του επιστημονικού αλφαριθμητισμού είναι και ο *Earth Scientific Literacy*. Ένα επιστημονικά εγγράμματο άτομο σε θέματα της Γης:

- ❖ κατανοεί τις βασικές έννοιες των πολλών συστημάτων της Γης,
- ❖ ξέρει πώς να βρει και να αξιολογήσει επιστημονικά αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με τη Γη,
- ❖ επικοινωνεί σχετικά με την επιστήμη της Γης με ουσιαστικό τρόπο
- ❖ και είναι σε θέση να αποφασίσει συνειδητά και υπεύθυνα σχετικά με τη Γη και τους πόρους της («Scientific literacy», χ.η).

Σύμφωνα με τον De Boer (2000, όπ. αναφ. στον Στύλο, 2014, σ. 81) υπάρχουν εννιά αντιλήψεις του επιστημονικού γραμματισμού:

1. η διδασκαλία και η μάθηση ως πολιτισμική δύναμη σε έναν μοντέρνο κόσμο,
2. η προετοιμασία για τον κόσμο της εργασίας,
3. η διδασκαλία και η μάθηση για τις Φυσικές Επιστήμες έχουν άμεση εφαρμογή στην καθημερινή ζωή,
4. η διδασκαλία των μαθητών με σκοπό να γίνουν ενημερωμένοι πολίτες,
5. η μάθηση των επιστημών ως ένας ειδικός τρόπος εξέτασης του φυσικού κόσμου,
6. η κατανόηση αναφορών και συζητήσεων για τις Φυσικές Επιστήμες που εμφανίζονται στα μέσα μαζικής ενημέρωσης,
7. η μάθηση των επιστημών με σκοπό την καλαίσθητη εμφάνιση,
8. η προετοιμασία πολιτών που συμπαθούν τις Φυσικές Επιστήμες και
9. η κατανόηση της φύσης και της σημασίας της τεχνολογίας και η σχέση της με την επιστήμη.

Οι προσεγγίσεις σχετικά με τον επιστημονικό γραμματισμό που προτείνονται από Κόλλια και Χαλκιά φαίνονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Προσεγγίσεις σχετικά με τον επιστημονικό γραμματισμό

Αντίληψη για τον επιστημονικό γραμματισμό	Περιεχόμενο	Βιβλιογραφία
1. Εγγραμματισμός στις έννοιες των Φυσικών	Θέματα που δίνουν έμφαση στην κατανόηση της επιστημονικής γνώσης και του	❖ Α.Π. τυπικού σχολείου ❖ Roberts, D.

Επιστημών	τρόπου που λειτουργεί ο φυσικός κόσμος. Οι Φυσικές Επιστήμες σε αυτό το πλαίσιο έχουν αυταξία (π.χ. νόμοι του Νεύτωνα).	(2007)
2. Εγγραμματισμός σε καθημερινές καταστάσεις σχετικές με την επιστήμη	Καθημερινά θέματα σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία. Είναι θέματα γενικού ενδιαφέροντος (δεν αφορούν έναν εξειδικευμένο πληθυσμό) και αφορούν «μακροσκοπικά» κοινωνικά ή περιβαλλοντικά ζητήματα (π.χ. ποιότητα αέρα) ή θέματα που συναντά ο μέσος άνθρωπος στην προσωπική του ζωή (π.χ. διατηρούμαι υγιής).	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Millar, R. (2006) ❖ Roberts, D. (2007)
3. Εγγραμματισμός σε καθημερινές καταστάσεις σχετικές με την επιστήμη με έμφαση στο πλαίσιο της τοπικής κοινωνίας που ζει ο εκπαιδευόμενος	<p>A) Θέματα που πηγάζουν από την εργασιακή ζωή των ανθρώπων (π.χ. η Χημεία στην αγροτική ζωή).</p> <p>B) Θέματα που πηγάζουν από την προσωπική και κοινωνική ζωή των ανθρώπων στο πλαίσιο της τοπικής κοινωνίας (π.χ. η δημιουργία ΧΥΤΑ σε έναν δήμο)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Layton, D., Davey, A., & Jenkins, E. (1986) ❖ Roberts, D. (2007) ❖ Roth, W.-M., & Lee, S. (2004) ❖ Roberts, D. (2007)

(Κόλλιας, Σ., & Χαλκιά, Κ. 2013, σ. 668)

3.3. Ο Επιστημονικός Γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες

Αν βασικός σκοπός της εκπαίδευσης είναι η προετοιμασία ενεργών πολιτών σε μια δημοκρατική κοινωνία, τότε η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών πρωτοστατεί, καθότι συμβάλλει στην απόκτηση ορθής και κριτικής σκέψης για τη λήψη αποφάσεων. Επομένως η ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας πρέπει να αντανακλάται στον επιστημονικό και τεχνολογικό αλφαριθμητισμό του συνόλου της κοινωνίας κι όχι ενός δείγματος αυτής. Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και τη τεχνολογία οφείλει να είναι ανοιχτή,

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

ανανεωτική, ενοποιημένη, να εδράζεται εμπειρίες και πραγματικές καταστάσεις, καθώς επίσης να περιλαμβάνει αξίες και στάσεις, που αντανακλούν τον τρόπο, με τον οποίο οι επιστήμονες κάνουν έρευνα. Το σύνθημα της εποχής μας θα πρέπει να αφορά την παροχή επιστημονικής και τεχνολογικής παιδείας σε όλους, προσφέροντας τη δυνατότητα απόκτησης λειτουργικών και χρήσιμων γνώσεων, που παράλληλα να συνοδεύονται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων. (Κόκκοτας, 2009)

Οι Φυσικές Επιστήμες σήμερα εξελίσσονται σε διαφορετικές κατευθύνσεις από αυτές του παρελθόντος. Το ενδιαφέρον στρέφεται στις λειτουργικές όψεις των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, στη σημασία και στις σχέσεις τους με το ανθρώπινο συμφέρον, την οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνική πρόοδο και την ποιότητα ζωής, ενώ στην καθιέρωση νέων θεωριών και νόμων δίνεται λιγότερη έμφαση (Hurd, 1997, όπ. αναφ. στους Σιάχο & Σπηλιωτοπούλου, 2002). Ο επιστημονικός γραμματισμός, επομένως, θεωρείται ως μια πολιτική ικανότητα που χρειάζεται για την ορθολογική σκέψη και χρήση εννοιών των Φυσικών Επιστημών αναφορικά με προσωπικά, κοινωνικά, πολιτικά και οικονομικά ζητήματα (Σιάχος & Σπηλιωτοπούλου, 2002).

Σύμφωνα με το πλαίσιο αξιολόγησης του PISA 2006, ο εγγραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες αναφέρεται:

- ❖ στην επιστημονική γνώση του μαθητή και την ικανότητα του να χρησιμοποιεί αυτήν τη γνώση για να αναγνωρίζει τα επιστημονικά ζητήματα, να αποκτά νέα γνώση, να εξηγεί φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο και να οδηγείται σε συμπεράσματα βασισμένα σε επιστημονικά τεκμήρια για θέματα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες και τη τεχνολογία·
- ❖ στην κατανόηση της επιστήμης ως μορφής ανθρώπινης γνώσης και διερεύνησης·
- ❖ στην επίγνωση του πώς η επιστήμη και η τεχνολογία διαμορφώνουν το υλικό, πνευματικό και πολιτισμικό περιβάλλον·
- ❖ στην προθυμία του να ασχοληθεί και να συμμετάσχει ενεργά ως πολίτης σε ζητήματα που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες.

(Στύλος, 2014, σ. 79-80)

Ο επιστημονικός γραμματισμός υπήρξε ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό της ρητορικής πολιτικής της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού του εικοστού αιώνα, το οποίο αποτέλεσε τη βάση πολλών προγραμμάτων σπουδών με πρωτοβουλίες που αφορούσαν την επιστήμη, την τεχνολογία και την κοινωνία (STS) σε σχολεία και κολέγια σε πολλά μέρη του κόσμου (Husén & Postlethwaite, 1994). Για οποιοδήποτε θέμα στις Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά ή την τεχνολογία που διδάσκεται σε ένα μόνο μάθημα είναι απίθανο να αφήσει ένα ίχνος στο τέλος της σχολικής εκπαίδευσης· αντίθετα οι γνώσεις θα πρέπει να προσφέρονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, σε διαφορετικά πλαίσια και σε αυξανόμενα επίπεδα πολυπλοκότητας (Nelson, 1998, 1999).

Ο γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες σημαίνει ικανότητα για κατανόηση κι ερμηνεία του φυσικού κόσμου, για επίλυση προβλημάτων, για διάβασμα και κατανόηση άρθρων σε επιστημονικά περιοδικά, για παρακολούθηση και συμμετοχή σε σχετικές συζητήσεις, για

λήψη προσωπικών αποφάσεων σε θέματα Φυσικών Επιστημών και τεχνολογίας κ.ο.κ. (Καρύδας, 2013, όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014). Βασική αρχή του αλφαριθμητισμού στις Φυσικές Επιστήμες είναι πώς σε ένα περιβάλλον επιστήμης και τεχνολογίας, όλοι οι άνθρωποι πρέπει να διαθέτουν κάποιες γνώσεις Φυσικών Επιστημών και τεχνολογίας, ώστε να μπορούν να λειτουργούν σε αυτό ως άτομα κι ως πολίτες (Καρύδας, 2013, όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014). Για να χαρακτηριστεί ένα άτομο εγγράμματο στις Φυσικές Επιστήμες πρέπει να τηρούνται οι εξής βασικές παραδοχές:

1. κατανόηση των βασικών εννοιών, των νόμων, των αρχών και των δεδομένων των Φυσικών Επιστημών·
2. αντίληψη της ποικιλίας των επιστημονικών μεθοδολογιών, στάσεων και διαθέσεων, όπως και κατάλληλη αξιοποίηση αυτών·
3. σύνδεση της επιστημονικής θεωρίας με την καθημερινή ζωή κι αναγνώριση φυσικών, χημικών, περιβαλλοντικών και βιολογικών διεργασιών στον κόσμο που μας περιβάλλει·
4. αναγνώριση των ποικίλων τρόπων με τους οποίους οι Φυσικές Επιστήμες και η σχετιζόμενη με αυτές τεχνολογία αλληλεπιδρούν με τις οικονομικές, πολιτισμικές και πολιτικές πλευρές της κοινωνίας·
5. κατανόηση αποσπασμάτων της ιστορίας των Φυσικών Επιστημών ως τρόπων με τους οποίους οι επιστήμες έχουν διαμορφώσει κι έχουν διαμορφωθεί από πολιτισμικές, ηθικές και θρησκευτικές επιρροές·
6. ικανότητα παρατήρησης, διατύπωσης υποθέσεων, εξαγωγής συμπερασμάτων, σχεδιασμού κι ανάλυσης, συνεργασία σε ομάδες και δίκτυα κι άλλων τέτοιων «ικανοτήτων ζωής».

(Καρύδας, 2013· Καρύδας & Κουμαράς, 2003· Matthews, 1994, 2007, όπ. αναφ. στον Σταμούλη, 2014)

Για τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό και τους στόχους της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών έχει αρθρογραφήσει και ο Astolfi (1996), όπου συζητούνται οι σχέσεις μεταξύ επιστημονικής και τεχνολογικής εκπαίδευσης και εισαγάγει έναν προβληματισμό που αντικατοπτρίζει το ενδιαφέρον της ιστορίας της επιστήμης ως τον επιστημολογικό προβληματισμό για τη διδασκαλία. Πρώτον ισχυρίζεται, ότι η παραδοσιακή, επιστημονική διδασκαλία δεν είναι πολύ χρήσιμη ως θεμέλιο. Δεύτερον, θεωρεί ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν την τάση να ξεχνάμε ότι οι επιστημονικές έννοιες έχουν δημιουργηθεί σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο και τις φαντάζονται σε μια θετικιστική λειτουργία, που ορίζει την πραγματικότητα «από μόνη της». Επιπλέον, οι ίδιοι οι επιστήμονες καταλήγουν να αγνοούν ότι οι ιδέες τους δεν είναι παρά μόνο μερικά προσωρινά μοντέλα. Επιπροσθέτως, η αξία της τεχνολογίας για τον συγγραφέα είναι να δείξει ότι οι μηχανικοί, οι γιατροί, οι αρχιτέκτονες δημιουργούν κι αυτοί τα μοντέλα τους για την αντιμετώπιση των ζητημάτων που τους απασχολούν, όμως αυτά δεν μεταλλάσσονται τόσο όσο συμβαίνει στους ακαδημαϊκούς κλάδους, όπου χάνονται τα ίχνη της προέλευσής τους. Τέλος προτείνει οι εκπαιδευτικοί μαζί με τους μαθητές τους να δημιουργήσουν τα δικά τους «ad hoc» μοντέλα, προκειμένου να λυθούν τα προβλήματα της σύγχρονης καθημερινής ζωής.

Ο Astolfi (1996) ασχολείται με το τεράστιο κονστрукτιβιστικό κίνημα, το οποίο έχει ως στόχο να καταπολεμήσει την άκρως ιντερναλιστική λειτουργία του επιστημονικού λόγου των εκπαιδευτικών και των σχολικών βιβλίων, που είναι αντίθετη στον ακαδημαϊκό

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

φορμαλισμό, χωρίς κανείς να γνωρίζει τι ακριβώς εξυπηρετεί. Οι εξελίξεις της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών θα επιτρέψουν μέσω της καλύτερης γνώσης τη συμμετοχή στην επίλυση προβλημάτων (Astolfi, 1996), όμως σύμφωνα με τον Fourez αυτό πρέπει γίνει με διαφορετικό τρόπο, με ιδιαίτερη προσοχή στους στόχους και τις ηθικές πτυχές της διδασκαλίας. Σύμφωνα με τη σύγχρονη επιστημολογία κάθε επιστήμη είναι μια ανθρώπινη κατασκευή, η οποία οδηγεί σε διάκριση ασύνδετων μεταξύ τους γνώσεων (Astolfi, 1996).

Οι γνώσεις και οι εμπειρίες, που έχει ένας επιστημονικά εγγράμματος πολίτης, τον βοηθούν να εκτιμά την επιστημονική εργασία των άλλων και η εκπαίδευση του στις Φυσικές Επιστήμες τον βοηθάει να έχει πλουσιότερη και πιο εμπειριστατωμένη άποψη για τον κόσμο και τους συνανθρώπους του κι αναπτυγμένη ευαισθησία σχετικά με τις εφαρμογές της επιστήμης, τα οφέλη και τους κινδύνους που αυτές συνεπάγονται. Ο επιστημονικά καλλιεργημένος πολίτης αποδέχεται τις αξίες που προάγουν οι Φυσικές Επιστήμες κι αυξάνει τις γνώσεις του γύρω από αυτές καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής. Τέτοιοι πολίτες διαμορφώνονται μόνο όταν τα αναλυτικά προγράμματα των Φυσικών Επιστημών έχουν μια εξισορροπημένη θεώρηση μεταξύ της επιστημονικής γνώσης, των διαδικασιών, της λογικής σκέψης, της κοινωνικής διάστασης της επιστήμης και των αξιών που προκύπτουν από τις επιστήμες αυτές. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από πολλές πειραματικές και ερευνητικές δραστηριότητες τόσο στο Γυμνάσιο όσο και στο Δημοτικό. (Κόκκοτας, 2005)

3.4. Ο Επιστημονικός Γραμματισμός στο σχολείο

Βασικός στόχος του σχολείου σε μια κοινωνία σαν την σημερινή είναι να φέρει τους/τις μαθητές/ριες σε επαφή με τις τρέχουσες εξελίξεις της έρευνας και της επιστήμης που μελετούν, όπως αυτές ανακοινώνονται και δημοσιοποιούνται στα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (ΜΜΕ). Η ανάπτυξη της κατανόησης από τους/ις μαθητές/ριες διαφόρων πληροφοριών που ανακοινώνονται αυτά αποτελεί μια σημαντική διάσταση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Ενώ ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός αποτελεί στόχο εξελισσόμενο σε όλη τη διάρκεια της ζωής, τα θεμέλια του όμως μπαίνουν κατά τη σχολική ζωή. (Σιάχος & Σπηλιωτοπούλου, 2002)

Για τον επιστημονικό γραμματισμό σε μαθητές/ριες και φοιτητές/ριες υπάρχουν πολυάριθμες μελέτες και μάλιστα σε διεθνές επίπεδο –όπως αυτή των Rosier και Banks το 1990 (όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994)-. Οι στόχοι της σχολικής εκπαίδευσης στον τομέα Φυσικών Επιστημών περιλαμβάνουν την προετοιμασία των μαθητών/ριών, οι οποίοι/ες κατανοούν

- ❖ έναν περιορισμένο αριθμό βασικών εννοιών της επιστήμης και των θεμελιωδών αρχών, νόμων και θεωριών που οργανώνουν το σώμα της επιστημονικής γνώσης και μπορούν να τις εφαρμόσουν,
- ❖ τους τρόπους της συλλογιστικής που ενσωματώνονται στην επιστημονική έρευνα και μπορούν να τους χρησιμοποιήσουν,
- ❖ τη φύση της επιστημονικής προσπάθειας και τους τρόπους της γνώσης, των νόμων και των θεωριών,

- ❖ και την ιστορία της επιστημονικής ανάπτυξης, τη σχέση ανάμεσα στην επιστήμη και την τεχνολογία και τα ιστορικά, πολιτιστικά και κοινωνικά πλαίσια στα οποία αυτή η σχέση είναι ενσωματωμένη (Trowbridge et al., 2000).

Για να στηρίξει και να αναπτύξει τους ευρείς κοινωνικούς στόχους της εκπαίδευσης, η σχολική μόρφωση στον τομέα Φυσικών Επιστημών πρέπει να εστιαστεί στην κατανόηση της επιστημονικής γνώσης από τον μαθητικό πληθυσμό και να τους παρέχει ευκαιρίες για να εξασκούνται χρησιμοποιώντας αυτή τη γνώση, με απώτερο σκοπό την ολόπλευρη ανάπτυξη επιστημονικά εγγράμματων μαθητών (Trowbridge et al., 2000). Ως εκ τούτου, τα σχολικά επιστημονικά προγράμματα πρέπει να παρέχουν τις εμπειρίες που:

- ❖ είναι προσωπικά και κοινωνικά σχετικές·
- ❖ απαιτούν ένα ευρύ φάσμα γνώσεων, μεθόδων και προσεγγίσεων για την κριτική ανάλυση των προσωπικών και κοινωνικών θεμάτων·
- ❖ ενθαρρύνουν τους/ις μαθητές/ριες να ενεργούν με τρόπο που αντανακλά την κατανόηση του αντίκτυπου των επιστημονικών γνώσεων σχετικά με τη ζωή τους, την κοινωνία και τον κόσμο·
- ❖ ενθαρρύνουν την εκτίμηση των μαθητών/ριών για την επιστημονική προσπάθεια, τον ενθουσιασμό και την ευχαρίστηση τους για την επιδίωξη της·
- ❖ και αναπτύσσουν στους/ις μαθητές/ριες μια εκτίμηση για την ομορφιά και την τάξη του φυσικού κόσμου (Trowbridge et al., 2000).

Το κλασικό μάθημα, παρ' όλες τις αλλαγές που έχει υποστεί, προωθεί μια επαγωγική προσέγγιση, όπου η παρατήρηση είναι προτιμότερη (Plé & Orange, 2000). Ωστόσο ο επιστημονικός διαφωτισμός, δίνει προτεραιότητα στην προβληματοποίηση και την εξέταση των αναπαραστάσεων των μαθητών (Plé & Orange, 2000). Λοιπόν, ο επιστημονικός γραμματισμός στα σχολεία επέρχεται μέσω του επιστημονικού διαφωτισμού, ο οποίος είναι αναμφίβολα η ευκαιρία να αναπτυχθεί μια νέα διδακτική της επιστήμης σε ρήξη με το κλασικό μάθημα (Host, 1973 όπ. αναφ. στον Kahn, 2000). Σύμφωνα με τον Kahn (2000) η περιγραφή των πραγματικών περιστατικών που προτείνονται στη βιβλιογραφία και είναι σύμφωνα με μια σχεδιαστική μέθοδο και τον επιστημονικό θετικισμό βοηθούν στην ανάπτυξη αυτού και θέλουν να υποτάξουν τη φαντασία στην παρατήρηση, δηλαδή να μάθουν οι μαθητές/ριες να κρίνουν από τα γεγονότα «θετικά» και να εκπαιδευτούν στην αντικειμενικότητα. Είναι επίσης σαφές ότι μπορεί κανείς να συνδέσει διαφορετικά επίπεδα κατανόησης με τις επιστημονικές έννοιες· καθότι για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να γράφουν σωστά και να χρησιμοποιούν τη λέξη μιας έννοιας σε μια απλή φράση, ωστόσο οι ίδιοι οι μαθητές δεν μπορούν να αναγνωρίσουν πολλές άλλες σημαντικές εκφάνσεις αυτής της έννοιας (Trowbridge et al., 2000). Δεδομένου ότι οι ρόλοι των Φυσικών Επιστημών, των Μαθηματικών και της τεχνολογίας αναπτύσσονται στην κοινωνία μας, τα αντίστοιχα σχολικά προγράμματα σπουδών πρέπει να δώσουν έμφαση στο βάθος των γνώσεων, όχι στο εύρος των πληροφοριών (Nelson, 1999). Τα σχολεία δεν θα πρέπει να κληθούν να διδάξουν όλο και περισσότερο περιεχόμενο, αλλά να επικεντρωθούν σε αυτό που είναι ουσιώδες για την επιστήμη και την παιδεία, ώστε να διδαχθεί πιο αποτελεσματικά (AAAS, 1989)

Το μάθημα των Φυσικών Επιστημών είναι αυτό που μπορεί να εφοδιάσει τους νέους με γνώσεις και δεξιότητες, που απαιτούνται για την κατανόηση του κόσμου και την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής. Αυτό όμως δεν μπορεί να συμβεί με τον παραδοσιακό

τρόπο διδασκαλίας (Κόκκοτας, 2009). Με άλλα λόγια, ο σύγχρονος πολίτης έχει ανάγκη κατανόησης μερικών εννοιών και νόμων των Φυσικών Επιστημών, αλλά και των επιτευγμάτων και των ορίων, στα οποία μπορούν να φθάσουν κι αυτό αποτελεί θέμα ζωτικής σημασίας για την ευημερία της πολιτείας (Reid & Hodson, 1987, όπ. αναφ. στον Κόκκοτα, 2009). Εξάλλου η επιστημονική δραστηριότητα είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του σύγχρονου κόσμου, αυτό που ξεχωρίζει τον 20^ο αιώνα και πολύ περισσότερο τον 21^ο από τους προηγούμενους (Κόκκοτας, 2009).

Η είσοδος στον επιστημονικό γραμματισμό αποτελεί μια καινοτομία, η οποία επί της ουσίας εντοπίζεται σε μια εκπαιδευτική προσέγγιση, που δίνει έμφαση στην εννοιολογική μάθηση, και ευρύτερα στο περιεχόμενο, το οποίο στοχεύει να φέρει τους/ις μαθητές/ριες σταδιακά σε επιστημονικό και τεχνολογικό αλφαριθμητισμό (Plé & Orange, 2000). Όμως το σύνολο των δυσκολιών επίκεινται στο πέρασμα από μια κοινή «κουλτούρα» σε μια «κουλτούρα» επιστημονικού γραμματισμού. Αυτό το θέμα δε μπορεί να λυθεί μόνο μέσω του Δημοτικού σχολείου, αλλά πρέπει να συνεχιστεί το έργο και στη Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια εκπαίδευση μέσω των εννοιολογικών αλλαγών, αλλά και μέσω επιστημολογικών και μεταφυσικών μετασχηματισμών (Plé & Orange, 2000). Για τις προϋποθέσεις πρόσβασης στον επιστημονικό γραμματισμό αναφέρονται σε μελέτη τους και οι M.J. Maryse και Rebière (όπ. αναφ. στους Plé & Orange, 2000), όπου προτρέπουν τους/ις μαθητές/ριες να οικειοποιηθούν πρακτικές από τους αντίστοιχους κλάδους, τις οποίες δεν θα αποκτήσουν ειδιάλλως. Σχετικά με τον επιστημονικό εγγραμματισμό ο Hodson (2003, όπ. αναφ. στον Στύλο, 2014) υποστηρίζει ότι οι μαθητές/ριες θα πρέπει να μάθουν την επιστήμη (νόμους και θεωρίες), σχετικά με αυτή (π.χ. φύση επιστημών, σχέσεις μεταξύ επιστημών, τεχνολογιών, κοινωνιών και περιβαλλόντων), να «κάνουν» Φυσικές Επιστήμες –για παράδειγμα να δημιουργήσουν επιστημονική γνώση μέσα από κατάλληλες προσεγγίσεις σε ειδικά πλαίσια- και να ασχοληθούν με την κοινωνικοπολιτική δράση.

Οι Plé και Orange (2000) αναφέρουν, επίσης, ότι η σταδιακή είσοδος στον επιστημονικό γραμματισμό στο Δημοτικό σχολείο δημιουργεί προβλήματα που συνοψίζονται στην ερώτηση: «Πώς συμβαδίζει η οικοδόμηση των γνώσεων από τους/ις μαθητές/ριες με την είσοδό τους σε μια παιδεία, η οποία είναι αναγκαστικά συνυφασμένη με τα αντικείμενα μάθησης, αλλά και τα ιστορικά τεκταινόμενα;». Γι' αυτό και οι εκπαιδευτικές έρευνες –θεωρητικές ή πρακτικές- για την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση στη Γαλλία δεν μπορούν από μόνες τους να ορίσουν τι πρέπει να διδαχθεί και πώς. Ωστόσο η είσοδος στον επιστημονικό γραμματισμό αποτελεί κυρίαρχο παράγοντα για τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών και τις Τεχνολογίες στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Πλέον στην εποχή μας και στον αιώνα που ζούμε, ο επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός αφορά όλους τους μαθητές/ριες κι όχι τη μειοψηφία που πρόκειται να ακολουθήσει επαγγέλματα σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία. Η ειδίκευση για τους/ις τελευταίους/ες μετατίθεται στις τελευταίες τάξεις του Λυκείου. Σκοπός των προηγούμενων σχολικών τάξεων είναι να προσφέρουν τη δυνατότητα σε όλους κι όλες να ανταποκριθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στις απαιτήσεις της σύγχρονης ζωής, όπου ο ρόλος της επιστήμης και της τεχνολογίας είναι καθοριστικός. Όλοι/ες οι μαθητές/ριες μπορούν και πρέπει να μνηθούν στην κουλτούρα των Φυσικών Επιστημών και της τεχνολογίας, έτσι ώστε ως αυριανοί πολίτες να διαθέτουν τις απαραίτητες δεξιότητες,

γνώσεις, στάσεις και συμπεριφορές για μια ολοκληρωμένη προσωπική και κοινωνική ζωή. Προτείνεται, λοιπόν, να συνδεθεί η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με τα κοινωνικά, πολιτιστικά και περιβαλλοντικά προβλήματα της τοπικής και παγκόσμιας κοινότητας, να τονιστεί η άποψη ότι η επιστήμη και η τεχνολογία αποτελούν προϊόντα της ανθρώπινης ιστορίας και πολιτισμού και να διευρυνθούν οι σχέσεις και οι αλληλεπιδράσεις των Φυσικών Επιστημών και της τεχνολογίας μεταξύ τους, αλλά και με άλλα πεδία γνώσης και πολιτισμού. (Καρύδας & Κουμαράς, 2002)

Για τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό στο σχολείο, και συγκεκριμένα για το ποια παιδεία απαιτείται και τι όροι πρέπει να τεθούν σε εφαρμογή για την ανάπτυξή τους, αναφέρεται σε κείμενό του ο Καθηγητής Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογιών, Abdelkrim Hasni (2005). Δηλαδή αναφέρεται στους στόχους, τις δεξιότητες και τα απαραίτητα περιεχόμενα ενός τέτοιου γραμματισμού. Ρόλος του σχολείου, ως κοινωνικού θεσμού προσβάσιμου από όλους τους μαθητές, αποτελεί η ανάπτυξη του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού. Έχοντας επίγνωση του χάσματος που συνεχίζει να διευρύνεται μεταξύ της ταχείας εξέλιξης των επιστημών και της τεχνολογίας και την οικειοποίησή τους από τους πληθυσμούς, πολλές δυτικές χώρες έχουν ως προτεραιότητα κατά τις τελευταίες δεκαετίες τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό. (Abdelkrim Hasni, 2005)

Ακόμη και αν ο επιστημονικός και τεχνολογικός γραμματισμός φαίνεται να είναι μια ανησυχία των διαφόρων φορέων, το σχολείο πρέπει να έχει κεντρική θέση στην ανάπτυξή τους και μάλιστα σε όλα τα επίπεδα της γενικής εκπαίδευσης (πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας) είτε μέσω καινοτόμων προγραμμάτων Φυσικών Επιστημών είτε Τεχνολογιών (Hasni, 2005). Αρκετές φορές και σε αρκετούς πολιτικούς λόγους κατά τη τελευταία δεκαετία συναντώνται οι παραπάνω όροι, κάτι που τους φέρνει σε ζήτημα εθνικής προτεραιότητας σε πολλές δυτικές χώρες (Hasni, 2005). Για παράδειγμα η Κυβέρνηση του Québec, το 2000 (όπ. αναφ. στον Hasni, 2005), είχε χρηματοδοτήσει για το σκοπό αυτό μια σειρά από φορείς και είχε πάρει μέτρα που προωθούσαν αυτή την παιδεία, όπως για παράδειγμα ενεργούς συμμετέχοντες μεταξύ του πληθυσμού, εκδηλώσεις που πραγματοποιήθηκαν για το σκοπό αυτό, τηλεοπτικές παραγωγές, μουσειολογικούς εξοπλισμούς κι επιστημονικά περιοδικά διεύρυνσης. Αυτή η παιδεία αναφέρεται σε παράγοντες οι οποίοι προέρχονται κυρίως από τα μέσα της επικοινωνίας και της λαϊκής εκπαίδευσης, χωρίς το σχολείο να αμφισβητείται στις περισσότερες από αυτές τις παρεμβάσεις (Hasni, 2005). Ο ρόλος των σχολείων είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη αυτών των δύο ειδών αλφαριθμητισμού για όλους τους μαθητές (Hasni, 2005). Όπως αναφέρθηκε από το Ανώτατο Συμβούλιο Παιδείας του Καναδά (1990, όπ. αναφ. στον Hasni, 2005), θα ήταν λάθος η σκέψη ότι το σχολείο αναμένεται να παίξει δευτερεύοντα ρόλο, βλέποντας τη συμμετοχή του σε άλλες θέσεις:

Καθώς αυτό είναι το μόνο που κατέχει επίσημη εντολή εκπαίδευσης και φτάνει σε όλα τα παιδιά αυτό αποτελεί την κεντρική αρχή για την ολοκλήρωση της γνώσης των παιδιών και το μόνο μόνιμο κοινωνικό κέντρο στο οποίο έχουν πρόσβαση. Λόγω της εντολής του για ολοκληρωμένη ανάπτυξη και για ευκαιρίες με καθολική πρόσβαση που παρέχει, το σχολείο είναι το μόνο μέσο ως εκπαιδευτικό ίδρυμα που μπορεί να εξασφαλίσει τη σειρά εφαρμογής, την οργάνωση και την εμπάθυνση των εμπειριών των παιδιών και μπορεί να

παρέχει μια σταθερή συλλογική πλατφόρμα που επιτρέπει την ανταλλαγή εμπειριών και το διαρκή προβληματισμό. (σελ.18)

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών αποτελεί κυρίαρχο θέμα της παιδείας διαφόρων χωρών (Hasni, 2005). Αυτή σε συνδυασμό με τα προαναφερόμενα είδη αλφαριθμητισμού οδήγησε σε μεταρρυθμίσεις στην εκπαίδευση στον ανεπτυγμένο κόσμο (Hasni, 2005). Έτσι απαιτείται μια σύντομη ιστορική παράκαμψη που θα επιτρέψει τη διάκριση μεταξύ των δύο τρόπων κατανόησης του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού: από τη μία με βάση την εισαγωγή σε επιστημονικούς κλάδους κι από την άλλη με βάση την αποτίμηση των χρήσιμων γνώσεων στην καθημερινή ζωή και τη διαφοροποίηση των αναφορών των γνώσεων προς διδασκαλία (Hasni, 2005).

- ❖ Για τον Bruner (1996, σ. 8, όπ. αναφ. στον Hasni, 2005), μπορεί να είναι τόσο περίπλοκο όπως μια περιοχή της γνώσης, μπορεί όμως να εκπροσωπείται με τρόπο προσβάσιμο μέσω λιγότερο πολύπλοκων διαδικασιών... Κάποιος μπορεί να διδάξει οποιοδήποτε θέμα σε ένα παιδί, ανεξάρτητα από την ηλικία, υπό την προϋπόθεση ότι θα έχει την κατάλληλη μορφή για να το κάνει... Ένα πρόγραμμα πρέπει να μοιάζει με μια σπείρα: που ξεκινά με τη διαισθητική περιγραφή του πεδίου γνώσης, πριν από την περαιτέρω ανάπτυξη, καταλήγοντας όλο και πιο βαθιά: έτσι οδηγεί στον επιθυμητό βαθμό εκπροσώπησης, περισσότερο ή λιγότερο βαθιά, περισσότερο ή λιγότερο τυποποιημένα.
- ❖ Για τον Berstein (1997,σ.168-169, όπ. αναφ. στον Hasni, 2005) μια καλά σχεδιασμένη εκπαίδευση εξακολουθεί να αποτελεί ένα είδος κοινωνικού έλεγχου, και η γνώση αντιπροσωπεύει ένα κεφάλαιο για κάποιους, όχι όμως δικαίωμα για όλους. Αν η γνώση θεωρείται ιερό σε ένα κλονισμένο σύστημα, εμφανίζεται επίσης πολύ παρόμοια με την ιδιωτική περιουσία και διάφορα είδη των συμβολικών περιφράξεων της, και όσοι κατέχουν αρκετά ως μονοπώλια. Οι μαθητές/ριες και οι φοιτητές /ριες εξετάζονται επίσης προσεκτικά έτσι ώστε να μπορούμε να διακρίνουμε μεταξύ επιλεγμένων και των αποκλεισμένων. Και μόλις γίνει αυτή η διαλογή, είναι πολύ δύσκολο για κάποιον, μερικές φορές ακόμα και αδύνατο, να αλλάξει την εκπαιδευτική ταυτότητα. Με μια εκπαίδευση που χαρακτηρίζεται από την εξειδίκευση, το σιτάρι πρέπει να διαχωρίζεται γρήγορα από το άχυρο, το οποίο είναι επικαλυμμένο με όλες τις ιδιότητες του μιάσματος.
- ❖ Για τον Bybbe (1997, όπ. αναφ. στον Millar, 2004) ο όρος «επιστημονικός γραμματισμός» χρησιμοποιείται όλο και ευρύτερα για να περιγράψει το γενικό σκοπό της σχολικής εκπαίδευσης στον τομέα των Φυσικών Επιστημών και να δικαιολογήσει τη σημαντικότητά της.

Σε αυτό το πλαίσιο της κριτικής της σχολικών γνώσεων γεννήθηκαν πολλά ρέματα ["scientific literacy", "science for all", "alphabétisation scientifique et technique", mouvement STS (science, technologie et société), etc] κάνοντας την προώθηση ενός επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού να είναι χρήσιμη και διαθέσιμη σε όλους τους εκπαιδευόμενους (Hasni, 2005). Η έννοια του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού καλεί «να εξετάσει την επιστήμη και την τεχνολογία ως περιοχές που δεν προορίζονται για ειδικούς, ούτε ως κάτι που θα πρέπει να παραμείνει ξένο προς τους

άλλους, αλλά ως μέρος των βασικών προκλήσεων για όλους τους πολίτες» (Andries & Beigbeder, 1994, σ.7, όπ. αναφ. στον Hasni, 2005). Αυτή η νοοτροπία πρέπει να είναι η διαμεσολάβηση που θα καταστεί αναγκαία για την κοινωνική ζωή των πολιτών και να μην αποτελέσει ένα μέρος της μύησης στους επιστημονικούς κλάδους (Fourgez, 1995, όπ. αναφ. στον Hasni, 2005).

Άραγε ποιες γνώσεις και ποιες δεξιότητες αποτελούν προτεραιότητα για έναν επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό στο σχολείο; Απάντηση δίνει μέσα από το κείμενό του ο Hasni (2005) κι εδώ παρουσιάζονται συνοπτικά οι απόψεις του. Σίγουρα δεν υπάρχει ομόφωνη απάντηση στην ανωτέρω ερώτηση· πάντως ο τρόπος που εκλαμβάνεται το κάθε είδος γραμματισμού έχει πολύ θετικές συνέπειες για το αντικείμενο αναφοράς των γνώσεων και θα πρέπει να εξετάζεται κατά την παραγωγή των προγραμμάτων σπουδών. Ο Hasni (2005) διακρίνει τρεις κατηγορίες δεξιοτήτων, χωρίς βεβαία αυτές να μπορούν να διαφοροποιηθούν καθαρά, γι' αυτό είναι δυνατόν ανάμεσά τους να υπάρχουν επικαλύψεις. Έτσι, μια ικανότητα μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία κατηγορίες. Οι διακρίσεις που προτείνονται για εκπαιδευτικούς σκοπούς είναι οι εξής:

1. *Δεξιότητες που αφορούν γνώσεις ιεραρχημένες:* Η πρώτη κατηγορία αφορά την απόκτηση δεξιοτήτων και την συγκέντρωση των γνώσεων (γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις) ιεραρχημένων (επιστημονικές και τεχνικές). Σε αυτή την κατηγορία επιδιώκεται η ανάπτυξη στάσεων και δεξιοτήτων από τους εκπαιδευόμενους, ώστε να αναδειχθούν κρίσιμα ερωτήματα σχετικά με τον περιβάλλοντα επιστημονικό και τεχνολογικό κόσμο και να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες επιστημονικές προσεγγίσεις για να προκύψουν έγκυρες απαντήσεις. Επίσης, επιδιώκεται η εξάσκηση των εκπαιδευόμενων σε ορισμένες έννοιες, μοντέλα και θεωρίες που ευθύνονται για την επιστημονική και τεχνολογική κληρονομιά της ανθρωπότητας. (Hasni, 2005)
2. *Δεξιότητες που αφορούν γνώσεις χρήσιμες στην καθημερινή ζωή.* Η δεύτερη κατηγορία δεξιοτήτων αναφέρεται στη χρήση των επιστημονικών γνώσεων και της τεχνολογίας στη ζωή (βοηθητικές γνώσεις). Πρόκειται για γνώσεις διαφόρων πεδίων (π.χ. διατροφής, δυνατοτήτων τεχνολογίας, κλπ.) που αφορούν την ιδιωτική ζωή του καθενός και οι οποίες επιτρέπουν την άμεση βελτίωση της ποιότητας ζωής του ατόμου. Παράλληλα αυτές οι δεξιότητες του καθένα αφορούν την κινητοποίηση των γνώσεων για καλύτερη χρήση των επιστημών και της τεχνολογίας στην κοινωνία με θετικές κι αρνητικές συνέπειες (οικονομικές, κοινωνικές, ηθικές, περιβαλλοντικές κ.ά.). Αν αυτές οι δεξιότητες όμως δεν αναπτυχθούν για όλους τους πολίτες, υπάρχει μεγάλος κίνδυνος για τους ανθρώπους που δεν έχουν αυτή την παιδεία να απαρνηθούν να είναι ενεργοί και να ενημερώνονται. Η Επιτροπή Προγραμμάτων Σπουδών του Καναδά δήλωσε ότι σε μια κοινωνία που έχει επιτύχει υψηλό βαθμό οργάνωσης και πολυπλοκότητας, δεν μπορεί κανείς να αρνηθεί ότι η χρήση τεχνολογίας (επιστημονικής και τεχνολογικής) υψηλού επιπέδου είναι απαραίτητη σε διάφορα στάδια της διαδικασίας εκπόνησης και εφαρμογής σε άλλες κοινωνικές επιλογές. Επιπλέον, μια εταιρεία που θέλει να ενσαρκώσει τα δημοκρατικά ιδεώδη πρέπει να στοχεύει στο ότι η πλειονότητα των πολιτών (ανδρών και γυναικών), οι οποίοι συνθέτουν τις επιλογές συμμετέχοντας σε αυτές είναι αυτοί που θα διαμορφώσουν το παρόν και το μέλλον αυτής της εταιρείας

(Επιτροπή Προγραμμάτων Σπουδών, 1998, σ. 3, όπ. αναφ. στον Hasni, 2005). Αντίθετα, χωρίς επιστημονική και τεχνολογική παιδεία, τα δημοκρατικά συστήματα γίνονται όλο και πιο ευάλωτα στην τεχνοκρατία. (Hasni, 2005)

3. *Δεξιότητες που αφορούν τη γνώση για τη γνώση*: Η τρίτη κατηγορία των δεξιοτήτων σχετίζεται με την απόκτηση γνώσεων σχετικά με τις επιστημονικές και τεχνολογικές γνώσεις και τα βασικά ζητήματα, όπως: Πώς γεννήθηκαν και αναπτύχθηκαν οι επιστήμες και οι τεχνολογίες στην πορεία της ανθρώπινης ιστορίας; Πώς κατασκευάστηκαν οι επιστήμες και πώς λειτουργούν οι επιστήμονες; Ποια είναι η σχέση της γνώσης με την πραγματικότητα; Τι δεσμοί υπάρχουν μεταξύ των επιστημονικών και τεχνολογικών γνώσεων; Ποιος είναι ο αντίκτυπος της κοινωνίας για την παραγωγή τους; Ποιες είναι οι επιδράσεις τους στην κοινωνία; Με άλλα λόγια η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο, όχι αποκλειστικά, ότι οι συγγραφείς αποκαλούν επιστημολογικές δεξιότητες, δηλαδή δεξιότητες σχετικές με την οικοδόμηση της γνώσης (Englebert-Lecomte, Fourez & Mathy, 1998· Fourez, 1995, όπ. αναφ. στον Hasni, 2005). Σύμφωνα με τον Forquin (2001, όπ. αναφ. στον Hasni, 2005) σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα χαρακτηριστικά του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού που φαίνεται να είναι αναγκαία, χρήσιμα και διαθέσιμα σε όλους τους εκπαιδευόμενους. Ένα επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματο άτομο ενσωματώνεται ομαλά στην κοινωνία και κατέχει φιλελεύθερη παιδεία με την πραγματική έννοια· αυτός είναι και ο επιδιωκόμενος διττός σκοπός (Forquin, 2001, όπ. αναφ. στον Hasni, 2005).

Αναφερόμενοι στη λειτουργική έννοια του επιστημονικού γραμματισμού, συζητάμε για ένα αναλυτικό πρόγραμμα, το οποίο στοχεύει ταυτόχρονα στην ακαδημαϊκή γνώση, στη σχέση της καθημερινής ζωής του μαθητή με τη γνώση και στην κοινωνική ευθύνη και τις κοινωνικές δεξιότητες. Μέσω της διερεύνησης πρακτικών θεμάτων και προβλημάτων από την καθημερινή ζωή, αλλά κι από το πλαίσιο της Επιστήμης-Τεχνολογίας-Κοινωνίας (STS συντομογραφικά στα αγγλικά), οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα ανάπτυξης ιδεών σχετικά με τη φύση της επιστήμης· κάτι που αποτελεί στόχο σε μια προσπάθεια ανάπτυξης του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Από την άλλη, οι επιστημονικές ιδέες οδηγούν σε μια πιο ολιστική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης, χωρίς βέβαια να υποβαθμίζεται η αξία των εννοιών. Οι μαθητές στην καθημερινή τους ζωή χρησιμοποιούν την τεχνολογία, δηλαδή τις εφαρμογές της επιστημονικής γνώσης. Η κατανόηση των ιδεών των Φυσικών Επιστημών οδηγεί στη διεύρυνση των πνευματικών οριζόντων των παιδιών. Αν μάλιστα ο μακροπρόθεσμος στόχος της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών είναι ο επιστημονικός γραμματισμός, δε γίνεται να στοχεύουμε μόνο στην χρήση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή, αλλά και στην συναισθηματική και πολιτισμική αξία αυτής, η οποία είναι πολύ σημαντική και μπορεί να συνειδητοποιηθεί καλύτερα όταν οι μαθητές κατανοήσουν τη γνώση ως ιδέες κι όχι ως έννοιες. (Χατζηγεωργίου & Έξαρχος, 2004)

Δεν αρκεί, όμως, να υπάρχει ένα πρόγραμμα σπουδών, φορέας του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού για την εξασφάλιση της απορρόφησης του τελευταίου από τους μαθητές (Hasni, 2005). Το κύριο πρόβλημα έγκειται αλλού, καθώς δυο εμπόδια μπορεί να παρουσιαστούν στα προγράμματα σπουδών –ανεξαρτήτου βαθμίδας εκπαίδευσης– για την προώθηση κι ενίσχυση του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού (Hasni, 2005). Αυτά είναι η στρωματοποίηση των προγραμμάτων και η κατάρτιση των

εκπαιδευτικών (Hasni, 2005). Επίσης επιμορφωτικά εθνικά σεμινάρια, εγχειρίδια και διδασκαλία εξακολουθούν να στερούνται την εστίαση και τονίζουν την ποσότητα έναντι της ποιότητας (Nelson, 1999).

Στις δυσκολίες που προκύπτουν εξαιτίας της μειωμένης κατάρτισης ή των μειωμένων ικανοτήτων των εκπαιδευτικών αναφέρεται και ο Millar (2004). Συγκεκριμένα υποστηρίζει ότι η ανάπτυξη μαθημάτων και διδακτικού υλικού με μια προσέγγιση επιστημονικού γραμματισμού δεν είναι μια απλή γραμμική διαδικασία από την ιδέα σε τεχνούργημα. Αντ' αυτού, συνεπάγεται νέα μάθηση, αναγνώριση και επίλυση απρόβλεπτων θεμάτων και προβλημάτων, και έρχεται σε μια σαφέστερη κατανόηση των αρχών σχεδιασμού, καθώς αυτές καθίστανται λειτουργικές με τη μορφή του πραγματικού εκπαιδευτικού υλικού και των δραστηριοτήτων. Σκέφτεται τον επιστημονικό γραμματισμό να λειτουργεί στην πράξη, ως ένα μάθημα που υποστηρίζεται από διδακτικό υλικό. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν ευκαιρίες για συζήτηση στις τάξεις μέσω της χρήσης των εφημερίδων και των τηλεοπτικών πηγών. Όμως πολλοί εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να χρησιμοποιήσουν τις συζητήσεις των θεμάτων για να επιστήσουν την προσοχή στη φράση-κλειδί «ιδέες για τις Φυσικές Επιστήμες» και να ασχοληθούν κυρίως με λεπτομέρειες «επιφανειακού επιπέδου». Επίσης άλλοι εκπαιδευτικοί καταφέρνουν κι άλλοι όχι, να χρησιμοποιούν και να διαχειρίζονται τις ομάδες συζητήσεων ως στρατηγική μάθησης.

Συνοψίζοντας τα ανωτέρω, το σχολείο πρέπει να διαδραματίζει κύριο ρόλο στο «υλικό» της επιστημονικής έναρξης των μικρών παιδιών και πέρα από την εφαρμογή των επίσημων μηχανισμών, που είναι διστακτικοί στις πρακτικές τους, να εμπλακεί αποφασιστικά προς αυτή την κατεύθυνση. Θα πρέπει να ενσωματώνει νέα στοιχεία που ενδέχεται να ευνοούν την ανάπτυξη του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού, που θα είναι διαθέσιμοι και χρήσιμοι για όλους τους φοιτητές. Ωστόσο, μπορεί να είναι αναποτελεσματικό εάν δεν ληφθούν μέτρα, ώστε αυτοί να πραγματοποιηθούν εντός προγραμμάτων και μέσα στο σχολείο. Δηλαδή κρίνεται απαραίτητη η συμβολή της επιστήμης και της τεχνολογίας στην εκπαίδευση των εκπαιδευομένων και στην επίτευξη της αποστολής του σχολείου, από τη μία πλευρά, και με την ενθάρρυνση της διδασκαλίας αυτών και την ενίσχυση της εκπαίδευσης (αρχικής και συνεχιζόμενης) για τους εκπαιδευτικούς από την άλλη. (Hasni, 2005)

Για να είναι εφικτός ο επιστημονικός γραμματισμός σε παγκόσμιο επίπεδο πρέπει να γίνουν κάποιες μεταρρυθμίσεις στα εκπαιδευτικά συστήματα. Οι στόχοι αυτών των μεταρρυθμίσεων είναι οι παρακάτω κι αποτελούν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που πρέπει να κατέχουν οι επιστημονικά εγγράμματοι ενήλικες.

- ❖ Η μεταρρύθμιση πρέπει να είναι ολοκληρωμένη, με τη συμμετοχή όλων των παιδιών, όλων των τάξεων, όλα των θεμάτων, αλλά πάνω απ' όλα, να είναι μακροχρόνια.
- ❖ Η μεταρρύθμιση των προγραμμάτων σπουδών θα πρέπει να διαμορφώνεται από το όραμα των διαρκών γνώσεων και δεξιοτήτων των φοιτητών που πρέπει να αποκτήσουν από τη στιγμή που θα ενηλικιωθούν.
- ❖ Ο κοινός πυρήνας της μάθησης στον τομέα των Φυσικών Επιστημών, των Μαθηματικών και της τεχνολογίας θα πρέπει να επικεντρωθεί γύρω από τον

επιστημονικό αλφαριθμητισμό, για να συμπεριλάβει τις συνδέσεις μεταξύ των φυσικών και κοινωνικών επιστημών.

- ❖ Τα σχολεία δεν θα πρέπει να προσπαθήσουν να διδάξουν περισσότερη ύλη, αλλά λιγότερη, έτσι ώστε ό,τι διδάσκεται να μπορεί να μαθευτεί καλά.
- ❖ Η προώθηση της ισότητας στην επιστημονική εκπαίδευση αποτελεί προτεραιότητα και όλοι οι φοιτητές θα πρέπει να εξυπηρετούνται εξίσου καλά και χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η φυλή, η εθνικότητα, η κουλτούρα, το φύλο, η οικονομική κατάσταση, οι φυσικοί περιορισμοί και η τοποθεσία. Πρέπει να λαμβάνονται όλες αυτές οι προϋποθέσεις υπόψη κατά το σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός αποτελεσματικού προγράμματος σπουδών κι όχι ως δικαιολογία για τη βραχυπρόθεσμη αλλαγή φοιτητών.
- ❖ Ένα κοινό σύνολο μαθησιακών στόχων δεν χρειάζεται να υπαγορεύει ομοιόμορφα προγράμματα σπουδών, μεθόδους διδασκαλίας ή υλικών· η ποικιλία είναι σημαντική.

(Alvarado, 1994)

Οι Trowbridge et al. (2000) προτείνουν η ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού να περιλαμβάνει την απόκτηση της οργανωμένης γνώσης μέσω των Φυσικών Επιστημών, των Επιστημών της ζωής, των Επιστημών της γης, της φύσης των επιστημών και της τεχνολογίας και των εννοιών που είναι ενοποιητικές. Επίσης η ανάπτυξή του κατά τους Trowbridge et al. (2000) θα πρέπει να περιλαμβάνει την ανάπτυξη των πνευματικών ικανοτήτων και δεξιοτήτων χειρισμού μέσω των διεργασιών της επιστημονικής έρευνας και του τεχνολογικού σχεδιασμού. Οι ικανότητες της επιστημονικής έρευνας συνοψίζονται στις εξής προτάσεις (Trowbridge et al., 2000, σ.71):

- ❖ Προσδιορίστε τις ερωτήσεις και τις έννοιες που καθοδηγούν τις επιστημονικές έρευνες.
- ❖ Σχεδιάστε και διεξάγετε επιστημονικές έρευνες.
- ❖ Χρησιμοποιήστε την τεχνολογία και τα μαθηματικά για τη βελτίωση των ερευνών και των επικοινωνιών.
- ❖ Διατυπώστε και αναθεωρήστε επιστημονικές εξηγήσεις και μοντέλα που χρησιμοποιούν τη λογική και τα αποδεικτικά στοιχεία.
- ❖ Αναγνωρίστε και αναλύστε τις εναλλακτικές ερμηνείες και τα μοντέλα.
- ❖ Προτείνετε και υπερασπιστείτε ένα επιστημονικό επιχείρημα.

Αντίστοιχα οι ικανότητες του τεχνολογικού σχεδιασμού συνοπτικά είναι (Trowbridge et al., 2000, σ.72):

- ❖ Προσδιορίστε ένα πρόβλημα ή σχεδιάστε μια ευκαιρία.
- ❖ Προτείνετε σχέδια και επιλέξτε μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων.
- ❖ Εφαρμόστε μια προτεινόμενη λύση.
- ❖ Αξιολογήστε την λύση και τις συνέπειές της.
- ❖ Ανακοινώστε το πρόβλημα, τη διαδικασία και τη λύση.

Τέλος προτείνουν να περιλαμβάνει και τη διευρυμένη κατανόηση ιδεών και αξιών μέσω των πλαισίων των προσωπικών θεμάτων, των κοινωνικών προκλήσεων, των ιστορικών και πολιτιστικών προοπτικών (Trowbridge et al., 2000).

Σκοπός της εκπαίδευσης και κατά συνέπεια κάθε εκπαιδευτικού συστήματος είναι η υπεύθυνη και προσωπική ολοκλήρωση κάθε ανθρώπου. Αλλά αυτό θα διαρκέσει

περισσότερο από «ένα όραμα», προκειμένου να επέλθει επίτευξη επιστημονικού αλφαριθμητισμού για όλους. Αυτή η σημαντική αλλαγή απαιτεί επίσης διαρκή προσπάθεια δημιουργώντας τις ακόλουθες προϋποθέσεις για την επιτυχία:

- ❖ σαφή και ρητά πρότυπα και σημεία αναφοράς για την εκπαίδευση των εκπαιδευομένων,
- ❖ γνώστες και καλά προετοιμασμένους/ες εκπαιδευτικούς,
- ❖ καλά ευθυγραμμισμένα βιβλία και διαγωνίσματα που υποστηρίζουν τα πρότυπα και σημεία αναφοράς,
- ❖ συνεπή προγράμματα σπουδών από το νηπιαγωγείο μέχρι το λύκειο
- ❖ και ισχυρή υποστήριξη όλου του εκπαιδευτικού συστήματος για υψηλά μαθητικά επιτεύγματα. (Nelson, 1998)

Στο AAAS (1989) προτείνεται οι εκπαιδευτικοί να επικεντρώνονται σε μερικά και ουσιώδη θέματα προς διδασκαλία, ώστε να εισαγάγουν σταδιακά τις ιδέες, σε διάφορα πλαίσια, ενισχύοντας και επεκτείνοντάς τα. Οι μαθητές/ριες, έτσι, θα καταλήξουν με πλουσιότερες και βαθύτερες γνώσεις από ότι θα μπορούσαν να κερδίσουν από μια επιφανειακή έκθεση σε περισσότερα θέματα από αυτά που μπορεί να αφομοιώσουν. Ακόμη, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία σε ό,τι αξίζει να γνωρίζουμε τώρα και ό,τι θα εξακολουθεί να αξίζει να γνωρίζουμε σε κάποιες δεκαετίες και αποκλείοντας, ως εκ τούτου, τα θέματα που διέρχονται κυρίως απλού τεχνικού ενδιαφέροντος ή περιορισμένου εκπαιδευτικού πεδίου. Οι έννοιες, που θα έχουν επιλεγεί από διάφορα επιστημονικά πεδία, θα πρέπει να χρησιμεύουν ως μόνιμη βάση πάνω στην οποία μπορούν να στηριχθούν και να οικοδομηθούν περισσότερες γνώσεις στη διάρκεια της ζωής. Τέλος οι γνώσεις και οι έννοιες καλό είναι να σχετίζονται με την ανθρώπινη ζωή και με τους γενικούς στόχους που δικαιολογούν την καθολική δημόσια εκπαίδευση σε μια ελεύθερη κοινωνία.

3.5. Ο Επιστημονικός Γραμματισμός εκτός του σχολείου

Η ανησυχία για την προώθηση του επιστημονικού γραμματισμού δεν έχει περιοριστεί μόνο στην υποχρεωτική σχολική ηλικία (Husén & Postlethwaite, 1994). Όπως έχει υποστηριχθεί και στο Science for All Americans (AAAS, 1990, όπ. αναφ. στο Nelson, 1999), η μάθηση δεν αποτελεί υποχρεωτικά προϊόν διδασκαλίας. Εντυπωσιακά προγράμματα πέρα της σχολικής επιστημονικής εκπαίδευσης έχουν αναπτυχθεί ως απάντηση σε μια επιτακτική ανάγκη να φτάσει αυτός σε όλα τα μέλη μιας κοινότητας (UNESCO, 1982, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994). Μια ποικιλία των επίσημων και ανεπίσημων εκπαιδευτικών φορέων έχουν εμπλακεί:

1. έντυπα και ραδιοτηλεοπτικά μέσα
2. επιστημονικά κέντρα και μουσεία προσφέροντας διαδραστικές, χειροπιαστές εμπειρίες που αποσκοπούν στην προώθηση της κατανόησης των επιστημονικών εννοιών και όχι απλώς στην εμφάνιση επιστημονικών αντικειμένων ή στην απεικόνιση της ιστορίας της ανάπτυξης της επιστημονικής ιδέας
3. οργανισμοί χρηματοδότησης προγραμμάτων σπουδών

4. «επιστημονικά καταστήματα», όπως τα *Wetenschapswinkels* που έχουν συσταθεί στις Κάτω Χώρες και προτίθεται να οργανώσουν την επιστήμη ώστε να φιλοξενήσει τα αιτήματα των διαφόρων ομάδων πελατών·
5. άτυπες ομάδες μελέτης, όπως αυτές που προωθήθηκαν από τη σουηδική κυβέρνηση για την προώθηση της κατανόησης στον τομέα της μη στρατιωτικής πυρηνικής πολιτικής·
6. ένα ευρύ φάσμα ομάδων αυτοβοήθειας και διαμαρτυρίας που ασχολούνται με ειδικά προβλήματα –όπως για παράδειγμα τη διατροφή, τη φαρμακευτική αγωγή, την ασφάλεια στο χώρο εργασίας, ή τη ρύπανση του περιβάλλοντος- και τα οποία έχουν μια επιστημονική διάσταση. (Husén & Postlethwaite, 1994)

Όσον αφορά τις ομάδες αυτοβοήθειας και διαμαρτυρίας που αναφέρθηκαν παραπάνω, αυτές συχνά συνδέονται με τις ευρύτερες εθνικές (π.χ. the People's Science Movement in India) ή διεθνείς (π.χ. Friends of the Earth or Greenpeace) πρωτοβουλίες, οι οποίες συμμαρίζουν την επιμέρους ανησυχία τους. Ακόμη αυτές συνδέονται μερικές φορές με τη διάσταση του φύλου του επιστημονικού γραμματισμού, καθώς αυτός θεωρείται στενά συνδεδεμένος με διάφορες πτυχές της κοινωνικής, οικονομικής κι επιστημονικής πολιτικής. (Husén & Postlethwaite, 1994)

Η επιστημονική γνώση είναι διαπραγματεύσιμη και ερμηνεύεται σε συνδυασμό με άλλες μορφές γνώσης, και η ίδια η επιστήμη είναι συχνά εκτεθειμένη όχι μόνο ως μερική, χρονικά ενδεχόμενη, αντιφατική και αβέβαιη, αλλά και ως άρρηκτα συνδεδεμένη με τα θέματα των σκοπών και των κινήτρων της (Husén & Postlethwaite, 1994). Οι μελέτες του Wynne (1991, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994) αφορούν ευρήματα συσχετιζόμενα με (SSSP) «Επιστήμη για ειδικούς κοινωνικούς σκοπούς», οι οποίοι έχουν επιστήσει την προσοχή στην ουσιαστικά λειτουργική φύση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Οι Layton et al. (1986, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994) υπογραμμίζουν ότι κάθε χειραφέτηση των λαϊκών πολιτών σε σχέση με προβλήματα με επιστημονική διάσταση θα απαιτήσει αναδιάρθρωση της επιστημονικής γνώσης με τρόπους που σχετίζονται με τα ιδιαίτερα συμφέροντά τους και τους σκοπούς τους. Ο ισχυρισμός ότι ο επιστημονικός γραμματισμός είναι ισχυρά εξαρτώμενος από το πλαίσιο και ότι η επιστημονική σκέψη μπορεί να προσαρμοστεί για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις μιας συγκεκριμένης κατάστασης συνδέεται με τη γνωστική κατάσταση (Lave, 1988, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994), τη καθημερινή κατανόηση (Semin & Gergen, 1990, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994), την ενεργό γνώση (Layton, 1991, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994) και τις εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών για επιστημονικές ιδέες (Driver, 1983, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994). Τέλος ο Shapin (1992, όπ. αναφ. στους Husén & Postlethwaite, 1994) έχει υποστηρίξει σθεναρά ότι ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός απαιτεί το κοινό να κατανοήσει «την επιστήμη στα σκαριά» και προσπάθησε να αντικρούσει τον ισχυρισμό ότι οι όροι που τίθενται για την κατανόηση αυτής ανέρχονται σε «αντι-επιστήμη».

Πάντως η έλλειψη σαφήνειας σχετικά με τα βασικά χαρακτηριστικά του επιστημονικού γραμματισμού συνοδεύεται από την αβεβαιότητα και την άγνοια για το πώς ένας τέτοιος γραμματισμός μπορεί να ενισχυθεί από επίσημα ή ανεπίσημα μέσα. Η αποτελεσματικότητα των υφιστάμενων φορέων όπως μουσεία, εφημερίδες ή τηλεόραση χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση. Είναι ανάγκη να γνωρίζουμε για τα κοινωνικά περιβάλλοντα στα οποία η

επιστήμη κατανοείται και βιώνεται από το κοινό. Ωστόσο, τα κεντρικά θέματα που εκτίθενται από τις μελέτες του επιστημονικού αλφαριθμητισμού σχετίζονται με τη φύση της επιστημονικής εμπειρογνωμοσύνης, αυθεντίας και διαδικασιών και με την εμπιστοσύνη που δείχνεται σε αυτές όταν η επιστήμη αρθρώνεται με ανησυχίες κι αξίες της καθημερινότητας. (Husén & Postlethwaite, 1994)

Όντας μια κοινωνία επιστημονικά εγγράμματη και διαβάζοντας ή γνωρίζοντας οι πολίτες της την επιστήμη, αυτό μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη ικανοτήτων και τρόπων σκέψης που θα χρειαστούν σε κάθε στάδιο και σε κάθε πτυχή στη ζωή μας. Τα καλά εμπορικά επιστημονικά βιβλία όχι μόνο επενδύουν στην επιστήμη, αλλά παρέχουν και μια κοντινότερη ματιά στη φύση της επιστημονικής έρευνας και στους ανθρώπους που αφιέρωσαν τη ζωή τους στην εξερεύνηση του κόσμου και στη λειτουργία του. Τέλος τα υψηλής ποιότητας επιστημονικά βιβλία δεν μπορούν μόνο να ενημερώσουν, ψυχαγωγήσουν και να ενασχολήσουν τους νέους ανθρώπους, μπορούν επίσης να παρακινήσουν και να βοηθήσουν τους νέους να γίνουν καλύτεροι αναγνώστες, συγγραφείς και στοχαστές (AAAS, 1989).

Οι Κόλλιας και Χαλκιά (2013) πραγματοποίησαν μια έρευνα βασιζόμενη σε 11 ημιδομημένες συνεντεύξεις εκπαιδευτικών που εργάζονταν σε Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια, προκειμένου να ερευνήσουν τις αντιλήψεις γύρω από τον επιστημονικό γραμματισμό των ενηλίκων εκπαιδευομένων τους (τι σημαίνει για αυτούς εγγραμματισμός των εκπαιδευομένων στις Φυσικές Επιστήμες) και τις πρακτικές τους κατά το σχεδιασμό αναλυτικών προγραμμάτων (τι στόχους θέτουν και μέσα από ποιο περιεχόμενο τους υλοποιούν). Οι ερευνητές προσεγγίζουν «μικροσκοπικά» το θέμα, από τη σκοπιά του ατόμου, και όχι «μακροσκοπικά», με βάση τις ανάγκες που αναγνωρίζει ένα ευρύτερο σύστημα για την ενσωμάτωση του ατόμου στις τάξεις του (Laugksch, 2000, όπ. αναφ. στους Κόλλια & Χαλκιά, 2013). Για πληθυσμούς που συνήθως ζουν στο κοινωνικό περιθώριο, όπως είναι ο πληθυσμός των Σχολείων Δεύτερης Ευκαιρίας, υιοθετούνται προσεγγίσεις του επιστημονικού γραμματισμού που δε δίνουν αυταξία στην επιστημονική γνώση, αλλά αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα ενός πλαισίου διαπραγμάτευσης. Οι Φυσικές Επιστήμες δεν αντιμετωπίζονται μεμονωμένα, αλλά ως στοιχείο αδιαίρετο από την ανθρώπινη ζωή που ενυπάρχει σε καθημερινά ζητήματα του ατόμου που αντιμετωπίζει στην τοπική κοινωνία, με απώτερο στόχο αυτών την εξοικείωση και δραστηριοποίηση του ατόμου ως ενεργό μέλος στη σύγχρονη κοινωνία. Οι εκπαιδευτικοί –ειδικά οι παλαιότεροι/ες- αυτών των σχολείων χρησιμοποιούν ως πηγή άντλησης θεμάτων την εργασιακή ζωή των εκπαιδευομένων ή άρθρα επιστήμης ή ντοκιμαντέρ και εξετάζουν την επιστημονική γνώση που απαιτείται για την ερμηνεία του προς διαπραγμάτευση ζητήματος. Στην πλειοψηφία τους τα θέματα αυτά είναι γενικά (π.χ. ραδιενέργεια, ανθρώπινο σώμα, κ.ά.), δηλαδή ζητήματα που μπορεί να ενδιαφέρουν ένα «μέσο» άνθρωπο και τα οποία δεν περιλαμβάνουν στοιχεία από το ιδιαίτερο τοπικό πλαίσιο ζωής των εκπαιδευομένων.

4. Εναλλακτικές ιδέες

Από τα μέσα της δεκαετίας του '70 και έπειτα παρατηρείται μια παγκόσμια, έντονη, ερευνητική δραστηριότητα στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών για τον κυρίαρχο ρόλο που διαδραματίζουν στη μάθηση οι ιδέες που έχουν τα παιδιά για φυσικά φαινόμενα πριν καν τα διδαχτούν στο σχολείο (Κόκκοτας, 2009). Σύμφωνα με την επικοινωνιακή προσέγγιση, τα παιδιά από τις πρώτες αισθητηριακές τους εμπειρίες με το φυσικό, κοινωνικό και τεχνολογικό τους περιβάλλον αναπτύσσουν εναλλακτικές ιδέες και αυθόρμητες εξηγήσεις για πληθώρα πραγμάτων και φαινομένων που συμβαίνουν γύρω τους ή απλώς υπάρχουν και οι οποίες μάλιστα τα «συνοδεύουν» στις αίθουσες διδασκαλίας (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005), αλλά και στην ενήλικη ζωή τους (Viennot, 1979, όπ. αναφ. στον Κόκκοτα, 2009). Γι' αυτό το λόγο η σημασία τους είναι πολύ σπουδαία για τις μαθησιακές δραστηριότητες, διότι με αυτές σχετίζεται και ο τρόπος με τον οποίο τα παιδιά παρατηρούν κι ερμηνεύουν τα διάφορα γεγονότα και φαινόμενα, επικοινωνούν ή δέχονται νέες πληροφορίες (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Επομένως, δικαιολογημένα πολλοί ερευνητές προτείνουν αυτές οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών/ριων να βρίσκονται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος τόσο των εκπαιδευτικών και όσο των εκπνητών των Αναλυτικών Προγραμμάτων (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).

Οι ιδέες των παιδιών αποτελούν αυτοδύναμα σχήματα, τα οποία διαφέρουν από το επιστημονικό πρότυπο στο ότι ερμηνεύουν διαφορετικά τα φαινόμενα (Κόκκοτας, 2009). Ο Richard P. Olenick (οπ. αναφ στον Αντωνίου, χ.η.) σε μελέτη του προτείνει τις εξής στρατηγικές:

- ❖ Αναγνωρίστε ότι οι εναλλακτικές ιδέες υπάρχουν.
- ❖ Ανακαλύψτε τις παρανοήσεις των μαθητών μέσα από τις διδασκαλίες και τις ερωτήσεις.
- ❖ Κάντε ερωτήσεις στους μαθητές να διευκρινίσουν τις ιδέες τους.
- ❖ Αναδείξτε τις αντιφάσεις που υπάρχουν στις παρανοήσεις των μαθητών μέσα από ερωτήσεις, λογικές συνεπαγωγές και αποδείξεις.
- ❖ Ενθαρρύνετε την συζήτηση, με επιμονή να εφαρμόσουν οι μαθητές τις ιδέες τους στους συλλογισμούς τους
- ❖ Υποστηρίξτε την “αντικατάσταση” της παρανόησης με την νέα έννοια μέσα από ερωτήσεις, πειράματα, υποθετικές περιπτώσεις με ή χωρίς το υπόβαθρο του φυσικού νόμου, με πειράματα σχεδιασμένα για να ελέγξουν υποθέσεις.
- ❖ Επαναξιολογήστε την κατανόηση των μαθητών θέτοντας ερωτήσεις πάνω σε βασικές έννοιες.

4.1. Τι είναι;

Ως εναλλακτικές ιδέες «επιγράφονται εδραιωμένες απόψεις των παιδιών για το φυσικό κόσμο, οι οποίες προϋπάρχουν της διδασκαλίας και ανθίστανται σε αυτήν» (Βλάχος, 2004, σ. 40). «Οι εναλλακτικές προσεγγίσεις των μαθητών ως προς τις «ορθές» προσεγγίσεις των επιστημόνων ορίζονται ως οι ιδέες και οι αντιλήψεις που έχουν τα παιδιά για το φυσικό κόσμο ή πάνω σε συγκεκριμένα θέματα ή φαινόμενα του φυσικού κόσμου» (Ντίνος, 2014, σ. 24). Ή διαφορετικά «είναι οργανωτικοί πυρήνες για πολλά φαινόμενα που οργανώνουν

τις εμπειρίες της αλληλεπίδρασης με τον περιβάλλοντα κόσμο και εκφράζονται κατά την αλληλεπίδραση μ' αυτόν» (Ντίνος, 2014, σ. 24). Με άλλα λόγια, οι εναλλακτικές ιδέες είναι οι ερμηνείες που δίνουν οι ίδιοι για ό,τι υποπίπτει στην αντίληψή τους (Κόκκοτας, 2005), συγκροτούν βιωματικές νοητικές κατασκευές, δημιουργούνται πριν την σχολική ζωή, ασκούν μεγάλη επιρροή στη μεταγενέστερη μάθηση, διαφέρουν από την επιστημονική αλήθεια, αλλά είναι λογικές και χρήσιμες για το σχεδιασμό μιας μαθητοκεντρικής διδασκαλίας που θα καταλήξει στη μάθηση και στην αντικατάστασή τους από τις επιστημονικά ορθότερες (Κόκκοτας, 2002, όπ. αναφ. στον Ντίνος, 2014). Εν τέλει, είναι οι απόψεις των παιδιών που δημιουργήθηκαν υπό κάποιες συνθήκες και τα βοηθούν να ερμηνεύουν το φυσικό κόσμο. Σε βιβλίο του ο Κ. Θ. Κώτσης (2005) αναφέρει:

Τα παιδιά μέσω των αλληλεπιδράσεων που έχουν με το περιβάλλον, την κοινωνική επαφή τους και τη γλώσσα τους, αρχίζουν να δημιουργούν ένα φάσμα ιδεών για το πώς λειτουργεί ο κόσμος. Τις αντιλήψεις αυτές τις χρησιμοποιούν, για να εξηγήσουν αυτό το οποίο αντιλαμβάνονται ότι συμβαίνει γύρω τους. Οι αντιλήψεις αυτές φέρουν διάφορα ονόματα, ανάλογα με το χρόνο και τον τρόπο που δημιουργήθηκαν στα παιδιά... Οι πρώιμες αντιλήψεις αργότερα, σε μεγαλύτερη ηλικία και παρά την παρέμβαση του εκπαιδευτικού, είναι δυνατόν να μην εξελιχθούν σε αντιλήψεις που να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, οπότε τις ονομάζουμε εναλλακτικές ιδέες. (σ. 55)

Οι Driver και Easley (1978, όπ. αναφ. στη Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005) υποστηρίζουν ότι οι μαθητές/ριες για να εξηγήσουν τα φυσικά φαινόμενα που διαδραματίζονται γύρω τους, οδηγούνται σε εναλλακτικές ερμηνείες. Επισημαίνεται ότι δεν αρκεί να διαβάσουν ή να ακούσουν οι μαθητές/ριες το «σωστό» από τον εκπαιδευτικό για να το υιοθετήσουν και να αντικαταστήσουν το «λάθος» (Κίτσιου κ.συν., 2011). Μερικές, μάλιστα, από τις ιδέες που χρησιμοποιούν τα παιδιά για το φυσικό κόσμο είναι τόσο εδραιωμένες που δεν εκριζώνονται με τη διδασκαλία (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005). Έτσι, παρόλο που μερικά παιδιά μπορούν να εφαρμόσουν τις επιστημονικές ιδέες σε θέματα των εξετάσεων, αποτυγχάνουν να τις εφαρμόσουν εκτός του σχολείου για να ερμηνεύσουν μερικά φαινόμενα καθημερινότητας (Κόκκοτας, 2005, 2009). Μερικές φορές παρατηρείται μια συμφιλίωση των παλαιότερων αντιλήψεων των μαθητών/ριων με τις καινούριες, επεκτείνοντας τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των προηγούμενων ερμηνευτικών πλαισίων που χρησιμοποιούσαν (Τσαγλιώτης, 1998).

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/ριων έχουν διαχρονική ισχύ και κάποιες από αυτές μεταβάλλονται με την ανάπτυξή τους. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που οι μαθητές/ριες διατηρούν τις ίδιες εναλλακτικές ιδέες κι αυτό εν μέρει δικαιολογείται από τον τρόπο ζωής τους (Κώτσης, 2005). Οι ιδέες τους τούς είναι επαρκείς, αφού μπορούν και δικαιολογούν τα φυσικά φαινόμενα κι ας έρχονται κι αρκετές φορές σε σύγκρουση με τις απόψεις των μεγάλων (Κώτσης, 2005).

Συμπερασματικά για τις αντιλήψεις των μαθητών/ριων έχει ειπωθεί ότι:

- ❖ Τα παιδιά πριν ακόμα φοιτήσουν στο σχολείο έχουν απόψεις για μια ποικιλία θεμάτων των Φυσικών Επιστημών (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005).

- ❖ Προϋπάρχουν της διδασκαλίας των αντίστοιχων θεμάτων (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).
- ❖ Είναι νοητικές κατασκευές, με τις οποίες τα παιδιά ερμηνεύουν τον κόσμο που τους περιβάλλει (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).
- ❖ Μπορεί να επηρεαστούν από τη διδασκαλία με τρόπους που δε γνωρίζουμε ή να παραμείνουν ανεπηρέαστες (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005).
- ❖ Ανθίστανται στη παραδοσιακή διδασκαλία (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).
- ❖ Οι μαθητές/ριες παρατηρούν, ρωτούν, σκέφτονται και εργάζονται με βάση αυτές (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).
- ❖ Ασκούν ισχυρή επιρροή στη μεταγενέστερη μάθηση (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005).
- ❖ Είναι συχνά διαφορετικές από το επιστημονικό πρότυπο, όπως αυτό παρουσιάζεται στα σχολικά εγχειρίδια. Ωστόσο είναι χρήσιμες και λογικές, επειδή αποτελούν το σκελετό της ερμηνείας των σχετικών φαινομένων (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005).
- ❖ Είναι κοινές για όλα τα παιδιά και δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως συνηθισμένα «λάθη» (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).

4.2. Χαρακτηριστικά

Σε όλους τους κλάδους των Φυσικών Επιστημών έχουν προσδιοριστεί έννοιες και θεωρίες, στις οποίες οι μαθητές/ριες δυσκολεύονται να αλλάξουν τις προϋπάρχουσες έννοιες που κατέχουν ή παρανοούν έννοιες που συναντούν για πρώτη φορά (Βλάχος, 2004). Τα ευρήματα διαφόρων ερευνών αναφέρονται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και παρουσιάζουν αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά (Βλάχος, 2004). Αυτά είναι (Βλάχος, 2004):

- ❖ Τα ευρήματα για τις ιδέες των μαθητών είναι τα ίδια ή διαφέρουν ελάχιστα, ακόμα και όταν οι έρευνες αναφέρονται σε χώρες με διαφορετικά εκπαιδευτικά συστήματα, διαφορετικά βιβλία, διαφορετική γλώσσα, διαφορετικό σύστημα αξιολόγησης, κλπ.
- ❖ Οι ιδέες των μαθητών παραλληλίζονται με απόψεις που έχουν διατυπωθεί σε παλαιότερες περιόδους των Φυσικών Επιστημών.
- ❖ Πολλές από τις αρχικές ιδέες των μαθητών δεν αλλάζουν εύκολα ή αλλάζουν ελάχιστα, παρόλο που οι μαθητές συνεχίζουν τις σπουδές τους στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση για να σπουδάσουν Φυσικές Επιστήμες. Συχνά οι μαθητές συνδυάζουν τις ιδέες τους με την επιστημονική γνώση που διδάχθηκαν συνθέτοντας μια μεγάλη ποικιλία απόψεων για τα φαινόμενα.
- ❖ Οι ιδέες των μαθητών δεν εκδηλώνονται άμεσα κατά τη διδασκαλία στην τάξη διότι λειτουργούν στο υπόβαθρο της σκέψης των μαθητών/ριών. Οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται την εκδήλωσή τους στις λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών/ριών, μόνο όταν είναι ενημερωμένοι για αυτές. (σ. 164)

Σύμφωνα με τους Driver et al. (1993), Κώτση (2005) και Σπυροπούλου-Κατσάνη (2005) τα κοινά χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών είναι:

1. Ανθρωποκεντρική άποψη

Οι μαθητές/ριες εξηγούν οποιοδήποτε φυσικό φαινόμενο συμβαίνει γύρω τους σε σχέση πάντα με τον άνθρωπο. Συγκεκριμένα παιδιά έως την ηλικία των δέκα ετών έχουν εγωκεντρική αντίληψη για τον κόσμο, ερμηνεύοντας τα φαινόμενα θέτοντας ως κέντρο το σημείο που βρίσκονται τα ίδια. Από την ηλικία των δέκα ετών και μετά εγκαταλείπουν τον εγωκεντρισμό και υιοθετούν μια γενικότερη ανθρωποκεντρική αντίληψη, όπου οι ερμηνείες των φαινομένων αναζητούνται στην ανθρώπινη εμπειρία.

2. Ανιμιστική άποψη

Οι ιδέες των μαθητών/ριών προέρχονται από τον κόσμο των καρτούν ή των παραμυθιών. Ο ανιμισμός αφορά τη θεώρηση άψυχων πραγμάτων ως ζωντανά όντα και τους αποδίδονται τέτοιες ιδιότητες.

3. Σκέψη κυριαρχούμενη από την αισθητηριακή αντίληψη - Τα μη ορατά δεν υπάρχουν.

Αυτή η άποψη προέρχεται από τις αισθήσεις των παιδιών κι οτιδήποτε έρχεται σε αντίθεση με αυτές πιστεύουν ότι δεν υπάρχει. Όταν οι μαθητές έχουν να λύσουν ένα πρόβλημα βασίζουν τους συλλογισμούς τους στα χαρακτηριστικά που είναι άμεσα παρατηρήσιμα, ενεργοποιώντας τις αισθήσεις τους για να ερμηνεύσουν το εκάστοτε φαινόμενο.

4. Περιορισμένη εστίαση σε ένα εμφανές χαρακτηριστικό

Οι μαθητές/ριες επικεντρώνουν την προσοχή τους σε περιορισμένες όψεις μιας δεδομένης κατάστασης, δηλαδή σε ορισμένα μόνο χαρακτηριστικά που αυτά είναι τα πλέον κυρίαρχα, τα πλέον εμφανή. Έτσι, εξηγούν τα φαινόμενα με όρους απόλυτων ιδιοτήτων, που αποδίδονται σε αντικείμενα παρά με όρους αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα στοιχεία κάποιου συστήματος ή συστημάτων μεταξύ τους. Δηλαδή καταλαβαίνουν τις αλλαγές που είναι φανερές κι όχι αυτές που δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές.

5. Η εστίαση της προσοχής σε αλλαγές και όχι σε σταθερές καταστάσεις

Ο άνθρωπος γενικά παρατηρεί ό,τι αλλάζει κι όχι ό,τι παραμένει σταθερό. Είναι πιο σύνθητες οι μαθητές να εστιάζουν την προσοχή τους σε ακολουθίες γεγονότων ή σε μεταβολές καταστάσεων με το χρόνο παρά σε καταστάσεις ισορροπίας. Αυτό ίσως συμβαίνει, γιατί τα παιδιά πιστεύουν ότι αυτό είναι αναγκαίο να εξηγήσουν. Αντανακλά μια σημαντική πλευρά του αιτιακού συλλογισμού των παιδιών, ότι δηλαδή η αλλαγή χρειάζεται μια εξήγηση, απαιτεί από αυτά να αναζητήσουν ένα απλό μηχανισμό που να συνδέει τις διαφορετικές καταστάσεις ενός συστήματος στο χρόνο· οι καταστάσεις ισορροπίας εξάλλου δεν απαιτούν εξήγηση, γιατί δεν υπάρχει αλλαγή με το χρόνο (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1993).

6. Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός και όχι αλληλεπίδραση

Οι μαθητές/ριες συνδέουν πάντοτε ένα αποτέλεσμα με ένα αίτιο. Συνήθως σκέφτονται μόνο με «πρόσθεση κι αφαίρεση», όμως πολλά φαινόμενα στις Φυσικές Επιστήμες δεν είναι γραμμικά και δεν μπορούν να εξηγηθούν με αυτόν τον τρόπο (Κίτσιου κ.συν., 2011). Δηλαδή υιοθετούν μια αιτία που παράγει μια αλυσίδα αποτελεσμάτων ως μια ακολουθία εξαρτώμενη από το χρόνο.

7. Μη διαχωρισμός των εννοιών

Οι μαθητές πολλές φορές συγχέουν βασικές έννοιες. Οι ιδέες των παιδιών παρουσιάζονται πιο περιεκτικές και γενικές από εκείνες των επιστημόνων, γεγονός που τα οδηγεί να μεταπηδούν από τη μια έννοια στην άλλη, χωρίς να το συνειδητοποιούν.

Σύμφωνα με τους Driver et al. (1993) οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών έχουν κι άλλα κοινά χαρακτηριστικά:

8. Εξάρτηση από το πλαίσιο

Οι μαθητές χρησιμοποιούν ένα σύνολο από δευτερεύουσες σημασίες που μπορεί να είναι διαφορετικές και σημαντικά πιο εκτεταμένες από εκείνες που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες και χρησιμοποιούν διαφορετικές ιδέες για να ερμηνεύσουν καταστάσεις που ένας επιστήμονας θα εξηγούσε με τον ίδιο τρόπο. Δηλαδή σε δύο διαφορετικές καταστάσεις που επιδέχονται την ίδια επιστημονική ερμηνεία, οι μαθητές επηρεασμένοι από το πλαίσιο υπάρχει περίπτωση τη μια φορά να ερμηνεύσουν συνοπτικά και ουσιαστικά όπως και οι επιστήμονες και την άλλη να πλατειάσουν και να χρησιμοποιήσουν κι άλλη ιδέα. Αναλόγως πώς θα δοθεί η ερώτηση, οι μαθητές μπορεί να χρησιμοποιήσουν διαφορετικές ιδέες.

9. Ανθρωπομορφισμός

Πολλές φορές μάλιστα αποδίδονται στα αντικείμενα χαρακτηριστικά ανθρώπων -όπως θέληση, αισθήματα, σκοποί- ή ζώων. Έτσι, συχνά παρατηρείται τα αντικείμενα να βοηθούν, να συμπαθούν, να αντιπαθούν, να επιθυμούν, να κατέχουν, να προσπαθούν ή να σκέφτονται. Το γεγονός ότι η μεταφορά χρησιμοποιείται τόσο στην καθημερινή γλώσσα, όσο και στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών παίζει σημαντικό ρόλο. Οι εκπαιδευτικοί αρκετές φορές χρησιμοποιούν τη γλώσσα του ανθρωπομορφισμού, καθότι τους βοηθά να καταστήσουν πιο κατανοητές τις νέες έννοιες στους μαθητές. Όμως αυτό δημιουργεί συχνά συγχύσεις, με αποτέλεσμα οι μαθητές να εκφράζουν εναλλακτικές ιδέες.

10. Στα αντικείμενα ή στα φαινόμενα αποδίδεται ορισμένο ποσό μιας φυσικής οντότητας

Πολλοί/ές μαθητές/ριες προσδίδουν σε ένα αντικείμενο μια συγκεκριμένη ποσότητα μιας φυσικής οντότητας (όπως είναι η δύναμη), ως ύπαρξης και μόνο δίχως να συνυπολογιστούν οι παράμετροι που ίσως οφείλονται. Δηλαδή σύμφωνα με αυτούς/ες αυτό το αντικείμενο ή φαινόμενο έχει αυτό το ποσό από μόνο του πριν καν συμβεί το οτιδήποτε και χωρίς καμία αιτιολογία.

Από την άλλη, σύμφωνα με τον Βλάχο (2004) τα κοινά χαρακτηριστικά των παιδιών για τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου είναι η αιτιότητα, η οντολογία και οι γενικού χαρακτήρα πεποιθήσεις τους για τη φύση και τη λειτουργία της. Συγκεκριμένα αναφέρει (Βλάχος, 2004, σ. 165-166):

1. Η **αιτιότητα** στα φαινόμενα είναι μονόδρομη με φορά από το δράστη προς το υποκείμενο. Έτσι οι μαθητές δυσκολεύονται να δεχθούν την αλληλεπίδραση. Οι φυσικές οντότητες διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: οντότητες-δράστες, οντότητες που υφίστανται αλλαγές και οντότητες οι οποίες παρεμβαίνουν διευκολύνοντας ή αποτρέποντας την αλλαγή σε αδιάφορες ως προς το φαινόμενο οντότητες. Το αποτέλεσμα είναι ανάλογο προς το αίτιο και οι μαθητές δυσκολεύονται να υιοθετήσουν συμπεράσματα, στα οποία η σχέση αιτίου-αποτελέσματος δεν είναι γραμμική.
2. Οι **οντότητες** του φυσικού κόσμου διακρίνονται στις αισθητηριακά αντιληπτές και σε αυτές που έχουν επινοηθεί για την ερμηνεία των αλλαγών. Οι πρώτες, για τους μαθητές έχουν αισθητηριακά αντιληπτά χαρακτηριστικά και ιδιότητες, οι οποίες διακρίνονται σε εγγενείς ή σε επίκτητες. Οι δεύτερες, ειδικότερα οι επιστημονικές, στη σκέψη των μαθητών χαρακτηρίζονται από το ότι είναι ασαφείς, περισσότερο ευμετάβλητες και ότι χρησιμοποιούνται γενικόλογα.

3. Ένα σύνολο από **γενικές πεποιθήσεις** για το φυσικό κόσμο υπόκειται και εκφράζεται τόσο στην οντολογία όσο και στην αιτιολογία που εκφράζεται στις ιδέες των μαθητών. Πεποίθησή τους είναι ότι τα φαινόμενα προκαλούνται από αιτίες και ότι όταν δεν υπάρχουν φαινόμενα τότε δεν υπάρχουν και οι αιτίες που τα προκαλούν. Για τα δυναμικά φαινόμενα αρκετοί μαθητές πιστεύουν ότι πολλά από αυτά είναι φυσιολογικό να συμβαίνουν και να συμβαίνουν πάντα με τον ίδιο τρόπο, αποφεύγοντας να επικαλεστούν ή να επινοήσουν αιτιακούς μηχανισμούς. Η συνέχεια της ύπαρξης των οντοτήτων κι όταν ακόμα αυτές δεν είναι αισθητηριακά αντιληπτές, είναι μια ακόμα πεποίθηση των μαθητών, ειδικά των μεγαλύτερων σε ηλικία.

4.3. Τρόποι δημιουργίας

Οι άνθρωποι δεν κατανοούν το φυσικό κόσμο απευθείας, αλλά μέσω του σχηματισμού ιδεών, νοητικών αναπαραστάσεων και νοητικών μοντέλων (Κώτσης, 2005). Οι *νοητικές αυτές αναπαραστάσεις* είναι εικόνες αντικειμένων και γεγονότων, όταν αυτά είναι απόντα και επίσης, αποτελούν σημείο ισορροπίας της γνωστικής δομής (Κώτσης, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Η νέα γνώση πρέπει να ενταχθεί στις προϋπάρχουσες ιδέες με επαύξηση, εναρμόνιση και αναδιοργάνωση (Κώτσης, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Η αναδιοργάνωση της γνώσης μπορεί να διακριθεί σε ολική και μερική και η δεύτερη με τη σειρά της σε ασθενής και ριζοσπαστική (Κόκκοτας, 2009). Από την άλλη, τα *νοητικά μοντέλα* είναι αναπαραστάσεις, οι οποίες βοηθούν τους μαθητές να εξηγήσουν κάποιες αιτίες, αναπαριστώντας πιο εύκολα συγκεκριμένες καταστάσεις παρά αφηρημένες (Κώτσης, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Επιπλέον, τους βοηθούν να δίνουν απαντήσεις εντός ή εκτός σχολείου (Κώτσης, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).

Οι ιδέες και οι προσεγγίσεις των μαθητών φαίνεται να δημιουργούνται στην προσπάθειά τους να δώσουν εξηγήσεις και νόημα για τον κόσμο που τους περιβάλλει (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005). Ξεκινώντας από τις εμπειρίες και τις τρέχουσες γνώσεις τους, ψάχνουν και προσπαθούν να διακρίνουν ομοιότητες και διαφορές για την παρατήρηση των γεγονότων και των φαινομένων, έτσι ώστε να δημιουργήσουν δομές σχέσεων (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005). Η γνώση, λοιπόν, εποικοδομείται ενεργά από το μαθητή, καθότι ο εγκέφαλός τους δεν είναι ένας παθητικός καταναλωτής πληροφοριών (Κόκκοτας, 2009). Άλλωστε, κατά τους Driver et al. (2000) η διαδικασία της οικοδόμησης της γνώσης από το υποκείμενο είναι «αυτοαναφερόμενη διαδικασία», όπου γνωστικά σχήματα φέρονται στο προσκήνιο και διευθετούνται σε σχέση με το βαθμό που ταιριάζουν στην εμπειρία του ατόμου. Έτσι τα παιδιά, όπως και οι επιστήμονες, συγκεντρώνουν στοιχεία και οικοδομούν μοντέλα προκειμένου να ερμηνεύσουν τα δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005). Το γεγονός αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι το εύρος, η ορθότητα και η ποιότητα των σχέσεων που οικοδομείται, καθώς και τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται είναι ίδια με αυτά της επιστημονικής κοινότητας.

Κύριες αιτίες δημιουργίας των εναλλακτικών ιδεών είναι η καθημερινή εμπειρία των μαθητών, η διαφήμιση, οι πρώτες σχολικές εμπειρίες και η καθημερινή χρήση επιστημονικών όρων (Driver et al., 2000). Τα παραπάνω κι όσα θα αναφερθούν παρακάτω επηρεάζουν σημαντικά τη σκέψη των παιδιών από πολύ μικρή ηλικία και οδηγώντας τα να

δημιουργήσουν τις δικές τους ιδέες σταθερά και μη συνειδητά (Driver et al., 2000). Συνεπώς, οι ιδέες των παιδιών επηρεάζονται και διαμορφώνονται από την επίδραση των αντιλήψεων των μεγάλων, από τα μέσα επικοινωνίας, από τις επαφές και τις συζητήσεις με άλλα παιδιά, από τη διδασκαλία και τα σχολικά εγχειρίδια (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005). Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των εναλλακτικών ιδεών διαδραματίζει η γλώσσα και οι εκφράσεις που χρησιμοποιούνται από τους μεγάλους στην καθημερινή ομιλία και καθημερινή ζωή των παιδιών (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005). Όμως ο/η μαθητής/ρια στην προσπάθεια του/της να ερμηνεύσει μια επιστημονική πρόταση προκειμένου να την κατανοήσει, θα την εξηγήσει με λέξεις που χρησιμοποιεί στην καθημερινότητά του/της· με αποτέλεσμα να μη δώσει την σωστή κι αναμενόμενη απάντηση που θα ήθελε να λάβει ο/η εκπαιδευτικός (Κώτσης, 2005).

Αντίστοιχες αντιλήψεις δημιουργούνται στους εκπαιδευόμενους από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης, όταν αναφέρονται σε επιστημονικά ή τεχνολογικά θέματα (Κόκκοτας, 2005, 2009). Επιπροσθέτως, το κοινωνικό κλίμα αποτελεί άλλο ένα παράγοντα διαμόρφωσης των ιδεών των μαθητών/ριών (Driver et al., 2000). Εξάλλου σύμφωνα με τους Lightman, Miller και Leadbetter (όπ. αναφ. στο Driver et al., 2000) ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός διαμορφώνεται με την επίδραση κοινωνικών παραγόντων και αξιών. Τέλος, άλλοι παράγοντες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία εναλλακτικών ιδεών είναι η ηλικία, το φύλο και η τεχνολογική πληροφόρηση (Driver et al., 2000).

Επιπλέον, δεν πρέπει να εξαιρεθεί και η επίδραση της διδασκαλίας και των σχολικών βιβλίων στον τρόπο δημιουργίας των εναλλακτικών ιδεών. Είναι γεγονός ότι αν υπάρχει έλλειψη καλής επικοινωνίας μεταξύ δασκάλων και μαθητών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, τότε στις ήδη υπάρχουσες προστίθενται κι άλλες εναλλακτικές ιδέες (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005). Σκοπός του/της εκπαιδευτικού είναι να μεταδώσει στους/ις μαθητές/ριες γνώσεις μεταφράζοντάς τες σε λέξεις. Όμως οι τελευταίοι/ες κάποιες φορές δεν εκλαμβάνουν και δεν αποδίδουν σωστά το νόημα που ήθελε να μεταδώσει ο/η εκπαιδευτικός (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005). Σε αυτό ενισχυτικό παράγοντα αποτελεί το γεγονός ότι οι μαθητές /ριες συνδυάζουν αυτά που ακούν με αυτά που γνωρίζουν κι έτσι ερμηνεύουν διαφορετικά (Κώτσης, 2005). Επίσης, συχνά γίνεται χρήση τεχνητών μοντέλων στην αίθουσα διδασκαλίας και υπάρχουν διαγράμματα στα βιβλία που δεν χρησιμοποιούν την πραγματική κλίμακα, το οποίο προφανώς μπορεί να αποτελέσει πηγή παρανοήσεων (Driver et al., 2000). Η πιθανότητα δημιουργίας εναλλακτικών ιδεών, δε, αυξάνεται ακόμη περισσότερο, αν η γλώσσα που χρησιμοποιείται δεν είναι οικεία στο/η μαθητή/ρια (Κόκκοτας, 2005, 2009). Έτσι, οι εναλλακτικές ιδέες επηρεάζουν τη διαδικασία κατάκτησης νέων εννοιών, αντιστέκονται στις αλλαγές που επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσω της διδασκαλίας (Κόκκοτας, 2005, 2009· Κώτσης, 2005) κι αν τις αγνοήσουμε με τη διδασκαλία τότε θα παραμείνουν αμετάβλητες (Κόκκοτας, 2005, 2009). Αναφορικά με τα σχολικά εγχειρίδια ο τρόπος που οι μαθητές αντιλαμβάνονται όσα διαβάζουν, επηρεάζεται σημαντικά από τα ερμηνευτικά τους σχήματα. Κατασκευάζουν δηλαδή ερμηνείες, συσχετίζοντας αυτό που ήδη ξέρουν με αυτό που διαβάζουν και γι' αυτό είναι δυνατό να μη δίνουν ίδιες ερμηνείες με εκείνες στις οποίες αποβλέπει ο/η συγγραφέας του σχολικού εγχειριδίου (Κόκκοτας, 2005, 2009). Ακόμη, αρκετά συχνά θεωρείται δεδομένη η ευκολία που παρουσιάζουν ορισμένα θέματα ή υπάρχουν πολλά κλασσικά πειράματα και προγράμματα διδασκαλίας, που προϋποθέτουν ότι οι μαθητές έχουν κατακτήσει ορισμένες

βασικές ιδέες χωρίς αυτό όμως να ισχύει στην πράξη (Driver et al., 1993). Έχει παρατηρηθεί, επίσης, ότι στα σχολικά βιβλία της πέμπτης και έκτης, όπως ορίζεται και από την ύλη, δίνονται μόνο οι βασικές έννοιες και ορισμοί χωρίς περαιτέρω λεπτομέρειες (Ντίνος, 2014). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όταν οι μαθητές θέλουν να εξηγήσουν κάποια φαινόμενα και καταστάσεις της καθημερινότητας τους που σχετίζονται με τις διδακτέες έννοιες, να ενεργοποιούν τους προσωπικούς μηχανισμούς ερμηνείας και να επιστρέφουν στις πρωταρχικές εναλλακτικές ιδέες τους (Ντίνος, 2014). Τέλος, ένας άλλος τρόπος δημιουργίας των ιδεών είναι και η μη κατάλληλη εκπαίδευση και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών τόσο στο προπτυχιακό επίπεδο (περιορισμένος αριθμός μαθημάτων Φυσικών Επιστημών) όσο και κατά τη διάρκεια της διδακτικής τους πορείας.

Συνοψίζοντας, στο παρακάτω σχήμα παριστάνονται σχηματικά οι παράγοντες που επιδρούν και συντελούν στην ανάπτυξη των ιδεών των παιδιών.



Σχήμα 1: Παράγοντες που επηρεάζουν ή διαμορφώνουν τις ιδέες των ανθρώπων (Καρανίκας, 1996)

4.4. Επιπτώσεις στη διδασκαλία

Όπως έχει υποστηριχτεί και σε προηγούμενη ενότητα, ο/η μαθητής/ρια δεν είναι παθητικός δέκτης των πληροφοριών, αλλά ενεργό υποκείμενο της μάθησης, το οποίο επικοδομεί τη γνώση και αναδιοργανώνει τη γνωστική του δομή. Η αφομοίωση κάθε νέας πληροφορίας ή ιδέας εξαρτάται από τη φύση και την οργάνωση της γνωστικής του δομής. Άρα διαφορετική γνωστική δομή αξιοποιεί με διαφορετικό τρόπο κάθε νέα πληροφορία, με αποτέλεσμα κάθε μαθητής να αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση από πλευράς γνωστικής δομής. Ενώ για να αφομοιωθεί η νέα γνώση πρέπει να ενταχθεί στην ήδη υπάρχουσα γνωστική δομή του/της μαθητή /ριας, ειδάλλως θα παραμείνει αδρανής. (Κόκκοτας, 2005, 2009)

Η έρευνα του Nelson (1999) έδειξε ότι μαθητές έρχονται στο σχολείο με τις δικές τους ιδέες -μερικές σωστές και μερικές όχι- για σχεδόν κάθε θέμα που είναι πιθανό να αντιμετωπίσει ένας/μία εκπαιδευτικός. Με αυτό στο μυαλό του ο/η εκπαιδευτικός ξεκινά κατά πάσα πιθανότητα ένα μάθημα για τον εντοπισμό των προκαταλήψεων των μαθητών /ριών στη συνέχεια, που απευθύνεται σε αυτούς που απεικονίζουν την ελαττωματικές σκέψεις κι έπειτα εμπλέκει τους μαθητές με το θέμα. Οι νέοι άνθρωποι μαθαίνουν πιο εύκολα για πράγματα που είναι απτά και άμεσα προσβάσιμα στις αισθήσεις τους. Έτσι με την πάροδο του χρόνου και με την απόκτηση εμπειρίας, οι μαθητές /ριες θα αυξήσουν στην ικανότητά τους να κατανοήσουν αφηρημένες έννοιες, να χειριστούν τα σύμβολα, τον λόγο και να γενικεύσουν. (Nelson, 1999)

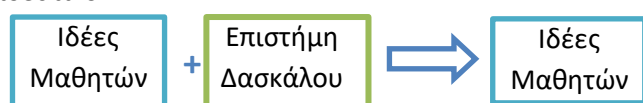
Η δυσκολία τροποποίησης των εναλλακτικών ιδεών αποτελεί και την πιο σημαντική συνέπεια για τη διδασκαλία. Η διαδικασία της αλλαγής τους είναι χρονοβόρα και χρειάζεται τα παιδιά να έρθουν αντιμέτωποι με αυτές τις ιδέες, ώστε να συνειδητοποιήσουν είτε τις αντιφάσεις είτε την ανεπάρκειά τους στην ερμηνεία των φυσικών φαινομένων (Κόκκοτας, 2005, 2009· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Η παραδοσιακή δασκαλοκεντρική διδασκαλία, όπου ο εκπαιδευτικός εξηγεί τις έννοιες και τις ιδέες, δεν είναι επαρκής για να επέλθει η αλλαγή καθώς οι μαθητές δεν απορρίπτουν εύκολα την αρχική τους γνώση (Κόκκοτας, 2005, 2009· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Συχνά οι μαθητές γράφουν σωστά στις εξετάσεις τη διδαχθείσα γνώση, απλά επειδή είναι πρόσφατη και τη θυμούνται, αν όμως ερωτηθούν σε ανύποπτο χρόνο, χωρίς το φόβο του βαθμού ή έχοντας περάσει μεγάλο χρονικό διάστημα μετά τη διδασκαλία, επανέρχονται στις αρχικές διαισθητικές του απόψεις.

Η καταγραφή των εναλλακτικών ιδεών, λοιπόν, των τρόπων αλλαγής τους και η αναζήτηση των αιτιών που τις προκαλούν αποτελεί θέμα του παρελθόντος, του παρόντος και του μέλλοντος για τους ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Εννοείται ότι στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών οι εναλλακτικές ιδέες πρέπει να κατέχουν πρωτεύοντα ρόλο. Ο τρόπος διδασκαλίας, η προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών/ριών, τα κίνητρά τους και η στάση τους -θετική ή αρνητική- απέναντι στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών επηρεάζουν το μαθησιακό αποτέλεσμα σύμφωνα με τους Pintrich, Marx και Boyle (1993, όπ. αναφ. στον Κώτση, 2005).

Αν όλα τα ανωτέρω αν δε ληφθούν υπόψη από τους εκπαιδευτικούς στο σχεδιασμό των διδακτικών έργων, τότε οι μαθητές/ριες μετά τη διδασκαλία θα βρίσκονται σε μία από τις ακόλουθες καταστάσεις (Κώτσης, 2005, σ. 64-65· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005, σ. 86-87):

1. Οι προϋπάρχουσες ιδέες παραμένουν αναλλοίωτες.

Οι μαθητές/ριες μετά τη διδασκαλία εξακολουθούν να διατηρούν τις αρχικές τους ιδέες, παρότι μπορεί κάποιες φορές να χρησιμοποιούν πιο τεχνικούς όρους που άκουσαν από τον εκπαιδευτικό.



2. Οι προϋπάρχουσες κι οι επιστημονικές ιδέες συνυπάρχουν.

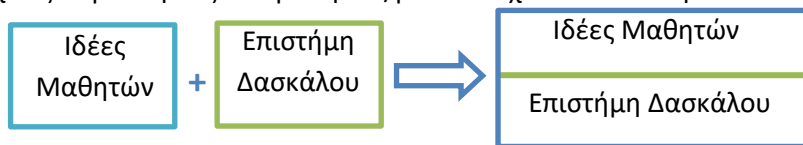
Οι μαθητές/ριες διατηρούν τις απόψεις τους, ενώ ταυτόχρονα μαθαίνουν και χρησιμοποιούν την επιστημονική άποψη μόνο στις διαδικασίες του σχολείου· δεν την

συνδέουν όμως με τις καθημερινές καταστάσεις. Η γνώση αυτή ονομάζεται στατική/ μη λειτουργική γνώση (De Berg, 1989, όπ. αναφ. στη Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).



