



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΦΛΩΡΙΝΑΣ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

**«Εκπαίδευση μελλοντικών δασκάλων σε Ανοιχτά  
Διερευνητικά Περιβάλλοντα Μάθησης:  
οι αντιλήψεις τους για τον Επιστημονικό Γραμματισμό»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΣ ΖΑΧΟΥ

ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΤΗΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ

στις «Επιστήμες της Αγωγής»

με ειδίκευση στις «Θετικές Επιστήμες και Νέες Τεχνολογίες»

ΦΛΩΡΙΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2017

## Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά και εγκάρδια την κυρία Σπύρτου Άννα, Αναπληρώτρια καθηγήτρια του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Φλώρινας του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, η οποία ανέλαβε την επίβλεψη και καθοδήγηση της διπλωματικής μου εργασίας και υπομονετικά παρείχε τις συμβουλές της και τις γνώσεις της. Θα επιθυμούσα, επίσης, να ευχαριστήσω την κυρία Δημητριάδου Αικατερίνη, Αναπληρώτρια καθηγήτρια του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης και τον κύριο Μαλανδράκη Γεώργιο, Επίκουρο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, για την πολύτιμη συμμετοχή τους στην επιτροπή εποπτείας της συγκεκριμένης εργασίας καθώς και για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους.

Επιπλέον, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω την κοινότητα μάθησης «Science Education», του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, η οποία αποτελείται από Καθηγητές, υποψήφιους Διδάκτορες, Μεταπτυχιακούς και Προπτυχιακούς φοιτητές. Με βοήθησαν, τόσο πρακτικά όσο και ψυχικά, σε κάθε βήμα της έρευνάς μου. Ειλικρινά, η συμβολή τους ήταν καθοριστικής σημασίας για την επιτυχή και άρτια ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Ξεχωριστά θα ήθελα να ευχαριστήσω τη γιαγιά μου, Ελένη, τη μητέρα μου, Σοφία και την αδερφή μου, Ειρήνη, για την ενθάρρυνση και τη στήριξη που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας. Τέλος, ευχαριστώ τους φίλους μου, που ήταν στο πλευρό μου κατά την εκπόνηση της εργασίας, και ιδίως τη στενή μου φίλη Τόλη Φανή, η οποία επιμελήθηκε τη μετάφραση της εισαγωγικής περίληψης.

Περιεχόμενα	
<b>Περίληψη.....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> .....</b>	<b>9</b>
<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>9</b>
<b>Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία τον 21ο αιώνα ..</b>	<b>9</b>
Σχέσεις μεταξύ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας.....	9
Θεμελιώνοντας τον Επιστημονικό και Τεχνολογικό Γραμματισμό. ....	13
Τα πολλαπλά επίπεδα και οι εκφάνσεις του Επιστημονικού Γραμματισμού .....	16
<b>Οι ικανότητες του επιστημονικά εγγράμματος πολίτη .....</b>	<b>24</b>
ΟΟΣΑ: Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης.....	24
Science in Europe: National Practices, Policies and Research & Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future Europe .....	25
National Science Education Standards, National Research Council 1996 .....	28
New Framework NRC: A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas. 2012 .....	33
Standards for Technological Literacy ITEA .....	36
Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στην Ελλάδα .....	39
<b>Ανοιχτά Διερευνητικά Περιβάλλοντα Μάθησης.....</b>	<b>44</b>
Τα Περιβάλλοντα Μάθησης: Τυπικά – Μη τυπικά - Άτυπα .....	44
Η ενοποίηση τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης και τα συνακόλουθα οφέλη.....	45
Τα είδη της Διερεύνησης.....	47
Η Δομημένη Διερεύνηση .....	48
Η Καθοδηγούμενη Διερεύνηση.....	48
Η Ανοιχτή Διερεύνηση.....	48
Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα επιπέδων διερεύνησης.....	49