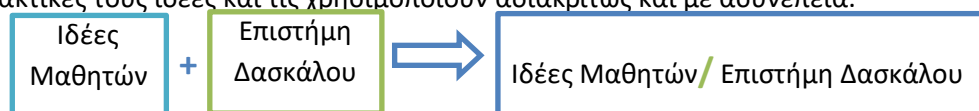
3. Η διδασκαλία ενισχύει τις παρανοήσεις.

Οι αρχικές παρανοήσεις των μαθητών/ριών ενισχύονται από τη διδασκαλία.



4. Οι προϋπάρχουσες επιστημονικές απόψεις είναι συγκεχυμένες.

Οι μαθητές/ριες πολλές φορές δε διαχωρίζουν τις επιστημονικές γνώσεις από τις εναλλακτικές τους ιδέες και τις χρησιμοποιούν αδιακρίτως και με ασυνέπεια.



5. Οι επιστημονικές έννοιες έχουν επικρατήσει.

Οι μαθητές/ριες έχουν αντικαταστήσει τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις με τις επιστημονικές, που ήταν και ο αρχικός στόχος.



Από τη μία, οι εκπαιδευτές των Α.Π. και οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί πολλές λαμβάνουν υπόψη τους τα γνωστικά στάδια ανάπτυξης των παιδιών, αναγνωρίζουν τη σπουδαιότητα της ενεργούς συμμετοχής τους σε μαθησιακές δραστηριότητες, αλλά συνήθως αγνοούν ή δεν ενδιαφέρονται τόσο πολύ για τις προϋπάρχουσες ιδέες αυτών (Pore & Gilbert, 1983, όπ. αναφ. στους Κώτση, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Από την άλλη, οι μαθητές, όπως και οι επιστήμονες, ψάχνουν να βρουν ομοιότητες και διαφορές με στόχο να σχηματίσουν ιδέες για τα φαινόμενα και τα γεγονότα (Κώτσης, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Βέβαια ο τρόπος αντίληψης των φαινομένων από τους/τις μαθητές/ριες διαφέρει σημαντικά από αυτόν των επιστημόνων (Κώτσης, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).

Συγκεκριμένα:

- ❖ Τα παιδιά λόγω του εγωκεντρισμού τους, αντιλαμβάνονται τα διάφορα γεγονότα μέσα από την εμπειρία τους κι αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση αφηρημένων εννοιών (Piaget, 1969, όπ. αναφ. στους Κώτση, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).
- ❖ Οι εξηγήσεις των μαθητών συχνά είναι τμηματικές για επιμέρους θέματα, αντιφατικές, αλλά και σταθερές. Δέχονται μόνο τη δική τους εξήγηση και δεν είναι σε θέση να αντιληφθούν άλλες πιθανές εξηγήσεις (Driver et al., 1985, όπ. αναφ. στους Κώτση, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).
- ❖ Τέλος, η καθημερινή γλώσσα ή η γλώσσα του σχολείου, των εκπαιδευτικών και των βιβλίων ενισχύει τις παρανοήσεις των παιδιών, οι οποίες αν δεν τροποποιηθούν

εγκαίρως γίνονται μονιμότερες και αργότερα ανθίστανται σε οποιαδήποτε προσπάθεια τροποποίησή τους (Κώτσης, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).

Συνοψίζοντας, από όλα τα ανωτέρω προκύπτει το συμπέρασμα ότι είναι αναγκαία μια αλλαγή τόσο στο περιεχόμενο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών –μέσω της επιλογής θεμάτων με μορφή εννοιολογικού πλαισίου και της μελέτης τους εις βάθος- όσο και στον τρόπο διδασκαλίας. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές/ριες θα μαθαίνουν στοιχεία της επιστήμης και θα σκέφτονται με βάση αυτά. Το σύνολο αυτών των ενεργειών κρίνεται απαραίτητο για τη διδασκαλία και τη μάθηση κι απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για την υλοποίησή του. (Κώτσης, 2005· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005)

4.5. Εναλλακτικές Ιδέες & Φύλο

Το φύλο φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις ιδέες που διαμορφώνουν οι μαθητές για την επιστήμη, τα θέματα των Φυσικών Επιστημών, καθώς και στις αντιδράσεις των εκπαιδευτικών. Οι επιδράσεις εξαιτίας της διαφοράς φύλου είναι πολυποικίλες και πολλές φορές προσθετικές (Ντίνος, 2014). Πληθώρα ερευνών (Kahle, 1998· Sjoberg & Imsen, 1998· Soerensen, 1991, όπ. αναφ. στον Ντίνο, 2014) αναφέρονται σε διαφορετική στάση απέναντι σε ζητήματα των Φυσικών Επιστημών, φέρνοντας αγόρια σε πλεονεκτικότερη θέση. Για παράδειγμα, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τη Solomon (1983, όπ. αναφ. στους Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 2000) τα κορίτσια εκφράζουν σε μεγαλύτερο βαθμό από τα αγόρια την εναλλακτική ιδέα περί σύνδεσης της ενέργειας μόνο με ανθρώπινες δραστηριότητες και αντίστοιχα σε έρευνα των Jones, Lynch και Reesink (1987, όπ. αναφ. στους Driver et al., 2000) για το σχετικό μέγεθος του Ήλιου, της Σελήνης και της Γης, περισσότερα κορίτσια, απ' ότι αγόρια, δεν απάντησαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο. Ακόμη, σύμφωνα με έρευνες τα αγόρια εν συγκρίσει με τα κορίτσια φαίνεται να προτιμούν περισσότερο τα θέματα φυσικής και μάλιστα να πιστεύουν στον εαυτό τους, αγαπούν τα πειράματα, όχι όμως και το γράψιμο –κάτι που είναι πιο προσφιλές για τα κορίτσια- (Ντίνος, 2014). Ενώ την άποψη ότι τα αγόρια ενδιαφέρονται περισσότερο και τα καταφέρνουν καλύτερα στις Φυσικές Επιστήμες –και συγκεκριμένα στη Φυσική- την ενστερνίζονται και τα κορίτσια σύμφωνα με έρευνα του Whitelegg (1996, όπ. αναφ. στον Ντίνο, 2014), που διεξήχθη στην Σουηδία.

Όμως σε έρευνα (Lucas, 1987, όπ. αναφ. στους Driver et al., 2000) για ζητήματα κληρονομικότητας, τα κορίτσια έδωσαν περισσότερες σωστές απαντήσεις για τον μηχανισμό καθορισμού του φύλου απ' ότι τα αγόρια. Κάτι που δείχνει ότι η φύση της εξεταζόμενης έννοιας παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς μπορεί να είναι πιο προσεγγίσιμη και οικεία σε κάποιο από τα δύο φύλα. Επίσης, όταν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών χρησιμοποιούνται χαρακτηριστικά ανθρώπων ή ζώων ή παραδείγματα της καθημερινότητας, είναι πιο εύκολο -ιδίως για τα κορίτσια- να ανακαλύψουν τις σχέσεις που συνδέουν τα φαινόμενα και έτσι οι Φυσικές Επιστήμες να γίνουν πιο προσιτές, πιο καθημερινές και πιο ενδιαφέρουσες γι' αυτά (Ντίνος, 2014). Δηλαδή για τα κορίτσια η σχολική επιστήμη συγκροτείται μέσα σε ένα ανθρωποκεντρικό πλαίσιο και οι Φυσικές Επιστήμες αντιμετωπίζονται ως οι επιστήμες που βοηθούν τον άνθρωπο και τα ζώα (Taber & Watts, 1996· Watts & Bentley, 1994, όπ. αναφ. στον Ντίνο, 2014). Τέλος όταν σε

διδασκαλία για το κινητικό σωματιδιακό μοντέλο χρησιμοποιήθηκε ως μέθοδος διδασκαλίας το παιχνίδι ρόλων, αυξήθηκε το ενδιαφέρον και το ποσοστό επιτυχίας των απαντήσεων των κοριτσιών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Ντίνος, 2014).

Άρα, η διαφορετική στάση απέναντι στις έννοιες και στις διαδικασίες των Φυσικών Επιστημών μπορεί να οφείλεται τόσο στα διαφορετικά ενδιαφέροντα των δύο φύλων, όσο και στο διαφορετικό τρόπο θεώρησης του κόσμου (Kahle, 1998· Sjoberg & Imsen, 1998· Soerensen, 1991, όπ. αναφ. στον Ντίνο, 2014), αλλά και στη φύση της εξεταζόμενης έννοιας και στον τρόπο διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Επομένως, όταν χρησιμοποιούνται εναλλακτικοί τρόποι διδασκαλίας παράλληλα με τους παραδοσιακούς, τόσο τα αγόρια όσο και τα κορίτσια απολαμβάνουν την ενασχόληση με τις Φυσικές Επιστήμες, κατανοούν καλύτερα τα πιο δύσκολα θέματα της Φυσικής και δεν παρατηρείται διαφορά επιδόσεων μεταξύ τους (Tveita, 1996, όπ. αναφ. στον Ντίνο, 2014).

4.6. Εναλλακτικές ιδέες σε έννοιες της Μηχανικής

Η Φ. Ξηρουχάκη (2010) έχει ταξινομήσει 532 εναλλακτικές ιδέες των παιδιών πάνω στις Φυσικές Επιστήμες, ταξινομημένες και κατά φαινόμενο, όπως αυτές έχουν αποτυπωθεί σε ελληνική και ξενόγλωσση βιβλιογραφία. Παρακάτω παρατίθενται όπως έχουν καταγραφεί σε διάφορες έρευνες οι εναλλακτικές ιδέες για έννοιες της Μηχανικής. Οι ιδέες είναι ταξινομημένες στα κεφάλαια της Μηχανικής όπως τα ορίζει ο Hewitt (1997).

4.6.1. Η μελέτη της κίνησης

- ❖ Δύο γειτονικά σώματα πρέπει να έχουν την ίδια ταχύτητα.
- ❖ Η επιτάχυνση και η ταχύτητα είναι πάντα στην ίδια κατεύθυνση .
- ❖ Η ταχύτητα είναι μια δύναμη.
- ❖ Αν η ταχύτητα είναι μηδέν, τότε και η επιτάχυνση είναι μηδέν .
- ❖ Μια δύναμη που εφαρμόζεται, για παράδειγμα από ένα χέρι, δρα σε ένα σώμα ακόμη και όταν το φεύγει από το χέρι.
- ❖ Μια δύναμη συνοδεύει οπωσδήποτε ένα σώμα όταν αυτό κινείται προς τα πάνω (Ευαγγέλου, 2004· Olenick, χ.η· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005)

4.6.2. Η κίνηση των βλημάτων και των δορυφόρων

- ❖ Το φεγγάρι διατηρείται σε τροχιά επειδή η βαρυτική δύναμη που δρα πάνω του εξισορροπείται από την φυγόκεντρο δύναμη που δρα σ' αυτό. (Olenick, όπ. αναφ. στον Αντωνίου, χ.η.)

4.6.3. Οι νόμοι της κίνησης του Νεύτωνα

- ❖ Δεν υπάρχει καμία σχέση ανάμεσα στους νόμους του Νεύτωνα και την κινηματική.
- ❖ Μόνο έμψυχα σώματα (άνθρωποι, ζώα) εξασκούν δυνάμεις, τα άψυχα (τραπέζια, πατώματα) δεν εξασκούν δυνάμεις.
- ❖ Ένα σώμα κατεβαίνει όταν του τελειώσει η δύναμη που του δώσαμε όταν ανέβηκε. (Gunstone & Watts, 1993· Olenick, χ.η· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005)

1^{ος} Νόμος

- ❖ Οι δυνάμεις είναι απαραίτητες για κινήσεις με σταθερή ταχύτητα .
- ❖ Η αδράνεια έχει σχέση με την κατάσταση κίνησης (σε ηρεμία ή σε κίνηση).
- ❖ Όλα τα σώματα μπορούν να κινηθούν με την ίδια ευκολία όταν δεν υπάρχει η βαρύτητα.
- ❖ Όλα τα σώματα τελικά σταματούν να κινούνται όταν η δύναμη παύει να υπάρχει.
- ❖ Η αδράνεια είναι η δύναμη που διατηρεί τα σώματα σε κίνηση.
- ❖ Αν δύο σώματα είναι και τα δύο σε ηρεμία, αυτά έχουν την ίδια ποσότητα αδράνειας.
- ❖ Η ταχύτητα είναι απόλυτη και δεν εξαρτάται από σύστημα αναφοράς.
- ❖ Ισορροπία σημαίνει ότι όλες οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα είναι ίσες.
- ❖ Η σταθερή κίνηση απαιτεί μια σταθερή δύναμη
- ❖ Εάν ένα σώμα δεν κινείται, δεν ασκείται δύναμη σε αυτό.
- ❖ Η ηρεμία είναι μια «φυσική» κατάσταση, κατά τη οποία καμία δύναμη δεν επιδρά πάνω στο αντικείμενο.
- ❖ Η «βαρύτητα» και το «βάρος» συσχετίζεται με κάποια χαρακτηριστικά τριβής, αφού «η δύναμη του βάρους» είναι η κύρια αιτία που συγκρατεί ακίνητα στη θέση τους τα διάφορα αντικείμενα ή που επιβραδύνει την κίνησή τους.
(Driver et al., 2000· Gunstone & Watts, 1993· Ευαγγέλου, 2004· Olenick, χ.η· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005· Τσαγλιώτης, 1999)

2ος Νόμος

- ❖ Το γινόμενο της μάζας επί την επιτάχυνση είναι μια δύναμη.
- ❖ Η τριβή δεν μπορεί να έχει την κατεύθυνση της κίνησης.
- ❖ Για τα κινούμενα σώματα ισχύει, ότι τα βαρύτερα σώματα ωθούν περισσότερο από τα ελαφρά.
- ❖ Η ποσότητα της κίνησης είναι ανάλογη με τη ποσότητα της δύναμης.
- ❖ Όταν ένα σώμα κινείται, υπάρχει μια δύναμη που δρα σε αυτό προς την κατεύθυνση της κίνησης.
- ❖ Η δύναμη που ενεργεί σε ένα σώμα είναι ανάλογη με την ταχύτητα που το σώμα αποκτάει.
(Driver et al.,2000· Gunstone & Watts, 1993· Κόκκοτας, 2009· Olenick, χ.η.)

3ος Νόμος

- ❖ Η δράση και η αντίδραση είναι δυνάμεις που δρουν στο ίδιο σώμα.
- ❖ Οι δυνάμεις δράση και αντίδραση αλληλοεξουδετερώνονται.
- ❖ Οι δυνάμεις δράση και αντίδραση δεν είναι ίσες, όταν το σώμα κινείται.
- ❖ Η κάθετη αντίδραση πάνω σε ένα σώμα είναι πάντα ίση με το βάρος του σώματος.
- ❖ Η ισορροπία είναι αποτέλεσμα του τρίτου νόμου του Νεύτωνα.
- ❖ Ένα σώμα δέχεται μια δύναμη από ένα άλλο σώμα, μόνο όταν τα δύο σώματα έρχονται σε επαφή.
- ❖ Θεωρούν την δύναμη ως μια μεμονωμένη οντότητα, που αποτελεί ιδιότητα ενός μεμονωμένου αντικειμένου.
(Driver et al., 2000· Olenick, χ.η· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005)

4.6.4. Ορμή

- ❖ Η ορμή δεν είναι διανυσματικό μέγεθος.
- ❖ Η διατήρηση της ορμής έχει εφαρμογή μόνο σε κρούσεις.
- ❖ Η ορμή είναι το ίδιο με την δύναμη.
- ❖ Οι κινούμενες μάζες χωρίς την παρουσία βαρύτητας δεν έχουν ορμή.
- ❖ Το κέντρο μάζας ενός σώματος πρέπει να είναι πάντα μέσα στο σώμα.
- ❖ Η ορμή δεν διατηρείται στην περίπτωση που ένα κινούμενο σώμα προσκρούει σε «μη δυνάμενο να κινηθεί» σώμα.
- ❖ Η ορμή και η κινητική ενέργεια είναι το ίδιο.
(Olenick, χ.η.)

4.6.5. Ενέργεια

- ❖ Η ενέργεια καταναλώνεται ή φθίνει.
- ❖ Κάτι το οποίο δεν κινείται δεν μπορεί να έχει καθόλου ενέργεια.
- ❖ Μια δύναμη που δρα σε ένα σώμα έχει έργο έστω και αν το σώμα δεν κινείται .
- ❖ Η ενέργεια καταστρέφεται καθώς μετασχηματίζεται από μια μορφή σε άλλη.
- ❖ Η ενέργεια μπορεί να ανακυκλωθεί.
- ❖ Η βαρυτική δυναμική ενέργεια είναι ο μόνος τύπος δυναμικής ενέργειας.
- ❖ Όταν ένα σώμα αφήνεται να πέσει, η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται αμέσως όλη σε κινητική.
- ❖ Η ενέργεια δεν σχετίζεται με τους νόμους του Νεύτωνα.
- ❖ Η ενέργεια είναι δύναμη.
- ❖ Η ενέργεια δίνει δύναμη.
- ❖ Στις μηχανές υπάρχει ενέργεια.
- ❖ Η ενέργεια είναι πολύ ισχυρή ή πολύ αδύναμη.
- ❖ Η πυρηνική ενέργεια δίνει φως.
- ❖ Ένα αυτοκίνητο χρησιμοποιεί ενέργεια για να κινηθεί.
- ❖ Συνδέουν την ενέργεια με τα έμβια όντα.
- ❖ Έχουν ανθρωποκεντρικές απόψεις για την έννοια της ενέργειας.
- ❖ Η ενέργεια παράγεται άλλα και εξαφανίζεται.
- ❖ Η ενέργεια αποθηκεύεται στα αντικείμενα.
- ❖ Θεώρηση της ενέργειας ως τροφής ή καύσιμου.
- ❖ Σύνδεση της ενέργειας με την αντοχή, τη δράση, την ανάγκη για ζωή.
- ❖ Αποδίδουν στην ενέργεια χαρακτηριστικά φυσικής ουσίας.
- ❖ Αναγνωρίζουν και χρησιμοποιούν την αρχή διατήρησης της ενέργειας σε επίπεδο σχολείου/πανεπιστημίου (ασκήσεων ή εξετάσεων), αλλά δεν την εφαρμόζουν στην καθημερινή ζωή.
- ❖ Η ενέργεια είναι ένα ρευστό.
- ❖ Η ενέργεια είναι σαν μια ώθηση να κάνεις κάτι.
- ❖ Η ενέργεια σε στηρίζει.
- ❖ Δεν μπορούμε να ζήσουμε χωρίς ενέργεια.
(Driver et al., 2000· Κίτσιου κ.συν., 2011· Κόκκοτας, 2009· Olenick, χ.η.· Σπυροπούλου-Κατσάνη,2005)

4.6.6. Περιστροφική κίνηση

- ❖ Οι αστροναύτες αιωρούνται μέσα στο διαστημόπλοιο, που περιστρέφεται γύρω από την γη, επειδή εκεί δεν υπάρχει βαρύτητα.
- ❖ Η περιστροφή της Γης γύρω από τον εαυτό της προκαλεί βαρύτητα.
- ❖ Η κυκλική κίνηση δεν απαιτεί την ύπαρξη δύναμης.
- ❖ Η φυγόκεντρος δύναμη είναι πραγματική δύναμη.
- ❖ Ένα σώμα που κάνει ομαλή κυκλική κίνηση δεν έχει επιτάχυνση.
- ❖ Ένα σώμα που κινείται κυκλικά θα συνεχίσει να κινείται όταν αφεθεί ελεύθερο.
- ❖ Ένα σώμα που κινείται κυκλικά θα συνεχίσει να κινείται ακτινικά όταν αφεθεί ελεύθερο.
(Olenick, χ.η.)

4.6.7. Παγκόσμια έλξη

- ❖ Τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα από τα ελαφρύτερα.
- ❖ Η επιτάχυνση είναι το ίδιο με την ταχύτητα.
- ❖ Η επιτάχυνση ενός σώματος που πέφτει εξαρτάται από την μάζα του.
- ❖ Τα σώματα που πέφτουν ελεύθερα μπορούν να κινηθούν μόνο προς τα κάτω.
- ❖ Δεν υπάρχει καθόλου βαρύτητα στον κενό χώρο.
- ❖ Η βαρυτική δύναμη ενεργεί πάνω στα σώματα μόνο όταν αυτά πέφτουν.
- ❖ Η δύναμη που δρα σε ένα μήλο δεν είναι ίδια με την δύναμη που δρα πάνω στο φεγγάρι.
- ❖ Η δύναμη της βαρύτητας είναι ίση σε όλα τα σώματα που πέφτουν.
- ❖ Δεν υπάρχει καθόλου βαρυτική δύναμη στο διάστημα.
- ❖ Στο κενό δεν ασκούνται δυνάμεις, διότι όπου υπάρχει κενό δεν υπάρχει βαρύτητα.
- ❖ Η βαρυτική δύναμη που δρα σε ένα διαστημόπλοιο είναι περίπου μηδέν.
- ❖ Η βαρυτική δύναμη δρα πάνω σε μια μάζα για ορισμένο χρονικό διάστημα.
- ❖ Η βαρύτητα συνδέεται μόνο με τη Γη.
- ❖ Σύνδεση της βαρύτητας με σπρώξιμο ή τράβηγμα ή κράτημα.
- ❖ Θεώρηση της βαρύτητας ως υλικό που θα μπορούσε να παγιδευτεί σε αεροπλάνα
- ❖ Μη εξίσωση του βάρους των σωμάτων με τη δύναμη της βαρύτητας.
- ❖ Θεωρούν ότι υπάρχει λιγότερη βαρύτητα στο νερό ή ότι υπάρχει βαρύτητα στο νερό αλλά με φορά προς τα πάνω.
(Κόκκοτας, 2009· Olenick, χ.η.· Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005)

Ερευνητικό μέρος

5. Μεθοδολογία

5.1. Σχεδιασμός και διεξαγωγή της έρευνας

Η έρευνα σχεδιάστηκε το ακαδημαϊκό έτος 2013-2014 και τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν στις φοιτήτριες και τους φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος του Πανεπιστημίου τον Μάρτιο του 2014. Το δείγμα αποτελούνταν από τα τέσσερα έτη του Παιδαγωγικού, 552 άτομα συνολικά. Ως δειγματοληπτική μέθοδος χρησιμοποιήθηκε η απλή τυχαία δειγματοληψία σε συνδυασμό με τη δειγματοληψία κατά συστάδες, καθότι για γεωγραφικούς λόγους αποφασίστηκε η δειγματοληψία να πραγματοποιηθεί στο Παιδαγωγικό των Ιωαννίνων. Κάθε φοιτητής/-τρια του Π.Τ.Δ.Ε. Ιωαννίνων είχε ίση πιθανότητα να συμπεριληφθεί στο δείγμα. Με τη βοήθεια καθηγητών του τμήματος επιτράπηκε και διανεμήθηκαν τα ερωτηματολόγια στους φοιτητές/-τριες του αντίστοιχου έτους. Οι ερωτήσεις σχετίζονται κυρίως με έννοιες της Φυσικής, αλλά και των υπολοίπων Φυσικών Επιστημών όπως θα διευκρινιστεί εκτενέστερα στη συνέχεια κι άπτονται της καθημερινότητας.

Αποφασίστηκε να συμπεριληφθούν στην έρευνα φοιτητές όλων των ετών, προκειμένου να διερευνήσουμε τις γνώσεις τόσο των πρωτοετών και τις εναλλακτικές ιδέες που διατηρούν εισαγόμενοι στη Τριτοβάθμια εκπαίδευση, όσο και των τελειόφοιτων φοιτητών και εν τέλει αν υπήρξε εννοιολογική αλλαγή στις εναλλακτικές ιδέες που δεν είχαν αποβάλλει κατά τα σχολικά έτη. Παράλληλα διερευνώνται οι γνώσεις και των φοιτητών Β' και Γ' έτους, οι οποίοι έχουν διδαχθεί κάποια πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής, αλλά υπολείπονται κι άλλα.

5.2. Σπουδαιότητα της έρευνας

Η σημαντικότητα της έρευνας προκύπτει από τη διερεύνηση των συγκεκριμένων ενοτήτων, ενοτήτων Μηχανικής και ενοτήτων Επιστημονικού Γραμματισμού. Με άλλα λόγια, από τη μία υπάρχουν ερωτήσεις που καλύπτουν έννοιες και φαινόμενα της Μηχανικής, δηλαδή μέρος της Φυσικής που διδάσκεται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και από την άλλη έννοιες και φαινόμενα που καλύπτουν το ευρύ φάσμα των Φυσικών Επιστημών, τα οποία τα συναντάμε στην καθημερινότητά μας και πρέπει να τα γνωρίζουμε όλοι μας. Η σπουδαιότητα της παρούσας έρευνας έγκειται και στο γεγονός ότι τα άτομα του δείγματος αποτελούν το μελλοντικό εκπαιδευτικό δυναμικό, που θα καλεστεί να προκαλέσει εννοιολογική αλλαγή στις εναλλακτικές των μαθητών του. Στην ουσία είναι τα άτομα που θα πρωτοδιδάξουν έννοιες της Μηχανικής κι όχι μόνο, θα πρέπει να μεταδώσουν τις γνώσεις τους σε μαθητές του Δημοτικού, να τους εξηγήσουν την καθημερινότητα μέσω της επιστήμης και φυσικά να μη διαιωνίσουν τις δικιές τους εναπομένουσες εναλλακτικές ιδέες.

Από εκτενής έρευνα στη βιβλιοθήκη Ιωαννίνων, αλλά και έρευνα –λιγότερο εκτενέστερη– στο διαδίκτυο προέκυψε ότι με το ζήτημα του επιστημονικού γραμματισμού, και ειδικότερα στις Φυσικές Επιστήμες, δεν έχουν ασχοληθεί εξειδικευμένα, παρά μόνο σε διδακτορικό επίπεδο ένα άτομο, του οποίου αντίγραφο της εργασίας την παρούσα στιγμή δε διατίθεται

στη βιβλιοθήκη. Αυτό το γεγονός προσδίδει ένα βαθμό πρωτοτυπίας στην παρούσα εργασία.

5.3. Ερευνητικές υποθέσεις

Αρχικός στόχος της έρευνας ήταν η καταγραφή, ταξινόμηση και διερεύνηση των αντιλήψεων των φοιτητών/-τριων του Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σχετικά με βασικές έννοιες της Μηχανικής (μελέτη της κίνησης, κίνηση των βλημάτων και των δορυφόρων, νόμοι του Νεύτωνα, ορμή, ενέργεια & παγκόσμια έλξη), αλλά και έννοιες επιστημονικού γραμματισμού. Επόμενος στόχος ήταν να εντοπιστούν οι έννοιες, οι οποίες τους δυσκολεύουν κι εξακολουθούν να τους δημιουργούν παρανοήσεις παρά την εκπαίδευση και στο πανεπιστήμιο.

Το βασικό ερώτημα προς διερεύνηση ήταν: «Πολλές σωστές απαντήσεις στο μέρος Β' (ερωτήσεις μηχανικής) συνεπάγεται ότι υπάρχουν πολλές σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ' (ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού);». Όπου η μηδενική υπόθεση (H_0) είναι ότι πολλές σωστές απαντήσεις στο μέρος Β' δεν συνεπάγεται πολλές σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ' και η εναλλακτική (H_1) ότι πολλές σωστές απαντήσεις στο μέρος Β' συνεπάγεται πολλές σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ'.

Οι επιμέρους ερευνητικές υποθέσεις είναι οι εξής:

$H_{0.1}$: Οι απαντήσεις δεν σχετίζονται με το φύλο.

$H_{1.1}$: Οι απαντήσεις σχετίζονται με το φύλο.

$H_{0.2}$: Οι απαντήσεις δεν σχετίζονται με το έτος.

$H_{1.2}$: Οι απαντήσεις σχετίζονται με το έτος.

$H_{0.3}$: Οι απαντήσεις δεν σχετίζονται με την κατεύθυνση.

$H_{1.3}$: Οι απαντήσεις σχετίζονται με την κατεύθυνση.

$H_{0.4}$: Οι βαθμοί δεν σχετίζονται με το φύλο.

$H_{1.4}$: Οι βαθμοί σχετίζονται με το φύλο.

$H_{0.5}$: Οι βαθμοί δεν σχετίζονται με το έτος.

$H_{1.5}$: Οι βαθμοί σχετίζονται με το έτος.

$H_{0.6}$: Οι βαθμοί δεν σχετίζονται με την κατεύθυνση.

$H_{1.6}$: Οι βαθμοί σχετίζονται με την κατεύθυνση.

$H_{0.7}$: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν σχετίζεται με το φύλο.

$H_{1.7}$: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σχετίζεται με το φύλο.

$H_{0.8}$: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν σχετίζεται με το έτος.

$H_{1.8}$: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σχετίζεται με το έτος.

$H_{0.9}$: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν σχετίζεται με την κατεύθυνση.

$H_{1.9}$: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σχετίζεται με την κατεύθυνση.

H_{0.10}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν σχετίζεται με τη παρακολούθηση σεμιναρίων.

H_{1.10}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σχετίζεται με την παρακολούθηση σεμιναρίων.

H_{0.11}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' δεν σχετίζεται με το φύλο.

H_{1.11}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' σχετίζεται με το φύλο.

H_{0.12}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' δεν σχετίζεται με το έτος.

H_{1.12}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' σχετίζεται με το έτος.

H_{0.13}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' δεν σχετίζεται με την κατεύθυνση.

H_{1.13}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' σχετίζεται με την κατεύθυνση.

H_{0.14}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' δεν σχετίζεται με τη παρακολούθηση σεμιναρίων.

H_{1.14}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' σχετίζεται με την παρακολούθηση σεμιναρίων.

H_{0.15}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' δεν σχετίζεται με το φύλο.

H_{1.15}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' σχετίζεται με το φύλο.

H_{0.16}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' δεν σχετίζεται με το έτος.

H_{1.16}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' σχετίζεται με το έτος.

H_{0.17}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' δεν σχετίζεται με την κατεύθυνση.

H_{1.17}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' σχετίζεται με την κατεύθυνση.

H_{0.18}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' δεν σχετίζεται με τη παρακολούθηση σεμιναρίων.

H_{1.18}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' σχετίζεται με την παρακολούθηση σεμιναρίων.

H_{0.19}: Δεν υπάρχει σχέση ανάμεσα στους βαθμούς πρόσβασης και στους βαθμούς στο Π.Τ.Δ.Ε. .

H_{1.19}: Υπάρχει σχέση ανάμεσα στους βαθμούς πρόσβασης και στους βαθμούς στο Π.Τ.Δ.Ε. .

H_{0.20}: Υπάρχει σχέση ανάμεσα στο βαθμό απολυτηρίου και στους βαθμούς στο Π.Τ.Δ.Ε. .

H_{1.20}: υπάρχει σχέση ανάμεσα στο βαθμό απολυτηρίου και στους βαθμούς στο Π.Τ.Δ.Ε. .

5.4. Μέσο συλλογής δεδομένων

Προκειμένου να προσδιοριστούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, χρησιμοποιούνται από την εκπαιδευτική έρευνα ως ερευνητικά εργαλεία οι συνεντεύξεις, οι ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και τα ερωτηματολόγια πολλαπλής επιλογής (Redish & Steinberg, 1999 όπ. αναφέρεται στον Κώτση, 2011). Για την επίτευξη των ερευνητικών μας σκοπών επιλέχθηκε, διαμορφώθηκε και διενεμήθη γραπτό ερωτηματολόγιο, το οποίο αποτέλεσε και τον πυρήνα της έρευνάς μας. Το ερωτηματολόγιο περιείχε τυποποιημένες ερωτήσεις. Όπως ισχυρίζεται και ο C. Robson (2007) οι δειγματοληπτικές έρευνες λειτουργούν καλύτερα με τέτοιου

είδους ερωτήσεις, καθότι είναι δυνατόν να εξασφαλίζεται ότι το σημεινόμενο είναι ίδιο για διαφορετικούς αποκρινόμενους.

Πολλές αντιρρήσεις έχουν διατυπωθεί για την αξιοπιστία των ερωτηματολογίων πολλαπλής επιλογής (Steinberg & Sabella, 1997· Huffman & Heller, 1995), καθότι δε συνυπολογίζουν κάποιους σημαντικούς παράγοντες, όπως η δεξιότητα επίλυσης προβλημάτων και η άποψη των ερωτώμενων (Steinberg & Sabella, 1997). Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται και το οι ερωτώμενοι δεν έχουν μεγάλη ελευθερία έκφρασης, μια ερώτηση μπορεί να ερμηνευτεί διαφορετικά από κάθε άτομο και φυσικά δεν είναι κατάλληλο για άτομα μειωμένου αλφαριθμητισμού (Cohen, Manion, & Morrison, 2008). Ωστόσο, σύμφωνα τους Steinberg και Sabella (1997), τα ερωτηματολόγια πολλαπλής επιλογής αποτελούν το καλύτερο υπάρχον εργαλείο προσδιορισμού του επιπέδου κατανόησης που έχουν οι φοιτητές για τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, παρέχουν σε μεγάλο βαθμό τη δυνατότητα και τα μέσα σύγκρισης των αποτελεσμάτων της διδασκαλίας αυτών, δίνεται η ευκαιρία στον ερευνητή να έχει αποτελέσματα από δείγμα μεγάλου πλήθους, να τα αναλύσει στατιστικά και να κάνει γενικεύσεις. Επιπρόσθετα το ερωτηματολόγιο, έναντι της συνέντευξης, της παρατήρησης ή κάποιου άλλου μέσου, είναι πιο αξιόπιστο κι επιτρέπει με μία μικρή συγκριτικά δαπάνη χρόνου και οικονομικών μέσων την συστηματική συλλογή πληροφοριών για ένα μεγάλο εύρος θεμάτων (Cohen et al., 2008). Και επειδή είναι ανώνυμο, παροτρύνει τους ερωτώμενους να απαντήσουν με ειλικρίνεια (Cohen et al., 2008). Τέλος όπως αναφέρει και ο Β. Μόκας (2011), μέσω του γραπτού ερωτηματολογίου επιτυγχάνεται ακριβέστερα η συλλογή πληροφοριών, υποβάλλονται όλοι οι συμμετέχοντες στην ίδια δοκιμασία και για την εξαγωγή των συμπερασμάτων χρησιμοποιούνται αντικειμενικές μεθοδολογίες και ποσοτικές, στατιστικές μέθοδοι.

Επικεντρωμένοι στην εν λόγω ερευνητική εργασία, το κάθε ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από τρεις ενότητες και συνολικά 50 ερωτήσεις. Η πρώτη ενότητα του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει 12 ερωτήσεις αναφορικά με τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων (όπως το φύλο, το έτος, η κατεύθυνση, βαθμοί κι άλλα). Η δεύτερη ενότητα περιέχει 19 ερωτήσεις Μηχανικής, όπου εξετάζεται σε ποιο βαθμό έχουν κατανοήσει οι φοιτητές του Τμήματος έννοιες όπως είναι η μελέτη της κίνησης, η κίνηση των βλημάτων και των δορυφόρων, οι νόμοι του Νεύτωνα, η ορμή, η ενέργεια και η παγκόσμια έλξη. Και η τρίτη ενότητα αποτελείται από 19 ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού, όπου διερευνώνται οι γνώσεις των φοιτητών σε βασικές έννοιες των Φυσικών Επιστημών, οι οποίες στην πλειοψηφία τους άπτονται της καθημερινότητας. Ολόκληρο το ερωτηματολόγιο, κι ακριβώς στη μορφή που δόθηκε στους φοιτητές, παρατίθεται στο παράρτημα.

Οι δυο τελευταίες ενότητες αποτελούνται από ερωτήσεις μόνο κλειστού τύπου. Ενώ στην πρώτη ενότητα πέρα από ερωτήσεις κλειστού τύπου, υπάρχουν ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, συνδυασμός αυτών και ερώτηση όπου χρησιμοποιήθηκε η πεντάβαθμη κλίμακα ιεράρχησης Likert. Οι κλειστές ερωτήσεις με απαντήσεις πολλαπλής επιλογής βοηθούν τον ερευνητή να συλλάβει μια μεγάλη γκάμα του φάσματος των πιθανών απαντήσεων και να εξάγει αποτελέσματα με συχνότερες απαντήσεις, καθότι η κωδικοποίηση αυτών θεωρείται εύκολη (Cohen et al., 2008). Σύμφωνα με τους Cohen et al. (2008) θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα οι κατηγορίες να είναι ξεχωριστές, μη επικαλυπτόμενες και να καλύπτουν επαρκώς το εύρος όλων των πιθανών απαντήσεων. Από την άλλη, σύμφωνα με τους ίδιους,

οι ανοικτές ερωτήσεις μπορούν να αποτυπώσουν την αυθεντικότητα, τον πλούτο, το βάθος της απάντησης, την ειλικρίνεια και συνδυαστικά με τις κλειστές να αποφέρουν ένα δίκαιο, προσωπικό σχόλιο των απαντώντων. Όμως έχουν αδύνατα σημεία στο χειρισμό των δεδομένων. Τέλος, οι κλίμακες ιεράρχησης αποτελούν πολύ χρήσιμα βοηθήματα τόσο για την ενσωμάτωση ενός βαθμού ευαισθησίας και διαφοροποίησης των απαντήσεων, όσο και για το ότι αποφέρουν ποσοτικά δεδομένα (Cohen et al., 2008). Αυτές είναι κατάλληλες για ερωτήσεις που απαιτούν διαβάθμιση των απαντήσεων και χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η κλίμακα Likert -δημιουργός της οποίας ήταν ο Rensis Likert, 1932- (1=καθόλου, ..., 5=πάρα πολύ) (Cohen et al., 2008).

Τέλος, σε ότι αφορά την εγκυρότητα και την αξιοπιστία έγινε έλεγχος Cronbach's Alpha. Σύμφωνα με το κριτήριο αξιοπιστίας Cronbach's Alpha ο δείκτης αξιοπιστίας είναι 0,860 (υψηλός).

5.5. Στατιστική ανάλυση των δεδομένων

Ως *Στατιστική* ορίζεται «η επιστήμη που ασχολείται με επιστημονικές μεθόδους συλλογής, οργάνωσης, παρουσίασης, ανάλυσης και ερμηνείας αριθμητικών δεδομένων, καθώς επίσης και με την εξαγωγή συμπερασμάτων για κάποιο άγνωστο χαρακτηριστικό ενός γενικότερου συνόλου με βάση τις πληροφορίες που περιέχονται σε ένα υποσύνολο του συνόλου αυτού» (Λουκάς, 1998, σ. 1).

Στην προκειμένη περίπτωση, η κωδικοποίηση, η στατιστική επεξεργασία και η ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS 18.0. Καταρχάς αναλύθηκαν τα δεδομένα ως προς μια μεταβλητή και δημιουργήθηκαν τα κατάλληλα διαγράμματα. Και κατά δεύτερον αναλύθηκαν τα δεδομένα ως προς τις ανεξάρτητες μεταβλητές «φύλο», «έτος», «κατεύθυνση» και όπου κρίθηκε απαραίτητο και ως προς την ανεξάρτητη μεταβλητή «παρακολούθηση σεμιναρίων Φυσικών Επιστημών». Τέλος ελέγχθηκε αν υπάρχει σχέση μεταξύ των βαθμών που έχουν πάρει οι φοιτητές κατά τη διάρκεια των σπουδών τους με το βαθμό πρόσβασης ή το βαθμό απολυτηρίου. Ο έλεγχος των ερευνητικών υποθέσεων που έχουν διατυπωθεί και παραπάνω έγινε με τον χ^2 έλεγχο ανεξαρτησίας όταν επρόκειτο για ποιοτικές μεταβλητές, με το T-test όταν ελέγχονταν ποσοτικές μεταβλητές σε σχέση με τη δίτιμη μεταβλητή του φύλου και τον έλεγχο ANOVA όταν επρόκειτο για ποσοτικές τιμές σε συσχέτιση με τις ποιοτικές μεταβλητές του έτους (πεντάτιμη) και της κατεύθυνσης (τετράτιμη). Όπως αναφέρει ο Σ. Λουκάς (1998) στον κλάδο της Στατιστικής ως *έλεγχος υποθέσεων* ορίζεται η διαδικασία εκείνη σύμφωνα με την οποία επιτυγχάνεται η γενίκευση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την ανάλυση των δεδομένων του δείγματος στον πληθυσμό από τον οποίο προέρχεται το εν λόγω δείγμα.

Το κριτήριο χ^2 (chi-square test) είναι μια στατιστική τεχνική, ιδιαίτερα δημοφιλής στις Κοινωνικές Επιστήμες, η οποία εξετάζει τη σχέση μεταξύ δυο διακριτών μεταβλητών (Κάτσης, Σιδερίδης, & Εμβαλωτής, 2010) και συγκρίνει τις παρατηρούμενες συχνότητες (observed) με τις αναμενόμενες (expected) και δείχνει την πιθανότητα διαφοροποίησής τους (Μόκας, 2011). Για τον εντοπισμό της ανεξαρτησίας ή μη αυτής της σχέσης δημιουργείται ένα πίνακας διπλής εισόδου (two-way table) ή αλλιώς πίνακας συνάφειας

(contingency table) –ο κ*λ πίνακας συνάφειας για την περίπτωση κ γραμμών και λ στηλών- (Κάτσης κ. συν., 2010). Η ύπαρξη σχέσης, όμως, δε σημαίνει κατ' ανάγκη ότι υπάρχει σχέση αιτίας-αιτιατού, αλλά ότι απλώς συνδέονται με κάποιον τρόπο αυτές οι μεταβλητές (Κάτσης κ. συν., 2010). Για τον έλεγχο δημιουργούνται δυο υποθέσεις η μηδενική υπόθεση, όπου συνήθως υποθέτουμε ότι δεν υπάρχει σχέση και η εναλλακτική υπόθεση, όπου υποθέτουμε ότι υπάρχει σχέση. Σύμφωνα με τους Κάτσης κ. συν. (2010) πρέπει να τηρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

1. Το δείγμα δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ μικρό, ούτε πολύ μεγάλο.
2. Να υπάρχει ικανοποιητικός αριθμός παρατηρήσεων σε κάθε κελί.
3. Το δείγμα θα πρέπει να έχει επιλεγεί με τυχαίο τρόπο και οι παρατηρήσεις να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Αν παραβιάζεται η δεύτερη συνθήκη, δηλαδή αν πάνω από 20% των κελιών του πίνακα έχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 ή το συνολικό δείγμα είναι πολύ μικρό, τότε εφαρμόζεται εναλλακτικά ο ακριβής έλεγχος Fisher (Γναρδέλλης, 2006· Κάτσης κ. συν., 2010· Robson, 2007).

Ο παραμετρικός έλεγχος t (t-test) χρησιμοποιείται ευρέως για να συγκρίνουμε τις τιμές δύο ομάδων (Γναρδέλλης, 2006· Κάτσης κ. συν., 2010· Robson, 2007). Υπάρχουν δύο εκδοχές. Δηλαδή οι ομάδες αυτές μπορούν αποτελούνται από παρατηρήσεις ανεξάρτητες μεταξύ τους και τότε αναφερόμαστε στα Independent-Samples t-test (t-test σε ανεξάρτητα δείγματα) ή να αποτελούνται από παρατηρήσεις που συσχετίζονται κατά ζεύγη κι αναφερόμαστε στα Paired-Samples t-test (t-test σε εξαρτημένα κατά ζεύγη δείγματα) (Γναρδέλλης, 2006· Κάτσης κ. συν., 2010· Robson, 2007). Ο Γναρδέλλης (2006) και οι Κάτσης κ. συν. (2010) αναφέρονται και στη χρήση του t-test για τη σύγκριση του δειγματικού μέσου όρου με μια προκαθορισμένη τιμή –One-Sample t-test-. Σύμφωνα με το Γναρδέλλη (2006) οι προϋποθέσεις εφαρμογής του t-test είναι οι εξής:

- ❖ για την περίπτωση του Independent-Samples t-test
 1. Οι κατανομές της ποσοτικής μεταβλητής στους πληθυσμούς από τους οποίους προέρχονται οι δύο ομάδες θα πρέπει να είναι κανονικές, αν και ο συγκεκριμένος έλεγχος είναι ανεκτικός σε εκτροπές από την κανονικότητα.
 2. Ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων να μην είναι πολύ μικρός. Για $N \leq 30$ απαιτείται η χρήση μη παραμετρικών ελέγχων (π.χ. Mann-Whitney test).
 3. Τα δείγματα θα πρέπει να έχουν προκύψει από τυχαία δειγματοληψία από τους αντίστοιχούς πληθυσμούς και να είναι ανεξάρτητα το ένα του άλλου.
- ❖ για την περίπτωση του Paired-Samples t-test
 1. Η κατανομή θα πρέπει να είναι κανονική ή τουλάχιστον να παρουσιάζεται στοιχειώδης συμμετρία μεταξύ της κατανομής των διαφορών των δύο εξαρτημένων δειγμάτων και απουσία πολύ ακραίων τιμών από αυτής.
 2. Ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων να μην είναι πολύ μικρός. Για $N \leq 30$ είναι απαραίτητη η χρήση μη παραμετρικών ελέγχων, όπως του Wilcoxon signed rank test.
- ❖ για την περίπτωση του One-Sample t-test: Η κατανομή της ποσοτικής μεταβλητής να είναι στοιχειωδώς κανονική.

Η ανάλυση διακύμανσης ή διασποράς (ANOVA) αποτελεί μια διαδικασία σύγκρισης πολλών πληθυσμιακών μέσων (Κάτσης κ. συν., 2010) ή αλλιώς γενίκευση του ελέγχου των μέσων τιμών δυο ανεξάρτητων πληθυσμών σε σύγκριση τιμών περισσότερων των δυο (Γναρδέλλης, 2006). Σχετίζεται άμεσα με την ανάλυση παλινδρόμησης αλλά και με το t-test. Και η ανάλυση διακύμανσης και η ανάλυση παλινδρόμησης εξετάζουν τη σχέση μεταξύ μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών με μία συνεχή εξαρτημένη μεταβλητή (Κάτσης κ. συν., 2010). Όμως ενώ στις περιπτώσεις παλινδρόμησης οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι συνεχείς, σε αυτές της διακύμανσης συναντάμε ανεξάρτητες διακριτές μεταβλητές (Κάτσης κ. συν., 2010). Ακόμη στη διαδικασία ANOVA ο ερευνητής ενδιαφέρεται και για την αλληλεπίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών (Κάτσης κ. συν., 2010). Όσον αφορά την σύγκριση της ANOVA με το t-test και τα δύο εξετάζουν την ισότητα των μέσων όρων διαφορετικών πληθυσμών, με τη διαφορά ότι το t-test αφορά δύο πληθυσμιακούς μέσους όρους, ενώ η ANOVA άνω των δύο (Κάτσης κ. συν., 2010). Η πιο απλή περίπτωση της ανάλυσης διακύμανσης είναι η One-Way ANOVA -ανάλυση διακύμανσης προς έναν παράγοντα- κι αποτελεί μια κατ' εξοχήν παραμετρική διαδικασία (Γναρδέλλης, 2006· Κάτσης κ. συν., 2010· Robson, 2007). Οι προϋποθέσεις εφαρμογής της ανάλυσης διασποράς είναι οι εξής (Γναρδέλλης, 2006· Κάτσης κ. συν., 2010):

1. Τα δεδομένα να ακολουθούν σε γενικές γραμμές την κανονική κατανομή στους k πληθυσμούς. Ο έλεγχος κανονικότητας γίνεται διαγραμματικά με τη χρήση θηκογραμμάτων και ιστογραμμάτων.
2. Ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων δεν πρέπει να είναι πολύ μικρός. Σε περίπτωση μικρού αριθμού ($N \leq 30$) εφαρμόζεται η μη παραμετρική τεχνική των Kruskal-Wallis (Robson, 2007).
3. Η διακύμανση της ποσοτικής μεταβλητής απαραίτητα παραμένει ίδια μεταξύ των k πληθυσμών. Ο έλεγχος της ισότητας των διακυμάνσεων γίνεται με τη βοήθεια του test Levene.
4. Τα δείγματα θα πρέπει να έχουν ληφθεί με τυχαία δειγματοληψία από καθένα από τους k πληθυσμούς και να είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Ως συσχέτιση (correlation) ορίζεται «ο βαθμός στον οποίο συμμεταβάλλονται δύο ποσοτικές μεταβλητές υπό την προϋπόθεση ότι η σχέση τους είναι γραμμική» (Γναρδέλλης, 2006, σ. 523). Τη γραμμικότητα την ελέγχουμε μέσω των διαγραμμάτων σκεδασμού (scatter plot). Τα διαγράμματα σκεδασμού ή διασποράς αποτελούν γραφική απεικόνιση του είδους και της προσέγγιση του μεγέθους της σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών (Robson, 2007· Κάτσης κ.συν., 2010). Παρατηρώντας ένα διάγραμμα σκεδασμού, όταν το σχήμα έχει κατεύθυνση από αριστερά κάτω προς δεξιά πάνω, τότε η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών είναι θετική· δηλαδή καθώς αυξάνεται η μία μεταβλητή, αυξάνεται και η άλλη (Κάτσης κ.συν., 2010). Αν το σχήμα έχει κατεύθυνση από αριστερά πάνω προς δεξιά κάτω, τότε η σχέση είναι αρνητική· δηλαδή καθώς αυξάνεται η μία μεταβλητή, η άλλη μειώνεται (Κάτσης κ.συν., 2010). Ενώ όποτε είναι δύσκολο να εντοπιστεί οπτικά κάποια κατεύθυνση, τότε η σχέση είναι μηδενική (Κάτσης κ.συν., 2010). Τα μέτρα ή οι συντελεστές συσχέτισης αποτελούν μια ένδειξη της ισχύος και της κατεύθυνσης της σχέσης ανάμεσα στις μεταβλητές (Robson, 2007). Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson r είναι ο πιο διαδεδομένος παραμετρικός στατιστικός δείκτης για την αξιολόγηση σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών (Κάτσης κ.συν., 2010). Είναι ανεξάρτητος μονάδων και το εύρος των δυνατών του τιμών

είναι από -1 (πλήρης αρνητική συσχέτιση) ως +1 (πλήρης θετική συσχέτιση) (Γναρδέλλης, 2006· Κάτσης κ.συν., 2010). Από τη σχετική βιβλιογραφία υπάρχουν οι ακόλουθες κατηγοριοποιήσεις για την αξιολόγηση της σχέσης του δείκτη:

- ❖ 0,00-0,20 μηδενική σχέση
- ❖ 0,21-0,40 μικρή σχέση
- ❖ 0,41-0,60 μέτρια σχέση
- ❖ 0,61-0,80 ισχυρή σχέση
- ❖ >0,81 πολύ ισχυρή σχέση (Κάτσης κ.συν., 2010, σ. 112)

Επιπροσθέτως, για τον Pearson υπάρχουν και προϋποθέσεις:

1. Οι μεταβλητές πρέπει να είναι συνεχείς,
2. να ακολουθούν την κανονική κατανομή
3. και να υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ αυτών (Κάτσης κ.συν., 2010).

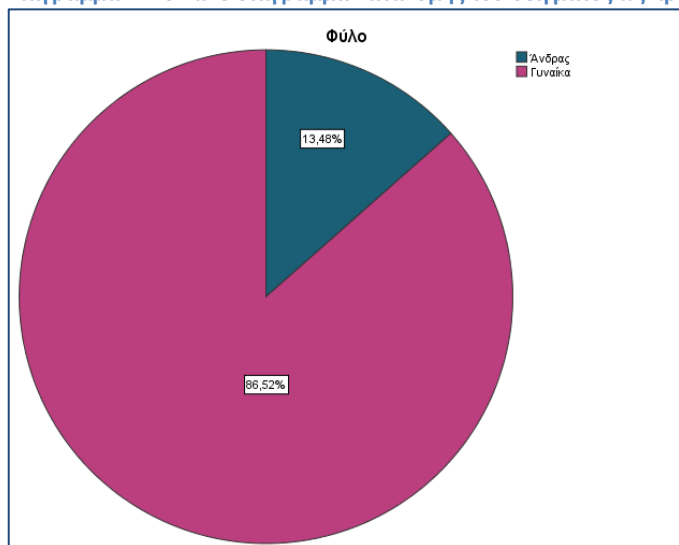
Τέλος να σημειωθεί ότι ο συντελεστής συσχέτισης Pearson επηρεάζεται δραματικά από την ύπαρξη ακραίων τιμών κι από την αξιοπιστία των μετρήσεων, ενώ ο έλεγχος σημαντικότητας από το μέγεθος του δείγματος (Κάτσης κ.συν., 2010).

5.6. Περιγραφή δείγματος

Τα διανεμηθέντα ερωτηματολόγια ήταν 552, εκ των οποίων τα 534 κρίθηκαν έγκυρα και συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία και τα 8 μη έγκυρα κι απορρίφθηκαν.

Από τα 534 υποκείμενα που συμμετείχαν στην έρευνα οι 72 ήταν άντρες (13,5%) και οι 462 γυναίκες (86,5%) (Διάγραμμα 1). Η διαφορά του ποσοστού των φοιτητριών έναντι των φοιτητών είναι συντριπτική, αλλά αυτή είναι η αναλογία μεταξύ των δύο φύλων που επικρατεί στα Παιδαγωγικά Τμήματα. Παρόμοια ποσοστά (15% - 85%) είχαν παρατηρηθεί και σε έρευνα του Ευαγγέλου το 2004 στο Ά έτος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η ίδια αναλογία παρατηρείται με μικρές αυξομειώσεις κι επιμέρους σε κάθε έτος του Παιδαγωγικού Δημοτικής Ιωαννίνων για το ακαδημαϊκό έτος 2013-14 (Πίνακας 5). Τα ποσοστά για το Α' έτος είναι 12,5% οι άνδρες έναντι 87,5% των γυναικών, για το Β' έτος αντίστοιχα 17,7% (υψηλότερο ποσοστό για τους άντρες) - 82,5%, για το Γ' έτος 9,6% - 90,4% (υψηλότερο ποσοστό για τις γυναίκες) και για το Δ' έτος 10,4% - 89,6%.

Διάγραμμα 1: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «φύλο».



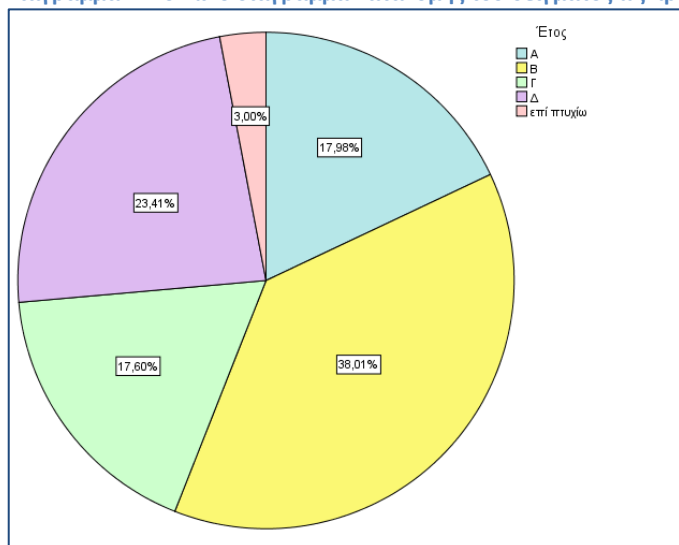
Πίνακας 5: Πίνακας συνάφειας φύλου & έτους.

Φύλο * Έτος Crosstabulation

			Έτος					Total
			A	B	Γ	Δ	επί πτυχίω	
Φύλο	Ανδρας	Count	12	36	9	13	2	72
		% within Φύλο	16,7%	50,0%	12,5%	18,1%	2,8%	100,0%
		% within Έτος	12,5%	17,7%	9,6%	10,4%	12,5%	13,5%
Φύλο	Γυναίκα	Count	84	167	85	112	14	462
		% within Φύλο	18,2%	36,1%	18,4%	24,2%	3,0%	100,0%
		% within Έτος	87,5%	82,3%	90,4%	89,6%	87,5%	86,5%
Total		Count	96	203	94	125	16	534
		% within Φύλο	18,0%	38,0%	17,6%	23,4%	3,0%	100,0%
		% within Έτος	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

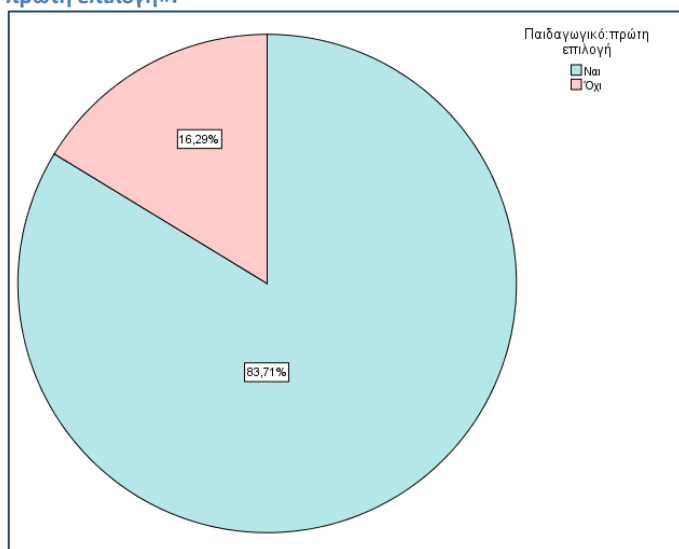
Όσον αφορά το έτος σπουδών των συμμετεχόντων οι 96 (18%) είναι πρωτοετείς, οι 203 (38%) δευτεροετείς, οι 94 (17,6%) τριτοετείς, οι 125 (23,4%) τεταρτοετείς και μόλις 16 (3%) βρίσκονται πέρα των ετών σπουδών για τις παιδαγωγικές σχολές (Διάγραμμα 2). Όσον αφορά την κατανομή των συμμετεχόντων στις πέντε κατηγορίες για τις γυναίκες τα ποσοστά (18,2%, 36,1%, 18,4%, 24,2%, 3%) κυμαίνονται περίπου στα ίδια ποσοστά με το σύνολο, ενώ για τους άντρες παρατηρούμε ότι το 50% αυτών είναι δευτεροετείς (Πίνακας 5).

Διάγραμμα 2: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «έτος».



Η τρίτη ερώτηση περί δημογραφικών στοιχείων που τέθηκε αφορούσε το αν είχαν δηλώσει οι φοιτητές/-τριες στο μηχανογραφικό τους ως πρώτη επιλογή το Παιδαγωγικό ή όχι. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3 η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων, 83,71% (447 άτομα), είχε δηλώσει ότι ήθελε να εισαχθεί στο Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης ως πρώτη επιλογή προτίμησης. Από τους 87 (16,29%) που ισχυρίστηκαν ότι δεν είχαν δηλώσει το Παιδαγωγικό ως πρώτη επιλογή, σε υποερώτηση για το ποια ήταν η σχολή 1^{ης} προτίμησής τους, 18 ήθελαν Νομική, 11 Ψυχολογία, 9 Αγγλική Φιλολογία –αναμενόμενα αν ληφθεί υπόψη ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων προερχόταν από Θεωρητική κατεύθυνση όπως θα δούμε παρακάτω-, 11 δεν έδωσαν καμία απάντηση – εδώ διαφαίνεται ένα από τα μειονεκτήματα των ανοικτών ερωτήσεων-, 9 Στρατιωτικές Σχολές και οι υπόλοιποι μοιράστηκαν σε άλλες σχολές όπως φαίνεται στον Πίνακα 6 (και στο Διάγραμμα LVII του Παραρτήματος). Όσον αφορά τις Στρατιωτικές Σχολές ο καταμερισμός σε αυτές φαίνεται στο Διάγραμμα 4.

Διάγραμμα 3: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής του δείγματος σύμφωνα με τη μεταβλητή «Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή».

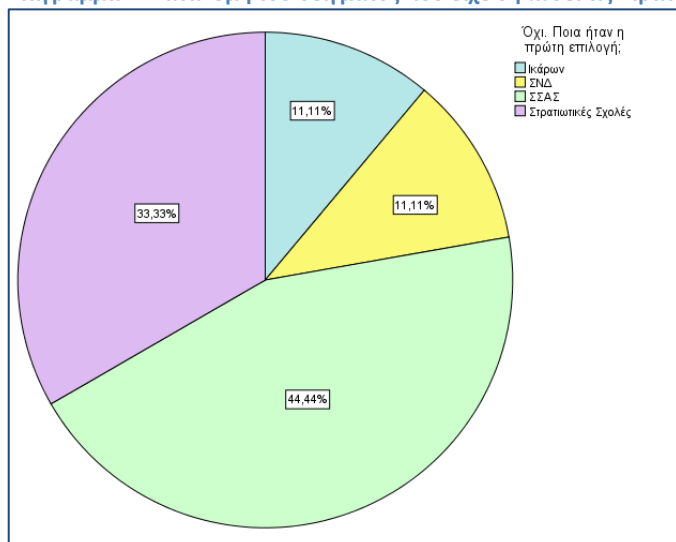


Πίνακας 6: Κατανομή του δείγματος (που δεν είχε δηλώσει ως πρώτη επιλογή εισαγωγής στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση το Παιδαγωγικό) ως προς τη μεταβλητή «σχολή 1^{ης} προτίμησης» .

Όχι. Ποια ήταν η πρώτη επιλογή;

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Αγγλική Φιλολογία	9	10,3	10,3	10,3
Αστυνομία	1	1,1	1,1	11,5
Βιολογία	2	2,3	2,3	13,8
Γερμανική Φιλολογία	1	1,1	1,1	14,9
Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής	2	2,3	2,3	17,2
Εργοθεραπεία	1	1,1	1,1	18,4
Ιατρική	3	3,4	3,4	21,8
Κτηνιατρική	3	3,4	3,4	25,3
Νομική	18	20,7	20,7	46,0
Νοσηλευτική (ΑΕΙ)	1	1,1	1,1	47,1
Οικονομικών Επιστημών	1	1,1	1,1	48,3
Παιδαγωγικό Ειδικής Αγωγής	3	3,4	3,4	51,7
Πολιτικός Μηχανικός	2	2,3	2,3	54,0
Στρατιωτικές Σχολές	9	10,3	10,3	64,4
Φαρμακευτική	3	3,4	3,4	67,8
Φιλολογία	2	2,3	2,3	70,1
Φυσικό	1	1,1	1,1	71,3
Φυσιοθεραπεία	1	1,1	1,1	72,4
Χημικό	2	2,3	2,3	74,7
Ψυχολογία	11	12,6	12,6	87,4
Καμία απάντηση	11	12,6	12,6	100,0
Total	87	100,0	100,0	

Διάγραμμα 4: Κατανομή του δείγματος που είχε δηλώσει τις Στρατιωτικές Σχολές ως 1^η επιλογή.



Θέλοντας να εμβαθύνουμε την ανάλυση σχετικά με τη σχολή πρώτης προτίμησης παρατηρούμε μια διαφορά της τάξης του 10% περίπου επί του φύλου. Δηλαδή μικρότερο ποσοστό ανδρών (75%) είχε ως 1^η επιθυμία να εισαχθεί στο Παιδαγωγικό απ’ ότι γυναικών (85,1%) (Πίνακας 7) και προφανώς αυτό οφείλεται στο ότι το επάγγελμα του δασκάλου στις μέρες μας είναι γυναικοκρατούμενο κυρίως. Επί του έτους θα μπορούσαμε να παρατηρήσουμε ότι προτίμησαν το Παιδαγωγικό Δημοτικής οι επί πτυχίω φοιτητές, δηλαδή τα άτομα που εισήχθησαν πριν το 2010, σε ποσοστό 87,5%, το 87,4% των τεταρτοετών, το 85,1% των τριτοετών κάτι απόλυτα δικαιολογημένο αν αναλογιστούμε την απορρόφηση που είχαν στην αγορά εργασίας οι απόφοιτοι των Παιδαγωγικών Τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης (Πίνακας 8). Όμως το 2011, υπάρχει κορεσμός και απόφοιτοι εκείνης της χρονιάς δεν προσλαμβάνονται ως αναπληρωτές και μάλιστα αυτή η κατάσταση διήρκεσε 3 χρόνια. Αυτό αποτυπώνεται και στο ποσοστό των δευτεροετών φοιτητών/-τριών που μειώθηκε στο 80,3% (ως πρώτη επιλογή το Παιδαγωγικό). Τέλος σχολιάζοντας επί της κατεύθυνσης (από το Λύκειο) που προέρχονταν οι συμμετέχοντες, διαφορά επί του γενικού ποσοστού παρουσιάζεται στη Θετική κατεύθυνση, όπου σχεδόν μοιράζονται σε ΝΑΙ (51,6%) και ΟΧΙ (48,4%), και σε αυτούς που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα, όπου αντιστρέφεται το ποσοστό και μόλις 33,3% είχαν δηλώσει το Παιδαγωγικό πρώτη σχολή και 66,7% δεν το είχαν δηλώσει πρώτο (Πίνακας 9).

Πίνακας 7: Πίνακας συνάφειας φύλου & παιδαγωγικού ως πρώτης επιλογής.

Φύλο * Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή Crosstabulation

			Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή		Total
			Ναι	Όχι	
Φύλο	Ανδρας	Count	54	18	72
		% within Φύλο	75,0%	25,0%	100,0%
		% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	12,1%	20,7%	13,5%
		% of Total	10,1%	3,4%	13,5%
Γυναίκα	Count	393	69	462	
	% within Φύλο	85,1%	14,9%	100,0%	

	% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	87,9%	79,3%	86,5%
	% of Total	73,6%	12,9%	86,5%
Total	Count	447	87	534
	% within Φύλο	83,7%	16,3%	100,0%
	% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	100,0%	100,0%	100,0%
	% of Total	83,7%	16,3%	100,0%

Πίνακας 8: Πίνακας συνάφειας έτους & παιδαγωγικού ως πρώτης επιλογής.

Έτος * Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή Crosstabulation

			Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή		Total
			Ναι	Όχι	
Έτος	A	Count	81	15	96
		% within Έτος	84,4%	15,6%	100,0%
		% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	18,1%	17,2%	18,0%
		% of Total	15,2%	2,8%	18,0%
B	Count	163	40	203	
	% within Έτος	80,3%	19,7%	100,0%	
	% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	36,5%	46,0%	38,0%	
	% of Total	30,5%	7,5%	38,0%	
Γ	Count	80	14	94	
	% within Έτος	85,1%	14,9%	100,0%	
	% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	17,9%	16,1%	17,6%	
	% of Total	15,0%	2,6%	17,6%	
Δ	Count	109	16	125	
	% within Έτος	87,2%	12,8%	100,0%	
	% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	24,4%	18,4%	23,4%	
	% of Total	20,4%	3,0%	23,4%	
επί πτυχίω	Count	14	2	16	
	% within Έτος	87,5%	12,5%	100,0%	
	% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	3,1%	2,3%	3,0%	
	% of Total	2,6%	,4%	3,0%	
Total	Count	447	87	534	
	% within Έτος	83,7%	16,3%	100,0%	
	% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	83,7%	16,3%	100,0%	

Πίνακας 9: Πίνακας συνάφειας κατεύθυνσης & παιδαγωγικού ως πρώτης επιλογής.

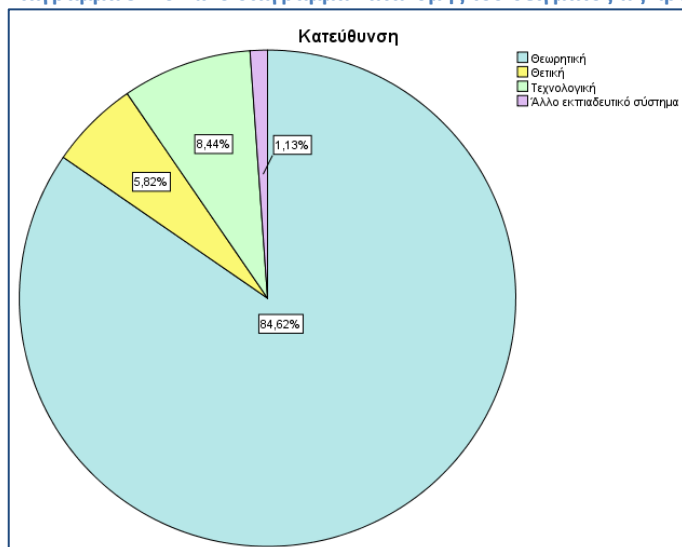
Κατεύθυνση * Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή Crosstabulation

	Παιδαγωγικό:		Total
	πρώτη επιλογή		

			Ναι	Όχι	
Κατεύθυνση	Θεωρητική	Count	389	62	451
		% within Κατεύθυνση	86,3%	13,7%	100,0%
		% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	87,0%	72,1%	84,6%
		% of Total	73,0%	11,6%	84,6%
	Θετική	Count	16	15	31
		% within Κατεύθυνση	51,6%	48,4%	100,0%
		% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	3,6%	17,4%	5,8%
		% of Total	3,0%	2,8%	5,8%
	Τεχνολογική	Count	40	5	45
		% within Κατεύθυνση	88,9%	11,1%	100,0%
		% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	8,9%	5,8%	8,4%
		% of Total	7,5%	,9%	8,4%
	Άλλο εκπαιδευτικό σύστημα	Count	2	4	6
		% within Κατεύθυνση	33,3%	66,7%	100,0%
		% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	,4%	4,7%	1,1%
		% of Total	,4%	,8%	1,1%
Total		Count	447	86	533
		% within Κατεύθυνση	83,9%	16,1%	100,0%
		% within Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	83,9%	16,1%	100,0%

Αναφορικά με την κατανομή των φοιτητών του δείγματος ως προς την κατεύθυνση, από το σύνολο των 534 υποκειμένων: 451 (84,5%) ήταν μαθητές θεωρητικής κατεύθυνσης, 45 τεχνολογικής (8,4%), 31 (5,8%) θετικής και 6 (1,1%) προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα, δηλαδή είναι ομογενείς (Διάγραμμα 5). Εξετάζοντας τη μεταβλητή της κατεύθυνσης σε συσχέτισμό με τη μεταβλητή του φύλου παρατηρείται η ίδια σειρά κατανομής των ποσοστών στις 4 κατηγορίες, μόνο που στους άντρες παρατηρείται σχεδόν τριπλάσιο ποσοστό στη τεχνολογική (18,1%) έναντι της θετικής κατεύθυνσης (6,9%) κι επιπλέον είναι αυξημένο το ποσοστό των αντρών που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα (4,2%) σε σχέση με το αντίστοιχο συνολικό ποσοστό (Πίνακας 10). Αντίστοιχο ραβδόγραμμα υπάρχει στο Παράρτημα (διάγραμμα CXXIV). Εξετάζοντας αυτή τη φορά τη μεταβλητή της κατεύθυνσης σε συσχέτισμό με τη μεταβλητή του έτους παρατηρούμε ότι για τους φοιτητές Γ' έτους κι άνω υπάρχουν διαφορές από το συνολικά ποσοστά. Δηλαδή στους τεταρτοετείς είναι αυξημένα τα ποσοστά της τεχνολογικής (12,1%) και της θετικής (10,5%) κατεύθυνσης σε σχέση με το αντίστοιχο συνολικό ποσοστό και μειωμένο της θεωρητικής (75,8%) στους τριτοετείς το 7,4% προέρχεται από θετική και το 5,3% από τεχνολογική ενώ σε αυτούς που βρίσκονται επί πτυχίω από θετική κατεύθυνση προέρχονται 12,5%, απ' ό,τι από τεχνολογική 6,3% και κανένας από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα (Πίνακας 11). Αντίστοιχο ραβδόγραμμα υπάρχει στο Παράρτημα (διάγραμμα CCLXXI)

Διάγραμμα 5: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «κατεύθυνση».



Πίνακας 10: Πίνακας συνάφειας φύλου & κατεύθυνσης

Φύλο * Κατεύθυνση Crosstabulation

			Κατεύθυνση				Total
			Θεωρητική	Θετική	Τεχνολογική	Άλλο εκπαιδευτικό σύστημα	
Φύλο	Άνδρας	Count	51	5	13	3	72
		% within Φύλο	70,8%	6,9%	18,1%	4,2%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	11,3%	16,1%	28,9%	50,0%	13,5%
		% of Total	9,6%	,9%	2,4%	,6%	13,5%
Φύλο	Γυναίκα	Count	400	26	32	3	461
		% within Φύλο	86,8%	5,6%	6,9%	,7%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	88,7%	83,9%	71,1%	50,0%	86,5%
		% of Total	75,0%	4,9%	6,0%	,6%	86,5%
Total		Count	451	31	45	6	533
		% within Φύλο	84,6%	5,8%	8,4%	1,1%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	84,6%	5,8%	8,4%	1,1%	100,0%

Πίνακας 11: Πίνακας συνάφειας έτους & κατεύθυνσης

Έτος * Κατεύθυνση Crosstabulation

			Κατεύθυνση				Total
			Θεωρητική	Θετική	Τεχνολογική	Άλλο εκπαιδευτικό σύστημα	
Έτος	A	Count	86	1	9	0	96
		% within Έτος	89,6%	1,0%	9,4%	,0%	100,0%

	% within Κατεύθυνση	19,1%	3,2%	20,0%	,0%	18,0%
	% of Total	16,1%	,2%	1,7%	,0%	18,0%
B	Count	177	8	15	3	203
	% within Έτος	87,2%	3,9%	7,4%	1,5%	100,0%
	% within Κατεύθυνση	39,2%	25,8%	33,3%	50,0%	38,1%
	% of Total	33,2%	1,5%	2,8%	,6%	38,1%
Γ	Count	81	7	5	1	94
	% within Έτος	86,2%	7,4%	5,3%	1,1%	100,0%
	% within Κατεύθυνση	18,0%	22,6%	11,1%	16,7%	17,6%
	% of Total	15,2%	1,3%	,9%	,2%	17,6%
Δ	Count	94	13	15	2	124
	% within Έτος	75,8%	10,5%	12,1%	1,6%	100,0%
	% within Κατεύθυνση	20,8%	41,9%	33,3%	33,3%	23,3%
	% of Total	17,6%	2,4%	2,8%	,4%	23,3%
επί πτυχίω	Count	13	2	1	0	16
	% within Έτος	81,3%	12,5%	6,3%	,0%	100,0%
	% within Κατεύθυνση	2,9%	6,5%	2,2%	,0%	3,0%
	% of Total	2,4%	,4%	,2%	,0%	3,0%
Total	Count	451	31	45	6	533
	% within Έτος	84,6%	5,8%	8,4%	1,1%	100,0%
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% of Total	84,6%	5,8%	8,4%	1,1%	100,0%

6. Αποτελέσματα

Συνεχίζοντας την ανάλυση επιμερίζουμε αυτή στις ακόλουθες υποενοότητες.

6.1. Μέρος Α΄

Όπως έχει προαναφερθεί το μέρος Α΄ περιλαμβάνει 12 προσωπικές ερωτήσεις. Οι 4 πρώτες αναλύθηκαν ανωτέρω. Συνεχίζοντας στην 5^η ερώτηση ζητήθηκε να καταγραφεί ο βαθμός απολυτηρίου των συμμετεχόντων, όπου οι ελλείπουσες τιμές ανέρχονται σε ποσοστό 3,18%.

Πίνακας 12: Πίνακας περιγραφικών στατιστικών μέτρων για τις μεταβλητές «βαθμός απολυτηρίου», «Μ.Ο. Φυσικής στο Λύκειο» & «βαθμός πρόσβασης στο Παιδαγωγικό».

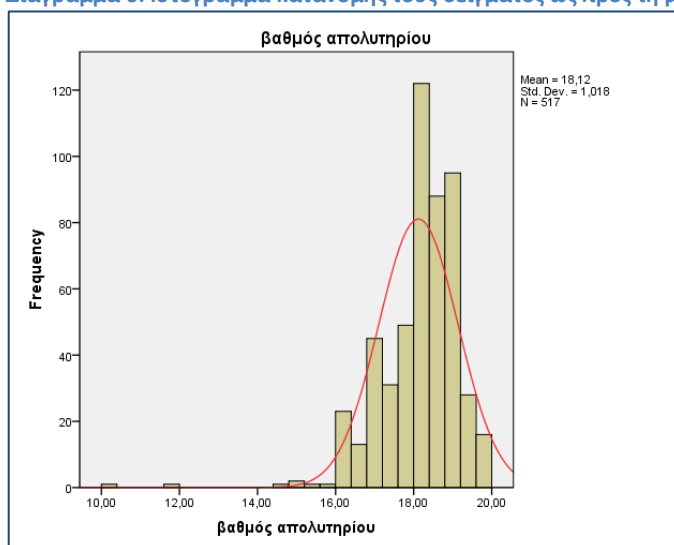
		Statistics		
		βαθμός απολυτηρίου	Μ.Ο. Φυσικής-Λύκειο	Βαθμός πρόσβασης
N	Valid	517	521	505
	Missing	17	13	29

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

Mean		18,1208	16,711	17,0190
Std. Error of Mean		,04475	,0955	,05522
Median		18,2000	17,000	17,0000
Mode		18,00	18,0	17,00
Std. Deviation		1,01758	2,1799	1,24091
Variance		1,035	4,752	1,540
Skewness		-1,937	-,564	-,727
Std. Error of Skewness		,107	,107	,109
Kurtosis		10,099	-,063	1,673
Std. Error of Kurtosis		,214	,214	,217
Range		9,90	11,0	9,74
Minimum		10,00	9,0	9,98
Maximum		19,90	20,0	19,72
Percentiles	25	17,7000	15,000	16,2185
	50	18,2000	17,000	17,0000
	75	18,8000	18,000	18,0560

Ο μέσος όρος (Μ.Ο.) του βαθμού απολυτηρίου των συμμετεχόντων είναι 18,1 (Πίνακας 12). Ενώ για τους άντρες διαμορφώνεται στο 17,7, για τις γυναίκες 18,2 (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCCXLV) για τους πρωτοετείς 17,7, τους δευτεροετείς 17,9, τους τριτοετείς 18,3, τους τεταρτοετείς 18,5, τους επί πτυχίω 18,7 (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCCXLVII)–κάτι που δείχνει κατά την άποψή μου τη φθίνουσα πορεία των Παιδαγωγικών σχολών ως περιζήτητες σχολές σε άμεση συνάρτηση με την παύση της άμεσης αποκατάστασης από το 2011 κι έπειτα- και τέλος για τους φοιτητές που προέρχονταν από θεωρητική κατεύθυνση 18,1, από θετική 18,4, από τεχνολογική ή άλλο εκπαιδευτικό σύστημα 18,3 (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCCXLIX). Επιπροσθέτως στον Πίνακα 12, παρατηρούμε ότι ο βαθμός απολυτηρίου με τη μεγαλύτερη συχνότητα είναι το 18, ο μικρότερος βαθμός το 10 και ο μεγαλύτερος το 19,9.

Διάγραμμα 6: Ιστόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός απολυτηρίου».



Η κατανομή παρουσιάζει αρνητική ασυμμετρία, δηλαδή εκτροπή από την κανονική κατανομή προς τα αριστερά και έντονη κύρτωση προς τη μέση, γι' αυτό και θα την χαρακτηρίζαμε λεπτόκυρτη (Πίνακας 12), (Διάγραμμα 6). Άραγε ο βαθμός απολυτηρίου είναι ανεξάρτητος του φύλου, του έτους και της κατεύθυνσης;

H₀: Ο βαθμός απολυτηρίου δεν εξαρτάται από το φύλο.

H₁: Ο βαθμός απολυτηρίου εξαρτάται από το φύλο.

Καταρχάς ακολουθείται η κανονική κατανομή και για τον ανδρικό (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLXIV) και για το γυναικείο πληθυσμό του δείγματος (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLXV). Επιπλέον οι διασπορές μεταξύ των δύο πληθυσμών είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές σύμφωνα με τον έλεγχο Levene, καθώς $p=0,000 < 5\%$. Οπότε η τιμή του κριτηρίου είναι $t(81,546)=-3,171 < 0$ και η τιμή p του δίπλευρου ελέγχου $p_{\text{dip}}=0,002$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXIII). Κι επειδή ο μέσος όρος απολυτηρίου των ανδρών (Group 1) είναι μικρότερος από το μέσο όρο των γυναικών (Group 2), η τιμή του μονόπλευρου ελέγχου διαμορφώνεται ως εξής: $p_{\text{μον}}=0,002:2=0,001 < \alpha=0,05$. Επομένως απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή ο βαθμός απολυτηρίου και το φύλο είναι εξαρτημένες μεταβλητές.

H₀: Ο βαθμός απολυτηρίου δεν εξαρτάται από το έτος.

H₁: Ο βαθμός απολυτηρίου εξαρτάται από το έτος.

Αρχικά εξασφαλίζεται η πρώτη προϋπόθεση εφαρμογής της διαδικασίας ANOVA, καθώς ακολουθείται η κανονική κατανομή και για τους πρωτοετείς (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLXXXIV), και για τους δευτεροετείς (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLXXXV), και για τους τριτοετείς (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLXXXVI), και για τους τεταρτοετείς (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLXXXVII) και για τους επί πτυχίω φοιτητές (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLXXXVIII). Δεύτερον, από τον έλεγχο διασπορών (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXLIII) προκύπτει $p=0,003 < 5\%$ και γι' αυτό δεν μπορούμε να εφαρμόσουμε έλεγχο διακύμανσης, αλλά έναν ισοδύναμο μη παραμετρικό έλεγχο. Από τον έλεγχο των Kruskal-Wallis προκύπτει $p=0,000 < \alpha=0,05$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα MXVI), επομένως υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στους μέσους όρους των βαθμών απολυτηρίων μεταξύ των ετών.

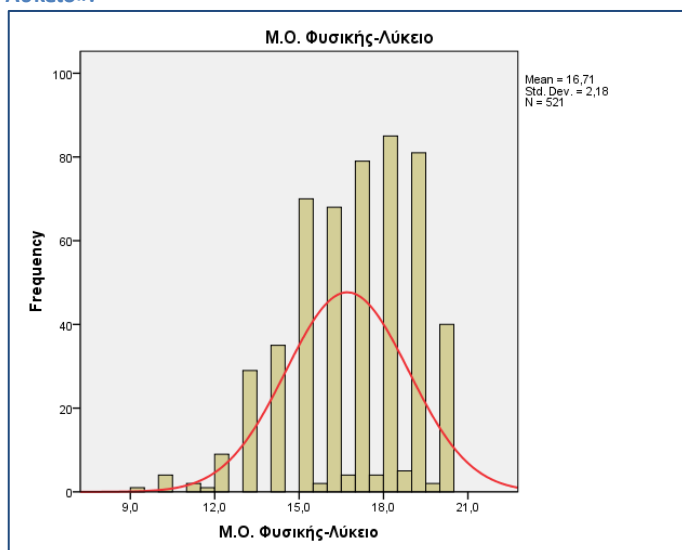
H₀: Ο βαθμός απολυτηρίου δεν εξαρτάται από την κατεύθυνση.

H₁: Ο βαθμός απολυτηρίου εξαρτάται από την κατεύθυνση.

Η πρώτη προϋπόθεση εφαρμογής της διαδικασίας ANOVA τηρείται, καθότι τα δεδομένα όλων των πληθυσμών ακολουθούν την κανονική κατανομή χωρίς σημαντικές αποκλίσεις [βλ. Παράρτημα: διάγραμμα CDXIX (για θεωρητική κατεύθυνση), διάγραμμα CDXX (θετική), διάγραμμα CDXXI (τεχνολογική) κι διάγραμμα CDXXII (για από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα)]. Όμως δεν τηρείται η δεύτερη προϋπόθεση, καθώς οι διασπορές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά $-p=0,049 < 0,05-$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMLXXVIII). Άρα αντί να χρησιμοποιηθεί παραμετρικός έλεγχος (ANOVA), θα χρησιμοποιηθεί μη παραμετρικός (Kruskal-Wallis test). Αφού $p=0,002 < \alpha=0,05$ (βλ. Παράρτημα, πίνακας MXXIV), οι βαθμοί απολυτηρίων μεταξύ των κατευθύνσεων διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Η επόμενη ερώτηση του ερωτηματολογίου ζητούσε από τους συμμετέχοντες να καταγράψουν κατά μέσο όρο τι βαθμό είχαν στα μαθήματα Φυσικής στο Λύκειο και 2,43% αυτών δεν απάντησε.

Διάγραμμα 7: Ιστογράμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «Μ.Ο. σε μαθήματα Φυσικής στο Λύκειο».



Όπως φαίνεται στον Πίνακα 12 οι απαντήσεις κυμαίνονται από 9 –κάτω της βάσης- μέχρι 20 –άριστα με άλλα λόγια- και με ενδιαμέση τιμή το 17, η οποία είναι λίγο μεγαλύτερη του Μ.Ο. των μέσων όρων, του 16,7 δηλαδή. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 12 ή στο Διάγραμμα 7 η κατανομή ακολουθεί την κανονική κατανομή με κάποια ανεκτικότητα, καθότι παρουσιάζει απόκλιση προς τα αριστερά και αρνητική κύρτωση, δηλαδή συγκέντρωση των παρατηρήσεων προς τα άκρα. Εξετάζοντας ενδελεχέστερα τα δεδομένα της έρευνας παρατηρείται, πρώτον, μεγαλύτερος Μ.Ο. στα μαθήματα της Φυσικής στο Λύκειο (16,8) στις γυναίκες απ’ ότι στους άνδρες (16,7) (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCCLII). Δεύτερον, στους φοιτητές μεγαλύτερων ετών καταγράφονται μεγαλύτεροι βαθμοί στα λυκειακά μαθήματα Φυσικής (mean: επί πτυχίω: 18,063, Δ’ έτους: 17,657, Γ’: 16,681, Β’: 16,183, Α’: 16,353) (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCCLIII) και αυτό προφανώς σχετίζεται με την εντυπωσιακή αντίστοιχη πτώση των βάσεων εισαγωγής στις Παιδαγωγικές Σχολές. Τρίτον και αναμενόμενο οι φοιτητές/-τριες που προέρχονταν από θετική και τεχνολογική κατεύθυνση έχουν υψηλότερους μέσους όρους -18,7 και 18,2 αντίστοιχα- από τους υπόλοιπους και από το σύνολο γενικά (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCCLV).

H₀: Ο Μ.Ο. σε μαθήματα Φυσικής στο Λύκειο δεν εξαρτάται από το φύλο.

H₁: Ο Μ.Ο. σε μαθήματα Φυσικής στο Λύκειο εξαρτάται από το φύλο.

Από τα διαγράμματα CCCLXVI & CCCLXVII του Παραρτήματος εξασφαλίζεται ότι ακολουθείται η κανονική κατανομή και για τους άνδρες (Group 1) και για τις γυναίκες (Group 2). Έπειτα μέσω του Levene’s test ελέγχονται οι διασπορές. Οι διασπορές παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, καθότι $p=0,007 < \alpha=5\%$. Συνεπώς έχουμε $t(87,169)=-2,606 < 0$ και $p_{\text{out}}=0,011$. Ακόμη $M.O.(1)=16 < M.O.(2)=16,83$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXIV) κι αφού η τιμή του κριτηρίου είναι αρνητική, τότε η τιμή p του μονόπλευρου ελέγχου θα είναι $p_{\text{μον}}=0,011:2=0,006 < 0,05=\alpha$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXV). Άρα η καλύτερη βαθμολογία από την πλευρά των φοιτητριών δεν είναι τυχαία,

καθώς υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στους Μ.Ο. μεταξύ των δύο φίλων για τα μαθήματα Φυσικής.

H₀: Ο Μ.Ο. σε μαθήματα Φυσικής στο Λύκειο δεν εξαρτάται από το έτος.

H₁: Ο Μ.Ο. σε μαθήματα Φυσικής στο Λύκειο εξαρτάται από το έτος.

Η πρώτη προϋπόθεση εφαρμογής της διαδικασίας ANOVA απαιτεί τα δεδομένα να ακολουθούν την κανονική κατανομή για τους κ πληθυσμούς. Αυτό συμβαίνει χωρίς σοβαρές αποκλίσεις (βλ. Παράρτημα, διαγράμματα CCCLXXXIX ως CCCXCIII). Η δεύτερη προϋπόθεση απαιτεί οι διασπορές όλων των πληθυσμών να είναι ίδιες. Μέσω του Test of Homogeneity of Variances ελέγχουμε τις διασπορές και διαπιστώνουμε ότι διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό, γιατί $p=0,01 < 0,05 = \alpha$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXLVIII). Άρα αντί για ANOVA θα γίνει Kruskal-Wallis test. Η τιμή $p=0,000$ είναι μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (βλ. Παράρτημα, πίνακας MXVIII) κι άρα υπάρχουν σημαντικές διαφορές στους Μ.Ο. ανάμεσα στα έτη.

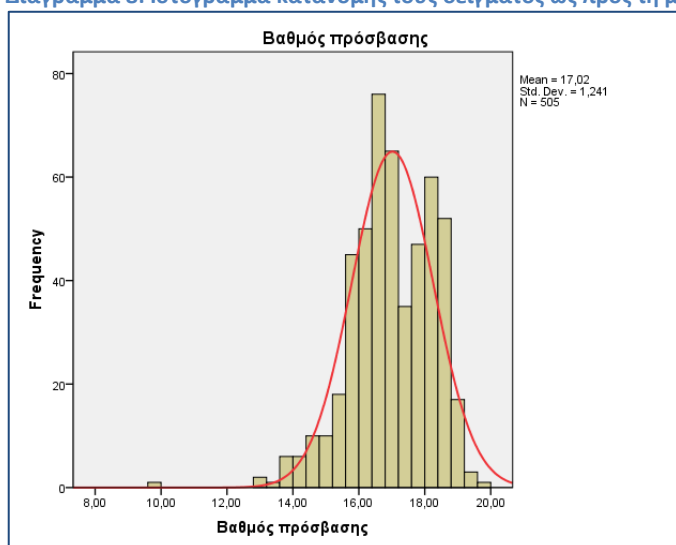
H₀: Ο Μ.Ο. σε μαθήματα Φυσικής στο Λύκειο δεν εξαρτάται από την κατεύθυνση.

H₁: Ο Μ.Ο. σε μαθήματα Φυσικής στο Λύκειο εξαρτάται από την κατεύθυνση.

Από τα διαγράμματα CDXXIII - CDXXVI του Παραρτήματος διαπιστώνουμε ότι τα δεδομένα ακολουθούν την κανονική κατανομή χωρίς πολύ σοβαρές αποκλίσεις από αυτή. Αλλά οι διασπορές των πληθυσμών δεν είναι ίδιες, αφού $p=0,013 < 0,05$ (βλ. Παράρτημα, πίνακας CMLXXXIII). Άρα αντενδεικνύεται η χρήση της ανάλυσης διακύμανσης κι ενδείκνυται η χρήση του μη παραμετρικού Kruskal-Wallis test, όπου $p=0,000 < 5\%$ (βλ. Παράρτημα, πίνακας MXXVI). Επομένως σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατευθύνσεων.

Με την ερώτηση 7, ζητήθηκε από τους ερωτώμενους να καταγράψουν το βαθμό πρόσβασής τους στο Παιδαγωγικό Ιωαννίνων.

Διάγραμμα 8: Ιστόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός πρόσβασης».



Και σε αυτή την ερώτηση παρατηρείται αυτό που επισημαίνουν και οι Cohen et al. (2008) ότι οι απαντώντες μπορεί να μη θέλουν να γράψουν τις απαντήσεις τους για κάποιο λόγο· εδώ το ποσοστό των ελλείπουσων τιμών ανέρχεται σε 5,43%. Κατά άλλα τα περισσότερα

άτομα εισήχθησαν με γενικό βαθμό πρόσβασης 17, που τυχαίνει να αποτελεί και την ενδιάμεση τιμή, και ο μέσος όρος των βαθμών πρόσβασης είναι το 17,019 (Πίνακας 12). Όπως παρατηρούμε και στο Διάγραμμα 8 η κατανομή είναι λεπτόκυρτη με ασυμμετρία προς τα αριστερά. Αναλύοντας περαιτέρω (βλ. Παράρτημα, πίνακες CCCLVII, CCCLIX & CCCLXI) τα δεδομένα αξίζει να παρουσιαστούν οι βαθμοί πρόσβασης που παρατηρήθηκαν ανά έτος. Οι εισακτέοι πριν το 2010 είχαν βαθμό πρόσβασης κατά μέσο όρο 18,61. Όσοι εισήχθησαν το 2010 κατά μέσο όρο είχαν βαθμό πρόσβασης 18,19, ο οποίος μειώνεται για τους εισακτέους του 2011 σε 17,28, για τους εισακτέους του 2012 μειώνεται κι άλλο στο 16,61 κι εν τέλει οι νεοεισακτέοι, αυτοί του 2013, έχουν βαθμό πρόσβασης 15,74 κατά μέσο όρο. Με άλλα λόγια, αυτό που διαπιστώνουμε είναι ότι κάθε χρόνο εισάγονταν φοιτητές με όλο και μικρότερο βαθμό κι αυτό φαίνεται και στο Πίνακα 13. Η εκτόξευση των βάσεων την πενταετία 2006 -2010 με την κατάρρευση το 2011 και τη συνεχή κάθοδο αυτών οφείλεται και στην άμεση αποκατάσταση που είχαν οι απόφοιτοι της προηγούμενης πενταετίας σε σχέση με της τελευταίας. Πλέον οι αριστούχοι δεν επιλέγουν το Παιδαγωγικό τόσο πολύ, γιατί ένας λόγος είναι ότι δεν υπάρχει άμεση απορρόφηση στην αγορά εργασίας.

Πίνακας 13: Βάσεις εισαγωγής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Ιωαννίνων τη τελευταία δεκαετία.

Έτος	Μόρια	Έτος	Μόρια
2006	16.850	2011	16.651
2007	17.637	2012	15.916
2008	18.133	2013	14.592
2009	18.406	2014	14.612
2010	18.051	2015	14.606

H₀: Ο βαθμός πρόσβασης δεν εξαρτάται από το φύλο.

H₁: Ο βαθμός πρόσβασης εξαρτάται από το φύλο.

Η κανονική κατανομή ακολουθείται κι από το ανδρικό πληθυσμό (Group 1) κι από το γυναικείο πληθυσμό (Group 2): κάτι που αποτελεί και προϋπόθεση για εφαρμογή του ελέγχου t (βλ. Παράρτημα, διαγράμματα CCCLXVIII και CCCLXIX). Το επόμενο βήμα είναι να ελεγχθούν οι διασπορές των δύο ομάδων με τον έλεγχο Levene. Από τον έλεγχο έχουμε $p=0,098 > 0,05$, το οποίο μας οδηγεί να διαλέξουμε ως τιμή κριτηρίου την $t(503)=-1,322 < 0$ και ως τιμή του δίπλευρου ελέγχου την $p_{\text{δίτ}}=0,187$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXVII). Σύμφωνα με τους Κάτση κ.συν. (2010), όταν η τιμή του κριτηρίου είναι αρνητική και ο μέσος όρος του πρώτου πληθυσμού (16,83) είναι μικρότερος από του δεύτερου (17,05) (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXVI), τότε η τιμή p του μονόπλευρου ελέγχου ισούται με το μισό της τιμής του δίπλευρου, δηλαδή εδώ $p_{\text{μον}}=0,094 > \alpha=0,05$. Επομένως ο βαθμός πρόσβασης είναι ανεξάρτητος του φύλου καθώς δεν προκύπτει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα.

H₀: Ο βαθμός πρόσβασης δεν εξαρτάται από το έτος.

H₁: Ο βαθμός πρόσβασης εξαρτάται από το έτος.

Για να χρησιμοποιήσουμε τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης μπορεί να τηρείται η πρώτη προϋπόθεση –τα δεδομένα για όλες τις κατευθύνσεις ακολουθούν την κανονική κατανομή χωρίς σοβαρές αποκλίσεις (βλ. Παράρτημα, διαγράμματα CCCXCIV έως CCCXCVIII)-, όμως δε τηρείται η δεύτερη προϋπόθεση –οι διασπορές δεν είναι ίσες, γιατί $p=0,000 < 5\%$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMLIII)-. Κατά συνέπεια καταφεύγουμε στον μη

παραμετρικό έλεγχο των Kruskal-Wallis, όπου $p=0,000 < \alpha=0,005$ (βλ. Παράρτημα, πίνακας ΜΧΧ). Επομένως σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% οι διαφορές μεταξύ των ετών στους βαθμούς πρόσβασης είναι στατιστικά σημαντικές.

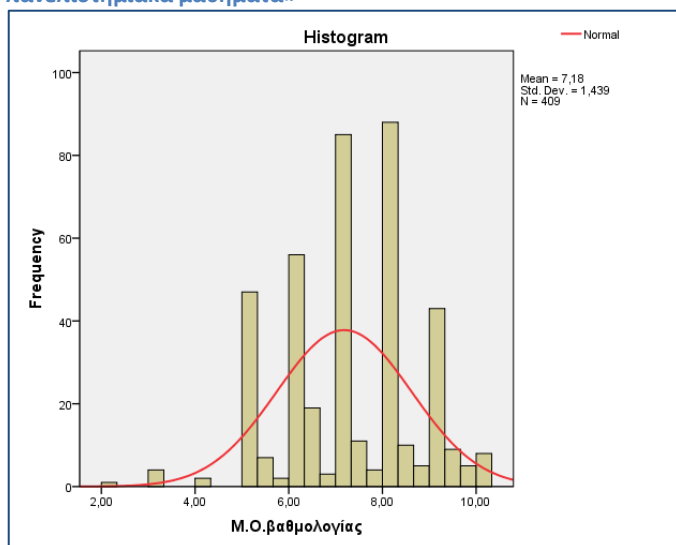
H₀: Ο βαθμός πρόσβασης δεν εξαρτάται από την κατεύθυνση.

H₁: Ο βαθμός πρόσβασης εξαρτάται από την κατεύθυνση.

Ναι μεν τα δεδομένα ακολουθούν σε γενικές γραμμές την κανονική κατανομή για όλες τις κατευθύνσεις (βλ. Παράρτημα, διαγράμματα CDXXVII έως CDXXX), όμως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διασπορές αυτών $-p=0,027 < 0,05-$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMLXXXVIII). Οπότε ενδείκνυται να πραγματοποιηθεί μη παραμετρικός έλεγχος κι όχι παραμετρικός. Από το μη παραμετρικό Kruskal-Wallis test έχουμε $p=0,166 > \alpha=0,05$ (βλ. Παράρτημα, πίνακας ΜΧΧVIII)· δηλαδή σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% ο βαθμός πρόσβασης δεν εξαρτάται από την κατεύθυνση.

Η επόμενη ερώτηση στην ουσία περιλάμβανε 10 μεταβλητές κι αποσκοπούσε στο να ελεγχθεί πόσα πανεπιστημιακά μαθήματα έχουν διδαχθεί οι ερωτώμενοι και τι βαθμούς πήραν. Η ερώτηση δόθηκε με μορφή πίνακα. Το ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο παράρτημα. Για τη δημιουργία της ερώτησης χρησιμοποιήθηκαν οι Οδηγοί Σπουδών 2007-2008, 2009-2010 και 2013-2014.

Διάγραμμα 9: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα»



Καταρχάς προέκυψε ότι μόλις 4 άτομα (0,8%) έχουν διδαχθεί 5 ή 4 μαθήματα Φυσικής στο Πανεπιστήμιο, 74 άτομα (13,9%) διδάχθηκαν 3 μαθήματα, 145 άτομα (27,4%) 2 μαθήματα, 305 άτομα (57,3%) 1 μάθημα και τα 2 άτομα (0,4%) δε συμπλήρωσαν τον πίνακα. Για κάθε φοιτητή και φοιτήτρια –πλην των πρωτοετών οι οποίοι διδάσκονταν το πρώτο τους πανεπιστημιακό μάθημα Φυσικής, τις Βασικές έννοιες Φυσικής, στο συγκεκριμένο εξάμηνο κι οπότε δεν καταγράφηκε βαθμολογία- υπολογίστηκε ο μέσος όρος βαθμολογίας τους στα πανεπιστημιακά μαθήματα. Από εκεί προέκυψε το ιστόγραμμα που φαίνεται στο Διάγραμμα 9, όπου παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος των μέσων όρων βαθμολογίας του δείγματος είναι 7,18.

H₀: Ο Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα δεν εξαρτάται από το φύλο.

H₁: Ο Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα εξαρτάται από το φύλο.

Η κατανομή των δεδομένων για αυτή τη μεταβλητή και σε σχέση με το φύλο ακολουθεί την κανονική κατανομή και για τις δύο ομάδες σύμφωνα με τα διαγράμματα CCCLXX και CCCLXXI του Παραρτήματος. Οι διασπορές των δυο πληθυσμών δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς $p=0,140>0,005$ από το Levene's test (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXIII). Οπότε η τιμή του κριτηρίου είναι $t(407)=0,642>0$ και η τιμή του δίπλευρου ελέγχου $p_{\text{διπ}}=0,521$. Αφού η τιμή του κριτηρίου είναι θετική και ο μέσος όρος (7,3) του πρώτου πληθυσμού (άνδρες) μεγαλύτερος του μέσου όρου (7,16) του δεύτερου πληθυσμού (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXII), η τιμή p του μονόπλευρου ελέγχου είναι το μισό της τιμής του δίπλευρου ελέγχου, δηλαδή $p_{\text{μον}}=0,521:2=0,261>\alpha=5\%$. Άρα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και ο Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα είναι ανεξάρτητος του φύλου.

H₀: Ο Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα δεν εξαρτάται από το έτος.

H₁: Ο Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα εξαρτάται από το έτος.

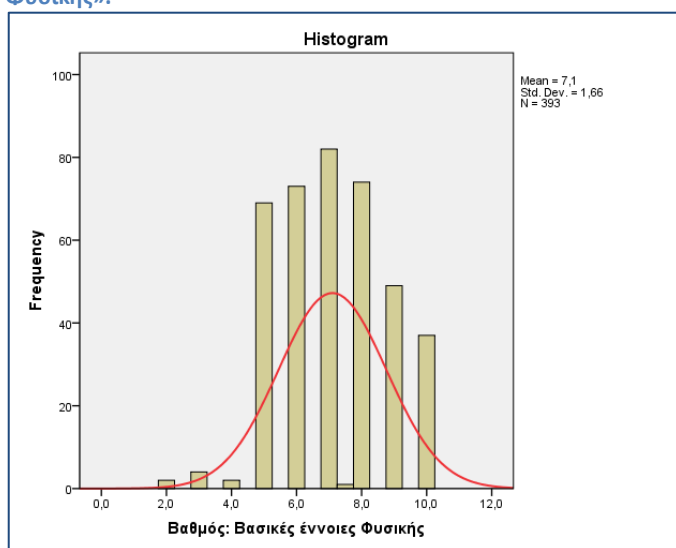
Τα δεδομένα ακολουθούν την κανονική κατανομή γενικά για όλα τα έτη (βλ. Παράρτημα, διαγράμματα CCCXCIX – CDII), αλλά οι διασπορές διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ - $p=0,021<\alpha=0,05$ - (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMLVIII). Γι' αυτό αντί ANOVA, θα πραγματοποιηθεί Kruskal-Wallis test. Από τον πίνακα MXXII του Παραρτήματος προκύπτει $p=0,000<0,05=\alpha$: κάτι που σημαίνει ότι ο Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα εξαρτάται από το έτος φοίτησης.

H₀: Ο Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα δεν εξαρτάται από την κατεύθυνση.

H₁: Ο Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα εξαρτάται από την κατεύθυνση.

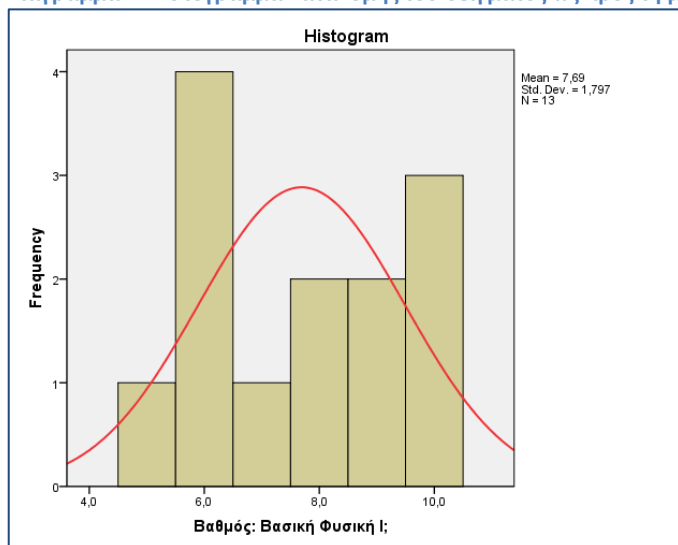
Πρώτον, τα ιστογράμματα Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα και κατεύθυνσης (βλ. Παράρτημα, διαγράμματα CDXXI-CDXXIV) δεν αποκλίνουν σημαντικά από την κανονική κατανομή. Δεύτερον, η διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής -Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα- παραμένει ίδια μεταξύ των τεσσάρων πληθυσμών -Θεωρητική κατεύθυνση, Θετική, Τεχνολογική, Άλλο εκπαιδευτικό σύστημα-, αφού $p=0,216>0,05$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXCIII). Άρα επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί η διαδικασία ANOVA. Λοιπόν η τιμή του κριτηρίου είναι $F(3, 405)=3,692$ και η τιμή p ισούται με $0,012$, δηλαδή είναι μικρότερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXCIV). Επομένως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών και ο Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα εξαρτάται από την κατεύθυνση.

Διάγραμμα 10: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός στις Βασικές έννοιες Φυσικής».



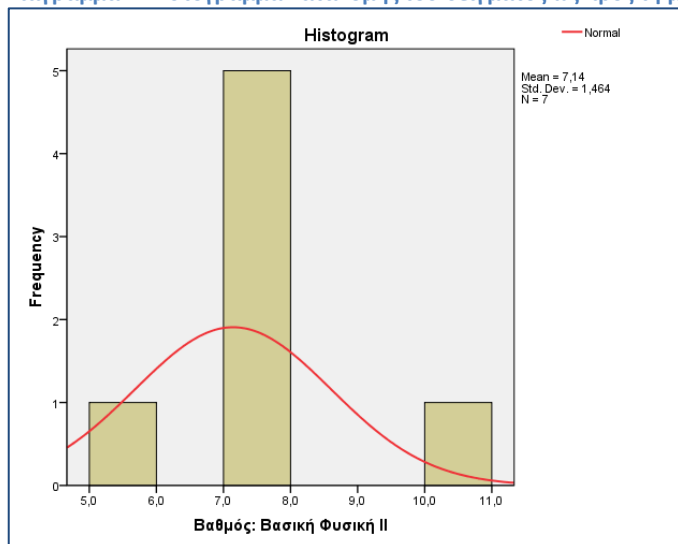
Πρώτο πανεπιστημιακό μάθημα στον πίνακα της ερώτησης 8 του ερωτηματολογίου ήταν οι Βασικές έννοιες Φυσικής. 515 (96,4%) φοιτητές δήλωσαν ότι το διδάχθηκαν και 17 (3,2%) ότι δε το διδάχθηκαν. Για αυτούς που το διδάχθηκαν το 73,6% (393 άτομα) κατέγραψε και τη βαθμολογία του, το 4,9% (26 άτομα) δεν την έγραψε και το υπόλοιπο 18% (96 άτομα) είναι οι πρωτοετείς φοιτητές που διδάσκονται το συγκεκριμένο μάθημα στο Β' εξάμηνο – στο οποίο και μοίρασα τα ερωτηματολόγια-, αλλά δεν καταγράφηκε βαθμός λόγω του ότι η συλλογή των δεδομένων έγινε στα Μάρτιο του 2014, πολύ πριν την εξεταστική περίοδο. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 10, η μέση βαθμολογία είναι 7,1 με το 25% των φοιτητών (που μας δήλωσαν τη βαθμολογία) να έχει γράψει ως 6, το 50% ως 7 –η οποία αποτελεί και τη βαθμολογία με τη μεγαλύτερη συχνότητα- και 75% ως 8. Σε αυτό το σημείο μπορεί να σημειωθεί ότι ο αρσενικός πληθυσμός του Τμήματος στο συγκεκριμένο μάθημα έχει 7,3 μέσο όρο και ο γυναικείος 7,1. Σχετικά με το έτος, οι δευτεροετείς κατά μέσο όρο έχουν πάρει 6,5 ενώ οι φοιτητές/ -τριες Γ' έτους κι άνω 7,6 –στρογγυλοποιημένα-. Τέλος οι φοιτητές/-τριες προερχόμενοι από θεωρητική έχουν γράψει στο συγκεκριμένο μάθημα κατά μέσο όρο 6,9, αυτοί από την τεχνολογική 7,7, από θετική κατεύθυνση 7,8 κι από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα 8.

Διάγραμμα 11: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός στη Βασική Φυσική Ι».



Το δεύτερο μάθημα προς διερεύνηση ήταν η Βασική Φυσική Ι. Η παρακολούθηση του συγκεκριμένου μαθήματος είναι μικρή, καθότι 517 (96,8%) δήλωσαν ότι δεν το παρακολούθησαν και 15 (2,8%) το αντίθετο. Ο μέσος όρος βαθμολογίας σύμφωνα με τις απαντήσεις του για το σύνολο διαμορφώνεται στο 7,7, για τους άνδρες ξεχωριστά στο 8 και για τις γυναίκες στο 7,6. Το χαμηλότερο βαθμό που είναι το 5 το έγραψε ένα άτομο και τρία άτομα έγραψαν τον υψηλότερο βαθμό, δηλαδή το 10. Στο Διάγραμμα 11 φαίνεται η κατανομή των βαθμών για το συγκεκριμένο μάθημα. Μηδενική συμμετοχή παρακολούθησης καταγράφηκε από το δείγμα του Α' έτους, του Β έτους και τους προερχόμενους από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα.

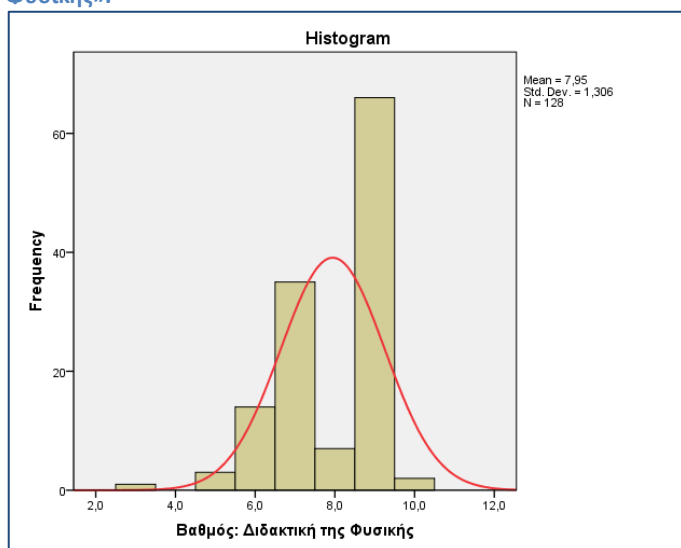
Διάγραμμα 12: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός στη Βασική Φυσική ΙΙ».



Το τρίτο μάθημα προς έρευνα ήταν η Βασική Φυσική ΙΙ, το οποίο έχουν παρακολουθήσει μόλις 8 άτομα, 1,5% δηλαδή του συνόλου, και από τα οποία τα 7 προέρχονται από θεωρητική κατεύθυνση και το 1 από θετική. Ο χαμηλότερος βαθμός που έγραψαν είναι το 5 και ο μεγαλύτερος το 10, με μέσο όρο στρογγυλοποιημένο για τα αγόρια 7,7 και για τα κορίτσια 8. Στο Διάγραμμα 12 φαίνεται ο αριθμός των ατόμων (7) που διδάχθηκαν το

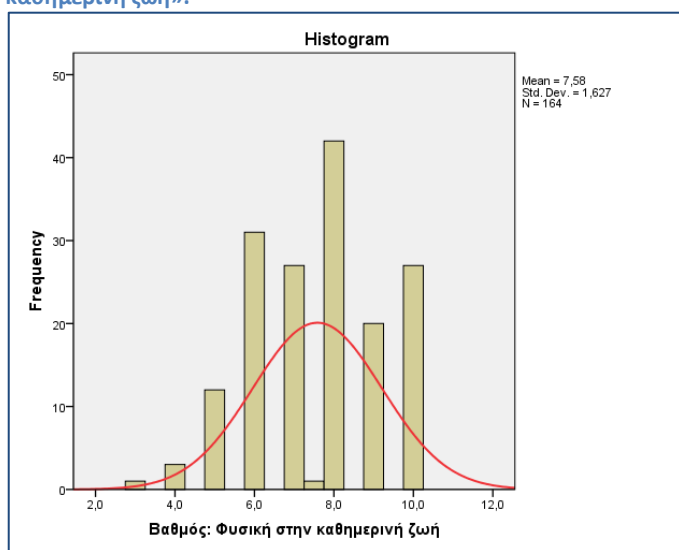
μάθημα και θέλησαν να γράψουν και τη βαθμολογία τους, ο μέσος όρος της βαθμολογίας τους (7,14) και η τυπική απόκλιση (1,464).

Διάγραμμα 13: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός στη Διδακτική της Φυσικής».



Προτελευταίο μάθημα προς εξέταση ήταν η Διδακτική της Φυσικής, την οποία δεν έχουν διδαχθεί καθόλου οι πρωτοετείς. Δήλωσαν ότι το έχουν διδαχθεί 138 άτομα (το ¼ περίπου επί του συνολικού δείγματος), η συντριπτική πλειοψηφία (97,6%) των οποίων προέρχεται από το Δ' έτος σπουδών και έχει γράψει σε αυτό το μάθημα κατά μέσο όρο 8· κάτι που δεν απέχει από την μέση βαθμολογία του δείγματος όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 13. Κάτω από 5 έγραψε ένα άτομο και συγκεκριμένα έγραψε 3, εξήντα έξι άτομα έγραψαν 9 και δύο άτομα έγραψαν 10. Επίσης πολύ μεγάλο το ποσοστό (75,9%) των φοιτητών που προέρχονταν από θεωρητική που δήλωσαν ότι παρακολούθησαν το μάθημα, κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο αν αναλογιστούμε ότι το μάθημα είναι υποχρεωτικό και η σχολή θεωρείται κατ' εξοχήν θεωρητική. Αν απομονώσουμε το δείγμα της θεωρητικής ως χαμηλότερη βαθμολογία σημειώθηκε το 3, ως υψηλότερη το 10 και ως διάμεσος το 9. Ίσως αυτό να οφείλεται και στο ότι οι τεταρτοετείς ήταν μια γενιά αριστούχων, η ανάλυση στα επόμενα μέρη σίγουρα θα δώσει απάντηση.

Διάγραμμα 14: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός στη Φυσική στην καθημερινή ζωή».



Τελευταίο μάθημα έμεινε η Φυσική στην καθημερινή ζωή, το οποίο έχουν διδαχθεί άτομα Β΄ έτους κι άνω, ίσα σχεδόν με το 1/3 του δείγματος και κατά μέσο όρο η βαθμολογία τους ήταν 7,6 όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 14. Το 79,1% αυτών που το διδάχθηκαν είναι δευτεροετείς και τεταρτοετείς με μέσες βαθμολογίες 6,6 και 8,3 αντίστοιχα. Αναφορικά με το φύλο, οι γυναίκες έγραψαν από 3 ως 10 (Μ.Ο.α=7,6) και οι άντρες από 4 ως 9 (Μ.Ο.γ=7,1). Κι όσον αφορά την κατεύθυνση, τα παιδιά (138) προερχόμενα από θεωρητική έγραψαν κατά μέσο όρο 7,5, αυτά από θετική 7,7, από τεχνολογική 7,9 και τέλος από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα 7.

Στον Πίνακα 14 και στον Πίνακα 15 είναι καταχωρημένοι όλοι οι πίνακες και τα διαγράμματα που εξήχθησαν μέσω του SPSS 18.0, βρίσκονται στο Παράρτημα κι αφορούν την ερώτηση 8.

Πίνακας 14: Καταγραφή των πινάκων του παραρτήματος που αφορούν την ερώτηση 8 του ερωτηματολογίου.

Πίνακας XV	Πίνακας περιγραφικών στατιστικών μέτρων για το <u>Μ.Ο. βαθμολογίας των πανεπιστημιακών μαθημάτων</u> .
Πίνακας XVII	Πίνακας κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή « <u>Διδασκαλία Βασικών εννοιών Φυσικής</u> ».
Πίνακας XVIII	Πίνακας κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή « <u>Βαθμός στις Βασικές έννοιες Φυσικής</u> ».
Πίνακας XIX	Πίνακας περιγραφικών στατιστικών μέτρων για τη μεταβλητή « <u>Βαθμός στις Βασικές έννοιες Φυσικής</u> ».
Πίνακας XX	Πίνακας κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή « <u>Διδασκαλία Βασικής Φυσικής I</u> ».
Πίνακας XXI	Πίνακας κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή « <u>Βαθμός στη Βασική Φυσική I</u> ».
Πίνακας XXII	Πίνακας περιγραφικών στατιστικών μέτρων για τη μεταβλητή « <u>Βαθμός στη Βασική Φυσική I</u> ».
Πίνακας XXIII	Πίνακας κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή « <u>Διδασκαλία Βασικής Φυσικής II</u> ».
Πίνακας XXIV	Πίνακας κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή « <u>Βαθμός στη Βασική Φυσική II</u> ».
Πίνακας XXV	Πίνακας περιγραφικών στατιστικών μέτρων για τη μεταβλητή « <u>Βαθμός στη Βασική Φυσική II</u> ».
Πίνακας XXVI	Πίνακας κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή « <u>Διδασκαλία</u> ».

	<u>Διδακτικής της Φυσικής».</u>
Πίνακας XXVII	Πίνακας κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «Βαθμός στη Διδακτική της Φυσικής».
Πίνακας XXVIII	Πίνακας περιγραφικών στατιστικών μέτρων για τη μεταβλητή «Βαθμός στη Διδακτική της Φυσικής».
Πίνακας XXIX	Πίνακας κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «Διδασκαλία Φυσικής στην καθημερινή ζωή».
Πίνακας XXX	Πίνακας κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «Βαθμός στη Φυσική στην καθημερινή ζωή».
Πίνακας XXXI	Πίνακας περιγραφικών στατιστικών μέτρων για τη μεταβλητή «Βαθμός στη Φυσική στην καθημερινή ζωή».
Πίνακας CCCLXIII	Πίνακας συνάφειας <u>φύλου</u> & αριθμού <u>πανεπιστημιακών μαθημάτων Φυσικής</u> .
Πίνακας CCCLXIV	Πίνακας συνάφειας φύλου & Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.
Πίνακας CCCLXV	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων φύλου & Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.
Πίνακας CCCLXVII	Πίνακας συνάφειας <u>έτους</u> & αριθμού <u>πανεπιστημιακών μαθημάτων Φυσικής</u> .
Πίνακας CCCLXVIII	Πίνακας συνάφειας έτους & Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.
Πίνακας CCCLXIX	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων έτους & Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.
Πίνακας CCCLXX	Πίνακας συνάφειας <u>κατεύθυνσης</u> & αριθμού <u>πανεπιστημιακών μαθημάτων Φυσικής</u> .
Πίνακας CCCLXXI	Πίνακας συνάφειας κατεύθυνσης, έτους & αριθμού πανεπιστημιακών μαθημάτων Φυσικής.
Πίνακας CCCLXXII	Πίνακας συνάφειας κατεύθυνσης & Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.
Πίνακας CCCLXXIII	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων κατεύθυνσης & Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.
Πίνακας CCCLXXV	Πίνακας συνάφειας <u>φύλου</u> & διδασκαλίας των <u>Βασικών εννοιών Φυσικής</u> .
Πίνακας CCCLXXVI	Πίνακας συνάφειας φύλου & βαθμού στις Βασικές έννοιες Φυσικής.
Πίνακας CCCLXXVII	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων φύλου & βαθμού στις Βασικές έννοιες Φυσικής.
Πίνακας CCCLXXVIII	Πίνακας συνάφειας <u>φύλου</u> & διδασκαλίας της <u>Βασικής Φυσικής I</u> .
Πίνακας CCCLXXIX	Πίνακας συνάφειας φύλου & βαθμού στη Βασική Φυσική I.
Πίνακας CCCLXXX	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων φύλου & βαθμού στη Βασική Φυσική I.
Πίνακας CCCLXXXI	Πίνακας συνάφειας <u>φύλου</u> & διδασκαλίας της <u>Βασικής Φυσικής II</u> .
Πίνακας CCCLXXXII	Πίνακας συνάφειας <u>φύλου</u> & διδασκαλίας της <u>Διδακτικής της Φυσικής</u> .
Πίνακας CCCLXXXIII	Πίνακας συνάφειας φύλου & βαθμού στη Διδακτική της Φυσικής.
Πίνακας CCCLXXXIV	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων φύλου & βαθμού στη Διδακτική της Φυσικής.
Πίνακας CCCLXXXV	Πίνακας συνάφειας <u>φύλου</u> & διδασκαλίας της <u>Φυσικής στην καθημερινή ζωή</u> .
Πίνακας CCCLXXXVI	Πίνακας συνάφειας φύλου & βαθμού στη Φυσική στην καθημερινή ζωή.
Πίνακας CCCLXXXVII	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων φύλου & βαθμού στη Φυσική στην καθημερινή ζωή.
Πίνακας CCCLXXXIX	Πίνακας συνάφειας <u>έτους</u> & διδασκαλίας των <u>Βασικών εννοιών Φυσικής</u> .
Πίνακας CCCXC	Πίνακας συνάφειας έτους & βαθμού στις Βασικές έννοιες Φυσικής.
Πίνακας CCCXCI	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων έτους & βαθμού στις Βασικές έννοιες Φυσικής.
Πίνακας CCCXCII	Πίνακας συνάφειας <u>έτους</u> & διδασκαλίας της <u>Βασικής Φυσικής I</u> .
Πίνακας CCCXCIII	Πίνακας συνάφειας έτους & βαθμού στη Βασική Φυσική I.
Πίνακας CCCXCIV	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων έτους & βαθμού στη Βασική Φυσική I.
Πίνακας CCCXCV	Πίνακας συνάφειας <u>έτους</u> & διδασκαλίας της <u>Βασικής Φυσικής II</u> .
Πίνακας CCCXCVI	Πίνακας συνάφειας έτους & βαθμού στη Βασική Φυσική II.

Πίνακας CCCXCVII	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων έτους & βαθμού στη Βασική Φυσική II.
Πίνακας CCCXCVIII	Πίνακας συνάφειας έτους & διδασκαλίας της <u>Διδακτικής της Φυσικής</u> .
Πίνακας CCCXCIX	Πίνακας συνάφειας έτους & βαθμού στη Διδακτική της Φυσικής.
Πίνακας CD	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων έτους & βαθμού στη Διδακτική της Φυσικής.
Πίνακας CDI	Πίνακας συνάφειας έτους & διδασκαλίας της <u>Φυσικής στην καθημερινή ζωή</u> .
Πίνακας CDII	Πίνακας συνάφειας έτους & βαθμού στη Φυσική στην καθημερινή ζωή.
Πίνακας CDIII	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων έτους & βαθμού στη Φυσική στην καθημερινή ζωή.
Πίνακας CDV	Πίνακας συνάφειας <u>κατεύθυνσης</u> & διδασκαλίας των <u>Βασικών εννοιών Φυσικής</u> .
Πίνακας CDVI	Πίνακας συνάφειας κατεύθυνσης & βαθμού στις Βασικές έννοιες Φυσικής.
Πίνακας CDVII	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων κατεύθυνσης & βαθμού στις Βασικές έννοιες Φυσικής.
Πίνακας CDVIII	Πίνακας συνάφειας <u>κατεύθυνσης</u> & διδασκαλίας της <u>Βασικής Φυσικής I</u> .
Πίνακας CDIX	Πίνακας συνάφειας κατεύθυνσης & βαθμού στη Βασική Φυσική I.
Πίνακας CDX	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων κατεύθυνσης & βαθμού στη Βασική Φυσική I.
Πίνακας CDXI	Πίνακας συνάφειας <u>κατεύθυνσης</u> & διδασκαλίας της <u>Βασικής Φυσικής II</u> .
Πίνακας CDXII	Πίνακας συνάφειας κατεύθυνσης & βαθμού στη Βασική Φυσική II.
Πίνακας CDXIII	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων κατεύθυνσης & βαθμού στη Βασική Φυσική II.
Πίνακας CDXIV	Πίνακας συνάφειας <u>κατεύθυνσης</u> & διδασκαλίας της <u>Διδακτικής της Φυσικής</u> .
Πίνακας CDXV	Πίνακας συνάφειας κατεύθυνσης & βαθμού στη Διδακτική της Φυσικής.
Πίνακας CDXVI	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων κατεύθυνσης & βαθμού στη Διδακτική της Φυσικής.
Πίνακας CDXVII	Πίνακας συνάφειας <u>κατεύθυνσης</u> & διδασκαλίας της <u>Φυσικής στην καθημερινή ζωή</u> .
Πίνακας CDXVIII	Πίνακας συνάφειας κατεύθυνσης & βαθμού στη Φυσική στην καθημερινή ζωή.
Πίνακας CDXIX	Πίνακας συνάφειας και περιγραφικών στατιστικών μέτρων κατεύθυνσης & βαθμού στη Φυσική στην καθημερινή ζωή.

Πίνακας 15: Καταγραφή των διαγραμμάτων του παραρτήματος που αφορούν την ερώτηση 8 του ερωτηματολογίου.

Διάγραμμα CXXV	<u>Ραβδόγραμμα</u> κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «αριθμός διδαχθέντων πανεπιστημιακών μαθημάτων» & «φύλο».
Διάγραμμα CXXVI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Βασικών εννοιών Φυσικής» & «φύλο».
Διάγραμμα CXXVII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Βασικής Φυσικής I» & «φύλο».
Διάγραμμα CXXVIII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Βασικής Φυσικής II» & «φύλο».
Διάγραμμα CXXIX	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Διδακτικής της Φυσικής» & «φύλο».
Διάγραμμα CXXX	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Φυσικής στην καθημερινή ζωή» & «φύλο».
Διάγραμμα CXCIX	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Βασικών εννοιών Φυσικής» & «έτος».
Διάγραμμα CC	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Βασικής Φυσικής I» & «έτος».
Διάγραμμα CCI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Βασικής Φυσικής II» & «έτος».
Διάγραμμα CCI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Διδακτικής της Φυσικής» & «έτος».
Διάγραμμα CCI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές

	«διδασκαλίας Φυσικής στην καθημερινή ζωή» & «έτος».
Διάγραμμα CCLXXII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «αριθμός διδαχθέντων πανεπιστημιακών μαθημάτων» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCLXXIII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Βασικών εννοιών Φυσικής» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCLXXIV	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Βασικής Φυσικής I» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCLXXV	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Βασικής Φυσικής II» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCLXXVI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Διδακτικής της Φυσικής» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCLXXVII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «διδασκαλίας Φυσικής στην καθημερινή ζωή» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCCLXX	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα» & « <u>φύλο</u> ».
Διάγραμμα CCCLXXI	
Διάγραμμα CCCLXXII	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στις Βασικές έννοιες Φυσικής» & «φύλο».
Διάγραμμα CCCLXXIII	
Διάγραμμα CCCLXXIV	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική I» & «φύλο».
Διάγραμμα CCCLXXV	
Διάγραμμα CCCLXXVI	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική II» & «φύλο».
Διάγραμμα CCCLXXVII	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Διδακτική της Φυσικής» & «φύλο».
Διάγραμμα CCCLXXVIII	
Διάγραμμα CCCLXXIX	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Φυσική στην καθημερινή ζωή» & «φύλο».
Διάγραμμα CCCLXXX	
Διάγραμμα CCCXCIX	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα» & « <u>έτος</u> ».
Διάγραμμα CD	
Διάγραμμα CDI	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στις Βασικές έννοιες Φυσικής» & «έτος».
Διάγραμμα CDII	
Διάγραμμα CDIII	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική I» & «έτος».
Διάγραμμα CDIV	
Διάγραμμα CDV	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική II» & «έτος».
Διάγραμμα CDVI	
Διάγραμμα CDVII	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική I» & «έτος».
Διάγραμμα CDVIII	
Διάγραμμα CDIX	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική II» & «έτος».
Διάγραμμα CDX	
Διάγραμμα CDXI	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Διδακτική της Φυσικής» & «έτος».
Διάγραμμα CDXII	
Διάγραμμα CDXIII	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Φυσική στην καθημερινή ζωή» & «έτος».
Διάγραμμα CDXIV	
Διάγραμμα CDXV	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα» & « <u>κατεύθυνση</u> ».
Διάγραμμα CDXXXI	
Διάγραμμα CDXXXII	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στις Βασικές έννοιες Φυσικής» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDXXXIII	
Διάγραμμα CDXXXIV	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική I» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDXXXV	
Διάγραμμα CDXXXVI	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική II» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDXXXVII	
Διάγραμμα CDXXXVIII	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική I» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDXXXIX	
Διάγραμμα CDXL	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική II» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDXLI	
Διάγραμμα CDXLII	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική II» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDXLIII	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός

Διάγραμμα CDXLIV	στη Διδακτική της Φυσικής» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDXLV	
Διάγραμμα CDXLVI	
Διάγραμμα CDXLVII	
Διάγραμμα CDXLVIII	Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς τις μεταβλητές «βαθμός στη Φυσική στην καθημερινή ζωή» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDXLIX	
Διάγραμμα CDL	
Διάγραμμα CDLXIX	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «Μ.Ο. βαθμολογίας» & «φύλο».
Διάγραμμα CDLXX	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «Μ.Ο. βαθμολογίας» & «έτος».
Διάγραμμα CDLXXI	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «Μ.Ο. βαθμολογίας» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDLXXII	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στις Βασικές έννοιες Φυσικής» & «φύλο».
Διάγραμμα CDLXXIII	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στις Βασικές έννοιες Φυσικής» & «έτος».
Διάγραμμα CDLXXIV	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στις Βασικές έννοιες Φυσικής» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDLXXV	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική Ι» & «φύλο».
Διάγραμμα CDLXXVI	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική Ι» & «έτος».
Διάγραμμα CDLXXVII	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στη Βασική Φυσική Ι» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDLXXVIII	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στη Διδακτική της Φυσικής» & «φύλο».
Διάγραμμα CDLXXIX	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στη Διδακτική της Φυσικής» & «έτος».
Διάγραμμα CDLXXX	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στη Διδακτική της Φυσικής» & «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CDLXXXI	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στη Φυσική στην καθημερινή ζωή» & «φύλο».
Διάγραμμα CDLXXXII	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στη Φυσική στην καθημερινή ζωή» & «έτος».
Διάγραμμα CDLXXXIII	Θηκόγραμμα για τις μεταβλητές «βαθμός στη Φυσική στην καθημερινή ζωή» & «κατεύθυνση».

Η ένατη κατά σειρά ερώτηση του ερωτηματολογίου ήταν η εξής: «Τα τελευταία 3 χρόνια έχετε παρακολουθήσει κάποιο σεμινάριο ή εκπαιδευτικό πρόγραμμα σε θέμα σχετιζόμενο με τις Φυσικές Επιστήμες;». Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώσαμε ότι η συντριπτική μειοψηφία του 1,5 % του δείγματος (8 άτομα) απάντησε καταφατικά. Συγκεκριμένα δύο δευτεροετείς φοιτήτριες προερχόμενες από θεωρητική κατεύθυνση, ένας δευτεροετής φοιτητής τεχνολογικής κατεύθυνσης, τρεις τεταρτοετείς φοιτήτριες κι ένας φοιτητής θεωρητικής και μία τεταρτοετής φοιτήτρια τεχνολογικής δήλωσαν ότι έχουν παρακολουθήσει κάποιο σχετικό σεμινάριο ή εκπαιδευτικό πρόγραμμα (βλ. Παράρτημα: διαγράμματα CXXXI, CCIV, CCLXXVIII & πίνακες CDXXI, CDXXIII, CDXXV). Στον πίνακα 16 φαίνονται οι απαντήσεις τους στο υποερώτημα «Ποιο σεμινάριο ή εκπαιδευτικό πρόγραμμα;».

Πίνακας 16: Κατανομή του δείγματος που έχει παρακολουθήσει κάποιο σεμινάριο ως προς τη μεταβλητή «ποιο σεμινάριο».

		Ναι. Ποιο σεμινάριο;			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Big bang/ Cern	2	25,0	25,0	25,0
	Αστροφυσική	1	12,5	12,5	37,5

Εναλλακτικές ιδέες μαθητών, Βόλος 2013	1	12,5	12,5	50,0
Οι Φ.Ε. στο Δημοτικό Σχολείο	1	12,5	12,5	62,5
Ύλη & Ενέργεια	1	12,5	12,5	75,0
καμία απάντηση	2	25,0	25,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Με την επόμενη προσωπική ερώτηση μας ενδιέφερε να πληροφορηθούμε αν οι συμμετέχοντες έχουν σπουδάσει και κάποια άλλη σχολή πριν το Παιδαγωγικό και αν ναι ποια είναι αυτή. Για τους περισσότερους (521 συμμετέχοντες ή 97,6%) το πτυχίο του Παιδαγωγικού θα αποτελέσει το πρώτο τους πτυχίο (βλ. Παράρτημα, πίνακα XXXVII). Όμως υπάρχουν και 12 ερωτώμενοι (2,2%) -6 δευτεροετείς, 4 τεταρτοετείς, 1 επί πτυχίω και 1 τριτοετής (βλ. Παράρτημα, πίνακα CDXXVIII & διάγραμμα CCV) -, για τους οποίους θα αποτελέσει το δεύτερο πτυχίο. Ο Πίνακας 17 περιέχει τις σχολές που έχουν σπουδάσει τα συγκεκριμένα άτομα πριν εισαχθούν στο Παιδαγωγικό.

Πίνακας 17: Κατανομή του δείγματος που έχει και δεύτερο πτυχίο ως προς τη μεταβλητή «ποιο πτυχίο».

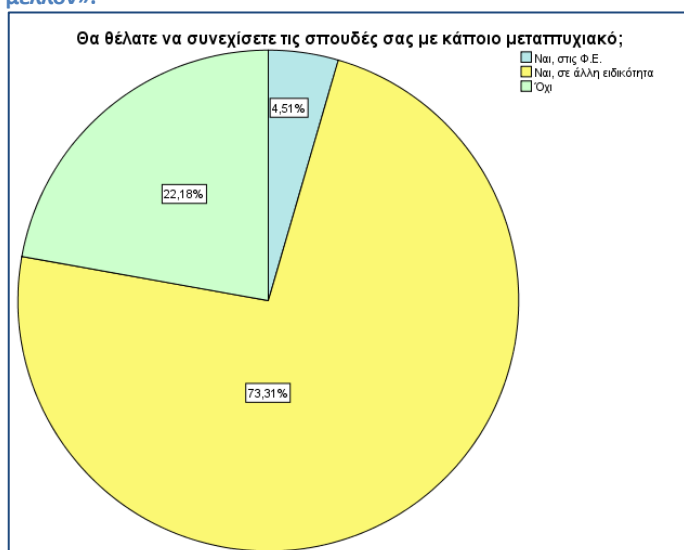
Ναι. Τι πτυχίο;

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Αρχαιολογία	1	8,3	8,3	8,3
Ελληνικής Γλώσσας, Λογοτεχνίας και Ελληνικού Πολιτισμού	1	8,3	8,3	16,7
Θεολογία	1	8,3	8,3	25,0
Κομμωτική (ΕΠΑΣ ΟΑΕΔ)	1	8,3	8,3	33,3
Νοσηλευτική (ΤΕΙ)	1	8,3	8,3	41,7
Πληροφορική	2	16,7	16,7	58,3
Τεχνολόγος-Μηχανικός Πετρελαίου & Φυσικού Αερίου	1	8,3	8,3	66,7
Φιλολογία	1	8,3	8,3	75,0
Χημεία	1	8,3	8,3	83,3
Ψυχολογία	1	8,3	8,3	91,7
καμία απάντηση	1	8,3	8,3	100,0
Total	12	100,0	100,0	

Η επόμενη ερώτηση διαπραγματεύεται ένα σημαντικό ζήτημα της εποχής μας και αυτό αποτυπώνεται και στις απαντήσεις των φοιτητών/-ριων. Το 77,8% (414 άτομα από τα 534) των φοιτητών σκέφτεται να συνεχίσει τις βασικές τους σπουδές με κάποιο μεταπτυχιακό, 24 άτομα σκέφτονται να συνεχίσουν με μεταπτυχιακό στις Φυσικές Επιστήμες και 390 με

μεταπτυχιακό σε κάποια άλλη ειδικότητα (Διάγραμμα 15). Οι τελευταίοι καλούνταν να απαντήσουν και στο υποερώτημα «Σε ποια ειδικότητα;». Από αυτούς 80 άτομα είτε δεν έδωσαν καμία απάντηση (13,08%), είτε δεν έχουν αποφασίσει ακόμα σε ποια ειδικότητα (7,4 %). Ο Πίνακας 18 παρουσιάζει τις ειδικότητες, τις συχνότητες και τα ποσοστά (valid percent). Πρωταρχική θέση κατέχει η ειδική αγωγή, καθότι 132 άτομα (38,94%) δηλώνουν ότι θέλουν να κάνουν μεταπτυχιακό σε αυτόν τον τομέα. Αυτό οφείλεται σίγουρα και στην ιδιαίτερη σημασία που δίνεται πλέον στην Ειδική Αγωγή από την πολιτεία, αλλά και στο γεγονός ότι οι απόφοιτοι των Τμημάτων του Παιδαγωγικού Ειδικής Αγωγής του Πανεπιστημίου του Βόλου και του Τμήματος Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας έχουν αμεσότητα αποκατάσταση, αντίθετα με τους αποφοίτους των Παιδαγωγικών γενικής αγωγής. Τη δεύτερη θέση με τη μισή δυναμική (75 άτομα ή 22,1%) κατέχει ο τομέας της Ψυχολογίας (Γενικής, Κλινικής, Εκπαιδευτικής, Παιδοψυχολογίας). Στην τρίτη θέση έρχεται η Λογοθεραπεία με 24 άτομα (7,08%) να δηλώνουν πρόθεση για μεταπτυχιακές σπουδές σε αυτή την ειδικότητα. Ακολουθούν οι Επιστήμες της Αγωγής (5,01%) και η Γλωσσολογία (2,95%) με τις Κοινωνικές Επιστήμες (2,95%) για να συμπληρωθεί η πρώτη πεντάδα των ειδικοτήτων για μεταπτυχιακό.

Διάγραμμα 15: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «μεταπτυχιακό στο μέλλον».



Πίνακας 18: Κατανομή δείγματος ως προς τη μεταβλητή «σε ποια ειδικότητα».

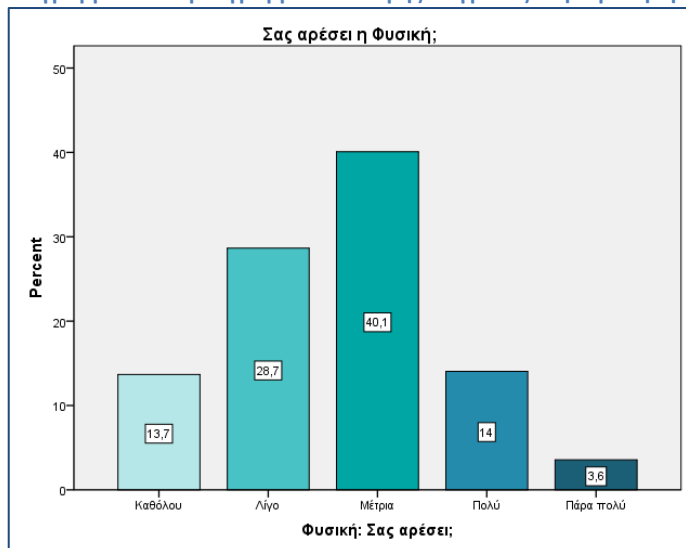
Ειδικότητα	Ναι	%	Όχι	%	Σύνολο
Ειδική Αγωγή	132	38,94%	207	61,06%	339
Ψυχολογία	75	22,12%	264	77,88%	339
Δεν έχω αποφασίσει ακόμη	29	8,55%	310	91,45%	339
Λογοθεραπεία	24	7,08%	315	92,92%	339
Επιστήμες Αγωγής	17	5,01%	322	94,99%	339
Γλωσσολογία	10	2,95%	329	97,05%	339
Κοινωνικές Επιστήμες	10	2,95%	329	97,05%	339
Συμβουλευτική	8	2,36%	331	97,64%	339
Ανθρωπιστικές Επιστήμες	7	2,06%	332	97,94%	339
Διαπολιτισμική Αγωγή	7	2,06%	332	97,94%	339

Θετικές Επιστήμες	6	1,77%	333	98,23%	339
Μαθησιακές Δυσκολίες	5	1,47%	334	98,53%	339
Λογοτεχνία	4	1,18%	335	98,82%	339
ΑΜΕΑ	3	0,88%	336	99,12%	339
Διοίκηση & Οργάνωση του Εκπαιδευτικού Συστήματος	3	0,88%	336	99,12%	339
Εκπαιδευτικά Προγράμματα σε Μουσεία	3	0,88%	336	99,12%	339
Εφαρμοσμένη Διδακτική	3	0,88%	336	99,12%	339
Διοίκηση Επιχειρήσεων	2	0,59%	337	99,41%	339
Εκπαιδευτική Έρευνα	2	0,59%	337	99,41%	339
Μεθοδολογία	2	0,59%	337	99,41%	339
Πληροφορική & Εκπαίδευση/ ΤΠΕ	2	0,59%	337	99,41%	339
Αξιολόγηση στην Εκπαίδευση	1	0,29%	338	99,71%	339
Βιοχημεία	1	0,29%	338	99,71%	339
Δημιουργική Γραφή	1	0,29%	338	99,71%	339
Δια Βίου Μάθηση	1	0,29%	338	99,71%	339
Διαχείριση Ανθρωπίνων Πόρων	1	0,29%	338	99,71%	339
Επιστήμες Υγείας	1	0,29%	338	99,71%	339
Εργοθεραπεία	1	0,29%	338	99,71%	339
Θεατρικό Παιχνίδι	1	0,29%	338	99,71%	339
Ιατρική	1	0,29%	338	99,71%	339
Ιστορία	1	0,29%	338	99,71%	339
Μαθηματικά	1	0,29%	338	99,71%	339
ΜΜΕ	1	0,29%	338	99,71%	339
Μουσική	1	0,29%	338	99,71%	339
Νομική	1	0,29%	338	99,71%	339
Οργανική Χημεία	1	0,29%	338	99,71%	339
Παιδαγωγική Συμβουλευτική	1	0,29%	338	99,71%	339
Προβλήματα Λόγου & Ομιλίας	1	0,29%	338	99,71%	339
Εκπαίδευση Προσχολικής Ηλικίας	1	0,29%	338	99,71%	339
Σχολικός Εκφοβισμός	1	0,29%	338	99,71%	339
Φιλοσοφία	1	0,29%	338	99,71%	339
Χορός	1	0,29%	338	99,71%	339

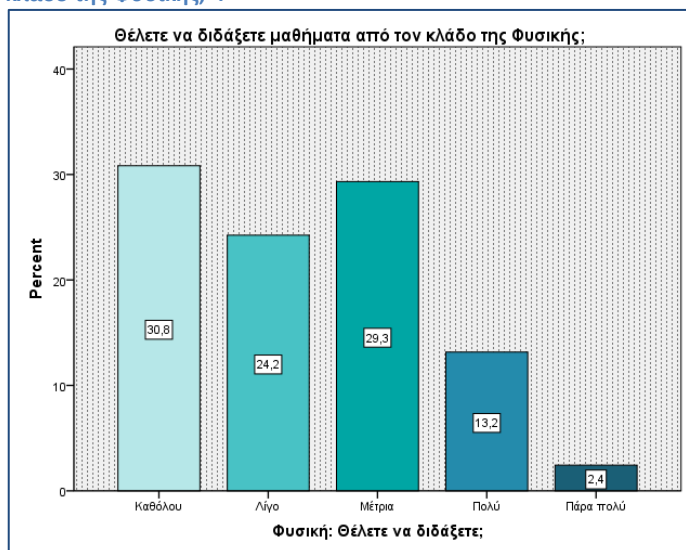
Μια παρατήρηση που θα μπορούσαμε να κάνουμε είναι σχετικά με τους φοιτητές από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα που μοιράζονται σε αυτούς που θέλουν να κάνουν μεταπτυχιακό σε κάποια ειδικότητα εκτός των Φυσικών Επιστημών και σε αυτούς που δε θέλουν καθόλου (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCLXXX). Αρνητικοί στο να συνεχίσουν σε επίπεδο μεταπτυχιακό σπουδών είναι και το 38,9% των ανδρών, διπλάσιο ποσοστό από τις γυναίκες (19,6%) (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CXXXIII). Αναφορικά με το έτος πιο αρνητικοί για μεταπτυχιακές σπουδές εμφανίζονται οι τριτοετείς (26,6%), οι τεταρτοετείς (26,4%) και πρωτοετείς (24%), ενώ λιγότερο αρνητικοί οι δευτεροετείς (17,4%) και οι επί πτυχίω φοιτητές (12,5%) (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCVI).

Η τελευταία ερώτηση του μέρους Α' του ερωτηματολογίου σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες –Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωγραφία, Περιβαλλοντικές Επιστήμες- και με το κατά πόσο αυτές είναι αρεστές στους φοιτητές του Παιδαγωγικού, αν θέλουν να τις διδάξουν κι αν νιώθουν έτοιμοι για αυτό. Στη ουσία μιλάμε για δεκαπέντε μεταβλητές, για τις οποίες θα γίνει συζήτηση ευθύς αμέσως.

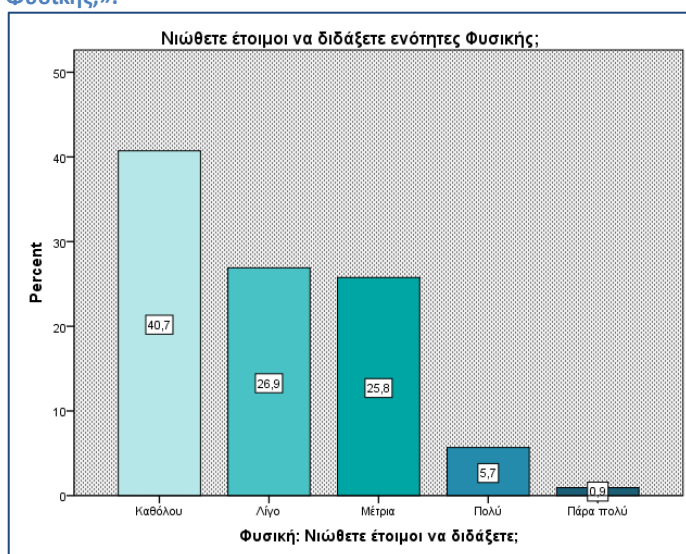
Διάγραμμα 16: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσει η Φυσική;».



Διάγραμμα 17: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Φυσικής;».



Διάγραμμα 18: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Φυσικής;».

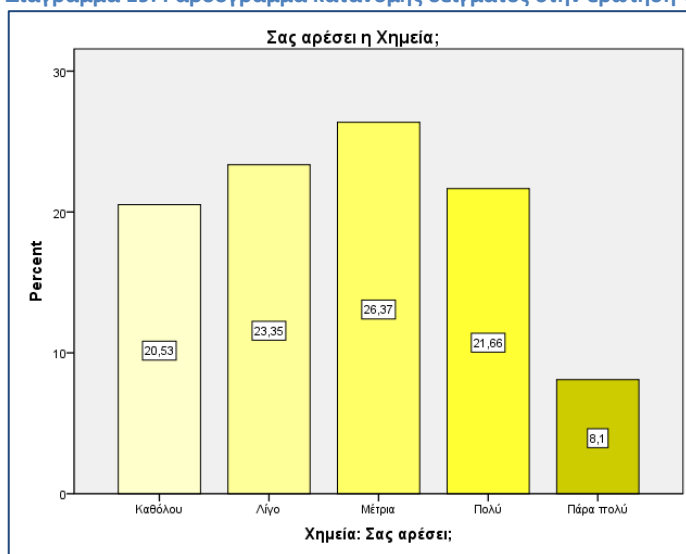


Όσον αφορά τη Φυσική 40% του δείγματος (Διάγραμμα 16) δηλώνει ότι του αρέσει μέτρια. Σε σχεδόν ίδιο επίπεδο κυμαίνεται και το ποσοστό των φοιτητών (37,5%) και των φοιτητριών (40,5%) ξεχωριστά. Επιπροσθέτως παρατηρούμε ότι πάλι 40% περίπου του δείγματος δηλώνει ότι του αρέσει κάτω του μετρίου –λίγο & καθόλου-. Τα ίδια ποσοστά παρατηρούνται και σε συνάρτηση με το έτος, με εξαίρεση τους τεταρτοετείς που 34,4% αυτών δήλωσε ότι η Φυσική τους αρέσει πολύ και πάρα πολύ και 41,6% μέτρια. Άξιων σχολίων είναι και τα ποσοστά που παρατηρούνται στις τρεις κατευθύνσεις του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Οι μισοί σχεδόν φοιτητές που προέρχονται από Θεωρητική δηλώνουν ότι η Φυσική τους αρέσει λίγο ή καθόλου, κάτι αναμενόμενο, και 41% δηλώνει μέτρια. Αντίθετα οι φοιτητές από Θετική και Τεχνολογική, καθότι είχαν επιλέξει να διδάσκονται μαθήματα των Φυσικών Επιστημών και στο Λύκειο, δηλώνουν οι μισοί και παραπάνω -58,1% και 55,5% αντίστοιχα- ότι η Φυσική τους αρέσει πολύ και πάρα πολύ. Στη Θετική κανείς δε δήλωσε καθόλου, 32,3% δήλωσαν μέτρια και στην Τεχνολογική το 35,6%.

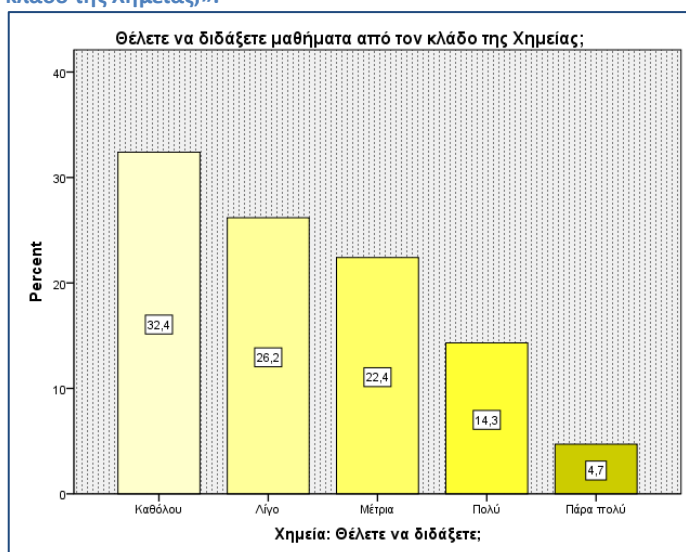
Το 40% του μετρίου που επικρατούσε παραπάνω, όταν ρωτήθηκαν αν νιώθουν έτοιμοι να διδάξουν, το ποσοστό αυτό παρατηρήθηκε τώρα στην απάντηση «καθόλου» κι όπως βλέπουμε στο Διάγραμμα 18 τα ποσοστά ακολουθούν μια φθίνουσα πορεία που καταλήγει στο 0,8% για την απάντηση «πάρα πολύ». Στην συγκεκριμένη ερώτηση εντύπωση προκαλεί και το 48,4% των συμμετεχόντων που προέρχονται από Θετική κατεύθυνση και δηλώνουν ότι νιώθουν μέτρια και ταυτόχρονα 25,8% δηλώνουν κάτω του μετρίου. Αναφορικά με το έτος, το 62,5% των πρωτοετών δηλώνει ότι δεν νιώθουν καθόλου έτοιμοι να διδάξουν και το 4,2% μοιράζεται στις απαντήσεις «πολύ» και «πάρα πολύ». Από τους δευτεροετείς, οι μισοί περίπου (53%) δηλώνουν καθόλου και κανένας δε δηλώνει πάρα πολύ. Ούτε από τους τριτοετείς δηλώνει κάποιος πάρα πολύ· 30,1% δηλώνουν μέτρια, 33,3% λίγο και 34,4% καθόλου. Από τους τεταρτοετείς οι μισοί σχεδόν (46,4%) δηλώνουν έτοιμοι, προφανώς αφού βρίσκονται στο τελευταίο εξάμηνο σπουδών τους και νιώθουν ίσως γενικά έτοιμοι να διδάξουν, και το 43,8% των επί πτυχίω φοιτητών δηλώνουν μέτρια. Δηλαδή στα δύο τελευταία έτη υπάρχει διαφορετική κατανομή των απαντήσεων απ' ότι στο σύνολο.

Αλλά και στην ερώτηση αν θέλουν να διδάξουν το μεγαλύτερο ποσοστό απαντήσεων δεν παρατηρείται στην απάντηση «μέτρια» (29,4%), όπως θα περίμενε κανείς, αλλά στην απάντηση «καθόλου» (30,7%). Δηλαδή ενώ το ίδιο περίπου ποσοστό φοιτητών/-τριών δηλώνει ότι η Φυσική τους αρέσει (82,6%) μέτρια και κάτω του μετρίου και ότι θέλει να διδάξει (84,4%), διακρίνεται δισταγμός στην δεύτερη ερώτηση και κερδίζει ποσοστά η απάντηση «καθόλου» χάνοντας όλες οι υπόλοιπες (Διάγραμμα 17). Παρόμοια και η κατάσταση με τους πρωτοετείς και τους δευτεροετείς που 40,6% και 38,4% αυτών αντίστοιχα δε θέλουν καθόλου να διδάξουν. Σε αντίθεση με τους τριτοετείς και τους τεταρτοετείς που σε ποσοστά 37% και 36,8% δηλώνουν μέτρια. Αναφορικά με το φύλο, οι άνδρες δηλώνουν μεγαλύτερη επιθυμία να διδάξουν απ' ότι οι γυναίκες -22,3% των ανδρών και 14,6% των γυναικών δήλωσαν ότι θέλουν πολύ και πάρα πολύ να διδάξουν Φυσική.

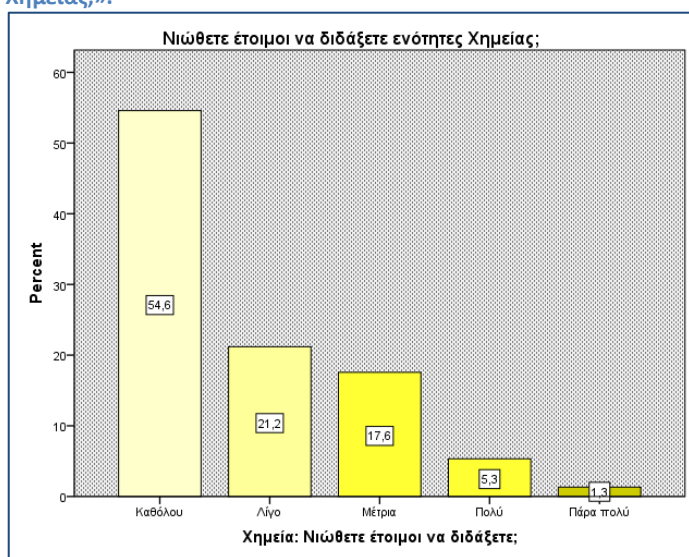
Διάγραμμα 19: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσει η Χημεία;».



Διάγραμμα 20: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Χημείας;».



Διάγραμμα 21: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Χημείας;».

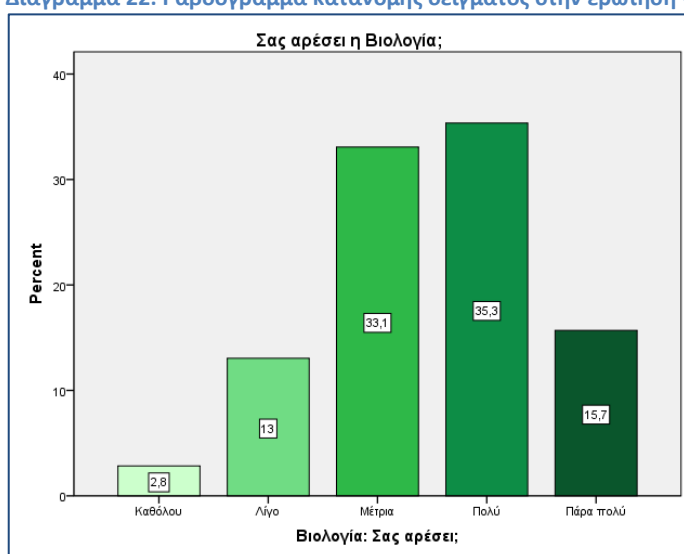


Όσον αφορά τη Χημεία και κατά πόσο τους αρέσει, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 19, οι ερωτηθέντες φαίνεται να μοιράζονται ανάμεσα στο «καθόλου» (20,5%), το «λίγο» (23,4%), το «μέτρια» (26,4%) και το «πολύ» (21,7%). Παρόμοια είναι η κατανομή και για τις γυναίκες με αντιστροφή βέβαια των ποσοστών του «πολύ» (23,3%) και του «λίγου» (22,2%). Ενώ για τους άντρες οι απαντήσεις «καθόλου» και «λίγο» αγγίζουν το 30% και το ξεπερνούν. Περίπου ίδια με το συνολικό είναι και η κατανομή για τους φοιτητές/-τριες από Θεωρητική. Οι προερχόμενοι από Θετική δηλώνουν 45% αυτών ότι τους αρέσει πάρα πολύ η Χημεία και 25,8% πολύ, κάτι απόλυτα φυσιολογικό καθώς ήταν και βασικό μάθημα της κατεύθυνσής τους. Οι προερχόμενοι από Τεχνολογική κατεύθυνση σε ποσοστό 44,4% δηλώνουν ότι τους αρέσει μέτρια. Ενώ τα άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα είναι των άκρων, καθώς σε 5 άτομα (83,3%) δεν αρέσει καθόλου και σε 1 άτομο (16,7%) αρέσει πάρα πολύ. Αναφορικά με το έτος, 47,3% των πρωτοετών δηλώνει κάτω του μετρίου και 20% άνω· οι μισοί (49,5%) από τους δευτεροετείς δηλώνουν ότι η Χημεία τους αρέσει κάτω του μετρίου και 23,7% άνω· οι τριτοετείς δηλώνουν σε ποσοστό 39,8% κάτω και 30,1% άνω του μετρίου· και τέλος οι τεταρτοετείς και επί πτυχίω φοιτητές δηλώνουν σε ποσοστό 44,8% ότι τους αρέσει η Χημεία άνω του μετρίου και 38,6% και 31,3% αντίστοιχα κάτω.

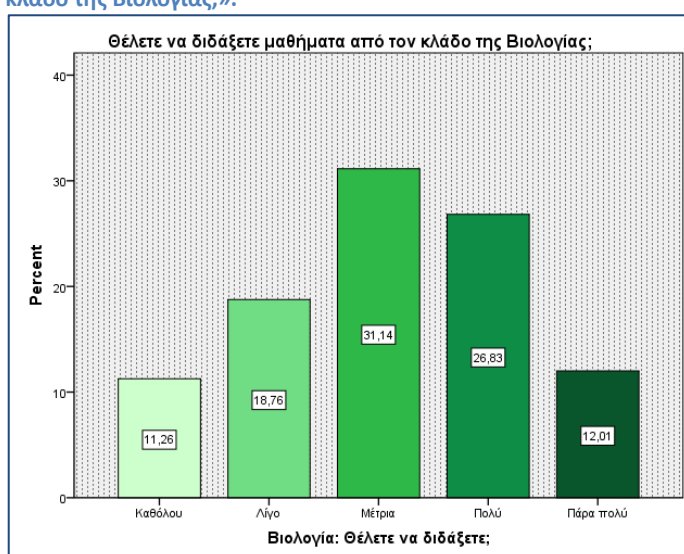
Στην ερώτηση αν θέλουν να διδάξουν κεφάλαια της Χημείας η κατανομή των απαντήσεων όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 20 ακολουθεί φθίνουσα πορεία που ξεκινάει με το 32,5% (172 άτομα) που δηλώνει «καθόλου» και τελειώνει με το 4,5% που δηλώνει «πάρα πολύ». Ανάλογη, αλλά πολύ πιο απότομη, είναι και η κατανομή στην ερώτηση αν νιώθουν έτοιμοι να διδάξουν (Διάγραμμα 21). Η απάντηση ότι δεν νιώθουν καθόλου έτοιμοι εκτοξεύεται στο 54,7% (54,7%) κι ακολουθώντας «κατηφορική» πορεία καταλήγει στο μόλις 1,1% (6 άτομα) που νιώθουν πάρα πολύ έτοιμοι. Με άλλα λόγια συμπεραίνουμε, ότι οι φοιτητές του συγκεκριμένου δείγματος ούτε θέλουν, ούτε νιώθουν έτοιμοι για να διδάξουν ενότητες που υπάγονται στη γνωστική περιοχή της Χημείας. Βέβαια εξαίρεση σε αυτό το συμπέρασμα αποτελούν οι φοιτητές που προέρχονται από Θετική κατεύθυνση, οι οποίοι 25,8% αυτών θέλουν πολύ να διδάξουν Χημεία, 38,7% πάρα πολύ και 35,5% νιώθουν πολύ έτοιμοι για να διδάξουν και 35,5% έτσι κι έτσι.

Εντελώς απροετοίμαστοι για να διδάξουν Χημεία νιώθουν οι φοιτητές κάθε έτους –67% του Α΄ έτους, 64,5% Β΄ έτους, 51,7% του Γ΄ έτους, 30,4% του Δ΄ έτους, 62,5% επί πτυχίω-, με μια απόκλιση των τεταρτοετών που σε ποσοστό 32,8% δηλώνει μέτρια προετοιμασμένοι. Αλλά ούτε κι επιθυμούν να διδάξουν. Για το Α΄ έτος 41,1% δηλώνει ότι δε θέλει καθόλου· για το Β΄ έτος 36,9% δε θέλει καθόλου και 32,5% θέλει λίγο· για το Γ΄ έτος 34% δε θέλει καθόλου και 31,9% θέλει έτσι κι έτσι· για το Δ΄ έτος 24,4% δηλώνει ότι θέλει λίγο, 25,2% μέτρια και 22,2% πολύ και τέλος για τους επί πτυχίω το 31,3% δηλώνει «καθόλου»· και το 50% μοιράζεται ανάμεσα στο «μέτρια» και στο «πολύ». Όσον αφορά το φύλο οι γυναίκες εμφανίζονται σαφώς πιο πρόθυμες να διδάξουν ενότητες της Χημείας (43,7% από μέτρια ως πάρα πολύ) απ΄ ότι οι άντρες (26,7%). Βέβαια και οι γυναίκες (54,4%) και οι άνδρες (55,7%) του δείγματος κατά το ήμισυ τους δε νιώθουν καθόλου έτοιμοι για να διδάξουν με μόνο 2,9% των ανδρών και 1,1% των γυναικών να δηλώνουν πλήρως προετοιμασμένοι.

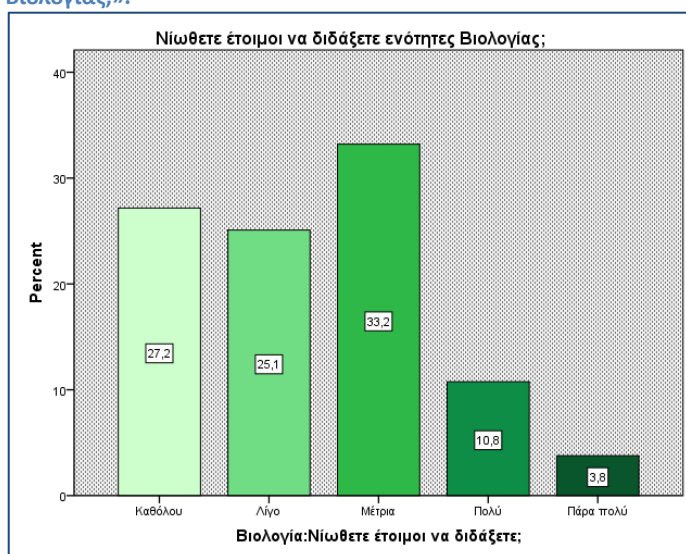
Διάγραμμα 22: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσει η Βιολογία;».



Διάγραμμα 23: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Βιολογίας;».



Διάγραμμα 24: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Βιολογίας;».



Η Βιολογία, σε αντίθεση με τις δυο προηγούμενες επιστήμες, είναι ιδιαιτέρως αρεστή. Οι μισοί (51%) από τους φοιτητές/-τριες δήλωσαν ότι τους αρέσει πολύ ή πάρα πολύ και 33,1% μέτρια (Διάγραμμα 22). Όμως τα ποσοστά μειώνονται όταν τους τίθεται η ερώτηση αν θέλουν να διδάξουν ενότητες Βιολογίας (Διάγραμμα 23) και η κατανομή αλλάζει στην ερώτηση αν νιώθουν έτοιμοι (Διάγραμμα 24). Λοιπόν, πολύ και πάρα πολύ θέλει να διδάξει το 38,8% του δείγματος, μέτρια το 31,1% και λίγο με καθόλου το 30,1%. Ενώ έτοιμοι νιώθει το 14,6%, μέτρια το 33,2% και το 52,3% δεν νιώθουν έτοιμοι. Από τη μια έχουμε 270 άτομα να δηλώνουν ότι τους αρέσει η Βιολογία κι από την άλλη 277 άτομα ότι δεν νιώθουν έτοιμοι να διδάξουν Βιολογία. Αυτό σίγουρα πρέπει να μας προβληματίσει! Αναλύοντας τα δεδομένα και ως προς τι μεταβλητές του φύλου, του έτους και της κατεύθυνσης μπορούμε να συμπεράνουμε και τα ακόλουθα.

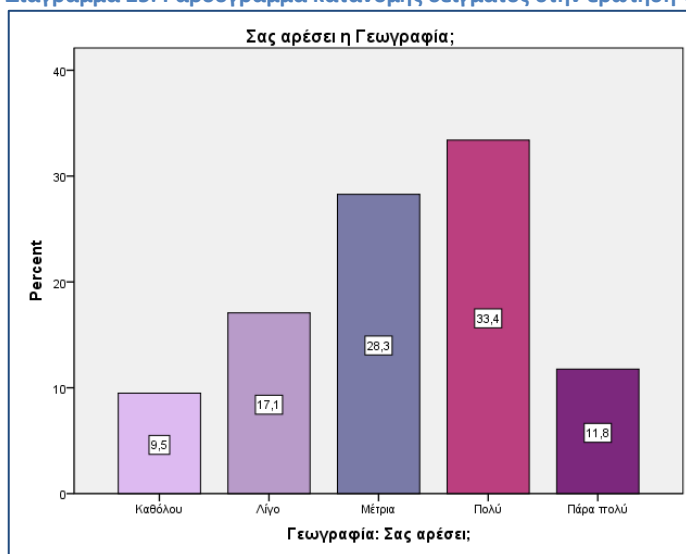
Στο 46,5% των ανδρών αρέσει («πολύ» & «πάρα πολύ») η Βιολογία, στο 36,6% μέτρια και στο 16,9% δεν αρέσει («λίγο» & «καθόλου»). Όμως όταν ρωτιούνται αν θέλουν να διδάξουν τα ποσοστά μοιράζονται, με 34,7% να θέλουν, 29,2% να μη θέλουν και 36,1% μέτρια. Και αυτά αλλάζουν εντελώς όταν πρόκειται για το αν νιώθουν έτοιμοι να διδάξουν κεφάλαια που άπτονται του επιστημονικού πεδίου της Βιολογίας. Τώρα το 18,1% δηλώνουν έτοιμοι, 33% έτσι κι έτσι και το 47,2% μοιράζεται στους απροετοίμαστους και στους λίγο έτοιμους. Οι γυναίκες εμφανίζονται σε μεγαλύτερο ποσοστό (53%) απροετοίμαστες –λίγο ή εντελώς-, 14% να αισθάνονται έτοιμες –πολύ ή πάρα πολύ- και 33% έτσι κι έτσι. Πάρα πολύ και πολύ θέλουν 182 γυναίκες (39,5%) να διδάξουν, 140 (30,4%) μέτρια και 139 (30,1%) θέλουν λίγο ή καθόλου. Τέλος η Βιολογία αρέσει στο μισό γυναικείο πληθυσμό (51%) και δεν αρέσει στο 16,9% αυτού.

Από τους πρωτοετείς στο 34% αρέσει μέτρια και στο 34% πολύ η Βιολογία. Οι δευτεροετείς κατά 37,1% δηλώνουν ότι τους αρέσει μέτρια και κατά 32,2% πολύ. Ενώ για τους τριτοετείς τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 33% και 38,3% και για τους τεταρτοετείς 26,8% και 39% . Δηλαδή υπάρχει θετική αύξηση. Τέλος από τους επί πτυχίω κανείς δε δηλώνει καθόλου, ένας δηλώνει λίγο, τέσσερις μέτρια, έξι πολύ και πέντε πάρα πολύ. Σχετικά με το αν θέλουν να διδάξουν 34,4% των πρωτοετών, 31% των δευτεροετών, 35,1% των τριτοετών δηλώνει

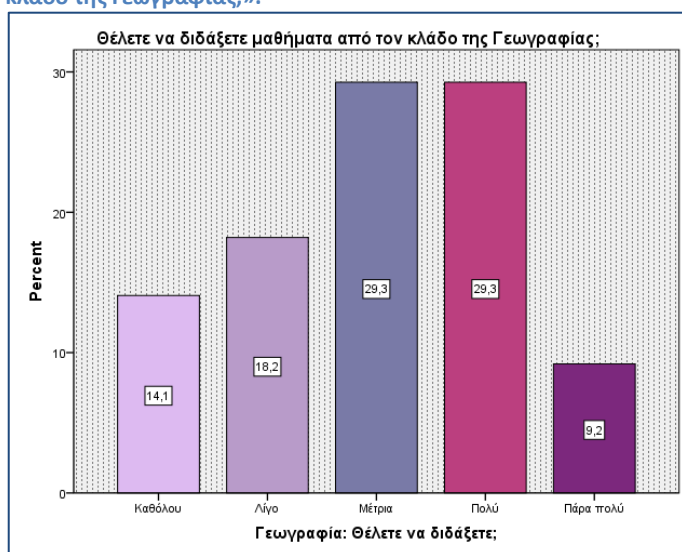
μέτρια και 35,2% των τεταρτοετών δηλώνουν πολύ. Οι επί πτυχίω φοιτητές κατά 40% θέλουν πολύ και κατά 60% μοιράζονται ανάμεσα σε λίγο, μέτρια και καθόλου. Τέλος, τα τρία πρώτα έτη δε νιώθουν τόσο έτοιμα όσο οι τελειόφοιτοι για να διδάξουν σχετικά μαθήματα. Το 54,8% των πρωτοετών μοιράζεται ανάμεσα στο λίγο και στο μέτρια, όπως και το 50,4% των δευτεροετών. Οι τριτοετείς νιώθουν μέτρια και κάτω σε ποσοστό 84%. Ενώ οι μισοί σχεδόν από τους τεταρτοετείς (48,4%) και από τους επί πτυχίω (46,7%) νιώθουν μετρίως έτοιμοι για να μπου σε τάξη και να διδάξουν ενότητες Βιολογίας.

Καταρχήν η Βιολογία είναι απόλυτα αρεστή στους φοιτητές που προέρχονται από Θετική σε ποσοστό 61,3%, καθότι αποτελεί το μάθημα με το μεγαλύτερο συντελεστή στην συγκεκριμένη κατεύθυνση οπότε αυτό ήταν αναμενόμενο. Όμως η απάντηση που ακολουθεί είναι το μέτρια (16,1%) και ύστερα το πολύ (9,7%). Επιπροσθέτως και οι μαθητές, οι προερχόμενοι από Θεωρητική επίσης δηλώνουν ότι τους αρέσει μέτρια (33,8%) και πολύ (38,3%) η Βιολογία. Στα ποσοστά αυτά σίγουρα συμβάλλει και το ότι πολύ μεγάλο ποσοστό αυτών των παιδιών έχουν επιλέξει τη Βιολογία Γενικής παιδείας ως εξεταζόμενο μάθημα στις πανελλήνιες εξετάσεις. Οι προερχόμενοι από Τεχνολογική κατεύθυνση σε ποσοστό 38,6% δηλώνουν ότι τους αρέσει μέτρια και σε ποσοστό 27,2% μοιράζονται ανάμεσα στο λίγο και το πάρα πολύ. Στους ομογενείς φοιτητές/-τριες είτε αρέσει λίγο (33,3%) και μέτρια (33,3%) είτε πολύ (16,7%) και πάρα πολύ (16,7%). Ερωτώμενοι αν θέλουν να διδάξουν, οι της Θετικής δηλώνουν: 48,4% πάρα πολύ, 22,6% πολύ, 25,8% μέτρια και καθόλου και 3,2% λίγο· οι της Τεχνολογικής απαντούν: 40% μέτρια, 40% λίγο και πολύ, 11,1% καθόλου και 8,9% πάρα πολύ· οι της Θεωρητικής θέλουν κατά: 31,3% μέτρια, 28,2% πολύ, 20% λίγο, 11,1% καθόλου και 9,3% πάρα πολύ να διδάξουν Βιολογία. Τέλος σχετικά με το αν νιώθουν έτοιμοι για διδασκαλία ανάλογων μαθημάτων, ως κρατήσουμε ότι 33,6% της Θεωρητικής νιώθει μέτρια και 54% κάτω του μετρίου –παρά την αρέσκεια που έδειξαν- 29% της Θετικής μέτρια, 22,6% πάρα πολύ και 38,8% μοιράζονται σε λίγο και πολύ έτοιμοι· και 35,6% της τεχνολογικής μέτρια και κάτω του μετρίου το 53,3%.

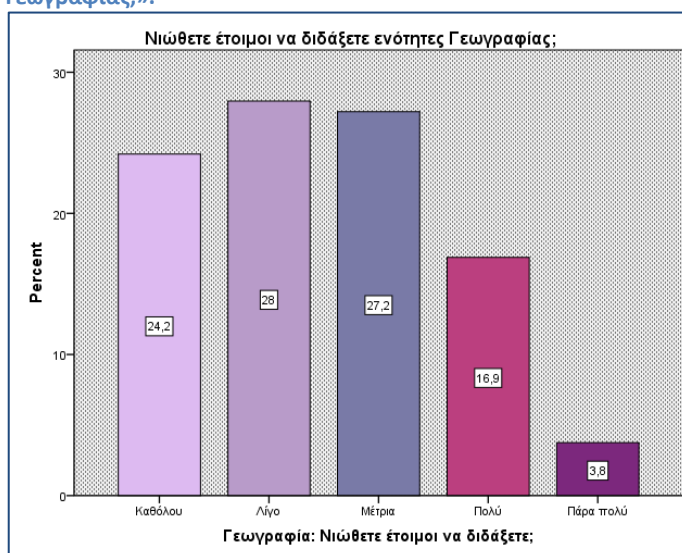
Διάγραμμα 25: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσει η Γεωγραφία;».



Διάγραμμα 26: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Γεωγραφίας;».



Διάγραμμα 27: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Γεωγραφίας;».



Το κατά πόσο αρέσει η Γεωγραφία στο φοιτητικό πληθυσμό του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Ιωαννίνων φαίνεται στο Διάγραμμα 25. Η κατανομή της αρεσκείας είναι ανοδική ως ένα σημείο, ξεκινώντας από 9,5% για την μηδενική αρέσκεια και καταλήγοντας 33,5% για τη μεγάλη αρέσκεια και πέφτει στο 11,8% για την πολύ μεγάλη αρέσκεια. Από μέτρια ως και πάρα πολύ αρέσει η Γεωγραφία στο 73,1% των προερχόμενων από Θεωρητική κατεύθυνση, στο 74,3% από Θετική –όπου το υπόλοιπο 25,8% μοιράζεται ανάμεσα στο «λίγο» και στο «καθόλου»-, στο 79,6% από Τεχνολογική και στο 66,7% από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα –όπου το υπόλοιπο 33,3% κατέχει το «καθόλου»-. Όσον αφορά τα έτη παρατηρούμε ότι τα δύο υψηλότερα ποσοστά παρατηρούνται στις απαντήσεις «μέτρια» και «πολύ», όπου για το Α΄ έτος (28,4% & 25,3%), το Γ΄ (44,6% & 27,2%) και το Δ΄ έτος (35,2% & 30,3%) να προηγείται το «πολύ» έναντι του «μέτρια» ενώ για το Β΄ για προηγείται το «μέτρια»(30,2%) έναντι του «πολύ» (27,7%). Οι επί πτυχίω, 9 άτομα δηλώνουν ότι τους αρέσει πολύ, 2 μέτρια και 5 λίγο έχουμε δηλαδή απουσία των ακραίων προτιμήσεων. Τέλος αναφορικά με το φύλο, 42,3% των

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

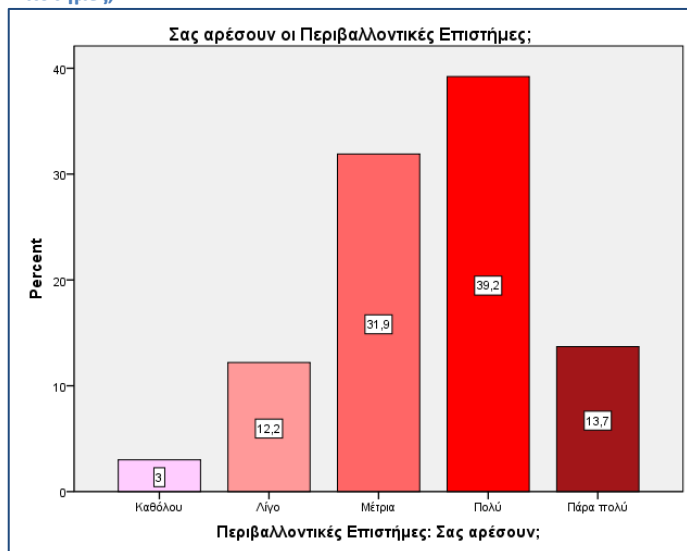
ανδρών δηλώνει ότι η Γεωγραφία τους αρέσει πολύ, μισό ποσοστό από το προηγούμενο (21,1%) πάρα πολύ, 19,7% μέτρια και κάτω του μετρίου σημειώνονται μονοψήφια ποσοστά. Και για τις γυναίκες το μεγαλύτερο ποσοστό (32%) δηλώνει ότι τους αρέσει πολύ η Γεωγραφία, 29,6% μέτρια, 18,2% λίγο και για τις ακραίες αρέσκειες παρατηρούνται ποσοστά της τάξης του 10%.

Η ίδια ανοδική πορεία με πριν παρατηρείται και στην εκδήλωση επιθυμίας για διδασκαλία μαθημάτων Γεωγραφίας (Διάγραμμα 26). Δηλαδή το 14,1% των φοιτητών που δε θέλουν καθόλου να διδάξουν τέτοια μαθήματα αυξάνεται ως το 29,3% που θέλουν μέτρια και το οποίο έχει ισοφαρίσει με το «πολύ» και έπειτα πέφτει στο 9,2% που θέλουν πάρα πολύ. Αναφορικά με τις κατευθύνσεις, στη Θεωρητική 29,3% θέλουν μέτρια να διδάξουν Γεωγραφία και 8% πάρα πολύ, στη Θετική 32,3% μέτρια και 25,8% μοιράζονται θέλοντας λίγο και πάρα πολύ και στην Τεχνολογική 35,6% θέλουν πολύ και 6,7% λίγο. Σχετικά με αυτούς από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα 33,3% θέλουν πολύ και για καθεμιά από τις άλλες επιλογές είναι 16,7%. Όπως και στην προηγούμενη ερώτηση έτσι κι εδώ στην ανάλυση για τα έτη, οι απαντήσεις που συγκεντρώνουν τα υψηλότερα ποσοστά είναι το «μέτρια» και το «πολύ». Στους πρωτοετείς και δευτεροετείς υπερτερεί το «μέτρια» -27,1% & 29,1% αντίστοιχα- έναντι του «πολύ» -21,9% & 23,6%- ενώ στους τριτοετείς και τεταρτοετείς συμβαίνει το αντίστροφο -μέτρια: 34,4% & 29,6%, πολύ: 35,5% & 36%-. Δηλαδή τα μεγαλύτερα έτη θέλουν πιο πολύ να διδάξουν. Αναφορικά με το φύλο, είτε άνδρες είτε γυναίκες, 76,6% ($\pm 0,2\%$) δηλώνουν ότι θέλουν λίγο έως και πολύ να διδάξουν Γεωγραφία. Όσον αφορά τις ακραίες προτιμήσεις, 6,9% των ανδρών δεν θέλουν καθόλου να διδάξουν μαθήματα Γεωγραφίας και 16,7% αυτών θέλουν πάρα πολύ. και αντίστροφα 8% των γυναικών θέλουν πάρα πολύ και 15,2% δε θέλουν καθόλου.

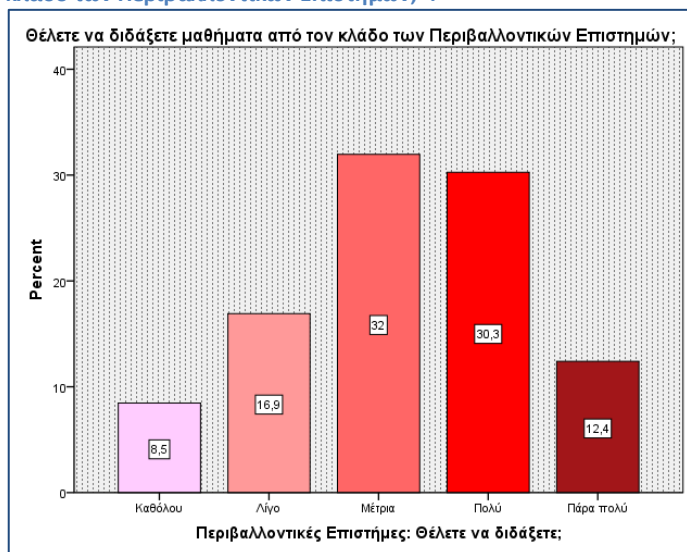
Για το αν νιώθουν έτοιμοι ή όχι οι φοιτητές/-τριες για να διδάξουν ενότητες Γεωγραφίας φαίνεται να υπερισχύει το «λίγο» (28%), ακολουθεί το « μέτρια» (27,3%), έπεται το «καθόλου»(24,1%), εν συνεχεία το «πολύ» (16,9%) και μειοψηφεί το «πάρα πολύ» (Διάγραμμα 27). Για άλλη μια φορά δεν νιώθουν ιδιαίτερα έτοιμοι να αναλάβουν διδακτικά καθήκοντα. Όσον αφορά τις κατευθύνσεις στη Θεωρητική υπερισχύει το «λίγο» (27,3%) και το «μέτρια» (27,3%), στη Θετική και στο άλλο εκπαιδευτικό σύστημα το «μέτρια» (29% & 50% αντίστοιχα) και στη Τεχνολογική το «λίγο» (37,8%). Η κατανομή σε αυτή την ερώτηση για τους πρωτοετείς και τους δευτεροετείς διαφοροποιείται από του συνόλου, καθώς είναι φθίνουσα με υψηλότερο ποσοστό (35,8% & 31,5% αντίστοιχα) να δηλώνει εντελώς απροετοίμαστοι και χαμηλότερο (2,1% & 3,4% αντίστοιχα) να δηλώνει πλήρως προετοιμασμένοι για να διδάξουν ενότητες Γεωγραφίας. Όπως και των τριτοετών και των τεταρτοετών διαφοροποιείται από το σύνολο, καθότι προηγείται το «μέτρια» (35,1% & 33,6% αντίστοιχα), ακολουθεί το «λίγο» (27,7% & 30,4%), έπεται το «πολύ» (21,3% & 16,8%), εν συνεχεία το «καθόλου» (13,8% & 12%) και εν τέλει το «πάρα πολύ» (2,1% & 7,2%). Τέλος οι επί πτυχίω, 7 άτομα θέλουν μέτρια να διδάξουν Γεωγραφία κι από 3 άτομα δηλώνουν ότι δε νιώθουν καθόλου έτοιμοι, ότι νιώθουν λίγο και πολύ έτοιμοι. Αναφορικά με το φύλο οι άντρες νιώθουν πιο έτοιμοι από τις γυναίκες στο να διδάξουν μαθήματα Γεωγραφίας. Από τους άντρες 33,3% νιώθουν μέτρια προετοιμασμένοι, ακολουθούν οι πολύ (23,6%) και έπονται οι λίγο προετοιμασμένοι (19,4%), ενώ καθόλου έτοιμοι νιώθει το 12,5% και πάρα πολύ έτοιμοι νιώθει το 11,1%. Αντίθετα στις γυναίκες σημειώνεται μικρό μονοψήφιο ποσοστό (2,6%) για τις πάρα πολύ έτοιμες για να διδάξουν Γεωγραφία, το

υψηλότερο σημειώνεται στο «λίγο» (29,3%), ακολουθούν αυτές που νιώθουν μέτρια έτοιμες (26,2%) και οι καθόλου (26%) κι έπονται αυτές που δηλώνουν πολύ έτοιμες (15,8%) για τη διδασκαλία μαθημάτων Γεωγραφίας.

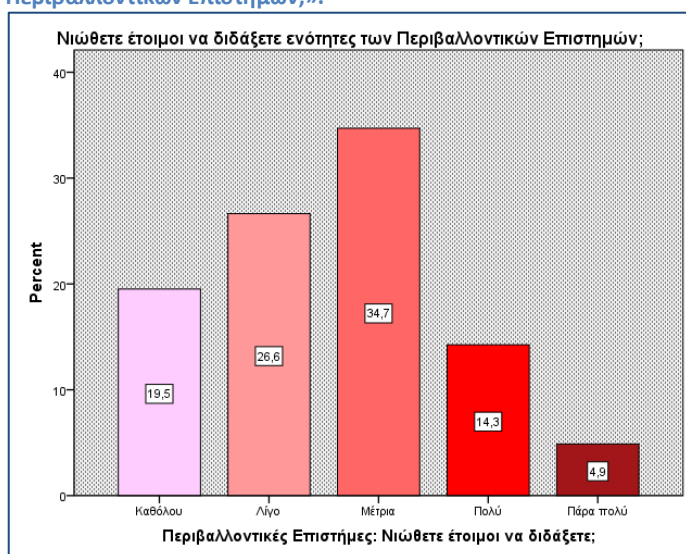
Διάγραμμα 28: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσουν οι Περιβαλλοντικές Επιστήμες;».



Διάγραμμα 29: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο των Περιβαλλοντικών Επιστημών;».



Διάγραμμα 30: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Περιβαλλοντικών Επιστημών;».



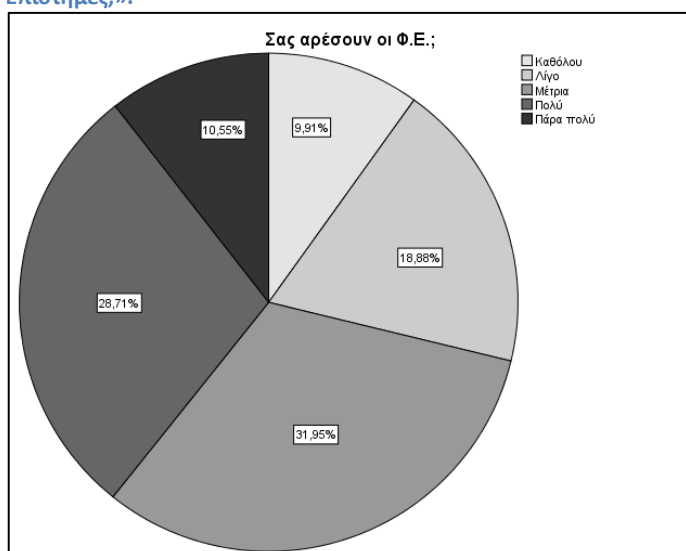
Οι Περιβαλλοντικές Επιστήμες σημειώνουν πολύ υψηλά ποσοστά αρεσκείας. Ειδικότερα η συγκεκριμένη επιστήμη αρέσει πολύ στο 39,2% του δείγματος, μέτρια στο 31,9% και πάρα πολύ στο 13,7%, αφήνοντας 15,2% για κάτω του μετρίου (Διάγραμμα 28). Αυτό οφείλεται και στην ευαισθητοποίηση της σύγχρονης κοινωνίας για περιβαλλοντικά ζητήματα, επομένως αναμενόμενο να υπάρχει ενδιαφέρον κι όρεξη για να εκμάθηση κι από το φοιτητικό πληθυσμό. Ως επιστήμη αρέσει περισσότερο στους άνδρες σε σχέση με τις γυναίκες, καθότι δηλώνουν ότι τους αρέσουν από μέτρια ως και πάρα πολύ το 93% των πρώτων έναντι του 83,5% των δεύτερων. Υψηλότατα ποσοστά σημειώνουν και ανά έτος. Από μέτρια ως πάρα πολύ αρέσουν στο 82,3% των πρωτοετών, στο 77,8% των δευτεροετών, 91,5% των τριτοετών –όπου 51,1% δηλώνει πολύ-, στο 91,9% των τεταρτοετών –όπου 46% δηλώνει επίσης πολύ- και στο 93,8% των επί πτυχίω –όπου το 50% αποτελεί το «πολύ»-. Και ανά κατεύθυνση τα ποσοστά είναι ιδιαίτερως υψηλά. Οι Περιβαλλοντικές Επιστήμες αρέσουν από μέτρια ως και πάρα πολύ στο 84% των φοιτητών/τριών προερχόμενων από Θεωρητική, στο 87,1% από Θετική και 91,1% από Τεχνολογική. Οι ομογενείς οι μισοί δηλώνουν ότι τους αρέσουν μέτρια και οι μισοί πολλοί.

Όσον κι αν αρέσουν στο δείγμα οι Περιβαλλοντικές Επιστήμες, δεν εμφανίζονται τόσο πρόθυμοι για να διδάξουν μαθήματα σχετικά αυτών. Συγκεκριμένα 30,3% του δείγματος θέλει πολύ να διδάξει μαθήματα Περιβαλλοντικών Επιστημών, 32% μέτρια και 12,4% πάρα πολύ, δηλώνοντας κάτω του μετρίου το ¼ του δείγματος (Διάγραμμα 29). Άνω του μετρίου δηλώνει το 42,1% της Θεωρητικής, 51,6% της Θετικής και το 44,4% της Τεχνολογικής. Όσον αφορά τα έτη, οι φοιτητές/-τριες των μικρότερων ετών δεν είναι τόσο πρόθυμοι στο να διδάξουν Περιβαλλοντικά μαθήματα -άνω του μετρίου το 31,6% του Α' έτους & 34,5% του Β' έτους-, όσο οι φοιτητές/-τριες των μεγαλύτερων ετών –«πολύ» & «πάρα πολύ»: 54,9% Γ' έτους, 53,6% Δ' έτους, 56,3% επί πτυχίω-. Τέλος το 41,7% των ανδρών και το 42,8% των γυναικών θέλουν να διδάξουν πολύ και πάρα πολύ ενότητες Περιβαλλοντικών Επιστημών.

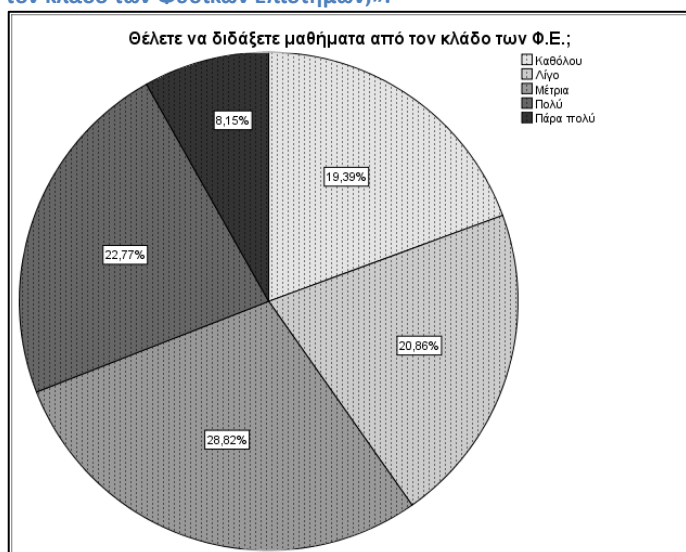
Επιπροσθέτως τα άτομα του δείγματος ούτε νιώθουν ιδιαίτερα έτοιμοι στο να διδάξουν ενότητες Περιβαλλοντικών Επιστημών. Επί του συνόλου του δείγματος 34,7% νιώθουν μετρίως έτοιμοι, 46,1% κάτω του μετρίου και 19,2% άνω του μετρίου (Διάγραμμα 30).

Πολύ και πάρα πολύ έτοιμες για διδασκαλία Περιβαλλοντικών ενοτήτων εμφανίζεται το 18,8% των γυναικών και κάπως περισσότεροι άνδρες (23,3%) νιώθουν πολύ και πάρα πολύ έτοιμοι για διδασκαλία. Ανεξαρτήτου φύλου οι πρωτοετείς (14,6%) και δευτεροετείς (16,2%), που απαντούν ότι νιώθουν πολύ και πάρα πολύ έτοιμοι για να διδάξουν τέτοιες ενότητες είναι λιγότεροι από τους τριτοετείς (22,6%) και τους τεταρτοετείς (24,8%), οι οποίοι βεβαίως έχουν διδαχθεί και περισσότερα πανεπιστημιακά περιβαλλοντικά μαθήματα ή τουλάχιστον είχαν την δυνατότητα. Τέλος από τους επί πτυχίω 18,8% δηλώνει πολύ και κανείς πάρα πολύ. Μέτρια κι άνω νιώθει το 83,4% του δείγματος που προέρχεται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα, το 67,8% από Θετική, το 60% από Τεχνολογική και τέλος το 52% από Θεωρητική. Σε αυτό το σημείο, έχοντας αναλύσει όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, πρέπει να γίνει η παρατήρηση ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά που νιώθουν έτοιμοι να διδάξουν κάποια από τις Φυσικές Επιστήμες είναι φοιτητές που στο Λύκειο είχαν διαλέξει Θετική κατεύθυνση.

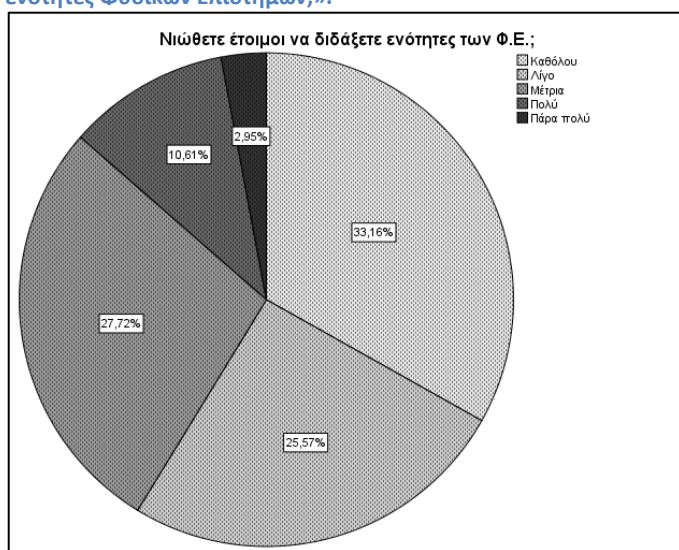
Διάγραμμα 31: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσουν οι Φ.Ε.»



Διάγραμμα 32: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο των Φυσικών Επιστημών?»



Διάγραμμα 33: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Φυσικών Επιστημών;».



Συγκεντρωτικά παρατηρούμε ότι συγκριτικά με τα ποσοστά του αν τους αρέσουν οι Φυσικές Επιστήμες, τα ποσοστά κάτω του μετρίου αυξάνονται εμφανώς όταν πρόκειται να διδάξουν ενότητες Φυσικών Επιστημών, ακόμα και στην ερώτηση αν θέλουν, και μειώνονται έντονα τα ποσοστά άνω του μετρίου και στις δύο περιπτώσεις. Παρατηρώντας τα Διαγράμματα 31, 32, 33 παρατηρούμε ότι και στα τρία η απάντηση «μέτρια» περίπου συγκεντρώνει 30% ($\pm 2,3\%$), όμως στις υπόλοιπες απαντήσεις παρατηρούνται διαφοροποιήσεις μεταξύ των διαγραμμάτων. Λοιπόν ενώ μόλις 9,9% δηλώνει ότι δεν τους αρέσουν καθόλου οι Φυσικές Επιστήμες, διπλασιάζεται (19,9%) όταν πρόκειται να δηλώσουν ότι δε θέλουν καθόλου να διδάξουν μαθήματα Φυσικών Επιστημών κι εν τέλει 33,2% δε νιώθει καθόλου έτοιμο να διδάξει ενότητες Φυσικών Επιστημών. Ανοδικά είναι και τα ποσοστά για το «λίγο» (αρέσουν οι Φ.Ε.:18,9%, θέλουν να διδάξουν Φ.Ε.:20,9%, νιώθουν έτοιμοι να διδάξουν Φ.Ε.: 25,6%). Αντίστροφα συμβαίνει με την απάντηση «πολύ», όπου το 28,9% δηλώνει ότι του αρέσουν πολύ οι Φυσικές Επιστήμες, το 22,8% θέλουν πολύ να διδάξουν και μισοί και λιγότεροι (10,6%) νιώθουν έτοιμοι να διδάξουν μαθήματα Φυσικών Επιστημών. Ακόμα πιο καθοδικά είναι τα ποσοστά για την απάντηση «πάρα πολύ» (αρέσουν οι Φ.Ε.:10,6%, θέλουν να διδάξουν Φ.Ε.:8,2%, νιώθουν έτοιμοι να διδάξουν Φ.Ε.: 2,9%). Από τον Πίνακα 19, όπου υπάρχουν συγκριτικά στοιχεία για κάθε Φυσική Επιστήμη ανά ερώτηση, παρατηρούμε ότι στους/στις φοιτητές/ριες του συγκεκριμένου Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης από τις Φυσικές Επιστήμες τους έχουν κερδίσει περισσότερο οι Περιβαλλοντικές Επιστήμες και λιγότερο η Χημεία.

Πίνακας 19: Συγκεντρωτικός πίνακας ποσοστών (valid percent) για τις Φ.Ε. (Απαντήσεις στην ερώτηση 12 ερωτηματολογίου)

	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
Σας αρέσει η Φυσική;	13,7%	28,7%	40,1%	14,0%	3,6%
Σας αρέσει η Χημεία;	20,5%	23,4%	26,4%	21,7%	8,1%
Σας αρέσει η Βιολογία;	2,8%	13,0%	33,1%	35,3%	15,7%
Σας αρέσει η Γεωγραφία;	9,5%	17,1%	28,3%	33,4%	11,8%
Σας αρέσουν οι Περιβαλλοντικές Επιστήμες;	3,0%	12,2%	31,9%	39,2%	13,7%

Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον τομέα της Φυσικής;	30,8%	24,2%	29,3%	13,2%	2,4%
Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Χημείας;	32,4%	26,2%	22,4%	14,3%	4,7%
Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Βιολογίας;	11,3%	18,8%	31,1%	26,8%	12,0%
Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Γεωγραφίας;	14,1%	18,2%	29,3%	29,3%	9,2%
Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο των Περιβαλλοντικών Επιστημών;	8,5%	16,9%	32%	30%	12,4%
Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Φυσικής;	40,7%	26,9%	25,8%	5,7%	0,9%
Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Χημείας;	54,6%	21,2%	17,6%	5,3%	1,3%
Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Βιολογίας;	27,2%	25,1%	33,2%	10,8%	3,8%
Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Γεωγραφίας;	24,2%	28,0%	27,2%	16,9%	3,8%
Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες των Περιβαλλοντικών Επιστημών;	19,5%	26,6%	34,7%	14,3%	4,9%

Στο Παράρτημα παρατίθενται ραβδογράμματα για καθεμία από τις Φυσικές επιστήμες –αν τους αρέσουν, αν θέλουν να διδάξουν κι αν νιώθουν έτοιμοι να διδάξουν- συναρτήσεως του φύλου, του έτους και της κατεύθυνσης. Συναρτήσεως του φύλου είναι από το διάγραμμα CXXXIV ως και το διάγραμμα CXLVIII, του έτους από το διάγραμμα CCVII ως και το διάγραμμα CCXXI και της κατεύθυνσης από το διάγραμμα CCLXXXI ως και το διάγραμμα CCXCV.

6.2. Μέρος Β΄

Όπως έχει αναφερθεί ήδη το Β΄ μέρος του ερωτηματολογίου αφορά έννοιες της μηχανικής, οι οποίες εξετάζονται μέσω 19 ερωτήσεων. Από όλους τους κλάδους της Φυσικής, επιλέχθηκε αυτός της Μηχανικής γιατί περιέχει τις περισσότερες έννοιες και θεωρείται το σημαντικότερο κεφάλαιο από πολλούς.

Οι Carson & Rowlands (2005, όπ. αναφέρεται στον Κώτση, 2011) υποστηρίζουν:

Η μηχανική αποτελεί έναν τομέα της Φυσικής, ο οποίος έχει εξέχουσα θέση, μεταξύ των άλλων τομέων της, όπως του φωτός, του ήχου, της θερμότητας, του ηλεκτρισμού κλπ. Αυτό ισχύει, διότι οι εν λόγω τομείς ορίζονται από τη μηχανική, υπό την έννοια ότι, χωρίς τους νόμους της κίνησης, για παράδειγμα, δε θα υπήρχε κινητική θεωρία των αερίων ή δεν θα υπήρχε ηλεκτρομαγνητική θεωρία. (σ. 39)

Επιπροσθέτως ο Galili (1995, όπ. αναφ. στο Ντίνο, 2014) υποστηρίζει ότι:

Η Φυσική είναι γνωστή ως ένα ιδιαίτερα «γόνιμο έδαφος» για τις αντιλήψεις των μαθητών. Ένα τεράστιο οικοδόμημα που σήμερα αποκαλούμε Φυσική, αποτελείται από διάφορους τομείς. Η σημασία της μηχανικής είναι μεγαλύτερη, από ότι είναι απλά ένας από αυτούς τους τομείς. Καθορίζει τους

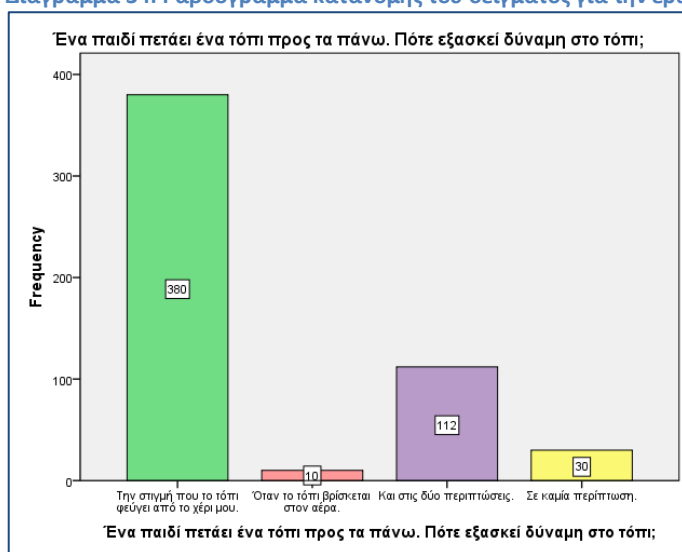
«κανόνες του παιχνιδιού», ορίζει τα κύρια εργαλεία στη φυσική, παρουσιάζει τους πιο καθολικούς νόμους της φύσης. Περιγράφει πράγματι τις μεθόδους που χρησιμοποιεί η Φυσική και που εν συνεχεία εφαρμόζονται σε όλους τους άλλους τομείς. Αυτός είναι ο λόγος που η μηχανική ανοίγει πάντα κάθε πρόγραμμα σπουδών της Φυσικής. (σ. 42)

Σύμφωνα με τον Hewitt (1997) τα κεφάλαια της μηχανικής είναι τα εξής:

- ❖ η μελέτη της κίνησης
- ❖ η κίνηση των βλημάτων και των δορυφόρων
- ❖ οι νόμοι της κίνησης του Νεύτωνα
- ❖ η ορμή
- ❖ η ενέργεια
- ❖ η περιστροφική κίνηση
- ❖ η παγκόσμια έλξη

Οι ερωτήσεις 13, 14, 15 αφορούν τη μελέτη της κίνησης, η 17 την κίνηση βλημάτων, οι 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 31 τους Νόμους του Νεύτωνα, η 28 την ορμή, οι 25, 27, 29, 30 την ενέργεια και η 19 την παγκόσμια έλξη. Τα διαγράμματα CXLIX έως CLXVII αποτυπώνουν σε ραβδογράμματα τα ποσοστά κατανομής του δείγματος ως προς το φύλο, τα CCXXII έως CCXL ως προς το έτος και τα CCXCVI έως CCCXIV ως προς τη κατεύθυνση.

Διάγραμμα 34: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 13.



Στην ερώτηση «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» το μεγαλύτερο ποσοστό (71,4% ή 380 άτομα) απαντάει ορθά, ότι η δύναμη εξασκείται μόνο τη στιγμή που το τόπι φεύγει από το χέρι (Διάγραμμα 34). Η ίδια ερώτηση είχε υποβληθεί και το 2001 σε μαθητές Δ', Ε', Στ' τάξης Δημοτικών Σχολείων του Νομού Αιτωλοακαρνανίας και τότε οι μαθητές παρά το νεαρό της ηλικίας τους είχαν απαντήσει ορθά σε ποσοστό 88% (Κώτσης & Κολοβός, 2002). Αυτό μας δείχνει ότι η συγκεκριμένη έννοια της Φυσικής γίνεται κατανοητή από πολύ νεαρή ηλικία και εξακολουθούν να την ερμηνεύουν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο και στην ενήλικη τους ζωή.

Όσον αφορά το φύλο παρατηρούμε ότι μεγαλύτερο ποσοστό ανδρών (75%) απαντά σωστά σε σχέση με τις γυναίκες (70,9%) (βλ. Παράρτημα, πίνακας CDLXXXI). Στον Πίνακα 20

παρατηρούμε ότι το ποσοστό των κελιών που έχουν αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών και οπότε παραβιάζεται μια από τις προϋποθέσεις εφαρμογής του συγκεκριμένου ελέγχου. Γι' αυτό συμπύχθηκαν οι απαντήσεις σε «σωστές» και «λανθασμένες» και χρησιμοποιούμε το Fisher test. Λοιπόν, στον Πίνακα 21 παρατηρούμε $\chi^2(1, N=532)=0,520$ και $p=0,575 > \alpha=0,05$. Επομένως το φύλο δεν επηρεάζει τις απαντήσεις στην συγκεκριμένη ερώτηση.

Πίνακας 20: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,268 ^a	3	,737
Likelihood Ratio	1,310	3	,727
Linear-by-Linear Association	,238	1	,626
N of Valid Cases	532		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,35.

Πίνακας 21: Fisher test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,520 ^a	1	,471		
Continuity Correction ^b	,338	1	,561		
Likelihood Ratio	,532	1	,466		
Fisher's Exact Test				,575	,284
Linear-by-Linear Association	,519	1	,471		
N of Valid Cases	532				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 20,76.

b. Computed only for a 2x2 table

Αναφορικά με το έτος, αυτό που προκαλεί προβληματισμό είναι ότι ορθά απάντησε το 57,7% των τεταρτοετών, χαμηλό ποσοστό αν το συγκρίνουμε με των υπολοίπων ετών που ξεπερνάν το 74,9% κι επίσης το 31,7% των τεταρτοετών απάντησε ότι δύναμη εξασκείται στο τόπι και όταν φεύγει από το χέρι και στον αέρα (βλ. Παράρτημα, πίνακας CDLXXXII). Βλέπουμε δηλαδή εμφάνιση της εναλλακτικής ιδέας. Και στον Πίνακα 22 παρατηρούμε ότι το ποσοστό των κελιών που έχουν αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών, οπότε παραβιάζεται μια από τις προϋποθέσεις εφαρμογής του συγκεκριμένου ελέγχου, έτσι ξανά συμπύχθηκαν οι απαντήσεις σε «σωστές» και «λανθασμένες» και ξαναέγινε έλεγχος. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 23, $\chi^2(4, N=532)=15,036$ και $p=0,005 < \alpha=0,05$, ο έλεγχος είναι στατιστικά σημαντικός και το έτος επηρεάζει σε στατιστικά σημαντικό βαθμό τις απαντήσεις του δείγματος.

Πίνακας 22: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	18,728 ^a	12	,095
Likelihood Ratio	19,255	12	,083
Linear-by-Linear Association	4,574	1	,032
N of Valid Cases	532		

a. 7 cells (35,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,30.

Πίνακας 23: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	15,036 ^a	4	,005
Likelihood Ratio	14,372	4	,006
Linear-by-Linear Association	6,424	1	,011
N of Valid Cases	532		

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,57.

Σχετικά με την κατεύθυνση από την οποία προέρχονται οι φοιτητές/τριες παρατηρείται διαφορά ποσοστού 14,5% στο ποσοστό αυτών που προέρχονταν από Θεωρητική κι αυτών από Τεχνολογική κατεύθυνση. Το 69,9% των πρώτων και το 84,4% των δεύτερων απάντησαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο (βλ. Παράρτημα, πίνακας CDLXXXIII). Και στον Πίνακα 24 και στον Πίνακα 25 παραβιάζεται μια από τις προϋποθέσεις εφαρμογής του ελέγχου χ^2 , αφού το ποσοστό των κελιών που έχουν αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών. Στον Πίνακα 25, αν και οι απαντήσεις έχουν συγχωνευθεί σε «σωστές» και «λανθασμένες» συνεχίζει το ποσοστό των κελιών που έχουν αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών, παρατηρείται αυτό ίσως γιατί τα άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα είναι λίγα στο σύνολό τους. Γι' αυτό με κάθε επιφύλαξη θα μπορούσαμε να πούμε ότι η κατεύθυνση δεν επηρεάζει σημαντικά τις απαντήσεις ($p=0,221>0,05$).

Πίνακας 24: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	8,650 ^a	9	,470
Likelihood Ratio	9,502	9	,392
Linear-by-Linear Association	1,716	1	,190
N of Valid Cases	531		

a. 8 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,11.

Πίνακας 25: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

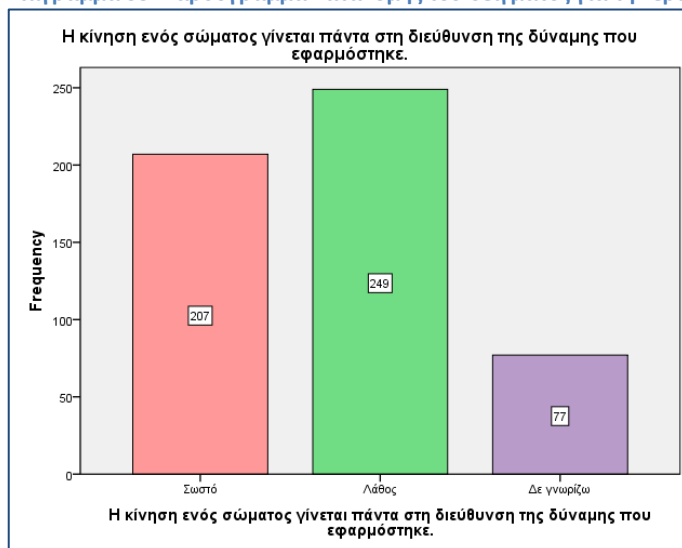
Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
--	-------	----	-----------------------

Pearson Chi-Square	4,405 ^a	3	,221
Likelihood Ratio	4,880	3	,181
Linear-by-Linear Association	2,970	1	,085
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,72.

Διάγραμμα 35: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 14.



Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 35, 249 άτομα, σχεδόν το μισό δείγμα (46,7%), απάντησε ορθά, 207 άτομα (38,8%) απάντησαν λανθασμένα και 77 (14,4%) δεν εξέφρασαν άποψη. Σύμφωνα με τους Ιωαννίδη και Βοσνιάδου (1994), η κίνηση ενός σώματος γίνεται στη διεύθυνση της δύναμης που εφαρμόστηκε, όταν το αντικείμενο στο οποίο ασκήθηκε δύναμη είναι ακίνητο αρχικά. Ειδικά η νέα τροχιά που θα ακολουθήσει λόγω της δράσης της δύναμης, είναι το αποτέλεσμα της σύνθεσης της αρχικής κίνησης με εκείνη που θα προκαλούσε η δύναμη σε περίπτωση ακίνητου αντικειμένου (Ιωαννίδη & Βοσνιάδου, 1994). Σύμφωνα με έρευνες των Viennot (1979) και White (1979) (όπ. αναφ. στους Ιωαννίδη & Βοσνιάδου, 1994) αυτό το δεδομένο αγνοείται από υψηλό ποσοστό ανηλίκων και ενηλίκων. Και στην παρούσα έρευνα επίσης παρατηρούμε να αγνοείται.

Παρόμοια με τα ποσοστά του συνόλου και τα ποσοστά των γυναικών, με 48,6% αυτών να δίνει τη σωστή απάντηση. Τα ποσοστά όμως αντιστρέφονται όταν πρόκειται για τους άνδρες, καθώς 34,7% απάντησε ότι ο ισχυρισμός της ερώτησης 14 είναι λάθος –ορθή απάντηση-, 45,8% ότι ο ισχυρισμός είναι σωστός –εναλλακτική ιδέα- και 19,4% ότι δε γνωρίζουν (βλ. Παράρτημα, πίνακας CDLXXXV). Όμως όπως προκύπτει από τον χ^2 έλεγχο, $\chi^2(2, N=533)=5,052$, η πιθανότητα $p=0,08$ είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ κι επομένως το φύλο δεν επηρεάζει την απάντηση (Πίνακας 26).

Πίνακας 26: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 14: «Η κίνηση ενός σώματος γίνεται πάντα στη διεύθυνση της δύναμης που εφαρμόστηκε.» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5,052 ^a	2	,080

Likelihood Ratio	5,098	2	,078
Linear-by-Linear Association	,070	1	,791
N of Valid Cases	533		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 10,40.

Αναφορικά με το έτος το ποσοστό των σωστών επιστημονικά απαντήσεων αυξάνει από 27,1% που παρατηρείται στο Α' έτος στο 68,8% στους επί πτυχίω φοιτητές (βλ. Παράρτημα, πίνακας CDLXXXVI). Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 27 $-\chi^2(8, N=533)=33,951$ & $p<0,05$ -, το έτος επηρέασε στατιστικά σημαντικά τις απαντήσεις που δόθηκαν σε αυτή την ερώτηση.

Πίνακας 27: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 14: «Η κίνηση ενός σώματος γίνεται πάντα στη διεύθυνση της δύναμης που εφαρμόστηκε.» και τη μεταβλητή «έτος».

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	33,951 ^a	8	,000
Likelihood Ratio	34,785	8	,000
Linear-by-Linear Association	,327	1	,567
N of Valid Cases	533		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,31.

Ανάμεσα στις κατευθύνσεις τα μεγαλύτερα ποσοστά σωστών απαντήσεων έδωσαν οι φοιτητές/τριες από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα (66,7%) και από Θετική κατεύθυνση 64,5%) και το χαμηλότερο αυτοί/ες από Θεωρητική κατεύθυνση (44,9%)(βλ. Παράρτημα, πίνακας CDLXXXVII). Λόγω του ότι στη μεταβλητή «κατεύθυνση» για την τιμή «άλλο εκπαιδευτικό σύστημα» τα άτομα είναι λιγότερα από 10, στους ελέγχους διασταύρωσης υπάρχει κελί που έχει λιγότερες από 5 παρατηρήσεις, κάτι που θέτει υπό αμφισβήτηση το έλεγχο χ^2 . Παρά ταύτα αναφερόμενοι στο 75% των παρατηρήσεων, η κατεύθυνση δεν επηρεάζει την απάντηση, καθότι $p=0,119>0,05$ με $\chi^2(3, N=532)=5,855$ (Πίνακας 29).

Πίνακας 28: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 14: «Η κίνηση ενός σώματος γίνεται πάντα στη διεύθυνση της δύναμης που εφαρμόστηκε.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	8,628 ^a	6	,196
Likelihood Ratio	9,448	6	,150
Linear-by-Linear Association	,259	1	,611
N of Valid Cases	532		

a. 4 cells (33,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,87.

Πίνακας 29: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 14: «Η κίνηση ενός σώματος γίνεται πάντα στη διεύθυνση της δύναμης που εφαρμόστηκε.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

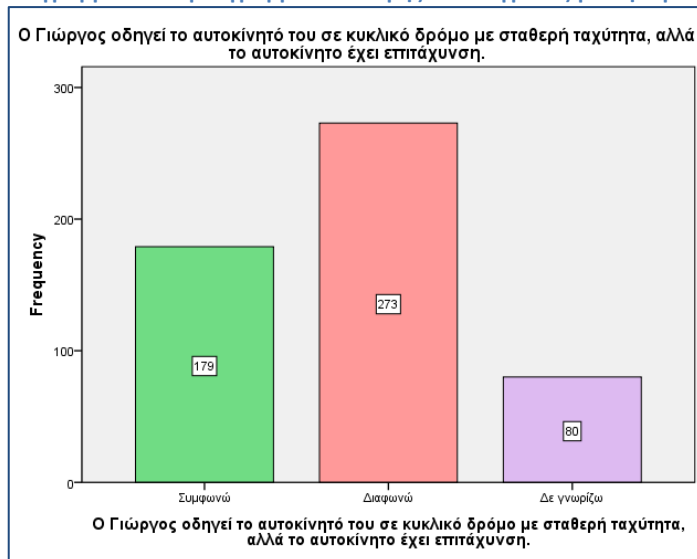
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5,855 ^a	3	,119
Likelihood Ratio	5,889	3	,117
Linear-by-Linear Association	2,936	1	,087

N of Valid Cases

532

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,81.

Διάγραμμα 36: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 15.



Σύμφωνα με τον Hewitt (2007) «Κάθε σώμα που κινείται σε καμπύλη διαδρομή, ακόμη και κινείται με σταθερή ταχύτητα, υφίσταται επιτάχυνση, αφού η κατεύθυνση της κίνησης –και κατά συνέπεια η διανυσματική ταχύτητα-μεταβάλλεται.» (σ. 45). Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 36, με την επιστημονική άποψη συμφωνεί μόνο το 1/3 του δείγματος (179 άτομα από τα 534 ή 33,5%).

Με την επιστημονική άποψη διαφωνεί το 47,9% των ανδρών έναντι του 51,8% των γυναικών. Όμως υπάρχει και το 22,5% των πρώτων που δε γνωρίζει την απάντηση κι αντίστοιχα το 13,9% των δεύτερων. Άρα εν τέλει σύμφωνα με την επιστημονική άποψη απαντά μεγαλύτερο ποσοστό γυναικών (34,3%) έναντι ανδρών (29,6%) (βλ. Παράρτημα, πίνακας CDLXXXIX). Όμως ο έλεγχος χ^2 μας δείχνει ότι οι απαντήσεις που έδωσε το δείγμα είναι ανεξάρτητες του φύλου, καθώς $\chi^2(2, N=532)=3,654$ και $p=0,161 > \alpha=0,05$ (Πίνακας 30).

Πίνακας 30: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 15: «Ο Γιώργος οδηγεί το αυτοκίνητό του σε κυκλικό δρόμο με σταθερή ταχύτητα, αλλά το αυτοκίνητο έχει επιτάχυνση.» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,654 ^a	2	,161
Likelihood Ratio	3,327	2	,189
Linear-by-Linear Association	2,420	1	,120
N of Valid Cases	532		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 10,68.

Αναφορικά με τα έτη, το μεγαλύτερο ποσοστό ορθών απαντήσεων παρατηρήθηκε στο Δ' έτος (39,2%), εναλλακτικών απαντήσεων στο Γ' έτος (62,8%) και «Δε γνωρίζω» απάντησε το ¼ των πρωτοετών (βλ. Παράρτημα, πίνακας CDXC). Όπως αποδεικνύει και ο Πίνακας 31, υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στη μεταβλητή του έτους και τις απαντήσεις των φοιτητών/τριών στην συγκεκριμένη ερώτηση, καθώς η πιθανότητα του ελέγχου είναι 0,009,

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

δηλαδή μικρότερη από το επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ και $\chi^2(8, N=532)=20,329$. Άρα ο έλεγχος είναι στατιστικά σημαντικός.

Πίνακας 31: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 15: «Ο Γιώργος οδηγεί το αυτοκίνητό του σε κυκλικό δρόμο με σταθερή ταχύτητα, αλλά το αυτοκίνητο έχει επιτάχυνση.» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	20,329 ^a	8	,009
Likelihood Ratio	20,114	8	,010
Linear-by-Linear Association	7,572	1	,006
N of Valid Cases	532		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,41.

Αναφορικά με την κατεύθυνση, τα μισά σχεδόν άτομα Θεωρητικής (52,7%) και Θετικής κατεύθυνσης (51,6%) διατηρούν την εναλλακτική ιδέα στη συγκεκριμένη ερώτηση και ορθά απαντά το 30,9% και το 45,2% αντίστοιχα. Ενώ πάνω από τα μισά άτομα της Τεχνολογικής (54,5%) απαντούν ορθά και την εναλλακτική ιδέα διατηρεί το 36,4% (βλ. Παράρτημα, πίνακας CDXCI). Ασφαλές συμπέρασμα για το αν επηρεάζει η κατεύθυνση τις απαντήσεις δεν μπορούμε να βγάλουμε, καθώς παραβιάζεται μια από τις προϋποθέσεις της εφαρμογής του χ^2 test (Πίνακας 32 & Πίνακας 33). Όμως βασιζόμενοι στο 75% των παρατηρήσεων –βγάζοντας έκτος τις παρατηρήσεις από την τιμή «άλλο εκπαιδευτικό σύστημα» που είναι ελάχιστες, αλλά καταλαμβάνουν το 25% του πίνακα- θα μπορούσαμε να πούμε ότι η κατεύθυνση επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό αν απαντούν ορθά ή όχι οι φοιτητές $-\chi^2(3, N=531)=12,776$ και $p=0,005<5\%$ - (Πίνακας 33).

Πίνακας 32: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 15: «Ο Γιώργος οδηγεί το αυτοκίνητό του σε κυκλικό δρόμο με σταθερή ταχύτητα, αλλά το αυτοκίνητο έχει επιτάχυνση.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	15,346 ^a	6	,018
Likelihood Ratio	16,159	6	,013
Linear-by-Linear Association	7,520	1	,006
N of Valid Cases	531		

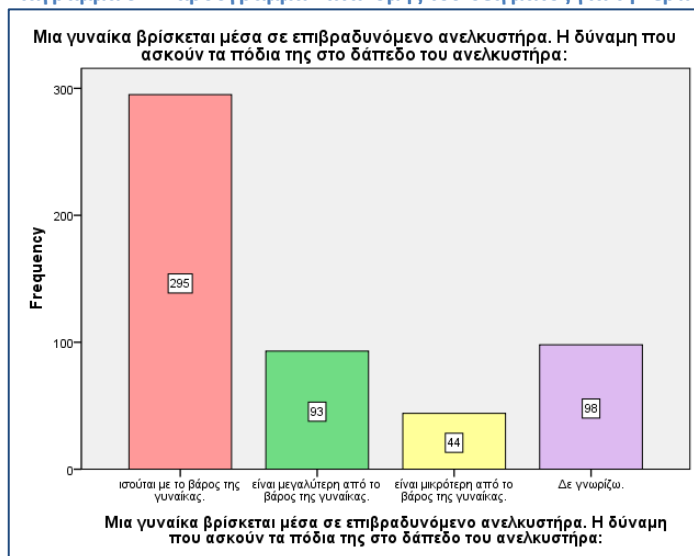
a. 4 cells (33,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,90.

Πίνακας 33: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 15: «Ο Γιώργος οδηγεί το αυτοκίνητό του σε κυκλικό δρόμο με σταθερή ταχύτητα, αλλά το αυτοκίνητο έχει επιτάχυνση.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12,776 ^a	3	,005
Likelihood Ratio	12,244	3	,007
Linear-by-Linear Association	7,222	1	,007
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,01.

Διάγραμμα 37: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 16.



Σύμφωνα με τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα, η ζητούμενη δύναμη ισούται με τη δύναμη (προς τα πάνω) που ασκεί το δάπεδο του ανελκυστήρα στα πόδια της γυναίκας. Σύμφωνα με το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα, η επιτάχυνση ενός σώματος όταν ασκείται ένα δεδομένο σύνολο δυνάμεων είναι ανάλογη του διανυσματικού αθροίσματος των δυνάμεων κι αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του σώματος ($\Sigma F=ma$). Στη γυναίκα ασκούνται δύο δυνάμεις με αντίθετες κατευθύνσεις, μια είναι η δύναμη του βάρους και μια η δύναμη από το δάπεδο, οι οποίες ισούνται με το γινόμενο της μάζας της γυναίκας επί την επιβράδυνση. Επομένως ενώ ο ανελκυστήρας επιβραδύνεται, ώπου να σταματήσει, η επιβράδυνση σπρώχνει προς τα κάτω το δάπεδο με δύναμη μεγαλύτερη του βάρους της (Young, 1994). Στο Διάγραμμα 37, φαίνονται οι απαντήσεις του δείγματος. Το 17,5% -93 άτομα- έδωσαν τη σωστή απάντηση. Το 55,7% υποστηρίζουν ότι η ζητούμενη δύναμη ισούται με το βάρος. Προφανώς θα θεώρησαν αυτές τις δυνάμεις ως ζεύγος δυνάμεων δράσης-αντίδρασης, χωρίς καν να σκεφτούν ότι δεν πρόκειται καν για αντίθετες δυνάμεις, καθότι και οι δύο έχουν κατεύθυνση προς τα κάτω. Επιπροσθέτως μεγαλύτερο από το ποσοστό των σωστών απαντήσεων είναι και το ποσοστό των ατόμων που απάντησαν ότι δε γνωρίζουν -18,5%-. Ενώ αυτοί που θεωρούν ότι η δύναμη είναι μικρότερη του βάρους σχηματίζουν μονοψήφιο ποσοστό -8,3%-.

Σχετικά με το φύλο, οι άνδρες σε ποσοστό 21,1% -15 άνδρες- έχουν απαντήσει σωστά, ενώ το διπλάσιο ποσοστό 43,7% -31 άνδρες- ισχυρίστηκε ότι η ζητούμενη δύναμη ισούται με το βάρος της γυναίκας και το ¼ των ανδρών 25,4% -18 άνδρες- δε γνώριζε ποια είναι η σωστή απάντηση. Οι γυναίκες σε μικρότερο ποσοστό (17% ή 78 γυναίκες) γνώριζαν τη σωστή απάντηση, το ίδιο ποσοστό (17,4% ή 80 γυναίκες) περίπου ισχυρίστηκε ότι δε γνώριζε και 57,5% (264 γυναίκες) απαντά ότι η ζητούμενη δύναμη ισούται με τη δύναμη του βάρους (βλ. Παράρτημα, πίνακα CDXCIII). Παρατηρείται δηλαδή μια διαφορά της τάξης του 7% μεταξύ των δύο φύλων, η οποία όμως είναι τυχαία σύμφωνα με τον Πίνακα 34, όπου $\chi^2(3, N=530)=5,046$ και $p=0,168 > \alpha=0,05$.

Πίνακας 34: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 16: «Μια γυναίκα βρίσκεται μέσα σε επιβραδυνόμενο ανελκυστήρα. Η δύναμη που ασκούν τα πόδια της στο δάπεδο του ανελκυστήρα:» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5,046 ^a	3	,168
Likelihood Ratio	4,964	3	,174
Linear-by-Linear Association	4,450	1	,035
N of Valid Cases	530		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,89.

Σχετικά με τα έτη, όλως παραδόξως τα μικρότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων παρατηρούνται στους επί πτυχίω φοιτητές (0%) και στους τεταρτοετείς (16%) και το μεγαλύτερο στους πρωτοετείς (22,1%). Από την άλλη το 59,1% των τριτοετών και το 58,7% των δευτεροετών δίνουν τη λανθασμένη ερμηνεία που δίνει και η πλειοψηφία του δείγματος (βλ. Παράρτημα, πίνακα CDXCIV). Όμως το έτος δεν επιδρά στις απαντήσεις των φοιτητών σύμφωνα με τον Πίνακα 35, καθώς για $\chi^2(12, N=530)=15,482$ και η πιθανότητα ρ ισούται με $0,216 < 0,05 = \alpha$. Επομένως δεν προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ετών.

Πίνακας 35: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 16: «Μια γυναίκα βρίσκεται μέσα σε επιβραδυνόμενο ανελκυστήρα. Η δύναμη που ασκούν τα πόδια της στο δάπεδο του ανελκυστήρα:» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	15,482 ^a	12	,216
Likelihood Ratio	17,968	12	,117
Linear-by-Linear Association	,496	1	,481
N of Valid Cases	530		

a. 3 cells (15,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,33.

Σχετικά με την κατεύθυνση, και τα άτομα που προέρχονται από Θεωρητική και αυτά από Θετική και αυτά από Τεχνολογική, περισσότερα από τα μισά -55,7%, 54,8%, 57,8% αντίστοιχα- θεωρούν ότι η δύναμη που ασκεί η δύναμη στον ανελκυστήρα ισούται με το βάρος της. Μόνο 16,8% της Θεωρητικής, 25,8% της Θετικής και 20% της Τεχνολογικής θεωρούν ότι η ασκούμενη δύναμη της γυναίκας προς το βάρος του ανελκυστήρα είναι μεγαλύτερη από το βάρος της. Αναφορικά με την απάντηση «Δε γνωρίζω» τα ποσοστά είναι μονοψήφια εκτός της Θεωρητικής που είναι 20,1% κι αυτών από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα, 33,3% (βλ. Παράρτημα, πίνακα CDXCV). Οι Πίνακες 36 και 37, λόγω του ότι το ποσοστό των κελιών που έχουν αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών, δε βοηθούν να εκφράσουμε συμπέρασμα για τη σχέση μεταξύ της μεταβλητής της κατεύθυνσης και των απαντήσεων.

Πίνακας 36: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 16: «Μια γυναίκα βρίσκεται μέσα σε επιβραδυνόμενο ανελκυστήρα. Η δύναμη που ασκούν τα πόδια της στο δάπεδο του ανελκυστήρα:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11,234 ^a	9	,260

Likelihood Ratio	11,961	9	,216
Linear-by-Linear Association	,307	1	,580
N of Valid Cases	529		

a. 6 cells (37,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,50.

Πίνακας 37: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 16: «Μια γυναίκα βρίσκεται μέσα σε επιβραδυνόμενο ανελκυστήρα. Η δύναμη που ασκούν τα πόδια της στο δάπεδο του ανελκυστήρα:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,831 ^a	3	,608
Likelihood Ratio	1,685	3	,640
Linear-by-Linear Association	,628	1	,428
N of Valid Cases	529		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,05.

Διάγραμμα 38: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 17.



Αν δεν υπήρχε βαρύτητα, η σφαίρα θα ακολουθούσε ευθύγραμμη τροχιά. Όμως λόγω βαρύτητας πέφτει κάτω από αυτή κατά κατακόρυφη απόσταση ίση με αυτή που θα έπεφτε αν είχε αφεθεί ελεύθερη από την ηρεμία. Με άλλα λόγια, η κίνηση της σφαίρας είναι σύνθεση οριζόντιας βολής κι ελεύθερης πτώσης. «Η τροχιά που διαγράφει ένα βλήμα που επιταχύνεται μόνο στην κατακόρυφη διεύθυνση, ενώ κινείται με σταθερή οριζόντια ταχύτητα, είναι η παραβολή.» (Hewitt, 2007, σ. 181). Από το σύνολο του δείγματος 30,6% αυτών συμμερίστηκαν την επιστημονική άποψη, 56,9% θεωρούν την τροχιά ευθύγραμμη – χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τη βαρύτητα καθόλου-, 9% τη θεωρούν κυκλική και 3,3% άλλο είδος τροχιάς (Διάγραμμα 38). Αυτοί που απάντησαν «άλλο» είχαν τη δυνατότητα να προσδιορίσουν το είδος της τροχιάς –ημιανοιχτή ερώτηση-. Οι απαντήσεις ήταν: ελλειπτική (17,6%), καμπυλόγραμμη (11,8%), υπερβολή (11,8%), εξαρτάται από τη σφαίρα (5,9%), οριζόντια βολή (5,9%), δε γνωρίζω (5,9%) και 41,2% δεν προσδιόρισαν το είδος (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα LXXX). Μια παρατήρηση που θα μπορούσαμε να κάνουμε σε αυτό το σημείο είναι ότι παρατηρείται μια σύγχυση ανάμεσα στην παραβολή, την έλλειψη, την

υπερβολή και γενικά τις καμπυλόγραμμες τροχιές. Ακόμη να επισημανθεί ότι σε αυτή την ερώτηση υπήρξαν 14 ελλείπουσες τιμές σε δείγμα 534 ατόμων (2,6%).

Οι άντρες σε ποσοστό 36,2% απάντησαν ορθά ότι η τροχιά είναι παραβολική, 50,7% διατήρησαν την κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα ότι η τροχιά είναι ευθύγραμμη και 13% ότι η τροχιά είναι κυκλική ή άλλο είδος. Οι γυναίκες σε μικρότερο ποσοστό απάντησαν σωστά (29,9%) και σε μεγαλύτερο διατήρησαν την κυρίαρχη (57,9%) και τις άλλες εναλλακτικές ιδέες (12,2%)(βλ. Παράρτημα, πίνακα CDXCVII). Όμως σύμφωνα με τον έλεγχο χ^2 του Πίνακα 38, $\chi^2(3, N=520)=1,602$ με $p=0,659 > \alpha=0,05$, μας αποδεικνύει ότι δεν απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση κι ότι οι απαντήσεις των φοιτητών/τριών είναι ανεξάρτητες τους φύλου.

Πίνακας 38: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 17: «Η τροχιά μιας σφαίρας όταν φεύγει από το όπλο είναι:» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,602 ^a	3	,659
Likelihood Ratio	1,561	3	,668
Linear-by-Linear Association	,823	1	,364
N of Valid Cases	520		

a. 1 cells (12,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,26.

Οι πρωτοετείς σε ποσοστό 23,9% απαντούν σωστά και 76,1% λάθος, οι δευτεροετείς 25,3% σωστά και 74,7% λάθος, οι τριτοετείς 20,2% ορθά και 79,8% λάθος και οι επί πτυχίω 33,3% ορθά και 66,7% λανθασμένα. Εξαίρεση αποτελούν οι τεταρτοετείς που σε ποσοστό 52,9% έδωσαν σωστή απάντηση και 47,1% αυτών έδωσαν λανθασμένη απάντηση. Η απάντηση ότι η τροχιά είναι ευθύγραμμη –εναλλακτική ιδέα- ανέρχεται στο 66,3%, 63,6%, 63,8%, 40% και 35,5% αντίστοιχα (βλ. Παράρτημα, πίνακα CDXCVIII). Ο Πίνακας 39 θεωρείται ως αναξιόπιστος, λόγω του ότι το ποσοστό των κελιών που έχουν αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών και οπότε παραβιάζεται μια από τις προϋποθέσεις εφαρμογής του ελέγχου χ^2 . Γι' αυτό συμπύχθηκαν οι απαντήσεις σε «σωστές» και «λανθασμένες» και εξήχθη ο Πίνακας 40. Σύμφωνα με αυτόν τον πίνακα, $\chi^2(4, N=520)=37,625$ και $p=0,000$ πολύ μικρότερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$, απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση και ο έλεγχος είναι στατιστικά σημαντικός. Δηλαδή οι απαντήσεις εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό από το έτος φοίτησης.

Πίνακας 39: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 17: «Η τροχιά μιας σφαίρας όταν φεύγει από το όπλο είναι:» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	60,200 ^a	12	,000
Likelihood Ratio	52,311	12	,000
Linear-by-Linear Association	15,800	1	,000
N of Valid Cases	520		

a. 6 cells (30,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,49.

Πίνακας 40: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 17: «Η τροχιά μιας σφαίρας όταν φεύγει από το όπλο είναι:» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	37,625 ^a	4	,000
Likelihood Ratio	35,882	4	,000
Linear-by-Linear Association	18,969	1	,000
N of Valid Cases	520		

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,62.

Επικεντρωνόμενοι στη σωστή απάντηση –η τροχιά της σφαίρας είναι παραβολική- και στην κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα –η τροχιά της σφαίρας είναι ευθύγραμμη-, τα ποσοστά αντίστοιχα είναι τα εξής: 51,1% και 37,8% για τα άτομα που προέρχονταν από Τεχνολογική κατεύθυνση, 38,7% και 41,9% από Θετική, 33,3% και 50% από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα, 28,1% και 60,2% από Θεωρητική (βλ. Παράρτημα, πίνακα CDXCIX). Παρατηρούμε σαφές προβάδισμα της Τεχνολογικής κι έπειτα της Θετικής, ατόμων που διδάχτηκαν τη Φυσική ως βασικό μάθημα στο Λύκειο. Στους Πίνακες 41 και 42, το χ^2 test δε θεωρείται αξιόπιστο για σαφή συμπεράσματα, λόγω του ότι το ποσοστό των κελιών που έχουν αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών. Ο Πίνακας 38 προέκυψε αφού πρώτα συμπύχθηκαν οι απαντήσεις σε «σωστές» και «λανθασμένες», πάρα ταύτα μπορούμε να τον χρησιμοποιήσουμε με ενδιασμό και να συμπεράνουμε ότι η κατεύθυνση επηρεάζει τις απαντήσεις, αφού $p=0,011 < 0,05 = \alpha$ για $\chi^2(3, N=519)=11,076$.

Πίνακας 41: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 17: «Η τροχιά μιας σφαίρας όταν φεύγει από το όπλο είναι:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	25,150 ^a	9	,003
Likelihood Ratio	23,135	9	,006
Linear-by-Linear Association	7,207	1	,007
N of Valid Cases	519		

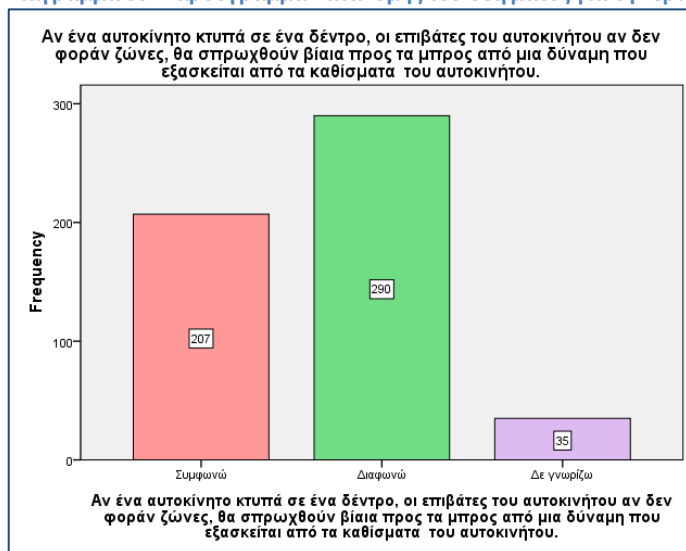
a. 8 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,20.

Πίνακας 42: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 17: «Η τροχιά μιας σφαίρας όταν φεύγει από το όπλο είναι:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11,076 ^a	3	,011
Likelihood Ratio	10,370	3	,016
Linear-by-Linear Association	9,190	1	,002
N of Valid Cases	519		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,85.

Διάγραμμα 39: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 18.



Σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα: «Κάθε σώμα παραμένει στην κατάσταση της ηρεμίας ή της ομαλής ευθύγραμμης κίνησης στην οποία βρίσκεται, εκτός αν αναγκαστεί να αλλάξει κατάσταση από δυνάμεις που ασκούνται πάνω του.» (Hewitt, 2007, σ. 28). Επομένως οι επιβάτες παραμένουν στην κατάσταση της κίνησης που βρισκόταν, διατηρώντας την κινητική τους κατάσταση που είχαν αποκτήσει. Σύμφωνα με τον Hewitt (2007): «Η οποιαδήποτε μεταβολή στην κίνηση θα πρέπει να επιβληθεί ενάντια στην τάση του σώματος να διατηρήσει την κινητική του κατάσταση. Αυτή η ιδιότητα των αντικειμένων να αντιστέκονται στις μεταβολές της κίνησης ονομάζεται αδράνεια» (σ.28). Τη μεταβολή αυτή θα επέβαλαν οι ζώνες στους επιβάτες, αν τις φορούσαν. Στην ερώτηση 28 οι επιβάτες δε φορούν ζώνες και κατά συνέπεια έχουν την τάση να διατηρήσουν την κινητική κατάσταση προς της σύγκρουσης και γι' αυτό φεύγουν προς τα μπροστά τη στιγμή της σύγκρουσης. Όπως παρατηρούμε στο Διάγραμμα 39, 290 άτομα (54,5%) έχουν υιοθετήσει την επιστημονική άποψη· όμως υπάρχουν και 207 άτομα (38,9%) που δεν έχουν απαλλαγεί από τη μη επιστημονική ερμηνεία. Ακόμη 35 άτομα (6,6%) δε γνωρίζουν πώς να εξηγήσουν αυτό που συμβαίνει στους επιβάτες του αυτοκινήτου.

Τα ποσοστά ξεχωριστά για τους άνδρες και τις γυναίκες κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με αυτά του συνολικού δείγματος (βλ. Παράρτημα, πίνακα D1). Το ότι δεν υπάρχει καμία επιρροή του φύλου στις απαντήσεις φαίνεται και στον Πίνακα 43, όπου $\chi^2(2, N=532)=0,174$ με $p=0,916 > \alpha=0,05$.

Πίνακας 43: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 18: «Αν ένα αυτοκίνητο κτυπά σε ένα δέντρο, οι επιβάτες του αυτοκινήτου αν δεν φοράν ζώνες, θα σπρωχθούν βίαια προς τα μπρος από μια δύναμη που εξασκείται από τα καθίσματα του αυτοκινήτου.» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,174 ^a	2	,916
Likelihood Ratio	,180	2	,914
Linear-by-Linear Association	,136	1	,713
N of Valid Cases	532		

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,174 ^a	2	,916
Likelihood Ratio	,180	2	,914
Linear-by-Linear Association	,136	1	,713
N of Valid Cases	532		

a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,74.

Εξετάζοντας τις απαντήσεις του δείγματος για την ερώτηση 18 ξεχωριστά ανά έτος προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα. Στο Α' έτος 40 άτομα (42,1%) υποστηρίζουν την επιστημονική άποψη –Διαφωνώ- , 40 (42,1%) άτομα υποστηρίζουν την εναλλακτική ιδέα – Συμφωνώ- και 15 (15,8%) δε γνωρίζουν. Παρόμοια η κατάσταση και με το Β' έτος όπου 95 άτομα (46,5%) «Διαφωνούν», 94 (47%) «Συμφωνούν» και 13 (6,4%) «Δε γνωρίζουν». Στο Γ' έτος υπάρχει διαφοροποίηση, καθότι 52 άτομα (55,3%) διαφωνούν με τον ισχυρισμό της ερώτησης –και ορθά πράττουν-, 40 (42,6%) συμφωνούν με τον ισχυρισμό και υπάρχουν και δύο άτομα (2,1%) που δε γνωρίζουν την απάντηση. Η διαφοροποίηση είναι ακόμα εμφανέστατη στο Δ' έτος, όπου 90 άτομα (72%) εκφράζουν την επιστημονική άποψη, 30 άτομα (24%) την εναλλακτική και 5 άτομα (4%) δεν εκφράζουν άποψη. Τέλος από τους επί πτυχίω 13 (81,3%) «Διαφωνούν» -επιστημονική ιδέα- και 3 (18,8%) «Συμφωνούν» - εναλλακτική ιδέα- (βλ. Παράρτημα, πίνακα DII). Όπως είναι εμφανές το έτος στην προκείμενη περίπτωση επηρεάζει σημαντικά τις απαντήσεις του δείγματος κι αυτό αποδεικνύεται κι από τον χ^2 έλεγχο $-\chi^2(8, N=532)=43,685$ και $p=0,000$ με $\alpha=5\%$ - (Πίνακας 44).

Πίνακας 44: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 18: «Αν ένα αυτοκίνητο κτυπά σε ένα δέντρο, οι επιβάτες του αυτοκινήτου αν δεν φοράν ζώνες, θα σπρωχθούν βίαια προς τα μπρος από μια δύναμη που εξασκείται από τα καθίσματα του αυτοκινήτου.» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	43,685 ^a	8	,000
Likelihood Ratio	43,232	8	,000
Linear-by-Linear Association	2,464	1	,116
N of Valid Cases	532		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,05.

Αναλύοντας τις απαντήσεις του δείγματος ανά κατεύθυνση (της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) από την οποία προέρχεται, παρατηρείται προβάδισμα σωστών απαντήσεων στο δείγμα της Θετικής κι ακόμα περισσότερο της Τεχνολογικής, κατευθύνσεων όπου η Φυσική ήταν βασικό μάθημα των τελευταίων δύο ετών. Λοιπόν τα ποσοστά διαμορφώνονται ως εξής: στη Θεωρητική 52,8% απαντούν ορθά, 39,6% εκφράζουν εναλλακτική ιδέα και 7,6% «δε γνωρίζουν»· στη Θετική 58,1% απαντούν σωστά και 41,9% με εναλλακτική ιδέα· στη Τεχνολογική 71,1% δίνουν σωστή απάντηση, 26,7% μη επιστημονική απάντηση και 2,2% «δε γνωρίζουν». Όσον αφορά τα 6 άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα 2 (33,3%) απαντούν σωστά και 4 (66,7%) λανθασμένα. Αυτά τα άτομα είναι αυτά που δημιουργούν θέμα μη αξιοπιστίας των ελέγχων

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

χ^2 , καθότι σε συνεπτυγμένους (Πίνακας 46) ή μη (Πίνακας 45) πίνακες υπάρχουν κελιά – πάνω από το 20% του δείγματος- που έχουν αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη του 5. Παρόλα αυτά εκφράζοντας κάθε επιφύλαξη και χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα του Πίνακα 46, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η κατεύθυνση και οι απαντήσεις είναι ανεξάρτητες, αφού για $\chi^2(3, N=531)=6,78$ η πιθανότητα (0,79) είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας (5%).

Πίνακας 45: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 18: «Αν ένα αυτοκίνητο κτυπά σε ένα δέντρο, οι επιβάτες του αυτοκινήτου αν δεν φοράν ζώνες, θα σπρωχθούν βίαια προς τα μπρος από μια δύναμη που εξασκείται από τα καθίσματα του αυτοκινήτου.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,538 ^a	6	,104
Likelihood Ratio	13,286	6	,039
Linear-by-Linear Association	,049	1	,826
N of Valid Cases	531		

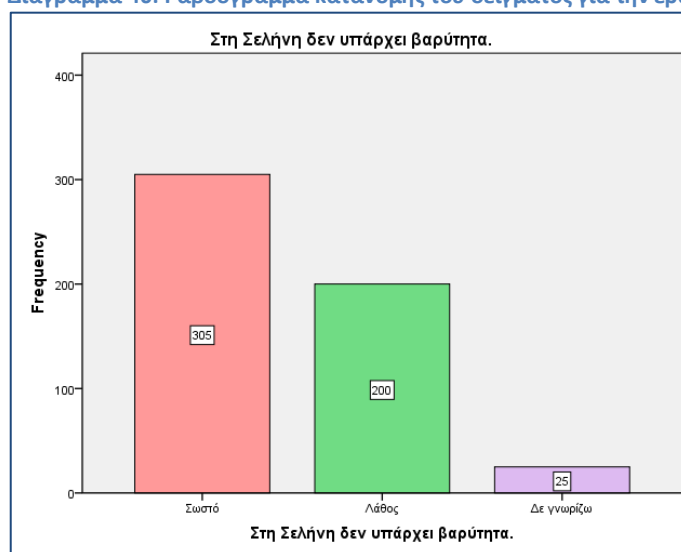
a. 5 cells (41,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,40.

Πίνακας 46: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 18: «Αν ένα αυτοκίνητο κτυπά σε ένα δέντρο, οι επιβάτες του αυτοκινήτου αν δεν φοράν ζώνες, θα σπρωχθούν βίαια προς τα μπρος από μια δύναμη που εξασκείται από τα καθίσματα του αυτοκινήτου.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,780 ^a	3	,079
Likelihood Ratio	6,996	3	,072
Linear-by-Linear Association	2,684	1	,101
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,73.

Διάγραμμα 40: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 19.



Είναι γνωστό ότι στη Σελήνη η βαρυτική δύναμη που δέχεται ένα σώμα ισούται με το 1/6 της βαρυτικής δύναμης που δέχεται το ίδιο σώμα στη Γη (Hewitt, 2007). Παρατηρώντας το

Διάγραμμα 40, εντύπωση προκαλεί ότι αν και το συγκεκριμένο ζήτημα διδάσκεται από τα πρώτα σχολικά χρόνια, οι φοιτητές/τριες στην πλειοψηφία τους (57,5%) δεν κατάφεραν να αντικαταστήσουν την εναλλακτική ιδέα με την επιστημονική. Ακόμα 4,7% δε γνωρίζουν αν υπάρχει ή όχι βαρύτητα στη Σελήνη.

Θετική διαφοροποίηση υπάρχει στους άνδρες σε σχέση με το σύνολο, αλλά και με τις γυναίκες. Το 58,3% του ανδρικού δείγματος θεωρεί ορθά ότι υπάρχει βαρύτητα στη Σελήνη και το 36,1% θεωρεί ότι δεν υπάρχει (βλ. Παράρτημα, πίνακα DV). Ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ανάμεσα στους φοιτητές και τις φοιτήτριες στη συγκεκριμένη ερώτηση προκύπτει κι από τον Πίνακα 44, καθότι για $\chi^2(2, N=530)=16,144$ η πιθανότητα είναι πολύ μικρή (0,000) και θεωρώντας ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5% προκύπτει στατιστικά σημαντικό συμπέρασμα.

Πίνακας 47: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 19: «Στη Σελήνη δεν υπάρχει βαρύτητα.» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	16,144 ^a	2	,000
Likelihood Ratio	15,878	2	,000
Linear-by-Linear Association	12,011	1	,001
N of Valid Cases	530		

a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,40.

Αναφορικά με τα έτη, αν και θα περίμενε κανείς οι φοιτητές μεγαλύτερων ετών, οι οποίοι έχουν διδαχθεί περισσότερα μαθήματα Φυσικής, να απαντήσουν σε μεγαλύτερο ποσοστό σωστά, αυτό δεν ισχύει στο δείγμα της παρούσας έρευνας. Τα μεγαλύτερα ποσοστά σωστών απαντήσεων παρατηρούνται στους τεταρτοετείς (43,9%) και στους πρωτοετείς (40%). Το επόμενο αξιοπρόσεκτο είναι ότι στους τεταρτοετείς παρατηρείται εξίσου υψηλό ποσοστό της εναλλακτικής ιδέας (52,8%), ενώ οι πρωτοετείς σε ποσοστό 47,4% εκφράζουν την εναλλακτική ιδέα και το υπόλοιπο 12,6% δε γνωρίζει την απάντηση. Δηλαδή η εναλλακτική ιδέα ότι στη Σελήνη δεν υπάρχει βαρύτητα ενδυναμώνεται στο Β' έτος (63,1%), υποχωρεί ελαφρώς στο Γ' έτος (60,2%) κι ακόμα λίγο στο Δ', αλλά διατηρείται ενδυναμωμένη εν συγκρίσει με το Α' έτος (βλ. Παράρτημα, πίνακα DVI). Ο Πίνακας 48 και το χ^2 test $-\chi^2(8, N=530)$ με $p=0,005 < 0,05 = \alpha$ - μας υποδεικνύουν ότι το έτος επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τις απαντήσεις του δείγματος και σε αυτή την ερώτηση.

Πίνακας 48: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 19: «Στη Σελήνη δεν υπάρχει βαρύτητα.» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	22,152 ^a	8	,005
Likelihood Ratio	19,422	8	,013
Linear-by-Linear Association	2,070	1	,150
N of Valid Cases	530		

a. 3 cells (20,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,75.

Όσον αφορά τις κατεύθυνσεις, η πλειοψηφία (66,7%) μόνο των ατόμων που προέρχονται από Τεχνολογική κατεύθυνση απαντάει ορθά. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στο ότι η Φυσική για αυτά τα άτομα αποτελούσε μάθημα βαρύτητας στις Πανελλήνιες. Από Θετική το 45,2% απαντάει ορθά και το 54,8% λανθασμένα, παρότι η Φυσική αποτελούσε μάθημα της κατεύθυνσης για δύο έτη αλλά όχι μάθημα βαρύτητας. Εν συνεχεία παρατηρείται η πλειοψηφία των ατόμων (60,3%) που προέρχονταν από Θεωρητική να απαντάει λανθασμένα. Τέλος 3 από τα άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα απαντάει «Σωστό» και 2 από αυτά «Λάθος» (βλ. Παράρτημα, πίνακα DVII). Ο πολύ μικρός αριθμός αυτών των ατόμων οδηγεί κατά κύριο λόγο στο 41,7% (Πίνακας 49) και το 25% (Πίνακας 50) του συνόλου των κελιών να έχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 και κατά συνέπεια να μη τηρούνται οι προϋποθέσεις εφαρμογής του χ^2 test. Ερμηνεύοντας τον Πίνακα 50 –μιας που ένα μεγάλο ποσοστό κελιών (75%) έχει τουλάχιστον 5 παρατηρήσεις σε κάθε κελί- θα λέγαμε ότι οι απαντήσεις του δείγματος δεν είναι ανεξάρτητες της κατεύθυνσης, καθότι για $\chi^2(3, N=529)=18,907$ η τιμή p του στατιστικού ελέγχου ισούται με 0,000 (πολύ μικρή) και θεωρώντας ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το $\alpha=5\%=0,05$.

Πίνακας 49: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 19: «Στη Σελήνη δεν υπάρχει βαρύτητα.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	20,529 ^a	6	,002
Likelihood Ratio	21,615	6	,001
Linear-by-Linear Association	5,112	1	,024
N of Valid Cases	529		

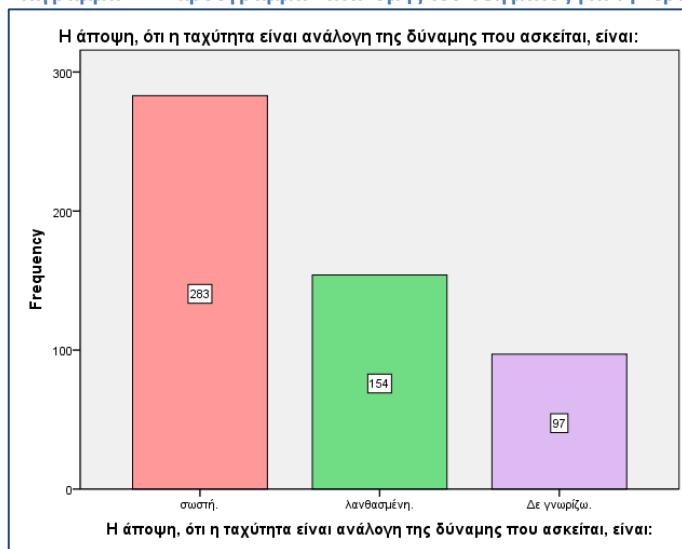
a. 5 cells (41,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,24.

Πίνακας 50: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 19: «Στη Σελήνη δεν υπάρχει βαρύτητα.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	18,907 ^a	3	,000
Likelihood Ratio	18,304	3	,000
Linear-by-Linear Association	15,689	1	,000
N of Valid Cases	529		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,89.

Διάγραμμα 41: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 20.



Όπως έχει εξηγηθεί στον τόμο Α', το ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται αποτελεί μια από τις συχνά εμφανιζόμενες παρανοήσεις των παιδιών. Οι Gunstone και Watts (1993) μας εξηγούν μέσα από τους νόμους του Νεύτωνα ότι η επιτάχυνση είναι ανάλογη της δύναμης κι όχι η ταχύτητα –αντίληψη που επικρατούσε πριν τη Νευτώνεια Φυσική-. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 41, αν και το δείγμα βρίσκεται ήδη στην Τριτοβάθμια βαθμίδα της εκπαίδευσης, η πλειοψηφία του (283 άτομα ή 53%) δεν έχει αποβάλλει την εναλλακτική ιδέα, συνεχίζει να πιστεύει στην αναλογία ταχύτητας-δύναμης και μόνο το 28,8% (154 άτομα) την έχει αντικαταστήσει με την επιστημονική γνώση. Σημαντικό κι άξιο προβληματισμού είναι και το 18,2% (97 άτομα) που απαντά «Δε γνωρίζω».

Μόνο το ¼ των ανδρών γνωρίζει τη σωστή επιστημονικά απάντηση, άλλο ¼ περίπου δε γνωρίζει καν τι να απαντήσει και το ½ περίπου απαντά λάθος, διατηρώντας την εναλλακτική ιδέα. Αλλά και ο μισός περίπου γυναικείος πληθυσμός (53,2%) διατηρεί τη μη επιστημονική άποψη, το 29,4% ενστερνίζεται την επιστημονική άποψη και αυτές που δε γνωρίζουν την απάντηση ανέρχονται στο 17,3% (βλ. Παράρτημα, πίνακα DIX). Οι μικροδιαφορές που παρατηρούνται ανάμεσα στις απαντήσεις των δύο φύλων είναι τυχαίες σύμφωνα με τον χ^2 έλεγχο του Πίνακα 51. Η τιμή p ισούται με 0,402 και είναι μεγαλύτερη του $\alpha=5\%$ για $\chi^2(2, N=534)=1,825$ κι επομένως οι απαντήσεις είναι ανεξάρτητες του φύλου.

Πίνακας 51: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 20: «Η άποψη, ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται, είναι:» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,825 ^a	2	,402
Likelihood Ratio	1,743	2	,418
Linear-by-Linear Association	,700	1	,403
N of Valid Cases	534		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 13,08.

Όσον αφορά τα έτη παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερο έτος είναι τα άτομα, τόσο αυξάνεται το ποσοστό των ορθών απαντήσεων –Α' έτος: 18,8%, Β' έτος: 25,1%, Γ' έτος: 26,6%, Δ' έτος: 43,2%- και μειώνεται το ποσοστό το λάθος απαντήσεων –Α' έτος: 59,4%, Β' έτος: 56,2%, Γ' έτος: 54,3%, Δ' έτος: 42,4%-με μία εξαίρεση στους επί πτυχίω, όπου μειώνεται το ποσοστό των ορθών (37,5%) κι αυξάνεται των λανθασμένων (50%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DX). Βέβαια σε κάθε έτος η εναλλακτική ιδέα διατηρείται σε υψηλά ποσοστά· κάτι που πρέπει να ανατραπεί. Όμως ο Πίνακας 52 και το χ^2 test επιβεβαιώνουν την υποψία μας, ότι οι απαντήσεις δεν είναι ανεξάρτητες του έτους. Για 5% επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας, $\chi^2(8, N=534)=19,773$ και $p=0,011<0,05$. Άρα ο έλεγχος είναι στατιστικά σημαντικός και η διαφορά μεταξύ των ετών εξίσου στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 52: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 20: «Η άποψη, ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται, είναι:» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	19,773 ^a	8	,011
Likelihood Ratio	19,297	8	,013
Linear-by-Linear Association	,827	1	,363
N of Valid Cases	534		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,91.

Αναφορικά με τις «Λυκειακές» κατευθύνσεις, σε καθεμιά σχεδόν τα μισά άτομα ισχυρίζονται ότι η άποψη της ερώτησης 20 είναι «σωστή», που αποτελεί και την εναλλακτική ιδέα. Συγκεκριμένα το 53% της Θεωρητικής υποστηρίζει την εναλλακτική ιδέα έναντι του 26,8% που υποστηρίζει την επιστημονική ερμηνεία (υπάρχει και το 20,2% που δηλώνει «Δε γνωρίζω»)· το 48,4% της Θετικής υποστηρίζει την εναλλακτική έναντι του 51,6% που υποστηρίζει την επιστημονική ερμηνεία, όπου εδώ έχουμε και την ανατροπή υπερισχύοντας η ορθά επιστημονικά απάντηση έστω και με διαφορά ενός ατόμου· το 55,6% της Τεχνολογικής υποστηρίζει κι αυτό την εναλλακτική έναντι του 33,3% που υποστηρίζει την επιστημονική άποψη (και 11,1% «Δε γνωρίζει»)· και το 50% των ομογενών –από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα- απαντά «σωστή», 33,3% «λάθος» -η ορθή απάντηση- και 16,7% «δε γνωρίζω» (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXI). Και στον Πίνακα 53 και στον Πίνακα 54 –όπου οι απαντήσεις έχουν συγχωνευθεί σε σωστές & λανθασμένες- το 25% του συνόλου των κελιών περιέχουν λιγότερες από 5 απαντήσεις. Οπότε τα συμπεράσματα του χ^2 ελέγχου δεν είναι κι απολύτως ασφαλή. Παρόλα αυτά σε κάθε περίπτωση η πιθανότητα είναι μικρότερη του επίπεδου στατιστικής σημαντικότητας, $\alpha=0,05=5%$, άρα υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων και της κατεύθυνσης.

Πίνακας 53: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 20: «Η άποψη, ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται, είναι:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	14,602 ^a	6	,024
Likelihood Ratio	19,357	6	,004
Linear-by-Linear Association	1,202	1	,273
N of Valid Cases	533		

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	14,602 ^a	6	,024
Likelihood Ratio	19,357	6	,004
Linear-by-Linear Association	1,202	1	,273
N of Valid Cases	533		

a. 3 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,09.

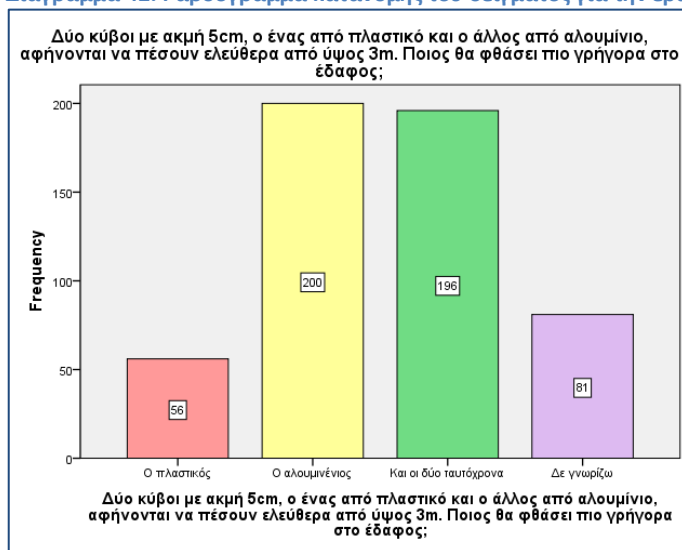
Πίνακας 54: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 20: «Η άποψη, ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται, είναι:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,213 ^a	3	,027
Likelihood Ratio	8,442	3	,038
Linear-by-Linear Association	2,977	1	,084
N of Valid Cases	533		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,73.

Διάγραμμα 42: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 21.



Σύμφωνα με το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα δύο αντικείμενα διαφορετικής μάζας θα χρειαστούν τον ίδιο χρόνο για να πέσουν διανύοντας την ίδια απόσταση, όταν δεν υπάρχει αντίσταση του αέρα (Gunstone & Watts, 1993). Οι Gunstone & Watts (1993) αναφέρονται σε μια μελέτη που έκαναν θέτοντας το ζήτημα της ερώτησης 21. Αυτό που διαπίστωσαν είναι ότι οι μαθητές εξακολουθούν να ερμηνεύουν τον πραγματικό κόσμο με τους δικούς τους τρόπους, αν και γνωρίζουν την άποψη των φυσικών και την εφαρμόζουν στις αναγνωρισμένες ως «τύπου-φυσικής» καταστάσεις. Στην παρούσα, τώρα, έρευνα, υπερισχύει οριακά η εναλλακτική ιδέα –ότι ο βαρύτερος θα φτάσει πρώτος- (37,5%) έναντι της επιστημονικής άποψης –και οι δυο κύβοι θα φτάσουν ταυτόχρονα- (36,8%). Σημαντικό είναι και το ποσοστό (15,2%) αυτών που δε γνωρίζουν ποια είναι η σωστή απάντηση, όπως κι αμελητέο δεν είναι το ποσοστό (10,5%) αυτών που πιστεύει ότι ο πλαστικός κύβος θα φτάσει πρώτος (Διάγραμμα 42).

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

Αναφορικά με το φύλο μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στο γυναικείο δείγμα, όπως και στο συνολικό, επικρατεί η εναλλακτική (38,2%) έναντι της επιστημονικής άποψης (36,2%). Αντίθετα στο ανδρικό δείγμα επικρατεί η επιστημονική εξήγηση (40,3%) έναντι της εναλλακτικής (33,3%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXIII). Οι διαφορές είναι μικρές, όμως, κι όπως διαπιστώνουμε και από τον Πίνακα 55 είναι τυχαίες. Για $\chi^2(3, N=533)=1,489$, $p=0,685 > \alpha=0,005$ επομένως ο έλεγχος δεν είναι στατιστικά σημαντικός και το συμπέρασμα είναι ότι το φύλο δεν επηρεάζει τη διαμόρφωση των απαντήσεων.

Πίνακας 55: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 21: «Δυο κύβοι με ακμή 5cm, ο ένας από πλαστικό και ο άλλος από αλουμίνιο, αφήνονται να πέσουν ελεύθερα από ύψος 3m. Ποιος θα φθάσει πιο γρήγορα στο έδαφος;» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,489 ^a	3	,685
Likelihood Ratio	1,498	3	,683
Linear-by-Linear Association	1,420	1	,233
N of Valid Cases	533		

a. 0 cells (0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,56.

Από τον Πίνακα 56, διαπιστώνεται ότι οι απαντήσεις δεν είναι ανεξάρτητες του έτους, καθώς $\chi^2(12, N=533)=35,119$ και $p=0,000$ (πολύ μικρή). Θεωρώντας ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το $\alpha=5\%=0,005$, απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση περί ανεξάρτητων μεταβλητών, αφού η τιμή p είναι μικρότερη του α . Τα ευρήματα της ανάλυσης της έρευνας είναι τα ακόλουθα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXIV). Οι πρωτοετείς σε ποσοστό 41,1% διατηρούν την εναλλακτική ιδέα περί βαρύτερου αντικειμένου και σε υποδιπλάσιο ποσοστό (23,2%) την έχουν αντικαταστήσει με την επιστημονική άποψη. Οι δευτεροετείς σε ποσοστό 33% έχουν υιοθετήσει την επιστημονική ερμηνεία και 39,4% αυτών διατηρεί την εναλλακτική. Στους τριτοετείς δεν υπάρχει διαφοροποίηση στην επιστημονική ερμηνεία, όμως αυξάνεται αντί να μειωθεί κι άλλο το ποσοστό (42,6%) που πιστεύει ότι ο αλουμινένιος κύβος θα φτάσει πρώτος. Οι τεταρτοετείς κάνουν την ανατροπή, καθώς η πλειοψηφία (52,8%) αυτών πια απαντάει ορθά και μειώνουν επιπλέον το ποσοστό της κυρίαρχης εναλλακτικής στο 31,2%. Οι επί πτυχίω αυξάνουν το ποσοστό των σωστών απαντήσεων στο 62,5%, αυξάνοντας όμως και το ποσοστό του «Δε γνωρίζω» στο 18,8%· κάτι που ξεπερνά και το ποσοστό (12,5%) της κυρίαρχης εναλλακτικής ιδέας.

Πίνακας 56: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 21: «Δυο κύβοι με ακμή 5cm, ο ένας από πλαστικό και ο άλλος από αλουμίνιο, αφήνονται να πέσουν ελεύθερα από ύψος 3m. Ποιος θα φθάσει πιο γρήγορα στο έδαφος;» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	35,119 ^a	12	,000
Likelihood Ratio	34,915	12	,000
Linear-by-Linear Association	7,257	1	,007
N of Valid Cases	533		

a. 2 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,68.

Στις τιμές «Θεωρητική» και «άλλο εκπαιδευτικό σύστημα» της μεταβλητής «κατεύθυνση» υπερισχύει η άποψη ότι ο βαρύτερος κύβος θα φτάσει πρώτος -38,7% και 50% αντίστοιχα- αντί της άποψης ότι θα φτάσουν ταυτόχρονα -34% και 33,3% αντίστοιχα-. Αντίθετα στις τιμές «Θετική» και «Τεχνολογική» υπερισχύει η επιστημονική ερμηνεία περί ταυτόχρονης άφιξης -45,2% και 60% αντίστοιχα- έναντι της εναλλακτικής 41,9% και 20% αντίστοιχα- (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXVI). Παρατηρείται ένα εμφανές προβάδισμα των ατόμων Τεχνολογικής καταρχάς κι ακολούθως Θετικής, όμως οι ελάχιστες παρατηρήσεις σε ποσοστό κελιών μεγαλύτερο του 20% παρεμποδίζει την αξιόπιστη εφαρμογή των χ^2 test (Πίνακας 57 & 58). Παρατηρώντας τον Πίνακα 58, όπου ένα μεγάλο ποσοστό της τάξης του 25% των κελιών περιέχει τουλάχιστον 5 παρατηρήσεις, φαίνεται να υπάρχει σχέση μεταξύ των απαντήσεων και της κατεύθυνσης $-\chi^2(3, N=532)=12,887$ & $p=0,005 < 0,05 = \alpha$.

Πίνακας 57: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 21: «Δυο κύβοι με ακμή 5cm, ο ένας από πλαστικό και ο άλλος από αλουμίνιο, αφήνονται να πέσουν ελεύθερα από ύψος 3m. Ποιος θα φθάσει πιο γρήγορα στο έδαφος;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	18,929 ^a	9	,026
Likelihood Ratio	22,881	9	,006
Linear-by-Linear Association	6,286	1	,012
N of Valid Cases	532		

a. 7 cells (43,8%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,63.

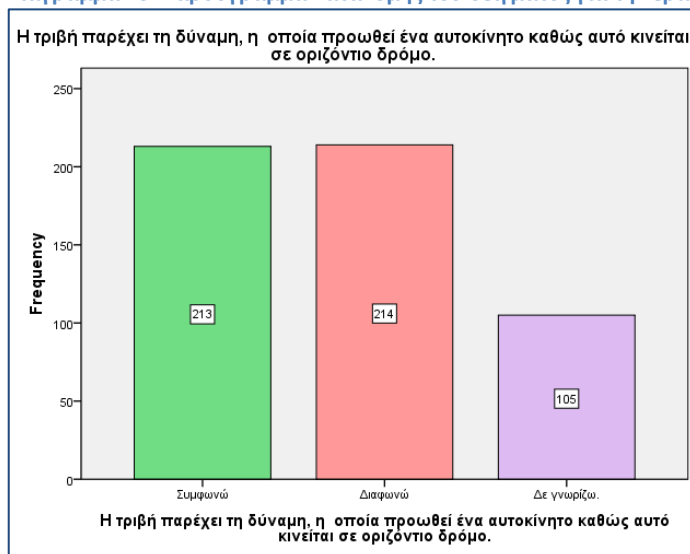
Πίνακας 58: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 21: «Δυο κύβοι με ακμή 5cm, ο ένας από πλαστικό και ο άλλος από αλουμίνιο, αφήνονται να πέσουν ελεύθερα από ύψος 3m. Ποιος θα φθάσει πιο γρήγορα στο έδαφος;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12,887 ^a	3	,005
Likelihood Ratio	12,404	3	,006
Linear-by-Linear Association	9,742	1	,002
N of Valid Cases	532		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,21.

Διάγραμμα 43: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 22.



«Όταν δύο επιφάνειες ολισθαίνουν ή τείνουν να ολισθήσουν η μία πάνω στην άλλη αναπτύσσεται μεταξύ τους μια δύναμη τριβής.» (Hewitt, 2007, σ. 58). Η τριβή προκαλείται εξαιτίας των ανωμαλιών των δυο επαπτόμενων επιφανειών και εξαρτάται από το είδος των υλικών κι από τη δύναμη που πιέζεται η μία επιφάνεια πάνω στην άλλη (Hewitt, 2007). Ο 3^{ος} νόμος του Νεύτωνα διατυπώνεται κι ως εξής: «Σε κάθε δράση υπάρχει πάντα μια ίση κι αντίθετη αντίδραση» (Hewitt, 2007, σ. 73). Λοιπόν, οι τροχοί του αυτοκινήτου της ερώτησης 22 σπρώχνουν το οδόστρωμα κι αυτό με τη σειρά του σπρώχνει τους τροχούς. Άρα το οδόστρωμα και οι τροχοί αλληλωθούνται. Σύμφωνα με τον Hewitt (2007) για την κίνηση μας ευθύνονται οι δυνάμεις αντίδρασης, οι οποίες εξαρτώνται από την τριβή. Δηλαδή ένα αυτοκίνητο πάνω στον πάγο, όπου η τριβή είναι μηδενική, ίσως μην μπορούσε να ασκήσει τη δύναμη δράσης που απαιτείται ώστε να προκύψει η απαραίτητη δύναμη αντίδρασης από τον πάγο (Hewitt, 2007). Από το Διάγραμμα 43 βλέπουμε ότι το δείγμα διχάζεται ανάμεσα στη επιστημονική, «Συμφωνώ», (40%) και στην εναλλακτική ερμηνεία, «Διαφωνώ», (40,2%) και 19,7% του δείγματος απαντά «Δε γνωρίζω».

Τα ποσοστά για τις δυο κυρίαρχες απαντήσεις διαφοροποιούνται ανά φύλο και δεν είναι ίδια. Δηλαδή οι φοιτήτριες σε ποσοστό 40,7% «Συμφωνούν» και 39,8% «Διαφωνούν», ενώ οι φοιτητές σε ποσοστό 36,1% «Συμφωνούν» και 43,1% «Διαφωνούν» (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXVII). Ερμηνεύοντας τον Πίνακα 59, γίνεται κατανοητό ότι η διαφορά υπέρ το γυναικών είναι απλώς τυχαία, καθότι για $\chi^2(2, N=532)=0,537$ η $p=0,764$ λαμβάνει τιμή μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας, $\alpha=5\%$.

Πίνακας 59: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 22: «Η τριβή παρέχει τη δύναμη, η οποία προωθεί ένα αυτοκίνητο καθώς αυτό κινείται σε οριζόντιο δρόμο.» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,537 ^a	2	,764
Likelihood Ratio	,543	2	,762
Linear-by-Linear Association	,377	1	,539
N of Valid Cases	532		

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,537 ^a	2	,764
Likelihood Ratio	,543	2	,762
Linear-by-Linear Association	,377	1	,539
N of Valid Cases	532		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14,21.

Στους πρωτοετείς και στους δευτεροετείς, παρατηρήθηκε οριακή διαφορά υπέρ της επιστημονικής ερμηνείας (33,7% έναντι 31,6% & 40,4% έναντι 39,4% αντίστοιχα). Οι τριτοετείς σαφώς σε μεγαλύτερο ποσοστιαίο βαθμό έχουν ενστερνιστεί την επιστημονική άποψη ,51,6% έναντι 33,3% της εναλλακτικής. Στους τεταρτοετείς και επί πτυχίω παρατηρείται μια αρνητική ανατροπή, καθώς πλειοψηφικά έχουν υιοθετήσει την εναλλακτική ερμηνεία (51,2% & 56,3%) εις βάρος της επιστημονικής (36,8% & 31,3% αντίστοιχα) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXVIII). Αυτή η παρατήρηση είναι άξια προβληματισμού, καθότι παρατηρείται σε άτομα που ουσιαστικά τελειώνουν την τριτοβάθμια εκπαίδευση, σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς που τελικά δεν επήλθε η γνωστική σύγκρουση. Η διαφορά μεταξύ των ετών είναι στατιστικά σημαντική και το συμπέρασμα είναι ότι τα έτη επηρεάζουν τις απαντήσεις του δείγματος, γιατί $\chi^2(8, N=532)=28,475$ και $p=0,000 < \alpha=0,05$ (Πίνακας 60).

Πίνακας 60: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 22: «Η τριβή παρέχει τη δύναμη, η οποία προωθεί ένα αυτοκίνητο καθώς αυτό κινείται σε οριζόντιο δρόμο.» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	28,475 ^a	8	,000
Likelihood Ratio	26,860	8	,001
Linear-by-Linear Association	5,665	1	,017
N of Valid Cases	532		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,16.

Αναφορικά με την κατεύθυνση από την οποία προέρχεται το δείγμα, μόνο στα άτομα της Θεωρητικής υπερिσχύει η ορθά επιστημονική απάντηση (41,2% έναντι 37,2%). Αντίθετα στα άτομα της Θετικής και της Τεχνολογικής, όπου διδάχθηκαν ενότητες Μηχανικής στην κατεύθυνση τους, επικρατεί η εναλλακτική ιδέα και μάλιστα σε υψηλά ποσοστά (51,6% έναντι 45,2% & 60% έναντι 28,9%). Στην ουσία δηλαδή διατήρησαν τις προϋπάρχουσες ιδέες τους. Τα άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα 1 «Συμφωνεί», 3 «Διαφωνούν» και 2 «Δε γνωρίζουν» (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXIX). Ο πολύ μικρός αριθμός τους προφανώς και δημιουργεί πρόβλημα στην ανάλυση: άνω του 20% του συνόλου των κελιών περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 (Πίνακες 61 & 62). Ακόμα κι αν βασιζόμασταν στο ότι ένα μεγάλο ποσοστό των κελιών (75%) περιέχει τουλάχιστον 5 παρατηρήσεις, υπάρχει αντίφαση. Από τη μία η κατεύθυνση επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τις απαντήσεις τους δείγματος [$\chi^2(6, N=531)=16,443$ & $p=0,012 < 0,05=\alpha$] (Πίνακας 61) και από την άλλη η κατεύθυνση δεν επηρεάζει το αν απάντησε σωστά ή λανθασμένα –

συγχωνευμένες απαντήσεις- το δείγμα [$\chi^2(3, N=531)=4,284$ & $p=0,232>0,05=\alpha$] (Πίνακας 62).

Πίνακας 61: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 22: «Η τριβή παρέχει τη δύναμη, η οποία προωθεί ένα αυτοκίνητο καθώς αυτό κινείται σε οριζόντιο δρόμο.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	16,443 ^a	6	,012
Likelihood Ratio	18,705	6	,005
Linear-by-Linear Association	,040	1	,841
N of Valid Cases	531		

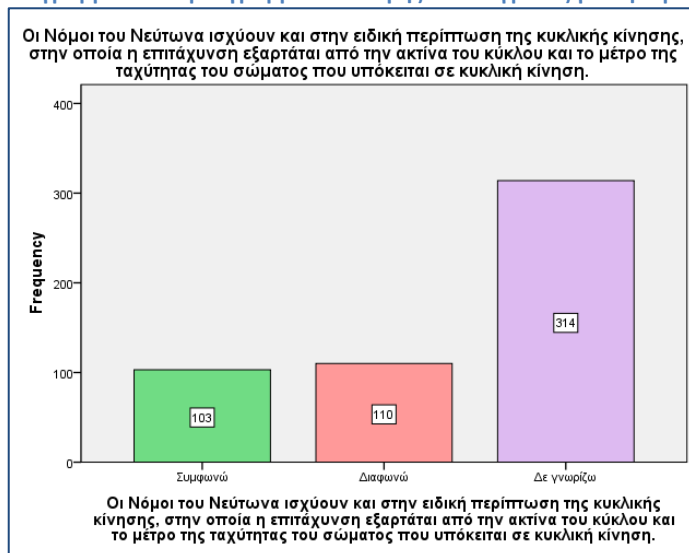
a. 3 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,19.

Πίνακας 62: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 22: «Η τριβή παρέχει τη δύναμη, η οποία προωθεί ένα αυτοκίνητο καθώς αυτό κινείται σε οριζόντιο δρόμο.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,284 ^a	3	,232
Likelihood Ratio	4,553	3	,208
Linear-by-Linear Association	2,958	1	,085
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,41.

Διάγραμμα 44: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 23.



«Οι νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν και στην ειδική περίπτωση της κυκλικής κίνησης, στην οποία η επιτάχυνση εξαρτάται από την ακτίνα του κύκλου και το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που υπόκειται σε κυκλική κίνηση.» (Young, 1994, σ. 108). Στην συγκεκριμένη ερώτηση μόλις το 19,5% (103 άτομα) απάντησε σωστά και το 80,5% λανθασμένα, όπου 314 άτομα από τα 424 δήλωσαν ότι δε γνωρίζουν την απάντηση (Διάγραμμα 44). Με άλλα λόγια, πρόκειται για μια μη τετριμμένη ερώτηση, όπου λίγα άτομα έκατσαν να σκεφτούν και να προσπαθήσουν να δώσουν απάντηση· τα περισσότερα δε βασάνισαν το μυαλό τους και ελάχιστα πιστεύω ήταν τα άτομα που πραγματικά δε γνώριζαν.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 63 ο έλεγχος χ^2 είναι στατιστικά σημαντικός, καθώς $\chi^2(2, N=527)=7,226$ και $p=0,27<5\%$. Άρα το συμπέρασμα είναι ότι το φύλο επηρεάζει σε στατιστικά σημαντικό βαθμό τις απαντήσεις του δείγματος. Από τους άντρες 26,4% «Συμφωνούν», 9,7% «Διαφωνούν» και 63,9% «Δε γνωρίζουν». Από τις γυναίκες 18,5% «Συμφωνούν», 22,6% «Διαφωνούν» και 58,9% «Δε γνωρίζουν».

Πίνακας 63: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 23: «Οι Νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν και στην ειδική περίπτωση της κυκλικής κίνησης, στην οποία η επιτάχυνση εξαρτάται από την ακτίνα του κύκλου και το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που υπόκειται σε κυκλική κίνηση.» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7,226 ^a	2	,027
Likelihood Ratio	8,107	2	,017
Linear-by-Linear Association	,085	1	,771
N of Valid Cases	527		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14,07.

Όπως και στο συνολικό δείγμα, έτσι κι επιμέρους στα έτη η απάντηση που κυριαρχεί είναι: «Δε γνωρίζω». Τα ποσοστά είναι: 68,1% (Α' έτος), 61,5% (Β' έτος), 55,4% (Γ' έτος), 53,6% (Δ' έτος) και 56,3% (επί πτυχίω). Ενώ τα ποσοστά των ορθών επιστημονικά απαντήσεων είναι πολύ μικρότερα και διαμορφώνονται ως εξής: : 18,1% (Α' έτος), 18% (Β' έτος), 25% (Γ' έτος), 20% (Δ' έτος) και 12,5% (επί πτυχίω) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXII). Κάποιο συμπέρασμα για ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ τους έτους και των απαντήσεων δεν υπάρχει, καθώς τα δεδομένα του Πίνακα 60 οδηγούν σε ανεξαρτησία μεταξύ των ανωτέρων μεταβλητών. Αφού $\chi^2(8, N=527)=9,455$ και $p=0,305>0,05=\alpha$, οι διάφορες διαφορές που παρατηρούνται είναι τυχαίες (Πίνακας 64).

Πίνακας 64: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 23: «Οι Νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν και στην ειδική περίπτωση της κυκλικής κίνησης, στην οποία η επιτάχυνση εξαρτάται από την ακτίνα του κύκλου και το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που υπόκειται σε κυκλική κίνηση.» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,455 ^a	8	,305
Likelihood Ratio	9,444	8	,306
Linear-by-Linear Association	2,519	1	,112
N of Valid Cases	527		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,13.

Τα άτομα από Θεωρητική, όπως και το συνολικό δείγμα, κατά πλειοψηφία (63,7%) απαντά «Δε γνωρίζω», ενώ μόλις 16,2% «συμφωνεί» με την επιστημονική ερμηνεία. Θετική αναμενόμενη έκπληξη προκαλούν τα άτομα που προέρχονται από Θετική κατεύθυνση, όπου 48,4% απαντούν σωστά και ακολουθούν αυτά από Τεχνολογική που μοιράζονται ανάμεσα στις τρεις δυνατές απαντήσεις -33,3% «Συμφωνούν», 31,1% «Διαφωνούν» και 35,6% «Δε γνωρίζουν»-. Τέλος οι ομογενείς δεν έδωσαν καμία σωστή απάντηση (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXIII). Παρατηρώντας τους δυο παρακάτω πίνακες διαπιστώνουμε ότι 25% του συνόλου των κελιών δεν περιέχουν τουλάχιστον 5 παρατηρήσεις σε κάθε κελί ή

οι αναμενόμενες συχνότητες σε κάθε κελί είναι μικρότερες του 5. Με μια ελασικότερη ματιά στις προϋποθέσεις εφαρμογής του χ^2 test, καθώς το 75% των κελιών περιέχουν τουλάχιστον 5 παρατηρήσεις σε κάθε κελί ή οι αναμενόμενες συχνότητες σε κάθε κελί είναι μεγαλύτερες του 5, κι αφού οι πιθανότητες είναι πολύ μικρές (0,000) σε σχέση με το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας (5%), θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η κατεύθυνση επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό και τις απαντήσεις του δείγματος (Πίνακας 65) και το αν απάντησαν σωστά ή όχι (Πίνακας 66).

Πίνακας 65: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 23: «Οι Νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν και στην ειδική περίπτωση της κυκλικής κίνησης, στην οποία η επιτάχυνση εξαρτάται από την ακτίνα του κύκλου και το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που υπόκειται σε κυκλική κίνηση.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	33,988 ^a	6	,000
Likelihood Ratio	31,665	6	,000
Linear-by-Linear Association	13,484	1	,000
N of Valid Cases	526		

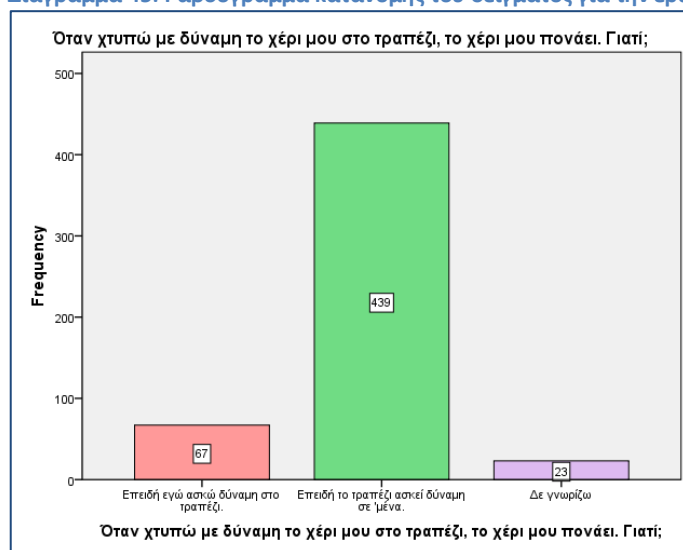
a. 3 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,16.

Πίνακας 66: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 23: «Οι Νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν και στην ειδική περίπτωση της κυκλικής κίνησης, στην οποία η επιτάχυνση εξαρτάται από την ακτίνα του κύκλου και το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που υπόκειται σε κυκλική κίνηση.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	26,577 ^a	3	,000
Likelihood Ratio	23,604	3	,000
Linear-by-Linear Association	9,109	1	,003
N of Valid Cases	526		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,16.

Διάγραμμα 45: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 24.



Στην παρούσα έρευνα , το δείγμα κατά συντριπτική πλειοψηφία (83% ή 439 άτομα από τα 529) απαντά επιστημονικά ορθά (Διάγραμμα 45). Ενώ αυτοί που διατηρούν την εναλλακτική ιδέα ανέρχονται στο 12,7% (67 από 529 άτομα) και 4,3% «δε γνωρίζουν». Ο 3^{ος} νόμος του Νεύτωνα ορίζει ότι: Οποτεδήποτε ένα σώμα (χέρι) ασκεί μια δύναμη σε ένα δεύτερο σώμα (τραπέζι), το δεύτερο (τραπέζι) ασκεί μια ίση κι αντίθετη δύναμη στο πρώτο (χέρι) (Hewitt, 2007). Δηλαδή «για κάθε δράση υπάρχει πάντα αντιτιθέμενη μια ίση αντίδραση» (Young, 1994, σ. 96), όπου η δράση και η αντίδραση δρουν σε διαφορετικά σώματα. Έρευνες για το συγκεκριμένο ζήτημα έχουν γίνει και παλαιότερα και σε διαφορετικά (ηλικιακά & γεωγραφικά) δείγματα. Το 2001 οι Βέμης και Κώτσης πραγματοποίησαν εμπειρική έρευνα σε μαθητές των τριών τελευταίων τάξεων Δημοτικών Σχολείων της Αιτωλοακαρνανίας, προκειμένου να ερευνήσουν αν η διδασκαλία της Φυσικής στην Ελληνική Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση συμβάλλει σε εννοιολογική αλλαγή των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών. Τότε, με τη συγκεκριμένη ερώτηση, αυτό που διαπίστωσαν οι ερευνητές (Βέμης & Κώτσης, 2001) ήταν ότι η παρανόηση των μαθητών ήταν πολύ ισχυρή, είχε παραμείνει αναλλοίωτη και μετά τη διδασκαλία και ότι δεν είχε επιτευχθεί η γνωστική σύγκρουση της επιστημονικής γνώσης με την επιστήμη των μαθητών.

Αναφορικά με το φύλο 4,3% και των φοιτητών και των φοιτητριών «Δε γνωρίζει» ποια είναι η σωστή απάντηση, ενώ η πλειοψηφία -76,8% των φοιτητών και 83,9% των φοιτητριών- απαντάει ότι το χέρι μας πονάει γιατί το τραπέζι ασκεί δύναμη στο τραπέζι, το οποίο είναι σύμφωνο με το νόμο του Νεύτωνα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXV). Από τα ποσοστά αλλά και από τον Πίνακα 67 $-\chi^2(2, N=529)=2,754$ και $p=0,252 > \alpha=0,05$ -, διαπιστώνουμε ότι οι απαντήσεις δεν επηρεάζονται από το φύλο.

Πίνακας 67: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 24: «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,754 ^a	2	,252
Likelihood Ratio	2,496	2	,287
Linear-by-Linear Association	1,850	1	,174
N of Valid Cases	529		

a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,00.

Η αιτιολογία ότι το χέρι μας πονάει γιατί το τραπέζι ασκεί δύναμη σε εμάς, η οποία είναι και η ορθή, συλλέγει την πλειοψηφία των ατόμων κάθε έτους και μάλιστα σε κάθε επόμενο είναι ακόμα μεγαλύτερο. Δηλαδή Α' έτος: 68,8%, Β' έτος: 81%, Γ' έτος: 86%, Δ' έτος: 93,5% και επί πτυχίω: 9,8%. Αντίθετα η αιτιολογία ότι το χέρι μας πονάει γιατί ασκούμε πίεση στο τραπέζι, η οποία αποτελεί την εναλλακτική ιδέα, συλλέγει μικρά ποσοστά. Δηλαδή Α' έτος: 24%, Β' έτος: 14,5%, Γ' έτος: 9,7%, Δ' έτος: 4% και επί πτυχίω: 6,3% (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXVI). Τα ποσοστά δείχνουν ότι ένα πολύ μεγάλο μέρος του δείγματος έχει απαλλαγεί από την προϋπάρχουσα γνώση και θα μεταβούν στις τάξεις να διδάξουν τη συγκεκριμένη έννοια με επιστημονική ερμηνεία. Για να συμπεράνουμε την ύπαρξη ή μη συσχέτισης μεταξύ απαντήσεων και έτους πρέπει να γίνει έλεγχος χ^2 . Όμως στον Πίνακα 68 παρατηρούμε ότι ποσοστό μεγαλύτερο του 20% του συνόλου των κελιών περιέχει

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5, οπότε παραβιάζεται προϋπόθεση εφαρμογής του ελέγχου. Γι' αυτό το λόγο συγχωνεύτηκαν οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες και ξαναέγινε χ^2 έλεγχος. Τα αποτελέσματα ήταν τα εξής: $\chi^2(4, N=529)=26,057$ και $p=0,000 < 0,05 = \alpha$ (Πίνακας 69). Επομένως σε σύνδεση με την ανωτέρω ανάλυση όσο μεγαλύτερο έτος τόσες περισσότερες σωστές απαντήσεις αναμένεται να υπάρξουν. Με άλλα λόγια το έτος έχει σημαντική επιρροή στο ποσοστό των σωστών απαντήσεων.

Πίνακας 68: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 24: «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	26,784 ^a	8	,001
Likelihood Ratio	28,225	8	,000
Linear-by-Linear Association	7,383	1	,007
N of Valid Cases	529		

a. 4 cells (26,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,70.

Πίνακας 69: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 24: «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	26,057 ^a	4	,000
Likelihood Ratio	26,754	4	,000
Linear-by-Linear Association	24,276	1	,000
N of Valid Cases	529		

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,72.

Αναφορικά με την κατεύθυνση, καταρχάς, αυτό που πρέπει να καταγραφεί είναι ότι τα άτομα από Θετική κατεύθυνση απαντούν όλα σωστά (100%). Και ακολουθούν τα άτομα από Τεχνολογική με ποσοστό σωστών απαντήσεων 86,7%, από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα 83,3% και από Θεωρητική 81,4%(βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXVII). Κατά συνέπεια στις άλλες δυο απαντήσεις παρατηρούνται πολύ μικρά ποσοστά απαντήσεων, γι' αυτό και προκύπτει μεγάλο ποσοστό κελιών με αναμενόμενες συχνότητες κάτω του 5. Με λίγο πιο ελαστικά μέτρα στις προϋποθέσεις -75% του συνόλου των κελιών να περιέχει περισσότερες από 5 παρατηρήσεις- προκύπτει οριακά μη σημαντική επιρροή ($p=0,056 > 0,05 = \alpha$) της κατεύθυνσης στο αν απάντησε σωστά ή όχι το δείγμα (Πίνακας 71).

Πίνακας 70: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 24: «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,492 ^a	6	,148
Likelihood Ratio	15,131	6	,019
Linear-by-Linear Association	1,969	1	,161
N of Valid Cases	528		

a. 6 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,26.

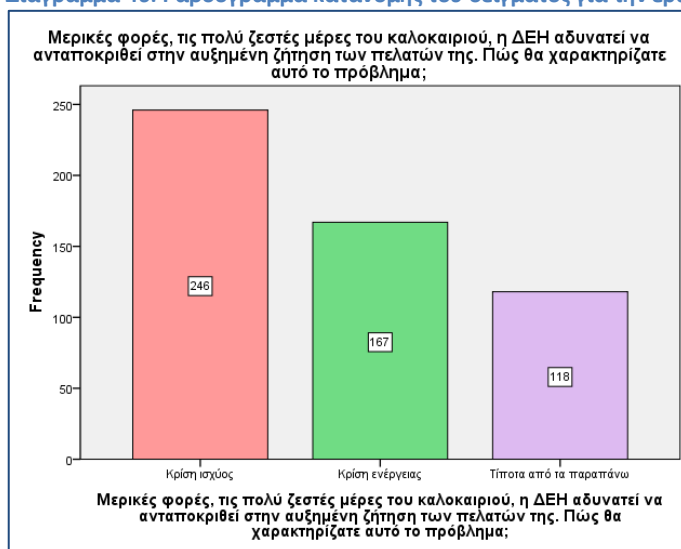
Πίνακας 71: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 24: «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7,581 ^a	3	,056
Likelihood Ratio	12,808	3	,005
Linear-by-Linear Association	2,335	1	,126
N of Valid Cases	528		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,02.

Διάγραμμα 46: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 25.



Στην Ελλάδα η κυριότερη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια της ΔΕΗ (Αποστολάκης κ. συν., 2009β) κι έπειτα τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τέτοια εργοστάσια κατασκευάζονται σε διάφορα μέρη της Ελλάδας κοντά σε κοιτάσματα λιγνίτη (Αποστολάκης κ. συν., 2009β), όπως είναι στην Πτολεμαΐδα. Αυτά τα εργοστάσια χρησιμοποιούν τον ορυκτό άνθρακα για να παραγάγουν ηλεκτρική ενέργεια (Αποστολάκης κ. συν., 2009β). Έπειτα μέσα από το δίκτυο της ΔΕΗ η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται σε όλη τη χώρα (Αποστολάκης κ. συν., 2009β). Επομένως τις πολύ ζεστές μέρες του καλοκαιριού, που υπάρχει αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, τα αποθέματα ηλεκτρικής ενέργειας τελειώνουν και η ΔΕΗ αδυνατεί να προσφέρει τόση ηλεκτρική ενέργεια όση ζητείται από τον κόσμο (Κίτσιου, Κώτσης, Παπαδοπούλου, 2011). Στην έρευνα μας παρατηρούμε ότι υπάρχει σύγχυση. Τα άτομα που αποτελούν το δείγμα δεν έχουν ξεκαθαρίσει αν είναι κρίση ισχύος (46,3%) ή κρίση ενέργειας (31,5%). Κάποιοι βέβαια θεωρούν ότι είναι κάτι άλλο (22,2%) (Διάγραμμα 46). Δηλαδή δεν έχουν κατανοήσει ότι η ΔΕΗ μας «τροφοδοτεί» με ηλεκτρική ενέργεια, την οποία μετατρέπουμε σε άλλες μορφές ενέργειας μέσω των ηλεκτρικών συσκευών. Η ίδια ερώτηση είχε τεθεί το 2011 (Κίτσιου κ. συν.) και σε μαθητές Δ', Ε', Στ' τάξης Δημοτικών σχολείων της Θεσπρωτίας και των Ιωαννίνων. Συγκρίνοντας τα τότε αποτελέσματα με τα τωρινά –αν και τα δείγματα είναι εντελώς διαφορετικά– παρατηρούμε ότι η παρανόηση που εντοπίζεται σε μαθητές Δημοτικού, εντοπίζεται και σε φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού.

Αν θέλαμε να κάνουμε σύγκριση μεταξύ των δύο φύλων, θα παρατηρούσαμε ότι οι φοιτητές σε μεγαλύτερο ποσοστό (52,8%) από τις φοιτήτριες (45,3%) πιστεύουν ότι το πρόβλημα της ΔΕΗ είναι κρίση ισχύος. Από την άλλη τίποτα από τα δύο, πιστεύει το 22,7% των φοιτητριών και το 19,4% των φοιτητών (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXIX). Η διαφορά 4,2% που υπάρχει ανάμεσα στις σωστές απαντήσεις –κρίση ενέργειας- των δύο φύλων είναι τυχαία, όπως προκύπτει κι από την ερμηνεία του Πίνακα 72. Λοιπόν, αφού για $\chi^2(2, N=531)=1,394$ έχουμε $p=0,498 > 0,05$, ο έλεγχος δεν είναι στατιστικά σημαντικός και το φύλο δεν επηρεάζει σε στατιστικά σημαντικό βαθμό τις απαντήσεις. Δηλαδή οι παρατηρούμενες διαφορές μεταξύ των δυο φύλων είναι τυχαίες.

Πίνακας 72: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 25: «Μερικές φορές, τις πολύ ζεστές μέρες του καλοκαιριού, η ΔΕΗ αδυνατεί να ανταποκριθεί στην αυξημένη ζήτηση των πελατών της. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτό το πρόβλημα;» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,394 ^a	2	,498
Likelihood Ratio	1,390	2	,499
Linear-by-Linear Association	1,128	1	,288
N of Valid Cases	531		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 16,00.

Αναφορικά με το έτος δεν μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει μια ανοδική ή καθοδική πορεία σε κάποια από τις απαντήσεις. Ωστόσο μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι πρωτοετείς μοιράζονται ανάμεσα στις τρεις απαντήσεις -35,4% κρίση ισχύος, 32,3% κρίση ενέργειας, 32,3% τίποτα από τα δυο-. Οι δευτεροετείς σε ποσοστό 46,5% πιστεύουν ότι είναι κρίση ισχύος και σε ποσοστό 35,1% κρίση ενέργειας. Οι τριτοετείς ακόμα χειρότερα, μόνο 23,7% πιστεύει ότι το πρόβλημα είναι κρίση ενέργειας –ορθή απάντηση-. Από την άλλη οι τεταρτοετείς εκτοξεύουν την εναλλακτική ιδέα –κρίση ισχύος- στο 58,4% έναντι του 28,8% για την επιστημονική αιτιολόγηση. Τέλος οι επί πτυχίω, έτσι για αλλαγή, σε ποσοστό 46,7% βρίσκουν τη σωστή απάντηση ενώ το υπόλοιπο 53,3% μοιράζεται στις άλλες δύο –λανθασμένες- απαντήσεις (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXX). Εξετάζοντας τον Πίνακα 73, $\chi^2(8, N=531)=26,942$, η τιμή p λαμβάνει τη πολύ μικρή τιμή 0,001. Θεωρώντας ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το $\alpha=5\%$ ($p < \alpha$), ο έλεγχος είναι στατιστικά σημαντικός και συμπεραίνουμε ότι το έτος επηρεάζει προς κάποια κατεύθυνση σε σημαντικό βαθμό τις απαντήσεις του δείγματος.

Πίνακας 73: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 25: «Μερικές φορές, τις πολύ ζεστές μέρες του καλοκαιριού, η ΔΕΗ αδυνατεί να ανταποκριθεί στην αυξημένη ζήτηση των πελατών της. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτό το πρόβλημα;» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	26,942 ^a	8	,001
Likelihood Ratio	27,016	8	,001
Linear-by-Linear Association	6,388	1	,011
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,33.

Καταρχάς, όσον αφορά τις κατευθύνσεις του Λυκείου, οι φοιτητές/τριες που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα μοιράζονται ανάμεσα στη σωστή και στην εναλλακτική απάντηση (50%-50%). Δεύτερον, 66,7% του δείγματος που προέρχεται από Τεχνολογική κατεύθυνση πιστεύει ότι το πρόβλημα της ΔΕΗ είναι κρίση ισχύος κι όχι κρίση ενέργειας - 26,7%-. Αυτά τα άτομα μαζί με αυτά της Θετικής υποτίθεται έχουν διδαχθεί παραπάνω μαθήματα Φυσικής, αλλά εν τέλει για τη συγκεκριμένη περίπτωση διατήρησαν την προϋπάρχουσα γνώση τους. Τα άτομα από Θετική 48,4% θεωρούν κρίση ισχύος, 38,7% κρίση ενέργειας και 12,9% τίποτα από τα δύο. Τέλος από τα άτομα της Θεωρητικής το 31,3% απαντάει σωστά (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXXI). Για να βγάλουμε ένα συνολικό συμπέρασμα επιρροής των κατευθύνσεων στις απαντήσεις, θα έπρεπε ποσοστό κάτω του 20% του συνόλου των κελιών να έχει αναμενόμενες συχνότητες κάτω του 5. Ακόμα κι αν παραβλέπαμε αυτή την προϋπόθεση, από τη μια θα προέκυπτε ότι η κατεύθυνση επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τις απαντήσεις του δείγματος $\chi^2(6, N=530)=14,858$ & $p=0,021 < 0,05=\alpha$ - (Πίνακας 74) κι από την άλλη ότι η κατεύθυνση δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το αν απάντησε ορθά ή λανθασμένα το δείγμα - $\chi^2(3, N=530)=2,198$ & $p=0,532 > 0,05=\alpha$ - (Πίνακας 75).

Πίνακας 74: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 25: «Μερικές φορές, τις πολύ ζεστές μέρες του καλοκαιριού, η ΔΕΗ αδυνατεί να ανταποκριθεί στην αυξημένη ζήτηση των πελατών της. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτό το πρόβλημα;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	14,858 ^a	6	,021
Likelihood Ratio	17,651	6	,007
Linear-by-Linear Association	11,525	1	,001
N of Valid Cases	530		

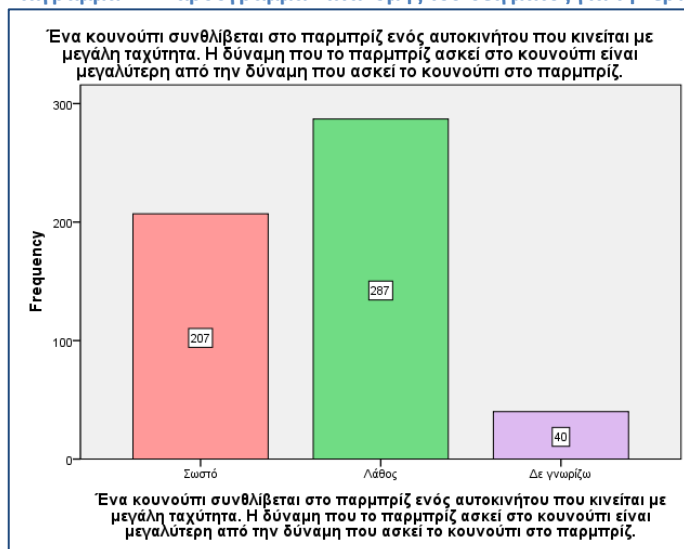
a. 3 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,34.

Πίνακας 75: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 25: «Μερικές φορές, τις πολύ ζεστές μέρες του καλοκαιριού, η ΔΕΗ αδυνατεί να ανταποκριθεί στην αυξημένη ζήτηση των πελατών της. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτό το πρόβλημα;» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,198 ^a	3	,532
Likelihood Ratio	2,119	3	,548
Linear-by-Linear Association	,029	1	,864
N of Valid Cases	530		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,89.

Διάγραμμα 47: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 26.



Ο Νεύτωνας στο Principia είχε διατυπώσει: «Για κάθε δράση υπάρχει πάντοτε αντιτιθέμενη μια ίση αντίδραση· ή οι αμοιβαίες δράσεις μεταξύ δύο σωμάτων, είναι πάντοτε ίσες και κατευθυνόμενες προς ενάντια μέρη» (όπ. αναφ. στο Young, 1994, σ. 96). Οι δυνάμεις αυτές έχουν ίδιο μέτρο κι αντίθετη διεύθυνση και συνιστούν μια και μοναδική αλληλεπίδραση (Hewitt, 2007). Το ότι το κουνούπι συνθλίβεται οφείλεται στις διαφορετικές μάζες και κατά συνέπεια στις διαφορετικές επιταχύνσεις που προκύπτουν. Οι δυνάμεις είναι ακριβώς ίσες και για τα δύο σώματα. Το 53,7% (287 άτομα) συμφωνούν με την επιστημονική άποψη και διαψεύδουν την πρόταση της ερώτησης 26. Όμως υπάρχουν και 207 άτομα (38,8%), τα οποία συνεχίζουν και διατηρούν την εναλλακτική ιδέα για να ερμηνεύσουν αυτό το γεγονός της καθημερινότητας, παρότι βρίσκονται στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση και έχουν διδαχθεί αρκετές φορές τους Νόμους του Νεύτωνα.

Στον ανδρικό πληθυσμό υπάρχει μια σύγχυση ανάμεσα σε αυτούς που πιστεύουν ότι η δύναμη που ασκεί το παρμπρίζ στο κουνούπι είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη που ασκεί το κουνούπι στο παρμπρίζ (47,2%) και σε αυτούς που πιστεύουν το αντίθετο (45,8%) –ορθή απάντηση-. Στον γυναικείο πληθυσμό υπάρχει διαφοροποίηση. Καταρχάς, η πλειοψηφία (55%) αυτών πιστεύουν ότι η μια δύναμη δεν είναι μεγαλύτερη από την άλλη, το οποίο αληθεύει. Επιπλέον την εναλλακτική ιδέα υποστηρίζει μικρότερο ποσοστό, 37,8% (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXXIII). Παρόλα αυτά, εξετάζοντας τον Πίνακα 76 διαπιστώνουμε ότι οι διαφορές στις απαντήσεις μεταξύ των φύλων είναι τυχαίες, αφού $\chi^2(2, N=534)=2,538$ και $p=0,281 > \alpha=5\%$.

Πίνακας 76: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 26: «Ένα κουνούπι συνθλίβεται στο παρμπρίζ ενός αυτοκινήτου που κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Η δύναμη που το παρμπρίζ ασκεί στο κουνούπι είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που ασκεί το κουνούπι στο παρμπρίζ.» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,538 ^a	2	,281
Likelihood Ratio	2,498	2	,287
Linear-by-Linear Association	1,846	1	,174
N of Valid Cases	534		

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,538 ^a	2	,281
Likelihood Ratio	2,498	2	,287
Linear-by-Linear Association	1,846	1	,174
N of Valid Cases	534		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,39.

Εξετάζοντας τις απαντήσεις ανά έτος, διαπιστώνουμε ότι σε όλα τα έτη –Α' έτος: 46,9%, Β' έτος:47,3%, Γ' έτος: 50%, Δ' έτος: 71,2%, επί πτυχίω: 62,5%- και ιδιαίτερα στους τελειόφοιτους υπερσχύει η ορθή επιστημονικά απάντηση, «Λάθος», έναντι της εναλλακτικής, «Σωστό», –Α' έτος: 40,6%, Β' έτος:43,8%, Γ' έτος: 45%, Δ' έτος: 24,8%, επί πτυχίω: 31,3%- (βλ. Παράρτημα, Πίνακα DXXXIV). Εξετάζοντας τον Πίνακα 77, διαπιστώνουμε ότι η επιρροή του έτους στις απαντήσεις του δείγματος είναι στατιστικά σημαντική, επειδή για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% η p λαμβάνει τιμή (0,001) πολύ μικρότερη αυτού κι επομένως ο έλεγχος χ^2 , $\chi^2(8, N=534)=26,224$, είναι στατιστικά σημαντικός και τα δεδομένα μπορούν αξιολογηθούν επαγωγικά.

Πίνακας 77: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 26: «Ένα κουνούπι συνθλίβεται στο παρμπρίζ ενός αυτοκινήτου που κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Η δύναμη που το παρμπρίζ ασκεί στο κουνούπι είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που ασκεί το κουνούπι στο παρμπρίζ.» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	26,224 ^a	8	,001
Likelihood Ratio	26,580	8	,001
Linear-by-Linear Association	1,121	1	,290
N of Valid Cases	534		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,20.

Λόγω προφανώς της μεγαλύτερης επαφής με τη Φυσική, τα άτομα που προέρχονταν από Θετική και Τεχνολογική απάντησαν σε μεγαλύτερο ποσοστό (71% & 71,1% αντίστοιχα) ορθά επιστημονικά εν συγκρίσει με τα άτομα που προέρχονταν από Θεωρητική (50,8%). Τα ελάχιστα άτομα από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα μοιράστηκαν ανάμεσα στο «Σωστό» και στο «Λάθος» (50%-50%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXXV). Τον Πίνακα 78, δεν τον χρησιμοποιούμε και δεν μπορούμε να αξιολογήσουμε επαγωγικά τα δεδομένα, λόγω του ότι ποσοστό πολύ μεγαλύτερο του 20% του συνόλου των κελιών περιέχει αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5. Οριακά και με κάποια ελαστικότητα στις προϋποθέσεις εφαρμογής του χ^2 test χρησιμοποιούμε τον επόμενο πίνακα, Πίνακα 79. Σε αυτόν έχουν συγχωνευτεί οι απαντήσεις σε σωστές («λάθος») και λανθασμένες («σωστό» & «δε γνωρίζω»). Λοιπόν, $\chi^2(3, N=533)=10,787$ και $p=0,013<0,05=\alpha$, άρα η κατεύθυνση επηρεάζει σε στατιστικά σημαντικό βαθμό την ύπαρξη σωστών-λανθασμένων απαντήσεων.

Πίνακας 78: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 26: «Ένα κουνούπι συνθλίβεται στο παρμπρίζ ενός αυτοκινήτου που κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Η δύναμη που το παρμπρίζ ασκεί στο κουνούπι είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που ασκεί το κουνούπι στο παρμπρίζ.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11,802 ^a	6	,067
Likelihood Ratio	12,816	6	,046
Linear-by-Linear Association	2,194	1	,139
N of Valid Cases	533		

a. 5 cells (41,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,45.

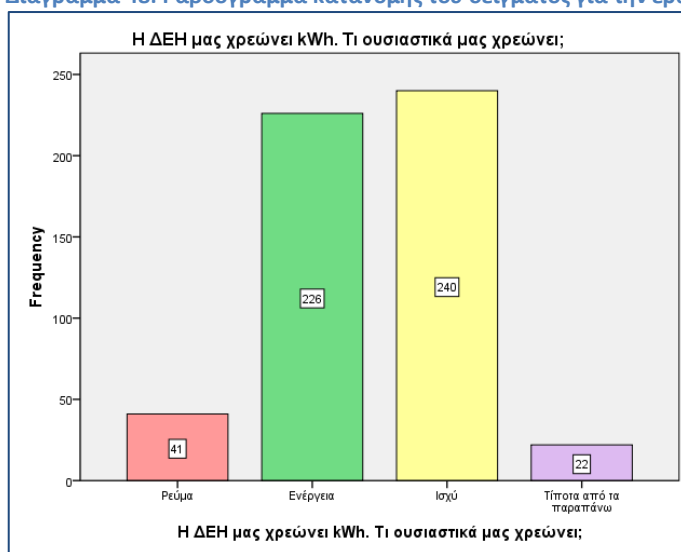
Πίνακας 79: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 26: «Ένα κουνούπι συνθλίβεται στο παρμπρίζ ενός αυτοκινήτου που κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Η δύναμη που το παρμπρίζ ασκεί στο κουνούπι είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που ασκεί το κουνούπι στο παρμπρίζ.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,787 ^a	3	,013
Likelihood Ratio	11,156	3	,011
Linear-by-Linear Association	7,313	1	,007
N of Valid Cases	533		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,78.

Διάγραμμα 48: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 27.



Όπως αναφέρει και το σχολικό βιβλίων Φυσικών της Ε΄ τάξης:

Ξέρεις ότι η ενέργεια διατηρείται. Δε δημιουργείται, δεν παράγεται, δεν καταναλώνεται, δε ξοδεύεται! Μετατρέπεται σε διάφορες συσκευές στη μορφή που μας είναι κάθε φορά χρήσιμη και υποβαθμίζεται σταδιακά σε θερμότητα. Τι μετρά, λοιπόν, ο μετρητής της ΔΕΗ; Μέσα από το δίκτυο της ΔΕΗ φτάνει στο σπίτι μας χρήσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή μετατρέπεται στις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούμε και υποβαθμίζεται σε θερμότητα. Ο μετρητής μετρά την «ποσότητα» ενέργειας που μετατρέπεται, που υποβαθμίζεται στο σπίτι μας. Και η ΔΕΗ μας χρεώνει αντίστοιχα. (σ.27)

Παρόλο που το συγκεκριμένο θέμα οι φοιτητές/τριες το διδάσκονται από το Δημοτικό, φτάνοντας στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση δεν το έχουν ξεκαθαρίσει πλήρως. Δηλαδή

διατηρούν ακόμα τις παρανοήσεις τους που με αυτές ερμηνεύουν καθημερινά ζητήματα, όπως αυτό του Διαγράμματος 48. Από τα 529 άτομα που απάντησαν στη συγκεκριμένη ερώτηση, τα 426 (43,2%) είπαν ότι η ΔΕΗ μας χρεώνει ενέργεια –σωστή απάντηση-, 240 είπαν ισχύ (45,4%), 41 (7,8%) ρεύμα και 22 (4,2%) τίποτα από τα ανωτέρω. Παρατηρούμε ότι διατηρείται σε ισχυρό ποσοστό η εναλλακτική ιδέα περί ισχύος και αυτό προφανώς οφείλεται στο ότι ο λογαριασμός της ΔΕΗ γράφει kWh (κιλοβατώρες). Λοιπόν, μονάδα μέτρησης της ισχύς είναι το βατ (watt), δηλαδή τα τζαουλ ανά δευτερόλεπτο (J/s) (Hewitt, 2007). Οι κιλοβατώρες είναι το γινόμενο της ισχύς επί το χρόνο (J/s*s), άρα αυτό που μένει κι εν τέλει χρεώνει η ΔΕΗ είναι η ηλεκτρική ενέργεια (J). Η ίδια ερώτηση είχε τεθεί και το 2011 (Κίτσιου κ. συν.) και σε μαθητές Δ', Ε', Στ' τάξης Δημοτικών σχολείων της Θεσπρωτίας και των Ιωαννίνων. Οι μαθητές τότε σε ποσοστό μεγαλύτερο του 70% είχαν απαντήσει ότι η ΔΕΗ χρεώνει ρεύμα. Δηλαδή ούτε εκείνο το δείγμα τότε απάντησε σύμφωνα με την επιστημονική ερμηνεία, αλλά ούτε ήταν εξοικειωμένο με την έννοια της ισχύος.

Από τους φοιτητές, τώρα, μόλις το 26,8% έδωσε την ορθή απάντηση. Διπλάσιος αριθμός σχεδόν (56,3%) πιστεύει ότι η ΔΕΗ χρεώνει ισχύ και το υπόλοιπο 16,9 ρεύμα ή τίποτα από τα παραπάνω. Αντίθετα στις φοιτήτριες το μεγαλύτερο ποσοστό (45,2%) πιστεύει, ορθά, ότι η ΔΕΗ μας χρεώνει ενέργεια. Ενώ 7 άτομα λιγότερα και ποσοστό 43,7% συγκεντρώνει η απάντηση ότι η ΔΕΗ μας χρεώνει ισχύ (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXXVII). Εξετάζοντας τα αποτελέσματα του Πίνακα 80, συμπεραίνουμε ότι το φύλο επηρεάζει σε στατιστικά σημαντικό βαθμό τις απαντήσεις του δείγματος, καθότι για $\chi^2(3, N=529)=10,750$ έχουμε $p=0,013 < 0,05 = \alpha$.

Πίνακας 80: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 27: «Η ΔΕΗ μας χρεώνει kWh. Τι ουσιαστικά μας χρεώνει;» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,750 ^a	3	,013
Likelihood Ratio	10,557	3	,014
Linear-by-Linear Association	5,980	1	,014
N of Valid Cases	529		

a. 1 cells (12,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,95.

Στις απαντήσεις ανά έτος, παρατηρείται το εξής παράδοξο. Οι πρωτοετείς και δευτεροετείς σε μεγαλύτερο ποσοστό -43,6% & 50,2% αντίστοιχα- εκφράζουν την επιστημονική θέση και σε μικρότερο την κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα -36,2% & 38,3% αντίστοιχα-. Αντίθετα οι τριτοετείς και τεταρτοετείς, αν και μεγαλύτερα έτη επομένως και με περισσότερα διδαχθέντα μαθήματα Φυσικής, εκφράζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό -50,5% & 60% αντίστοιχα- την κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα παρά την επιστημονική θέση -38,7% & 32,8% αντίστοιχα-. Δηλαδή κατά τη διάρκεια των σπουδών ενισχύθηκε η παρανόηση αντί να αποδυναμωθεί. Οι επί πτυχίω, τέλος, 12,5% δηλώνουν ότι η ΔΕΗ μας χρεώνει ρεύμα και το υπόλοιπο 87,5% μοιράζεται ανάμεσα στην ενέργεια και την ισχύ (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXXVIII). Όπως μας αποδεικνύει και ο Πίνακας 81 μέσω του χ^2 ελέγχου, με $\chi^2(12, N=529)=28,209$ και $p=0,005 < 0,05 = \alpha$, ο έλεγχος είναι στατιστικά σημαντικός και μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το έτος επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τις απαντήσεις των φοιτητών/τριών.

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

Πίνακας 81: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 27: «Η ΔΕΗ μας χρεώνει kWh. Τι ουσιαστικά μας χρεώνει;» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	28,209 ^a	12	,005
Likelihood Ratio	28,512	12	,005
Linear-by-Linear Association	6,135	1	,013
N of Valid Cases	529		

a. 4 cells (20,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,67.

Αναφορικά με την κατεύθυνση, να σημειωθεί ότι τα άτομα από Τεχνολογική ήταν αυτά που σε χαμηλότερο ποσοστό (24,4%) απάντησαν ορθά και σε υψηλότερο ποσοστό (66,7%) εξέφρασαν την εναλλακτική ιδέα περί ισχύος. Από την άλλη, τα άτομα της Θετικής κατεύθυνσης σημείωσαν το υψηλότερο ποσοστό (45,2%) ορθών απαντήσεων, αλλά κι εξίσου υψηλό ποσοστό (51,6%) της κυρίαρχης εναλλακτικής ιδέας. Με άλλα λόγια, άτομα εξοικειωμένα περισσότερο με τον κλάδο της Φυσικής πιστεύουν σε μεγάλο ποσοστό ότι η ΔΕΗ μας χρεώνει ισχύ. Από τη Θεωρητική που δεν είναι και τόσο εξοικειωμένοι, 42,8% υποστηρίζουν ισχύ και το 44,8% υποστηρίζει ορθά ενέργεια. Εντωμεταξύ τα άτομα που προέρχονταν από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα απάντησαν εντελώς λάθος (100%), μοιραζόμενοι ανάμεσα σε ρεύμα και ισχύ (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXXXIX). Για συσχετίσουμε την κατεύθυνση με τις απαντήσεις δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον Πίνακα 82, καθώς 50% του συνόλου των κελιών περιέχει αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 και ο έλεγχος χ^2 δεν θεωρείται αξιόπιστος. Έτσι συγχωνεύτηκαν οι τέσσερις απαντήσεις σε δύο (Σωστές –Λανθασμένες) και προέκυψε ο Πίνακας 83. Σύμφωνα με αυτόν τον πίνακα και με κάθε επιφύλαξη, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η κατεύθυνση επηρεάζει σημαντικά τις απαντήσεις του δείγματος, καθότι $\chi^2(3, N=528)$ και $p=0,009 < 0,05 = \alpha$.

Πίνακας 82: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 27: «Η ΔΕΗ μας χρεώνει kWh. Τι ουσιαστικά μας χρεώνει;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	31,171 ^a	9	,000
Likelihood Ratio	29,376	9	,001
Linear-by-Linear Association	5,180	1	,023
N of Valid Cases	528		

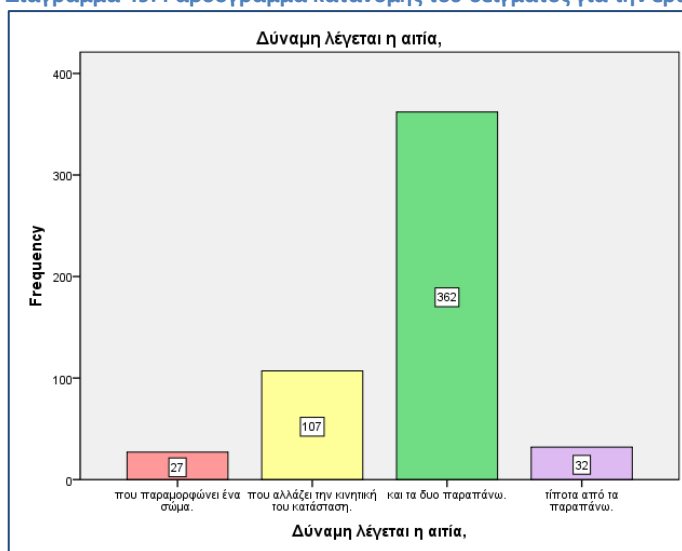
a. 8 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,25.

Πίνακας 83: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 27: «Η ΔΕΗ μας χρεώνει kWh. Τι ουσιαστικά μας χρεώνει;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11,519 ^a	3	,009
Likelihood Ratio	14,126	3	,003
Linear-by-Linear Association	9,645	1	,002

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,56.

Διάγραμμα 49: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 28.



Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 28 φαίνεται στο Διάγραμμα 49. Η σωστή απάντηση (και τα δυο) δίνεται από το 68,6% του δείγματος. Ο ορισμός της δύναμης εμπεριέχεται από τα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού μέχρι και τα συγγράμματα του Πανεπιστημίου κι έτσι φαίνεται ότι το δείγμα τον έχει εμπεδώσει. Από την Ε΄ τάξη Δημοτικού διδάσκεται ότι οι δυνάμεις ευθύνονται για τη μόνιμη ή προσωρινή παραμόρφωση των σωμάτων, για την αλλαγή της κινητικής τους κατάστασης, τη μείωση ή αύξηση της ταχύτητας ή την αλλαγή της κατεύθυνσης της κίνησης (Αποστολάκης κ. συν., 2009^α). Αυτό σχολιάστηκε κι από τους Κώτση και Κολοβό (2002), οι οποίοι πραγματοποίησαν μια εμπειρική έρευνα σε ένα εντελώς διαφορετικό δείγμα· στο 9% του μαθητικού πληθυσμού Δημοτικών σχολείων της Αιτωλοακαρνανίας και έθεσαν την ίδια ερώτηση. Το αποτέλεσμα ήταν τα παιδιά της Δ΄ τάξης σε ποσοστό 58% να συνδέουν τη δύναμη με την κίνηση των αντικείμενων και σε ποσοστό 18% και με την κίνηση και με την παραμόρφωση· ενώ τα παιδιά της Ε΄ τάξης που διδάχθηκαν τον ορισμό της δύναμης σε ποσοστό 37% απάντησαν σωστά και η γνώση διατηρήθηκε και στα παιδιά της Στ΄ τάξης (36%) (Κώτσης & Κολοβός, 2002).

Οι πίνακες που παρατίθενται για αυτή την ερώτηση προέκυψαν αφού πρώτα οι τέσσερις τιμές της μεταβλητής συγχωνεύτηκαν σε δυο (Σωστή απάντηση & Λανθασμένη απάντηση), γιατί στους αρχικούς πίνακες προέκυπταν ποσοστά άνω του 20% του συνόλου των κελιών που περιείχαν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 και έτσι παραβιαζόταν μια από τις προϋποθέσεις εφαρμογής του ελέγχου χ^2 . Ξεκινώντας από τον πρώτο πίνακα, Πίνακα 84, κι έχοντας κάνει Fisher test για τους λόγους που έχουν αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, προκύπτει $\chi^2(1, N=528)=0,691$ και $p=0,490 > \alpha=0,05$. Άρα οι διαφορές στις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις μεταξύ των δυο φύλων είναι τυχαίες. Από τους φοιτητές το 4,3% δηλώνει ότι η δύναμη είναι η αιτία που παραμορφώνει τα σώματα, 20% η αιτία αλλαγής της κινητικής κατάστασης των σωμάτων, 72,9% και τα δύο –σωστή απάντηση- και 2,9% τίποτα από τα παραπάνω. Από τις φοιτήτριες, 5,2% θεωρεί τη δύναμη ως αιτία

παραμόρφωσης των σωμάτων, 20,3% ως αιτία αλλαγής της κινητικής κατάστασης των σωμάτων, 67,9% ως αιτία παραμόρφωσης και αλλαγής κινητικής κατάστασης των σωμάτων και 6,6% ούτε αιτία παραμόρφωσης των σωμάτων ούτε αλλαγής της κινητικής τους κατάστασης (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXLI).

Πίνακας 84: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 28: «Δύναμη λέγεται η αιτία,» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,691 ^a	1	,406		
Continuity Correction ^b	,480	1	,488		
Likelihood Ratio	,707	1	,400		
Fisher's Exact Test				,490	,246
Linear-by-Linear Association	,690	1	,406		
N of Valid Cases	528				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 22,01.

b. Computed only for a 2x2 table

Αναλύοντας τις απαντήσεις του δείγματος ανά έτος, αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων έχει ανοδική πορεία. Δηλαδή απάντησαν ότι η δύναμη είναι η αιτία και που παραμορφώνει ένα σώμα και που αλλάζει την κινητική του κατάσταση το 63,5% των πρωτοετών, το 64,3% των δευτεροετών, το 70,7% των τριτοετών, το 75,2% των τεταρτοετών και το 87,5% των επί πτυχίω φοιτητών/τριών (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXLII). Από τον Πίνακα 85, συμπεραίνουμε ότι οι διαφορές μεταξύ των ετών δεν επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά τις απαντήσεις του δείγματος, επειδή $p=0,085>0,05=\alpha$ για $\chi^2(4, N=528)=8,186$.

Πίνακας 85: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 28: «Δύναμη λέγεται η αιτία,» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	8,186 ^a	4	,085
Likelihood Ratio	8,714	4	,069
Linear-by-Linear Association	7,288	1	,007
N of Valid Cases	528		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,03.

Και από τον Πίνακα 86, μπορούμε να συμπεράνουμε –με επιφύλαξη βέβαια- ότι οι διαφορές μεταξύ σωστών και λανθασμένων απαντήσεων είναι τυχαίες, καθώς $\chi^2(3, N=527)=4,085$ και $p=0,252$ μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$. Συγκεκριμένα το 67% της Θεωρητικής απάντησε σωστά και το 33% λανθασμένα· αντίστοιχα το 77,4% της Θετικής σωστά και το 22,6% λανθασμένα· από τη Τεχνολογική 79,5% απάντησε σωστά και 20,5% λανθασμένα –ή αλλαγή κινητικής κατάστασης ή «τίποτα από τα παραπάνω»- και 66,7% των ατόμων από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα απαντά ορθά έναντι

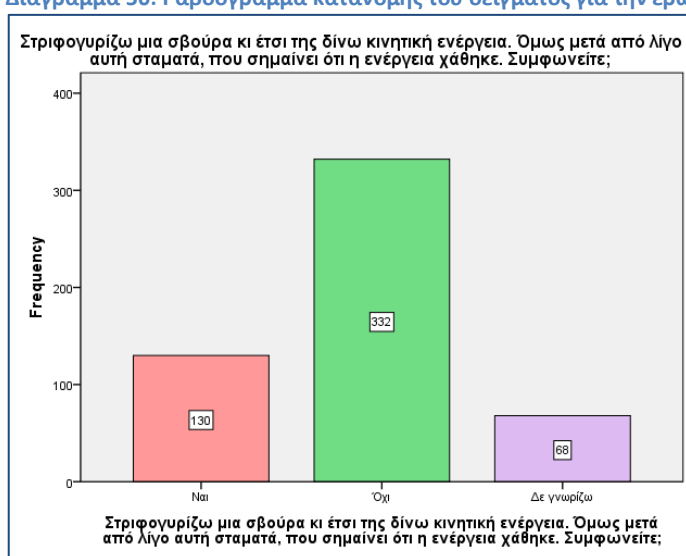
του 33,3% που δίνει λανθασμένες απαντήσεις –αλλά κανείς δεν είπε ότι η δύναμη είναι μόνο η αιτία που παραμορφώνει τα σώματα- (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXLIII).

Πίνακας 86: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 28: «Δύναμη λέγεται η αιτία,» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,085 ^a	3	,252
Likelihood Ratio	4,345	3	,227
Linear-by-Linear Association	2,913	1	,088
N of Valid Cases	527		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,88.

Διάγραμμα 50: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 29.



Μία από τις μεγαλύτερες γενικεύσεις της Φυσικής είναι η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας. Σύμφωνα με αυτή, «η ενέργεια δεν μπορεί ούτε να δημιουργηθεί ούτε να καταστραφεί· μπορεί να μετασχηματιστεί από μια μορφή σε κάποια άλλη, αλλά η ολική της ποσότητα ουδέποτε μεταβάλλεται» (Hewitt, 2007, σ. 112). Από το Διάγραμμα 50 προκύπτει ότι το δείγμα στην πλειοψηφία του γνωρίζει την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας και την εφαρμόζει για να ερμηνεύσει καθημερινά γεγονότα, καθώς 62,6% (332 άτομα) απάντησαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο, 24,5% (130 άτομα) διατηρούν την εναλλακτική ιδέα περί απώλειας της ενέργειας και 12,8% (68 άτομα) –μη αμελητέο ποσό- δεν γνωρίζει τη σωστή απάντηση. Αντίθετα με το δείγμα μας σε εμπειρική έρευνα που είχαν κάνει οι Κίτσιου κ. συν. (2011) σε παιδιά Δημοτικού (Δ', Ε', Στ' τάξη) είχαν διαπιστώσει ότι πάνω από 55% του δείγματος είχαν την εναλλακτική ιδέα, τα ποσοστά της οποίας μειώνονταν καθώς αυξάνονταν η τάξη.

Ανάμεσα στους φοιτητές και τις φοιτήτριες υπάρχει διαφοροποίηση στις απαντήσεις τους. Οι φοιτήτριες στην πλειοψηφία τους (65,8%) γνωρίζουν την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας και απαντούν σωστά έναντι 20,9% αυτών που διατηρούν την εναλλακτική ιδέα. Αντίθετα οι φοιτητές σε μεγαλύτερο ποσοστό (47,9%) απαντούν λανθασμένα, με την εναλλακτική ιδέα, και σε ποσοστό 42,3% απαντούν ορθά (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXLV).

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

Ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά φαίνεται και στον Πίνακα 87, όπου $\chi^2(2, N=530)=24,242$ και $p=0,000<0,05=\alpha$: δηλαδή ο έλεγχος είναι στατιστικά σημαντικός και το συμπέρασμα είναι ότι το φύλο επηρεάζει σημαντικά τις απαντήσεις, με τις φοιτήτριες να προηγούνται.

Πίνακας 87: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 29: «Στριφογυρίζω μια σβούρα κι έτσι της δίνω κινητική ενέργεια. Όμως μετά από λίγο αυτή σταματά, που σημαίνει ότι η ενέργεια χάθηκε. Συμφωνείτε;» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	24,242 ^a	2	,000
Likelihood Ratio	21,546	2	,000
Linear-by-Linear Association	15,762	1	,000
N of Valid Cases	530		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,11.

Ο Πίνακας 88, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι απαντήσεις του δείγματος επηρεάζονται από το έτος φοίτησης, καθώς ο έλεγχος είναι στατιστικά σημαντικός αφού $\chi^2(8, N=530)=73,266$ και $p=0,000$ πολύ μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$. Αναλυτικός σχολιασμός των απαντήσεων του δείγματος ανά έτος ακολουθεί ευθύς αμέσως. Από τους πρωτοετείς 20% «δε γνωρίζει» και το υπόλοιπο 80% μοιράζεται ανάμεσα στο «Ναι» και στο «Όχι». Στους δευτεροετείς, χωρίς αισθητή διαφορά στους μη γνώστες της απάντησης, 53,7% απαντούν «Όχι» και 26,4% «Ναι». Από τους τριτοετείς, μειώνεται αισθητά το ποσοστό (6,5%) αυτών που δε γνώριζαν τι να απαντήσουν, λίγο (24,7%) αυτών που απάντησαν λανθασμένα κι αυξάνεται το ποσοστό (68,8%) των σωστών απαντήσεων. Οι τεταρτοετείς στη συντριπτική τους πλειοψηφία (88,8%) απαντούν ορθά -«Όχι»- 10,4% διατηρούν την εναλλακτική ιδέα -«Ναι»- και μόλις 0,8% (1 άτομο) «Δε γνωρίζει» την απάντηση. Όμως αλλάζει η κατανομή των απαντήσεων στους επί πτυχίω φοιτητές και έχουμε 62,6% να διαφωνούν με την ερμηνεία της ερώτησης 29 –και σωστά πράττουν-, 24,5% να συμφωνούν και 12,8% να μη γνωρίζουν. Επομένως το συμπέρασμα είναι ότι όσον αυξάνονται τα έτη φοίτησης στο Παιδαγωγικό, τόσο περισσότεροι φοιτητές/τριες απαντούν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο.

Πίνακας 88: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 29: «Στριφογυρίζω μια σβούρα κι έτσι της δίνω κινητική ενέργεια. Όμως μετά από λίγο αυτή σταματά, που σημαίνει ότι η ενέργεια χάθηκε. Συμφωνείτε;» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	73,266 ^a	8	,000
Likelihood Ratio	83,695	8	,000
Linear-by-Linear Association	,385	1	,535
N of Valid Cases	530		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,05.

Αναφορικά με την κατεύθυνση για την απάντηση « Δε γνωρίζω» τα ποσοστά είναι 14,5% για τα άτομα που προέρχονται από Θεωρητική κατεύθυνση, μονοψήφια γι' αυτά από Θετική

(3,3%) και Τεχνολογική (4,4%) και μηδενικό γι' αυτά από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα. Την ορθή επιστημονικά απάντηση δίνουν το 73,3% από Τεχνολογική, το 70% από Θετική, το 66,7% από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα και το 60,9% από Θεωρητική. Ασύμφωνα από το επιστημονικό πρότυπο απαντά το 33,3% αυτών από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα, το 26,7% από Θετική, 24,6% από Θεωρητική και το 22,2% από Τεχνολογική (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXLVII). Παρατηρώντας τον Πίνακα 90 κι έχοντας ένα μεγάλο ποσοστό (75%) κελιών με παρατηρήσεις άνω του 5, συμπεραίνουμε ότι οι διαφορές μεταξύ σωστών και λανθασμένων απαντήσεων είναι τυχαίες, αφού $\chi^2(3, N=529)=3,486$ και $p=0,323 > \alpha=0,05$. Ο Πίνακας 89 λόγω του ότι 33,3% του συνόλου των κελιών περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 δεν οδηγεί σε αξιόπιστα συμπεράσματα.

Πίνακας 89: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 29: «Στριφογυρίζω μια σβούρα κι έτσι της δίνω κινητική ενέργεια. Όμως μετά από λίγο αυτή σταματά, που σημαίνει ότι η ενέργεια χάθηκε. Συμφωνείτε;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7,964 ^a	6	,241
Likelihood Ratio	10,369	6	,110
Linear-by-Linear Association	1,997	1	,158
N of Valid Cases	529		

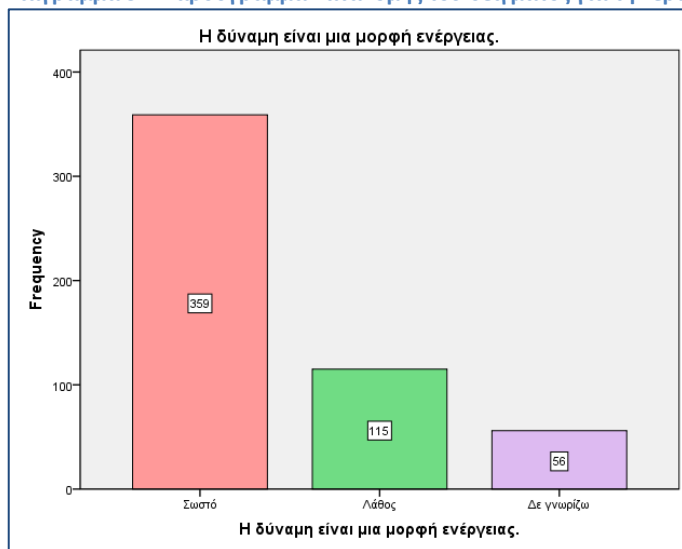
a. 4 cells (33,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,77.

Πίνακας 90: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 29: «Στριφογυρίζω μια σβούρα κι έτσι της δίνω κινητική ενέργεια. Όμως μετά από λίγο αυτή σταματά, που σημαίνει ότι η ενέργεια χάθηκε. Συμφωνείτε;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,486 ^a	3	,323
Likelihood Ratio	3,619	3	,306
Linear-by-Linear Association	2,992	1	,084
N of Valid Cases	529		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,25.

Διάγραμμα 51: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 30.



Η ερώτηση 30, όπως και οι 15, 18, 19, 22, 26, αποτελούν μέρος 40 ερωτήσεων Φυσικής του ιστοτόπου <http://users.att.sch.gr/antoniou>. Λοιπόν όπως αναφέρουν οι Driver, Squires, Rushworth και Wood-Robinson (2000) μια από τις εναλλακτικές ιδέες είναι ότι τα παιδιά – κι όπως φαίνεται εδώ και οι ενήλικες- συνδέουν την ενέργεια με τη δύναμη. Εξάλλου η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος (Young, 1994), η ενέργεια όμως όχι. Ανάλογα με τα αίτια που τις προκαλούν διακρίνουμε και τις διάφορες μορφές ενέργειας: αιολική, ατομική, γεωθερμική, δυναμική, ελαστική, ηλεκτρική, ηλιακή, θερμική, κινητική, μηχανική, παλιρροϊκή, πυρηνική, υδραυλική και χημική (Κίτσιου κ. συν., 2011). Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 51, η πλειοψηφία των φοιτητών/τριών (97,7% ή 359 άτομα) συνεχίζει να πιστεύει στην εναλλακτική ιδέα περί ταύτισης της ενέργειας και της δύναμης και μόλις το 24,5% (130 άτομα) εκφράζει τη σωστή απάντηση. Τέλος 12,8% (68 άτομα) δε γνωρίζει αν είναι σωστή ή λάθος η πρόταση της ερώτησης 30.

Οι διαφορές στα ποσοστά των απαντήσεων μεταξύ φοιτητών και φοιτητριών είναι της τάξης του 1% υπέρ των γυναικών (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXLIX). Με άλλα λόγια οι διαφορές είναι αμελητέες, δηλαδή το φύλο δεν επηρεάζει τις απαντήσεις. Εξάλλου αυτό αποδεικνύεται κι από τον Πίνακα 91, όπου $\chi^2(2, N=530)=0,338$ και $p=0,845 > 5\%$ θεωρώντας ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το $\alpha=5\%$.

Πίνακας 91: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 30: «Η δύναμη είναι μια μορφή ενέργειας.» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,338 ^a	2	,845
Likelihood Ratio	,324	2	,850
Linear-by-Linear Association	,164	1	,685
N of Valid Cases	530		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,61.

Μεταξύ των ετών παρατηρούνται σημαντικές αυξομειώσεις στα ποσοστά των απαντήσεων. Καταρχάς για την απάντηση «Δε γνωρίζω» τα ποσοστά είναι διψήφια (12,8% - 15,3%) για

τους πρωτοετείς και δευτεροετείς, ενώ για τις άλλες τρεις κατηγορίες μονοψήφια (από 4,3% ως 6,4%). Τις περισσότερες σωστές απαντήσεις έδωσαν οι τεταρτοετείς (32%) και οι επί πτυχίω φοιτητές (31,3%) και τις λιγότερες οι πρωτοετείς (17%) και οι τριτοετείς (17,2%). Τις περισσότερες απαντήσεις βασισμένες στην εναλλακτική ιδέα, «Σωστό», έδωσαν οι τριτοετείς (78,5%). Οι δευτεροετείς βρίσκονται στο ενδιάμεσο με 18,8% «Λάθος» και 65,8% «Σωστό» (βλ. Παράρτημα, πίνακα DL). Παρατηρώντας και τον Πίνακα 92, όπου $\chi^2(8, N=530)=22,506$ και $p=0,004 < 0,05 = \alpha$, συμπεραίνουμε ότι ο έλεγχος είναι στατιστικά σημαντικός και το έτος επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τις απαντήσεις των φοιτητών/τριών.

Πίνακας 92: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 30: «Η δύναμη είναι μια μορφή ενέργειας.» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	22,506 ^a	8	,004
Likelihood Ratio	22,591	8	,004
Linear-by-Linear Association	,343	1	,558
N of Valid Cases	530		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,69.

Τα μεγαλύτερα ποσοστά σωστών απαντήσεων –«Λάθος»- παρατηρούνται στο δείγμα που προέρχεται από τη Τεχνολογική (42,2%) και τη Θετική (41,9%) και τα μεγαλύτερα ποσοστά λανθασμένων απαντήσεων –«Σωστό» & «Δε γνωρίζω»- στο δείγμα που προέρχεται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα (83,4%) και από τη Θεωρητική (81,7%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLI). Ο Πίνακας 93 δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αξιολόγηση επαγωγική των δεδομένων, αφού πάνω από το 20% του συνόλου κελιών περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες κάτω του 5. Έτσι συγχωνεύτηκαν οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες και προέκυψε ο επόμενος πίνακας. Από τον Πίνακα 94 (με ελαστικότητα στις προϋποθέσεις εφαρμογής του χ^2 test) προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των απαντήσεων ανά κατεύθυνση, δηλαδή η κατεύθυνση επηρεάζει τις απαντήσεις καθώς $\chi^2(3, N=529)=21,648$ και $p=0,001 < 0,05 = \alpha$.

Πίνακας 93: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 30: «Η δύναμη είναι μια μορφή ενέργειας.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	22,630 ^a	6	,001
Likelihood Ratio	20,493	6	,002
Linear-by-Linear Association	3,222	1	,073
N of Valid Cases	529		

a. 5 cells (41,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,64.

Πίνακας 94: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 30: «Η δύναμη είναι μια μορφή ενέργειας.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

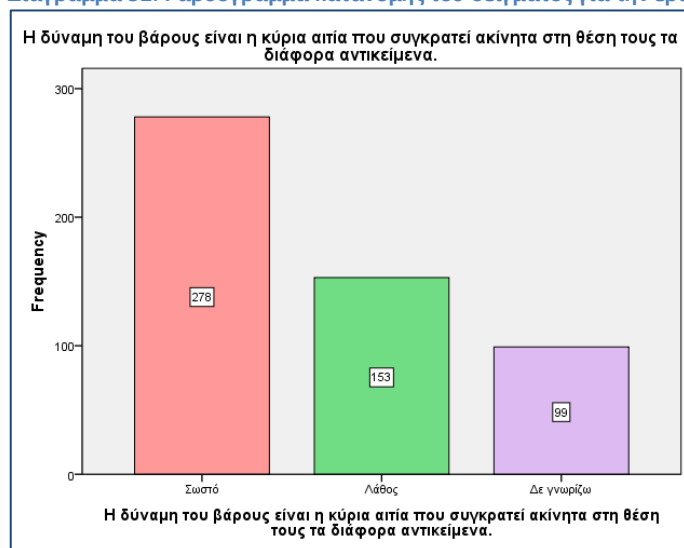
Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	21,648 ^a	3	,000

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

Likelihood Ratio	19,032	3	,000
Linear-by-Linear Association	14,523	1	,000
N of Valid Cases	529		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,30.

Διάγραμμα 52: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 31.



Τα παιδιά της Ε΄ Δημοτικού πιστεύουν ότι η βαρύτητα και το βάρος συσχετίζονται με κάποια χαρακτηριστικά τριβής, αφού θεωρούν τη δύναμη του βάρους ως την κύρια αιτία που συγκρατεί ακίνητα στη θέση τους τα διάφορα αντικείμενα ή που επιβραδύνει την κίνησή τους (Τσαγλιώτης, 1998). Όμως σύμφωνα με τη Ξηρουχάκη (2010), η αιτία είναι η αδράνεια. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 52, η παρανόηση συναντάται και σε ενήλικες, μελλοντικούς εκπαιδευτικούς σε ποσοστό 52,5%. Μόνο 153 άτομα (28,9%) απαντούν σωστά και το υπόλοιπο 18,7% (99 άτομα) –μη αμελητέο ποσοστό– δε γνωρίζει αν η πρόταση της ερώτησης 31 είναι σωστή ή λανθασμένη.

Όσον αφορά το φύλο, ο μισός ανδρικός πληθυσμός του δείγματος και κάτι παραπάνω (52,8%) από το μισό γυναικείο διατηρούν την εναλλακτική ιδέα. Επιπροσθέτως 16,7% των ανδρών του δείγματος και 19% των γυναικών δε γνωρίζει αν αληθεύει ή όχι η πρόταση της ερώτησης 31. Μόνο 33,3% των φοιτητών και 28,2% των φοιτητριών απαντούν ορθά (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLIII). Όμως οι διάφορες μικροδιαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των δύο φύλων είναι τυχαίες, όπως διαπιστώνεται κι από την ανάλυση του Πίνακα 95, όπου $\chi^2(2, N=530)=0,852$ και $p=0,653 > 0,05 = \alpha$.

Πίνακας 95: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 31: «Η δύναμη του βάρους είναι η κύρια αιτία που συγκρατεί ακίνητα στη θέση τους τα διάφορα αντικείμενα.» και τη μεταβλητή «φύλο».

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,852 ^a	2	,653
Likelihood Ratio	,836	2	,658
Linear-by-Linear Association	,003	1	,959
N of Valid Cases	530		

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,852 ^a	2	,653
Likelihood Ratio	,836	2	,658
Linear-by-Linear Association	,003	1	,959
N of Valid Cases	530		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 13,45.

Αναφορικά με τα έτη, 50% των επί πτυχίω φοιτητών/τριών, 50,5% των πρωτοετών και τριτοετών, το 53,6% των τεταρτοετών και το 53,7% των δευτεροετών υποστηρίζουν ότι η πρόταση της ερώτησης 31 είναι σωστή –εναλλακτική ιδέα-. Απ’ την άλλη το 32,8% των τεταρτοετών, το 31,3% των επί πτυχίω, 28,4% των πρωτοετών, το 28% των τριτοετών και 26,9% των δευτεροετών υποστηρίζουν ότι η πρόταση είναι λανθασμένη –επιστημονική ερμηνεία- (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLIV) . Όπως φαίνεται κι από την παραπάνω ανάλυση κι από τον Πίνακα 96, το έτος δεν επηρεάζει με συγκεκριμένο τρόπο τις απαντήσεις του δείγματος, καθότι $\chi^2(8, N=530)=3,725$ και $p=0,881$ μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

Πίνακας 96: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 31: «Η δύναμη του βάρους είναι η κύρια αιτία που συγκρατεί ακίνητα στη θέση τους τα διάφορα αντικείμενα.» και τη μεταβλητή «έτος».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,725 ^a	8	,881
Likelihood Ratio	3,855	8	,870
Linear-by-Linear Association	,493	1	,482
N of Valid Cases	530		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,99.

Όσον αφορά την κατεύθυνση που είχαν ακολουθήσει στο Λύκειο τα άτομα του δείγματος, παρατηρούνται κάποιες διαφορές οι οποίες μάλλον –βασιζόμενοι στο 75% του συνόλου των κελιών- είναι τυχαίες κι επομένως η κατεύθυνση δεν επηρεάζει σημαντικά ούτε τις απαντήσεις γενικά/μη συγχωνευμένες $-\chi^2(6, N=529)=6,405$ και $p=0,379>0,05=\alpha$ - (Πίνακας 97) ούτε τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις $-\chi^2(3, N=529)=3,466$ και $p=0,325>0,05=\alpha$ - (Πίνακας 98). Καταρχάς το μικρότερο ποσοστό εναλλακτικών απαντήσεων («Σωστό»), 45,2%, αλλά και το μεγαλύτερο ποσοστό σωστών απαντήσεων («Λάθος»), 41,9%, είχαν τα άτομα από Θετική. Το μικρότερο ποσοστό (27,5%) σωστών απαντήσεων, αλλά όχι και το μεγαλύτερο ποσοστό (52,3%) εναλλακτικών παρουσίασαν τα άτομα από Θεωρητική. Τέλος το μεγαλύτερο ποσοστό (57,8%) εναλλακτικών απαντήσεων έδωσαν τα άτομα από Τεχνολογική (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLV).

Πίνακας 97: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 31: «Η δύναμη του βάρους είναι η κύρια αιτία που συγκρατεί ακίνητα στη θέση τους τα διάφορα αντικείμενα.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,405 ^a	6	,379

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

Likelihood Ratio	6,800	6	,340
Linear-by-Linear Association	1,279	1	,258
N of Valid Cases	529		

a. 3 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,12.

Πίνακας 98: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 31: «Η δύναμη του βάρους είναι η κύρια αιτία που συγκρατεί ακίνητα στη θέση τους τα διάφορα αντικείμενα.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,466 ^a	3	,325
Likelihood Ratio	3,283	3	,350
Linear-by-Linear Association	1,645	1	,200
N of Valid Cases	529		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,74.

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 99) αποτυπώνει συνοπτικά την κατανομή των απαντήσεων για τις ερωτήσεις της Μηχανικής. Επιπροσθέτως περιέχει παραπομπές για τους πίνακες συχνότητας σωστών-λανθασμένων απαντήσεων και τα κυκλικά διαγράμματα με τα ποσοστά αυτών που παρατίθενται στο Παράρτημα.

Πίνακας 99: Συνοπτικός πίνακας Σωστών και Λανθασμένων απαντήσεων για το Β' μέρος του ερωτηματολογίου.

Ερώτηση	Σωστές απαντήσεις	%	Λανθασμένες απαντήσεις	%	Ελλείπουσες τιμές	%	Παραπομπή στο Παράρτημα
13	380	71,2	152	28,5	2	0,4	Πίνακας CLXV Διάγραμμα XII
14	249	46,6	284	53,2	1	0,2	Πίνακας CLXVIII Διάγραμμα XIII
15	179	33,5	353	66,1	2	0,4	Πίνακας CLXXXI Διάγραμμα XIV
16	93	17,4	437	81,8	4	0,7	Πίνακας CLXXXIV Διάγραμμα XV
17	160	30	360	67,4	14	2,6	Πίνακας CLXXIX Διάγραμμα XVI
18	290	54,3	242	45,3	2	0,4	Πίνακας CLXXXII Διάγραμμα XVII
19	200	37,5	330	61,8	4	0,7	Πίνακας CLXXXV Διάγραμμα XVIII
20	154	28,8	380	71,2	0	0	Πίνακας CLXXXVIII Διάγραμμα XIX
21	196	36,7	337	63,1	1	0,2	Πίνακας CXCI Διάγραμμα XX
22	213	39,9	319	59,7	2	0,4	Πίνακας CXCV Διάγραμμα XXI
23	103	19,3	424	79,4	7	1,3	Πίνακας CXCVII Διάγραμμα XXII
24	439	82,2	90	16,9	5	0,9	Πίνακας CC Διάγραμμα XXIII
25	167	31,3	364	68,2	3	0,6	Πίνακας CCIII Διάγραμμα XXIV
26	287	53,7	247	46,3	0	0	Πίνακας CCVI

27	226	42,3	303	56,7	5	0,9	Διάγραμμα XXV Πίνακας CCIX Διάγραμμα XXVI
28	362	67,8	166	31,1	6	1,1	Πίνακας CCXII Διάγραμμα XXVII
29	332	62,2	198	37,1	4	0,7	Πίνακας CCXV Διάγραμμα XXVIII
30	115	21,5	415	77,7	4	0,7	Πίνακας CCXVIII Διάγραμμα XXIX
31	153	28,7	377	70,6	4	0,7	Πίνακας CCXXI Διάγραμμα XXX

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα (Πίνακα 99), το μεγαλύτερο ποσοστό (82,2%) σωστών απαντήσεων σημειώθηκε στην ερώτηση 24:

«Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;

- Επειδή εγώ ασκώ δύναμη στο τραπέζι.
- Επειδή το τραπέζι ασκεί δύναμη σε 'μένα.
- Δε γνωρίζω.»

εφαρμογή του 3^{ου} Νόμου του Νεύτωνα. Το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό (71,2%) σημειώθηκε την ερώτηση 13:

«Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;

- Την στιγμή που το τόπι φεύγει από το χέρι του.
- Όταν το τόπι βρίσκεται στον αέρα.
- Και στις δύο περιπτώσεις.
- Σε καμία περίπτωση.»

και το τρίτο κατά σειρά (67,8%) στον ορισμό της δύναμης, δηλαδή στην ερώτηση 28:

«Δύναμη λέγεται η αιτία,

- που παραμορφώνει ένα σώμα.
- που αλλάζει την κινητική του κατάσταση.
- και τα δύο παραπάνω.
- τίποτα από τα παραπάνω.»

Από την άλλη, το υψηλότερο ποσοστό (81,8%) λανθασμένων απαντήσεων παρατηρήθηκε (Πίνακας 99) στην ερώτηση 16:

«Μια γυναίκα βρίσκεται μέσα σε επιβραδυνόμενο ανελκυστήρα. Η δύναμη που ασκούν τα πόδια της στο δάπεδο του ανελκυστήρα:

- ισούται με το βάρος της γυναίκας.
- είναι μεγαλύτερη από το βάρος της γυναίκας.
- είναι μικρότερη από το βάρος της γυναίκας.
- Δε γνωρίζω.»

Ακολουθεί με ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων 79,4% η ερώτηση 23:

«Οι Νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν και στην ειδική περίπτωση της κυκλικής κίνησης, στην οποία η επιτάχυνση εξαρτάται από την ακτίνα του κύκλου και το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που υπόκειται σε κυκλική κίνηση.

- Συμφωνώ
- Διαφωνώ
- Δε γνωρίζω»

και στην τρίτη θέση (77,7%) βρίσκεται η ερώτηση 30:

«Η δύναμη είναι μια μορφή ενέργειας.

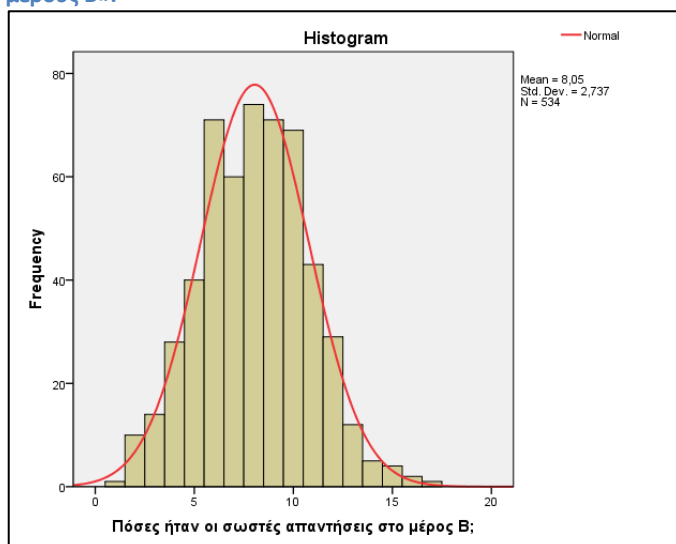
- Σωστό
- Λάθος
- Δεν γνωρίζω»,

όπου το δείγμα ταυτίζει τη δύναμη με την ενέργεια.

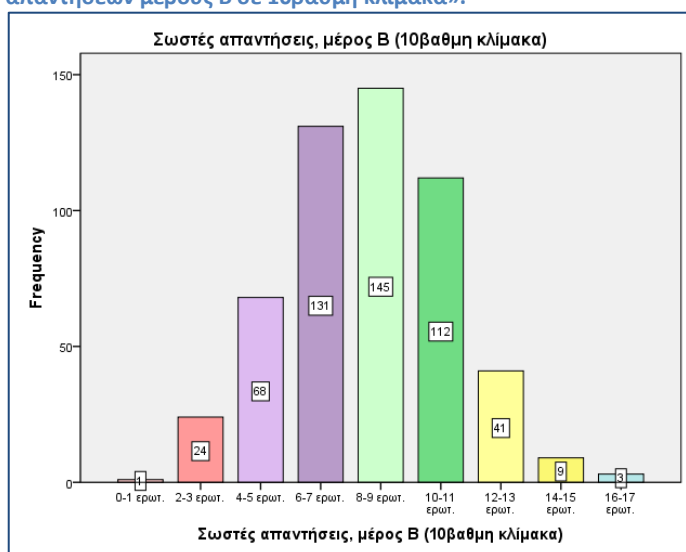
Όπως έχει προαναφερθεί το μέρος Β' του ερωτηματολογίου περιέχει 19 ερωτήσεις Φυσικής που εκτείνονται στο ευρύτερο κεφάλαιο της Μηχανικής. Από αυτές ένα άτομο –γυναίκα, Α' έτος, θεωρητική κατεύθυνση- (0,2% του δείγματος) απάντησε σε 1 μόνο ερώτηση σωστή (minimum) και άλλο ένα άτομο –άνδρας, Δ' έτος, θετική κατεύθυνση- απάντησε σε 17 ερωτήσεις σωστές (maximum). Τα περισσότερα άτομα (74 ή 13,9% του δείγματος) απάντησαν 8 ερωτήσεις σωστές (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCCXX). Σύμφωνα με τον πίνακα CCCXIX του Παραρτήματος και το Ιστόγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 53) ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων ανά άτομο είναι 8,05. Παρατηρώντας τα Διαγράμματα 54 & 55 συμπεραίνουμε τα εξής:

- ❖ Από τα 534, τα 257 άτομα (48,1%) βρίσκονται σε μέτριο επίπεδο και έδωσαν 8 έως και 11 απαντήσεις σωστές.
- ❖ Σε άριστο (16-19 σωστές απαντήσεις) και πολύ καλό επίπεδο (12-15 σωστές απαντήσεις) βρίσκεται το 10% του δείγματος.
- ❖ Κάτω του μετρίου (0-7σωστές απαντήσεις) βρίσκεται το 41,9% του δείγματος με 131 άτομα (24,5%) να δίνουν 6 ή 7 σωστές απαντήσεις και 68 άτομα (12,7%) να δίνουν 4 ή 5 σωστές απαντήσεις.

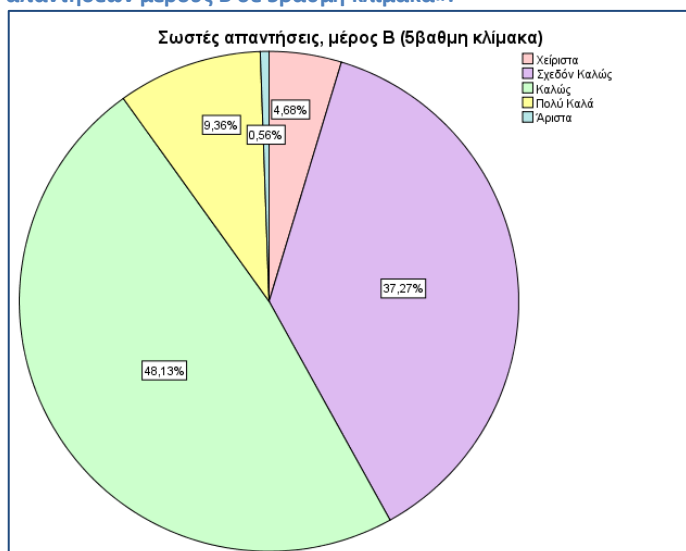
Διάγραμμα 53: Ιστόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Β».



Διάγραμμα 54: Ραβδόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Β σε 10βαθμη κλίμακα».



Διάγραμμα 55: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Β σε 5βαθμη κλίμακα».



Όπως φαίνεται σε ιστόγραμμα του Παραρτήματος (διάγραμμα CCCLXXXI), ακολουθείται η κανονική κατανομή τόσο για τους άνδρες όσο και για τις γυναίκες οπότε και τηρείται η πρώτη προϋπόθεση εφαρμογής του t-test και οι υποθέσεις διαμορφώνονται ως εξής:

H₀: Δεν υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις μηχανικής μεταξύ των δύο φύλων.

H₁: Υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις μηχανικής μεταξύ των δύο φύλων.

Από τον πίνακα CMXX του Παραρτήματος, προκύπτει ότι οι φοιτητές κατά μέσο όρο απάντησαν 7,75 ερωτήσεις σωστές και οι φοιτήτριες 8,10 ερωτήσεις. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας επιλέχθηκε το 5%. Αρχικά χρησιμοποιούμε τον έλεγχο του Levene (Πίνακας 100) για να εξετάσουμε αν οι διασπορές μεταξύ των δυο πληθυσμών (Ανδρες-Γυναίκες) είναι ίδιες.

$$H_0 : \sigma_{\alpha}^2 = \sigma_{\gamma}^2 \text{ και } H_1 : \sigma_{\alpha}^2 \neq \sigma_{\gamma}^2$$

Αφού $p=0,009<0,05$, άρα οι διασπορές έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές κι επιλέγουμε την τιμή $p_{\text{διπ}}=0,400$ ως τιμή του δίπλευρου ελέγχου (Πίνακας 100). Η τιμή του κριτηρίου είναι $t(85,726)=-0,846<0$ και αφού ο μέσος όρος του πρώτου πληθυσμού (Group1=Άνδρες) είναι μικρότερος από το μέσο όρο του δεύτερου πληθυσμού (Group2=Γυναίκες), τότε η τιμή p του μονόπλευρου ελέγχου είναι το μισό της τιμής p του δίπλευρου ελέγχου, δηλαδή $p_{\text{μον}}=p_{\text{διπ}}/2=0,4/2=0,2$. Επομένως αφού $p_{\text{μον}}=0,2>0,05=\alpha$, δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι ο μέσος όρος μεταξύ φοιτητών και φοιτητριών δε διαφέρει σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%.

Πίνακας 100: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «φύλο».

Independent Samples Test										
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Β;	Equal variances assumed	6,852	,009	-,996	532	,320	-,345	,347	-1,026	,336
	Equal variances not assumed			-,846	85,726	,400	-,345	,408	-1,156	,466

Από τον Πίνακα 101, παρατηρούμε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ του μέσου όρου των σωστών απαντήσεων ανά έτος, ειδικά ανάμεσα στους πρωτοετείς και τους τελειόφοιτους, αλλά και με το γενικό μέσο όρο σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις Μηχανικής. Γι' αυτό θα κάνουμε ANOVA (ανάλυση διακύμανσης) για να ελέγξουμε αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των δυο μεταβλητών. Οι υποθέσεις διαμορφώνονται ως εξής:

H_0 : Οι μέσοι όροι των σωστών απαντήσεων στο μέρος Β' του ερωτηματολογίου είναι ίσοι για όλα τα έτη.

H_1 : Κάποιος/Κάποιοι από τους μέσους όρους των σωστών απαντήσεων στο μέρος Β' του ερωτηματολογίου δεν είναι ίσοι μεταξύ τους.

Πρώτη προϋπόθεση εφαρμογής της ανάλυσης διακύμανσης είναι να ακολουθείται η κανονική κατανομή στους k πληθυσμούς (Κάτσης κ. συν.,2010). Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 56, τα δεδομένα για καθένα από τα έτη φοίτησης ακολουθούν γενικά την κανονική κατανομή. Δεύτερη προϋπόθεση, η διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής – του αριθμού των σωστών απαντήσεων στο μέρος Β' εδώ- να παραμένει ίδια μεταξύ των k πληθυσμών (Κάτσης κ. συν.,2010). Ο έλεγχος διασπορών γίνεται με τη βοήθεια του πίνακα Test of Homogeneity of Variances (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMLXIII). Για τον έλεγχο έχουμε τις εξής ερευνητικές υποθέσεις:

$$H_0 : \sigma_{\alpha}^2 = \sigma_{\beta}^2 = \sigma_{\gamma}^2 = \sigma_{\delta}^2 = \sigma_{\varepsilon}^2$$

H_1 : Κάποια από τις $\sigma_{\alpha}^2, \sigma_{\beta}^2, \sigma_{\gamma}^2, \sigma_{\delta}^2, \sigma_{\varepsilon}^2$ δεν είναι ίση με τις υπόλοιπες.

Η τιμή p του στατιστικού ελέγχου είναι $0,214 > 5\%$, άρα δεν απορρίπτεται η H_0 και μας επιτρέπεται να εφαρμόσουμε ANOVA. Από τον πίνακα ανάλυσης διακύμανσης (Πίνακα 102), η τιμή του κριτηρίου F ισούται με $19,963$ και $p=0,000 < 0,05 = \alpha$. Άρα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% , υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πέντε ετών. Στον Πίνακα 103 πραγματοποιούνται πολλαπλές συγκρίσεις για να εντοπιστούν οι διαφορές μεταξύ των ετών. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5% παρουσιάζονται με αστερίσκο. Έτσι στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο των σωστών απαντήσεων του μέρους Β του ερωτηματολογίου παρουσιάζονται μεταξύ των πρωτοετών και των τριτοετών, των πρωτοετών και των τεταρτοετών, των πρωτοετών και των επί πτυχίω φοιτητών, των δευτεροετών και των τεταρτοετών, των δευτεροετών και των επί πτυχίω και των τριτοετών και τεταρτοετών φοιτητών.

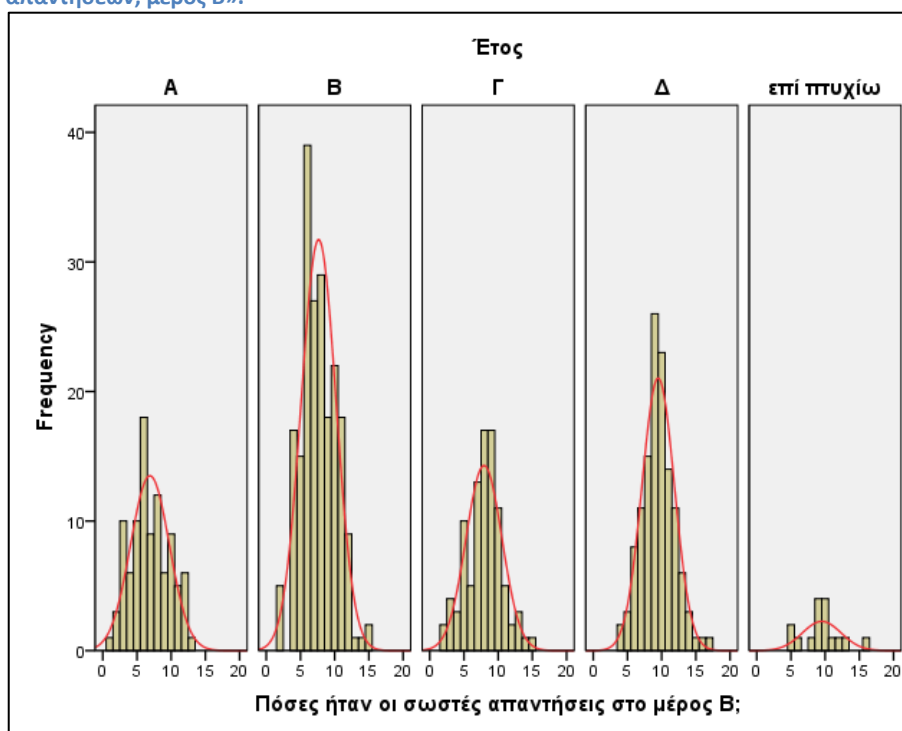
Πίνακας 101: Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β'» και «έτος».

Descriptives

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Β;

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					A	96		
B	203	7,65	2,553	,179	7,30	8,00	2	15
Γ	94	7,93	2,624	,271	7,39	8,46	2	15
Δ	125	9,49	2,371	,212	9,07	9,91	4	17
επί πτυχίω	16	9,50	2,828	,707	7,99	11,01	5	16
Total	534	8,05	2,737	,118	7,82	8,28	1	17

Διάγραμμα 56: Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος σε κάθε έτος για τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β».



Πίνακας 102: Ανάλυση διακύμανσης για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «έτος».

ANOVA

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Β;

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	453,898	4	113,474	16,963	,000
Within Groups	3538,837	529	6,690		
Total	3992,734	533			

Πίνακας 103: Post Hoc Tests για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «έτος».

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Β;

	(I) Έτος	(J) Έτος	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	A	B	-,754	,320	,130	-1,63	,12
		Γ	-1,030*	,375	,049	-2,06	,00
		Δ	-2,592*	,351	,000	-3,55	-1,63
		επί πτυχίω	-2,604*	,698	,002	-4,52	-,69
	B	A	,754	,320	,130	-,12	1,63
		Γ	-,275	,323	,914	-1,16	,61
		Δ	-1,838*	,294	,000	-2,64	-1,03
		επί πτυχίω	-1,850*	,672	,048	-3,69	-,01
	Γ	A	1,030*	,375	,049	,00	2,06
		B	,275	,323	,914	-,61	1,16

		Δ	-1,562*	,353	,000	-2,53	-,60
		επί πτυχίω	-1,574	,699	,163	-3,49	,34
	Δ	A	2,592*	,351	,000	1,63	3,55
		B	1,838*	,294	,000	1,03	2,64
		Γ	1,562*	,353	,000	,60	2,53
		επί πτυχίω	-,012	,687	1,000	-1,89	1,87
	επί πτυχίω	A	2,604*	,698	,002	,69	4,52
		B	1,850*	,672	,048	,01	3,69
		Γ	1,574	,699	,163	-,34	3,49
		Δ	,012	,687	1,000	-1,87	1,89
Scheffe	A	B	-,754	,320	,237	-1,74	,24
		Γ	-1,030	,375	,112	-2,19	,13
		Δ	-2,592*	,351	,000	-3,68	-1,51
		επί πτυχίω	-2,604*	,698	,008	-4,76	-,45
	B	A	,754	,320	,237	-,24	1,74
		Γ	-,275	,323	,948	-1,27	,72
		Δ	-1,838*	,294	,000	-2,75	-,93
		επί πτυχίω	-1,850	,672	,110	-3,93	,23
	Γ	A	1,030	,375	,112	-,13	2,19
		B	,275	,323	,948	-,72	1,27
		Δ	-1,562*	,353	,001	-2,65	-,47
		επί πτυχίω	-1,574	,699	,282	-3,74	,59
	Δ	A	2,592*	,351	,000	1,51	3,68
		B	1,838*	,294	,000	,93	2,75
		Γ	1,562*	,353	,001	,47	2,65
		επί πτυχίω	-,012	,687	1,000	-2,13	2,11
	επί πτυχίω	A	2,604*	,698	,008	,45	4,76
		B	1,850	,672	,110	-,23	3,93
		Γ	1,574	,699	,282	-,59	3,74
		Δ	,012	,687	1,000	-2,11	2,13

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Στον Πίνακα 104 παρατηρούμε σημαντικές διαφορές στο μέσο αριθμό σωστών απαντήσεων, με τη Θετική και την Τεχνολογική να υπερτερεί της Θεωρητικής και του άλλου εκπαιδευτικού συστήματος. Αυτή η παρατήρηση ήταν αναμενόμενη, γι' αυτό και πραγματοποιήθηκε κι ανάλυση διακύμανσης να επιβεβαιωθεί ή απορριφθεί στατιστικά. Οι ερευνητικές υποθέσεις διατυπώνονται ως εξής:

H₀: Οι μέσοι όροι των σωστών απαντήσεων στο μέρος Β' του ερωτηματολογίου είναι ίσοι για όλες τις κατευθύνσεις.

H₁: Κάποιος/Κάποιοι από τους μέσους όρους των σωστών απαντήσεων στο μέρος Β' του ερωτηματολογίου δεν είναι ίσοι μεταξύ τους.

Καταρχάς, ακολουθείται η κανονική κατανομή για καθένα από τους τέσσερις πληθυσμούς (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CDLI). Όμως, οι διακυμάνσεις για όλους τους πληθυσμούς δεν είναι ίσες, αφού $p=0,027 < 0,05 = \alpha$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMLXXXVIII) κι επομένως δεν μπορούμε να εφαρμόσουμε ANOVA. Έτσι καταφεύγουμε σε μη παραμετρική εκδοχή της ανάλυσης παλινδρόμησης, στο Kruskal-Wallis Test. Από τον Πίνακα 105 προκύπτει $p=0,000 < \alpha=5\%$ κι έτσι απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση περί ισότητας των τεσσάρων μέσων όρων σωστών απαντήσεων.

Πίνακας 104: Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β'» και «κατεύθυνση».

Descriptives

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Β;

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					Θεωρητική	451		
Θετική	31	10,26	3,336	,599	9,03	11,48	4	17
Τεχνολογική	45	9,89	2,994	,446	8,99	10,79	2	15
Άλλο εκπαιδευτικό σύστημα	6	7,17	,983	,401	6,13	8,20	6	8
Total	533	8,05	2,740	,119	7,82	8,28	1	17

Πίνακας 105: Μη παραμετρικός έλεγχος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β'» και «κατεύθυνση».

Test Statistics^{a,b}

	Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Β;
Chi-square	41,852
df	3
Asymp. Sig.	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Κατεύθυνση

Η κανονική κατανομή σε γενικές γραμμές τηρείται (βλ. Παράρτημα, διαγράμματα CDLIV & CDLV) και για τους δυο πληθυσμούς που θα αναφερθούμε εν συνεχεία, οπότε εφαρμόζουμε και το έλεγχο t. Οι υποθέσεις, εδώ, διαμορφώνονται ως εξής:

H₀: Δεν υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις μηχανικής μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο ή κάποια σεμινάρια/ημερίδες Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

H₁: Υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις μηχανικής μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο ή κάποια σεμινάρια/ημερίδες Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

Τα άτομα που παρακολούθησαν κάποιο σεμινάριο ή ημερίδα Φυσικών Επιστημών, όπως έχει προαναφερθεί είναι ελάχιστα (1,5%) σε σχέση με αυτά που δηλώνουν ότι δεν έχουν παρακολουθήσει κανένα αντίστοιχο σεμινάριο ή ημερίδα και ίσως το συμπέρασμα να είναι επισφαλές. Λοιπόν, τα μεν πρώτα κατά μέσο όρο απάντησαν σε 8,75 ερωτήσεις σωστές και τα δε δεύτερα σε 8,05 (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXVI). Από τον Πίνακα 106 εξετάζουμε αρχικώς τις διασπορές μεταξύ των δύο πληθυσμών με τον έλεγχο Levene.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ και } H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Για αυτόν τον έλεγχο, παρατηρούμε ότι $p=0,831 > 0,05$. Επομένως οι διασπορές δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και γι' αυτό το λόγο για το δίπλευρο έλεγχο επιλέγουμε, από τον ίδιο πίνακα, $p_{\text{dwt}}=0,471$ και η τιμή του t-test είναι $t(531)=0,722$ (Πίνακας 106). Αφού η τιμή του κριτηρίου είναι θετική και ο πρώτος πληθυσμός έχει μεγαλύτερο μέσο όρο από τον δεύτερο, τότε η τιμή του μονόπλευρου ελέγχου είναι $p_{\text{μον}}=p_{\text{dwt}}/2=0,471/2=0,236$ μεγαλύτερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%. Άρα δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και το συμπέρασμα είναι ότι η παρακολούθηση κάποιου σεμιναρίου ή ημερίδας δεν επηρεάζει τον αριθμό των σωστών απαντήσεων.

Πίνακας 106: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «παρακολούθηση σεμιναρίων Φ.Ε.».

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Β;	Equal variances assumed	,045	,831	,722	531	,471	,702	,973	-1,209	2,614
	Equal variances not assumed			,741	7,227	,482	,702	,948	-1,524	2,929

Για περισσότερα διαγράμματα σχετικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων αυτού του μέρους του ερωτηματολογίου και το φύλο ή το έτος ή την κατεύθυνση ή τα εκπαιδευτικά προγράμματα στις Φυσικές Επιστήμες υπάρχουν παραπομπές στον Πίνακα 107.

Πίνακας 107: Πίνακας παραπομπής σε ραβδόγραμμα του Παραρτήματος σχετικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων του μέρους Β' του ερωτηματολογίου.

Διάγραμμα CXC	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «φύλο».
Διάγραμμα CXCI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β. 10βαθμη κλίμακα» και «φύλο».
Διάγραμμα CXCI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β. 5βαθμη κλίμακα» και «φύλο».

Διάγραμμα CCLXIII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «έτος».
Διάγραμμα CCLXIV	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β. 10βαθμη κλίμακα» και «έτος».
Διάγραμμα CCLXV	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β. 5βαθμη κλίμακα» και «έτος».
Διάγραμμα CCCXXVII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCCXXVIII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β. 10βαθμη κλίμακα» και «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCCXXIX	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β. 5βαθμη κλίμακα» και «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCCXLVI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «σεμινάριο στις Φ.Ε.».
Διάγραμμα CCCXLVII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β. 10βαθμη κλίμακα» και «σεμινάριο στις Φ.Ε.».
Διάγραμμα CCCXLVIII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β. 5βαθμη κλίμακα» και «σεμινάριο στις Φ.Ε.».

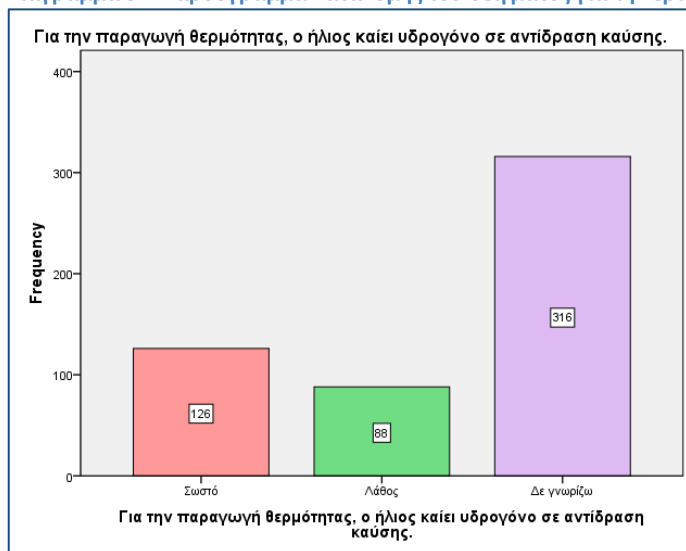
6.3. Μέρος Γ'

Το Γ' μέρος του ερωτηματολογίου, όπως έχει προαναφερθεί, περιλαμβάνει 19 ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού από το ευρύ φάσμα των Φυσικών Επιστημών. Στην ουσία πρόκειται για γενικές ερωτήσεις από διάφορα κεφάλαια και κλάδους των Φυσικών Επιστημών, μέσω των οποίων εξετάζεται ένα μέρος του συνόλου των γνώσεων που πρέπει να κατέχει ο σύγχρονος άνθρωπος. Οι διάφοροι κλάδοι των Φυσικών Επιστημών αλληλοσυνδέονται και αρκετές φορές για την ερμηνεία κάποιων εννοιών εμπλέκονται περισσότεροι του ενός κλάδου. Παρόλα αυτά κάνοντας μια προσπάθεια ταξινόμησης των ερωτήσεων σε αυτούς, προκύπτει:

- ❖ Βιολογία (ερώτηση: 37, 39, 44, 46)
- ❖ Γεωγραφία (ερώτηση: 34, 40, 50)
- ❖ Περιβαλλοντικές Επιστήμες (ερώτηση: 33, 40, 41, 43, 47, 49)
- ❖ Φυσική (ερώτηση: 37,38, 39, 42, 45, 48)
- ❖ Χημεία (ερώτηση: 32, 35, 36, 43, 47)

Ραβδογράμματα κατανομής του δείγματος ως προς το φύλο, το έτος και την κατεύθυνση βρίσκονται στο Παράρτημα. Συγκεκριμένα τα διαγράμματα CLXVIII – CLXXXVI αφορούν το φύλο, τα CCXLI – CCLIX το έτος και τα CCCXV – CCCXXXIII την κατεύθυνση.

Διάγραμμα 57: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 32.



«Καύση είναι η αντίδραση μιας χημικής ουσίας (ανόργανης ή οργανικής) με το οξυγόνο (ή τον αέρα), η οποία συνοδεύεται από παραγωγή θερμότητας και φωτός. Η καύση είναι ταχεία αντίδραση και είναι πάντα εξώθερμη.» (Σαλτέρης, 2000).

Ο Ήλιος είναι μία τεράστια σφαίρα από διάφορα αέρια, κυρίαρχα των οποίων είναι το υδρογόνο (74%) και το ήλιο (25%) (ήλιος, χ.η.). Το υδρογόνο αποτελεί το κύριο καύσιμο των θερμοπυρηνικών αντιδράσεων για την παραγωγή της ενέργειας που ακτινοβολείται, ενώ το ήλιο προέρχεται κυρίως από τα προϊόντα της πυρηνικής σύντηξης του υδρογόνου (Ήλιος, χ.η.).

Η θερμοπυρηνική σύντηξη είναι η θεμελιώδης πηγή ενέργειας του κόσμου. Είναι η διαδικασία που δίνει ενέργεια στον ήλιο και τα αστέρια. Σε μια αντίδραση θερμοπυρηνικής σύντηξης, η ενέργεια απελευθερώνεται όταν συγχωνεύονται μαζί οι πυρήνες δύο ελαφριών ατόμων (όπως το υδρογόνο) για να σχηματίσουν ένα βαρύτερο. Η πηγή αυτή ενέργειας προσφέρει την προοπτική μιας μακροπρόθεσμης, ασφαλούς, φιλικής προς το περιβάλλον επιλογής ώστε να ικανοποιηθούν οι ενεργειακές ανάγκες ενός αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού. Η θερμοπυρηνική σύντηξη είναι μια ιδιαίτερα ελκυστική ενεργειακή λύση δεδομένου ότι χρησιμοποιεί καύσιμα που είναι άφθονα ή μπορούν να παρασκευαστούν εύκολα. Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στη σύντηξη είναι ισότοπα του ελαφρού στοιχείου υδρογόνου. Με τη συγχώνευση των ισωτόπων αυτών σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες είναι δυνατό να παραχθούν μεγάλα ποσά ενέργειας. («Τι Είναι Θερμοπυρηνική Σύντηξη», 2010, παρα. 1 & 2)

Η θερμοκρασία που επικρατεί στον Ήλιο είναι τόσο μεγάλη ώστε να εξαερώνονται ακόμη και τα μέταλλα (Ήλιος, χ.η.). Η θερμοπυρηνική σύντηξη εμφανίζεται στον ήλιο σε θερμοκρασίες 10 - 15 εκατομμυρίων βαθμών Κελσίου με φυσική διαδικασία, παράγοντας την ενέργεια που στηρίζει τη ζωή στη γη («Τι Είναι Θερμοπυρηνική Σύντηξη», 2010). Χάρη στη θερμική ακτινοβολία, δηλαδή στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται από

την επιφάνεια ενός σώματος λόγω της θερμοκρασίας του, η Γη θερμαίνεται από τον Ήλιο (Θερμική Ακτινοβολία, χ.η.).

Επομένως η πρόταση της ερώτησης 32 είναι λανθασμένη, σύμφωνα και με τα παραπάνω και με τον Αντωνίου (χ.η.), καθότι ο ήλιος απορροφά υδρογόνο και το μετατρέπει σε ενέργεια. Με την πρόταση αυτή, στην έρευνά μας, διαφωνούν μόνο 88 από τα 530 άτομα (16,6%). Η πλειοψηφία του δείγματος (59,6% ή 316 άτομα) δε γνωρίζει την απάντηση, το οποίο δικαιολογείται καθότι η συγκεκριμένη ερώτηση δεν άπτεται της καθημερινότητας κι έχει ένα μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας (Διάγραμμα 57).

Αναφορικά με το φύλο, οι φοιτήτριες σε σχέση με τους φοιτητές, αλλά και το σύνολο, παρουσιάζουν υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων (17,2%), αλλά και μεγαλύτερο ποσοστό (60%) στην απάντηση «Δε γνωρίζω». Από την άλλη, 12,5% των φοιτητών διαψεύδουν ορθά την πρόταση της ερώτησης 32, 30,6% αυτών την επιβεβαιώνουν και 56,9% δε γνωρίζει (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLVII). Παρόλα αυτά οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων είναι τυχαίες όπως αποδεικνύεται από τον έλεγχο χ^2 , όπου $\chi^2(2, N=530)=2,557$ και $p=0,278 < 0,05 = \alpha$ με βαθμό στατιστικής σημαντικότητας 5% (Πίνακας 108).

Πίνακας 108: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 32: «Για την παραγωγή θερμότητας, ο ήλιος καίει υδρογόνο σε αντίδραση καύσης.» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,557 ^a	2	,278
Likelihood Ratio	2,513	2	,285
Linear-by-Linear Association	1,055	1	,304
N of Valid Cases	530		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 11,95.

Αναφορικά με το έτος, το υψηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων έδωσαν οι δευτεροετείς (21,9%), οι οποίοι όμως σε εξίσου υψηλό ποσοστό δε γνώριζαν τι να απαντήσουν (61,7%). Ακολουθούν οι τριτοετείς και τεταρτοετείς με ποσοστό ορθών απαντήσεων της τάξης του 15%, όπου όμως οι τεταρτοετείς (33,6%) εκφράζουν την εναλλακτική ιδέα σε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τους τριτοετείς (24,7%). Από την άλλη, μισοί από τους επί πτυχίω φοιτητές εξέφρασαν την εναλλακτική ιδέα περί ορθότητας της πρότασης της συγκεκριμένης ερώτησης, ενώ παράλληλα σημείωσαν και τα χαμηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων (6,3%) και «Δε γνωρίζω» (43,8%). Ποια απάντηση να δώσουν στη συγκεκριμένη ερώτηση δεν γνώριζαν σε υψηλότερο ποσοστό (68,4%) οι πρωτοετείς, από τους οποίους μόνο 10,5% απάντησε ορθά (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLVIII). Μεταξύ των ετών, αλλά σε σχέση και με το σύνολο, παρατηρούνται διαφορές –όχι απαραίτητα όσο αυξάνουν τα έτη-, οι οποίες είναι στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με τον Πίνακα 109 [$\chi^2(8, N=530)=24,972$ & $p=0,002 < \alpha=5\%$].

Πίνακας 109: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 32: «Για την παραγωγή θερμότητας, ο ήλιος καίει υδρογόνο σε αντίδραση καύσης.» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)

Pearson Chi-Square	24,972 ^a	8	,002
Likelihood Ratio	24,265	8	,002
Linear-by-Linear Association	12,620	1	,000
N of Valid Cases	530		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,66.

Όσον αφορά την κατεύθυνση, όπως ήταν αναμενόμενο το δείγμα που προερχόταν από Θετική κατεύθυνση έδωσε το μεγαλύτερο και με διαφορά ποσοστό (35,5%) ορθών επιστημονικά απαντήσεων, καθότι η Χημεία είναι βασικό μάθημα της κατεύθυνσής τους και η ερώτηση ήταν πιο οικεία σε αυτούς. Ακολουθούν με 33,3% τα άτομα από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα. Ενώ η διαφορά μεταξύ των ατόμων από Τεχνολογική και Θεωρητική είναι μικρή υπέρ των πρώτων (17,8% έναντι 15%), όπου οι δεύτεροι σε ποσοστό 61,7% δεν γνωρίζουν τι να απαντήσουν (έναντι 53,3% των πρώτων) και 23,3% αυτών διατηρούν την εναλλακτική ιδέα (έναντι 28,9%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLIX). Ο Πίνακας 110 εξετάζει αν υπάρχει σχέση μεταξύ των απαντήσεων και της κατεύθυνσης, όμως λόγω του ότι 25% του συνόλου των κελιών περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5, δεν παράγεται ασφαλές συμπέρασμα και γι' αυτό το λόγο συγχωνεύτηκαν οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες. Σύμφωνα με τον νέο πίνακα (Πίνακα 111) για $\chi^2(3, N=529)=10,064$ η τιμή p του κριτηρίου ισούται με 0,018, μικρότερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ κι προκύπτει στατιστική σημαντική διαφορά: δηλαδή η κατεύθυνση επηρεάζει το αν απάντησαν σωστά ή λανθασμένα οι φοιτητές/ τριες.

Πίνακας 110: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 32: «Για την παραγωγή θερμότητας, ο ήλιος καίει υδρογόνο σε αντίδραση καύσης.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	13,375 ^a	6	,037
Likelihood Ratio	13,247	6	,039
Linear-by-Linear Association	,923	1	,337
N of Valid Cases	529		

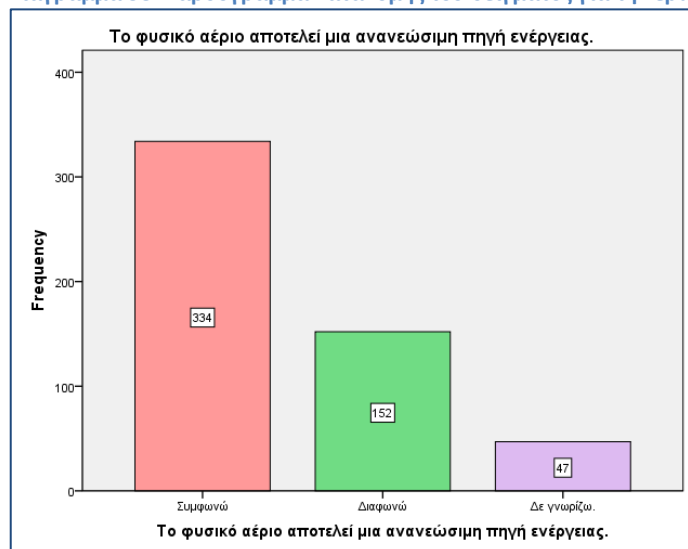
a. 3 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,00.

Πίνακας 111: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 32: «Για την παραγωγή θερμότητας, ο ήλιος καίει υδρογόνο σε αντίδραση καύσης.» και τη μεταβλητή του κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,064 ^a	3	,018
Likelihood Ratio	8,345	3	,039
Linear-by-Linear Association	3,073	1	,080
N of Valid Cases	529		

a. 1 cells (12,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,00.

Διάγραμμα 58: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 33.



Ως ανανεώσιμες χαρακτηρίζονται οι πηγές που θα συνεχίζουν να μας παρέχουν ενέργεια σε βάθος χρόνου, είναι ανεξάντλητες πρακτικά, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον, ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνον από την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που θα έχουν σαν σκοπό τη δέσμευση του δυναμικού τους. Ουσιαστικά, είναι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό περιβάλλον και αποτελούν την πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί στη χρήση ορυκτών καυσίμων. Αντίθετα, ως μη ανανεώσιμες χαρακτηρίζονται οι πηγές ενέργειας οι οποίες δεν αναπληρώνονται από φυσικές διαδικασίες ή ανανεώνουν την αποθηκευμένη τους ενέργεια με εξαιρετικά αργά ρυθμό για τα ανθρώπινα δεδομένα. (Κίτσιου κ.συν., 2011)

Το φυσικό αέριο δημιουργήθηκε είτε από θαλάσσιους οργανισμούς είτε από φυτά που θάφτηκαν μέσα στη Γη μέσω της διάσπασης οργανικών πρώτων υλών, οι οποίες είχαν εγκλωβιστεί σε ιζηματογενή πετρώματα (Γιάγια κ.συν., 2004). Πρόκειται για αέριο μείγμα υδρογονανθράκων (Αποστολάκης κ.συν., 2009β), δηλαδή αποτελείται από μεθάνιο (CH_4) - 80%-, αιθάνιο (C_2H_6), προπάνιο (C_3H_8), βουτάνιο (C_4H_{10}), σπανιότερα πεντάνιο (C_5H_{12}) και εξάνιο (C_6H_{14}), άζωτο (N_2), διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και οξυγόνο (O_2) (Γιάγια κ.συν., 2004). Συνήθως βρίσκεται σε μεγάλα βάθη, σε υπόγειες κοιλάδες και σχεδόν πάντα συνδυάζεται με την εύρεση πετρελαίου, πάνω από το οποίο υπάρχει το φυσικό αέριο (Αποστολάκης κ.συν., 2009β· Γιάγια κ.συν., 2004). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για θέρμανση, στις μεταφορές ως καύσιμο αλλά και στις βιομηχανίες ως καύσιμο για τις μηχανές ή ως πρώτη ύλη για την παραγωγή χημικών προϊόντων (Αποστολάκης κ.συν., 2009β· Γιάγια κ.συν., 2004). Το φυσικό αέριο αν και είναι ορυκτό καύσιμο, όπως οι γαιάνθρακες και το πετρέλαιο, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως “καθαρότερο” απ’ αυτά, διότι όταν καίγεται παράγει λιγότερους ρύπους (Γιάγια κ.συν., 2004). Η μεταφορά του γίνεται είτε με δεξαμενόπλοια –υγρή κατάσταση- είτε με αγωγούς μήκους πολλών χιλιάδων χιλιομέτρων –αέρια κατάσταση- (Αποστολάκης κ.συν., 2009β· Γιάγια κ.συν., 2004). Η διέλευση ενός τέτοιου αγωγού από μια χώρα είναι στρατηγικής σημασίας για την ενεργειακή της επάρκεια και οικονομία (Γιάγια κ.συν., 2004). Η χώρα μας προμηθεύεται φυσικό αέριο από τη Ρωσία και την Αλγερία (Αποστολάκης κ.συν., 2009β).

Μελετώντας το Διάγραμμα 58, παρατηρούμε ότι η συντριπτική πλειοψηφία (62,7% ή 334 άτομα) του δείγματος διακατέχεται από την εναλλακτική ιδέα και μόνο το 28,5% (152 άτομα) εκφράζουν την επιστημονική άποψη. Το φυσικό αέριο στον 21^ο αιώνα είναι ευρέως γνωστό και σε αρκετές πόλεις και της Ελλάδος αντικαθιστά το πετρέλαιο –κίνησης & θέρμανσης-, τη βενζίνη και την ηλεκτρική ενέργεια. Η όλο κι αυξανόμενη χρήση του σε συνδυασμό με τη μειωμένη ρύπανση, οδηγεί πολλούς από τους ανθρώπους να σκεφτούν ότι είναι κάτι του οποίου δε θα τελειώσουν ποτέ τα αποθέματα· μέρος τους ελληνικού πληθυσμού αποτελεί και το δείγμα της έρευνας μας.

Σε σχέση με το συνολικό δείγμα, κοντά στα ποσοστά, κυμαίνονται οι απαντήσεις του γυναικείου πληθυσμού του δείγματος -66% διατηρούν την εναλλακτική ιδέα και 24,7% την έχουν αντικαταστήσει με την επιστημονική-. Τα ποσοστά, όμως είναι εντελώς διαφορετικά, για τον ανδρικό πληθυσμό του δείγματος, όπου περισσότεροι από τους μισούς φοιτητές (53,5%) γνωρίζει ότι το φυσικό αέριο είναι μια μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Βέβαια υπάρχει κι ένα 40,8% που πιστεύει ότι το φυσικό αέριο είναι ανεξάντλητο (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXI). Το ότι το Παιδαγωγικό πλέον είναι μια γυναικοκρατούμενη σχολή, επηρεάζει και το συνολικό αποτέλεσμα. Όμως η στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων είναι μεγάλη και σημαντική όπως προκύπτει κι από τον στατιστικό έλεγχο χ^2 . Λοιπόν, για $\chi^2(2, N=533)=25,121$ η πιθανότητα p ισούται με 0,000, πολύ μικρότερη από το 5%, το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας δηλαδή (Πίνακας 112). Επομένως το ότι διπλάσιο και παραπάνω ποσοστό ανδρών απάντησε ορθά σε σχέση με τις γυναίκες δεν είναι καθόλου τυχαίο.

Πίνακας 112: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 33: «Το φυσικό αέριο αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	25,121 ^a	2	,000
Likelihood Ratio	22,882	2	,000
Linear-by-Linear Association	6,682	1	,010
N of Valid Cases	533		

a. 0 cells (0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,26.

Αναφορικά με το έτος, το μέρος του δείγμα που βρίσκεται επί πτυχίω μοιράζεται ανάμεσα στην εναλλακτική ιδέα και στην επιστημονική άποψη. Το υψηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων δίνουν οι τεταρτοετείς (39,2%) κι έπειτα όλως παραδόξως οι πρωτοετείς (31,3%). Ενώ το υψηλότερο ποσοστό εναλλακτικών ιδεών δίνουν οι τριτοετείς (71,3%) – αρκετά υψηλότερο κι από το συνολικό- και αμέσως μετά οι δευτεροετείς (66,3%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXII). Αναλύοντας τον Πίνακα 113, όπου $\chi^2(N=533, 8)=0,013$ και $p=0,013 < 0,05 = \alpha$, προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ετών για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% (όχι όμως και για 1%· κάτι όμως που δεν αφορά την έρευνα αυτή).

Πίνακας 113: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 33: «Το φυσικό αέριο αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	19,333 ^a	8	,013
Likelihood Ratio	20,438	8	,009
Linear-by-Linear Association	1,186	1	,276
N of Valid Cases	533		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,41.

Υψηλό ποσοστό (66,4%) εναλλακτικής απάντησης δίνουν τα άτομα που προέρχονται από Θεωρητική κατεύθυνση· έναντι του 25,6% που απαντούν ορθά επιστημονικά και του 8% που δε γνωρίζει. Ακολουθούν αυτά από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα, όπου οι μισοί διαφωνούν με το επιστημονικό πρότυπο, 33,3% συμφωνούν και 16,7% δε γνωρίζουν. Τα άτομα που προέρχονται από Θετική κατεύθυνση σε ίδιο ποσοστό (41,9%) απαντούν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο και σε ίδιο αντίθετα από αυτό. Ενώ τα άτομα από Τεχνολογική σε μεγαλύτερο ποσοστό (46,7%) απαντούν ορθά επιστημονικά και σε μικρότερο (42,2%) εκφράζουν την εναλλακτική ιδέα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXIII). Τον Πίνακα 114 δεν μπορούμε να τον χρησιμοποιήσουμε για την εξαγωγή επαγωγικά συμπεράσματος, λόγω του μεγάλου ποσοστού κελιών που περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5. Έτσι συγχωνεύτηκαν οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες και δημιουργήθηκε ο Πίνακας 115, όπου μεγάλος αριθμός κελιών (75% του συνόλου) περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μεγαλύτερες του 5. Η τιμή p ισούται με 0,007, μικρότερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ κι επομένως υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των κατευθύνσεων· άρα οι σωστές και λανθασμένες απαντήσεις εξαρτώνται από την κατεύθυνση που είχε ακολουθήσει στο Λύκειο το δείγμα.

Πίνακας 114: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 33: «Το φυσικό αέριο αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	17,821 ^a	6	,007
Likelihood Ratio	16,945	6	,009
Linear-by-Linear Association	11,171	1	,001
N of Valid Cases	532		

a. 5 cells (41,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,53.

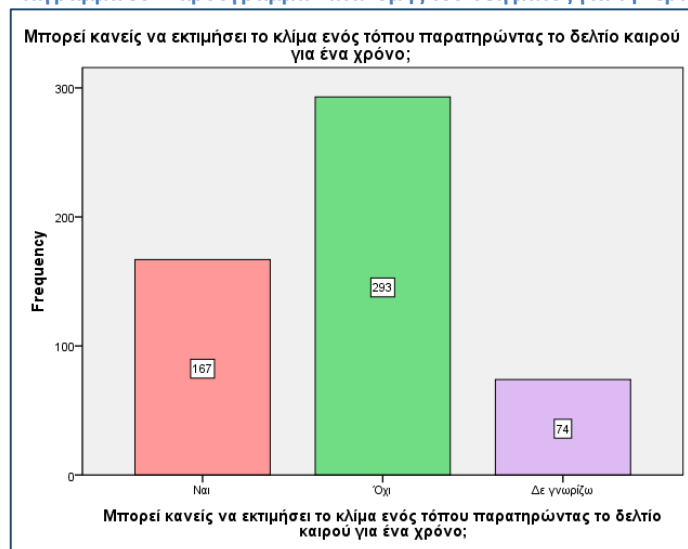
Πίνακας 115: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ - Λ) στην ερώτηση 33: «Το φυσικό αέριο αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12,044 ^a	3	,007
Likelihood Ratio	11,210	3	,011
Linear-by-Linear Association	9,969	1	,002
N of Valid Cases	532		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,70.

Διάγραμμα 59: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 34.



Για να προσδιοριστεί το κλίμα μια περιοχής και να σκιαγραφηθεί η κλιματική της φυσιογνωμία απαιτούνται συνεχείς και μακροχρόνιες παρατηρήσεις, καθότι υφίστανται επιτόπου σχετικά ταχείες μεταβολές με απώτερες αιτίες που αναζητούνται στον ευρύτερο χώρο της μεγάλης αέριας μάζας που περιβάλλει τη Γη (Γεωργοπούλου, Γιάγια, Εκμετζόγλου, Καραμπέτσου κ. συν., 2005α). Σύμφωνα με τη Σπυροπούλου (2005), μια από τις εναλλακτικές ιδέες που εκφράζουν οι μαθητές/ριες είναι ότι θεωρούν ότι μπορεί κάποιος να εκτιμήσει το κλίμα ενός τόπου σε μια εβδομάδα/ένα μήνα/ έναν χρόνο από το δελτίο καιρού, από τα ρούχα που φορούν οι κάτοικοι ή από μετρήσεις που θα πάρουν. Αυτή η ιδέα διατηρείται κι ως την Τριτοβάθμια εκπαίδευση; Το Διάγραμμα 59 μας δείχνει ότι το 54,9% των φοιτητών/ριών του δείγματος έχουν αποβάλει την εναλλακτική ιδέα, 31,3% τη διατηρεί και 13,9% δε γνωρίζει την απάντηση.

Ανάμεσα στους άνδρες και τις γυναίκες του δείγματος μεγαλύτερο ποσοστό σωστών απαντήσεων σημειώνουν οι φοιτήτριες (56,1% έναντι 47,2% των φοιτητών) κι αντίστοιχα μεγαλύτερο ποσοστό έκφρασης της εναλλακτικής ιδέας σημειώνουν οι φοιτητές (37,5% έναντι 30,3% των φοιτητριών) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXV). Όμως οι διαφορές είναι τυχαίες, αφού $\chi^2(2, N=534)=2,040$ και $p=0,361 > 0,05=\alpha$ (Πίνακας 116)· δηλαδή προκύπτουν μη στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Πίνακας 116: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 34: «Μπορεί κανείς να εκτιμήσει το κλίμα ενός τόπου παρατηρώντας το δελτίο καιρού για ένα χρόνο;» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,040 ^a	2	,361
Likelihood Ratio	2,021	2	,364
Linear-by-Linear Association	,456	1	,500
N of Valid Cases	534		

a. 0 cells (0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,98.

Όσον αφορά τα έτη φοίτησης, το μεγαλύτερο ποσοστό σωστών απαντήσεων κατέχουν οι πρωτοετείς (62,5%) και το μικρότερο οι επί πτυχίω φοιτητές (37,5%). Δηλαδή οι

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

νεοεισαχθέντες φοιτητές/ριες εκφράζουν σε μικρότερο ποσοστό (27,1%) την εναλλακτική ιδέα από τους τελειόφοιτους (56,3%). Από τους υπόλοιπους 59,6% των τριτοετών, το 56,8% των τεταρτοετών και το 49,3% των δευτεροετών απαντούν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο –έναντι του 23,4%, 32% & 34,5% αντίστοιχα που διατηρούν την εναλλακτική ιδέα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXVI). Είναι άραγε τυχαίες οι διαφορές ή όχι; Οι διαφορές είναι τυχαίες, γιατί $p=0,097>0,05=\alpha$ για $\chi^2(8, N=534)=13,455$ (Πίνακας 117). Άρα αφού η πιθανότητα είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας, το αποτέλεσμα είναι μη στατιστικά σημαντικό κι επομένως το έτος φοίτησης δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος.

Πίνακας 117: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 34: «Μπορεί κανείς να εκτιμήσει το κλίμα ενός τόπου παρατηρώντας το δελτίο καιρού για ένα χρόνο;» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	13,455 ^a	8	,097
Likelihood Ratio	13,324	8	,101
Linear-by-Linear Association	,739	1	,390
N of Valid Cases	534		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,22.

Σε αυτή την ερώτηση κατά υψηλότερο ποσοστό (56,8%) απάντησαν σωστά τα άτομα από τη Θεωρητική κατεύθυνση, έπειτα από τη Θετική (51,6%), στη συνέχεια αυτά που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα (50%) κι έπειτα από την Τεχνολογική κατεύθυνση (40%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXVIII). Δηλαδή καθώς η ερώτηση είναι θέμα που άπτεται της καθημερινότητας κι αφορά όλους, παρατηρούμε ότι άτομα που δεν είχαν άμεση και συχνή επαφή με τις Φυσικές Επιστήμες απάντησαν ορθά και μάλιστα σε μεγαλύτερο ποσοστό. Άρα προφανώς η κατεύθυνση δεν παίζει ρόλο στο αν απάντησαν ορθά ή όχι οι φοιτητές/ριες. Αυτό αποδεικνύεται με κάθε επιφύλαξη (διότι 25% του συνόλου των κελιών περιέχει αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5) από τον Πίνακα 119, αφού για $\chi^2(3, N=533)=4,861$ και $p=0,182>0,05=\alpha$ κι επομένως προκύπτει μη στατιστικά σημαντική διαφορά. Ο Πίνακας 118 δε θεωρείται αξιόπιστος λόγω του 33,3% που είναι κελιά με αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5.

Πίνακας 118: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 34: «Μπορεί κανείς να εκτιμήσει το κλίμα ενός τόπου παρατηρώντας το δελτίο καιρού για ένα χρόνο;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	19,274 ^a	6	,004
Likelihood Ratio	19,169	6	,004
Linear-by-Linear Association	8,140	1	,004
N of Valid Cases	533		

a. 4 cells (33,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,83.

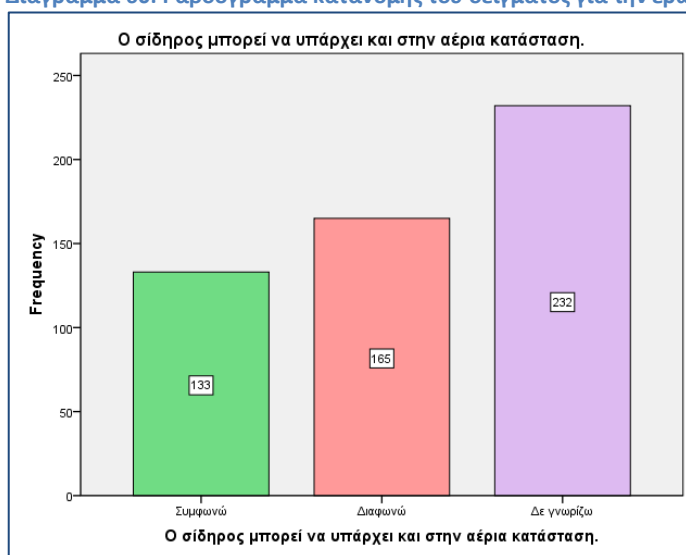
Πίνακας 119: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 34: «Μπορεί κανείς να εκτιμήσει το κλίμα ενός τόπου παρατηρώντας το δελτίο καιρού για ένα χρόνο;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,861 ^a	3	,182
Likelihood Ratio	4,841	3	,184
Linear-by-Linear Association	4,187	1	,041
N of Valid Cases	533		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,70.

Διάγραμμα 60: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 35.



Τα μέταλλα στη συνηθισμένη θερμοκρασία είναι στερεά -εκτός από τον υδράργυρο που είναι υγρός- και έχουν κρυσταλλική σύνθεση –δηλαδή σχηματίζονται από ενώσεις μικρότατων κρυστάλλων σε κυβικό και εξαγωνικό σύστημα- (Γεωργοπούλου, Γιάγια, Εκμετζόγλου, Καραμπέτσου κ. συν., 2005β). Ο σίδηρος (Fe) αποτελεί το πιο διαδεδομένο κι άφθονο μέταλλο στο γήινο φλοιό με σημείο τήξης τους 1.535°C και σημείο βρασμού του 2.750°C (Γεωργοπούλου, Γιάγια, Εκμετζόγλου, Κασβίκη κ. συν., 2005). Ο καθαρός σίδηρος είναι ένα αργυρόχρωμο, πολύ ισχυρό, ευλύγιστο κι ελαστικό μέταλλο, το οποίο είναι εύκολα επεξεργάσιμο είτε εν ψυχρώ είτε εν θερμώ (Γεωργοπούλου, Γιάγια, Εκμετζόγλου, Κασβίκη κ. συν., 2005). Η ύλη κάθε σώματος συναντάται σε τέσσερις καταστάσεις (στερεή, υγρή, αέρια και πλάσμα) και μετατρέπεται από τη μία μορφή στην άλλη όταν θερμαίνεται («Μπορεί Σίδηρος, 2011»). Έτσι και ο σίδηρος αν θερμανθεί στους 1.535°C λιώνει, ενώ στους 2.750°C βρίσκεται σε κατάσταση βρασμού· γι' αυτό αρκεί να θερμανθεί σε αυτήν τη θερμοκρασία και θα είναι σε αέρια μορφή («Μπορεί Σίδηρος, 2011»). Το ότι ο σίδηρος μπορεί να υπάρξει και σε αέρια κατάσταση γνωρίζει το 25,1% του δείγματος και το 74,9% δεν το γνωρίζει –«Διαφωνώ» & «Δε γνωρίζω»- (Διάγραμμα 60).

Όσον αφορά το φύλο, οι μισοί φοιτητές δηλώνουν ότι δε γνωρίζουν έναντι του 42,8% των φοιτητριών. Από την άλλη 33,2% των φοιτητριών δίνουν λανθασμένη απάντηση έναντι του 18,1% των φοιτητών. Οπότε την επιστημονική απάντηση δίνει το 31,9% από τους άνδρες και το 24% από τις γυναίκες (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXIX) και μάλιστα οι διαφορές στις απαντήσεις είναι στατιστικά σημαντικές, γιατί $p=0,032 < 0,05 = \alpha$ για $\chi^2(2, N=534)=6,872$ (Πίνακας 120). Άρα για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% το φύλο επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος.

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

Πίνακας 120: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 35: «Ο σίδηρος μπορεί να υπάρχει και στην αέρια κατάσταση.» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,872 ^a	2	,032
Likelihood Ratio	7,438	2	,024
Linear-by-Linear Association	,005	1	,944
N of Valid Cases	530		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 18,07.

Αναφορικά με το έτος παρατηρείται γενικά μια φθίνουσα πορεία στα ποσοστά των σωστών απαντήσεων (Α' έτος: 30,5%, Β' έτος: 26,4%, Γ' έτος: 21,3%, Δ' έτος: 22,6% & επί πτυχίω: 18,8%). Ενώ άξια αναφοράς είναι και τα ποσοστά για την απάντηση «Δε γνωρίζω» με υψηλότερα αυτά των τριών τελευταίων ετών (Α' έτος: 41,1%, Β' έτος: 40,8%, Γ' έτος: 47,9%, Δ' έτος: 46% & επί πτυχίω: 56,3%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXX). Όμως οι διάφορες διαφορές είναι τυχαίες, καθότι $p=0,799>0,05=\alpha$ για $\chi^2(8, N=534)=4,607$ (Πίνακας 121).

Πίνακας 121: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 35: «Ο σίδηρος μπορεί να υπάρχει και στην αέρια κατάσταση.» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,607 ^a	8	,799
Likelihood Ratio	4,568	8	,803
Linear-by-Linear Association	2,959	1	,085
N of Valid Cases	530		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,02.

Όσον αφορά τις κατευθύνσεις τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων δε διαφέρουν πολύ μεταξύ τους για το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα με 24,8% της Θεωρητικής, 25,8% της Θετικής και 27,3% της Τεχνολογικής να δίνει την επιστημονική απάντηση. Εξαίρεση αποτελεί το ποσοστό (16,7%) του δείγματος που προέρχεται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα. Για την εναλλακτική ιδέα τα ποσοστά για Θεωρητική και Τεχνολογική κυμαίνονται κοντά στο ποσοστό του συνόλου του δείγματος (30,8% & 29,5% αντίστοιχα), ενώ για τη Θετική ανέρχεται στο 41,9% και για το άλλο εκπαιδευτικό σύστημα στο 16,7%. Το 66,7% που προέρχεται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα δε γνωρίζει την απάντηση (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXI). Παρατηρώντας και τον Πίνακα 122 και τον Πίνακα 123 –όπου έχουν συγχωνευτεί οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες- και βασιζόμενοι στο 75% του συνόλου των κελιών προκύπτει τυχαία διαφορά μεταξύ των απαντήσεων, επειδή οι πιθανότητες p είναι μεγαλύτερες από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

Πίνακας 122: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 35: «Ο σίδηρος μπορεί να υπάρχει και στην αέρια κατάσταση.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,587 ^a	6	,732
Likelihood Ratio	3,576	6	,734

Linear-by-Linear Association	,005	1	,941
N of Valid Cases	529		

a. 3 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,50.

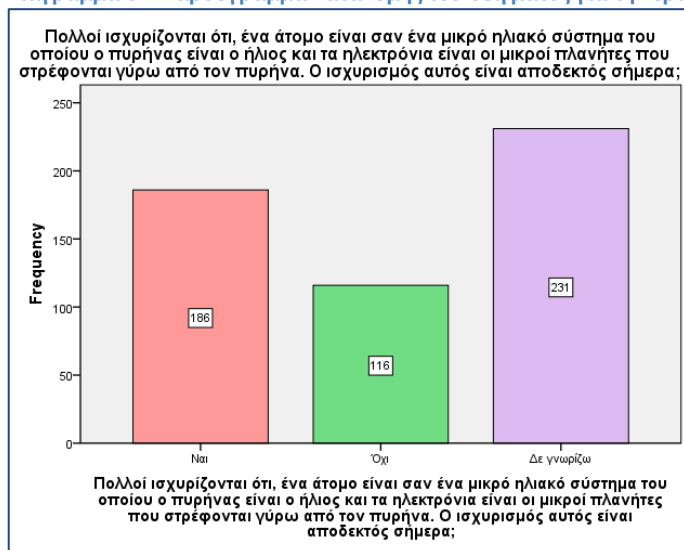
Πίνακας 123: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 35: «Ο σίδηρος μπορεί να υπάρχει και στην αέρια κατάσταση.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,366 ^a	3	,947
Likelihood Ratio	,384	3	,944
Linear-by-Linear Association	,016	1	,900
N of Valid Cases	529		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,50.

Διάγραμμα 61: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 36.



Το πλανητικό μοντέλο του ατόμου δημιουργήθηκε από τον Bohr το 1913, ο οποίος εφάρμοσε την κβαντική θεωρία του Planck και του Einstein στο πυρηνικό άτομο του Rutherford. Το μοντέλο αυτό δεν είναι κακό για έναν αρχάριο και πάλι ως συμβολική αναπαράσταση του πραγματικού κόσμου κι όχι ως φυσική του εικόνα. Όμως το μοντέλο έχει ατέλειες, καθότι τα ηλεκτρόνια ούτε περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα σε επίπεδες τροχιές ούτε είναι απλώς υλικά σώματα, αλλά φέρονται ως κύματα συγκεντρωμένα σε ορισμένες περιοχές του ατόμου. Τελικά τα ηλεκτρόνια καταλαμβάνουν καταστάσεις καθορισμένης ενέργειας, μη καθορισμένης θέσης, οι οποίες αντιστοιχούν σε διαφορετικές αποστάσεις από τον πυρήνα. Επιπροσθέτως τα ηλεκτρόνια μπορούν να πραγματοποιούν «κβαντικά άλματα» από τη μία ενεργειακή κατάσταση στην άλλη. (Hewitt, 2007)

Από τα 533 άτομα (υπάρχει και 1 ελλείπουσα τιμή) της έρευνας τα 116 (21,8%) γνωρίζουν την επιστημονικά ορθή απάντηση, 186 άτομα (34,9%) διατηρούν την εναλλακτική ιδέα περί πλανητικού μοντέλου και 231 άτομα (43,3%) δηλώνει ότι δε γνωρίζει.

Από τους φοιτητές το 16,7% απαντά ορθά και το υπόλοιπο 83,3% μοιράζεται ανάμεσα στην εναλλακτική ιδέα και την απάντηση «Δε γνωρίζω». Σε σύγκριση με τους άνδρες του

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

δείγματος, για τις γυναίκες είναι μειωμένο το ποσοστό της εναλλακτικής απάντησης (33,8%) κι αυξημένα τα ποσοστά της σωστής απάντησης (22,6%) και της απάντησης «Δε γνωρίζω» (43,6%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXIII). Σύμφωνα με τον Πίνακα 124, $\chi^2(2, N=533)=2,141$ και $p=0,343>0,05=\alpha$, άρα προκύπτει μη στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα και το φύλο δεν επηρεάζει τις απαντήσεις στη συγκεκριμένη ερώτηση.

Πίνακας 124: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 36: «Πολλοί ισχυρίζονται ότι, ένα άτομο είναι σαν ένα μικρό ηλιακό σύστημα του οποίου ο πυρήνας είναι ο ήλιος και τα ηλεκτρόνια είναι οι μικροί πλανήτες που στρέφονται γύρω από τον πυρήνα. Ο ισχυρισμός αυτός είναι αποδεκτός σήμερα;» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,141 ^a	2	,343
Likelihood Ratio	2,162	2	,339
Linear-by-Linear Association	,764	1	,382
N of Valid Cases	533		

a. 0 cells (0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 15,67.

Όπως συμβαίνει και με το δείγμα, έτσι κι επιμέρους για κάθε έτος η απάντηση «Δε γνωρίζω» αποτελεί την πλειοψηφία των απαντήσεων (Α' έτος: 45,3%, Β' έτος: 43,3%, Γ' έτος: 45,7%, Δ' έτος: 39,2% & επί πτυχίω: 50%). Έπειτα με μεγαλύτερη συχνότητα συναντάται η εναλλακτική ιδέα με 38,9% για τους πρωτοετείς και τους δευτεροετείς, 34,4% για τους τεταρτοετείς, 25,5% για τους τριτοετείς και 18,8% για τους επί πτυχίω. Εξάιρεση αποτελούν οι επί πτυχίω φοιτητές (31,3%) και οι τριτοετείς (28,7%), οι οποίοι σε υψηλότερο ποσοστό απαντούν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο παρά σύμφωνα με την εναλλακτική ιδέα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXIV). Αξιοποιώντας τον Πίνακα 125, προκύπτει $\chi^2(8, N=533)=12,879$ και $p=0,116<0,05=\alpha$ δηλαδή το αποτέλεσμα δεν είναι στατιστικά σημαντικό και το συμπέρασμα είναι ότι το έτος φοίτησης στο Παιδαγωγικό Ιωαννίνων δεν επηρεάζει τις απαντήσεις των φοιτητών/ριών του.

Πίνακας 125: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 36: «Πολλοί ισχυρίζονται ότι, ένα άτομο είναι σαν ένα μικρό ηλιακό σύστημα του οποίου ο πυρήνας είναι ο ήλιος και τα ηλεκτρόνια είναι οι μικροί πλανήτες που στρέφονται γύρω από τον πυρήνα. Ο ισχυρισμός αυτός είναι αποδεκτός σήμερα;» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12,879 ^a	8	,116
Likelihood Ratio	13,240	8	,104
Linear-by-Linear Association	,430	1	,512
N of Valid Cases	533		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,48.

Σχετικά με την κατεύθυνση που ακολουθούσε το δείγμα στο Λύκειο, μπορούμε να διατυπώσουμε τις ακόλουθες παρατηρήσεις. Η πλειοψηφία (44,7%) της Θεωρητικής απαντά «Δε γνωρίζω». Δηλαδή άποψη, είτε σωστή (34,7%) είτε εσφαλμένη (20,7%), εκφράζουν περίπου οι μισοί και λίγο παραπάνω αυτού του υποπληθυσμού. Από την άλλη, η πλειοψηφία (41,9%) της Θετικής απαντά ορθά. Σε αυτό ίσως συμβάλλει και το γεγονός

ότι το βιβλίο Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου ξεκινάει με αναφορά στο ατομικό πρότυπο του Bohr και τους κβαντικούς αριθμούς και προφανώς έχει γίνει συζήτηση περί τίνος ισχύει και τι δεν ισχύει. Αντιθέτως, σωστά απαντά η μειοψηφία (17,8%) της Τεχνολογικής και μάλιστα το ποσοστό είναι το δεύτερο χαμηλότερο μετά από αυτό των ατόμων από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα (16,7%). Τέλος τα άτομα που δεν προέρχονται από το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα κατά πλειοψηφία (66,7%) συνεχίζουν να πιστεύουν στο ηλιακό πρότυπο και το υπόλοιπο 33,3% αυτών μοιράζεται ανάμεσα σε αυτούς που δεν γνωρίζουν και σε αυτούς που ξέρουν τη σωστή απάντηση (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXV). Στους ακόλουθους δύο πίνακες, το 75% (ένα μεγάλο ποσοστό του συνόλου των κελιών) περιέχει αναμενόμενες συχνότητες μεγαλύτερες ή ίσες του 5, αρά και τους χρησιμοποιούμε με κάποια ελαστικότητα στις προϋποθέσεις εφαρμογής του κριτηρίου. Όταν $\chi^2(N=532, 6)=0,078 > 0,05 = \alpha$, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η κατεύθυνση δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος (Πίνακας 126). Όμως όταν οι απαντήσεις συγχωνευτούν σε σωστές και λανθασμένες, οι τιμές του κριτηρίου αλλάζουν. Σε αυτή την περίπτωση, $\chi^2(3, N=532)=8,271$ και $p=0,041 < 0,05$, το συμπέρασμα είναι ότι η κατεύθυνση που ακολουθούσε το δείγμα το επηρεάζει στατιστικά σημαντικά στο αν θα δώσει σωστή ή εσφαλμένη απάντηση (Πίνακας, 127).

Πίνακας 126: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 36: «Πολλοί ισχυρίζονται ότι, ένα άτομο είναι σαν ένα μικρό ηλιακό σύστημα του οποίου ο πυρήνας είναι ο ήλιος και τα ηλεκτρόνια είναι οι μικροί πλανήτες που στρέφονται γύρω από τον πυρήνα. Ο ισχυρισμός αυτός είναι αποδεκτός σήμερα;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11,344 ^a	6	,078
Likelihood Ratio	10,171	6	,118
Linear-by-Linear Association	1,578	1	,209
N of Valid Cases	532		

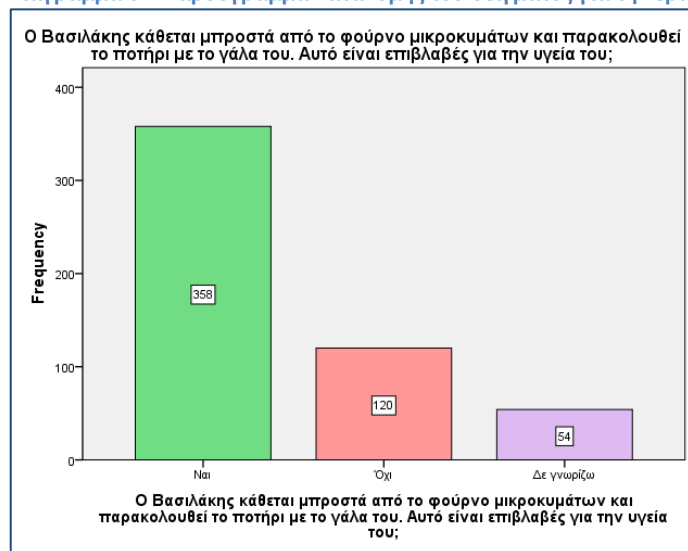
a. 3 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,30.

Πίνακας 127: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 36: «Πολλοί ισχυρίζονται ότι, ένα άτομο είναι σαν ένα μικρό ηλιακό σύστημα του οποίου ο πυρήνας είναι ο ήλιος και τα ηλεκτρόνια είναι οι μικροί πλανήτες που στρέφονται γύρω από τον πυρήνα. Ο ισχυρισμός αυτός είναι αποδεκτός σήμερα;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	8,271 ^a	3	,041
Likelihood Ratio	7,172	3	,067
Linear-by-Linear Association	,098	1	,754
N of Valid Cases	532		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,30.

Διάγραμμα 62: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 37.



Οι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες είναι υπεύθυνες για την αύξηση της θερμοκρασίας των κυττάρων του εγκεφάλου. Στο φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ανήκουν και τα μικροκύματα, των οποίων το μήκος κύματος εκτείνεται από 30cm μέχρι 1 mm περίπου (Ιωάννου, Ντάνος, Πηττάς, & Ράπτης, 2006). Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπουν οι φούρνοι μικροκυμάτων δεν είναι ιονίζουσα, δηλαδή ραδιενεργός, σε αντίθεση με τις ακτίνες Χ, που είναι (Αντωνοπούλου, χ.η.). Τα μικροκύματα έχουν πολύ μικρότερη ενέργεια φωτονίου εν συγκρίσει με τις ακτίνες Χ, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε καρκινικές εξαλλαγές και γι' αυτό με τα έως τώρα επιστημονικά δεδομένα, δεν θεωρείται ότι τα μικρής ισχύος μικροκύματα προκαλούν καρκίνο (Αντωνοπούλου, χ.η.). Πάντως σύμφωνα με το φυσικό δρ. Στέφανο Τσιτομενέα (όπ. αναφ. στην Αντωνοπούλου, χ.η.) πρέπει να περιμένουμε αρκετά χρόνια ακόμα, ώστε να έχουμε ασφαλή συμπεράσματα για τις επιπτώσεις αυτών. Όμως ο φούρνος μικροκυμάτων εκτός από μαγνητικό πεδίο που εκπέμπει λόγω του ηλεκτρικού ρεύματος, εκπέμπει και ραδιοκύματα παρόμοια με αυτά των κινητών τηλεφώνων και μάλιστα μέρος της ενέργειας της ακτινοβολίας διαφεύγει στον περιβάλλοντα χώρο (Καραγιάννης, 2012). Βέβαια, οι κατασκευαστές φούρνων μικροκυμάτων είναι εφησυχαστικοί, καθότι υποστηρίζουν ότι η νέα τεχνολογία που εφαρμόζεται για την κατασκευή τους είναι τέτοια που οι διαρροές της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έχουν ελαχιστοποιηθεί ή ακόμη εξαλειφθεί εντελώς («Ακτινοβολία», 2014· Γαλάνης & Καραγιάννης, 2000). Ωστόσο, διαρροή ακτινοβολίας μπορεί να υπάρξει από ελαττωματικές πόρτες, ακόμη και από το προστατευτικό τζάμι των συσκευών αν και σε αυτή την περίπτωση οι ποσότητες της είναι σχεδόν αμελητέες («Ακτινοβολία», 2014· Γαλάνης & Καραγιάννης, 2000). Τα μέρη του σώματος που θα παρουσιάσουν ενδεχομένως ευαισθησία είναι τα μάτια, τα γεννητικά όργανα και ο εγκέφαλος (Γαλάνης & Καραγιάννης, 2000). Οπότε για να προφυλαχθούμε αρκεί να:

- ❖ Μη στεκόμαστε για μεγάλα χρονικά διαστήματα μπροστά στο φούρνο την ώρα λειτουργίας του. («Ακτινοβολία», 2014· Αντωνοπούλου, χ.η.)
- ❖ Να τηρούνται οι αποστάσεις ασφαλείας 1,5 μέτρο τουλάχιστον μακριά του κατά την ώρα λειτουργίας του (Καραγιάννης, 2012· Αντωνοπούλου, χ.η.).
- ❖ Ο φούρνος μικροκυμάτων να είναι αναγνωρισμένου κατασκευαστή («Ακτινοβολία, 2014).

❖ Να τον τοποθετούμε σε ψηλό σημείο (Καραγιάννης, 2012).

Για τους ανωτέρω λόγους ο Βασιλάκης δεν πρέπει να στέκεται μπροστά στο φούρνο όταν ζεσταίνεται το γάλα και πολύ περισσότερο λόγω του ότι ο εγκέφαλος των μικρών παιδιών είναι πολύ ευαίσθητος και υπό ανάπτυξη και επηρεάζεται πολύ περισσότερο από των ενηλίκων. Το πόσο επιβλαβές είναι για την υγεία του Βασιλάκη η πράξη του να κάθεται μπροστά στο φούρνο μικροκυμάτων κατανοεί το 67,3% του δείγματος. Όμως υπάρχει και το 22,6% που πιστεύει ότι δεν είναι επιβλαβής για την υγεία του Βασιλάκη και 10,2% που δε γνωρίζει αν είναι επιβλαβής η όχι. Το ότι 174 άτομα από τα 532 (Διάγραμμα 62) δεν κατανοούν τη σοβαρότητα σε μια κοινωνία που κατακλύζεται από ακτινοβολίες είναι αρκετά ανησυχητικό.

Αναφορικά με το φύλο παρατηρούμε μεγαλύτερο ποσοστό σωστών απαντήσεων των φοιτητών από αυτό των φοιτητριών κατά 2,4% και από το συνολικό κατά 2,1%. Ενώ το ποσοστό της εναλλακτικής ιδέας είναι μικρότερο κατά 2% και 1,8% αντίστοιχα. Τέλος υπάρχει και 9,7% φοιτητών και 10,2% φοιτητριών που δηλώνουν ότι δε γνωρίζουν την απάντηση (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXVII). Ο Πίνακας 128 μας δείχνει ότι οι διαφορές είναι τυχαίες και το φύλο δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος σε αυτή την ερώτηση, αφού $\chi^2(2, N=532)=0,182$ και $p=0,913 > 0,05 = \alpha$.

Πίνακας 128: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 37: «Ο Βασιλάκης κάθεται μπροστά από το φούρνο μικροκυμάτων και παρακολουθεί το ποτήρι με το γάλα του. Αυτό είναι επιβλαβές για την υγεία του;» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,182 ^a	2	,913
Likelihood Ratio	,184	2	,912
Linear-by-Linear Association	,123	1	,725
N of Valid Cases	532		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,31.

Σχετικά με το έτος φοίτησης αυτό που θα μπορούσε να προκαλέσει εντύπωση είναι ότι τα πρώτα έτη έχουν υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων από ότι τα τελευταία, καθότι οι τελευταίοι είχαν περάσει και με μεγαλύτερο βαθμό πρόσβασης στο Πανεπιστήμιο (μέρος Α') κι έχουν διδαχθεί και περισσότερα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικών Επιστημών. Λοιπόν οι πρωτοετείς και δευτεροετείς ξεπερνούν το 70% (70,5% & 70,9% αντίστοιχα), οι τριτοετείς το προσεγγίζουν με 68,1% να απαντούν σωστά και τέλος οι τεταρτοετείς κι επί πτυχίω φοιτητές κυμαίνονται στο 60% (58,9% & 62,5% αντίστοιχα). Το μεγαλύτερο ποσοστό (28,2%) έκφρασης της εναλλακτικής ιδέας εμφανίζεται στους τεταρτοετείς, ενώ το ¼ των επί πτυχίω φοιτητών δε γνωρίζει την απάντηση (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXVIII). Από τον Πίνακα 129 φαίνεται ότι το έτος δεν επηρεάζει τις απαντήσεις των φοιτητών/ριών και η όποια διαφορά παρατηρείται μεταξύ των ετών είναι τυχαία, αφού $p=0,245$ μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ για $\chi^2(8, N=532)=10,289$.

Πίνακας 129: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 37: «Ο Βασιλάκης κάθεται μπροστά από το φούρνο μικροκυμάτων και παρακολουθεί το ποτήρι με το γάλα του. Αυτό είναι επιβλαβές για την υγεία του;» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,289 ^a	8	,245
Likelihood Ratio	9,323	8	,316
Linear-by-Linear Association	5,244	1	,022
N of Valid Cases	532		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,62.

Σχετικά με την κατεύθυνση οι μεγαλύτερες διαφορές από το συνολικό ποσοστό σωστών απαντήσεων παρατηρούνται στη Θετική και στη Τεχνολογική κατεύθυνση. Για τα άτομα που προέρχονται από Θετική κατεύθυνση η διαφορά είναι θετική (+9,4%), ενώ για τα άτομα που προέρχονται από Τεχνολογική η διαφορά είναι αρνητική (-7,3%). Ενώ για το υπόλοιπο δείγμα η διαφορά των σωστών απαντήσεων από το συνολικό 67,3% είναι μικρότερη του 1% (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXIX). Θα μπορούσαμε να αιτιολογήσουμε το υψηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων της Θετικής, λόγω του ότι η συγκεκριμένη ερώτηση εμπίπτει και στο πεδίο της Φυσικής και στο πεδίο της Βιολογίας –βασικού μαθήματος της κατεύθυνσης-. Όμως αναλύοντας τον Πίνακα 127 κι όντας ελαστικοί στις προϋποθέσεις εφαρμογής του ελέγχου χ^2 (75% του συνόλου των κελιών περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μεγαλύτερες του 5, αρκετά μεγάλος αριθμός βέβαια για εξαγωγή συμπερασμάτων), προκύπτει ότι η κατεύθυνση δεν επηρεάζει το δείγμα στο αν θα απαντήσει σωστά ή εσφαλμένα, αφού $\chi^2(3, N=531)=2,031$ και $p=0,512 > 0,05 = \alpha$. Ο Πίνακας 130 δεν είναι αξιόπιστος (41,7% του συνόλου των κελιών έχει αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5) για επαγωγικά συμπεράσματα και έτσι συγχωνεύτηκαν οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες και δημιουργήθηκε νέος πίνακας, ο Πίνακας 131.

Πίνακας 130: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 37: «Ο Βασιλάκης κάθεται μπροστά από το φούρνο μικροκυμάτων και παρακολουθεί το ποτήρι με το γάλα του. Αυτό είναι επιβλαβές για την υγεία του;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,765 ^a	6	,838
Likelihood Ratio	2,751	6	,839
Linear-by-Linear Association	,520	1	,471
N of Valid Cases	531		

a. 5 cells (41,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,60.

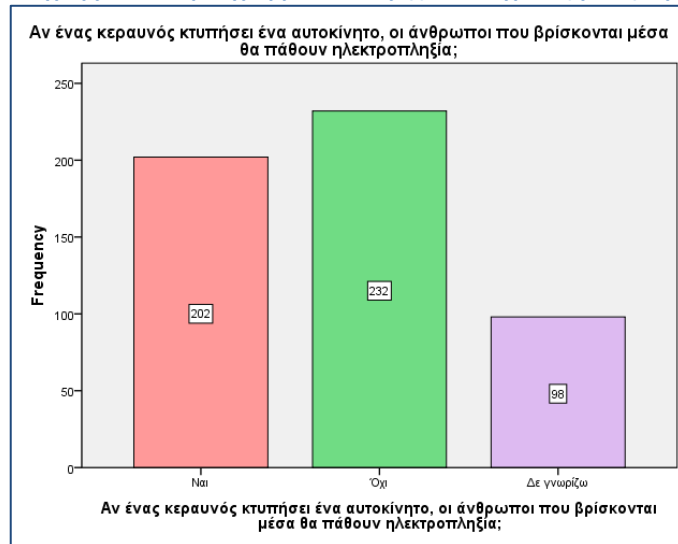
Πίνακας 131: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 37: «Ο Βασιλάκης κάθεται μπροστά από το φούρνο μικροκυμάτων και παρακολουθεί το ποτήρι με το γάλα του. Αυτό είναι επιβλαβές για την υγεία του;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,301 ^a	3	,512
Likelihood Ratio	2,334	3	,506

Linear-by-Linear Association	,325	1	,569
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,95.

Διάγραμμα 63: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 38.



Τα ηλεκτρόνια από την ηλεκτρική εκκένωση του κεραυνού απωθούνται μεταξύ τους την εξωτερική μεταλλική επιφάνεια του αυτοκινήτου (Hewitt, 2007). Έτσι έξω από το αυτοκίνητο μπορεί να δημιουργήσουν μεγάλο ηλεκτρικό πεδίο· όμως παρόλα αυτά μέσα στο αυτοκίνητο το καθαρό ηλεκτρικό πεδίο είναι μηδέν (Hewitt, 2007). Αυτό το φαινόμενο είναι η λεγόμενη «ηλεκτρική θωράκιση». Έτσι οι άνθρωποι που βρίσκονται μέσα στο αυτοκίνητο δεν πρόκειται να πάθουν ηλεκτροπληξία, καθότι σύμφωνα με τον Hewitt (2007) τα μέταλλα μπορούν να προσφέρουν τέλεια θωράκιση έναντι των ηλεκτρικών πεδίων. Περί της ηλεκτρικής θωράκισης φαίνεται να γνωρίζει το 43,6% του δείγματος, 18,4% την αγνοούν και 38% διατηρεί την εναλλακτική ιδέα (Διάγραμμα 63). Η ηλεκτρική θωράκιση όμως είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, όπου η άγνοια μπορεί να έχει τραγικές συνέπειες για την ανθρώπινη ζωή. Ενώ αν γνωρίζουν οι επιβαίνοντες πώς πρέπει να αντιδράσουν –ότι εντός του οχήματος είναι ασφαλείς-, μπορούν να προφυλάξουν τις ζωές τους.

Αναφορικά με το φύλο, οι μισοί φοιτητές γνωρίζουν ότι οι επιβαίνοντες όσο βρίσκονται εντός του αυτοκινήτου δεν κινδυνεύουν από ηλεκτροπληξία, ενώ 29,2% πιστεύουν ότι οι επιβαίνοντες θα πάθουν ηλεκτροπληξία και 20,8% δε γνωρίζουν τι θα συμβεί. Από την άλλη οι φοιτήτριες μπορεί μεν σε μικρότερο ποσοστό (18%) από τους φοιτητές να μη γνωρίζουν τι θα συμβεί, όμως σε μεγαλύτερο ποσοστό (39,3%) από αυτούς πιστεύουν ότι οι επιβαίνοντες εντός του αυτοκινήτου κινδυνεύουν από ηλεκτροπληξία και 42,6% (μικρότερο ποσοστό κι από τους άντρες και από το σύνολο) γνωρίζει ότι δε θα πάθουν ηλεκτροπληξία (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXXI). Πραγματοποιώντας έλεγχο συσχέτισης μέσω του κριτηρίου χ^2 προκύπτει ότι το φύλο δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος, επειδή $p=0,254$ που είναι μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ για $\chi^2(2, N=532)=2,743$ (Πίνακας 132).

Πίνακας 132: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 38: «Αν ένας κεραυνός κτυπήσει ένα αυτοκίνητο, οι άνθρωποι που βρίσκονται μέσα θα πάθουν ηλεκτροπληξία;» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,743 ^a	2	,254
Likelihood Ratio	2,830	2	,243
Linear-by-Linear Association	1,989	1	,158
N of Valid Cases	532		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 13,26.

Σχετικά με τα έτη φοίτησης πιστεύουν ότι οι άνθρωποι εντός του αυτοκινήτου δεν πρόκειται να πάθουν ηλεκτροπληξία –επιστημονική άποψη- το 47,2% των τεταρτοετών, το 44,2% των πρωτοετών, το 42,6% των τριτοετών, το 42,1% των δευτεροετών και το 37,5% των επί πτυχίω φοιτητών. Αντίθετα, το 32,6% των πρωτοετών, το 35,2% των τεταρτοετών, το 37,2% των τριτοετών, το 42,1% των δευτεροετών και το 43,8% των επί πτυχίω φοιτητών πιστεύουν ότι οι άνθρωποι μέσα στο αυτοκίνητο θα πάθουν ηλεκτροπληξία, αν αυτό χτυπηθεί από κεραυνό –εναλλακτική ιδέα-. Ενώ αυτοί που δε γνωρίζουν αν οι επιβαίνοντες θα πάθουν ηλεκτροπληξία ή όχι, όταν χτυπηθεί το αμάξι τους από κεραυνό κυμαίνονται από 15,8% (δευτεροετείς) μέχρι 23,2% (πρωτοετείς) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXXII). Απ' ότι φαίνεται δεν υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ του έτους και των απαντήσεων του δείγματος σε αυτή την ερώτηση. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τον Πίνακα 133, όπου $\chi^2(8, N=532)=4,762$ και $p=0,783>0,05=\alpha$: δηλαδή προκύπτει αποτέλεσμα μη στατιστικά σημαντικό.

Πίνακας 133: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 38: «Αν ένας κεραυνός κτυπήσει ένα αυτοκίνητο, οι άνθρωποι που βρίσκονται μέσα θα πάθουν ηλεκτροπληξία;» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,762 ^a	8	,783
Likelihood Ratio	4,710	8	,788
Linear-by-Linear Association	,069	1	,792
N of Valid Cases	532		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,95.

Αναφορικά με την κατεύθυνση (του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος) ή το άλλο εκπαιδευτικό σύστημα κι αναλύοντας τον πίνακα DLXXXIII του Παραρτήματος παρατηρούμε τα ακόλουθα. Το 44,3% των ατόμων από Θεωρητική κατεύθυνση θεωρεί ότι οι επιβαίνοντες δεν θα πάθουν ηλεκτροπληξία –επιστημονική άποψη-, το 37,9% ότι θα πάθουν ηλεκτροπληξία –εναλλακτική ιδέα- και 17,8% δε γνωρίζει. Ανάμεσα στην επιστημονική άποψη και την εναλλακτική ιδέα μοιράζεται το 83,9% των ατόμων του δείγματος που προέρχονται από τη Θετική κατεύθυνση και το 80% αυτών από την Τεχνολογική και αντίστοιχα 16,1% των πρώτων και 20% των δεύτερων δε γνωρίζει. Τέλος 3 από τα άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα δε γνωρίζουν, 2 συμφωνούν με την επιστημονική άποψη και 1 με την εναλλακτική ιδέα. Ο πολύ μικρός αριθμός των ατόμων από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα οδηγεί στο 25% του συνόλου των

κελιών με αναμενόμενες συχνότητες κάτω του 5% (Πίνακας 134 & 135). Παρόλα αυτά ένα μεγάλο ποσοστό των κελιών (75%) περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μεγαλύτερες του 5, ώστε να χρησιμοποιηθούν επαγωγικά τα αποτελέσματα των Πινάκων 130 και 131. Λοιπόν αφού οι πιθανότητες $-p=0,576$ για $\chi^2(6, N=531)=4,752$ & $p=0,891$ για $\chi^2(3, N=531)=0,622$ είναι μεγαλύτερες του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας 5%, τα αποτελέσματα δεν είναι στατιστικά σημαντικά και η κατεύθυνση δεν επηρεάζει ούτε τις απαντήσεις του δείγματος ούτε αν απαντούν σωστά ή λανθασμένα (Πίνακας 130 & 131).

Πίνακας 134: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 38: «Αν ένας κεραυνός κτυπήσει ένα αυτοκίνητο, οι άνθρωποι που βρίσκονται μέσα θα πάθουν ηλεκτροπληξία;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,752 ^a	6	,576
Likelihood Ratio	3,886	6	,692
Linear-by-Linear Association	,467	1	,494
N of Valid Cases	531		

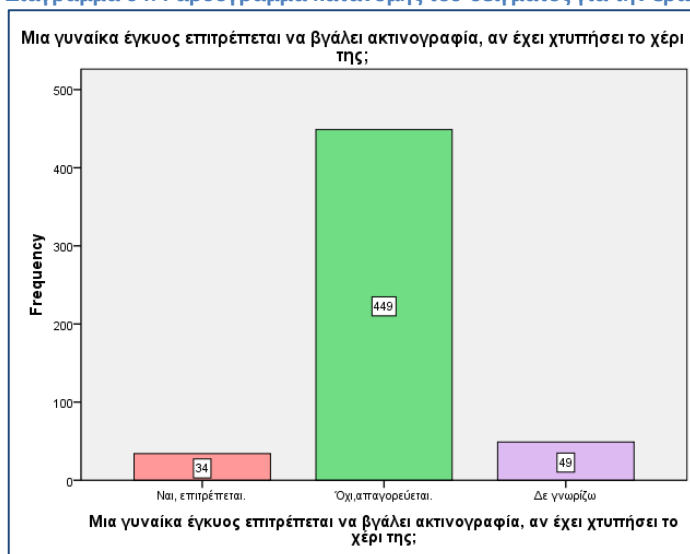
a. 3 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,10.

Πίνακας 135: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 38: «Αν ένας κεραυνός κτυπήσει ένα αυτοκίνητο, οι άνθρωποι που βρίσκονται μέσα θα πάθουν ηλεκτροπληξία;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,622 ^a	3	,891
Likelihood Ratio	,631	3	,889
Linear-by-Linear Association	,583	1	,445
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,62.

Διάγραμμα 64: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 39.



Οι ακτίνες X είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα υψηλής συχνότητας, που εκπέμπονται κυρίως από την αποδιέγερση των εσωτερων τροχιακών ηλεκτρονίων των ατόμων (Hewitt, 2007). Τα φωτόνια των ακτίνων X λόγω υψηλής ενέργειας που έχουν μπορούν και περνούν μέσα

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

από πολλά στρώματα ατόμων προτού απορροφηθούν ή σκεδαστούν (Hewitt, 2007). Σχεδόν η μισή από την ακτινοβολία που δέχεται ετησίως ο μέσος άνθρωπος του 21^{ου} αιώνα προέρχεται από μη φυσικές πηγές, όπως είναι οι ακτίνες Χ για διαγνωστικούς σκοπούς (41,7%) και η ραδιοθεραπεία (Hewitt, 2007). Ένα επιζών ακτινοβολημένο κύτταρο με αλλοιωμένο DNA όταν αναπαραχθεί, θα μεταβιβάσει στα θυγατρικά του ελαττωματικές γενετικές πληροφορίες και κατά συνέπεια θα προκύψει μια κυτταρική μετάλλαξη (Hewitt, 2007). Οι ακτίνες Χ αποτελούν μεταλλαξιγόνο παράγοντα (Αλεπόρου-Μαρίνου, Αργυροκαστρίτης, Κομητοπούλου, Πιαλόγλου, & Σγουρίτσα, 2005). Όμως τα ανθρώπινα κύτταρα περιέχουν πάρα πολλά ένζυμα που αναγνωρίζουν τις βλάβες και επιδιορθώνουν το DNA σε ποσοστό μεγαλύτερο του 99,9%· κάτι βέβαιο που δεν συμβαίνει με τα εμβρυικά κύτταρα τα οποία δεν έχουν προλάβει να αναπτυχθούν πλήρως και να είναι σε πλήρη λειτουργία όλοι οι μηχανισμοί (Αλεπόρου κ.συν., 2005). Τα εμβρυικά κύτταρα επιπλέον έχουν ευαίσθητη κυτταρική μεμβράνη και η ακτινοβολία Χ οδηγεί σε προβλήματα στη σύνθεση των πρωτεϊνών που απαρτίζουν τη σύνθεση της κυτταρικής μεμβράνης.

Σε ακτινολογικές εξετάσεις, όπως ακτινογραφίες, αξονική τομογραφία, μαστογραφία, ακτινοσκόπηση κι άλλες τέτοιες εξετάσεις, δέσμη ακτίνων Χ προσπίπτει και διαπερνά την περιοχή ενδιαφέροντος απεικονίζοντας την εσωτερική δομή του σώματος («Εγκυμοσύνη & Ακτινοβολία, χ.η.), καθότι οι ακτίνες Χ δε διαπερνούν τόσο εύκολα τα οστά όσο τους ιστούς του δέρματος (Hewitt, 2007). Η περιοχή στην οποία προσπίπτει η κύρια δέσμη της ακτινοβολίας λαμβάνει το μεγαλύτερο ποσό της «δόσης» και το υπόλοιπο σκεδάζεται στις γειτονικές περιοχές του σώματος («Εγκυμοσύνη & Ακτινοβολία, χ.η.). Συνεπώς, μεγαλύτερη επικινδυνότητα για το κύημα έχουν οι εξετάσεις, όπως η αξονική τομογραφία κοιλίας, η ακτινογραφία πυέλου, η ακτινογραφία οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης, όπου ακτινοβολείται η περιοχή της κοιλιακής χώρας, δηλαδή το κύημα εκτίθεται στην κύρια δέσμη ακτινοβολίας («Εγκυμοσύνη & Ακτινοβολία, χ.η.). Τα βιολογικά αποτελέσματα (άμεσα και απώτερα) στο κύημα λόγω έκθεσης σε κάποιο είδος ακτινοβολίας, εξαρτώνται κυρίως από τη «δόση ακτινοβολίας» που θα δεχθεί και από τη φάση της ανάπτυξής του κατά τη στιγμή της ακτινοβολίας («Εγκυμοσύνη & Ακτινοβολία, χ.η.). Τα άμεσα αποτελέσματα -θανάτωση του κυήματος, εμφάνιση δυσπλασιών, νοητική καθυστέρηση στο παιδί- συμβαίνουν σε πολύ υψηλές δόσεις ακτινοβολίας που σπάνια απαντώνται στις διαγνωστικές εξετάσεις, ενώ τα απώτερα αποτελέσματα -καρκινογένεση και λευχαιμία- μπορούν να εμφανιστούν με πιθανότητα που είναι ανάλογη της δόσης ακτινοβολίας που θα δεχθεί το έμβρυο και είναι περίπου ίση με 0,015% ανά 1 mSv («Εγκυμοσύνη & Ακτινοβολία, χ.η.). Στην αρχή της κύησης (1^η-2^η εβδομάδα) η ακτινοβολία μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αποτυχημένη εμφύτευση του γονιμοποιημένου ωαρίου στο βλεννογόνο ή το θάνατο του κυήματος· κατά τη διάρκειά της (3^η-8^η εβδομάδα) υπάρχει πιθανότητα εμφάνισης δυσπλασίας· και από την 8η εβδομάδα έως τον τοκετό η έκθεση του εμβρύου μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του δείκτη νοημοσύνης (Kevin, Torpenberg, Ashley Hill, & David P. Miller, 1999). Να σημειωθεί ότι η πιο ευαίσθητη χρονική περίοδος για τερατογένεση του κεντρικού νευρικού συστήματος είναι μεταξύ της 10ης και 17ης εβδομάδας κύησης, όπου μη επείγοντες ακτινολογικοί έλεγχοι θα πρέπει να αποφεύγονται ή αν υπάρχει επείγουσα ανάγκη να χρησιμοποιηθεί κάποια άλλη μέθοδος μηδενικής ακτινοβολίας, όπως είναι το υπερηχογράφημα (Kevin et al., 1999). Οι Kevin et al. (1999) υποστηρίζουν ότι διαγνωστικές ακτινογραφίες κατά την εγκυμοσύνη θεωρούνται σχετικά ασφαλείς, αλλά οι γιατροί θα

πρέπει να τις χρησιμοποιούν με μεγάλη υπευθυνότητα και υπερβολική σύνεση και παράλληλα να εξακολουθούν να είναι ευαίσθητοι στους φόβους και τις ανησυχίες των ασθενών, ενώ καλό είναι να χρησιμοποιούνται εναλλακτικές μέθοδοι ελαχιστοποιημένης ή και μηδενικής ακτινοβολίας. Συνεπώς, οι ακτινογραφίες σε περιόδους κήσης «απαγορεύονται» για αποφυγή διάχυσης ακτινοβολίας Χ στο σώμα και πιθανό ενδεχόμενο μετάλλαξης των φυσικών κυττάρων του εμβρύου σε καρκινικά (Αλεπόρου κ. συν., 2005).

Από το Διάγραμμα 64 φαίνεται ότι το δείγμα στην συντριπτική πλειοψηφία του (84,4%) είναι ενημερωμένο για την επικινδυνότητα των ακτινογραφιών κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. Ενώ αυτοί που την αγνοούν (9,2%) ή δεν τις θεωρούν επικίνδυνες (6,4%) ανέρχονται σε μονοψήφια ποσοστά.

Η συντριπτική πλειοψηφία (86,7%) των φοιτητριών γνωρίζει ότι για μια έγκυο είναι σχεδόν απαγορευτικό να δεχθεί ακτινοβολία Χ στο σώμα της, όπως και η πλειοψηφία των ανδρών (69,4%) το γνωρίζει. Η διαφορά όμως είναι εμφανέστατη ανάμεσα στα δύο φύλα κι αυτό είναι αναμενόμενο, καθότι η ερώτηση 39 θέτει ένα ζήτημα που αφορά άμεσα τις φοιτήτριες και μελλοντικές -και ίσως κάποιες ήδη- μητέρες· οπότε είναι και πιο ενημερωμένες περί του θέματος. Παρότι η πλειοψηφία γνωρίζει την επικινδυνότητα, υπάρχουν κι αυτοί που την αγνοούν ή δεν την παραδέχονται. Το ποσοστό και των φοιτητριών (7,8%) και των φοιτητών (18,1%) που δε γνωρίζουν αν οι ακτινογραφίες είναι επιτρεπόμενες ή απαγορευμένες για την εγκυμονούσα είναι μεγαλύτερο από αυτών (5,4% & 12,5% αντίστοιχα) που τις θεωρούν επιτρεπόμενες (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXXV)· κάτι που σίγουρα προβληματίζει. Από τον Πίνακα 136, όπου $\chi^2(2, N=532)=14,142$ και $p=0,001<5\%=\alpha$, προκύπτει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα και το συμπέρασμα είναι ότι οι απαντήσεις του δείγματος δεν είναι ανεξάρτητες του φύλου. Κάτι απόλυτα φυσικό κι προβλέψιμο.

Πίνακας 136: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 39: «Μια γυναίκα έγκυος επιτρέπεται να βγάλει ακτινογραφία, αν έχει χτυπήσει το χέρι της;» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	14,142 ^a	2	,001
Likelihood Ratio	12,072	2	,002
Linear-by-Linear Association	,401	1	,527
N of Valid Cases	532		

a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,60.

Αναφορικά με το έτος φοίτησης, καταρχάς οι επί πτυχίω φοιτητές πιστεύουν κατά ολομέλεια (100%) ότι οι εγκυμονούσες απαγορεύονται να βγάλουν ακτινογραφίες. Την ίδια άποψη έχει και το 91,2% των τεταρτοετών, το 86,3% των πρωτοετών, το 84% των τριτοετών και το 78,2% των δευτεροετών. Τα υπόλοιπα κελιά του πίνακα συνάφειας (πίνακας DLXXXVI, Παράρτημα) περιέχουν μονοψήφια ποσοστά, εκτός από ένα όπου το 12,4% των δευτεροετών δηλώνει ότι δε γνωρίζουν. Παρατηρώντας τον Πίνακα 137 $-\chi^2(8, N=532)=13,699$ και $p=0,090>0,05$ - συμπεραίνουμε ότι το έτος δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος, αφότου η πιθανότητα p είναι μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

Πίνακας 137: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 39: «Μια γυναίκα έγκυος επιτρέπεται να βγάλει ακτινογραφία, αν έχει χτυπήσει το χέρι της;» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	13,699 ^a	8	,090
Likelihood Ratio	16,347	8	,038
Linear-by-Linear Association	,054	1	,816
N of Valid Cases	532		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,02.

Σχετικά με τις κατευθύνσεις, το ποσοστό των σωστών απαντήσεων σε όλες είναι άνω του 80% με μικρότερο αυτό του άλλου εκπαιδευτικού συστήματος (83,1%) και μεγαλύτερο αυτό της Θετικής κατεύθυνσης (87,1%). Η άποψη ότι επιτρέπεται να βγάλουν ακτινογραφίες οι έγκυες κυμαίνεται από 0% (άλλο εκπαιδευτικό σύστημα) μέχρι 9,7% (Θετική κατεύθυνση). Ενώ ότι δε γνωρίζει δηλώνει το 9,6% των ατόμων από Θεωρητική, το 3,2% από Θετική, το 8,9% από Τεχνολογική κατεύθυνση και το 16,7% από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DLXXXVII). Με άλλα λόγια, τα άτομα από όλες τις κατευθύνσεις στην συντριπτική τους πλειοψηφία κατανοούν την επικινδυνότητα των ακτινογραφιών σε περίοδο εγκυμοσύνης και οι διαφορές μεταξύ των απαντήσεων είναι μικρές και μάλλον τυχαίες. Από τον Πίνακα 138 δεν μπορούμε να βγάλουμε συμπέρασμα (λόγω του 50% των κελιών που περιέχουν λιγότερες από 5 παρατηρήσεις), όμως από τον Πίνακα 139 [$\chi^2(3, N=531)=0,191$ & $p=0,979>5\%$] κι έχοντας πάνω από 5 παρατηρήσεις στο 75% των κελιών συμπεραίνουμε ότι όντως οι διαφορές είναι τυχαίες και η κατεύθυνση δεν επηρεάζει το δείγμα.

Πίνακας 138: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 39: «Μια γυναίκα έγκυος επιτρέπεται να βγάλει ακτινογραφία, αν έχει χτυπήσει το χέρι της;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,592 ^a	6	,858
Likelihood Ratio	3,244	6	,778
Linear-by-Linear Association	,024	1	,877
N of Valid Cases	531		

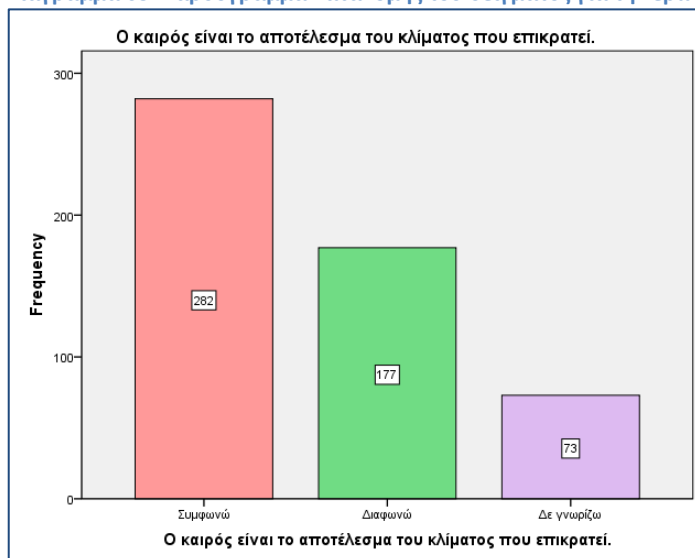
a. 6 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,38.

Πίνακας 139: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 39: «Μια γυναίκα έγκυος επιτρέπεται να βγάλει ακτινογραφία, αν έχει χτυπήσει το χέρι της;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,191 ^a	3	,979
Likelihood Ratio	,200	3	,978
Linear-by-Linear Association	,017	1	,895
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,94.

Διάγραμμα 65: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 40.



Η Σπυροπούλου (2005) υποστηρίζει ότι η φράση της ερώτησης 40 αποτελεί μία από τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/ριών κι απ' ότι φαίνεται στο Διάγραμμα 65 και των φοιτητών/ριών, αφότου το 53% του δείγματος δεν έχει αποβάλει την εναλλακτική ιδέα.

Πολλοί δε ξεχωρίζουν τη διαφορά ανάμεσα στο καιρό και το κλίμα και τα χρησιμοποιούν αδιακρίτως στο λόγο τους. Λοιπόν, με τον όρο **καιρός** εννοείται:

η κατάσταση της ατμόσφαιρας της Γης σε συγκεκριμένο τόπο και χρόνο από την άποψη της θερμοκρασίας, της πίεσης της υγρασίας και του υφισταμένου ανέμου (ένταση και διεύθυνση), με ότι άλλο φαινόμενο συνοδεύει αυτά, τόσο στην ξηρά, όσο και στη θάλασσα ή στον υπερκείμενο αέρα του ίδιου πάντα τόπου («Καιρός», χ.η., παρά. 1)·

ή «το σύνολο των μετεωρολογικών παραμέτρων σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία και κατά μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή» («Καιρός», χ.η., παρά. 1). Ενώ με τον όρο **κλίμα** ορίζεται:

το σύνολο των μετεωρολογικών καταστάσεων μιας μακροχρόνιας περιόδου, που χαρακτηρίζουν τη μέση ατμοσφαιρική κατάσταση ενός τόπου ή μιας μεγάλης επιφάνειας της Γης, σε συσχετισμό με τις διακυμάνσεις πολυάριθμων κλιματικών στοιχείων, δηλαδή της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας του αέρα και της επιφάνειας του εδάφους, των ανέμων, της σχετικής και της απόλυτης υγρασίας, της νέφωσης, της βροχής, του ιονισμού κ.ά. (Γεωργοπούλου, Γιάγια, Εκμετζόγλου, Καραμπέτσου κ. συν., 2005α,σ. 600).

Αναφορικά με το φύλο φαίνεται (πίνακας DLXXXIX, Παράρτημα) ο ανδρικός πληθυσμός του δείγματος να είναι ελαφρώς πιο ενημερωμένος από τον γυναικείο, καθότι 36,1% των φοιτητών απαντάει ορθά έναντι του 32,8% των φοιτητριών και λανθασμένα απαντάει το 45,8% έναντι 54,1%. Όμως σύμφωνα με τον Πίνακα 140 οι απαντήσεις του δείγματος είναι ανεξάρτητες, διότι $\chi^2(2, N=532)=2,150$ και $p=0,341 > 0,05 = \alpha$ όπου α είναι το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας.

Πίνακας 140: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 40: «Ο καιρός είναι το αποτέλεσμα του κλίματος που επικρατεί.» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,150 ^a	2	,341
Likelihood Ratio	2,091	2	,351
Linear-by-Linear Association	2,146	1	,143
N of Valid Cases	532		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,88.

Αναφορικά με το έτος φοίτησης, όσο μεγαλύτερο έτος είναι οι φοιτητές/ριες, τόσο μεγαλύτερο είναι και το ποσοστό των σωστών απαντήσεων. Δηλαδή ορθά και σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο απάντησε το 26,3% των πρωτοετών, το 29,1% των δευτεροετών, το 34,4% των τριτοετών, το 42,4% των τεταρτοετών και το 50% των επί πτυχίω φοιτητών/ριων. Ενώ η πλειοψηφία (61,1% των πρωτοετών, 51,7% των δευτεροετών, 54,8% των τριτοετών, 48,8% των τεταρτοετών) –εξαιρέση οι επί πτυχίω (43,8%) που ήταν μειοψηφία- συνεχίζει, αν και βρισκόμενοι στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση, να διατηρεί την εναλλακτική ιδέα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXC). Από τα ανωτέρω γίνεται εμφανές κι επιβεβαιώνεται από τον Πίνακα 141 ότι το έτος επηρεάζει θετικά τις απαντήσεις των ατόμων που σπουδάζουν στο Παιδαγωγικό Ιωαννίνων καθότι η πιθανότητα $p=0,031$ του κριτηρίου $\chi^2(8, N=532)=16,929$ είναι μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

Πίνακας 141: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 40: «Ο καιρός είναι το αποτέλεσμα του κλίματος που επικρατεί.» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	16,929 ^a	8	,031
Likelihood Ratio	16,668	8	,034
Linear-by-Linear Association	,031	1	,859
N of Valid Cases	532		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,20.

Αναφορικά με τις κατευθύνσεις το ποσοστό των σωστών απαντήσεων κυμαίνεται στο 30% και συγκεκριμένα για τα άτομα από τη Θεωρητική κατεύθυνση είναι 33%, από τη Θετική 35,5%, από τη Τεχνολογική 35,6% κι από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα 33,3%. Από την άλλη η εναλλακτική ιδέα ξεπερνά το 50% (Θεωρητική: 53,5%, Θετική: 51,6%, Άλλο εκπαιδευτικό σύστημα: 66,7%) , εκτός από την Τεχνολογική (46,7%). Τέλος «δε γνωρίζω» απάντησαν 17,8% από Τεχνολογική, 13,6% από Θεωρητική και 12,9% από Θετική (βλ. Παράρτημα, πίνακα DXCI). Για να βγάλουμε συμπέρασμα για τη σχέση μεταξύ κατεύθυνσης κι απαντήσεων εκτελούμε έλεγχο χ^2 . Όμως ο πίνακας 142 δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξαιτίας του ότι το 33,3% του συνόλου των κελιών περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5. Γι' αυτό το λόγο οι απαντήσεις συγχωνεύτηκαν σε σωστές και λανθασμένες, έγινε εκ νέου έλεγχος χ^2 και προέκυψε ο Πίνακας 143, τον οποίο δεχόμαστε οριακά λόγω του 25% των κελιών του που έχουν συχνότητες μικρότερες από 5. Λοιπόν,

$\chi^2(3, N=531)=0,192$ και $p=0,979>0,05=\alpha$ και συνεπώς οι σωστές ή εσφαλμένες απαντήσεις είναι ανεξάρτητες της κατεύθυνσης.

Πίνακας 142: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 40: «Ο καιρός είναι το αποτέλεσμα του κλίματος που επικρατεί.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,090 ^a	6	,911
Likelihood Ratio	2,865	6	,826
Linear-by-Linear Association	,168	1	,682
N of Valid Cases	531		

a. 4 cells (33,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,82.

Πίνακας 143: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 40: «Ο καιρός είναι το αποτέλεσμα του κλίματος που επικρατεί.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,192 ^a	3	,979
Likelihood Ratio	,191	3	,979
Linear-by-Linear Association	,140	1	,709
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,00.

Πίνακας 144: Κατανομή του δείγματος για τις απαντήσεις της ερώτησης 41.

Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων, λόγω:

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid φυσικών επιδράσεων.	32	6,0	6,1	6,1
χημικών επιδράσεων.	66	12,4	12,5	18,6
παθογενών επιδράσεων.	13	2,4	2,5	21,0
ραδιενεργών επιδράσεων.	19	3,6	3,6	24,6
πετρελαιογενών επιδράσεων.	11	2,1	2,1	26,7
άλλων επιδράσεων.	19	3,6	3,6	30,3
φυσικών & χημικών επιδράσεων.	2	,4	,4	30,7
χημικών & ραδιενεργών επιδράσεων.	3	,6	,6	31,3
ραδιενεργών & πετρελαιογενών επιδράσεων.	1	,2	,2	31,4
φυσικών, χημικών & παθογενών επιδράσεων.	1	,2	,2	31,6

φυσικών, χημικών & πετρελαιογενών επιδράσεων.	1	,2	,2	31,8
χημικών, παθογενών & ραδιενεργών επιδράσεων.	1	,2	,2	32,0
χημικών, παθογενών & πετρελαιογενών επιδράσεων.	1	,2	,2	32,2
χημικών, ραδιενεργών & πετρελαιογενών επιδράσεων.	8	1,5	1,5	33,7
φυσικών, παθογενών, ραδιενεργών & πετρελαιογενών επιδράσεων.	1	,2	,2	33,9
χημικών, παθογενών, ραδιενεργών & πετρελαιογενών επιδράσεων.	2	,4	,4	34,3
φυσικών, χημικών, παθογενών, ραδιενεργών & πετρελαιογενών επιδράσεων./όλων των ανωτέρω	343	64,2	65,0	99,2
'όλων των ανωτέρω & άλλων επιδράσεων.	4	,7	,8	100,0
Total	528	98,9	100,0	
Missing	99	6	1,1	
Total	534	100,0		

Για τη ρύπανση των υδάτων ευθύνονται φυσικές, χημικές, παθογενείς, ραδιενεργές, πετρελαιογενείς κι άλλες επιδράσεις (Κατσίκης, 2008). Τα αστικά λύματα μαζί με τα λιπάσματα που αποπλένονται από το νερό της βροχής, και τα οποία εμπλουτίζουν με νιτρικά και φωσφορικά άλατα το υδάτινο οικοσύστημα, προκαλούν τον ευτροφισμό (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003). Αυτές όμως οι ουσίες αποτελούν θρεπτικά συστατικά για τους υδρόβιους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς (φυτοπλαγκτόν) (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003). Συνεπώς το φαινόμενο του ευτροφισμού στην ουσία είναι η υπέρμετρη αύξηση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών του συστατικών (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003· Κατσίκης, 2008). Αυτή η αύξηση όμως οδηγεί και στην αύξηση των μονοκύτταρων ζωικών οργανισμών (ζωοπλαγκτόν) που εξαρτώνται τροφικά από το φυτοπλαγκτόν (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003). Με το θάνατο των πλαγκτονικών οργανισμών συσσωρεύεται νεκρή οργανική ύλη, η οποία αλυσιδωτά

προκαλεί την αύξηση των αποικοδομητών και καθώς αυξάνονται αυτοί οι μικροοργανισμοί ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου γίνεται μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003). Όμως η μείωση της διαλυμένης ποσότητας οξυγόνου στο νερό επιδρά και στους ανώτερους οργανισμούς του οικοσυστήματος για παράδειγμα τα ψάρια πεθαίνουν από ασφυξία (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003). Με άλλα λόγια, μια φυσική διαδικασία ενισχυόμενη από τη χημική ρύπανση οδηγεί στη μεταβολή της χλωρίδας και της πανίδας μιας υδάτινης μάζας (Κατσίκης, 2008). Η εμφάνιση του ευτροφισμού στις παράκτιες περιοχές είναι ιδιαίζουσας σημασίας, καθότι εκεί συγκεντρώνονται οι ανθρώπινες δραστηριότητες (αστική και βιομηχανική ανάπτυξη, αναψυχή, τουρισμός, απορρίψεις κ.ά.) (Κατσίκης, 2008). Ιδιαίτερα έντονο είναι το φαινόμενο του ευτροφισμού στις λίμνες (π.χ. Βιστονίδα, Παμβώτιδας, στη λίμνη της Καστοριάς και της Κορώνειας) και στους κλειστούς κόλπους (π.χ. Ελευσίνας, Σαρωνικού, Παγασητικού, Θερμαϊκού), σε αντίθεση με τις ανοιχτές θάλασσες οι οποίες έχουν τεράστια ικανότητα να ανακυκλώνουν τις οργανικές βιοαποικοδομήσιμες ουσίες (Κατσίκης, 2008).

Τη σωστή απάντηση, ότι ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων λόγω χημικών επιδράσεων, γνωρίζει το 12,4% του δείγματος. Ενώ η εναλλακτική ιδέα «Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων λόγω φυσικών, χημικών, παθογενών, ραδιενεργών και πετρελαιογενών επιδράσεων.» συγκεντρώνει το 64,2% των απαντήσεων του δείγματος και ακολουθεί η εναλλακτική ιδέα ότι ο ευτροφισμός οφείλεται σε φυσικές επιδράσεις (6%). Αυτό που συμπεραίνουμε επομένως (κι από τον Πίνακα 144) είναι ότι το δείγμα έχει στο μυαλό του συγκεχυμένους τους λόγους που προκαλούν τον ευτροφισμό.

Επειδή στους πίνακες συνάφειας (είτε για το φύλο είτε για το έτος είτε για την κατεύθυνση) λόγω του εύρους των απαντήσεων σε αυτή την ερώτηση θα υπήρχαν πολλά κελιά με λιγότερες από 5 παρατηρήσεις, κάτι που θα παραβίαζε τις προϋποθέσεις εφαρμογής του χ^2 ελέγχου, οι απαντήσεις συγχωνεύτηκαν σε σωστές και λανθασμένες και αυτές θα αναλυθούν στατιστικά στην συνέχεια.

Πίνακας 145: Κατανομή του δείγματος για την ερώτηση 41 (μεταβλητές 41.1-41.6).

Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων, λόγω επιδράσεων.* φυσικών χημικών παθογενών ραδιενεργών πετρελαιογενών άλλων						
Φύλο**						
Άνδρας	58,6%	74,3%	51,4%	57,1%	57,1%	11,4%
Γυναίκα	74,9%	83,0%	72,1%	74,7%	72,5%	3,3%
Έτος***						
Α'	74,0%	81,3%	69,8%	74,0%	71,9%	4,2%
Β'	66,8%	78,7%	65,8%	71,3%	66,3%	5,4%
Γ'	77,2%	85,9%	71,7%	72,8%	71,7%	1,1%
Δ'	78,0%	83,7%	72,4%	72,4%	74,0%	4,9%
Επί πτυχίω	73,3%	86,7%	73,3%	73,3%	80,0%	6,7%
Κατεύθυνση****						
Θεωρητική	73,7%	82,4%	71,5%	74,2%	72,6%	3,6%
Θετική	76,7%	90%	70,0%	76,7%	70,0%	3,3%
Τεχνολογική	58,1%	72,1%	46,5%	48,8%	48,8%	14%

Άλλο εκπαιδευτικό σύστημα	80,0%	80,0%	80,0%	100%	80%	0%
----------------------------------	-------	-------	-------	------	-----	----

* Το δείγμα είχε τη δυνατότητα επιλογής περισσότερων της 1 απάντησης.

** Πίνακες συνάφειας για το φύλο: DXCIII-DXCVIII (βλ. Παράρτημα)

*** Πίνακες συνάφειας για το έτος: DXCIX-DCIV (βλ. Παράρτημα)

**** Πίνακες συνάφειας για την κατεύθυνση: DCV-DCX (βλ. Παράρτημα)

Αναφορικά με το φύλο, για τους άνδρες οι αιτίες του ευτροφισμού είναι κυρίως χημικές, φυσικές, ραδιενεργές και πετρελαιογενείς, ενώ οι γυναίκες δεν πιστεύουν ότι ευθύνονται στο ίδιο ποσοστό οι ραδιενεργές και οι πετρελαιογενείς επιδράσεις (Πίνακας 145). Συγκεκριμένα η συντριπτική πλειοψηφία και των ανδρών (81,4%) και των γυναικών (88,4%) εκφράζει κάποια εναλλακτική ιδέα και μόνο το 17,1% των ανδρών και το 11,6% των γυναικών απαντούν ορθά –μόνο χημικών επιδράσεων- (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXI). Επειδή συγχωνεύτηκαν οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες θα εφαρμόστηκε ο έλεγχος Fisher, αντί για χ^2 . Λοιπόν, για $\chi^2(1, N=528)=2,720$ ή $p=0,119$ είναι μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακας 146) κι επομένως προκύπτει μη στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα και το συμπέρασμα είναι ότι οι σωστές και λανθασμένες απαντήσεις είναι ανεξάρτητες του φύλου.

Πίνακας 146: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 41: «Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων, λόγω: ...» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,720 ^a	1	,099		
Continuity Correction ^b	2,117	1	,146		
Likelihood Ratio	2,464	1	,116		
Fisher's Exact Test				,119	,077
Linear-by-Linear Association	2,715	1	,099		
N of Valid Cases	528				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8,75.

b. Computed only for a 2x2 table

Αναφορικά με το έτος, οι πρωτοετείς και οι τριτοετείς θεωρούν ως κυριότερες αιτίες που προκαλούν την ευτροφισμό τις χημικές, τις φυσικές και τις ραδιενεργές επιδράσεις· ενώ οι δευτεροετείς θεωρούν τις ίδιες αλλά πιο πολύ «κατηγορούν» τις ραδιενεργές παρά τις φυσικές. Οι τεταρτοετείς θεωρούν ως επί πλείστον υπεύθυνες τις χημικές, φυσικές και πετρελαιογενείς επιδράσεις και οι επί πτυχίω πρώτα τις χημικές, έπειτα τις πετρελαιογενείς και στη συνέχεια όλες τις άλλες (Πίνακας 145). Την απάντηση ότι ο ευτροφισμός δημιουργείται μόνο λόγω χημικών επιδράσεων έδωσε το 13,9% των δευτεροετών, το 13,3% των επί πτυχίω φοιτητών, το 12% των τριτοετών, το 11,5% των πρωτοετών και το 11,4% των τεταρτοετών (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXIII). Το υπόλοιπο δείγμα έδωσε κάποια άλλη απάντηση που περιελάμβανε ή όχι τις χημικές επιδράσεις. Ότι δεν υπάρχει κάποια αλληλουχία ανάμεσα στα ποσοστά και τα έτη φαίνεται κι από την ανωτέρω ανάλυση, προκύπτει κι από τον Πίνακα 147. Λοιπόν, σύμφωνα με αυτόν, $\chi^2(N=528, 4)=0,612$ και

$p=0,962>0,05=\alpha$, όπου α το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας. Οπότε προκύπτουν μη στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα και η οποιαδήποτε διαφορά είναι τυχαία, άσχετη του έτους.

Πίνακας 147: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 41: «Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων, λόγω: ...» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,612 ^a	4	,962
Likelihood Ratio	,609	4	,962
Linear-by-Linear Association	,049	1	,825
N of Valid Cases	528		

a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,88.

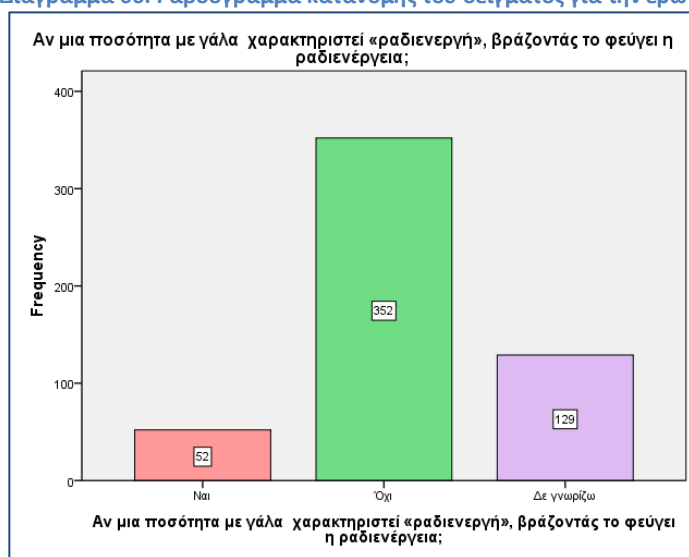
Αναφορικά με την κατεύθυνση, τα άτομα από Θεωρητική κατεύθυνση θεωρούν ως κυριότερες επιδράσεις για τον ευτροφισμό τις χημικές, τις ραδιενεργές και τις φυσικές. Τα άτομα από Θετική θεωρούν ως κυριότερες τις χημικές, έπειτα τις φυσικές και ραδιενεργές κι έπειτα τις παθογενείς και πετρελαιογενείς. Τα άτομα από Τεχνολογική κι αυτά θεωρούν τις χημικές επιδράσεις ως σημαντικότερες και μάλιστα με διαφορά, αλλά αυτά τα άτομα θεωρούν σε διψήφιο ποσοστό ότι για τον ευτροφισμό ευθύνονται κι άλλες επιδράσεις πέρα από τις καταγεγραμμένες. Τέλος όλα τα άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα θεωρούν τις ραδιενεργές επιδράσεις υπεύθυνες για τον ευτροφισμό και κανένα από αυτά δε θεωρεί υπεύθυνες άλλες επιδράσεις μη καταγεγραμμένες στην ερώτηση (Πίνακας 145). Συνοψίζοντας τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων κι ανά κατεύθυνση είναι χαμηλά: τα υψηλότερα από αυτά είναι το 20,9% που προέρχεται από Τεχνολογική κατεύθυνση και το 16,7% από Θετική. Αντίθετα τα ποσοστά των εναλλακτικών ιδεών είναι υψηλά σε όλες τις κατευθύνσεις με υψηλότερα το 100% των ατόμων από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα και το 88,4% των ατόμων από Θεωρητική κατεύθυνση. Με λίγη προσοχή παρατηρούμε μια μικρή τάση καλύτερων αποτελεσμάτων για τη Θετική και την Τεχνολογική, κατευθύνσεις με βασικά τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Όμως γενικό συμπέρασμα δεν μπορούμε να εκφράσουμε, γιατί παρότι έχουν συγχωνευτεί οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες παραμένει ένα σημαντικό ποσοστό (37,5%) κελιών με αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5, κάτι που παραβιάζει τις προϋποθέσεις εφαρμογής του κριτηρίου χ^2 και δε μας επιτρέπει να αξιοποιήσουμε επαγωγικά να αποτελέσματα του Πίνακα 148.

Πίνακας 148: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 41: «Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων, λόγω: ...» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,324 ^a	3	,229
Likelihood Ratio	4,516	3	,211
Linear-by-Linear Association	1,847	1	,174
N of Valid Cases	527		

a. 3 cells (37,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,63.

Διάγραμμα 66: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 42.



Ο ρυθμός της ραδιενεργούς διάσπασης ενός στοιχείου μετριέται βάσει του χρόνου ημιζωής. Ο χρόνος ημιζωής ή υποδιπλασιασμού είναι ο χρόνος που απαιτείται να παρέλθει ώστε να διασπαστούν τα μισά άτομα ενός ραδιενεργού ισότοπου –οποιαδήποτε κι αν ήταν η αρχική ποσότητα- και είναι χαρακτηριστικός για κάθε στοιχείο. Συνήθως οι χρόνοι ημιζωής είναι μεγάλοι. Μπορεί να χρειαστούν και χιλιάδες χρόνια για να υποδιπλασιαστεί μια αρχική ραδιενεργή ποσότητα κι άλλα τόσα χιλιάδες χρόνια για να υποτετραπλασιαστεί κ.ο.κ. . Οι χρόνοι ημιζωής των ραδιενεργών στοιχείων και των στοιχειωδών σωματιδίων είναι απόλυτα σταθεροί κι ανεξάρτητοι από οποιεσδήποτε εξωτερικές συνθήκες. Ακόμα και ακραίες θερμοκρασίες ή πιέσεις, ισχυρά ηλεκτρομαγνητικά πεδία, ή και βίαιες χημικές αντιδράσεις δεν έχουν καμία μετρήσιμη επίδραση στο ρυθμό διάσπασης ενός δεδομένου στοιχείου, γιατί όλες αυτές οι «καταπονήσεις» μπορεί να είναι σφοδρές για τα συνηθισμένα μέτρα αλλά είναι πάρα πολύ ήπιες για να επηρεάσουν τον πυρήνα βαθιά στο εσωτερικό του ατόμου. (Hewitt, 2007)

Επομένως, αν το γάλα έχει μολυνθεί ραδιενεργώς, τα ραδιενεργά σωματίδιά του δεν επηρεάζονται από την αύξηση της θερμοκρασίας, ακόμα κι αν φτάσει σε σημείο βρασμού. Την επιστημονική άποψη φαίνεται να ενστερνίζεται το 66% του δείγματος, το 24,2% –μη αμελητέο ποσό- δηλώνει ότι δε γνωρίζει και το 9,8% πιστεύει ότι ο βρασμός αρκεί για να «φύγει» η ραδιενέργεια (Διάγραμμα 66). Με άλλα λόγια, η πλειοψηφία γνωρίζει ότι η ποσότητα της ραδιενέργειας δεν πρόκειται να μεταβληθεί με τον βρασμό και γι' αυτό πρέπει να είμαστε προσεκτικοί με τις τροφές που διαλέγουμε να προσλαμβάνουμε· όμως το ¼ σχεδόν του δείγματος δεν γνωρίζει κι αυτό είναι άξιο συζήτησης.

Όσον αφορά το φύλο, οι φοιτήτριες σημειώνουν μεγαλύτερο ποσοστό (67%) σωστών απαντήσεων σε σχέση με τους φοιτητές (59,7%). Ακόμη το ποσοστό της εναλλακτικής ιδέας για τις φοιτήτριες είναι μονοψήφιο (8,9%), ενώ για τους φοιτητές διψήφιο (15,3%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXVI). Όμως αυτές οι διαφορές είναι τυχαίες, επειδή το φύλο δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος στη συγκεκριμένη ερώτηση σύμφωνα με τον Πίνακα 149 όπου $\chi^2(2, N=533)=3,127$ και $p=0,209 > 0,05 = \alpha$.

Πίνακας 149: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 42: «Αν μια ποσότητα με γάλα χαρακτηριστεί «ραδιενεργή», βράζοντάς το φεύγει η ραδιενέργεια;» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,127 ^a	2	,209
Likelihood Ratio	2,817	2	,244
Linear-by-Linear Association	,582	1	,446
N of Valid Cases	533		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,02.

Όσον αφορά το έτος, το 72% των τριτοετών και των τεταρτοετών απαντά σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο, σημειώνοντας έτσι μονοψήφια ποσοστά (4,3% και 8,8% αντίστοιχα) στην υποστήριξη της εναλλακτικής ιδέας. Σε μικρότερο ποσοστό, αλλά εξίσου υψηλό (63,5%), απαντούν ορθά οι δευτεροετείς φοιτητές, ακολουθούν οι επί πτυχίω φοιτητές (62,5%) κι έπειτα οι πρωτοετείς (58,3%) –κάτι αναμενόμενο-. Ενώ όσον αφορά την απάντηση «Δε γνωρίζω» τα δύο ακραία ποσοστά παρατηρούνται στους πρωτοετείς (28,1%) και τους τεταρτοετείς (19,2%) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXVII). Χρησιμοποιώντας τον έλεγχο $\chi^2(8, N=533)=9,081$ για διερεύνηση συσχέτισης μεταξύ του έτους φοίτησης και των απαντήσεων, δεν προκύπτει κάποια σχέση καθώς η πιθανότητα $p=0,335$ είναι μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακας 150).

Πίνακας 150: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 42: «Αν μια ποσότητα με γάλα χαρακτηριστεί «ραδιενεργή», βράζοντάς το φεύγει η ραδιενέργεια;» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,081 ^a	8	,335
Likelihood Ratio	9,741	8	,284
Linear-by-Linear Association	,205	1	,651
N of Valid Cases	533		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,56.

Όσον αφορά την κατεύθυνση, το υψηλότερο ποσοστό (74,2%) σωστών απαντήσεων κατέχει η Θετική κατεύθυνση, ακολουθεί η Τεχνολογική με 68,9% η οποία όμως έχει και διψήφιο ποσοστό (11,1%) στην εναλλακτική ιδέα, στην συνέχεια βρίσκεται το άλλο εκπαιδευτικό σύστημα με 66,7% σωστές απαντήσεις και 33,3% λανθασμένες και τέλος η Θεωρητική με 65,1% (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXVIII). Για έλεγχο συσχέτισης των απαντήσεων με την κατεύθυνση θα χρησιμοποιούνταν τα αποτελέσματα του Πίνακα 151, όμως τα κελιά με αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 είναι πολλά (41,7%) κι οπότε παραβιάζεται μία από τις προϋποθέσεις τήρησης του κριτηρίου. Οπότε συγχωνεύονται οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες και ξαναγίνεται έλεγχος. Βέβαια πάλι το σύνολο των κελιών που έχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 ξεπερνά το 20%, όμως το ότι 75% του συνόλου των κελιών (αριθμός αρκετά μεγάλος) περιέχει αναμενόμενες συχνότητες μεγαλύτερες του 5 μας επιτρέπει να εφαρμόσουμε το χ^2 , με κάποια ανεκτικότητα στα όρια. Λοιπόν από τον Πίνακα 152, έχουμε $\chi^2(6, N=531)=1,254$ και $p=0,740 > 0,05 = \alpha$. Επομένως οι σωστές και λανθασμένες απαντήσεις είναι ανεξάρτητες της κατεύθυνσης.

Πίνακας 151: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 42: «Αν μια ποσότητα με γάλα χαρακτηριστεί «ραδιενεργή», βράζοντάς το φεύγει η ραδιενέργεια;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,072 ^a	6	,913
Likelihood Ratio	2,113	6	,909
Linear-by-Linear Association	,901	1	,343
N of Valid Cases	532		

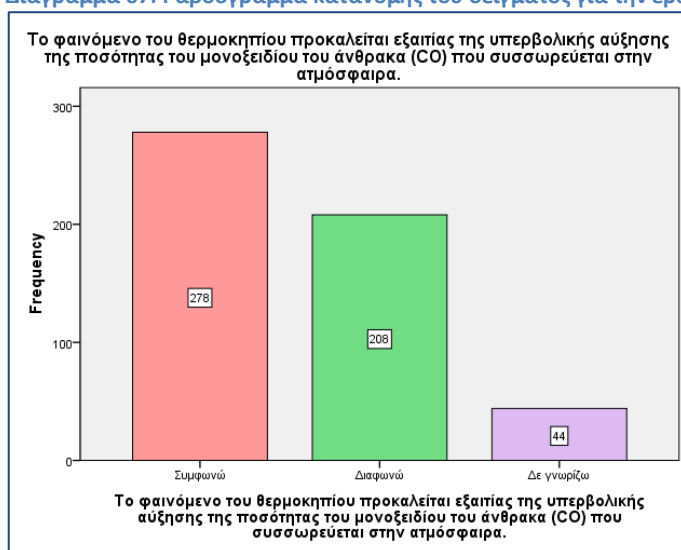
a. 5 cells (41,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,59.

Πίνακας 152: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 42: «Αν μια ποσότητα με γάλα χαρακτηριστεί «ραδιενεργή», βράζοντάς το φεύγει η ραδιενέργεια;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,254 ^a	3	,740
Likelihood Ratio	1,300	3	,729
Linear-by-Linear Association	,544	1	,461
N of Valid Cases	532		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,04.

Διάγραμμα 67: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 43.



Ο ατμοσφαιρικός αέρας αποτελείται κυρίως από N_2 (78% v/v), O_2 (21% v/v), CO_2 (0,03% v/v) και ευγενή αέρια (Ar, Ne, ..., 0,9% v/v) (Σαλτέρης, 2000). Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η ποιοτική και ποσοτική αλλοίωση της παραπάνω σύστασης (Σαλτέρης, 2000): ένα είδος ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ως αέρια του θερμοκηπίου θεωρούνται το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) –υπεύθυνο για το 50% της υπερθέρμανσης του πλανήτη-, το μεθάνιο (CH_4) –υπεύθυνο για το 18% της υπερθέρμανσης της Γης-, οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), το όζον (O_3) και οι υδρατμοί (H_2O) (Σαλτέρης, 2000). Την ονομασία «φαινόμενο του θερμοκηπίου» καθιέρωσε ο Fourier το 1822, παραλληλίζοντας την ατμόσφαιρα με το τζάμι ενός θερμοκηπίου, όπου και στις δυο περιπτώσεις ο αέρας που θερμαίνεται από τις ηλιακές ακτίνες παγιδεύεται με

αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006 · Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003). Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στη Γη απορροφάται κατά ένα μέρος –υπεριώδης ακτινοβολία- από αυτή (μέσω του όζοντος) κι ένα μέρος επανεκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Σαλτέρης, 2000). Ένα ποσοστό της υπέρυθρης επανεκπεμπόμενης ακτινοβολίας διαφεύγει στο διάστημα κι ένα ποσοστό εγκλωβίζεται από τα αέρια της ατμόσφαιρας που δημιουργούν ένα στρώμα σε απόσταση 25km από την επιφάνεια της Γης (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Κατσίκης, 2008· Σαλτέρης, 2000). Με αυτόν τον τρόπο διατηρείται στον πλανήτη μας θερμοκρασιακή ισορροπία (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Κατσίκης, 2008· Σαλτέρης, 2000). Ωστόσο λόγω της υπέρμετρης καύσης των ορυκτών καυσίμων, της αποψίλωσης, υλοτόμησης ή εκχέρσωσης των δασών κι άλλων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, το προστατευτικό κάλυμμα αερίων έχει εμπλουτιστεί με CO₂ κι έχει γίνει πυκνότερο (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003· Κατσίκης, 2008). Το γεγονός αυτό οδηγεί και στην ανατροπή της οικολογικής ισορροπίας στην ατμόσφαιρα και στην αλλαγή των κλιματολογικών δεδομένων στην επιφάνεια της Γης (Κατσίκης, 2008). Δηλαδή παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας στον πλανήτη, καθότι χωρίς να εμποδίζεται η είσοδος της θερμότητας από τα αέρια της ατμόσφαιρας, επιτρέπεται η έξοδος όλο και μικρότερου ποσοστού θερμότητας (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Κατσίκης, 2008). Πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι ως το 2040 θα έχει αυξηθεί η θερμοκρασία του πλανήτη κατά 5°C, επειδή η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που προστίθεται στην ατμόσφαιρα αυξάνει με ρυθμό 0,3% κάθε έτος (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003). Σε αυτή την περίπτωση οι επιπτώσεις θα είναι πολύ σοβαρές, όπως:

- ❖ μείωση στα αποθέματα του νερού (Σαλτέρης, 2000),
- ❖ τήξη των πάγων κι ανύψωση της στάθμης των θαλασσών (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003· Κατσίκης, 2008) και κατά συνέπεια απώλεια μεγάλων χερσαίων εκτάσεων που θα καλυφθούν από το νερό (Αδαμαντίδου κ. συν., 2006· Καμπουράκης & Ρουμελιώτου, 2003),
- ❖ είσοδος των θαλάσσιων υδάτων στον παράκτιο υδροφόρο ορίζοντα και υποβάθμιση αυτού (Σαλτέρης, 2000),
- ❖ τοπικές αλλαγές κλίματος (Κατσίκης, 2008),
- ❖ απότομες αλλαγές στη θερμοκρασία του αέρα (Σαλτέρης, 2000),
- ❖ υψηλές θερμοκρασίες τη θερινή περίοδο (Σαλτέρης, 2000),
- ❖ σημαντικές μετακινήσεις πληθυσμών και αγαθών (Σαλτέρης, 2000),
- ❖ και μεταβολές στην πανίδα και τη χλωρίδα (Κατσίκης, 2008).

Επομένως το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται εξαιτίας της υπερβολικής αύξησης της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα κι όχι του μονοξειδίου (CO). Το μισό δείγμα (52,5%) της παρούσας έρευνας φαίνεται να μην ξεχωρίζει τις δυο αυτές χημικές ενώσεις (Διάγραμμα 67). Γνωρίζει γενικά για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά επικρατεί σύγχυση ως προς την σύσταση. Αντίθετα το 39,3% του δείγματος διαψεύδει την πρόταση της ερώτησης 43, γιατί προφανώς έχει διαχωρίσει στο νου του αυτά τα δύο αέρια· μάλιστα κάποιοι σχολίασαν πολύ σωστά δίπλα στην απάντηση ότι ευθύνεται το διοξείδιο του άνθρακα. Τέλος υπάρχουν και 44 από τα 530 άτομα (8,3%)

που δε γνωρίζουν αν ευθύνεται ή όχι το μονοξείδιο του άνθρακα για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Σχετικά με το φύλο, ο μισός σχεδόν (53,3%) γυναικείος πληθυσμός του δείγματος πιστεύει ότι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το μονοξείδιο του άνθρακα – εναλλακτική ιδέα-. Ενώ σε αυτή την άποψη αντιτίθεται το 38,9% των γυναικών του δείγματος. Η διαφορά μεταξύ της εναλλακτικής ιδέας και της επιστημονικής άποψης για τον ανδρικό πληθυσμό του δείγματος είναι μικρότερη, καθότι 47,2% αυτού συμφωνεί ότι ευθύνεται το μονοξείδιο και 41,7% διαφωνεί (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXX). Πάντως σε κάθε περίπτωση το ποσοστό που εκφράζει την εναλλακτική ιδέα υπερσχύει. Αναλύοντας τον Πίνακα 153, όπου $\chi^2(2, N=530)=1,351$ και $p=0,205 > 0,05=\alpha$, δεν προκύπτει σχέση μεταξύ των απαντήσεων και του φύλου.

Πίνακας 153: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 43: «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται εξαιτίας της υπερβολικής αύξησης της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα.» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,351 ^a	2	,509
Likelihood Ratio	1,297	2	,523
Linear-by-Linear Association	1,303	1	,254
N of Valid Cases	530		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,98.

Όσον αφορά το έτος, καταρχάς οι επί πτυχίω φοιτητές μοιράζονται ανάμεσα στην ορθή επιστημονικά απάντηση και στην εναλλακτική ιδέα. Έπειτα το υψηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων παρατηρείται από τους τριτοετείς (42,6%) κι ακολουθούν οι δευτεροετείς (39,3%). Αντίθετα το υψηλότερο ποσοστό διατήρησης της εναλλακτικής ιδέας παρατηρείται στους τεταρτοετείς (58,9%) –όχι και τόσο αναμενόμενο- και στη συνέχεια στους πρωτοετείς (51,6%)–αρκετά αναμενόμενο- (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXI). Στον Πίνακα 154 παρατηρούμε ότι $\chi^2(8, N=530)=10,344$ και ότι $p=0,242$ μεγαλύτερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$. Συνεπώς, προκύπτει μη στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα και το έτος φοίτησης δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος.

Πίνακας 154: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 43: «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται εξαιτίας της υπερβολικής αύξησης της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα.» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,344 ^a	8	,242
Likelihood Ratio	12,468	8	,132
Linear-by-Linear Association	3,442	1	,064
N of Valid Cases	530		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,33.

Αναφορικά με τις κατευθύνσεις του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος ή το άλλο εκπαιδευτικό σύστημα, οι μισοί από τους φοιτητές/ριες που προέρχονταν από άλλο

εκπαιδευτικό σύστημα απάντησαν ορθά και οι μισοί λανθασμένα. Το επόμενο υψηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων σημειώθηκε από τα άτομα της Θετικής (45,2%) και με μικρή διαφορά ακολουθούν τα άτομα της Τεχνολογικής (44,4%). Οι τελευταίοι μάλιστα σημειώνουν και το υψηλότερο ποσοστό (55,6%) εναλλακτικής ιδέας στη συγκεκριμένη ερώτηση, καθότι κανένας από αυτή την κατεύθυνση δεν απάντησε ότι δεν γνωρίζει· όλοι εξέφρασαν άποψη. Τέλος τα άτομα από Θεωρητική κατεύθυνση σε ποσοστό 52,8% δίνουν εναλλακτική απάντηση, 38% την επιστημονική απάντηση και 9,2% δηλώνει ότι δε γνωρίζει (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXII). Το να διατυπώσουμε συμπέρασμα για την ύπαρξη σχέσης κατεύθυνσης και απαντήσεων δε μας το επιτρέπει το 41,7% του συνόλου των κελιών που περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες κάτω του 5 (Πίνακας 155). Όμως οι απαντήσεις του δείγματος συγχωνεύτηκαν σε σωστές και λανθασμένες και μπορούμε να εξετάσουμε μέσω του Πίνακα 156 –μιας και το 75% του συνόλου των κελιών περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες άνω του 5- αν η κατεύθυνση επηρεάζει αυτές. Λοιπόν, επειδή $\chi^2(3, N=529)=1,531$ και $p=0,675 > 0,05 = \alpha$, δεν τις επηρεάζει.

Πίνακας 155: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 43: «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται εξαιτίας της υπερβολικής αύξησης της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,306 ^a	6	,390
Likelihood Ratio	9,957	6	,126
Linear-by-Linear Association	,216	1	,642
N of Valid Cases	529		

a. 5 cells (41,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,50.

Πίνακας 156: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 43: «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται εξαιτίας της υπερβολικής αύξησης της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,531 ^a	3	,675
Likelihood Ratio	1,510	3	,680
Linear-by-Linear Association	1,359	1	,244
N of Valid Cases	529		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,35.

Πίνακας 157: Κατανομή του δείγματος για τις απαντήσεις της ερώτησης 44.

Ποιο ή ποια από τα παρακάτω είναι φτιαγμένο/α από κύτταρα;					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	πρωτεΐνες	66	12,4	12,6	12,6
	υδρογονάνθρακες	21	3,9	4,0	16,6
	νερό	19	3,6	3,6	20,2
	πρωτεΐνες &	9	1,7	1,7	21,9
	υδρογονάνθρακες				

	πρωτεΐνες & νερό	4	,7	,8	22,7
	υδρογονάνθρακες & νερό	2	,4	,4	23,1
	όλα τα παραπάνω	136	25,5	26,0	49,0
	κανένα από τα παραπάνω	267	50,0	51,0	100,0
	Total	524	98,1	100,0	
Missing	9	10	1,9		
Total		534	100,0		

Οι Driver et al. (2000) αναφέρονται σε διάφορες έρευνες που έχουν γίνει και το συμπέρασμα ήταν ότι οι μαθητές συγχέουν τις έννοιες του κυττάρου και του μορίου. Εξετάζοντας έννοιες από το κεφάλαιο της κυτταρικής θεωρίας διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές έχουν αρκετές εναλλακτικές ιδέες για τα κύτταρα. Χαρακτηριστική αυτών είναι ότι πιστεύουν ότι οι πρωτεΐνες, οι υδρογονάνθρακες και το νερό είναι φτιαγμένα από κύτταρα (Driver et al., 2000· Ξηρουχάκη, 2010). Άλλοι θεωρούν ότι το κύτταρο αποτελεί ένα είδος οργανισμού μέσα σε έναν άλλο οργανισμό («Εναλλακτικές ιδέες Βιολογίας», χ.η.). Λοιπόν, η κυτταρική θεωρία διατυπώθηκε το 1838-9 από τους Schleiden και Schwann, οι οποίοι υποστήριξαν ότι το κύτταρο είναι η θεμελιώδης δομική και λειτουργική μονάδα όλων των οργανισμών (Καψάλης, Μπουρμπουχάκης, Περάκη & Σαλαμαστράκης, 2005). Δηλαδή ως το **κύτταρο** νοείται το μικρότερο δομικό συστατικό της έμβιας ύλης που υπάρχει στη φύση (Καψάλης κ.συν., 2005· «Κύτταρο», χ.η.) κι αποτελείται από μια συστηματικά οργανωμένη ομάδα μορίων, που βρίσκονται σε δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ τους («Κύτταρο», χ.η.). Ενώ ως **μόριο** ορίζεται το ελάχιστο συστατικό ενός στοιχείου ή μιας ένωσης που μπορεί να υπάρξει σε ελεύθερη κατάσταση, διατηρώντας τις χημικές ιδιότητες των μερών του στοιχείου ή της ένωσης που το αποτελούν («Μόριο», χ.η.). Συγκεκριμένα, οι πρωτεΐνες είναι το πιο διαδεδομένο και πολυδιάστατο στη μορφή και στη λειτουργία του μόριο και για την ακρίβεια μακρομόριο (Καψάλης κ.συν., 2005). Οι πρωτεΐνες αποτελούνται από αμινοξέα, που αποτελούν τις μονάδες (μονομερή) οι οποίες επαναλαμβανόμενες σχηματίζουν τα μακρομόρια (πολυμερή) (Καψάλης κ.συν., 2005). Οι υδρογονάνθρακες είναι οργανικές χημικές ενώσεις που το μόριο τους αποτελείται από άνθρακα (C) και υδρογόνο (H) και ο χημικός τους τύπος είναι C_xH_y (Λιοδάκης, Γάκης, Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Κάλλης, 2005). Το νερό είναι η πιο διαδεδομένη χημική ένωση στην επιφάνεια της Γης με χημικό τύπο H_2O , καλύπτοντας το 70,9% του πλανήτη μας («Νερό», χ.η.). Στη φύση, συναντάται και στην αέρια κατάσταση (υδρατμοί) και στην υγρή κατάσταση (νερό) και στη στερεή κατάσταση (πάγος), καθώς επίσης και στην κατάσταση υγρού κρυστάλλου, κοντά σε υδρόφιλες επιφάνειες («Νερό», χ.η.). Το μόριο του νερού αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου (H) και ένα άτομο οξυγόνου (O), που συνδέονται μεταξύ τους με ομοιοπολικούς δεσμούς.

Επικεντρώνοντας στην έρευνά μας και στον Πίνακα 157, παρατηρούμε καταρχάς ότι 1,9% του πληθυσμού δεν απάντησε, οπότε στη συγκεκριμένη ερώτηση απάντησαν 524 άτομα και προφανώς ευθύνεται και η παράλειψη της απάντησης «Δε γνωρίζω». Τα μισά άτομα από το δείγμα απάντησαν σωστά, δηλαδή ότι ούτε οι πρωτεΐνες ούτε οι υδρογονάνθρακες ούτε το νερό δεν είναι φτιαγμένο από κύτταρα· το ¼ του πληθυσμού απάντησε ότι και οι πρωτεΐνες και οι υδρογονάνθρακες και το νερό είναι φτιαγμένα από κύτταρα και το υπόλοιπο ¼

μοιράστηκε στις εναπομείνουσες 6 απαντήσεις, εκ των οποίων οι μισοί πιστεύουν ότι μόνο οι πρωτεΐνες είναι φτιαγμένες από κύτταρα.

Εξαιτίας του εύρους των απαντήσεων και σε αυτή την ερώτηση στους πίνακες συνάφειας (είτε για το φύλο είτε για το έτος είτε για την κατεύθυνση) υπάρχουν πολλά κελιά με λιγότερες από 5 παρατηρήσεις. Αυτό όμως παραβιάζει τις προϋποθέσεις εφαρμογής του χ^2 ελέγχου. Έτσι οι απαντήσεις συγχωνεύτηκαν σε σωστές και λανθασμένες και αυτές θα ελεγχθούν στατιστικά στην συνέχεια.

Όσον αφορά το φύλο, το ποσοστό των σωστών απαντήσεων για τις φοιτήτριες (52,2%) είναι μεγαλύτερο από αυτό των φοιτητών (43,1%). Ενώ από τις εναλλακτικές ιδέες, κυρίαρχες και για τις γυναίκες και για τις άνδρες του δείγματος, είναι η απάντηση «όλα τα παραπάνω» (24,3% & 36,1% αντίστοιχα) κι έπειτα η απάντηση «οι πρωτεΐνες» (12,8% & 11,1% αντίστοιχα) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXIV). Στην περίπτωση που οι αναμενόμενες συχνότητες είναι μικρότερες από 1 ή το ποσοστό των κελιών που έχουν αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά το Fisher's exact test (Γναρδέλλης, 2006). Οπότε για $\chi^2(1, N=524)=2,084$ προέκυψε $p=0,164 > 0,05 = \alpha$ (Πίνακας 158). Άρα δεν υπάρχει επιρροή του φύλου στις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις αυτής της ερώτησης.

Πίνακας 158: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 44: «Σημειώστε ποιο ή ποια από τα παρακάτω είναι φτιαγμένο/α από κύτταρα;» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,084 ^a	1	,149		
Continuity Correction ^b	1,733	1	,188		
Likelihood Ratio	2,088	1	,148		
Fisher's Exact Test				,164	,094
Linear-by-Linear Association	2,080	1	,149		
N of Valid Cases	524				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 35,31.

b. Computed only for a 2x2 table

Αναφορικά με το έτος φοίτησης, το υψηλότερο ποσοστό (67%) σωστών απαντήσεων σημειώθηκε από στο Γ' έτος, όπου η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα (16,5%) ήταν ότι και οι πρωτεΐνες και οι υδρογονάνθρακες και το νερό («όλα τα παραπάνω») είναι φτιαγμένα με κύτταρα κι όπου όλες οι υπόλοιπες εναλλακτικές ιδέες κυμάνθηκαν με μονοψήφια ποσοστά. Έπειτα ακολουθούν οι επί πτυχίω φοιτητές -με 56,3% αυτών να απαντάει ορθά πως «κανένα» δεν είναι φτιαγμένο από κύτταρα και 31,3% αυτών να διατηρεί την εναλλακτική ιδέα πως «όλα» είναι φτιαγμένα από κύτταρα- και οι τεταρτοετείς -οι οποίοι σε ποσοστό 51,2% απαντούν ορθά ενώ το 24,4% διατηρεί την εναλλακτική ιδέα ότι και οι πρωτεΐνες και οι υδρογονάνθρακες και το νερό είναι φτιαγμένα από κύτταρα και το 19,5% λέει μόνο για τις πρωτεΐνες-. Τέλος το 48,9% των πρωτοετών και το 44% των δευτεροετών απαντούν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο: οι υπόλοιποι διαφωνούν εκφράζοντας κάποια εναλλακτική ιδέα με συχνότερες τις απαντήσεις «όλα τα παραπάνω» -22,3% Α'

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

έτους, 32,5% Β' έτους- και «οι πρωτεύουσες» -12,8% Α' έτους, 10% Β' έτους- (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXV). Παρατηρούμε ότι άνω του 50% των φοιτητών Γ' έτους κι άνω απαντούν σωστά, ενώ λιγότεροι από το 50% των πρωτοετών και δευτεροετών φοιτητών απαντά σωστά. Με άλλα λόγια, φαίνεται το έτος επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό το δείγμα σε αυτή την ερώτηση. Αυτό διαπιστώνεται και στατιστικά, καθότι για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ η $p=0,009$ είναι μικρότερη αυτού, όπου $\chi^2(4, N=524)=13,620$ (Πίνακας 159).

Πίνακας 159: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 44: «Σημειώστε ποιο ή ποια από τα παρακάτω είναι φτιαγμένο/α από κύτταρα;» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	13,620 ^a	4	,009
Likelihood Ratio	13,837	4	,008
Linear-by-Linear Association	2,356	1	,125
N of Valid Cases	524		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,85.

Σχετικά με τις κατευθύνσεις, το 54,8% των ατόμων που προέρχονται από Θετική κατεύθυνση δίνει την επιστημονική απάντηση, το 25,8% «όλα τα παραπάνω» και το 12,9% «οι πρωτεύουσες». Από τη Θεωρητική το 52,2% των ατόμων αυτών υποστηρίζει ό,τι και το επιστημονικό πρότυπο («κανένα από τα παραπάνω»), 24,7% διατηρεί την εναλλακτική ιδέα ότι όλα είναι φτιαγμένα από κύτταρα και ξανά το 12,9% πιστεύει ότι οι πρωτεύουσες μόνο είναι φτιαγμένες από κύτταρα κι όχι οι υδρογονάνθρακες και το νερό. Όσον αφορά τα άτομα από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα, πέρα του ελληνικού, ακριβώς τα μισά δίνουν τη σωστή απάντηση, 33,3% απαντούν «όλα τα παραπάνω» και το υπόλοιπο 16,7% «οι πρωτεύουσες». Τέλος χαμηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων (35,6%) παρατηρείται στον υποπληθυσμό που προέρχεται από Τεχνολογική κατεύθυνση και μάλιστα εδώ το ποσοστό της κυρίαρχης εναλλακτική ιδέας («όλα τα παραπάνω») (37,8%) είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό της επιστημονικής ιδέας («κανένα από τα παραπάνω») (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXVI). Η συγκεκριμένη ερώτηση άπτεται στον κλάδο της Βιολογίας, που αποτελεί βασικό μάθημα της Θετικής κατεύθυνσης· όμως και πολλά άτομα από Θεωρητική κατεύθυνση επιλέγουν ως 6^ο πανελλαδικά εξεταζόμενο μάθημα τη Βιολογία Γενικής παιδείας και διατηρούν επαφή με τον κλάδο, αντίθετα με τα άτομα από Τεχνολογική που επιλέγουν συνήθως Μαθηματικά Γενικής παιδείας. Άραγε η κατεύθυνση επηρεάζει τις απαντήσεις; Για να απαντηθεί το ερώτημα πρέπει να γίνει χ^2 έλεγχος. Σύμφωνα με τους Κάτση κ.συν (2010), όταν δεν είναι εφικτό οι πίνακες συνάφειας σε κάθε κελί να έχουν τουλάχιστον 5 παρατηρήσεις, τότε είναι ικανοποιητικό ποσοστό το 75% των κελιών να περιέχει τουλάχιστον 5 παρατηρήσεις ή οι αναμενόμενες συχνότητες κάθε κελιού να είναι τουλάχιστον 5. Άρα μπορούμε και χρησιμοποιούμε τα αποτελέσματα του Πίνακα 160 κι επειδή η τιμή $p=0,194$ είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$, ο έλεγχος δε θεωρείται στατιστικά σημαντικός και συνεπώς η κατεύθυνση δεν έχει καμία επίδραση στις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις του δείγματος.

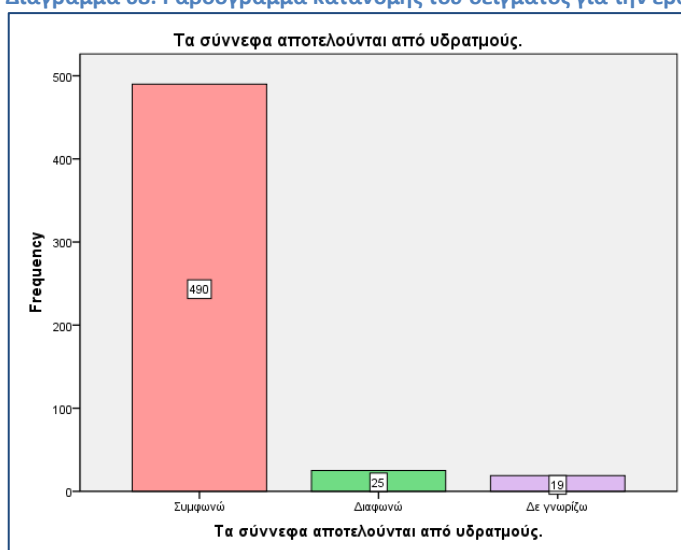
Πίνακας 160: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 44: «Σημειώστε ποιο ή ποια από τα παρακάτω είναι φτιαγμένο/α από κύτταρα;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,711 ^a	3	,194
Likelihood Ratio	4,764	3	,190
Linear-by-Linear Association	2,823	1	,093
N of Valid Cases	523		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,95.

Διάγραμμα 68: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 45.



Σύμφωνα με το Hewitt (2007), τα σύννεφα αποτελούνται από σταγονίδια νερού διαφορετικών διαστάσεων. Όμως όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 68, η συντριπτική πλειοψηφία (91,8% ή 490 από τα 534 άτομα) των μελλοντικών δασκάλων δεν έχει αποβάλλει την εναλλακτική ιδέα. Σύμφωνα με τη Σπυροπούλου (2005), οι μαθητές/ριες εκφράζουν εναλλακτικές ιδέες και για τη σύσταση των σύννεφων, καθώς πιστεύουν ότι αυτά αποτελούνται από υδρατμούς ή από υδρατμούς και διαστημική σκόνη/ καυσαέριο/ ατμοσφαιρική πίεση/ θετικά κι αρνητικά φορτία ή από υδρογόνο κι άζωτο. Με άλλα λόγια, οι φοιτητές/ριες διατήρησαν την εναλλακτική ιδέα που είχαν πιθανόν ως μαθητές/ριες για τη σύσταση των σύννεφων. Κι ενώ τα σύννεφα τα βλέπουν σχεδόν καθημερινώς, για τη σύστασή τους διατηρούν εσφαλμένη άποψη.

Το ποσοστό της εναλλακτικής ιδέας των φοιτητριών του δείγματος παραμένει ίδιο με το συνολικό ποσοστό και διαφέρει κατά 0,1% από αυτό των φοιτητών. Όσον αφορά το ποσοστό των σωστών απαντήσεων είναι πολύ μικρό, όπως και το γενικό (4,7%), και ανέρχεται για τις γυναίκες στο 4,5% και για τους άνδρες στο 5,6%. Επίσης αναφερόμενοι και στην απάντηση «Δε γνωρίζω» τα ποσοστά είναι 3,7% και 2,8% αντίστοιχα· αρκετά κοντινά με αυτά της σωστής απάντησης. (βλ. Παράρτημα, πίνακας DCXXVIII)

Όσον αφορά το έτος, πρώτον κανένας από τους επί πτυχίω φοιτητές δεν απάντησε σωστά, αντιθέτως όλοι υποστήριξαν την εναλλακτική ιδέα. Δεύτερον, οι πρωτοετείς σημειώνουν επίσης χαμηλότερο ποσοστό (2,1%) σωστών απαντήσεων από το σύνολο, αλλά ταυτόχρονα

σε αυτούς παρατηρείται και το χαμηλότερο –αλλά υψηλό- ποσοστό (88,5%) εναλλακτικής ιδέας· κάτι που σημαίνει ότι είναι αυξημένο σε σχέση με το σύνολο το ποσοστό (9,4%) αυτών που δε γνωρίζει τι να απαντήσει. Από την άλλη, το υψηλότερο –αλλά πολύ χαμηλό- ποσοστό σωστών απαντήσεων (6,4%) παρατηρείται στους τριτοετείς, οι οποίοι εντωμεταξύ έχουν κι αυξημένο ποσοστό (92,6%) έκφρασης της εναλλακτικής ιδέας κι επομένως μειωμένο ποσοστό (1,1%) για την απάντηση «Δε γνωρίζω». Το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό ορθών απαντήσεων (5,4%) συναντάται στο Β' έτος, όπου το ποσοστό της εναλλακτικής ιδέας είναι 91,1% (-0,7% σε σύγκριση με του συνολικού δείγματος). Τέλος, όσον αφορά τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων στη μέση βρίσκεται αυτό των τεταρτοετών (4,8%), οι οποίοι όμως σημειώνουν το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό (93,6%) έκφρασης της εναλλακτικής ιδέας. (βλ. Παράρτημα, πίνακας DCXXIX)

Αναλύοντας ανά κατεύθυνση, η κατάταξη είναι η ακόλουθη. Καταρχάς, κανένα από τα άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα δεν απάντησε σωστά· όλα συμφωνούν με τη διατύπωση της ερώτησης 45. Δεύτερον, μόνο το 2,2% των ατόμων από Τεχνολογική κατεύθυνση συμφωνεί με το επιστημονικό πρότυπο· το 93,3% εκφράζει την εναλλακτική ιδέα. Τρίτον, το 4,7% των ατόμων από Θεωρητική απαντά ορθά και το 92% υποστηρίζει την εναλλακτική ιδέα. Τέταρτον και τελευταίο, το ποσοστό σωστών απαντήσεων για τη Θετική κατεύθυνση (9,7%) είναι σχεδόν διπλάσιο από το συνολικό και το αντίστοιχο ποσοστό της εναλλακτικής ιδέας είναι μειωμένο (-7,8% σε σχέση με το συνολικό). (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXX)

Στατιστικοί έλεγχοι (χ^2 tests) πραγματοποιήθηκαν και παρατίθενται στο Παράρτημα (φύλο: πίνακας DCCLXII & DCCLXIII, έτος: πίνακας DCCCXXXVII & DCCCXXXVIII, κατεύθυνση: πίνακας CMX & CMXI). Εδώ δεν παρατίθενται, παρά μόνο συνοπτικά τα αποτελέσματά τους στους Πίνακες 202, 203 και 204, επειδή δεν πληρείται μια από τις προϋποθέσεις αξιοπιστίας του κριτηρίου –το ποσοστό των κελιών που έχουν αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη του 5 να μην υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών- και γι' αυτόν το λόγο δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα αποτελέσματα για να αξιολογήσουμε επαγωγικά τα δεδομένα του πίνακα συνάφειας.

Πίνακας 161: Κατανομή του δείγματος για τις απαντήσεις της ερώτησης 46.

Για το σάπισμα ευθύνονται:

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid χρόνος που περνά	10	1,9	1,9	1,9
μικρόβια	28	5,2	5,3	7,2
έντομα-σκουλήκια	4	,7	,8	7,9
συνθήκες	6	1,1	1,1	9,1
υγρασία-μούχλα	27	5,1	5,1	14,2
χρόνος που περνά & υγρασία-μούχλα	4	,7	,8	14,9
μικρόβια & συνθήκες	2	,4	,4	15,3
μικρόβια & υγρασία-μούχλα	1	,2	,2	15,5

χρόνος που περνά, μικρόβια & έντομα-σκουλήκια	1	,2	,2	15,7
χρόνος που περνά, μικρόβια & υγρασία-μούχλα	2	,4	,4	16,1
χρόνος που περνά, έντομα-σκουλήκια & υγρασία-μούχλα	1	,2	,2	16,3
χρόνος που περνά, συνθήκες & υγρασία-μούχλα	3	,6	,6	16,8
μικρόβια, συνθήκες & υγρασία-μούχλα	2	,4	,4	17,2
χρόνος που περνά, μικρόβια, έντομα-σκουλήκια & υγρασία-μούχλα	1	,2	,2	17,4
χρόνος που περνά, μικρόβια, συνθήκες & υγρασία-μούχλα	3	,6	,6	18,0
χρόνος που περνά, μικρόβια, συνθήκες & πρώτες ύλες	1	,2	,2	18,1
χρόνος που περνά, συνθήκες, υγρασία-μούχλα & πρώτες ύλες	1	,2	,2	18,3
χρόνος που περνά, μικρόβια, έντομα-σκουλήκια, συνθήκες & υγρασία-μούχλα	6	1,1	1,1	19,5
όλα τα ανωτέρω	401	75,1	75,8	95,3
Δε γνωρίζω	25	4,7	4,7	100,0
Total	529	99,1	100,0	
Missing	99	5	,9	
Total	534	100,0		

Η πλειοψηφία του δείγματος (75,1%) αποδίδει ως αίτιο της αποικοδόμησης το χρόνο που περνά, τα έντομα και τα σκουλήκια, τις συνθήκες, την υγρασία και τη μούχλα και τις πρώτες ύλες (Πίνακας 157). Έρευνα για να εξετάσουν τις εναλλακτικές ιδέες για το ρόλο των μικροβίων στην αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης είχαν διεξάγει και οι Μαυρικάκη, Αλευριάδου, & Γεροδήμου (2009). Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 40 μαθητές με και χωρίς μαθησιακές δυσκολίες της Ε και ΣΤ δημοτικού και η πλειονότητα (65%) αυτών αγνοούσε το ρόλο των μικροβίων στην αποικοδόμηση, κάτι που έχει καταδειχθεί κι από τη διεθνή βιβλιογραφία (Leach et al, 1992, όπ. αναφ. στους Μαυρικάκη κ.συν., 2009). Οι πρώτες προσπάθειες ανίχνευσης των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών σχετικά με τα μικρόβια ξεκίνησαν πριν μισό αιώνα και παραπάνω (Nagy, 1953, όπ. αναφ. στους Μαυρικάκη κ.συν.,

2009). Αλλά κι αργότερα σε έρευνα των Brinkman και Boschhuizen (1989, όπ. αναφ. στους Driver et al., 2000) οι μαθητές γενικά αγνοούν το ρόλο των μικροοργανισμών στη φύση ως αποικοδομητές, αλλά και την ουσιαστική σημασία των μικροβίων για τη ζωή. Αλλά ούτε και οι φοιτητές φαίνεται να είναι ενήμεροι, καθώς μόνο το 5,2% απάντησε ορθά πως για το σάπισμα ευθύνονται τα μικρόβια (Πίνακας 161). Ακόμη 5,1% του δείγματος θεωρούν την υγρασία και τη μούχλα υπεύθυνες για το σάπισμα και 4,7% των φοιτητών/ριών δε γνωρίζει πού οφείλεται το σάπισμα (Πίνακας 161).

Οι απαντήσεις συγχωνεύτηκαν σε σωστές και λανθασμένες, διότι στους πίνακες συνάφειας (είτε για το φύλο είτε για το έτος είτε για την κατεύθυνση) λόγω του εύρους των απαντήσεων σε αυτή την ερώτηση προέκυπταν πάρα πολλά κελιά με λιγότερες από 5 παρατηρήσεις, κάτι που παραβιάζει τις προϋποθέσεις εφαρμογής του χ^2 ελέγχου. Οπότε στην συνέχεια γίνεται στατιστική ανάλυση των συγχωνευμένων απαντήσεων.

Στη συγκεκριμένη ερώτηση σχεδόν τριπλάσιο ποσοστό φοιτητών (11,3%) απαντά σωστά σε σχέση με τις φοιτήτριες (4,4%), αλλά και στις δύο περιπτώσεις τα ποσοστά είναι χαμηλά. Ενώ η συντριπτική πλειοψηφία και των φοιτητών (83,1%) και πολύ περισσότερο των φοιτητριών (91%) εκφράζει κάποια εναλλακτική ιδέα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXXIII). Όπως προαναφέρθηκε οι απαντήσεις συγχωνεύτηκαν, οπότε αντί χ^2 test χρησιμοποιούμε εναλλακτικά Fisher test. Παρόλα αυτά οριακά προκύπτει κάποιο συμπέρασμα, διότι το 25% του συνόλου των κελιών περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες από το 5. Λοιπόν, από τον Πίνακα 162 συμπεραίνουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων, αφού $\chi^2(1, N=529)=5,840$ και $p=0,039 < 0,05=\alpha$.

Πίνακας 162: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 46: «Για το σάπισμα ευθύνονται:» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	5,840 ^a	1	,016		
Continuity Correction ^b	4,544	1	,033		
Likelihood Ratio	4,709	1	,030		
Fisher's Exact Test				,039	,024
Linear-by-Linear Association	5,829	1	,016		
N of Valid Cases	529				

a. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,76.

b. Computed only for a 2x2 table

Το μεγαλύτερο ποσοστό σε αυτή την ερώτηση και σωστών απαντήσεων (6,7%) και εναλλακτικών ιδεών (93,3%) παρουσιάζουν οι επί πτυχίω φοιτητές από τους οποίους κανείς δεν απάντησε «Δε γνωρίζω». Το επόμενο μεγαλύτερο ποσοστό (92,6%) εναλλακτικών ιδεών παρουσιάζεται από τους πρωτοετείς και τους τριτοετείς, όπου οι μεν πρώτοι σε ποσοστό 5,3% απαντούν σωστά και οι δε δεύτεροι σε ποσοστό 4,3% -το χαμηλότερο-. Ακολουθούν οι τεταρτοετείς με 89,3% αυτών να υποστηρίζει κάποια εναλλακτική ιδέα και το 4,9% να συμφωνεί με το επιστημονικό πρότυπο. Τέλος, το 87,7% των δευτεροετών διατηρεί κάποια εναλλακτική ιδέα και μόλις το 5,9% αυτών τις έχει

αποβάλλει (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXXIII). Δε φαίνεται να υπάρχει κάποια ακολουθία στα ποσοστά ανά έτος, άρα λογικά δεν υπάρχει κάποια συσχέτιση των απαντήσεων με το έτος. Εξετάζοντας τον Πίνακα 163 αυτό επιβεβαιώνεται, καθώς $p=0,978$ μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας 5% για $\chi^2(4, N=529)=0,448$.

Πίνακας 163: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 46: «Για το σάπισμα ευθύνονται:» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,448 ^a	4	,978
Likelihood Ratio	,453	4	,978
Linear-by-Linear Association	,047	1	,828
N of Valid Cases	529		

a. 2 cells (20,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,79.

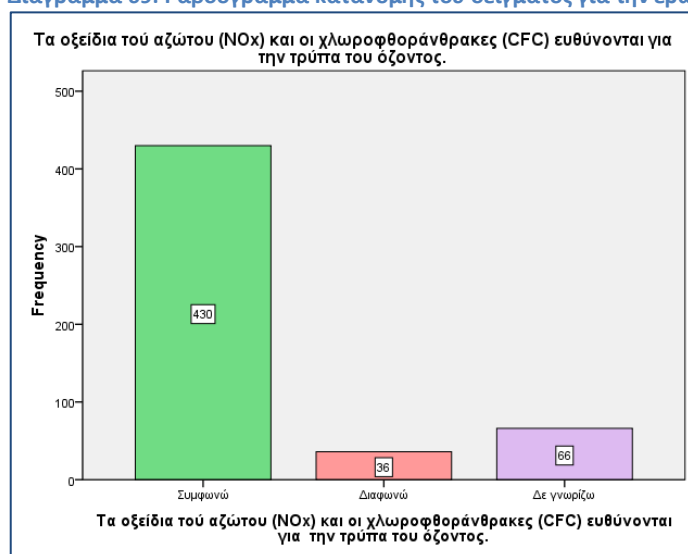
Τα άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα απάντησαν όλα λανθασμένα. Ενώ το υψηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων και το μόνο διψήφιο (13,3%) παρατηρήθηκε στα άτομα από Τεχνολογική κατεύθυνση. Τα άτομα από Θεωρητική κατά 91,7% διατήρησαν κάποια εναλλακτική ιδέα και κατά 4,7% εκφράστηκαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο. Τέλος, μόλις 3,2% των ατόμων από Θετική κατεύθυνση απαντούν σωστά, 16,7% αυτών δε γνωρίζει τι να απαντήσει και 83,3% εκφράζει κάποια εναλλακτική ιδέα. Το αν ευθύνεται η κατεύθυνση γι' αυτές τις διαφορές δεν μπορούμε να το εξετάσουμε λόγω του ποσοστού (37,5%) των κελιών που περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 (Πίνακας 164), παρότι οι απαντήσεις ήδη έχουν συγχωνευτεί για να αποφευχθεί κάτι τέτοιο.

Πίνακας 164: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 46: «Για το σάπισμα ευθύνονται:» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,719 ^a	3	,081
Likelihood Ratio	5,452	3	,142
Linear-by-Linear Association	2,775	1	,096
N of Valid Cases	529		

a. 3 cells (37,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,32.

Διάγραμμα 69: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 47.



Το παράδοξο είναι ότι αν και το όζον στα κατώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας είναι επιβλαβές για την ανθρώπινη υγεία, καθότι συμβάλλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση πρωταγωνιστώντας στην δημιουργία του φωτοχημικού νέφους, εν τούτοις ευρισκόμενο στα υψηλότερα επίπεδα της ατμόσφαιρας (δηλαδή στη στρατόσφαιρα) συμβάλλει στην προστασία της υγείας και τη διατήρηση της ζωής, καθότι λειτουργεί ως αόρατο φίλτρο που απορροφά κάποιες απ' τις εξαιρετικά επικίνδυνες υπεριώδεις ακτίνες (Αδαμαντίδου, 2006· Τσάμης, χ.η.). Η ακτινοβολία αυτή αν έφτανε στο έδαφος θα προκαλούσε σοβαρές καταστροφές στους ζωντανούς οργανισμούς (φυτά, ζώα, ανθρώπους), θα είχε θανατηφόρο δράση στους μονοκύτταρους, στους ανθρώπους θα προκαλούσε μεταλλάξεις στο DNA, καταρράκτη και καρκίνο του δέρματος (Αδαμαντίδου, 2006· Τσάμης, χ.η.). Τις τελευταίες δεκαετίες η συγκέντρωση του όζοντος στην στρατόσφαιρα, ειδικά πάνω από ορισμένες περιοχές της Γης (π.χ. Ανταρκτική) έχει μειωθεί αισθητά (Σαλτέρης, 2000). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **τρύπα του όζοντος**, διότι η καταστροφή είναι επιλεκτική -συμβαίνει κυρίως στην στρατόσφαιρα/οζονόσφαιρα και κυρίως πάνω απ' την Ανταρκτική- και η μείωση της περιεκτικότητας του όζοντος εκεί δίνει την αίσθηση μιας τρύπας στην Οζονόσφαιρα (Τσάμης, χ.η.). Για την καταστροφή του όζοντος και την ανατροπή του ισοζυγίου φυσικής παραγωγής και φυσικής καταστροφής υπέρ του τελευταίου ευθύνεται ο άνθρωπος και κάποιες από τις δραστηριότητες του που παράγουν τους καταστρεπτικούς ρύπους (Τσάμης, χ.η.). Οι κυριότεροι απ' αυτούς τούς ρύπους είναι οξειδία του αζώτου (NO_x) -που περιέχονται στα καυσαέρια αυτοκινήτων και αεροπλάνων- και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's) -που χρησιμοποιούνται ως προωθητικά αερίων στα διάφορα σπρέι (αποσμητικά, εντομοκτόνα κ.λ.π.), ως ψυκτικά υγρά στα ψυγεία (Freon) και τα κλιματιστικά, ως διαλύτες και στις μονώσεις- (Σαλτέρης, 2000· Τσάμης, χ.η.). Οι χλωροφθοράνθρακες έχουν μεγάλο χρόνο ζωής (55-140 χρόνια), χαμηλό κόστος παραγωγής, είναι μη τοξικές ενώσεις, δεν αντιδρούν με το νερό, δεν είναι εύφλεκτοι και γενικά είναι χημικά αδρανείς στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (Σαλτέρης, 2000). Όμως αυτές οι ενώσεις παραγόμενες από αντίστοιχες καθημερινές χρήσεις ή βιομηχανικές δραστηριότητες στην επιφάνεια της Γης, αρχίζουν να ανεβαίνουν με πολύ αργό ρυθμό έπειτα από 20-30 χρόνια φτάνοντας στην στρατόσφαιρα αρχίζουν το οδυνηρό τους έργο (Τσάμης, χ.η.). Έτσι εκεί ψηλά με την συνδρομή της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας

διασπώνται δίνοντας ρίζες χλωρίου που επιτίθενται κατά μορίων όζοντος διασπώντας τα μέσω χημικών αντιδράσεων (Σαλτέρης, 2000· Τσάμης, χ.η.). Το κακό είναι ότι αυτές οι ενώσεις είναι εξαιρετικά σταθερές, επιζούν καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού τους, φτάνουν στην οζονόσφαιρα και εκεί δρουν καταλυτικά (Τσάμης, χ.η.). Δηλαδή ενώ αυτές καταστρέφουν το όζον, οι ίδιες δεν καταστρέφονται και η δράση τους αναπτύσσεται σε εξαιρετικά μακροχρόνιους κύκλους (Τσάμης, χ.η.). Γι' αυτό από το 1994 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, προκειμένου να αναστραφεί η ραγδαία και συνεχιζόμενη εξαφάνιση της τρύπας του όζοντος, αποφάσισε την απαγόρευση της παραγωγής χλωροφθορανθράκων (CFC's) και την αντικατάστασή τους από υδρογονάνθρακες (HFC's) που δεν περιέχουν το καταστρεπτικό χλώριο για το όζον (Αδαμαντίδου, 2006· Σαλτέρης, 2000).

Το 80,8% του δείγματος της παρούσας έρευνας γνωρίζει για τις αιτίες που δημιουργούν την τρύπα του όζοντος· όμως το 12,4% του δείγματος δε γνωρίζει. Υπάρχουν και 36 άτομα (6,8%) που διατηρούν την προϋπάρχουσα εναλλακτική ιδέα για τη δημιουργία της τρύπας του όζοντος (Διάγραμμα 69). Οι συγκεκριμένοι φοιτητές και φοιτήτριες του Παιδαγωγικού φαίνεται ότι ενήμεροι κι προφανώς ευαισθητοποιημένοι απέναντι στο συγκεκριμένο οικολογικό πρόβλημα.

Και ξεχωριστά για κάθε φύλο -76,4% των ανδρών και 81,5% των γυναικών-, όπως και στο σύνολο η συντριπτική πλειοψηφία απάντησε σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο. Όσον αφορά τις υπόλοιπες απαντήσεις διαφορά παρατηρείται στους φοιτητές, όπου το 19,4% απαντά ότι δεν γνωρίζει και 4,2% υποστηρίζει την εναλλακτική ιδέα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXXVI). Αναλύοντας τον Πίνακα 165 κι αφού $\chi^2(2, N=532)=4,360$ και $p=0,113 > 0,05 = \alpha$, συμπεραίνουμε ότι το φύλο δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος.

Πίνακας 165: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 47: «Τα οξείδια του αζώτου (NOx) και οι χλωροφθορανθρακες (CFC) ευθύνονται για την τρύπα του όζοντος.» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,360 ^a	2	,113
Likelihood Ratio	4,063	2	,131
Linear-by-Linear Association	2,358	1	,125
N of Valid Cases	532		

a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,87.

Αναφορικά με το έτος, καταρχάς πάνω από το 90% των επί πτυχίω φοιτητών απάντησε ορθά, σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο, κανείς αντίθετα και μόνο ένας δε γνώριζε τι να απαντήσει. Δεύτερον, σε ποσοστό ανώτερο του 80% απάντησαν σωστά οι τεταρτοετείς (84%), οι πρωτοετείς (83,2%) και οι τριτοετείς (83%). Τρίτον, άνω του 70% των δευτεροετών, και συγκεκριμένα 75,7%, απάντησαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο· αντίθετα απάντησε το 8,4% αυτών και σχεδόν το διπλάσιο ποσοστό (15,8%) απάντησε ότι δε γνωρίζει (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXXVII). Γενικά οι φοιτητές/ριες απάντησαν σε πολύ μεγάλο ποσοστό σωστά, όμως υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ετών -ειδικά Β' και επί πτυχίω-. Παρόλα αυτά οι διαφορές είναι τυχαίες και το έτος φοίτησης δεν επηρεάζει τις απαντήσεις των φοιτητών/ριών, καθότι η τιμή $p=0,192$ είναι μεγαλύτερη του $\alpha=5\%$, επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας και $\chi^2(8, N=532)=11,178$ (Πίνακας 166).

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

Πίνακας 166: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 47: «Τα οξείδια τού αζώτου (NOx) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) ευθύνονται για την τρύπα του όζοντος.» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11,178 ^a	8	,192
Likelihood Ratio	12,930	8	,114
Linear-by-Linear Association	1,138	1	,286
N of Valid Cases	532		

a. 2 cells (13,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,08.

Όσον αφορά τις κατευθύνσεις, τις περισσότερες ποσοστιαία σωστές απαντήσεις (82,2%) έδωσαν τα άτομα που προέρχονται από Θεωρητική κατεύθυνση και τις λιγότερες αυτά από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα (50%). Τα άτομα από Θεωρητική σε ποσοστό 76,7% απάντησαν ορθά, 1 στους 10 εξέφρασε την εναλλακτική ιδέα και 13,3% δεν γνώριζε τι έπρεπε να απαντήσει. Τέλος το 73,3% των ατόμων που προέρχονται από Τεχνολογική κατεύθυνση απαντά σωστά και 24,4% ότι δε γνωρίζει και μόλις ένας διατηρεί την εναλλακτική ιδέα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXXXVIII). Μια γενική παρατήρηση είναι ότι τα άτομα από Θεωρητική απάντησαν σωστά και μάλιστα με υψηλότερο ποσοστό εν συγκρίσει με τις υπόλοιπες κατευθύνσεις: άλλη μια ένδειξη ότι η τρύπα του όζοντος είναι ένα φλέγον οικολογικό πρόβλημα και ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού είναι ενημερωμένο για τους λόγους που το προκαλούν. Για την τρύπα του όζοντος είχαν διδαχθεί όλοι –από το ελληνικό σύστημα– μέσω της Βιολογίας Γενικής της Γ' Λυκείου. Παρόλα αυτά η οποιαδήποτε διαφορά μεταξύ των κατευθύνσεων είναι τυχαία και η κατεύθυνση δεν επηρέασε τους/τις φοιτητές/ριες να απαντήσουν σωστά ή εσφαλμένα. Αυτό το συμπεραίνουμε από τον Πίνακα 168 (παρότι το 25% του συνόλου των κελιών περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5), όπου $\chi^2(3, N=531)=6,201$ και $p=0,102 > \alpha=0,05$. Τον Πίνακα 167 δεν μπορούμε να τον αξιοποιήσουμε γιατί παραβιάζει –κι όχι οριακά– μία από προϋποθέσεις εφαρμογής του κριτηρίου.

Πίνακας 167: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 47: «Τα οξείδια τού αζώτου (NOx) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) ευθύνονται για την τρύπα του όζοντος.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12,117 ^a	6	,059
Likelihood Ratio	10,624	6	,101
Linear-by-Linear Association	7,558	1	,006
N of Valid Cases	531		

a. 6 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,41.

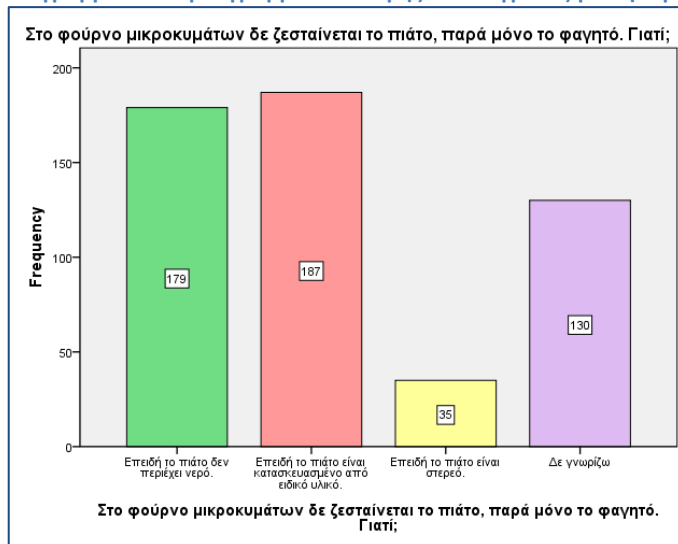
Πίνακας 168: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 47: «Τα οξείδια τού αζώτου (NOx) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) ευθύνονται για την τρύπα του όζοντος.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης. (συνεπτυγμένες απαντήσεις Σ-Λ)

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,201 ^a	3	,102
Likelihood Ratio	5,260	3	,154

Linear-by-Linear Association	5,131	1	,023
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,15.

Διάγραμμα 70: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 48.



Όπως έχει προαναφερθεί τα μικροκύματα είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα με μήκος κύματος από 30cm μέχρι 1 mm περίπου (Ιωάννου κ.συν., 2006). Τα μικροκύματα αντανακλώνται, μεταδίδονται ή απορροφώνται από υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή («Φούρνος μικροκυμάτων», Φεβρ. 2015). Τα μεταλλικά αντικείμενα αντανακλούν πλήρως τα μικροκύματα, ενώ το γυαλί και ορισμένα πλαστικά διαπερνούνται από αυτά («Φούρνος μικροκυμάτων», Φεβρ. 2015). Τα μεταλλικά σκεύη ή σκεύη με μεταλλική επίστρωση απαγορεύονται να χρησιμοποιούνται σε φούρνους μικροκυμάτων, γιατί υπάρχει κίνδυνος έκρηξης («Φούρνος μικροκυμάτων», Μαρτ. 2015). Η καλύτερη επιλογή είναι τα γυάλινα σκεύη, αν και πλέον το ειδικό σήμα για χρήση σε φούρνους μικροκυμάτων έχουν και κάποια πλαστικά ή κεραμικά σκεύη («Φούρνος μικροκυμάτων», Μαρτ. 2015). Οι τροφές, επειδή περιέχουν νερό, απορροφούν τα μικροκύματα και στη συνέχεια την ακτινοβολία τη μετατρέπουν σε θερμότητα· αντίθετα το σκεύος δε θερμαίνεται γιατί δεν περιέχει νερό («Φούρνος μικροκυμάτων», Φεβρ. 2015). Από το Διάγραμμα 70 παρατηρούμε ότι μόνο το 1/3 του δείγματος απαντά σωστά. Ενώ σχεδόν άλλο 1/3 και κάτι εκφράζουν την εναλλακτική ιδέα περί ειδικού υλικού κατασκευής του πιάτου, το ¼ του δείγματος δε γνωρίζει τι να απαντήσει και υπάρχουν και 35 από τα 531 άτομα που πιστεύουν ότι το πιάτο δε θερμαίνεται επειδή είναι στερεό –εναλλακτική ιδέα-.

Η πλειοψηφία (43,1%) των φοιτητών του Παιδαγωγικού Ιωαννίνων απαντάει σωστά -σε αντίθεση με τις φοιτήτριες (32,2%) ή και το σύνολο- και το 36,1% αυτών δίνει κάποια από τις δύο εναλλακτικές απαντήσεις. Αντίθετα η πλειοψηφία των φοιτητριών διατηρεί μία από τις δυο εναλλακτικές απαντήσεις και συγκεκριμένα το 35,7% αυτών πιστεύουν ότι το πιάτο είναι κατασκευασμένο από ειδικό υλικό και το 7% ότι δε ζεσταίνεται επειδή είναι στερεό. Εντωμεταξύ ότι δε γνωρίζει τι να απαντήσει δήλωσε το ¼ σχεδόν του γυναικείου δείγματος και το 1/5 του ανδρικού δείγματος (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXL). Οι διαφορές μεταξύ των

δύο είναι μικρές και προφανώς το φύλο δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος. Αυτό τεκμηριώνεται κι από τον Πίνακα 169, όπου $\chi^2(3, N=531)=3,607$ και $p=0,307 > 0,05 = \alpha$. Συνεπώς οι απαντήσεις δεν εξαρτώνται από το φύλο.

Πίνακας 169: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 48: «Στο φούρνο μικροκυμάτων δε ζεσταίνεται το πιάτο, παρά μόνο το φαγητό. Γιατί;» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,607 ^a	3	,307
Likelihood Ratio	3,583	3	,310
Linear-by-Linear Association	2,265	1	,132
N of Valid Cases	531		

a. 1 cells (12,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,75.

Τα υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων σημειώθηκαν στους πρωτοετείς και τους δευτεροετείς, οι οποίοι αντίστοιχα σε ποσοστό 30,5% και 40,6% εκφράζουν κάποια εναλλακτική ιδέα -«Επειδή το πιάτο είναι κατασκευασμένο από ειδικό υλικό.» ή «Επειδή το πιάτο δεν είναι στερεό.»-. Ενώ τα χαμηλότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων απαντώνται στους τριτοετείς (24,7%) και τεταρτοετείς (28,8%), οι οποίοι κατέχουν και τα υψηλότερα ποσοστά -39,8% και 43,2% αντίστοιχα- στην εναλλακτική ιδέα ότι το πιάτο δε ζεσταίνεται επειδή είναι κατασκευασμένο από ειδικό υλικό. Στους επί πτυχίω φοιτητές παρατηρείται το εξής αξιοπρόσεκτο: κατά το ίδιο ποσοστό (31,3%) απαντούν «Επειδή το πιάτο δεν περιέχει νερό.» -επιστημονική άποψη-, «Επειδή το πιάτο είναι κατασκευασμένο από ειδικό υλικό.» -κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα- και «Δε γνωρίζω.». Όσον αφορά την απάντηση «Δε γνωρίζω» τα ποσοστά για τα υπόλοιπα έτη κυμαίνονται από 21,6% (Γ' έτος) έως 29% (Δ' έτος) (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXLI). Παρατηρώντας τον Πίνακα 170, όπου $\chi^2(12, N=531)=15,027$ και η τιμή $p=0,240$ μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$, συμπεραίνουμε ότι το έτος δεν καθορίζει τις απαντήσεις των φοιτητών/ριών.

Πίνακας 170: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 48: «Στο φούρνο μικροκυμάτων δε ζεσταίνεται το πιάτο, παρά μόνο το φαγητό. Γιατί;» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	15,027 ^a	12	,240
Likelihood Ratio	15,097	12	,236
Linear-by-Linear Association	1,173	1	,279
N of Valid Cases	531		

a. 2 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,05.

Σε αυτή την ερώτηση, τα 2/3 των ατόμων από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα διατηρεί την κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα και το 1/3 αυτών την έχει αντικαταστήσει με την επιστημονική. Αναφορικά με τις κατευθύνσεις του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος, τη σωστή απάντηση ότι το πιάτο δε ζεσταίνεται επειδή δεν περιέχει νερό έδωσε το 46,7% των ατόμων από Τεχνολογική, το 32,8% αυτών από Θεωρητική και το 29% από Θετική κατεύθυνση. Ενώ η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα ότι το πιάτο δε ζεσταίνεται επειδή είναι από ειδικό υλικό υποστηρίζεται από το 1/3 περίπου των ατόμων -συγκεκριμένα από το 31,1% της

Τεχνολογικής, 35% της Θεωρητικής και 35,5% της Θετικής-. Όσον αφορά την εναλλακτική ιδέα ότι το πιάτο δε ζεσταίνεται επειδή είναι στερεό συμφωνεί το 6,5% της Θεωρητικής, το 6,7% της Τεχνολογικής και το 9,7% της Θετικής κατεύθυνσης· ενώ ότι δε γνωρίζουν τι να απαντήσουν δηλώνει το 25,7% της Θεωρητικής και το 25,8% της Θετικής και σε μικρότερο ποσοστό (15,6%) τα άτομα από Τεχνολογική (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXLII). Για να συμπεράνουμε την ύπαρξη ή μη κάποιου είδους συσχέτισης των απαντήσεων με την κατεύθυνση χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος χ^2 . Τον Πίνακα 171 δεν τον μπορούμε να τον χρησιμοποιήσουμε καθότι παραβιάζει την προϋπόθεση για το ποσοστό των κελιών που επιτρέπεται να έχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5· οριακά και με επιφύλαξη χρησιμοποιούμε τον Πίνακα 168, όπου οι απαντήσεις έχουν συγχωνευτεί σε σωστές και λανθασμένες. Αφού $\chi^2(3, N=530)=3,841$ και $p=0,279 > \alpha=5\%$, η κατεύθυνση δεν έχει καμία επιρροή στις σωστές κι εσφαλμένες απαντήσεις του δείγματος (Πίνακας 172).

Πίνακας 171: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 48: «Στο φούρνο μικροκυμάτων δε ζεσταίνεται το πιάτο, παρά μόνο το φαγητό. Γιατί;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	8,512 ^a	9	,483
Likelihood Ratio	9,965	9	,353
Linear-by-Linear Association	3,870	1	,049
N of Valid Cases	530		

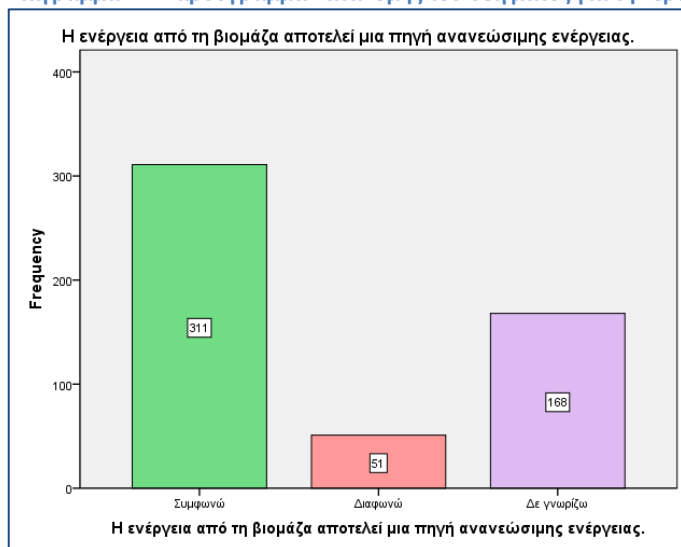
a. 6 cells (37,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,40.

Πίνακας 172: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 48: «Στο φούρνο μικροκυμάτων δε ζεσταίνεται το πιάτο, παρά μόνο το φαγητό. Γιατί;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,841 ^a	3	,279
Likelihood Ratio	3,694	3	,296
Linear-by-Linear Association	1,974	1	,160
N of Valid Cases	530		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,03.

Διάγραμμα 71: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 49.



Πιο αναλυτικά για τις ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας έχει γίνει αναφορά στην ανάλυση της ερώτησης 33. Συνοπτικά **ανανεώσιμες** ονομάζονται οι πηγές ενέργειας τις οποίες η φύση ανανεώνει τα αποθέματα με πολύ γρήγορο ρυθμό και με φυσικές διαδικασίες, γι' αυτό και είναι πρακτικά ανεξάντλητες (Αποστολάκης κ.συν., 2009β). Ωστόσο το βασικό πρόβλημα είναι ότι σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα η αξιοποίησή τους είναι δύσκολη και δαπανηρή (Αποστολάκης κ.συν., 2009β).

Με τον όρο **βιομάζα** χαρακτηρίζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων, κ.α.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας (Κίτσιου κ.συν, 2011· Κουφίδης, 2010). Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο και με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα (Κίτσιου κ.συν, 2011· Κουφίδης, 2010). Οι ζωικοί οργανισμοί προσλαμβάνουν αυτήν την ενέργεια με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της (Κίτσιου κ.συν, 2011). Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε άμεσα με την καύση ξύλων για θέρμανση και μαγείρεμα, είτε έμμεσα μέσω της μετατροπής της σε κάποιο άλλο υγρό ή αέριο καύσιμο, όπως για παράδειγμα αιθανόλη από ζαχαροκάλαμο/ χαρούπι/ καλαμπόκι (Κουφίδης, 2010). Η παγκόσμια ενεργειακή συμμετοχή της βιομάζας είναι 2% και η χρήση της στην Ελλάδα δεν είναι διαδεδομένη, παρά μόνο περιορίζεται σε αγροτικές περιοχές για τη θέρμανση των κατοικιών (Αποστολάκης κ.συν., 2009β) και πλέον με την οικονομική κρίση και σε επαρχιακές πόλεις. Πάντως σε κάθε περίπτωση η βιομάζα είναι μια τεράστια δεξαμενή ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα -14% της κατανάλωσης της υδρογείου-, καθότι αποτελεί τον τέταρτο σε μέγεθος ενεργειακό πόρο (Κουφίδης, 2010). Επιπροσθέτως, το γεγονός ότι είναι εύκολα διαθέσιμη και υπάρχει η δυνατότητα συνεχούς παραγωγής της ως ανανεώσιμου πόρου, την καθιστούν μια ιδιαίτερα ελκυστική πηγή ενέργειας (Κουφίδης, 2010).

Και η ερώτηση 49 θίγει ένα περιβαλλοντικό θέμα και ζώντας στον αιώνα της οικολογικής καταστροφής, ίσως οι άνθρωποι έχουν αρχίσει να ευαισθητοποιούνται και να

ενημερώνονται. Η πλειοψηφία του δείγματος (58,7%) γνωρίζει ότι η βιομάζα είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας –επιστημονική άποψη- και η απόλυτη μειοψηφία (9,6%) τη θεωρεί μη ανανεώσιμη –εναλλακτική ιδέα- (Διάγραμμα 71). Υπάρχουν όμως και αρκετά άτομα, σημαντικό ποσοστό (31,7%), που απαντάει «Δε γνωρίζω» και το δίλημμα που τίθεται εδώ είναι δε γνωρίζει τι να απαντήσει ή δε γνωρίζει τι είναι βιομάζα· πάντως σε κάθε περίπτωση επιβάλλεται η ενημέρωση είτε μέσω της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης είτε ακόμα καλύτερα μέσω δράσεων της κοινωνίας.

Σχετικά με το φύλο, οι γυναίκες του δείγματος απάντησαν σε μεγαλύτερο ποσοστό (59%) ορθά σε σχέση με τους άνδρες (56,3%). Μάλιστα οι δεύτεροι σημείωσαν διψήφιο ποσοστό (11,3%) στην εναλλακτική ιδέα –έναντι 9,4% των πρώτων-. Ενώ άνω του 30% και των δυο φύλων δε γνωρίζει την απάντηση (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXLIV). Από τον Πίνακα 173 προκύπτει $\chi^2(2, N=530)=0,320$ και $p=0,852>0,05=\alpha$. Συνεπώς το αποτέλεσμα είναι μη στατιστικά σημαντικό και οι απαντήσεις είναι ανεξάρτητες του φύλου.

Πίνακας 173: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 49: «Η ενέργεια από τη βιομάζα αποτελεί μια πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,320 ^a	2	,852
Likelihood Ratio	,310	2	,856
Linear-by-Linear Association	,091	1	,763
N of Valid Cases	530		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,83.

Με εξαίρεση τους δευτεροετείς που λιγότεροι από τους μισούς (47,3%) απαντούν ορθά, στα υπόλοιπα έτη τα ποσοστά ξεπερνούν το 50% και μάλιστα για τους πρωτοετείς, τεταρτοετείς και επί πτυχίω φοιτητές η συντριπτική πλειοψηφία (62,1%, 73,6% & 81,3% αντίστοιχα) απαντάει σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο. Το αντίστροφο παρατηρείται στην απάντηση «Δε γνωρίζω», δηλαδή τα υψηλότερα ποσοστά παρατηρούνται στο Β' (39,8%) και Γ' έτος (34,4%) και τα μικρότερα στο Α', Δ' έτος και στους επί πτυχίω φοιτητές - 27,4%, 21,6% & 18,8% αντίστοιχα-. Όσον αφορά αυτούς που συνεχίζουν να διατηρούν την εναλλακτική ιδέα το ποσοστό είναι διψήφιο για πρωτοετείς (10,5%) και δευτεροετείς (12,9%), μονοψήφιο για τριτοετείς (9,7%) και τεταρτοετείς (4,8%) και μηδενικό για τους επί πτυχίω φοιτητές (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXLV). Εξετάζοντας τον Πίνακα 174 προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ετών, διότι η τιμή $p=0,001$ είναι πολύ μικρότερη του 5% που έχει οριστεί ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας. Άρα ο έλεγχος $\chi^2(8, N=530)=27,649$ είναι στατιστικά σημαντικός και οι απαντήσεις εξαρτώνται από το έτος φοίτησης με κάποιον τρόπο.

Πίνακας 174: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 49: «Η ενέργεια από τη βιομάζα αποτελεί μια πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.» και τη μεταβλητή του έτους.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	27,649 ^a	8	,001
Likelihood Ratio	29,827	8	,000

Linear-by-Linear Association	8,120	1	,004
N of Valid Cases	530		

a. 1 cells (6,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,54.

Σε όλες τις κατευθύνσεις πάνω από τα μισά άτομα καθημιά έχουν απαντήσει σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο. Βέβαια το χαμηλότερο ποσοστό (54,8%) σωστών παρατηρείται στη Θετική κατεύθυνση, όπου σημειώνεται και το υψηλότερο ποσοστό (38,7%) της απάντησης «Δε γνωρίζω». Το αντίστροφο συμβαίνει με την Τεχνολογική κατεύθυνση, όπου το 68,9% -υψηλότερο ποσοστό- των ατόμων απάντησε ορθά και το 26,7% -χαμηλότερο ποσοστό- «Δε γνωρίζω». Τα άτομα από Θεωρητική κατεύθυνση στην πλειοψηφία τους (57,7%) απάντησαν ορθά, 31,8% αυτών «Δε γνωρίζω» και 10,5% διαφώνησε με την επιστημονική άποψη. Σχετικά με τα άτομα από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα, τα 2/3 αυτών απάντησε ορθά και το 1/3 ότι δε γνωρίζει (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXLVI). Εκτελώντας χ^2 έλεγχο για πιθανή σχέση απαντήσεων και κατεύθυνσης προκύπτει ο Πίνακας 175, ο οποίος όμως δεν είναι αξιοποιήσιμος λόγω του πλήθους των κελιών (41,7%) που περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5. Έτσι συγχωνεύτηκαν οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες και ξαναεκτελέστηκε έλεγχος χ^2 . Με κάθε επιφύλαξη, οι σωστές και λανθασμένες απαντήσεις είναι ανεξάρτητες της κατεύθυνσης, καθότι $\chi^2(3, N=529)=2,449$ και $p=0,485 > 0,05 = \alpha$ (Πίνακας 176).

Πίνακας 175: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 49: «Η ενέργεια από τη βιομάζα αποτελεί μια πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,377 ^a	6	,626
Likelihood Ratio	5,254	6	,512
Linear-by-Linear Association	,718	1	,397
N of Valid Cases	529		

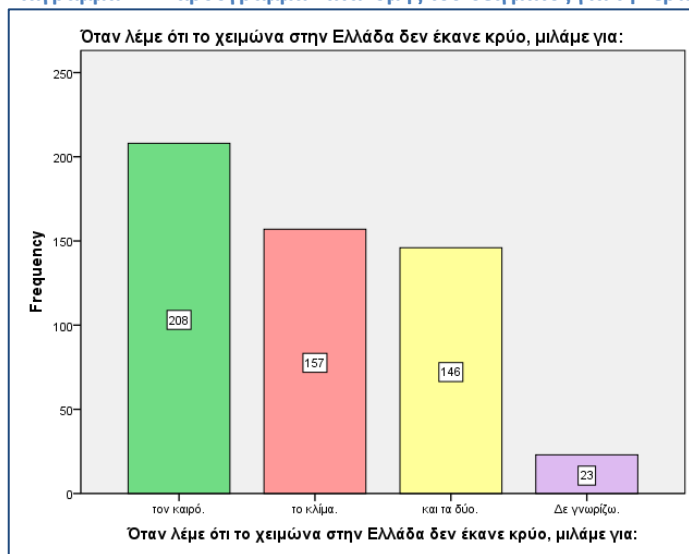
a. 5 cells (41,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,58.

Πίνακας 176: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 49: «Η ενέργεια από τη βιομάζα αποτελεί μια πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,449 ^a	3	,485
Likelihood Ratio	2,516	3	,472
Linear-by-Linear Association	1,640	1	,200
N of Valid Cases	529		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,48.

Διάγραμμα 72: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 50.



Ο καιρός είναι «το σύνολο των μετεωρολογικών παραμέτρων σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία και κατά μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή» («Καιρός», χ.η., παρά. 1). Άρα όταν λέμε ότι το χειμώνα δεν έκανε κρύο στην Ελλάδα μιλάμε για τον καιρό. Αν θέλαμε να μιλήσουμε για το κλίμα θα λέγαμε ότι η Ελλάδα δεν είναι μια ψυχρή χώρα. Από το Διάγραμμα 72 φαίνεται να επικρατεί μεγάλη σύγχυση στο δείγμα: μόνο 39% (208 άτομα) απαντάει σωστά. Το 29,4% (157 άτομα) μπερδεύει τον καιρό με το κλίμα, το 27,3% (146 άτομα) τις θεωρεί συνώνυμες έννοιες και υπάρχει κι ένα 4,3% (23 άτομα) που δε γνωρίζει τι να απαντήσει. Η Σπυροπούλου (2005) έχει αναφερθεί στο γεγονός ότι οι μαθητές/ριες δε διακρίνουν τις έννοιες καιρός και κλίμα και απαντούν το ίδιο είτε τους ζητήσει κάποιος τον ορισμό του κλίματος είτε του καιρού. Τρεις χαρακτηριστικές εναλλακτικές ιδέες είναι οι εξής:

- ❖ «Καιρός ή κλίμα είναι η ζέση, το κρύο, τα σύννεφα, η βροχή κι άλλα.»
- ❖ «Καιρός ή κλίμα είναι το αν ο τόπος είναι ψυχρός ή θερμός.»
- ❖ «Καιρός ή κλίμα είναι τα καιρικά φαινόμενα που παρατηρούνται στην ατμόσφαιρα.» (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).

Στην παρούσα εργασία ορισμός του κλίματος και του καιρού έχει δοθεί στην ερώτηση 40.

Οι φοιτητές σε μεγαλύτερο ποσοστό (43,1%) απαντούν σωστά, «καιρό», σε σχέση με τις φοιτήτριες (38,3%). Όμως επίσης σε μεγαλύτερο ποσοστό (30,6% έναντι 26,8%) συγχέουν τις δυο έννοιες, «καιρό» και «κλίμα», και τις χρησιμοποιούν αδιακρίτως. Αντιθέτως, οι φοιτήτριες (30,3%) σε μεγαλύτερο ποσοστό από τους φοιτητές του δείγματος (23,6%) πιστεύουν ότι η διατύπωση της ερώτησης 50 αναφέρεται στο κλίμα (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXLIV). Βέβαια οι οποιοσδήποτε διαφορές μεταξύ των φύλων είναι τυχαίες και το φύλο δεν επηρεάζει τις απαντήσεις, καθώς $\chi^2(3, N=534)=2,075$ και $p=0,557>0,05=\alpha$ (Πίνακας 177).

Πίνακας 177: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 50: «Όταν λέμε ότι το χειμώνα στην Ελλάδα δεν έκανε κρύο, μιλάμε για:» και τη μεταβλητή του φύλου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,075 ^a	3	,557

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

Likelihood Ratio	2,170	3	,538
Linear-by-Linear Association	,155	1	,694
N of Valid Cases	534		

a. 1 cells (12,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,10.

Αναφορικά με το έτος και την απάντηση «Δε γνωρίζω» εκπροσωπείται από μηδενικό ποσοστό των επί πτυχίω φοιτητών, 6,4% των δευτεροετών και το μισό αυτού για τα υπόλοιπα έτη. Σχετικά με το έτος, τη σωστή απάντηση και τις δύο εναλλακτικές παρατηρήθηκαν τα ακόλουθα. Το 56,3% των επί πτυχίω φοιτητών και το 54,4% των τεταρτοετών απάντησαν ορθά: 31,3% των πρώτων και 24% των δεύτερων θεωρούν ότι η ζητούμενη απάντηση ήταν το κλίμα και, 18,4% και 12,5% αντίστοιχα φαίνεται να χρησιμοποιούν αδιακρίτως στο λόγο τους τις έννοιες καιρός και κλίμα. Ακολουθούν οι πρωτοετείς με 40,6% να εκφράζουν την επιστημονική άποψη και 56,3% αυτών μία από τις εναλλακτικές ιδέες. Στην συνέχεια, το 78,8% των τριτοετών μοιράζεται ανάμεσα στις έννοιες του καιρού –επιστημονική άποψη- και του κλίματος-εναλλακτική ιδέα-, ενώ το 18,1% τις χρησιμοποιεί και τις δυο –εναλλακτική ιδέα-. Τέλος, σε μεγαλύτερο ποσοστό οι δευτεροετείς εκφράζουν κάποια εναλλακτική ιδέα, με 37,4% να υποστηρίζει και τις δυο έννοιες και 29,1% το κλίμα, και σε μικρότερο ποσοστό (27,1%) την επιστημονική άποψη. Στην ουσία παρατηρούμε ότι οι τελειόφοιτοι είναι αυτοί που σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% απαντούν ορθά, σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCXLIX). Παρατηρώντας και τους Πίνακες 178 & 179 –κυρίως-, συμπεραίνουμε ότι το έτος επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος και το αν απάντησαν ορθά ή εσφαλμένα δεν είναι ανεξάρτητο του έτους, επειδή η τιμή p του στατιστικού ελέγχου είναι 0,000 πολύ μικρότερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5%=0,05$.

Πίνακας 178: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 50: «Όταν λέμε ότι το χειμώνα στην Ελλάδα δεν έκανε κρύο, μιλάμε για:» και τη μεταβλητή του έτους.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	40,180 ^a	12	,000
Likelihood Ratio	40,775	12	,000
Linear-by-Linear Association	16,161	1	,000
N of Valid Cases	534		

a. 5 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,69.

Πίνακας 179: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 50: «Όταν λέμε ότι το χειμώνα στην Ελλάδα δεν έκανε κρύο, μιλάμε για:» και τη μεταβλητή του έτους.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	26,682 ^a	4	,000
Likelihood Ratio	26,849	4	,000
Linear-by-Linear Association	13,088	1	,000
N of Valid Cases	534		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,23.

Όσον αφορά τις κατευθύνσεις, το 61,3% -μεγαλύτερο ποσοστό- των ατόμων από Θετική κατεύθυνση απάντησαν ορθά, ενώ από τα άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα μόνο το 33,3%, μιας κι εκεί το 50% απάντησε «και τα δυο». Και στη Τεχνολογική κατεύθυνση η πλειοψηφία (51,1%) απάντησε ορθά, ενώ το 31,1% διατηρεί την εναλλακτική ιδέα περί κλίματος. Όσον αφορά τα άτομα που προέρχονται από Θεωρητική κατεύθυνση φαίνονται να διχάζονται, καθότι 36,4% αυτών απαντάει «καιρός» -επιστημονική άποψη-, 30,2% «κλίμα» -εναλλακτική ιδέα- και 29,3% «και τα δύο» -εναλλακτική ιδέα- (βλ. Παράρτημα, πίνακα DCL). Ο Πίνακας 180 είναι μη αξιοποιήσιμος για συμπεράσματα, λόγω του ποσοστού (>20%) των κελιών που περιέχουν αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5. Όμως, αφότου όταν συγχωνεύτηκαν οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες ένα μεγάλο ποσοστό (75%) του συνόλου των κελιών περιέχει αναμενόμενες συχνότητες μεγαλύτερες ή ίσες του 5, ο Πίνακας 181 μπορεί να αξιοποιηθεί. Λοιπόν, η τιμή p του στατιστικού ελέγχου $\chi^2(3, N=533)=10,645$ ισούται με 0,014 και θεωρώντας ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το $\alpha=5\%$, αυτή είναι μικρότερη αυτού κι επομένως η κατεύθυνση επηρεάζει σε στατιστικά σημαντικό αριθμό τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις του δείγματος.

Πίνακας 180: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 50: «Όταν λέμε ότι το χειμώνα στην Ελλάδα δεν έκανε κρύο, μιλάμε για:» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	16,480 ^a	9	,058
Likelihood Ratio	17,397	9	,043
Linear-by-Linear Association	4,270	1	,039
N of Valid Cases	533		

a. 6 cells (37,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,26.

Πίνακας 181: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 50: «Όταν λέμε ότι το χειμώνα στην Ελλάδα δεν έκανε κρύο, μιλάμε για:» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,645 ^a	3	,014
Likelihood Ratio	10,377	3	,016
Linear-by-Linear Association	5,148	1	,023
N of Valid Cases	533		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,34.

Ο επόμενος πίνακας (Πίνακας 182) αποτυπώνει συνοπτικά την κατανομή των απαντήσεων για τις ερωτήσεις της Επιστημονικού Γραμματισμού. Καθώς επίσης περιέχει παραπομπές για τους πίνακες συχνότητων σωστών-λανθασμένων απαντήσεων και τα κυκλικά που παρατίθενται στο Παράρτημα.

Πίνακας 182: Συνοπτικός πίνακας Σωστών και Λανθασμένων απαντήσεων για το Γ' μέρος του ερωτηματολογίου.

Ερώτηση	Σωστές απαντήσεις	%	Λανθασμένες απαντήσεις	%	Ελλείπουσες τιμές	%	Παραπομπή στο Παράρτημα
32	126	16,5	442	82,8	4	0,7	Πίνακας CCXXIV

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

							Διάγραμμα XXXI
33	152	28,5	381	71,3	1	0,2	Πίνακας CCXXVII Διάγραμμα XXXII
34	293	54,9	241	45,1	0	0	Πίνακας CCXXX Διάγραμμα XXXIII
35	133	24,9	397	74,3	4	0,7	Πίνακας CCXXXIII Διάγραμμα XXXIV
36	116	21,7	417	78,1	1	0,2	Πίνακας CCXXXVI Διάγραμμα XXXV
37	358	67	174	32,6	2	0,4	Πίνακας CCXXXIX Διάγραμμα XXXVI
38	232	43,4	300	56,2	2	0,4	Πίνακας CCXLII Διάγραμμα XXXVII
39	449	84,1	83	15,5	2	0,4	Πίνακας CCXLV Διάγραμμα XXXVIII
40	177	33,1	355	66,5	2	0,4	Πίνακας CCXLVIII Διάγραμμα XXXIX
41	66	12,4	462	86,5	6	1,1	Πίνακας CCLI Διάγραμμα XL
42	352	65,9	181	33,9	1	0,2	Πίνακας CCLXVIII Διάγραμμα XLI
43	208	39	322	60,3	4	0,7	Πίνακας CCLXXI Διάγραμμα XLII
44	267	50	257	48,1	10	1,9	Πίνακας CCLXXX Διάγραμμα XLIII
45	25	4,7	509	95,3	0	0	Πίνακας CCLXXXIII Διάγραμμα XLIV
46	28	5,2	501	93,8	5	0,9	Πίνακας CCC Διάγραμμα XLVII
47	430	80,5	102	19,1	2	0,4	Πίνακας CCCIII Διάγραμμα XLVIII
48	179	33,5	352	65,9	3	0,6	Πίνακας CCCVI Διάγραμμα XLIX
49	311	58,2	219	41	4	0,7	Πίνακας CCCIX Διάγραμμα L
50	208	39	326	61	0	0	Πίνακας CCCXII Διάγραμμα LI

Ο Πίνακας 182 μας επιτρέπει να δούμε τον αριθμό των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις 19 ερωτήσεις του μέρους Γ' του ερωτηματολογίου, καθώς επίσης και τα ποσοστά αυτών. Επιπροσθέτως περιλαμβάνει συγκεντρωμένα τον αριθμό και το ποσοστό για τις ελλείπουσες τιμές κάθε ερώτησης.

Λοιπόν οι ερωτήσεις με τα υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων είναι οι εξής:
ερώτηση 39: «Μια γυναίκα έγκυος επιτρέπεται να βγάλει ακτινογραφία, αν έχει χτυπήσει το χέρι της;

- Ναι, επιτρέπεται.
- Όχι, απαγορεύεται.
- Δε γνωρίζω.»

με 84,1% σωστές απαντήσεις. Σε αυτό συνέβαλε και το γεγονός ότι το Παιδαγωγικό πλέον είναι γυναικοκρατούμενη σχολή και η συγκεκριμένη ερώτηση αφορά άμεσα το γυναικείο φύλο.

ερώτηση 47: «Τα οξειδία του αζώτου (NOx) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) ευθύνονται για την τρύπα του όζοντος.

- Συμφωνώ
- Διαφωνώ
- Δε γνωρίζω»

με 80,5% σωστές απαντήσεις και θίγοντας ένα μείζον οικολογικό θέμα.

και η ερώτηση 37: «Ο Βασιλάκης κάθεται μπροστά από το φούρνο μικροκυμάτων και παρακολουθεί το ποτήρι με το γάλα του. Αυτό είναι επιβλαβές για την υγεία του;

- Ναι
- Όχι
- Δε γνωρίζω»

με 67% σωστές απαντήσεις για ένα ζήτημα της καθημερινότητας.

Ενώ οι ερωτήσεις με τα χαμηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων είναι:

ερώτηση 45: «Τα σύννεφα αποτελούνται από υδρατμούς.

- Συμφωνώ
- Διαφωνώ
- Δε γνωρίζω»

με μόλις 4,7% του δείγματος να απαντάει σωστά. Εδώ φαίνεται ότι η εναλλακτική ιδέα είναι πολύ ισχυρή.

ερώτηση 46: «Για το σάπισμα ευθύνονται:

- Χρόνος που περνά
- Μικρόβια
- Έντομα – σκουλήκια
- Συνθήκες
- Υγρασία-Μούχλα
- Πρώτες ύλες
- Όλα τα ανωτέρω
- Δε γνωρίζω»

με μόλις 5,2% να έχουν σωστή και ξεκάθαρη απάντηση. Τα μικρόβια τα ανέφερε ως υπεύθυνα το 84,7% αυτών που απάντησαν (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCLXXXVII), αλλά όχι ως τα μόνα υπεύθυνα.

ερώτηση 41: «Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων, λόγω:

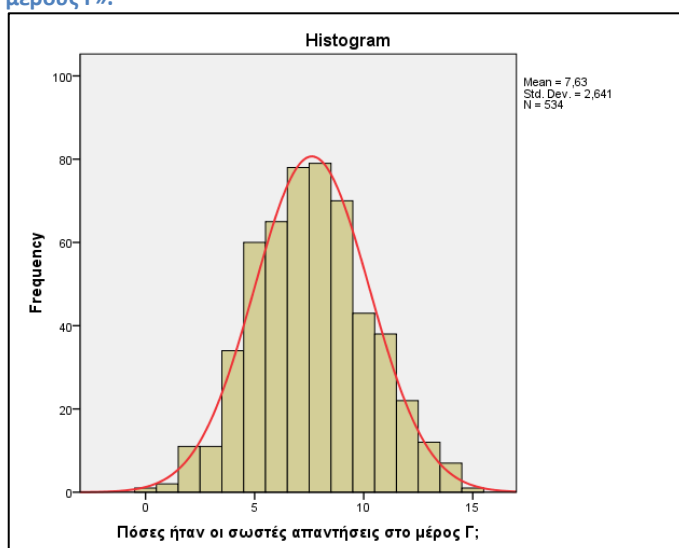
- φυσικών επιδράσεων.
- χημικών επιδράσεων.
- παθογενών επιδράσεων.
- ραδιενεργών επιδράσεων.
- πετρελαιογενών επιδράσεων.
- όλων των ανωτέρω.
- άλλων επιδράσεων.»

με 12,4% να δίνουν ολόσωστη απάντηση. Κι εδώ τις χημικές επιδράσεις τις ανέφερε το 80,9% των ερωτηθέντων (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCLV), αλλά οι περισσότεροι σε συνδυασμό με κάποια/ες από τις άλλες επιδράσεις.

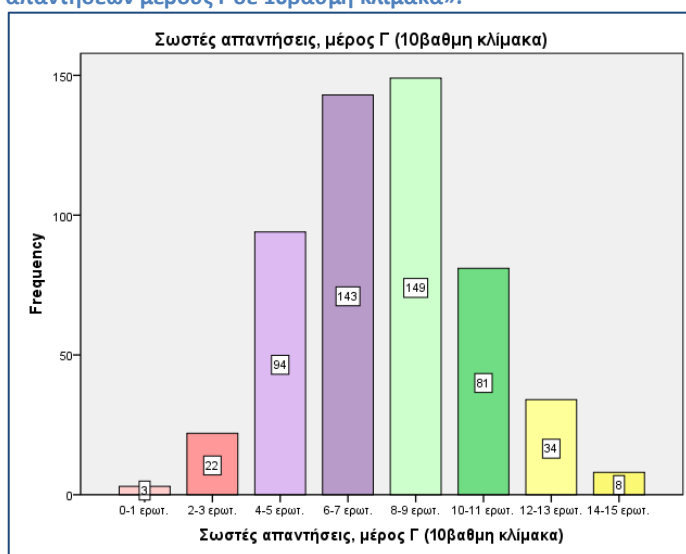
Το μέρος Γ' του ερωτηματολογίου, όπως έχει προαναφερθεί, περιέχει 19 ερωτήσεις Φυσικών Επιστημών καλύπτοντας τους διάφορους κλάδους αυτών. Από αυτές ένα άτομο – άνδρας, Γ' έτος, θεωρητική κατεύθυνση- (0,2% του δείγματος) απάντησε σε 15 ερωτήσεις σωστές (maximum) και άλλο ένα άτομο –γυναίκα, Γ' έτος, θεωρητική κατεύθυνση- δεν απάντησε σε καμία σωστά (minimum). Εντελώς τυχαία ο φοιτητής αυτός και στο μέρος Β' πάλι απάντησε σε 15 από τις 19 ερωτήσεις σωστά. Κάνοντας την αντίστοιχη σύγκριση για τις ερωτήσεις Μηχανικής, φαίνεται οι ερωτήσεις Επιστημονικού Γραμματισμού να δυσκόλεψαν περισσότερο το δείγμα. Τα περισσότερα άτομα (79 ή 14,8% του δείγματος) απάντησαν 8 ερωτήσεις σωστές (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCCXXVII). Σύμφωνα με το ακόλουθο Ιστόγραμμα (Διάγραμμα 73) και τον πίνακα CCCXXVI του Παραρτήματος ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων ανά άτομο είναι 7,63 –μικρότερος από το μέσο όρο για τις ερωτήσεις του Β' μέρους του ερωτηματολογίου-. Παρατηρώντας τα Διαγράμματα 74 & 75 συμπεραίνουμε τα ακόλουθα:

- ❖ Τα 230 από τα 534 άτομα (43,1%) της έρευνας βρίσκονται σε μέτριο επίπεδο και απάντησαν σωστά σε 8 έως και 11 ερωτήσεις.
- ❖ Σε πολύ καλό επίπεδο (12-15 σωστές απαντήσεις) βρίσκεται το 7,9% του δείγματος, ενώ σε άριστο (16-19 σωστές απαντήσεις) κανείς.
- ❖ Κάτω του μετρίου (0-7σωστές απαντήσεις) βρίσκεται το 49,1% του δείγματος με 143 άτομα (26,8%) να δίνουν 6 ή 7 σωστές απαντήσεις και 94 άτομα (17,6%) να δίνουν 4 ή 5 σωστές απαντήσεις.

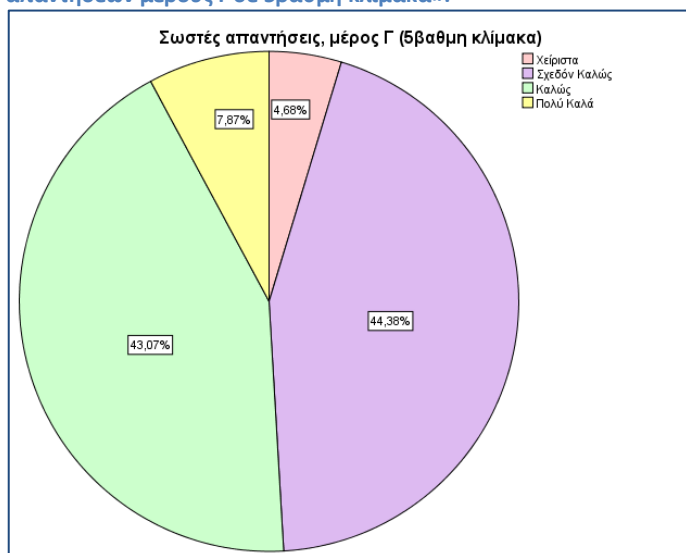
Διάγραμμα 73: Ιστόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Γ».



Διάγραμμα 74: Ραβδόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Γ σε 10βαθμη κλίμακα».



Διάγραμμα 75: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Γ σε 5βαθμη κλίμακα».



Όσον αφορά την πρώτη προϋπόθεση εφαρμογής του t-test, τα δεδομένα ακολουθούν την κανονική κατανομή και για τους άνδρες και για τις γυναίκες (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLXXXII), κι επομένως η προϋπόθεση τηρείται. Οπότε οι υποθέσεις διατυπώνονται ως εξής:

H₀: Δεν υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού μεταξύ των δύο φύλων.

H₁: Υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού μεταξύ των δύο φύλων.

Οι φοιτητές κατά μέσο όρο απάντησαν ορθά σε 7,83 ερωτήσεις και οι φοιτήτριες σε 7,59 ερωτήσεις (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXXII). Καταρχάς μέσω του ελέγχου Levene θα εξεταστούν οι διασπορές μεταξύ ανδρών-γυναικών σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

$$H_0 : \sigma_{\alpha}^2 = \sigma_{\gamma}^2 \text{ και } H_1 : \sigma_{\alpha}^2 \neq \sigma_{\gamma}^2$$

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

Επειδή $p=0,000<5\%$, οι διασπορές δεν είναι ίδιες κι ως τιμή δίπλευρου ελέγχου επιλέγουμε την τιμή $p_{διπ}=0,547$ (Πίνακας 183). Καθώς η τιμή του t-test είναι $t(85,334)=0,605>0$ κι ο μέσος όρος του πρώτου πληθυσμού (Group1=Άνδρες) είναι μεγαλύτερος από αυτόν του δεύτερου (Group2=Γυναίκες), η τιμή p του μονόπλευρου ελέγχου ισούται με το μισό της τιμής του δίπλευρου ελέγχου, δηλαδή $p_{μον}=0,547:2=0,274$. Συνεπώς αφού $p_{μον}=0,274>0,05=\alpha$, δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση κι επομένως στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων μεταξύ φοιτητών και φοιτητριών δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, έχοντας επιλέξει επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

Πίνακας 183: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «φύλο».

Independent Samples Test										
	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ;	Equal variances assumed	13,495	,000	,718	532	,473	,240	,335	-,417	,898
	Equal variances not assumed			,605	85,334	,547	,240	,397	-,550	1,030

Παρατηρώντας τον Πίνακα 184, παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των ετών, όχι όμως τόσο μεγάλες όσο παρατηρήθηκαν στο μέρος Β του ερωτηματολογίου. Αλλά διαφορά -της τάξης 0,01 ως και 0,81- παρατηρείται και μεταξύ των ετών και του γενικού μέσου όρου σωστών απαντήσεων μέρους Γ'. Έτσι εκτελέστηκε ανάλυση διακύμανσης για να ελεγχθεί αν το έτος επηρεάζει τον αριθμό των σωστών απαντήσεων. Οι υποθέσεις διαμορφώνονται ως εξής:

H₀: Οι μέσοι όροι των σωστών απαντήσεων στο μέρος Γ' του ερωτηματολογίου είναι ίσοι για όλα τα έτη.

H₁: Κάποιος/Κάποιοι από τους μέσους όρους των σωστών απαντήσεων στο μέρος Γ' του ερωτηματολογίου δεν είναι ίσοι μεταξύ τους.

Από το διάγραμμα CDXVII του παραρτήματος εξασφαλίζεται η πρώτη προϋπόθεση εφαρμογής ANOVA, καθώς ακολουθείται η κανονική κατανομή για όλα τα έτη. Δεύτερον, πρέπει η διακύμανση του αριθμού των σωστών απαντήσεων του μέρους Γ' να παραμένει ίδια για κάθε έτος. Οι ερευνητικές υποθέσεις για τον έλεγχο των διασπορών διαμορφώνονται ως εξής:

$$H_0 : \sigma_{\alpha}^2 = \sigma_{\beta}^2 = \sigma_{\gamma}^2 = \sigma_{\delta}^2 = \sigma_{\epsilon}^2$$

H₁ : Κάποια από τις $\sigma_{\alpha}^2, \sigma_{\beta}^2, \sigma_{\gamma}^2, \sigma_{\delta}^2, \sigma_{\epsilon}^2$ δεν είναι ίση με τις υπόλοιπες.

Λοιπόν τηρείται και η δεύτερη προϋπόθεση, καθότι $p=0,2>5\%=\alpha$ και οι διακυμάνσεις είναι ίδιες για όλα τα έτη (Πίνακας 185). Σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων όρων των σωστών απαντήσεων (μέρους Γ) μεταξύ των ετών, καθώς $p=0,005<0,05$ και $F(4, 529)=3,716$ (Πίνακας 186). Παρατηρώντας τον Πίνακα 187, θα εντοπίσουμε τις διαφορές στους μέσους όρους σωστών απαντήσεων σε ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού μεταξύ των ετών, όπου στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% παρατηρείται μόνο μεταξύ των δευτεροετών και των τεταρτοετών.

Πίνακας 184: Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «έτος».

Descriptives

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ;

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					A	96		
B	203	7,14	2,603	,183	6,78	7,50	1	13
Γ	94	7,74	2,712	,280	7,19	8,30	0	15
Δ	125	8,21	2,554	,228	7,76	8,66	2	14
επί πτυχίω	16	8,44	2,449	,612	7,13	9,74	4	12
Total	534	7,63	2,641	,114	7,40	7,85	0	15

Πίνακας 185: Πίνακας ελέγχου ομοιογένειας των διακυμάνσεων

Test of Homogeneity of Variances

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ;

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,200	4	529	,939

Πίνακας 186: Ανάλυση διακύμανσης για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «έτος».

ANOVA

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ;

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	101,595	4	25,399	3,716	,005
Within Groups	3615,499	529	6,835		
Total	3717,094	533			

Πίνακας 187: : Post Hoc Tests για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «έτος».

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ;

	(I) Έτος	(J) Έτος	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey	A	B	,493	,324	,549	-,39	1,38
HSD		Γ	-,109	,379	,998	-1,15	,93

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

	Δ		-,573	,355	,489	-1,54	,40
	επί πτυχίω		-,802	,706	,787	-2,73	1,13
B	A		-,493	,324	,549	-1,38	,39
	Γ		-,602	,326	,349	-1,49	,29
	Δ		-1,065*	,297	,003	-1,88	-,25
	επί πτυχίω		-1,295	,679	,315	-3,15	,56
Γ	A		,109	,379	,998	-,93	1,15
	B		,602	,326	,349	-,29	1,49
	Δ		-,463	,357	,692	-1,44	,51
	επί πτυχίω		-,693	,707	,864	-2,63	1,24
Δ	A		,573	,355	,489	-,40	1,54
	B		1,065*	,297	,003	,25	1,88
	Γ		,463	,357	,692	-,51	1,44
	επί πτυχίω		-,229	,694	,997	-2,13	1,67
επί πτυχίω	A		,802	,706	,787	-1,13	2,73
	B		1,295	,679	,315	-,56	3,15
	Γ		,693	,707	,864	-1,24	2,63
	Δ		,229	,694	,997	-1,67	2,13
Scheffe	A	B	,493	,324	,678	-,51	1,49
		Γ	-,109	,379	,999	-1,28	1,06
		Δ	-,573	,355	,626	-1,67	,52
		επί πτυχίω	-,802	,706	,863	-2,98	1,38
	B	A	-,493	,324	,678	-1,49	,51
		Γ	-,602	,326	,493	-1,61	,41
		Δ	-1,065*	,297	,013	-1,98	-,15
		επί πτυχίω	-1,295	,679	,458	-3,39	,80
	Γ	A	,109	,379	,999	-1,06	1,28
		B	,602	,326	,493	-,41	1,61
		Δ	-,463	,357	,793	-1,57	,64
		επί πτυχίω	-,693	,707	,916	-2,88	1,49
	Δ	A	,573	,355	,626	-,52	1,67
		B	1,065*	,297	,013	,15	1,98
		Γ	,463	,357	,793	-,64	1,57
		επί πτυχίω	-,229	,694	,999	-2,38	1,92
επί πτυχίω	A		,802	,706	,863	-1,38	2,98
	B		1,295	,679	,458	-,80	3,39
	Γ		,693	,707	,916	-1,49	2,88
	Δ		,229	,694	,999	-1,92	2,38

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Οι μέσοι όροι των σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού κυμαίνονται από 7,17 σωστές απαντήσεις στις 19 ερωτήσεις (άτομα από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα) μέχρι 8,58 σωστές απαντήσεις (άτομα από Θετική κατεύθυνση) (Πίνακας 188). Στους μέσους όρους παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των κατευθύνσεων, αλλά όχι τόσες έντονες όσο αυτές που παρατηρήθηκαν παραπάνω στις ερωτήσεις μηχανικής. Πάντως τα άτομα από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα και στο μέρος Β' του ερωτηματολογίου και στο μέρος Γ' έδωσαν κατά μέσο όρο 7,17 σωστές απαντήσεις σε καθένα. Αντίθετα τα άτομα από Θετική και Τεχνολογική κατεύθυνση κατά μέσο όρο έδωσαν περισσότερες σωστές απαντήσεις στο μέρος Β' (περίπου 10) σε σχέση με το μέρος Γ'. Όσον αφορά τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού πραγματοποιήθηκε ANOVA για να ελεγχθεί αν υπάρχει σχέση μεταξύ του αριθμού σωστών απαντήσεων (μέρους Γ) και της κατεύθυνσης και οι ερευνητικές υποθέσεις είναι οι ακόλουθες:

H₀: Οι μέσοι όροι των σωστών απαντήσεων στο μέρος Γ' του ερωτηματολογίου είναι ίσοι για όλες τις κατευθύνσεις.

H₁: Κάποιος/Κάποιοι από τους μέσους όρους των σωστών απαντήσεων στο μέρος Γ' του ερωτηματολογίου δεν είναι ίσοι μεταξύ τους.

Για να αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα από τη διαδικασία ANOVA πρέπει πρώτον να ακολουθείται η κανονική κατανομή από τα δεδομένα όλων των πληθυσμών· κάτι που τηρείται σε γενικές γραμμές από όλες τις κατευθύνσεις (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CDLII). Δεύτερον, πρέπει η διακύμανση του αριθμού των σωστών απαντήσεων του μέρους Γ να παραμένει ίδια για κάθε κατεύθυνση. Οι διασπορές θα ελεγχθούν μέσω Test of Homogeneity of Variances.

$$H_0 : \sigma_{\theta\rho}^2 = \sigma_{\theta\tau}^2 = \sigma_{\tau\epsilon}^2 = \sigma_{\alpha\lambda}^2$$

$$H_1 : \text{Κάποια από τις } \sigma_{\theta\rho}^2, \sigma_{\theta\tau}^2, \sigma_{\tau\epsilon}^2, \sigma_{\alpha\lambda}^2 \text{ δεν είναι ίση με τις υπόλοιπες.}$$

Όμως $p=0,008 < 0,05 = \alpha$, οπότε απορρίπτεται η H₀ και κατά συνέπεια δεν τηρείται η δεύτερη προϋπόθεση (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMLV). Άρα πρέπει να εφαρμοστεί ένας ισοδύναμος μη παραμετρικός έλεγχος. Από τον έλεγχο των Kruskal-Wallis, προκύπτει $p=0,1 > 5\%$ (Πίνακας 189), δηλαδή μη στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα. Άρα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ η κατεύθυνση δεν επηρεάζει τον αριθμό των σωστών απαντήσεων στις ερωτήσεις του μέρους Γ'.

Πίνακας 188: Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «κατεύθυνση».

Descriptives

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ;

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					Θεωρητική	451		
Θετική	31	8,58	2,766	,497	7,57	9,60	4	13
Τεχνολογική	45	7,93	3,179	,474	6,98	8,89	1	13

Άλλο εκπαιδευτικό σύστημα	6	7,17	4,262	1,740	2,69	11,64	4	14
Total	533	7,62	2,643	,114	7,40	7,85	0	15

Πίνακας 189: Μη παραμετρικός έλεγχος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «κατεύθυνση».

Test Statistics^{a,b}

	Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ;
Chi-square	6,262
df	3
Asymp. Sig.	,100

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Κατεύθυνση

Τα άτομα που παρακολούθησαν κάποιο σεμινάριο ή ημερίδα με θεματολογία τις Φυσικές Επιστήμες απάντησαν ορθά κατά μέσο όρο σε 9,88 ερωτήσεις από τις 19 που περιείχε το μέρος Γ' του ερωτηματολογίου. Από την άλλη τα άτομα που δεν παρακολούθησαν απάντησαν ορθά κατά μέσο όρο σε 7,6 ερωτήσεις από τις 19 (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXX). Σαφώς και υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο υποπληθυσμών, αν και τα άτομα που παρακολούθησαν κάποιο σεμινάριο ανέρχονται μόλις στο 1,5% του δείγματος. Για να γίνει έλεγχος t, πρέπει οι υποπληθυσμοί να ακολουθούν την κανονική κατανομή κάτι που συμβαίνει χωρίς σοβαρές αποκλίσεις (βλ. Παράρτημα, διαγράμματα CDLVI & CDLVII). Λοιπόν, οι ερευνητικές υποθέσεις διαμορφώνονται ως έχει:

H₀: Δεν υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο ή κάποια σεμινάρια/ημερίδες Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

H₁: Υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο ή κάποια σεμινάρια/ημερίδες Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

Δεύτερον, εξετάζουμε τις διασπορές των υποπληθυσμών.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ και } H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Μέσω του Levene's test και σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$, έχουμε $p=0,165 > 0,05$ κι έτσι εξασφαλίζεται και η τήρηση και της δεύτερης προϋπόθεσης. Οπότε, ο έλεγχος t μας δίνει $t(531)=2,433$ και $p_{\text{δлт}}=0,015$ (Πίνακας 190). Αφού $t > 0$ και $\mu_{\text{o.1}} > \mu_{\text{o.2}}$, όπου Group1=όσοι παρακολούθησαν σεμινάριο ή ημερίδα Φυσικών Επιστημών και Group2=όσοι δεν παρακολούθησαν σεμινάριο ή ημερίδα Φυσικών Επιστημών, η τιμή p του μονόπλευρου ελέγχου διαμορφώνεται ως εξής: $p_{\text{μον}}=0,015:2=0,0075$. Επομένως συμπεραίνουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά και η παρακολούθηση ή μη κάποιου σεμιναρίου επηρεάζει τις απαντήσεις του δείγματος σε αυτό το είδος ερωτήσεων, μιας και $p_{\text{μον}}=0,008 < 0,05=\alpha$.

Πίνακας 190: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «παρακολούθηση σεμιναρίων Φ.Ε.».

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ;	Equal variances assumed	1,931	,165	2,433	531	,015	2,279	,936	,439	4,118
	Equal variances not assumed			1,888	7,127	,100	2,279	1,207	-,565	5,123

Για περισσότερα διαγράμματα σχετικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων αυτού του μέρους του ερωτηματολογίου και το φύλο/το έτος/την κατεύθυνση/τα εκπαιδευτικά προγράμματα στις Φυσικές Επιστήμες υπάρχουν παραπομπές στον Πίνακα 191.

Πίνακας 191: Πίνακας παραπομπής σε ραβδόγραμμα του Παραρτήματος σχετικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων του μέρους Γ' του ερωτηματολογίου.

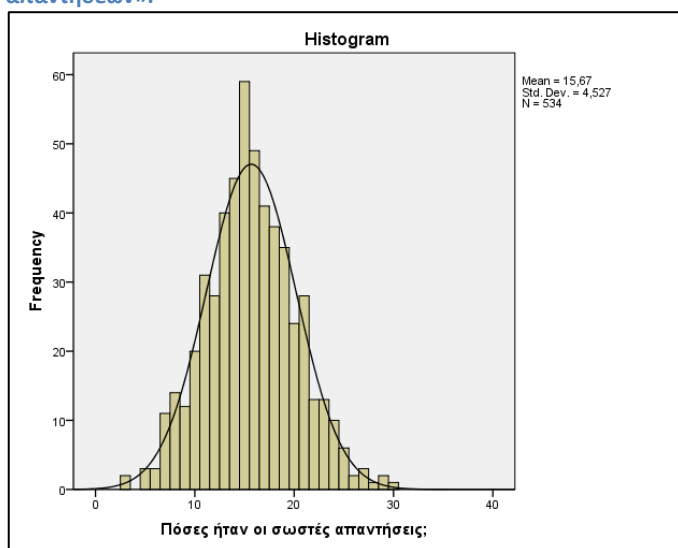
Διάγραμμα CXCIII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ» και «φύλο».
Διάγραμμα CXCIV	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ. 10βαθμη κλίμακα» και «φύλο».
Διάγραμμα CXCV	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ. 5βαθμη κλίμακα» και «φύλο».
Διάγραμμα CCLXVI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ» και «έτος».
Διάγραμμα CCLXVII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ. 10βαθμη κλίμακα» και «έτος».
Διάγραμμα CCLXVIII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ. 5βαθμη κλίμακα» και «έτος».
Διάγραμμα CCCXL	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ» και «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCCXLI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ. 10βαθμη κλίμακα» και «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCCXLII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ. 5βαθμη κλίμακα» και «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCCXLIX	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ» και «σεμινάριο στις Φ.Ε.».
Διάγραμμα CCCL	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ. 10βαθμη κλίμακα» και «σεμινάριο στις Φ.Ε.».
Διάγραμμα CCCLI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ. 5βαθμη κλίμακα» και «σεμινάριο στις Φ.Ε.».

6.4. Συνολικά

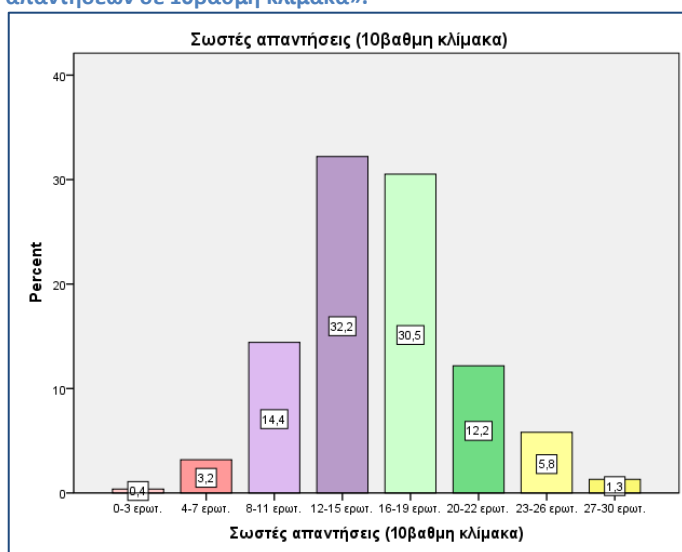
Το ερωτηματολόγιο λοιπόν περιείχε 50 ερωτήσεις, από τις οποίες αν εξαιρέσουμε τις 12 πρώτες που ήταν προσωπικές ερωτήσεις οι υπόλοιπες 38 εξέταζαν τις γνώσεις των φοιτητών/ριων σε έννοιες τις Μηχανικής και γενικά ευρύτερες γνώσεις από τους διάφορους κλάδους των Φυσικών Επιστημών. Υπάρχουν δύο φοιτήτριες Θεωρητικής κατεύθυνσης –πρωτοετής και τριτοετής- που απάντησαν μόνο σε 3 ερωτήσεις (minimum) σωστά και υπάρχει κι ένας τριτοετής φοιτητής, προερχόμενος από Θεωρητική κατεύθυνση, που απάντησε σε 30 ερωτήσεις σωστά (maximum). Το 25% του δείγματος έδωσε 3 έως 12 σωστές απαντήσεις και 25% του δείγματος έδωσε 19 έως 30 σωστές απαντήσεις, με τα περισσότερα άτομα (11%) να απαντούν σε 15 ερωτήσεις σωστά (βλ. Παράρτημα, πίνακα CCCXIII). Όσον αφορά τον συνολικό μέσο όρο σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 15,67 απαντήσεις (Διάγραμμα 76), όταν οι επιμέρους είναι 8,05 για το μέρος Β' και 7,63 για το μέρος Γ' του ερωτηματολογίου. Από τα Διαγράμματα 77 & 78 παρατηρούμε:

- ❖ Το 32,2% (172 άτομα) έχει απαντήσει σε 12 ως 15 ερωτήσεις σωστές και το 30,5% (163 άτομα) σε 16 ως 19 ερωτήσεις σωστές.
- ❖ Το μισό δείγμα βρίσκεται σε επίπεδο κάτω του μετρίου, καθότι 249 άτομα (46,6%) έχουν απαντήσει σε 8 ως 15 ερωτήσεις σωστά και 19 άτομα (3,6%) το πολύ να έχουν δώσει 7 σωστές απαντήσεις.
- ❖ Σε μέτριο επίπεδο (16-22 σωστές απαντήσεις) βρίσκεται το 42,7% του δείγματος (228 άτομα).
- ❖ Άνω του μετρίου επιπέδου βρίσκεται μόλις το 7,1% του δείγματος (38 άτομα), απαντώντας από 23 ως και 30 ερωτήσεις σωστές· χωρίς όμως να υπάρχει κανείς με 31 κι άνω σωστές απαντήσεις.

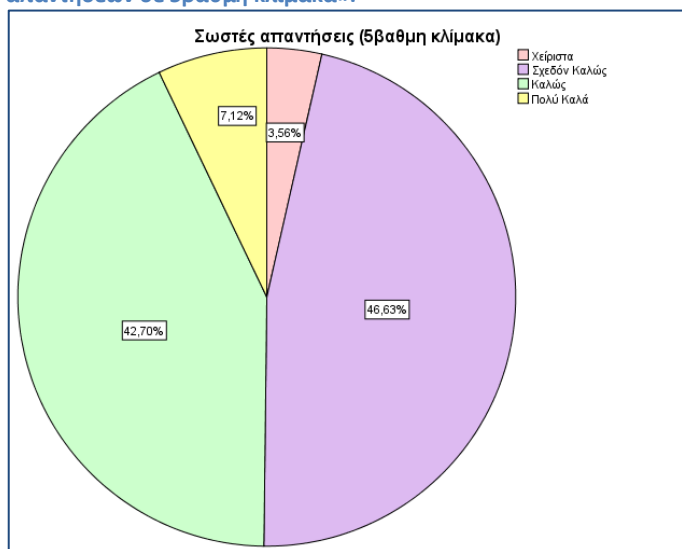
Διάγραμμα 76: Ιστόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων».



Διάγραμμα 77: Ραβδόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων σε 10βαθμη κλίμακα».



Διάγραμμα 78: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων σε 5βαθμη κλίμακα».



Τα δεδομένα ακολουθούν την κανονική κατανομή και για τους άνδρες και για τις γυναίκες (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLXXXIII), οπότε μπορεί να εφαρμοστεί έλεγχος t για την ανίχνευση σχέσης μεταξύ του αριθμού των σωστών απαντήσεων και του φύλου. Επομένως οι υποθέσεις διαμορφώνονται ως εξής:

H₀: Δεν υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων μεταξύ των δύο φύλων.

H₁: Υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων μεταξύ των δύο φύλων.

Λοιπόν ο μέσος όρος σωστών απαντήσεων για τους φοιτητές είναι 15,58 και για τις φοιτήτριες 15,69 (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXXXIV). Παρατηρούμε ότι οι φοιτήτριες υπερτερούν με μικρή διαφορά· επίσης και στις ερωτήσεις μηχανικής υπερτερούσαν οι φοιτήτριες με διαφορά 0,35 αντίθετα με τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού που υπερτερούσαν οι άντρες με διαφορά 0,24. Καταρχάς, θεωρούμε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το $\alpha=5\%$ κι μέσω του Levene's test ελέγχουμε αν οι διασπορές των δύο πληθυσμών (άνδρες - γυναίκες) ισούνται.

$$H_0 : \sigma_{\alpha}^2 = \sigma_{\gamma}^2 \text{ και } H_1 : \sigma_{\alpha}^2 \neq \sigma_{\gamma}^2$$

Οι διασπορές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, καθότι $p=0,013 < 0,05$. Επομένως $p_{\text{δύο}}=0,878$ και $t(85,263)=-0,154 < 0$ κι αφού ο μέσος όρος των ανδρών (Group1) είναι μικρότερος από το μέσο όρο των γυναικών (Group2), η τιμή p του μονόπλευρου ελέγχου θα είναι $p_{\text{μον}}=0,878:2=0,439 > \alpha=5\%$ (Πίνακας 192). Συνεπώς δεν προκύπτει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα και δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στους μέσους όρους των δύο φύλων.

Πίνακας 192: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «φύλο».

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις;	Equal variances assumed	6,255	,013	-,183	532	,855	-,105	,574	-1,233	1,023
	Equal variances not assumed			-,154	85,263	,878	-,105	,683	-1,463	

Από τον Πίνακα 193 διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των σωστών απαντήσεων. Παρατηρούμε ότι οι πρωτοετείς κατά μέσο όρο απάντησαν ορθά σε 14,53 ερωτήσεις από τις 38. Αυτός ο μέσος όρος έχει ανοδική πορεία καθώς αυξάνεται το έτος φοίτησης, φτάνοντας οι επί πτυχίω φοιτητές να απάντησαν ορθά κατά μέσο όρο σε 17,94 ερωτήσεις από τις 38. Εντωμεταξύ ο γενικός μέσος όρος ισούται με τον μέσο όρων σωστών απαντήσεων των τριτοετών (15,67 σωστές απαντήσεις). Για να ελεγχθεί αν είναι εξαρτημένες οι ανεξάρτητες οι μεταβλητές (αριθμός σωστών απαντήσεων & έτος), εκτελέστηκε ANOVA. Οι ερευνητικές υποθέσεις είναι οι ακόλουθες:

H_0 : Οι μέσοι όροι των σωστών απαντήσεων είναι ίσοι για όλα τα έτη.

H_1 : Κάποιος/Κάποιοι από τους μέσους όρους των σωστών απαντήσεων δεν είναι ίσοι μεταξύ τους.

Η πρώτη προϋπόθεση για εφαρμογή ANOVA τηρείται, αφού τα δεδομένα για κάθε έτος ακολουθούν την κανονική κατανομή σύμφωνα με ιστόγραμμα του Παραρτήματος (διάγραμμα CDXVIII). Η δεύτερη προϋπόθεση απαιτεί τον έλεγχο των διακυμάνσεων για την εξαρτημένη μεταβλητή (αριθμό σωστών απαντήσεων).

$$H_0 : \sigma_{\alpha}^2 = \sigma_{\beta}^2 = \sigma_{\gamma}^2 = \sigma_{\delta}^2 = \sigma_{\varepsilon}^2$$

H_1 : Κάποια από τις $\sigma_{\alpha}^2, \sigma_{\beta}^2, \sigma_{\gamma}^2, \sigma_{\delta}^2, \sigma_{\varepsilon}^2$ δεν είναι ίση με τις υπόλοιπες.

Καθώς η τιμή $p=0,581$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMLXXIII) είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$, η αρχική υπόθεση δεν απορρίπτεται και ισχύει και η δεύτερη προϋπόθεση της διαδικασίας ANOVA. Η ανάλυση διακύμανσης δίνει $F(4, 529)=11,527$ και $p=0,000<5\%$ (Πίνακας 194). Επομένως απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και οι μέσοι όροι των σωστών απαντήσεων δεν είναι ίσοι για όλα τα έτη. Πολλαπλές συγκρίσεις μεταξύ των μέσων όρων των σωστών απαντήσεων ανά έτος πραγματοποιούνται στον Πίνακα 195. Όσες διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές παρουσιάζονται με αστερίσκο. Τέτοιες είναι οι διαφορές στους μέσους όρους σωστών απαντήσεων μεταξύ των πρωτοετών και τεταρτοετών ή επί πτυχίω φοιτητών/ριών, των δευτεροετών και των τεταρτοετών ή επί πτυχίω και μεταξύ τριτοετών και τεταρτοετών.

Πίνακας 193 : Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «έτος».

Descriptives

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις;

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					A	96		
B	203	14,79	4,271	,300	14,20	15,38	5	27
Γ	94	15,67	4,723	,487	14,70	16,64	3	30
Δ	125	17,70	4,023	,360	16,98	18,41	7	29
επί πτυχίω	16	17,94	4,597	1,14	15,49	20,39	12	28
Total	534	15,67	4,527	,196	15,29	16,06	3	30

Πίνακας 194: Ανάλυση διακύμανσης για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «έτος».

ANOVA

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις;

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	875,925	4	218,981	11,527	,000
Within Groups	10049,379	529	18,997		
Total	10925,303	533			

Πίνακας 195: Post Hoc Tests για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «έτος».

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις;

	(I) Έτος	(J) Έτος	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
						Tukey	A
HSD		Γ	-1,139	,632	,374	-2,87	,59
		Δ	-3,165*	,591	,000	-4,78	-1,55

		επί πτυχίω	-3,406*	1,177	,032	-6,63	-,18
B	A		,262	,540	,989	-1,22	1,74
	Γ		-,877	,544	,490	-2,37	,61
	Δ		-2,903*	,496	,000	-4,26	-1,55
		επί πτυχίω	-3,144*	1,132	,045	-6,24	-,05
Γ	A		1,139	,632	,374	-,59	2,87
	B		,877	,544	,490	-,61	2,37
	Δ		-2,026*	,595	,006	-3,65	-,40
		επί πτυχίω	-2,267	1,179	,306	-5,49	,96
Δ	A		3,165*	,591	,000	1,55	4,78
	B		2,903*	,496	,000	1,55	4,26
	Γ		2,026*	,595	,006	,40	3,65
		επί πτυχίω	-,241	1,157	1,000	-3,41	2,93
επί πτυχίω	A		3,406*	1,177	,032	,18	6,63
	B		3,144*	1,132	,045	,05	6,24
	Γ		2,267	1,179	,306	-,96	5,49
	Δ		,241	1,157	1,000	-2,93	3,41
Scheffe	A	B	-,262	,540	,994	-1,93	1,41
		Γ	-1,139	,632	,519	-3,09	,82
		Δ	-3,165*	,591	,000	-4,99	-1,34
		επί πτυχίω	-3,406	1,177	,080	-7,04	,23
B	A		,262	,540	,994	-1,41	1,93
	Γ		-,877	,544	,627	-2,56	,80
	Δ		-2,903*	,496	,000	-4,43	-1,37
		επί πτυχίω	-3,144	1,132	,104	-6,64	,35
Γ	A		1,139	,632	,519	-,82	3,09
	B		,877	,544	,627	-,80	2,56
	Δ		-2,026*	,595	,022	-3,87	-,19
		επί πτυχίω	-2,267	1,179	,449	-5,91	1,38
Δ	A		3,165*	,591	,000	1,34	4,99
	B		2,903*	,496	,000	1,37	4,43
	Γ		2,026*	,595	,022	,19	3,87
		επί πτυχίω	-,241	1,157	1,000	-3,82	3,34
επί πτυχίω	A		3,406	1,177	,080	-,23	7,04
	B		3,144	1,132	,104	-,35	6,64
	Γ		2,267	1,179	,449	-1,38	5,91
	Δ		,241	1,157	1,000	-3,34	3,82

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Ο γενικός μέσος όρος σωστών απαντήσεων είναι 15,67 σωστές απαντήσεις στις 38 ερωτήσεις. Τα άτομα που προέρχονται από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα και από Θεωρητική κατεύθυνση απαντούν ορθά κατά μέσο όρο σε λιγότερες ερωτήσεις (14,33 & 15,26 αντίστοιχα) από το σύνολο, ενώ αντίθετα τα άτομα από Τεχνολογική και Θετική κατεύθυνση απαντούν ορθά κατά μέσο όρο σε περισσότερες ερωτήσεις (17,82 & 18,84 αντίστοιχα) από το σύνολο (Πίνακας 196). Με άλλα λόγια παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατευθύνσεων. Έτσι για να ελεγχθεί αν υπάρχει σύνδεση μεταξύ του αριθμού σωστών απαντήσεων και της κατεύθυνσης, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης. Οι ερευνητικές υποθέσεις λοιπόν είναι οι εξής:

H₀: Οι μέσοι όροι των σωστών απαντήσεων είναι ίσοι για όλες τις κατευθύνσεις.

H₁: Κάποιος/Κάποιοι από τους μέσους όρους των σωστών απαντήσεων στο μέρος Γ' του ερωτηματολογίου δεν είναι ίσοι μεταξύ τους.

Προκειμένου να είναι αξιοποιήσιμα τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για εξαγωγή συμπερασμάτων πρέπει τα δεδομένα και των κ πληθυσμών να ακολουθούν την κανονική κατανομή και η διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής να παραμένει ίδια για κάθε πληθυσμό (Κάτσης κ. συν.,2010). Η κανονική κατανομή ακολουθείται και για τις τέσσερις κατευθύνσεις χωρίς σοβαρές αποκλίσεις (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CDLIII),άρα και τηρείται η πρώτη προϋπόθεση. Μέσω του Test of Homogeneity of Variances θα γίνει έλεγχος για τη δεύτερη προϋπόθεση.

$$H_0 : \sigma_{\theta\rho}^2 = \sigma_{\theta\tau}^2 = \sigma_{\tau\epsilon}^2 = \sigma_{\alpha\lambda}^2$$

$$H_1 : \text{Κάποια από τις } \sigma_{\theta\rho}^2, \sigma_{\theta\tau}^2, \sigma_{\tau\epsilon}^2, \sigma_{\alpha\lambda}^2 \text{ δεν είναι ίση με τις υπόλοιπες.}$$

Όμως $p=0,044 < 0,05$ (βλ. Παράρτημα, πίνακα MVIII) και συνεπώς η αρχική υπόθεση απορρίπτεται κι επομένως η διαδικασία ANOVA δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Αντ' αυτής θα χρησιμοποιηθεί ο έλεγχος Kruskal-Wallis. Από αυτόν προκύπτει $p=0,00 < \alpha=5\%$ (Πίνακας 197). Δηλαδή προκύπτει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα και σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$ η κατεύθυνση επηρεάζει τον αριθμό των σωστών απαντήσεων σε σημαντικό βαθμό.

Πίνακας 196: Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «κατεύθυνση».

Descriptives

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις:

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					Θεωρητική	451		
Θετική	31	18,84	5,502	,988	16,82	20,86	8	29
Τεχνολογική	45	17,82	5,297	,790	16,23	19,41	5	26
Άλλο εκπαιδευτικό σύστημα	6	14,33	4,412	1,801	9,70	18,96	10	22
Total	533	15,67	4,531	,196	15,29	16,06	3	30

Πίνακας 197: Μη παραμετρικός έλεγχος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «κατεύθυνση».

Test Statistics ^{a,b}	
	Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις;
Chi-square	26,776
df	3
Asymp. Sig.	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Κατεύθυνση

Η κανονική κατανομή και για τους δύο υποπληθυσμούς - Group1=όσοι παρακολούθησαν σεμινάριο/ημερίδα Φυσικών Επιστημών, Group2=όσοι δεν παρακολούθησαν- ακολουθείται χωρίς μεγάλες αποκλίσεις (βλ. Παράρτημα, διαγράμματα CDLVIII & CDLIX). Βέβαια ο πρώτος υποπληθυσμός είναι πολύ μικρός, μόλις 1,5% του δείγματος και ίσως τα αποτελέσματα είναι επισφαλής. Λοιπόν, οι ερευνητικές υποθέσεις είναι οι εξής:

H₀: Δεν υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο ή κάποια σεμινάρια/ημερίδες Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

H₁: Υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο σωστών απαντήσεων μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο ή κάποια σεμινάρια/ημερίδες Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

Αρχικά ως εξεταστούν οι διασπορές μέσω του ελέγχου Levene.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ και } H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Από τον Πίνακα 198 έχουμε $p=0,173 > 5\%$, άρα οι διασπορές δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και επιλέγουμε τιμή του κριτηρίου $t(531)=1,856 > 0$ και τιμή δίπλευρου ελέγχου $p_{\text{διπ}}=0,064$. Επιπροσθέτως, ο μέσος όρος σωστών απαντήσεων για την πρώτη ομάδα είναι 18,63 απαντήσεις και είναι μεγαλύτερος από το μέσο όρο της δεύτερης ομάδας, που είναι 15,64 σωστές απαντήσεις σε σύνολο 38 ερωτήσεων. Επομένως η τιμή του μονόπλευρου ελέγχου διαμορφώνεται ως εξής $p_{\text{μον}}=0,064:2=0,032$ και είναι μικρότερη του 5%, που θεωρήσαμε ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας. Άρα το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό και υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο υποπληθυσμών.

Πίνακας 198: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «παρακολούθηση σεμιναρίων Φ.Ε.».

Independent Samples Test									
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper

Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις;	Equal variances assumed	1,861	,173	1,856	531	,064	2,981	1,606	-,174	6,137
	Equal variances not assumed			1,428	7,125	,196	2,981	2,087	-1,937	7,900

Κι άλλα διαγράμματα σχετικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων συνολικά και σε σχέση με το φύλο ή το έτος ή την κατεύθυνση ή τα εκπαιδευτικά προγράμματα στις Φυσικές Επιστήμες υπάρχουν παραπομπές στον Πίνακα 199.

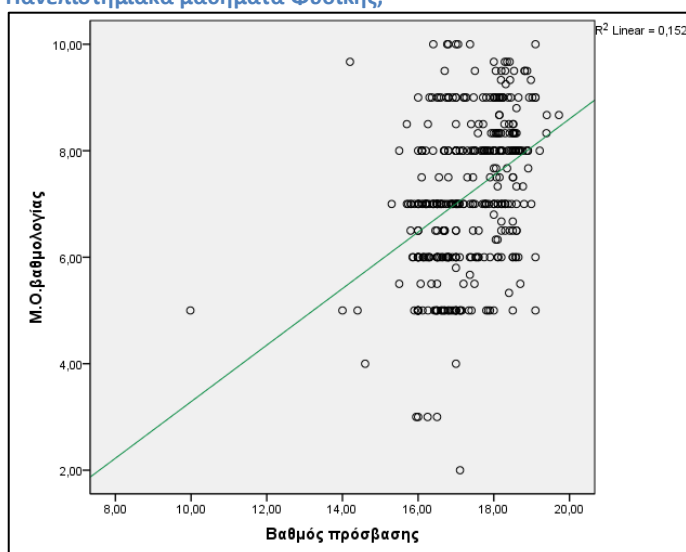
Πίνακας 199: Πίνακας παραπομπής σε ραβδόγραμμα του Παραρτήματος σχετικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων του ερωτηματολογίου.

Διάγραμμα CLXXXVII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «φύλο».
Διάγραμμα CLXXXVIII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων. 10βαθμη κλίμακα» και «φύλο».
Διάγραμμα CLXXXIX	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων. 5βαθμη κλίμακα» και «φύλο».
Διάγραμμα CCLX	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «έτος».
Διάγραμμα CCLXI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων. 10βαθμη κλίμακα» και «έτος».
Διάγραμμα CCLXII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων. 5βαθμη κλίμακα» και «έτος».
Διάγραμμα CCCXXXIV	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCCXXXV	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων. 10βαθμη κλίμακα» και «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCCXXXVI	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων. 5βαθμη κλίμακα» και «κατεύθυνση».
Διάγραμμα CCCXLIII	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «σεμινάριο στις Φ.Ε.».
Διάγραμμα CCCXLIV	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων. 10βαθμη κλίμακα» και «σεμινάριο στις Φ.Ε.».
Διάγραμμα CCCXLV	Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων. 5βαθμη κλίμακα» και «σεμινάριο στις Φ.Ε.».

Δύο τελευταία ερωτήματα που θα μπορούσαμε να θέσουμε είναι:

- ❖ Υπάρχει σχέση κι αν ναι ποια μεταξύ του βαθμού πρόσβασης και της βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής;
- ❖ Υπάρχει σχέση κι αν ναι ποια μεταξύ του βαθμού απολυτηρίου και της βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής;

Διάγραμμα 79: Διάγραμμα σκεδασμού για τη σχέση μεταξύ βαθμού πρόσβασης και της βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής;



Από το Διάγραμμα 79, βλέπουμε ότι υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών, καθότι αρκετά από τα δεδομένα είναι κοντά στην ευθεία γραμμή. Κι από τη στιγμή που οι μεταβλητές είναι συνεχείς κι ακολουθούν την κανονική κατανομή χωρίς σοβαρές αποκλίσεις (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLIV & CCCLV), μπορούμε να εφαρμόσουμε τον συντελεστή συσχέτισης Pearson.

H₀: Δεν συσχετίζεται ο βαθμός πρόσβασης με τη βαθμολογία στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.

H₁: Συσχετίζεται ο βαθμός πρόσβασης με τη βαθμολογία στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.

Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ βαθμού πρόσβασης στο Παιδαγωγικό και βαθμολογίας εντός αυτού είναι $r=0,390$ (Πίνακας 200). Η σχέση αυτή είναι θετική· αυτό εξάλλου φαίνεται κι από το Διάγραμμα 79, όπου η κατεύθυνση είναι από αριστερά κάτω προς τα δεξιά πάνω. Τη σχέση θα τη χαρακτηρίζαμε ως προς το μέγεθος μικρή, καθότι ο Pearson r βρίσκεται εντός του φάσματος 0,21-0,40 (Κάτσης κ.συν., 2010). Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης (Πίνακας 200) η τιμή $p=0,000$ είναι πολύ μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$. Άρα δεχόμαστε την εναλλακτική υπόθεση σύμφωνα με την οποία υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Πίνακας 200: Ανάλυση συσχέτισης για τις μεταβλητές «βαθμός πρόσβασης» και «βαθμολογία στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής».

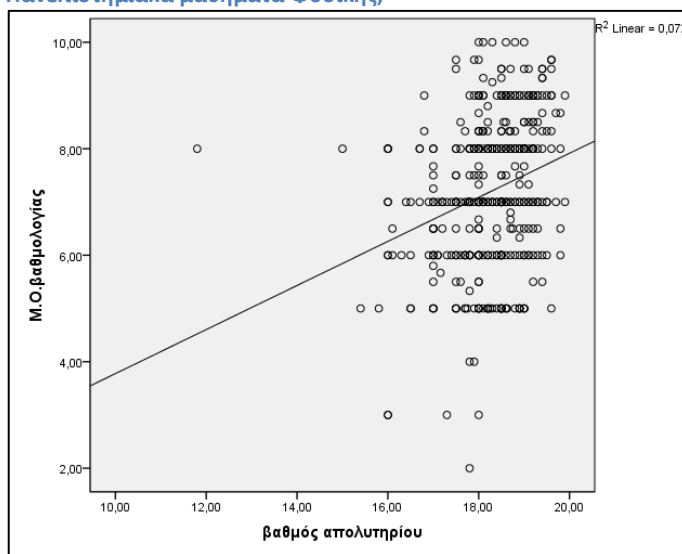
Correlations			
		Βαθμός πρόσβασης	Μ.Ο. βαθμολογίας
Βαθμός πρόσβασης	Pearson Correlation	1	,390**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	505	393
Μ.Ο. βαθμολογίας	Pearson Correlation	,390**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	393	409

Correlations

		Βαθμός πρόσβασης	Μ.Ο.βαθμολογίας
Βαθμός πρόσβασης	Pearson Correlation	1	,390**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	505	393
Μ.Ο.βαθμολογίας	Pearson Correlation	,390**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	393	409

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

Διάγραμμα 80: Διάγραμμα σκεδασμού για τη σχέση μεταξύ βαθμού απολυτηρίου και της βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής;



Οι μεταβλητές («βαθμός απολυτηρίου» & «βαθμολογίας στο Π.Τ.Δ.Ε.») είναι συνεχείς κι ακολουθούν την κανονική κατανομή δίχως ιδιαίτερες αποκλίσεις (βλ. Παράρτημα, διάγραμμα CCCLII & CCCLV). Επίσης, υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών (Διάγραμμα 80). Επομένως τηρούνται οι προϋποθέσεις για να εφαρμόσουμε τον συντελεστή συσχέτισης Pearson.

H₀: Δεν συσχετίζεται ο βαθμός απολυτηρίου με τη βαθμολογία στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.

H₁: Συσχετίζεται ο βαθμός απολυτηρίου με τη βαθμολογία στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.

Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson r είναι 0,268 (Πίνακας 201). Δηλαδή υπάρχει σχέση μεταξύ των μεταβλητών, η οποία είναι θετική –καθώς η κατεύθυνση είναι από αριστερά κάτω προς τα δεξιά πάνω (Διάγραμμα 80)- και ως προς το μέγεθος μικρή -καθότι ο συντελεστής συσχέτισης είναι μεγαλύτερος του 0,21 και μικρότερος του 0,40 (Κάτσης κ.συν., 2010)-. Από τον Πίνακα 201, η πιθανότητα του επαγωγικού ελέγχου είναι $p=0,000 < \alpha=5\%$. Συνεπώς απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ του βαθμού απολυτηρίου και του Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής.

Πίνακας 201: Ανάλυση συσχέτισης για τις μεταβλητές «βαθμός απολυτηρίου» και «βαθμολογία στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής».

		βαθμός απολυτηρίου	Μ.Ο.βαθμολογίας
βαθμός απολυτηρίου	Pearson Correlation	1	,268**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	517	399
Μ.Ο.βαθμολογίας	Pearson Correlation	,268**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	399	409

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

7. Συμπεράσματα

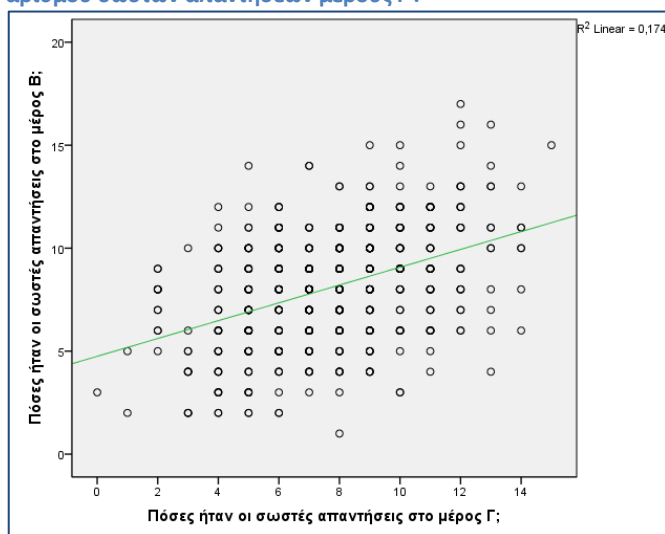
Οι κύριες ερευνητικές υποθέσεις της παρούσας εργασίας είναι:

H_0 : Πολλές σωστές απαντήσεις στο μέρος Β' δεν συνεπάγεται πολλές σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ' .

H_1 : Πολλές σωστές απαντήσεις στο μέρος Β' συνεπάγεται πολλές σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ' .

Ο αριθμός σωστων απαντήσεων μέρους Β' και ο αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Γ' αποτελούν συνεχείς μεταβλητές, οιποιές μάλιστα ακολουθούν και την κανονική κατανομή όπως φαίνεται παραπάνω στα Διαγράμματα 53 και 73 αντίστοιχα. Όσον αφορά τη γραμμικότητα, από το Διάγραμμα 81 διαπιστώνουμε ότι υπάρχει θετική γραμική σχέση. Επομένως τηρούνται οι προϋποθέσεις εφαρμογής του συντελεστή συσχέτισης Pearson r.

Διάγραμμα 81: Διάγραμμα σκεδασμού για τη σχέση μεταξύ αριθμού σωστών απαντήσεων μέρους Β' και αριθμού σωστών απαντήσεων μέρους Γ'.



Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ του αριθμού σωστών απαντήσεων του μέρους Β' και του αριθμού σωστών απαντήσεων του μέρους Γ' είναι 0,417 και μάλιστα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0,01$ (Πίνακας 202). Συνεπώς υπάρχει θετική μέτρια σχέση

(0,41<0,417<0,60) μεταξύ των δυο μεταβλητών, σύμφωνα με τους Κάτσης κ.συν. (2010). Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης (Πίνακας 202) φαίνεται ότι η τιμή r ισούται με 0,000 και είναι πολύ μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$. Συνεπώς απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι η ύπαρξη σωστών απαντήσεων στο μέρος Β' του ερωτηματολογίου σχετίζονται θετικά με την ύπαρξη σωστών απαντήσεων στο μέρος Γ' του ερωτηματολογίου. Δηλαδή καθώς αυξάνονται οι σωστές απαντήσεις σε ερωτήσεις Μηχάνικης αυξάνεται και ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σε ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού. Με άλλα λόγια οι φοιτητές/ριες που απαντούν σωστά σε πολλές ερωτήσεις Μηχανικής έχουν την τάση να απαντούν σωστά σε περίπου ίδιο ποσοστό και σε γενικές ερωτήσεις των Φυσικών Επιστημών. Άρα οι φοιτητές/ριες του Παιδαγωγικού Ιωαννίνων φαίνεται να είναι επιστημονικά εγγράμματοι σε έννοιες των Φυσικών Επιστημών σε αναλογία ίδια με αυτή που απαντούν ορθά σε ερωτήσεις σχετικές με έννοιες της Μηχανικής.

Πίνακας 202: Ανάλυση συσχέτισης για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Β'» και «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Γ'».

Correlations			
		Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Β;	Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ;
Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Β;	Pearson Correlation	1	,417**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	534	534
Πόσες ήταν οι σωστές απαντήσεις στο μέρος Γ;	Pearson Correlation	,417**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	534	534

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

7.1. Απάντηση στα ερευνητικά ερωτήματα

$H_{0.1}$: Οι απαντήσεις δεν σχετίζονται με το φύλο.

$H_{1.1}$: Οι απαντήσεις σχετίζονται με το φύλο.

Πίνακας 203: Στατιστική διαφορά στις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου ως προς τη μεταβλητή του φύλου.

ερώτηση	χ^2		df		p		διαφορά	
	A	B	A	B	A	B	A	B
13	1,268	0,520	3	1	0,737	0,575	Τ.Δ. **	Τ.Δ.
14	5,052	4,811	2	1	0,080	0,028	Τ.Δ.	Σ.Δ.
15	3,654	0,608	2	1	0,161	0,436	Τ.Δ.	Τ.Δ.
16	5,046	0,726	3	1	0,168	0,394	Τ.Δ.	Τ.Δ.
17	1,602	1,114	3	1	0,659	0,291	Τ.Δ.	Τ.Δ.
18	0,174	0,004	2	1	0,916	0,950	Τ.Δ.	Τ.Δ.
19	16,144	15,045	2	1	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
20	1,825	0,598	2	1	0,402	0,439	Τ.Δ.	Τ.Δ.
21	1,489	0,440	3	1	0,685	0,507	Τ.Δ.	Τ.Δ.
22	0,537	0,535	2	1	0,746	0,465	Τ.Δ.	Τ.Δ.

Ο Επιστημονικός Γραμματισμός φοιτητών του ΠΤΔΕ ως συνάρτηση των Εναλλακτικών Ιδεών σε έννοιες της Φυσικής.

23	7,226	2,484	2	1	0,017	0,115	Σ.Δ.	Τ.Δ.
24	2,754	2,143	2	1	0,252	0,143	Τ.Δ.	Τ.Δ.
25	1,394	0,521	2	1	0,498	0,470	Τ.Δ.	Τ.Δ.
26	2,538	2,096	2	1	0,281	0,148	Τ.Δ.	Τ.Δ.
27	10,750	8,538	3	1	0,013	0,003	Σ.Δ.	Σ.Δ.
28	1,695	0,691	3	1	0,638	0,490	Τ.Δ.**	Τ.Δ.
29	24,242	14,562	2	1	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
30	0,338	0,037	2	1	0,845	0,848	Τ.Δ.	Τ.Δ.
31	0,852	0,809	2	1	0,653	0,368	Τ.Δ.	Τ.Δ.
32	2,557	1,013	2	1	0,278	0,314	Τ.Δ.	Τ.Δ.
33	25,121	25,120	2	1	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
34	2,040	1,965	2	1	0,361	0,161	Τ.Δ.	Τ.Δ.
35	6,872	2,204	2	1	0,032	0,138	Σ.Δ.	Τ.Δ.
36	2,141	1,270	2	1	0,343	0,260	Τ.Δ.	Τ.Δ.
37	0,182	0,175	2	1	0,913	0,676	Τ.Δ.	Τ.Δ.
38	2,473	1,383	2	1	0,254	0,240	Τ.Δ.	Τ.Δ.
39	14,142	14,142	2	1	0,001	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
40	2,150	0,303	2	1	0,341	0,582	Τ.Δ.	Τ.Δ.
41	-	2,720	-	1	-	0,119	-	Τ.Δ.
42	3,127	1,482	2	1	0,209	0,223	Τ.Δ.	Τ.Δ.
43	1,351	0,205	2	1	0,509	0,651	Τ.Δ.	Τ.Δ.
44	6,159	2,084	7	1	0,521	0,164	Τ.Δ.*	Τ.Δ.
45	0,278	0,142	2	1	0,870	0,762	Τ.Δ.*	Τ.Δ.**
46	-	5,840	-	1	-	0,039	-	Σ.Δ.**
47	4,360	1,058	2	1	0,113	0,304	Τ.Δ.	Τ.Δ.
48	3,607	3,256	3	1	0,307	0,071	Τ.Δ.	Τ.Δ.
49	0,320	0,185	2	1	0,852	0,667	Τ.Δ.	Τ.Δ.
50	2,075	0,590	3	1	0,557	0,443	Τ.Δ.	Τ.Δ.

Οι στήλες Α αφορούν τις περιπτώσεις που δεν υπήρξε συγχώνευση των απαντήσεων, ενώ οι στήλες Β αφορούν τις περιπτώσεις που είχαμε συγχώνευση των απαντήσεων σε «Σωστές» και «Λανθασμένες».

*Το ποσοστό με αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών.

**Το ποσοστό με αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 αποτελεί το 25% του συνόλου των κελιών.

Όσον αφορά τις ερωτήσεις (13-31) μηχανικής, στις 13 από τις 19 ερωτήσεις οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων είναι τυχαίες, σε 4 ερωτήσεις υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και για 2 ερωτήσεις χρειάστηκε να συγχωνευτούν οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες για να εξαχθεί ασφαλέστερο συμπέρασμα περί τυχαιότητας των διαφορών. Επομένως το φύλο δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του Β' μέρους του ερωτηματολογίου. Όσον αφορά τις ερωτήσεις (32-50) επιστημονικού γραμματισμού, στις 12 από τις 19 ερωτήσεις οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων είναι τυχαίες, σε 3 ερωτήσεις υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και για 4 ερωτήσεις χρειάστηκε να συγχωνευτούν οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες ώστε να εξαχθεί συμπέρασμα. Συνεπώς το φύλο δεν επηρεάζει ούτε τις απαντήσεις του Γ' μέρους του ερωτηματολογίου. Συνοψίζοντας και συναθροίζοντας τα ανωτέρω αποτελέσματα, από τη στιγμή που σε 25 από τις 38 ερωτήσεις, δηλαδή στο 65% αυτών, οι διαφορές μεταξύ των φύλων είναι τυχαίες και σε 7, δηλαδή στο 18,4%, στατιστικά σημαντικές, συμπεραίνουμε ότι οι απαντήσεις δεν σχετίζονται με το φύλο· είναι ανεξάρτητες αυτού. Μάλιστα, συγχωνεύοντας τις απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες, προέκυψαν 30 ερωτήσεις (78,9%) με τυχαία διαφορά στις απαντήσεις και 6

ερωτήσεις (15,8%) με στατιστικά σημαντική διαφορά (στήλη Β). Άρα ούτε το γεγονός αν απάντησαν σωστά ή εσφαλμένα οι φοιτητές/ριές σχετίζεται με το φύλο. (Πίνακας 203)

H_{0.2}: Οι απαντήσεις δεν σχετίζονται με το έτος.

H_{1.2}: Οι απαντήσεις σχετίζονται με το έτος.

Πίνακας 204: Στατιστική διαφορά στις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου ως προς τη μεταβλητή του έτους.

ερώτηση	χ ²		df		p		διαφορά	
	A	B	A	B	A	B	A	B
13	18,728	15,036	12	4	0,095	0,005	Τ.Δ.*	Σ.Δ.
14	33,951	32,045	8	4	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
15	20,329	8,307	8	4	0,009	0,081	Σ.Δ.	Τ.Δ.
16	15,482	5,687	12	4	0,216	0,224	Τ.Δ.	Τ.Δ.
17	60,200	37,625	12	4	0,000	0,000	Σ.Δ.*	Σ.Δ.
18	43,685	30,153	8	4	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
19	22,152	4,037	8	4	0,005	0,401	Σ.Δ.	Τ.Δ.
20	19,773	19,505	8	4	0,011	0,001	Σ.Δ.	Σ.Δ.
21	35,119	27,760	12	4	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
22	28,475	7,859	8	4	0,000	0,097	Σ.Δ.	Τ.Δ.
23	9,455	2,693	8	4	0,305	0,610	Τ.Δ.	Τ.Δ.
24	26,784	26,057	8	4	0,001	0,000	Σ.Δ.*	Σ.Δ.
25	26,942	5,952	8	4	0,001	0,203	Σ.Δ.	Τ.Δ.
26	26,224	21,568	8	4	0,001	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
27	28,209	10,332	12	4	0,005	0,035	Σ.Δ.	Σ.Δ.
28	16,073	8,186	12	4	0,188	0,085	Τ.Δ.**	Τ.Δ.
29	73,266	65,950	8	4	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
30	22,506	11,973	8	4	0,004	0,018	Σ.Δ.	Σ.Δ.
31	3,725	1,425	8	4	0,881	0,840	Τ.Δ.	Τ.Δ.
32	24,972	8,164	8	4	0,002	0,086	Σ.Δ.	Τ.Δ.
33	19,333	18,230	8	4	0,013	0,001	Σ.Δ.	Σ.Δ.
34	13,455	7,814	8	4	0,097	0,099	Τ.Δ.	Τ.Δ.
35	4,607	3,006	8	4	0,799	0,557	Τ.Δ.	Τ.Δ.
36	12,879	9,025	8	4	0,116	0,060	Τ.Δ.	Τ.Δ.
37	10,289	5,865	8	4	0,245	0,209	Τ.Δ.	Τ.Δ.
38	4,762	1,147	8	4	0,783	0,887	Τ.Δ.	Τ.Δ.
39	13,699	13,484	8	4	0,090	0,009	Τ.Δ.	Σ.Δ.
40	16,929	10,452	8	4	0,031	0,033	Σ.Δ.	Σ.Δ.
41	-	0,612	-	4	-	0,962	-	Τ.Δ.
42	9,081	6,669	8	4	0,335	0,154	Τ.Δ.	Τ.Δ.
43	10,344	1,777	8	4	0,242	0,777	Τ.Δ.	Τ.Δ.
44	46,351	13,620	28	4	0,016	0,009	Σ.Δ.*	Σ.Δ.
45	15,938	3,099	8	4	0,043	0,541	Σ.Δ.*	Τ.Δ.*
46	-	0,448	-	4	-	0,978	-	Τ.Δ.
47	11,178	6,520	8	4	0,192	0,164	Τ.Δ.	Τ.Δ.
48	15,027	9,968	12	4	0,240	0,041	Τ.Δ.	Σ.Δ.
49	27,649	26,395	8	4	0,001	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
50	40,180	26,682	12	4	0,000	0,000	Σ.Δ.**	Σ.Δ.

Οι στήλες Α αφορούν τις περιπτώσεις που δεν υπήρξε συγχώνευση των απαντήσεων, ενώ οι στήλες Β αφορούν τις περιπτώσεις που είχαμε συγχώνευση των απαντήσεων σε «Σωστές» και «Λανθασμένες».

*Το ποσοστό με αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών.

**Το ποσοστό με αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 αποτελεί το 25% του συνόλου των κελιών.

Για τις ερωτήσεις μηχανικής, δηλαδή τις ερωτήσεις 13 ως 31, σε 12 από τις 19 ερωτήσεις οι διαφορές μεταξύ των ετών είναι στατιστικά σημαντικές. Επομένως οι απαντήσεις στο Β' μέρος του ερωτηματολογίου επηρεάζονται σε στατιστικά σημαντικό βαθμό από το έτος φοίτησης του δείγματος. Αλλά κι αν απαντούν σωστά ή λανθασμένα οι φοιτητές/τριες κι αυτό εξαρτάται από το έτος φοίτησης (στήλη Β), με τα μεγαλύτερα έτη συνήθως να απαντούν σε μεγαλύτερο ποσοστό ορθά εν συγκρίσει με τα μικρότερα έτη. Αντίθετα για τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού, δηλαδή τις ερωτήσεις 32 έως 50, σε 10 από τις 19 ερωτήσεις οι διαφορές μεταξύ των ετών είναι τυχαίες και σε 4 είναι στατιστικά σημαντικές. Ακόμη σε 4 ερωτήσεις χρειάστηκε να συγχωνευτούν οι απαντήσεις σε σωστές κι εσφαλμένες, προκειμένου να υπάρξουν ασφαλή συμπεράσματα. Συνεπώς το έτος δεν επηρεάζει τις απαντήσεις του Γ' μέρους του ερωτηματολογίου. Συνοψίζοντας ενώ οι απαντήσεις του μέρους Β' δεν είναι ανεξάρτητες του έτους, οι απαντήσεις του μέρους Γ' είναι ανεξάρτητες του έτους φοίτησης· κι όσον αφορά το σύνολο τα ποσοστά είναι σχετικά κοντινά –σε 13 ερωτήσεις (34,2%) υπάρχει τυχαία διαφορά στις απαντήσεις, σε 16 ερωτήσεις (42,1%) στατιστικά σημαντική διαφορά και 9 ερωτήσεις (23,7%) χρειάστηκε να συγχωνευτούν οι απαντήσεις σε σωστές και εσφαλμένες- και θα ήταν επισφαλές να ειπωθεί γενικό συμπέρασμα ότι οι απαντήσεις σχετίζονται με το έτος. Επιπροσθέτως συνολικά όταν έχουν συγχωνευτεί οι ερωτήσεις, προκύπτουν 19 ερωτήσεις με τυχαίες διαφορές και 18 με στατιστικά σημαντικές (στήλη Β). (Πίνακας 204)

$H_{0.3}$: Οι απαντήσεις δεν σχετίζονται με την κατεύθυνση.

$H_{1.3}$: Οι απαντήσεις σχετίζονται με την κατεύθυνση.

Πίνακας 205: Στατιστική διαφορά στις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου ως προς τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.

ερώτηση	χ^2		df		p		διαφορά	
	A	B	A	B	A	B	A	B
13	8,650	4,405	9	3	0,470	0,221	Τ.Δ.*	Τ.Δ.**
14	8,628	5,855	6	3	0,196	0,119	Τ.Δ.*	Τ.Δ.**
15	15,346	12,776	6	3	0,18	0,005	Τ.Δ.*	Σ.Δ.**
16	11,234	1,831	9	3	0,260	0,608	Τ.Δ.*	Τ.Δ.**
17	25,150	11,076	9	3	0,003	0,011	Σ.Δ.*	Σ.Δ.**
18	10,538	6,780	6	3	0,104	0,079	Τ.Δ.*	Τ.Δ.**
19	20,529	18,907	6	3	0,002	0,000	Σ.Δ.*	Σ.Δ.**
20	14,602	9,213	6	3	0,024	0,027	Σ.Δ.**	Σ.Δ.**
21	18,929	12,887	9	3	0,026	0,005	Σ.Δ.*	Σ.Δ.**
22	16,443	4,284	6	3	0,012	0,232	Σ.Δ.**	Τ.Δ.**
23	33,988	26,577	6	3	0,000	0,000	Σ.Δ.**	Σ.Δ.**
24	9,462	7,581	6	3	0,148	0,056	Τ.Δ.*	Τ.Δ.**
25	14,858	2,198	6	3	0,021	0,532	Σ.Δ.**	Τ.Δ.**
26	11,802	10,787	6	3	0,067	0,013	Τ.Δ.*	Σ.Δ.**
27	31,171	11,519	9	3	0,000	0,009	Σ.Δ.*	Σ.Δ.**
28	7,618	4,085	9	3	0,573	0,252	Τ.Δ.*	Τ.Δ.**
29	7,964	3,486	6	3	0,241	0,323	Τ.Δ.*	Τ.Δ.**
30	22,630	21,648	6	3	0,001	0,000	Σ.Δ.*	Σ.Δ.**
31	6,405	3,466	6	3	0,379	0,325	Τ.Δ.**	Τ.Δ.**
32	13,375	10,064	6	3	0,037	0,018	Σ.Δ.**	Σ.Δ.
33	17,821	12,044	6	3	0,007	0,007	Σ.Δ.*	Σ.Δ.**
34	19,274	4,861	6	3	0,004	0,182	Σ.Δ.*	Σ.Δ.**
35	3,587	0,322	6	3	0,732	0,956	Τ.Δ.**	Τ.Δ.**
36	11,344	8,271	6	3	0,078	0,041	Τ.Δ.**	Σ.Δ.**

37	2,765	2,301	6	3	0,838	0,512	T.Δ.*	T.Δ.**
38	4,752	0,622	6	3	0,576	0,891	T.Δ.**	T.Δ.**
39	2,592	0,191	6	3	0,858	0,979	T.Δ.*	T.Δ.**
40	2,090	0,192	6	3	0,911	0,979	T.Δ.*	T.Δ.**
41	-	4,324	-	3	-	0,229	-	T.Δ.*
42	2,072	1,254	6	3	0,913	0,740	T.Δ.*	T.Δ.**
43	6,306	1,531	6	3	0,390	0,675	T.Δ.*	T.Δ.**
44	13,654	4,711	21	3	0,884	0,194	T.Δ.*	T.Δ.**
45	3,889	2,64	6	3	0,692	0,452	T.Δ.*	T.Δ.*
46	-	6,719	-	3	-	0,081	-	T.Δ.*
47	12,117	6,201	6	3	0,059	0,102	T.Δ.*	T.Δ.**
48	8,512	3,841	9	3	0,483	0,279	T.Δ.*	T.Δ.**
49	4,377	2,449	6	3	0,626	0,485	T.Δ.*	T.Δ.**
50	16,480	10,645	9	3	0,058	0,014	T.Δ.*	Σ.Δ.**

Οι στήλες Α αφορούν τις περιπτώσεις που δεν υπήρξε συγχώνευση των απαντήσεων, ενώ οι στήλες Β αφορούν τις περιπτώσεις που είχαμε συγχώνευση των απαντήσεων σε «Σωστές» και «Λανθασμένες».

*Το ποσοστό με αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών.

**Το ποσοστό με αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 αποτελεί το 25% του συνόλου των κελιών.

Αναφορικά με την κατεύθυνση και τις ερωτήσεις μηχανικής (13-31) δεν μπορεί να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα, καθότι πρώτον οριακά τηρούνται οι προϋποθέσεις εφαρμογής του ελέγχου χ^2 , ακόμα κι όταν έχουν συγχωνευτεί οι απαντήσεις σε σωστές και λανθασμένες και δεύτερον σε 10 ερωτήσεις οι διαφορές στις απαντήσεις μεταξύ των κατευθύνσεων είναι τυχαίες και σε 9 στατιστικά σημαντικές (στήλη Β). Αναφορικά με τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού (32-50) πάλι τηρούνται οριακά οι προϋποθέσεις εφαρμογής του κριτηρίου στις συγχωνευμένες απαντήσεις. Ωστόσο σε 11 από τις 19 ερωτήσεις είναι τυχαίες οι διαφορές και σε 5 είναι στατιστικά σημαντικές –έχοντας πάντοτε υπόψη ότι υπάρχουν 25% των κελιών με συχνότητες μικρότερες του 5-. Δηλαδή για γενικές ερωτήσεις Φυσικών Επιστημών που πρέπει να γνωρίζουμε όλοι, βλέπουμε ότι δεν παίζει (μάλλον) ρόλο η κατεύθυνση. Συνοψίζοντας, για το σύνολο των ερωτήσεων κι έχοντας συγχωνευτεί οι απαντήσεις σε δυο μόνο κατηγορίες (Σωστές-Λανθασμένες) θα μπορούσαμε να πούμε ότι η κατεύθυνση δεν σχετίζεται με τον αν απάντησαν σωστά ή όχι οι φοιτητές/ριες· αν κι αυτό είπαμε ότι φαίνεται να μην επιβεβαιώνεται στις ερωτήσεις μηχανικής. (Πίνακας 205)

$H_{0.4}$: Οι βαθμοί δεν σχετίζονται με το φύλο.

$H_{1.4}$: Οι βαθμοί σχετίζονται με το φύλο.

Πίνακας 206: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων t-test για τη σχέση βαθμολογιών και φύλου

	Μ.Ο.		t	df	$p_{\text{μον}}$	αποτέλεσμα
	(Α)	(Γ)				
Βαθμός απολυτηρίου	17,66	18,20	-3,171	81,546	0,001	Σ.Δ.
Μ.Ο. βαθμολογίας στα Λυκειακά μαθήματα Φυσικής	16,00	16,83	-2,606	87,169	0,006	Σ.Δ.
Βαθμός πρόσβασης	16,83	17,05	-1,322	503	0,094	T.Δ.
Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής	7,30	7,16	0,642	407	0,261	T.Δ.

*(Α): άνδρες, (Γ): γυναίκες

$H_{0.5}$: Οι βαθμοί δεν σχετίζονται με το έτος.

$H_{1.5}$: Οι βαθμοί σχετίζονται με το έτος.

Πίνακας 207: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων Kruskal-Wallis test για τη σχέση βαθμολογιών και έτους.

	Μ.Ο.					p	αποτελέσματα
	(Α)	(Β)	(Γ)	(Δ)	(Ε)		
Βαθμός απολυτηρίου	17,70	17,94	18,30	18,52	18,68	0,000	Σ.Δ.
Μ.Ο. βαθμολογίας στα Λυκειακά μαθήματα Φυσικής	16,35	16,18	16,68	17,68	18,06	0,000	Σ.Δ.
Βαθμός πρόσβασης	15,74	16,61	17,28	18,20	18,61	0,000	Σ.Δ.
Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής	-	6,53	7,48	7,95	7,53	0,000	Σ.Δ.

(Α): Α' έτος, (Β): Β' έτος, (Γ): Γ' έτος, (Δ): Δ' έτος, (Ε): επί πτυχίω

$H_{0.6}$: Οι βαθμοί δεν σχετίζονται με την κατεύθυνση.

$H_{1.6}$: Οι βαθμοί σχετίζονται με την κατεύθυνση.

Πίνακας 208: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων Kruskal-Wallis test για τη σχέση βαθμολογιών και κατεύθυνσης.

	Μ.Ο.				ANOVA	p Kruskal-Wallis test	αποτελέσματα
	(ΘΡ)	(ΘΤ)	(ΤΕ)	(ΑΛ)			
Βαθμός απολυτηρίου	18,08	18,40	18,33	18,27	-	0,002	Σ.Δ.
Μ.Ο. βαθμολογίας στα Λυκειακά μαθήματα Φυσικής	16,40	18,74	18,20	16,93	-	0,000	Σ.Δ.
Βαθμός πρόσβασης	16,99	17,54	16,90	17,25	-	0,166	Τ.Δ.
Μ.Ο. βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής	7,08	7,72	7,71	7,83	0,012	-	Σ.Δ.

*(ΘΡ): Θεωρητική κατεύθυνση, (ΘΤ): Θετική κατεύθυνση, (ΤΕ): Τεχνολογική κατεύθυνση, (ΑΛ): Άλλο εκπαιδευτικό σύστημα

$H_{0.7}$: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν σχετίζεται με το φύλο.

$H_{1.7}$: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σχετίζεται με το φύλο.

Από προηγούμενη ενότητα, έχουμε $t(85,263)=-0,154$ και $p=0,439>5\%$ για $N=534$. Επομένως δεν απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση κι ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν σχετίζεται με το φύλο· οι δυο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες.

$H_{0.8}$: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν σχετίζεται με το έτος.

$H_{1.8}$: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σχετίζεται με το έτος.

Μέσω της ανάλυσης διακύμανσης, συνοπτικά προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα: $F(4, 529)=11,527$ και $p=0,000<0,05$, όπου $N=534$ και $\alpha=5\%$. Συνεπώς υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά στον αριθμό σωστών απαντήσεων μεταξύ των ετών, οι δυο αυτές μεταβλητές δεν είναι ανεξάρτητες, το έτος επηρεάζει τον αριθμό των απαντήσεων και οι τελειόφοιτοι όπως αναμενόταν απαντούν σε περισσότερες ερωτήσεις σωστές και δημιουργώντας στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα μικρότερα έτη.

H_{0.9}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν σχετίζεται με την κατεύθυνση.

H_{1.9}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σχετίζεται με την κατεύθυνση.

Στον Πίνακα 196 παρατηρήσαμε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατευθύνσεων με τα άτομα από Θετική κατεύθυνση να προηγούνται με 18,84 σωστές απαντήσεις σε 38 ερωτήσεις. Ακολουθούν τα άτομα από Τεχνολογική με 17,82 στις 38 και έπειτα με διαφορά τα άτομα από Θεωρητική κι από άλλο εκπαιδευτικό σύστημα (15,26 στις 38 και 14,33 στις 38 αντίστοιχα).

H_{0.10}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν σχετίζεται με τη παρακολούθηση σεμιναρίων.

H_{1.10}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σχετίζεται με την παρακολούθηση σεμιναρίων.

Όπως έχει προαναφερθεί υπάρχει εμφανής διαφορά στους μέσους όρους σωστών απαντήσεων -18,63 σωστές απαντήσεις για αυτούς που έχουν παρακολουθήσει κάποιο σεμινάριο Φυσικών Επιστημών και 15,64 σωστές απαντήσεις για αυτούς που δεν έχουν παρακολουθήσει- (βλ. Παράρτημα, πίνακα CMXL). Με κάθε επιφυλακτικότητα που αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα συμπεράναμε ότι ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν είναι ανεξάρτητος της παρακολούθησης ή μη σεμιναρίων και ημερίδων από τον κλάδο των Φυσικών Επιστημών, καθώς $p=0,032<0,05$ και $t(531)=1,856$.

H_{0.11}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' δεν σχετίζεται με το φύλο.

H_{1.11}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' σχετίζεται με το φύλο.

Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα για $N=534$, προέκυψε $t(85,726)=-0,846$ και $p=0,2>5\%$. Επομένως το φύλο δεν επηρεάζει τον αριθμό των σωστών απαντήσεων όσον αφορά το μέρος Β' του ερωτηματολογίου και οι όποιες διαφορές παρατηρούνται μεταξύ φοιτητών και φοιτητριών είναι τυχαίες.

H_{0.12}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' δεν σχετίζεται με το έτος.

H_{1.12}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' σχετίζεται με το έτος.

Για την αποδοχή ή απόρριψη της παραπάνω μηδενικής υποθέσεως πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης. Τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν αναλυτικά σε προηγούμενη ενότητα. Συνοπτικά προέκυψε, για δείγμα 534 ατόμων και με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%, $F(4, 529)=16,963$ και $p=0,000$. Επομένως υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ των ετών, ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σχετίζεται με το έτος και οι τελειόφοιτοι όπως αναμενόταν απαντούν σε περισσότερες ερωτήσεις μηχανικής σωστές. Αυτό είναι εμφανές και από τον Πίνακα 101, όπου οι πρωτοετείς φοιτητές κατά μέσο όρο απαντούν σε 6,9 ερωτήσεις σωστές και ο αριθμός αυξάνεται για

να φτάσουν οι τεταρτοετείς και επί πτυχίω φοιτητές να απαντούν σε 9,5 από τις 19 ερωτήσεις ορθά.

H_{0.13}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' δεν σχετίζεται με την κατεύθυνση.

H_{1.13}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' σχετίζεται με την κατεύθυνση.

Όπως προαναφέρθηκε, τα άτομα από Θετική και την Τεχνολογική απάντησαν κατά μέσο όρο σε περισσότερες ερωτήσεις μηχανικής ορθά σε σχέση με τα άτομα από Θεωρητική και άλλο εκπαιδευτικό σύστημα (βλ. & Πίνακα 104), κάτι αναμενόμενο από τη στιγμή που τα πρώτα είχαν μεγαλύτερη επαφή με τις Φυσικές Επιστήμες στο Λύκειο. Από το μη παραμετρικό έλεγχο των Kruskal-Wallis συμπεραίνουμε ότι ο αριθμός των σωστών απαντήσεων του μέρους Β' του ερωτηματολογίου επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από την κατεύθυνση, αφού $p=0,000 < 5\%$ (βλ. & Πίνακα 105).

H_{0.14}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' δεν σχετίζεται με τη παρακολούθηση σεμιναρίων.

H_{1.14}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Β' σχετίζεται με την παρακολούθηση σεμιναρίων.

Μέσω του t-test, προέκυψε $p_{\text{δισ}}=0,471$ & $p_{\text{μον}}=0,236$ και $t=0,722$ για $N=533$. Αφού η τιμή $p=0,236 > \alpha=5\%$ συμπεραίνουμε ότι η παρακολούθηση κάποιου σεμιναρίου ή ημερίδας δεν επηρεάζει τον αριθμό των σωστών απαντήσεων και οι διαφορές μεταξύ των δύο πληθυσμών είναι τυχαίες και μη στατιστικά σημαντικές.

H_{0.15}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' δεν σχετίζεται με το φύλο.

H_{1.15}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' σχετίζεται με το φύλο.

Για $N=534$, η τιμή t ισούται με 0,605 και η τιμή $p=0,274$ είναι μεγαλύτερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$, όπως προέκυψε από ανάλυση σε προηγούμενη ενότητα. Συνεπώς, ο αριθμός σωστών απαντήσεων του μέρους Γ' του ερωτηματολογίου δεν επηρεάζεται από το φύλο και τυχόν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων είναι τυχαίες.

H_{0.16}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' δεν σχετίζεται με το έτος.

H_{1.16}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' σχετίζεται με το έτος.

Η ανάλυση διακύμανσης που πραγματοποιήθηκε παραπάνω έδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα $-F(4, 529)=3,716$ και $p=0,005 < 0,05$ - κι οδήγησε στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης. Μάλιστα παρατηρήθηκε στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ του Β' και Δ' έτους (Πίνακας 187). Εξάλλου οι τεταρτοετείς και επί πτυχίω φοιτητές απαντούν κατά μέσο όρο σε περισσότερες από 8 ερωτήσεις σωστά, και τα υπόλοιπα έτη λιγότερες από 8 –με το μέσο όρο των δευτεροετών να στρογγυλοποιείται στις 7 σωστές ερωτήσεις από σύνολο 19 ερωτήσεων επιστημονικού γραμματισμού-.

H_{0.17}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' δεν σχετίζεται με την κατεύθυνση.

H_{1.17}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' σχετίζεται με την κατεύθυνση.

Επειδή δεν τηρούνταν οι προϋποθέσεις εφαρμογής της διαδικασίας ANOVA, εφαρμόστηκε το μη παραμετρικό Kruskal-Wallis test. Από το μη παραμετρικό έλεγχο προέκυψε μη

στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=5\%$, καθώς $p=0,1>5\%$. Με άλλα λόγια, ο αριθμός των σωστών απαντήσεων του μέρους Γ' δεν σχετίζεται με την κατεύθυνση.

H_{0.18}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' δεν σχετίζεται με τη παρακολούθηση σεμιναρίων.

H_{1.18}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μέρους Γ' σχετίζεται με την παρακολούθηση σεμιναρίων.

Διενεργήθηκε t-test και τα αποτελέσματα μετά την ανάλυση είναι $t(531)=2,433$ και $p=0,008<\alpha=0,05$. Επομένως το συμπέρασμα είναι ο αριθμός των σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού σχετίζεται με την παρακολούθηση σεμιναρίων.

H_{0.19}: Δεν υπάρχει σχέση ανάμεσα στους βαθμούς πρόσβασης και στους βαθμούς στο Π.Τ.Δ.Ε. .

H_{1.19}: Υπάρχει σχέση ανάμεσα στους βαθμούς πρόσβασης και στους βαθμούς στο Π.Τ.Δ.Ε..

Με βάση ανωτέρω ανάλυση προέκυψε ότι $r=0,390$ και $p=0,000$. Άρα συμπερασματικά, υπάρχει μικρή θετική σχέση μεταξύ του βαθμού πρόσβασης και της βαθμολογίας στο Π.Τ.Δ.Ε., η οποία είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο 5% -ή ακόμα και σε επίπεδο 1%-.

H_{0.20}: Υπάρχει σχέση ανάμεσα στο βαθμό απολυτηρίου και στους βαθμούς στο Π.Τ.Δ.Ε. .

H_{1.20}: υπάρχει σχέση ανάμεσα στο βαθμό απολυτηρίου και στους βαθμούς στο Π.Τ.Δ.Ε. .

Όπως αναλύθηκε προηγουμένως ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με 0,268 στατιστικά σημαντικός και σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1% και η τιμή του επαγωγικού ελέγχου p ισούται με $0,000<0,05<0,01$. Επομένως συμπεραίνουμε ότι ανάμεσα στο βαθμό απολυτηρίου και στους βαθμούς στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής υπάρχει μικρή θετική σχέση, αλλά στατιστικά σημαντική.

Βιβλιογραφικές αναφορές

❖ Ελληνικές

Αδαμαντίδου, Σμ., Γεωργάτου, Μ., Γιαπιτζάκης, Χ., Νοταράς, Δ., Φλωρεντίν, Ν., Χατζηγεωργίου, Γ., & Χατζηκώντη, Ολ. (2006). *Βιολογία. Γενικής Παιδείας. Γ' Λυκείου* (Ε' έκδ.). Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β. .

Ακτινοβολία. Κίνδυνοι από κινητά - φούρνους μικροκυμάτων (2014, Σεπτέμβριος 5). *Ημερησία.gr*, (στήλη: Υγεία). Ανακτήθηκε 25 Αυγούστου, 2015, από <http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=27201&subid=2&pubid=113340364> .

Αλεπόρου-Μαρίνου, Β., Αργυροκαστρίτης, Α., Κομητοπούλου, Α., Πιαλόγλου, Π., & Σγουρίτσα, Β. (2005). *Βιολογία. Θετικής Κατεύθυνσης. Γ' Λυκείου* (Ε' έκδ.). Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β..

Αντωνίου, Α. (χ.η.). 40 ερωτήσεις Φυσικής. Ανακτήθηκε στις 15 Ιανουαρίου, 2014, από <http://users.att.sch.gr/antoniou> .

Αντωνίου, Α. (χ.η.). Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Ανακτήθηκε 21 Ιανουαρίου, 2014, από <http://www2.e-yliko.gr/htmls/arctles/Alternative%20students%20conceptions.pdf>

Αντωνοπούλου, Μ. (χ.η.). Πόσο ασφαλής είναι ο φούρνος μικροκυμάτων; *Vita.gr*, (στήλη: Διατροφή/Υγιεινή διατροφή). Ανακτήθηκε 25 Αυγούστου, 2015, από <http://www.vita.gr/diatrofi/eating-healthy/article/6178/poso-asfalhs-einai-o-foyrnos-mikrokymatwn/> .

Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., ... & Καλκάνης, Γ. (2009). *Φυσικά Ε' Δημοτικού. Ερευνώ και Ανακαλύπτω. Βιβλίο μαθητή* (Δ' έκδ.). Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β.

- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., ... & Τσαγκογέωργα (2009). *Φυσικά ΣΤ' Δημοτικού. Ερευνώ και Ανακαλύπτω. Βιβλίο μαθητή* (Δ' εκδ.). Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β. .
- Βλάχος, Ι. Α. (2004). *Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της εποικοδόμησης*. Αθήνα: Γρηγόρη.
- Γαλάνης, Δ. & Καραγιάννης, Ν. (2000, Δεκέμβριος 12). Η νέα τεχνολογία βλάπτει σοβαρά την υγεία. *Το Βήμα*. Ανακτήθηκε 25 Αυγούστου, 2015, από <http://www.tovima.gr/relatedarticles/article/?aid=128696> .
- Γεωργοπούλου, Ο., Γιάγια, Μ., Εκμετζόγλου, Ε., Καραμπέτσου, Ε., Κασβίκη, Π., Κόκκοτας, Σ., ... & Φραγκιαδάκη, Χ., (2005). Κλίμα. Στο Δουβίτσας, Β. (επιμ.), *Εγκυκλοπαίδεια Δομή* (τόμ. 14, σελ. 600-604). Αθήνα: Δομή Α.Ε. .
- Γεωργοπούλου, Ο., Γιάγια, Μ., Εκμετζόγλου, Ε., Καραμπέτσου, Ε., Κασβίκη, Π., Κόκκοτας, Σ., ... & Φραγκιαδάκη, Χ., (2005). Μέταλλο. Στο Δουβίτσας, Β. (επιμ.), *Εγκυκλοπαίδεια Δομή* (τόμ. 18, σελ. 436-437). Αθήνα: Δομή Α.Ε. .
- Γεωργοπούλου, Ο., Γιάγια, Μ., Εκμετζόγλου, Ε., Κασβίκη, Π., Κόκκοτας, Σ., Κομητά, Κ., ... & Φραγκιαδάκη, Χ., (2005). Σίδηρος. Στο Δουβίτσας, Β. (επιμ.), *Εγκυκλοπαίδεια Δομή* (τόμ. 26, σελ. 612-614). Αθήνα: Δομή Α.Ε. .
- Γιάγια, Μ., Εκμετζόγλου, Ε., Καραμπέτσου, Ε., Κασβίκη, Π., Κουσουλά, Μ., Μηλιώνης, Χ., ... & Φραγκιαδάκη, Χ., (2004). Αέριο, φυσικό. Στο Δουβίτσας, Β. (επιμ.), *Εγκυκλοπαίδεια Δομή* (τόμ. 1, σελ. 597-598). Αθήνα: Δομή Α.Ε. .
- Γναρδέλλης, Χ. (2006). *Ανάλυση Δεδομένων με το SPSS 14.0 for Windows*. Αθήνα: Παπαζήση.

Εγκυμοσύνη και Ακτινοβολία. (χ.η.). Ανακτήθηκε 20 Αυγούστου, 2015, από Ε.Ε.Α.Ε., http://eeae.gr/index.php?fvar=html/president/info_preg.

Εναλλακτικές Ιδέες Βιολογίας Α' τάξη, (χ.η.). Ανακτήθηκε 22 Ιανουαρίου, 2014, από https://docs.google.com/document/d/13vARMifFT7HszX_oYXp8q9GxnNk8LQNRDN4Tfanatuc/edit?hl=en_US.

Ευαγγέλου, Φ. (2004). *Αντιλήψεις φοιτητών και φοιτητριών Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης σε έννοιες της Μηχανικής* (Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Ήλιος. (χ.η.). Ανακτήθηκε 15 Αυγούστου, 2015, από Wikipedia, <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%89%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%82#.CE.A3.CF.8D.CF.83.CF.84.CE.B1.CF.83.CE.B7>.

Θερμική ακτινοβολία. (χ.η.). Ανακτήθηκε 16 Αυγούστου, 2015, από Wikipedia, <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1>.

Ιωαννίδη & Βοσνιάδου (1994). Νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών για την έννοια της δύναμης. Στο Κουλαϊδής, Β. (επιμ.), *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου*. Αθήνα: Gutenberg.

Ιωάννου, Α., Ντάνος, Γ., Πηττάς, Α., & Ράπτης, Σ. (2006). *Φυσική Θετικής & Τεχνολογικής Κατεύθυνσης. Γ' Λυκείου* (Στ' έκδ.). Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β. .

Καιρός. (χ.η.). Ανακτήθηκε 27 Αυγούστου, 2015, από Wikipedia, <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82>.

Καμπουράκης, Κ., & Ρουμελιώτου, Κ. (2003). *Βιολογία. Γενικής παιδείας. Γ' Λυκείου*. Αθήνα: Γκριτζάλης.

Κανδεράκης, Ν. (2015). Τι είναι η φύση της επιστήμης και γιατί οι μαθητές πρέπει να μαθαίνουν γι' αυτήν; *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 7, 23-31. Ανακτήθηκε 30 Σεπτεμβρίου, 2015, από <http://physcool.web.auth.gr/index.php/2014-09-22-08-09-05/7>.

Καραγιάννης, Π. (2012). *Μετρήσεις ακτινοβολίας κινητών τηλεφώνων και οικιακών συσκευών χαμηλών συχνοτήτων* (Πτυχιακή Εργασία). Τ.Ε.Ι. Καβάλας/Τμήμα Ηλεκτρολογίας, Καβάλα. Ανακτήθηκε 24 Αυγούστου, 2015, από <http://83.212.168.57/jspui/bitstream/123456789/1911/1/012012162.pdf>.

Καρανίκας, Ι. (1996). *Μελέτη των προβλημάτων της διδασκαλίας των Θερμικών Φαινομένων. Πρόταση για εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και τη μάθηση των Θερμικών Φαινομένων στους 4/ετείς φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε.* (Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή). Ε.Κ.Π.Α./ Π.Τ.Δ.Ε., Αθήνα.

Καρύδας, Α., & Κουμαράς, Π., (2002). Διεθνείς τάσεις στη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην προοπτική του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 126, 103-118.

Κατεχάκη, Ελ. (2009, Αύγουστος 26). *Φυσικές Επιστήμες (Επιστημονικός Γραμματισμός)*. Ανακτήθηκε 23 Νοεμβρίου, 2013, από τον ιστότοπο του Σχολείου Δεύτερης Ευκαιρίας Πάτρας, http://sde-patras.ach.sch.gr/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=63.

Κάτσης, Α., Σιδερίδης, Γ., & Εμβαλωτής, Α. (2010). *Στατιστικές μέθοδοι στις κοινωνικές επιστήμες*. Αθήνα: Τόπος.

- Κατσίκης, Α. (2008). *Οικολογία & Περιβαλλοντική εκπαίδευση. Πανεπιστημιακές παραδόσεις*. Ιωάννινα: Πανεπιστημιακό τυπογραφείο Ιωαννίνων.
- Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι.-Ε., Περάκη, Β., & Σαλαμαστράκης, Σ. (2005). *Βιολογία. Γενικής παιδείας. Γ' Λυκείου*. Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β. .
- Κίτσιου, Ελ., Κώτσης, Κ. Θ., & Παπαδοπούλου, Μ. (2011). *Ενέργεια, πηγές ενέργειας και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών* (Αδημοσίευτη Πτυχιακή Εργασία). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων/Π.Τ.Δ.Ε., Ιωάννινα.
- Κόκκοτας, Π. Β. (2005). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (4^η έκδ., τόμ. 1). Αθήνα: Γρηγόρη.
- Κόκκοτας, Π. Β. (2009). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών* (4^η έκδ., τόμ. 2). Αθήνα: Γρηγόρη.
- Κόλλιας, Σ., & Χαλκιά, Κ. (2013, Απρίλιος). *Ο σχεδιασμός αναλυτικών προγραμμάτων για τον επιστημονικό γραμματισμό από εκπαιδευτικούς των Σχολείων Δεύτερης Ευκαιρίας*. Πρακτικά 8^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογής Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Βόλος.
- Κουλαϊδής, Β. (2001). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (τομ. 1). Πάτρα: Ε.Α.Π. .
- Κουφίδης, Α. (2010). *Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα* (Πτυχιακή Εργασία). Τ.Ε.Ι. Καβάλας/ Τμήμα Ηλεκτρολογίας, Καβάλα. Ανακτήθηκε 1 Σεπτεμβρίου, 2015, από <http://83.212.168.57/jspui/bitstream/123456789/1423/1/012010160.pdf> .
- Κύτταρο. (χ.η.). Ανακτήθηκε 30 Αυγούστου, 2015, από Wikipedia, <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%8D%CF%84%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%BF> .

Κώτσης, Κ. Θ. (2005). *Διδασκαλία της Φυσικής & Πείραμα*. Ιωάννινα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Κώτσης, Κ. Θ. (2006). Η σημασία απόκτησης δεξιοτήτων και εκπαίδευσης των μαθητών στις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου των Φυσικών Επιστημών. *Επιστημονική Επετηρίδα Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης*, 19, 61-72.

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

Κώτσης, Κ. Θ., & Βέμης, Κ. (2002, Μάιος). *Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό για φαινόμενα που στηρίζονται στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα*. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και η Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Ρέθυμνο. Ανακτήθηκε από: <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/> στις 14/1/14.

Κώτσης, Κ. Θ., & Κολοβός Χ. (2002, Μάιος). *Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό στην έννοια της δύναμης*. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Ρέθυμνο. Ανακτήθηκε από: <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/> στις 14 Ιανουαρίου, 2014.

Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., & Θεοδωρόπουλος, Π., (2005). *Χημεία. Γ' Λυκείου. Θετικής Κατεύθυνσης* (Στ' έκδ.). Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β. .

Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Κάλλης, Α., (2005). *Χημεία. Β' Λυκείου. Γενικής παιδείας* (Στ' έκδ.). Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β. .

Λουκάς, Σ. Β. (1998). *Στατιστική*. Ιωάννινα: Πανεπιστημιακό τυπογραφείο.

Λυμπουρίδου Χ. (2012, Νοέμβριος). *Επιστημονικός γραμματισμός και κριτικός γραμματισμός: Θεωρητικές συγκλίσεις, παιδαγωγικές προσκλήσεις*. Άρθρο σε Ημερίδα της Κοινότητας Επιστημονικού Γραμματισμού Κύπρου. Ανακτήθηκε 23 Νοεμβρίου, 2013, από <https://docs.google.com/file/d/0BwnT-koUdYbeV2Q5TVQydzF0c2c/edit>.

Μαυρικάκη, Ε., Αλευριάδου, Α., & Γεροδήμου, Λ. (2009, Μάιος) *Οι εναλλακτικές ιδέες μαθητών με και χωρίς μαθησιακές δυσκολίες για τη σχέση μικροοργανισμών και αποικοδόμησης της νεκρής οργανικής ύλης*. Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Φλώρινα. Ανακτήθηκε 19 Ιανουαρίου, 2014 από http://kodipheet.chem.uoi.gr/sixth_praktika.php.

Μόκας, Β. Ν. (2011). *Διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών Α' και Β' Λυκείου σε έννοιες της μηχανικής: Δύναμη, Ορμή, Έργο, Ισχύς* (Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων/Τμήμα Φυσικής, Ιωάννινα.

Μόριο. (χ.η.). Ανακτήθηκε 30 Αυγούστου, 2015, από Wikipedia, <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CF%8C%CF%81%CE%B9%CE%BF>.

Μπιτσάκης, Ε. (2008). *Η εξέλιξη των θεωριών της Φυσικής*. Αθήνα: Δαίδαλος.

Μπορεί ο σίδηρος να μετατραπεί σε αέριο; (2011, Νοέμβριος 8). Ανακτήθηκε 19 Αυγούστου, 2015, από τον διαδικτυακό τόπο Science Illustrated GR, <http://www.scienceillustrated.gr/site/%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%81%CE%B5%CE%AF-%CE%BF-%CF%83%CE%AF%CE%B4%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%82-%CE%BD%CE%B1-%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B1%CF%80%CE%B5%CE%AF-%CF%83%CE%B5-%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9/>.

Νερό. (χ.η.). Ανακτήθηκε 30 Αυγούστου, 2015, από Wikipedia, <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%B5%CF%81%CF%8C>.

Ντίνος, Σ. (2014). *Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης εννοιών της μηχανικής, των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό σχολείο* (Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων/Π.Τ.Δ.Ε., Ιωάννινα.

Ξηρουχάκη, Φ. (2010). *Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών πάνω στις φυσικές επιστήμες - τα κοινά χαρακτηριστικά τους*. (Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Κρήτης/ Π.Τ.Δ.Ε., Ρέθυμνο. Ανακτήθηκε 15 Ιανουαρίου, 2014, από <http://elocus.lib.uoc.gr/>.

Οδηγός σπουδών 2009-2010. (χ.η.). Ανακτήθηκε 18 Ιανουαρίου, 2014, από http://ptde.uoi.gr/ptde_files/Odigos_PTDE_2009-10.pdf

Οδηγός σπουδών 2013-2014. (χ.η.) Ανακτήθηκε 18 Ιανουαρίου, 2014, από http://ptde.uoi.gr/ptde_files/ODIGOS_PTDE_2013-14.pdf

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Οδηγός σπουδών 2007-2008. Ιωάννινα: Graphic Arts A.E.

Σαλτέρης, Κ. Στ. (2000). *Χημεία. Β' Λυκείου. Γενικής παιδείας*. Αθήνα: Σαββάλας.

Σιάχος, Χ., & Σπηλιωτοπούλου, Β. (2002, Μάιος). *Διερεύνηση όψεων του επιστημονικού αλφαριθμητισμού: Η περίπτωση της νανοτεχνολογίας*. Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», Κρήτη. Ανακτήθηκε 30 Ιανουαρίου, 2014, από <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/contributions/337.pdf>.

Σπυροπούλου-Κατσάνη, Δ. (2005). *Διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Σταμούλης, Ε. (2014). *Η Ιστορική και Φιλοσοφική διάσταση των Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με τη βοήθεια των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας, μαθητών ηλικίας έως 12 ετών (Διδακτορική διατριβή)*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων/ Π.Τ.Ν., Ιωάννινα.

Στύλος, Γ. Κ. (2014). *Στάσεις και πρακτικές των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Διδακτορική διατριβή)*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Τι είναι η Θερμοπυρηνική Σύντηξη. (2010, Νοέμβριος 22). Ανακτήθηκε 17 Αυγούστου, 2015, από το διαδικτυακό τόπο National Program of Controlled Thermonuclear Fusion, http://www.hellasfusion.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=50:2010-11-22-16-43-41&catid=41:2010-11-30-10-30-31&Itemid=64&lang=el .

Τσαγλιώτης Ν. (1998, Μάιος). *Πτυχές της εννοιολογικής αλλαγής σε παιδιά της Ε΄ Δημοτικού: Η έννοια της δύναμης της τριβής*. Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Θεσσαλονίκη.

Τσάμης, Χ. (χ.η.). *Ο κόσμος που ζούμε. Η Τρύπα του όζοντος*. Ανακτήθηκε 20 Φεβρουαρίου, 2014, από <http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Ozon.htm> .

Φούρνος μικροκυμάτων & πιθανοί κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία. (2015, Φεβρουάριος 10). Ανακτήθηκε 18 Αυγούστου, 2015, από το διαδικτυακό τόπο Onmed.gr, <http://www.onmed.gr/diatrofi/item/325913-foyrnos-mikrokymaton--pithanoi-kindynoi-gia-ti-dimosia-ygeia#ixzz3khFgO1sB> .

Φούρνος μικροκυμάτων: Πώς θα ζεστάνετε και θα μαγειρέψετε το φαγητό με ασφάλεια.

(2015, Μάρτιος 12). Ανακτήθηκε 18 Αυγούστου, 2015, από το διαδικτυακό τόπο Onmed.gr, <http://www.onmed.gr/ygeia/item/327246-foyrnos-mikrokymaton-pos-tha-zestanete-kai-tha-mageirepsete-to-fagito-me-asfaleia#ixzz3khQFZ1EE> .

Χαρτζάβαλος, Σ., & Τσαπαρλής, Γ. (2009, Μάιος). *Επιστημονικός αλφαριθμητισμός των αποφοίτων του λυκείου και πυρηνική φυσική-γνώση βασικών εννοιών από πρωτοετείς φοιτητές φυσικής, με προεκτάσεις και σε θέματα ειρήνης και αειφόρου ανάπτυξης.*

Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Φλώρινα. Ανακτήθηκε 30 Ιανουαρίου, 2014, από

<http://www.uowm.gr/kodifeet/?q=el/system/files/%20%CE%B1%CE%BB%CF%86%CE%B1%CE%B2%CE%B7%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82%20%CF%84%CF%89%CE%BD%20%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%86%CE%BF%CE%AF%CF%84%CF%89%CE%BD%20%CE%BB%CF%85%CE%BA%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CF%80%CF%85%CF%81%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20-%20%CE%B3%CE%BD%CF%8E%CF%83%CE%B7%20%CE%B2%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD%20%CE%B5%CE%BD%CE%BD%CE%BF%CE%B9%CF%8E%CE%BD%20%CE%B1%CF%80%CF%8C.pdf> .

Χατζηγεωργίου, Ι. (2006, Ιανουάριος-Ιούνιος). Ο ρόλος της προσχολικής εκπαίδευσης στην ανάπτυξη του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. *Τα εκπαιδευτικά*, 27-36.

Χατζηγεωργίου, Ι., & Έξαρχος, Ι. (2004, Νοέμβριος). *Προς μια λειτουργική έννοια του επιστημονικού αλφαριθμητισμού.* Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», (τόμ. 1), Αθήνα.

❖ Μεταφρασμένες

- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας* (μτφ.: Σ. Κυρανάκης, Μ. Μαυράκη, Χ. Μητσοπούλου, Π. Μπιθάρα & Μ. Φιλοπούλου). Αθήνα: Μεταίχμιο. (5η έκδοση πρωτότυπου)
- Driver, R., Guesne, E.T., & Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*. Ελληνική μετάφραση, Αθήνα: Ένωση Ελλήνων Φυσικών & Τροχαλία.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών* (μτφ.: Μ. Χατζή) (επιμ.: Π.Κόκκοτας). Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Gunstone, R. & Watts, M. (1993). Δύναμη και κίνηση. Στο R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien, (Eds), *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες* (μτφ.: Θ. Κρητικός, Β. Σπηλιωτοπούλου-Παπαντωνίου & Α. Σταυρόπουλος) (σ. 121-151). Αθήνα: Τροχαλία. (έτος έκδοσης πρωτότυπου: 1985).
- Hewitt, P. G. (1997). *Οι έννοιες της Φυσικής* (5^η έκδ., τομ. 1), (μτφ.: Ε. Σηφάκη). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. (έτος έκδοσης πρωτότυπου 1985).
- Hewitt, P. G. (2007). *Οι έννοιες της Φυσικής* (9^η εκδ.), (μτφ.: Ε. Σηφάκη & Ι. Παπαδόγγονας). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. (έτος έκδοσης πρωτότυπου: 2002).
- Nersessian, N. (1994). Η σημασία του Piaget για την έρευνα σχετικά με τις αντιλήψεις των παιδιών. Στο Β. Κουλαϊδής (επιμ.), *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου. Γνωστική, Επιστημολογική και Διδακτική προσέγγιση* (σ. 71-114). Αθήνα: Gutenberg.
- Robson, C. (2007). *Η έρευνα του πραγματικού κόσμου* (μτφ.: Β. Νταλάκου & Κ. Βασιλικού). Αθήνα, Gutenberg. (έτος έκδοσης πρωτότυπου 2000)

Young, H. D. (1994). *Πανεπιστημιακή Φυσική* (8^η έκδ., τόμ.1), (μτφ.: Ε. Αναστασάκης, Σ. Δ. Π. Βλασσόπουλος, Ε. Δρης, Η. Σ. Ζουμπούλης, Η. Κ. Κατσούφης, Γ. Κουρούκλης, Ε. Μάνεσης, Κ. Ε. Παρασκευαΐδης, Μ. Πιζανίας & Κ. Χριστοδουλίδης). Αθήνα: Παπαζήση. (έτος έκδοσης πρωτότυπου: 1992).

❖ Ξενόγλωσσες

Alvarado, R. (1994). *Science Literacy for All Americans: Is It Possible?* Retrieved December 3, 2013, from

<http://www.project2061.org/publications/articles/alvarado/alvarado1.htm> .

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press. Retrieved December 3, 2013, from

<http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/intro.htm> .

Astolfi, J.-P. (1996). Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. *Revue française de pédagogie*, 115, 133-134. Récupéré le 15 Septembre, 2015, de

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rfp_0556-7807_1996_num_115_1_2996_t1_0133_0000_2 .

Chariot, B. (1997). *Du Rapport au Savoir. Éléments pour une théorie*. Paris: Anthropos.

Hasni, A. (2005). La culture scientifique et technologique à l'école: de quelle culture s'agit-il et quelles conditions mettre en place pour les développer?. Dans Simard, D., & Mellouki, M. (dir.), *L'enseignement, Profession intellectuelle* (p. 105-134). Canada: Les Presses de l'Université Laval.

Huffman, D., & Heller, P. (1995). What does the force concept inventory actually measure? *The Physics Teacher*, 33(3), 138-143.

Kahn, P. (2000). L'enseignement des sciences, de ferry à l'éveil . *Aster*, 31, 9-35. Récupéré le 23 Novembre, 2013, de <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA031.pdf> .

Kevin, S., Toppenberg, M.D., D., Ashley Hill, M.D., & David P. Miller, M.S., (1999). Safety of Radiographic Imaging During Pregnancy. *American Family Physician*, 59(7), 1813-1818. Retrieved August 22, 2015, from <http://www.aafp.org/afp/1999/0401/p1813.html> .

Léna, P. (2014, October). *Science education for all children, a challenge for their future*. At the 1st Panhellenic Conference with International Participation “Educational Material Development in Mathematics and Natural Sciences”, Rhodes. Retrieved August 30, 2015, from <http://ltee.org/sekpy2014/files/proceedings.pdf> .

Lewis, J. L. (1972). *Teaching school physics*. London, Unesco.

Millar, R. (2004, November). *Scientific literacy: a feasible goal for the school science curriculum?*. At the 4th Panhellenic Conference “Teaching of Sciences and New Technologies in Education” (vol. 1), Athens.

Nelson, G. (1998). Science Literacy for All: An Achievable Goal? *Optics & Photonics News*, 9 (9). Retrieved December 3, 2013, from <http://www.project2061.org/research/articles/opa.htm> .

Nelson, G. (1999). Science Literacy for All in the 21st Century. *Educational Leadership*, 57 (2). Retrieved December 3, 2013, from <http://www.project2061.org/research/articles/ascd.htm> .

Plé, E. & Orange, C. (2000). Les sciences de 2 à 10 ans0. L'entrée dans la culture scientifique. *Aster*, 31, 1-8. Récupéré le 23 Novembre, 2013, de <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA031.pdf> .

Science Education, International. (1971). In Deighton, L.C. (Ed.), *The Encyclopedia of Education* (vol. 8, p. 107-117). USA, NY: Crowell-Collier.

Scientific literacy. (1994). In Husén, T., & Postlethwaite, T.N. (Eds.) , *The International Encyclopedia of Education* (Vol. 9, p. 5345-5349). England, Kidlington: Pergamon.

Scientific literacy. (n.d.). In Wikipedia. Retrieved November 23, 2013, from http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_literacy.

Steinberg, R.N., & Sabella, M.S. (1997). Performance on multiple-choice diagnostics and complementary exam problems. *The Physics Teacher*, 35(3), 150-155.

Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., & Powell, J. C. (2000). *Teaching Secondary School Science. Strategies for Developing Scientific Literacy* (7nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Yager, R. (2003). Science Education: Overview. In Guthrie, J. W., *The Encyclopedia of Education* (2nd ed., vol. 6, p. 2158-2163). USA, NY: Gale Cengage Learning.

Αναφορές στο Διαδίκτυο

❖ Για τη δημιουργία του Πίνακα 9 του μέρους Α' χρησιμοποιήθηκαν:

<http://1kesyp-v.thess.sch.gr/nea/BaseisAEI2006.pdf> (Ανακτήθηκε στις 7/7/2015.)

<http://1kesyp-v.thess.sch.gr/nea/070831Baseis2007Panepistimia.pdf> (Ανακτήθηκε στις 7/7/2015.)

http://edu.klimaka.gr/edufiles/PANELLHNIES/BASEIS/PANELLHNIES_2008_VASEIS_AEI_90_KLIMAKA.pdf (Ανακτήθηκε στις 7/7/2015.)

<http://www.neolaia.gr/wp-content/uploads/2009/08/vaseisaei2009.pdf> (Ανακτήθηκε στις 7/7/2015.)

<http://news.in.gr/files/1/2010/AEI90.pdf> (Ανακτήθηκε στις 7/7/2015.)

<http://www.methodiko-frontistirio.gr/exams/sxoles/vaseis2011.htm> (Ανακτήθηκε στις 7/7/2015.)

<http://www.methodiko-frontistirio.gr/exams/sxoles/Vaseis2012.htm> (Ανακτήθηκε στις 7/7/2015.)

http://www.neolaia.gr/wp-content/uploads/2014/07/Baseis2013_1o.pdf (Ανακτήθηκε στις 7/7/2015.)

<http://1lyk-ierap.las.sch.gr/GLYKEIOY/Vaseis2014.htm> (Ανακτήθηκε στις 7/7/2015.)

<http://www.newsbomb.gr/ellada/paideia/story/618614/vaseis-2015-deite-analytika-ta-apotelesmata> (Ανακτήθηκε στις 26/8/2015)

Περιεχόμενα πινάκων

Πίνακας 1: Πίνακας κατανομής ωρών διδασκαλίας των Φυσικών στη Μέση Εκπαίδευση ανά βδομάδα για τη χρονική περίοδο 1836-1975	34
Πίνακας 2: Διαφορές στη διδασκαλία των Φ.Ε. στο ελληνικό σχολείο και στο σύγχρονο ευρωπαϊκό. 36	
Πίνακας 3: Μερικά χαρακτηριστικά του Επιστημονικού Γραμματισμού για τις δεκαετίες του 1960, του 1970 και του 1980	49
Πίνακας 4: Προσεγγίσεις σχετικά με τον επιστημονικό γραμματισμό.....	57
Πίνακας 5: Πίνακας συνάφειας φύλου & έτους.....	97
Πίνακας 6: Κατανομή του δείγματος (που δεν είχε δηλώσει ως πρώτη επιλογή εισαγωγής στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση το Παιδαγωγικό) ως προς τη μεταβλητή «σχολή 1 ^{ης} προτίμησης»	99
Πίνακας 7: Πίνακας συνάφειας φύλου & παιδαγωγικού ως πρώτης επιλογής.....	100
Πίνακας 8: Πίνακας συνάφειας έτους & παιδαγωγικού ως πρώτης επιλογής.....	101
Πίνακας 9: Πίνακας συνάφειας κατεύθυνσης & παιδαγωγικού ως πρώτης επιλογής.....	101
Πίνακας 10: Πίνακας συνάφειας φύλου & κατεύθυνσης.....	103
Πίνακας 11: Πίνακας συνάφειας έτους & κατεύθυνσης.....	103
Πίνακας 12: Πίνακας περιγραφικών στατιστικών μέτρων για τις μεταβλητές «βαθμός απολυτηρίου», «Μ.Ο. Φυσικής στο Λύκειο» & «βαθμός πρόσβασης στο Παιδαγωγικό».....	104
Πίνακας 13: Βάσεις εισαγωγής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης τη τελευταία δεκαετία.....	109
Πίνακας 14: Καταγραφή των πινάκων του παραρτήματος που αφορούν την ερώτηση 8 του ερωτηματολογίου.....	115
Πίνακας 15: Καταγραφή των διαγραμμάτων του παραρτήματος που αφορούν την ερώτηση 8 του ερωτηματολογίου.....	117
Πίνακας 16: Κατανομή του δείγματος που έχει παρακολουθήσει κάποιο σεμινάριο ως προς τη μεταβλητή «ποιο σεμινάριο».	119
Πίνακας 17: Κατανομή του δείγματος που έχει και δεύτερο πτυχίο ως προς τη μεταβλητή «ποιο πτυχίο».	120
Πίνακας 18: Κατανομή δείγματος ως προς τη μεταβλητή «σε ποια ειδικότητα».....	121
Πίνακας 19: Συγκεντρωτικός πίνακας ποσοστών (valid percent) για τις Φ.Ε. (Απαντήσεις στην ερώτηση 12 ερωτηματολογίου)	135
Πίνακας 20: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή του φύλου.....	138
Πίνακας 21: Fisher test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή του φύλου.	138
Πίνακας 22: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή του έτους.	138
Πίνακας 23: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή του έτους.	139
Πίνακας 24: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.....	139
Πίνακας 25: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 13: «Ένα παιδί πετάει ένα τόπι προς τα πάνω. Πότε εξασκεί δύναμη στο τόπι;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	139
Πίνακας 26: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 14: «Η κίνηση ενός σώματος γίνεται πάντα στη διεύθυνση της δύναμης που εφαρμόστηκε.» και τη μεταβλητή «φύλο».....	140
Πίνακας 27: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 14: «Η κίνηση ενός σώματος γίνεται πάντα στη διεύθυνση της δύναμης που εφαρμόστηκε.» και τη μεταβλητή «έτος».	141
Πίνακας 28: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 14: «Η κίνηση ενός σώματος γίνεται πάντα στη διεύθυνση της δύναμης που εφαρμόστηκε.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	141

Πίνακας 29: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 14: «Η κίνηση ενός σώματος γίνεται πάντα στη διεύθυνση της δύναμης που εφαρμόστηκε.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	141
Πίνακας 30: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 15: «Ο Γιώργος οδηγεί το αυτοκίνητό του σε κυκλικό δρόμο με σταθερή ταχύτητα, αλλά το αυτοκίνητο έχει επιτάχυνση.» και τη μεταβλητή «φύλο».....	142
Πίνακας 31: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 15: «Ο Γιώργος οδηγεί το αυτοκίνητό του σε κυκλικό δρόμο με σταθερή ταχύτητα, αλλά το αυτοκίνητο έχει επιτάχυνση.» και τη μεταβλητή «έτος».....	143
Πίνακας 32: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 15: «Ο Γιώργος οδηγεί το αυτοκίνητό του σε κυκλικό δρόμο με σταθερή ταχύτητα, αλλά το αυτοκίνητο έχει επιτάχυνση.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	143
Πίνακας 33: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 15: «Ο Γιώργος οδηγεί το αυτοκίνητό του σε κυκλικό δρόμο με σταθερή ταχύτητα, αλλά το αυτοκίνητο έχει επιτάχυνση.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	143
Πίνακας 34: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 16: «Μια γυναίκα βρίσκεται μέσα σε επιβραδυνόμενο ανελκυστήρα. Η δύναμη που ασκούν τα πόδια της στο δάπεδο του ανελκυστήρα:» και τη μεταβλητή «φύλο».....	145
Πίνακας 35: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 16: «Μια γυναίκα βρίσκεται μέσα σε επιβραδυνόμενο ανελκυστήρα. Η δύναμη που ασκούν τα πόδια της στο δάπεδο του ανελκυστήρα:» και τη μεταβλητή «έτος».....	145
Πίνακας 36: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 16: «Μια γυναίκα βρίσκεται μέσα σε επιβραδυνόμενο ανελκυστήρα. Η δύναμη που ασκούν τα πόδια της στο δάπεδο του ανελκυστήρα:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	145
Πίνακας 37: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 16: «Μια γυναίκα βρίσκεται μέσα σε επιβραδυνόμενο ανελκυστήρα. Η δύναμη που ασκούν τα πόδια της στο δάπεδο του ανελκυστήρα:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	146
Πίνακας 38: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 17: «Η τροχιά μιας σφαίρας όταν φεύγει από το όπλο είναι:» και τη μεταβλητή «φύλο».....	147
Πίνακας 39: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 17: «Η τροχιά μιας σφαίρας όταν φεύγει από το όπλο είναι:» και τη μεταβλητή «έτος».....	147
Πίνακας 40: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 17: «Η τροχιά μιας σφαίρας όταν φεύγει από το όπλο είναι:» και τη μεταβλητή «έτος».....	148
Πίνακας 41: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 17: «Η τροχιά μιας σφαίρας όταν φεύγει από το όπλο είναι:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	148
Πίνακας 42: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 17: «Η τροχιά μιας σφαίρας όταν φεύγει από το όπλο είναι:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	148
Πίνακας 43: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 18: «Αν ένα αυτοκίνητο κτυπά σε ένα δέντρο, οι επιβάτες του αυτοκινήτου αν δεν φοράν ζώνες, θα σπρωχθούν βίαια προς τα μπρος από μια δύναμη που εξασκείται από τα καθίσματα του αυτοκινήτου.» και τη μεταβλητή «φύλο».....	149
Πίνακας 44: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 18: «Αν ένα αυτοκίνητο κτυπά σε ένα δέντρο, οι επιβάτες του αυτοκινήτου αν δεν φοράν ζώνες, θα σπρωχθούν βίαια προς τα μπρος από μια δύναμη που εξασκείται από τα καθίσματα του αυτοκινήτου.» και τη μεταβλητή «έτος».....	150
Πίνακας 45: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 18: «Αν ένα αυτοκίνητο κτυπά σε ένα δέντρο, οι επιβάτες του αυτοκινήτου αν δεν φοράν ζώνες, θα σπρωχθούν βίαια προς τα μπρος από μια δύναμη που εξασκείται από τα καθίσματα του αυτοκινήτου.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	151
Πίνακας 46: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 18: «Αν ένα αυτοκίνητο κτυπά σε ένα δέντρο, οι επιβάτες του αυτοκινήτου αν δεν φοράν ζώνες, θα σπρωχθούν βίαια προς τα	

μπρος από μια δύναμη που εξασκείται από τα καθίσματα του αυτοκινήτου.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	151
Πίνακας 47: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 19: «Στη Σελήνη δεν υπάρχει βαρύτητα.» και τη μεταβλητή «φύλο».....	152
Πίνακας 48: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 19: «Στη Σελήνη δεν υπάρχει βαρύτητα.» και τη μεταβλητή «έτος».....	152
Πίνακας 49: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 19: «Στη Σελήνη δεν υπάρχει βαρύτητα.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	153
Πίνακας 50: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 19: «Στη Σελήνη δεν υπάρχει βαρύτητα.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	153
Πίνακας 51: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 20: «Η άποψη, ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται, είναι:» και τη μεταβλητή «φύλο».....	154
Πίνακας 52: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 20: «Η άποψη, ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται, είναι:» και τη μεταβλητή «έτος».....	155
Πίνακας 53: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 20: «Η άποψη, ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται, είναι:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	155
Πίνακας 54: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 20: «Η άποψη, ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται, είναι:» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	156
Πίνακας 55: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 21: «Δυο κύβοι με ακμή 5cm, ο ένας από πλαστικό και ο άλλος από αλουμίνιο, αφήνονται να πέσουν ελεύθερα από ύψος 3m. Ποιος θα φθάσει πιο γρήγορα στο έδαφος;» και τη μεταβλητή «φύλο».....	157
Πίνακας 56: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 21: «Δυο κύβοι με ακμή 5cm, ο ένας από πλαστικό και ο άλλος από αλουμίνιο, αφήνονται να πέσουν ελεύθερα από ύψος 3m. Ποιος θα φθάσει πιο γρήγορα στο έδαφος;» και τη μεταβλητή «έτος».....	157
Πίνακας 57: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 21: «Δυο κύβοι με ακμή 5cm, ο ένας από πλαστικό και ο άλλος από αλουμίνιο, αφήνονται να πέσουν ελεύθερα από ύψος 3m. Ποιος θα φθάσει πιο γρήγορα στο έδαφος;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	158
Πίνακας 58: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 21: «Δυο κύβοι με ακμή 5cm, ο ένας από πλαστικό και ο άλλος από αλουμίνιο, αφήνονται να πέσουν ελεύθερα από ύψος 3m. Ποιος θα φθάσει πιο γρήγορα στο έδαφος;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	158
Πίνακας 59: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 22: «Η τριβή παρέχει τη δύναμη, η οποία προωθεί ένα αυτοκίνητο καθώς αυτό κινείται σε οριζόντιο δρόμο.» και τη μεταβλητή «φύλο».....	159
Πίνακας 60: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 22: «Η τριβή παρέχει τη δύναμη, η οποία προωθεί ένα αυτοκίνητο καθώς αυτό κινείται σε οριζόντιο δρόμο.» και τη μεταβλητή «έτος».....	160
Πίνακας 61: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 22: «Η τριβή παρέχει τη δύναμη, η οποία προωθεί ένα αυτοκίνητο καθώς αυτό κινείται σε οριζόντιο δρόμο.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	161
Πίνακας 62: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 22: «Η τριβή παρέχει τη δύναμη, η οποία προωθεί ένα αυτοκίνητο καθώς αυτό κινείται σε οριζόντιο δρόμο.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».....	161
Πίνακας 63: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 23: «Οι Νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν και στην ειδική περίπτωση της κυκλικής κίνησης, στην οποία η επιτάχυνση εξαρτάται από την ακτίνα του κύκλου και το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που υπόκειται σε κυκλική κίνηση.» και τη μεταβλητή «φύλο».....	162
Πίνακας 64: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 23: «Οι Νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν και στην ειδική περίπτωση της κυκλικής κίνησης, στην οποία η επιτάχυνση εξαρτάται από την ακτίνα του κύκλου και το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που υπόκειται σε κυκλική κίνηση.» και τη μεταβλητή «έτος».....	162

Πίνακας 65: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 23: «Οι Νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν και στην ειδική περίπτωση της κυκλικής κίνησης, στην οποία η επιτάχυνση εξαρτάται από την ακτίνα του κύκλου και το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που υπόκειται σε κυκλική κίνηση.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	163
Πίνακας 66: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 23: «Οι Νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν και στην ειδική περίπτωση της κυκλικής κίνησης, στην οποία η επιτάχυνση εξαρτάται από την ακτίνα του κύκλου και το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που υπόκειται σε κυκλική κίνηση.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	163
Πίνακας 67: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 24: «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;» και τη μεταβλητή «φύλο».	164
Πίνακας 68: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 24: «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;» και τη μεταβλητή «έτος».	165
Πίνακας 69: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 24: «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;» και τη μεταβλητή «έτος».	165
Πίνακας 70: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 24: «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	165
Πίνακας 71: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 24: «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει. Γιατί;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	166
Πίνακας 72: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 25: «Μερικές φορές, τις πολύ ζεστές μέρες του καλοκαιριού, η ΔΕΗ αδυνατεί να ανταποκριθεί στην αυξημένη ζήτηση των πελατών της. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτό το πρόβλημα;» και τη μεταβλητή «φύλο».	167
Πίνακας 73: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 25: «Μερικές φορές, τις πολύ ζεστές μέρες του καλοκαιριού, η ΔΕΗ αδυνατεί να ανταποκριθεί στην αυξημένη ζήτηση των πελατών της. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτό το πρόβλημα;» και τη μεταβλητή «έτος».	167
Πίνακας 74: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 25: «Μερικές φορές, τις πολύ ζεστές μέρες του καλοκαιριού, η ΔΕΗ αδυνατεί να ανταποκριθεί στην αυξημένη ζήτηση των πελατών της. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτό το πρόβλημα;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	168
Πίνακας 75: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 25: «Μερικές φορές, τις πολύ ζεστές μέρες του καλοκαιριού, η ΔΕΗ αδυνατεί να ανταποκριθεί στην αυξημένη ζήτηση των πελατών της. Πώς θα χαρακτηρίζατε αυτό το πρόβλημα;» και τη μεταβλητή «έτος».	168
Πίνακας 76: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 26: «Ένα κουνούπι συνθλίβεται στο παρμπρίζ ενός αυτοκινήτου που κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Η δύναμη που το παρμπρίζ ασκεί στο κουνούπι είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που ασκεί το κουνούπι στο παρμπρίζ.» και τη μεταβλητή «φύλο».	169
Πίνακας 77: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 26: «Ένα κουνούπι συνθλίβεται στο παρμπρίζ ενός αυτοκινήτου που κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Η δύναμη που το παρμπρίζ ασκεί στο κουνούπι είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που ασκεί το κουνούπι στο παρμπρίζ.» και τη μεταβλητή «έτος».	170
Πίνακας 78: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 26: «Ένα κουνούπι συνθλίβεται στο παρμπρίζ ενός αυτοκινήτου που κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Η δύναμη που το παρμπρίζ ασκεί στο κουνούπι είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που ασκεί το κουνούπι στο παρμπρίζ.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	170
Πίνακας 79: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 26: «Ένα κουνούπι συνθλίβεται στο παρμπρίζ ενός αυτοκινήτου που κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Η δύναμη που το παρμπρίζ ασκεί στο κουνούπι είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που ασκεί το κουνούπι στο παρμπρίζ.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	171
Πίνακας 80: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 27: «Η ΔΕΗ μας χρεώνει kWh. Τι ουσιαστικά μας χρεώνει;» και τη μεταβλητή «φύλο».	172

Πίνακας 81: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 27: «Η ΔΕΗ μας χρεώνει kWh. Τι ουσιαστικά μας χρεώνει;» και τη μεταβλητή «έτος».	173
Πίνακας 82: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 27: «Η ΔΕΗ μας χρεώνει kWh. Τι ουσιαστικά μας χρεώνει;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	173
Πίνακας 83: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 27: «Η ΔΕΗ μας χρεώνει kWh. Τι ουσιαστικά μας χρεώνει;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	173
Πίνακας 84: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 28: «Δύναμη λέγεται η αιτία,» και τη μεταβλητή «φύλο».	175
Πίνακας 85: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 28: «Δύναμη λέγεται η αιτία,» και τη μεταβλητή «έτος».	175
Πίνακας 86: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 28: «Δύναμη λέγεται η αιτία,» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	176
Πίνακας 87: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 29: «Στριφογυρίζω μια σβούρα κι έτσι της δίνω κινητική ενέργεια. Όμως μετά από λίγο αυτή σταματά, που σημαίνει ότι η ενέργεια χάθηκε. Συμφωνείτε;» και τη μεταβλητή «φύλο».	177
Πίνακας 88: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 29: «Στριφογυρίζω μια σβούρα κι έτσι της δίνω κινητική ενέργεια. Όμως μετά από λίγο αυτή σταματά, που σημαίνει ότι η ενέργεια χάθηκε. Συμφωνείτε;» και τη μεταβλητή «έτος».	177
Πίνακας 89: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 29: «Στριφογυρίζω μια σβούρα κι έτσι της δίνω κινητική ενέργεια. Όμως μετά από λίγο αυτή σταματά, που σημαίνει ότι η ενέργεια χάθηκε. Συμφωνείτε;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	178
Πίνακας 90: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 29: «Στριφογυρίζω μια σβούρα κι έτσι της δίνω κινητική ενέργεια. Όμως μετά από λίγο αυτή σταματά, που σημαίνει ότι η ενέργεια χάθηκε. Συμφωνείτε;» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	178
Πίνακας 91: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 30: «Η δύναμη είναι μια μορφή ενέργειας.» και τη μεταβλητή «φύλο».	179
Πίνακας 92: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 30: «Η δύναμη είναι μια μορφή ενέργειας.» και τη μεταβλητή «έτος».	180
Πίνακας 93: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 30: «Η δύναμη είναι μια μορφή ενέργειας.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	180
Πίνακας 94: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 30: «Η δύναμη είναι μια μορφή ενέργειας.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	180
Πίνακας 95: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 31: «Η δύναμη του βάρους είναι η κύρια αιτία που συγκρατεί ακίνητα στη θέση τους τα διάφορα αντικείμενα.» και τη μεταβλητή «φύλο».	181
Πίνακας 96: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 31: «Η δύναμη του βάρους είναι η κύρια αιτία που συγκρατεί ακίνητα στη θέση τους τα διάφορα αντικείμενα.» και τη μεταβλητή «έτος».	182
Πίνακας 97: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 31: «Η δύναμη του βάρους είναι η κύρια αιτία που συγκρατεί ακίνητα στη θέση τους τα διάφορα αντικείμενα.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	182
Πίνακας 98: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 31: «Η δύναμη του βάρους είναι η κύρια αιτία που συγκρατεί ακίνητα στη θέση τους τα διάφορα αντικείμενα.» και τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	183
Πίνακας 99: Συνοπτικός πίνακας Σωστών και Λανθασμένων απαντήσεων για το Β' μέρος του ερωτηματολογίου.	183
Πίνακας 100: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «φύλο».	187
Πίνακας 101: Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β'» και «έτος».	188
Πίνακας 102: Ανάλυση διακύμανσης για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «έτος».	189

Πίνακας 103: Post Hoc Tests για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «έτος».	189
Πίνακας 104: Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β'» και «κατεύθυνση».	191
Πίνακας 105: Μη παραμετρικός έλεγχος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β'» και «κατεύθυνση».	191
Πίνακας 106: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β» και «παρακολούθηση σεμιναρίων Φ.Ε.».	192
Πίνακας 107: Πίνακας παραπομπής σε ραβδογράμματα του Παραρτήματος σχετικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων του μέρους Β' του ερωτηματολογίου.	192
Πίνακας 108: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 32: «Για την παραγωγή θερμότητας, ο ήλιος καίει υδρογόνο σε αντίδραση καύσης.» και τη μεταβλητή του φύλου.	195
Πίνακας 109: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 32: «Για την παραγωγή θερμότητας, ο ήλιος καίει υδρογόνο σε αντίδραση καύσης.» και τη μεταβλητή του έτους.	195
Πίνακας 110: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 32: «Για την παραγωγή θερμότητας, ο ήλιος καίει υδρογόνο σε αντίδραση καύσης.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	196
Πίνακας 111: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 32: «Για την παραγωγή θερμότητας, ο ήλιος καίει υδρογόνο σε αντίδραση καύσης.» και τη μεταβλητή του κατεύθυνσης.	196
Πίνακας 112: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 33: «Το φυσικό αέριο αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.» και τη μεταβλητή του φύλου.	198
Πίνακας 113: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 33: «Το φυσικό αέριο αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.» και τη μεταβλητή του έτους.	198
Πίνακας 114: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 33: «Το φυσικό αέριο αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	199
Πίνακας 115: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 33: «Το φυσικό αέριο αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	199
Πίνακας 116: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 34: «Μπορεί κανείς να εκτιμήσει το κλίμα ενός τόπου παρατηρώντας το δελτίο καιρού για ένα χρόνο;» και τη μεταβλητή του φύλου.	200
Πίνακας 117: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 34: «Μπορεί κανείς να εκτιμήσει το κλίμα ενός τόπου παρατηρώντας το δελτίο καιρού για ένα χρόνο;» και τη μεταβλητή του έτους.	201
Πίνακας 118: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 34: «Μπορεί κανείς να εκτιμήσει το κλίμα ενός τόπου παρατηρώντας το δελτίο καιρού για ένα χρόνο;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	201
Πίνακας 119: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 34: «Μπορεί κανείς να εκτιμήσει το κλίμα ενός τόπου παρατηρώντας το δελτίο καιρού για ένα χρόνο;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	201
Πίνακας 120: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 35: «Ο σίδηρος μπορεί να υπάρχει και στην αέρια κατάσταση.» και τη μεταβλητή του φύλου.	203
Πίνακας 121: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 35: «Ο σίδηρος μπορεί να υπάρχει και στην αέρια κατάσταση.» και τη μεταβλητή του έτους.	203
Πίνακας 122: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 35: «Ο σίδηρος μπορεί να υπάρχει και στην αέρια κατάσταση.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	203
Πίνακας 123: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 35: «Ο σίδηρος μπορεί να υπάρχει και στην αέρια κατάσταση.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	204
Πίνακας 124: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 36: «Πολλοί ισχυρίζονται ότι, ένα άτομο είναι σαν ένα μικρό ηλιακό σύστημα του οποίου ο πυρήνας είναι ο ήλιος και τα ηλεκτρόνια είναι οι μικροί πλανήτες που στρέφονται γύρω από τον πυρήνα. Ο ισχυρισμός αυτός είναι αποδεκτός σήμερα;» και τη μεταβλητή του φύλου.	205
Πίνακας 125: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 36: «Πολλοί ισχυρίζονται ότι, ένα άτομο είναι σαν ένα μικρό ηλιακό σύστημα του οποίου ο πυρήνας είναι ο ήλιος και τα ηλεκτρόνια είναι οι μικροί	

πλανήτες που στρέφονται γύρω από τον πυρήνα. Ο ισχυρισμός αυτός είναι αποδεκτός σήμερα;» και τη μεταβλητή του έτους.	205
Πίνακας 126: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 36: «Πολλοί ισχυρίζονται ότι, ένα άτομο είναι σαν ένα μικρό ηλιακό σύστημα του οποίου ο πυρήνας είναι ο ήλιος και τα ηλεκτρόνια είναι οι μικροί πλανήτες που στρέφονται γύρω από τον πυρήνα. Ο ισχυρισμός αυτός είναι αποδεκτός σήμερα;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	206
Πίνακας 127: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 36: «Πολλοί ισχυρίζονται ότι, ένα άτομο είναι σαν ένα μικρό ηλιακό σύστημα του οποίου ο πυρήνας είναι ο ήλιος και τα ηλεκτρόνια είναι οι μικροί πλανήτες που στρέφονται γύρω από τον πυρήνα. Ο ισχυρισμός αυτός είναι αποδεκτός σήμερα;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	206
Πίνακας 128: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 37: «Ο Βασιλάκης κάθεται μπροστά από το φούρνο μικροκυμάτων και παρακολουθεί το ποτήρι με το γάλα του. Αυτό είναι επιβλαβές για την υγεία του;» και τη μεταβλητή του φύλου.	208
Πίνακας 129: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 37: «Ο Βασιλάκης κάθεται μπροστά από το φούρνο μικροκυμάτων και παρακολουθεί το ποτήρι με το γάλα του. Αυτό είναι επιβλαβές για την υγεία του;» και τη μεταβλητή του έτους.	209
Πίνακας 130: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 37: «Ο Βασιλάκης κάθεται μπροστά από το φούρνο μικροκυμάτων και παρακολουθεί το ποτήρι με το γάλα του. Αυτό είναι επιβλαβές για την υγεία του;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	209
Πίνακας 131: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 37: «Ο Βασιλάκης κάθεται μπροστά από το φούρνο μικροκυμάτων και παρακολουθεί το ποτήρι με το γάλα του. Αυτό είναι επιβλαβές για την υγεία του;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	209
Πίνακας 132: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 38: «Αν ένας κεραυνός κτυπήσει ένα αυτοκίνητο, οι άνθρωποι που βρίσκονται μέσα θα πάθουν ηλεκτροπληξία;» και τη μεταβλητή του φύλου.	211
Πίνακας 133: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 38: «Αν ένας κεραυνός κτυπήσει ένα αυτοκίνητο, οι άνθρωποι που βρίσκονται μέσα θα πάθουν ηλεκτροπληξία;» και τη μεταβλητή του έτους.	211
Πίνακας 134: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 38: «Αν ένας κεραυνός κτυπήσει ένα αυτοκίνητο, οι άνθρωποι που βρίσκονται μέσα θα πάθουν ηλεκτροπληξία;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	212
Πίνακας 135: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 38: «Αν ένας κεραυνός κτυπήσει ένα αυτοκίνητο, οι άνθρωποι που βρίσκονται μέσα θα πάθουν ηλεκτροπληξία;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	212
Πίνακας 136: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 39: «Μια γυναίκα έγκυος επιτρέπεται να βγάλει ακτινογραφία, αν έχει χτυπήσει το χέρι της;» και τη μεταβλητή του φύλου.	214
Πίνακας 137: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 39: «Μια γυναίκα έγκυος επιτρέπεται να βγάλει ακτινογραφία, αν έχει χτυπήσει το χέρι της;» και τη μεταβλητή του έτους.	215
Πίνακας 138: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 39: «Μια γυναίκα έγκυος επιτρέπεται να βγάλει ακτινογραφία, αν έχει χτυπήσει το χέρι της;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	215
Πίνακας 139: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 39: «Μια γυναίκα έγκυος επιτρέπεται να βγάλει ακτινογραφία, αν έχει χτυπήσει το χέρι της;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	215
Πίνακας 140: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 40: «Ο καιρός είναι το αποτέλεσμα του κλίματος που επικρατεί.» και τη μεταβλητή του φύλου.	217
Πίνακας 141: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 40: «Ο καιρός είναι το αποτέλεσμα του κλίματος που επικρατεί.» και τη μεταβλητή του έτους.	217
Πίνακας 142: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 40: «Ο καιρός είναι το αποτέλεσμα του κλίματος που επικρατεί.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	218

Πίνακας 143: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 40: «Ο καιρός είναι το αποτέλεσμα του κλίματος που επικρατεί.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	218
Πίνακας 144: Κατανομή του δείγματος για τις απαντήσεις της ερώτησης 41.	218
Πίνακας 145: Κατανομή του δείγματος για την ερώτηση 41 (μεταβλητές 41.1-41.6).	220
Πίνακας 146: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 41: «Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων, λόγω: ...» και τη μεταβλητή του φύλου.	221
Πίνακας 147: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 41: «Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων, λόγω: ...» και τη μεταβλητή του έτους.	222
Πίνακας 148: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 41: «Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων, λόγω: ...» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	222
Πίνακας 149: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 42: «Αν μια ποσότητα με γάλα χαρακτηριστεί «ραδιενεργή», βράζοντάς το φεύγει η ραδιενέργεια;» και τη μεταβλητή του φύλου.	224
Πίνακας 150: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 42: «Αν μια ποσότητα με γάλα χαρακτηριστεί «ραδιενεργή», βράζοντάς το φεύγει η ραδιενέργεια;» και τη μεταβλητή του έτους.	224
Πίνακας 151: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 42: «Αν μια ποσότητα με γάλα χαρακτηριστεί «ραδιενεργή», βράζοντάς το φεύγει η ραδιενέργεια;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	225
Πίνακας 152: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 42: «Αν μια ποσότητα με γάλα χαρακτηριστεί «ραδιενεργή», βράζοντάς το φεύγει η ραδιενέργεια;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	225
Πίνακας 153: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 43: «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται εξαιτίας της υπερβολικής αύξησης της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα.» και τη μεταβλητή του φύλου.	227
Πίνακας 154: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 43: «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται εξαιτίας της υπερβολικής αύξησης της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα.» και τη μεταβλητή του έτους.	227
Πίνακας 155: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 43: «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται εξαιτίας της υπερβολικής αύξησης της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	228
Πίνακας 156: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 43: «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται εξαιτίας της υπερβολικής αύξησης της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	228
Πίνακας 157: Κατανομή του δείγματος για τις απαντήσεις της ερώτησης 44.	228
Πίνακας 158: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 44: «Σημειώστε ποιο ή ποια από τα παρακάτω είναι φτιαγμένο/α από κύτταρα;» και τη μεταβλητή του φύλου.	230
Πίνακας 159: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 44: «Σημειώστε ποιο ή ποια από τα παρακάτω είναι φτιαγμένο/α από κύτταρα;» και τη μεταβλητή του έτους.	231
Πίνακας 160: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 44: «Σημειώστε ποιο ή ποια από τα παρακάτω είναι φτιαγμένο/α από κύτταρα;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	232
Πίνακας 161: Κατανομή του δείγματος για τις απαντήσεις της ερώτησης 46.	233
Πίνακας 162: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 46: «Για το σάπισμα ευθύνονται:» και τη μεταβλητή του φύλου.	235
Πίνακας 163: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 46: «Για το σάπισμα ευθύνονται:» και τη μεταβλητή του έτους.	236
Πίνακας 164: χ^2 test για τις συνεπυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 46: «Για το σάπισμα ευθύνονται:» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	236
Πίνακας 165: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 47: «Τα οξείδια του αζώτου (NOx) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) ευθύνονται για την τρύπα του όζοντος.» και τη μεταβλητή του φύλου.	238

Πίνακας 166: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 47: «Τα οξειδία του αζώτου (NOx) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) ευθύνονται για την τρύπα του όζοντος.» και τη μεταβλητή του έτους.	239
Πίνακας 167: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 47: «Τα οξειδία του αζώτου (NOx) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) ευθύνονται για την τρύπα του όζοντος.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	239
Πίνακας 168: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 47: «Τα οξειδία του αζώτου (NOx) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) ευθύνονται για την τρύπα του όζοντος.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης. (συνεπτυγμένες απαντήσεις Σ-Λ).....	239
Πίνακας 169: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 48: «Στο φούρνο μικροκυμάτων δε ζεσταίνεται το πιάτο, παρά μόνο το φαγητό. Γιατί;» και τη μεταβλητή του φύλου.....	241
Πίνακας 170: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 48: «Στο φούρνο μικροκυμάτων δε ζεσταίνεται το πιάτο, παρά μόνο το φαγητό. Γιατί;» και τη μεταβλητή του έτους.	241
Πίνακας 171: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 48: «Στο φούρνο μικροκυμάτων δε ζεσταίνεται το πιάτο, παρά μόνο το φαγητό. Γιατί;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	242
Πίνακας 172: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 48: «Στο φούρνο μικροκυμάτων δε ζεσταίνεται το πιάτο, παρά μόνο το φαγητό. Γιατί;» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	242
Πίνακας 173: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 49: «Η ενέργεια από τη βιομάζα αποτελεί μια πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.» και τη μεταβλητή του φύλου.....	244
Πίνακας 174: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 49: «Η ενέργεια από τη βιομάζα αποτελεί μια πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.» και τη μεταβλητή του έτους.	244
Πίνακας 175: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 49: «Η ενέργεια από τη βιομάζα αποτελεί μια πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	245
Πίνακας 176: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 49: «Η ενέργεια από τη βιομάζα αποτελεί μια πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.....	245
Πίνακας 177: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 50: «Όταν λέμε ότι το χειμώνα στην Ελλάδα δεν έκανε κρύο, μιλάμε για:» και τη μεταβλητή του φύλου.	246
Πίνακας 178: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 50: «Όταν λέμε ότι το χειμώνα στην Ελλάδα δεν έκανε κρύο, μιλάμε για:» και τη μεταβλητή του έτους.....	247
Πίνακας 179: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 50: «Όταν λέμε ότι το χειμώνα στην Ελλάδα δεν έκανε κρύο, μιλάμε για:» και τη μεταβλητή του έτους.	247
Πίνακας 180: χ^2 test για τις απαντήσεις στην ερώτηση 50: «Όταν λέμε ότι το χειμώνα στην Ελλάδα δεν έκανε κρύο, μιλάμε για:» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	248
Πίνακας 181: χ^2 test για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις (Σ-Λ) στην ερώτηση 50: «Όταν λέμε ότι το χειμώνα στην Ελλάδα δεν έκανε κρύο, μιλάμε για:» και τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.	248
Πίνακας 182: Συνοπτικός πίνακας Σωστών και Λανθασμένων απαντήσεων για το Γ' μέρος του ερωτηματολογίου.....	248
Πίνακας 183: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «φύλο».....	253
Πίνακας 184: Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «έτος».....	254
Πίνακας 185: Πίνακας ελέγχου ομοιογένειας των διακυμάνσεων	254
Πίνακας 186: Ανάλυση διακύμανσης για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «έτος».....	254
Πίνακας 187: : Post Hoc Tests για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «έτος».....	254
Πίνακας 188: Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «κατεύθυνση».....	256
Πίνακας 189: Μη παραμετρικός έλεγχος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «κατεύθυνση».....	257

Πίνακας 190: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Γ'» και «παρακολούθηση σεμιναρίων Φ.Ε.».....	257
Πίνακας 191: Πίνακας παραπομπής σε ραβδογράμματα του Παραρτήματος σχετικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων του μέρους Γ' του ερωτηματολογίου.....	258
Πίνακας 192: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «φύλο».....	261
Πίνακας 193: : Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «έτος».....	262
Πίνακας 194: Ανάλυση διακύμανσης για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «έτος».....	262
Πίνακας 195: Post Hoc Tests για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «έτος».....	262
Πίνακας 196: Πίνακας περιγραφικών μέτρων για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «κατεύθυνση».....	264
Πίνακας 197: Μη παραμετρικός έλεγχος για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «κατεύθυνση».....	265
Πίνακας 198: t-test για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων» και «παρακολούθηση σεμιναρίων Φ.Ε.».....	265
Πίνακας 199: Πίνακας παραπομπής σε ραβδογράμματα του Παραρτήματος σχετικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων του ερωτηματολογίου.....	266
Πίνακας 200: Ανάλυση συσχέτισης για τις μεταβλητές «βαθμός πρόσβασης» και «βαθμολογία στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής».....	267
Πίνακας 201: Ανάλυση συσχέτισης για τις μεταβλητές «βαθμός απολυτηρίου» και «βαθμολογία στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής».....	269
Πίνακας 202: Ανάλυση συσχέτισης για τις μεταβλητές «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Β'» και «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Γ'».....	270
Πίνακας 203: Στατιστική διαφορά στις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου ως προς τη μεταβλητή του φύλου.....	270
Πίνακας 204: Στατιστική διαφορά στις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου ως προς τη μεταβλητή του έτους.....	272
Πίνακας 205: Στατιστική διαφορά στις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου ως προς τη μεταβλητή της κατεύθυνσης.....	273
Πίνακας 206: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων t-test για τη σχέση βαθμολογιών και φύλου.....	274
Πίνακας 207: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων Kruskal-Wallis test για τη σχέση βαθμολογιών και έτους.....	275
Πίνακας 208: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων Kruskal-Wallis test για τη σχέση βαθμολογιών και κατεύθυνσης.....	275

Περιεχόμενα διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «φύλο».	97
Διάγραμμα 2: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «έτος».	98
Διάγραμμα 3: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής του δείγματος σύμφωνα με τη μεταβλητή «Παιδαγωγικό: πρώτη επιλογή».	98
Διάγραμμα 4: Κατανομή του δείγματος που είχε δηλώσει τις Στρατιωτικές Σχολές ως 1 ^η επιλογή.	100
Διάγραμμα 5: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «κατεύθυνση».	103
Διάγραμμα 6: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός απολυτηρίου».	105
Διάγραμμα 7: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «Μ.Ο. σε μαθήματα Φυσικής στο Λύκειο».	107
Διάγραμμα 8: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός πρόσβασης».	108
Διάγραμμα 9: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «Μ.Ο. βαθμολογίας στα πανεπιστημιακά μαθήματα».	110
Διάγραμμα 10: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός στις Βασικές έννοιες Φυσικής».	112
Διάγραμμα 11: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός στη Βασική Φυσική Ι».	113
Διάγραμμα 12: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός στη Βασική Φυσική ΙΙ».	113
Διάγραμμα 13: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός στη Διδακτική της Φυσικής».	114
Διάγραμμα 14: Ιστόγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «βαθμός στη Φυσική στην καθημερινή ζωή».	115
Διάγραμμα 15: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής του δείγματος ως προς τη μεταβλητή «μεταπτυχιακό στο μέλλον».	121
Διάγραμμα 16: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσει η Φυσική;».	123
Διάγραμμα 17: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Φυσικής;».	123
Διάγραμμα 18: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Φυσικής;».	124
Διάγραμμα 19: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσει η Χημεία;».	125
Διάγραμμα 20: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Χημείας;».	125
Διάγραμμα 21: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Χημείας;».	126

Διάγραμμα 22: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσει η Βιολογία;».....	127
Διάγραμμα 23: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Βιολογίας;».....	127
Διάγραμμα 24: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Βιολογίας;».....	128
Διάγραμμα 25: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσει η Γεωγραφία;».....	129
Διάγραμμα 26: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο της Γεωγραφίας;».....	130
Διάγραμμα 27: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Γεωγραφίας;».....	130
Διάγραμμα 28: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσουν οι Περιβαλλοντικές Επιστήμες;».....	132
Διάγραμμα 29: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο των Περιβαλλοντικών Επιστημών;».....	132
Διάγραμμα 30: Ραβδόγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Περιβαλλοντικών Επιστημών;».....	133
Διάγραμμα 31: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Σας αρέσουν οι Φυσικές Επιστήμες;».....	134
Διάγραμμα 32: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής δείγματος στην ερώτηση «Θέλετε να διδάξετε μαθήματα από τον κλάδο των Φυσικών Επιστημών;».....	134
Διάγραμμα 33: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής δείγματος για την ερώτηση «Νιώθετε έτοιμοι να διδάξετε ενότητες Φυσικών Επιστημών;».....	135
Διάγραμμα 34: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 13.....	137
Διάγραμμα 35: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 14.....	140
Διάγραμμα 36: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 15.....	142
Διάγραμμα 37: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 16.....	144
Διάγραμμα 38: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 17.....	146
Διάγραμμα 39: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 18.....	149
Διάγραμμα 40: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 19.....	151
Διάγραμμα 41: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 20.....	154
Διάγραμμα 42: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 21.....	156
Διάγραμμα 43: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 22.....	159
Διάγραμμα 44: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 23.....	161
Διάγραμμα 45: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 24.....	163
Διάγραμμα 46: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 25.....	166
Διάγραμμα 47: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 26.....	169
Διάγραμμα 48: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 27.....	171
Διάγραμμα 49: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 28.....	174
Διάγραμμα 50: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 29.....	176
Διάγραμμα 51: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 30.....	179
Διάγραμμα 52: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 31.....	181
Διάγραμμα 53: Ιστόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Β».....	185

Διάγραμμα 54: Ραβδόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Β σε 10βαθμη κλίμακα».....	186
Διάγραμμα 55: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Β σε 5βαθμη κλίμακα».....	186
Διάγραμμα 56: Ιστογράμματα κατανομής του δείγματος σε κάθε έτος για τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων, μέρος Β».....	189
Διάγραμμα 57: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 32.....	194
Διάγραμμα 58: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 33.....	197
Διάγραμμα 59: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 34.....	200
Διάγραμμα 60: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 35.....	202
Διάγραμμα 61: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 36.....	204
Διάγραμμα 62: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 37.....	207
Διάγραμμα 63: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 38.....	210
Διάγραμμα 64: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 39.....	212
Διάγραμμα 65: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 40.....	216
Διάγραμμα 66: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 42.....	223
Διάγραμμα 67: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 43.....	225
Διάγραμμα 68: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 45.....	232
Διάγραμμα 69: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 47.....	237
Διάγραμμα 70: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 48.....	240
Διάγραμμα 71: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 49.....	243
Διάγραμμα 72: Ραβδόγραμμα κατανομής του δείγματος για την ερώτηση 50.....	246
Διάγραμμα 73: Ιστόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Γ».....	251
Διάγραμμα 74: Ραβδόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Γ σε 10βαθμη κλίμακα».....	252
Διάγραμμα 75: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων μέρους Γ σε 5βαθμη κλίμακα».....	252
Διάγραμμα 76: Ιστόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων».....	259
Διάγραμμα 77: Ραβδόγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων σε 10βαθμη κλίμακα».....	260
Διάγραμμα 78: Κυκλικό διάγραμμα κατανομής τους δείγματος ως προς τη μεταβλητή «αριθμός σωστών απαντήσεων σε 5βαθμη κλίμακα».....	260
Διάγραμμα 79: Διάγραμμα σκεδασμού για τη σχέση μεταξύ βαθμού πρόσβασης και της βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής;.....	267
Διάγραμμα 80: Διάγραμμα σκεδασμού για τη σχέση μεταξύ βαθμού απολυτηρίου και της βαθμολογίας στα Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής;.....	268
Διάγραμμα 81: Διάγραμμα σκεδασμού για τη σχέση μεταξύ αριθμού σωστών απαντήσεων μέρους Β' και αριθμού σωστών απαντήσεων μέρους Γ'.....	269