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στα Ανοιχτά Διερευνητικά Περιβάλλοντα μάθησης.....	50
Το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών ως Ανοιχτό Διερευνητικό Περιβάλλον Μάθησης ...	52
<b>Κρίσιμες Αλλαγές στην Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών στις Φυσικές</b>	
<b>Επιστήμες</b> .....	55
Η μάθηση με νόημα ως όχημα για τον επιστημονικό γραμματισμό των νέων.....	55
Εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών για την ενίσχυση του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών .....	59
<b>Συμπεράσματα 1<sup>ο</sup> Κεφαλαίου</b> .....	62
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup></b> .....	<b>64</b>
Δομικά Χαρακτηριστικά και Περιγραφή του Προγράμματος Εκπαίδευσης .....	64
Αντιστοίχιση του Προγράμματος Εκπαίδευσης με τα Πρότυπα Περιεχομένου του NRC.....	77
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup></b> .....	<b>80</b>
<b>Μέθοδος</b> .....	<b>80</b>
<b>Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα</b> .....	<b>80</b>
<b>Συμμετέχοντες</b> .....	<b>80</b>
<b>Μέθοδος συλλογής δεδομένων</b> .....	<b>81</b>
Επιλογή ερευνητικού εργαλείου.....	81
Ανάπτυξη ερευνητικού εργαλείου.....	81
<b>Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων</b> .....	<b>83</b>
<b>Μέθοδος Ανάλυσης Δεδομένων</b> .....	<b>84</b>
Ανάπτυξη και Περιγραφή Εργαλείου Ανάλυσης Δεδομένων .....	84
Μέθοδος Ανάλυσης Δεδομένων: Ανάλυση Περιεχομένου .....	89
<b>Εγκυρότητα και Αξιοπιστία έρευνας</b> .....	<b>93</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup></b> .....	<b>95</b>
<b>Αποτελέσματα</b> .....	<b>95</b>

<b>1<sup>ο</sup> Μέρος: Αποτελέσματα για τα Πρότυπα Περιεχομένου.....</b>	<b>96</b>
<b>2<sup>ο</sup> Μέρος: Αποτελέσματα για τις υποκατηγορίες των Προτύπων .....</b>	<b>98</b>
Πρότυπο Περιεχομένου Α: Ικανότητες Διεξαγωγής Επιστημονικής Διερεύνησης.....	98
Πρότυπο Περιεχομένου Β: Γνωστικό Αντικείμενο .....	102
Πρότυπο Περιεχομένου Γ: Ικανότητες Τεχνολογικού Σχεδιασμού .....	103
Πρότυπο Περιεχομένου Δ: Επιστήμη – Τεχνολογία – Κοινωνία .....	105
<b>3<sup>ο</sup> Μέρος: Ειδικά Αποτελέσματα Ασαφών Απαντήσεων .....</b>	<b>108</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> .....</b>	<b>110</b>
<b>Συμπεράσματα – Συζήτηση .....</b>	<b>110</b>
Περιορισμοί της Έρευνας και Μελλοντικές Προεκτάσεις .....	114
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>116</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α .....</b>	<b>126</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β .....</b>	<b>127</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ .....</b>	<b>136</b>

## Περίληψη

Ο επιστημονικός γραμματισμός συνοψίζει τους βασικούς σκοπούς της εκπαίδευσης των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. Οι εκπαιδευτικοί είναι οι φορείς που καλούνται να υποστηρίξουν την εφαρμογή των επιδιώξεων των Προγραμμάτων Σπουδών για τον επιστημονικό γραμματισμό. Για το λόγο αυτό, είναι αναγκαία η κατάρτιση και επαγγελματική τους ανάπτυξη προς αυτόν το σκοπό. Τα Ανοιχτά Διερευνητικά Περιβάλλοντα Μάθησης αναδεικνύονται ως ένα, πολλά υποσχόμενο πεδίο, για να υποστηριχθεί αυτή η προσπάθεια.

Η παρούσα εργασία εκθέτει την εξέλιξη των αντιλήψεων 37 μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με τον επιστημονικό γραμματισμό. Οι συμμετέχοντες έλαβαν μέρος σε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης, το οποίο υλοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας το 2015-2016. Το πρόγραμμα διήρκεσε 6 μήνες και περιελάμβανε μία σειρά συνεδριών, οι οποίες στόχευαν στην εξοικείωση των φοιτητών με τα Ανοιχτά Διερευνητικά Περιβάλλοντα Μάθησης και, ειδικότερα, στην άρτια προετοιμασία τους όσον αφορά το σχεδιασμό και την υλοποίηση Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Οι βασικές κατευθύνσεις του προγράμματος ήταν τρεις: Επιστήμη και Τεχνολογία, Διερευνητικά Περιβάλλοντα Μάθησης και Μοντελοποίηση. Οι φοιτητές έλαβαν μέρος σε ποικιλία δραστηριοτήτων, ομαδικών και ατομικών, προσεγγίζοντας βιωματικά και ρητά τη μάθηση.

Σκοπός της εργασίας ήταν να αποτυπώσει κατά πόσο οι αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών για τον επιστημονικό γραμματισμό εξελίχθηκαν κατά τη διάρκεια του Προγράμματος. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν ένα ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου, που συμπληρώθηκε πριν και μετά την εκπαίδευσή τους. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν η ποιοτική ανάλυση και συγκεκριμένα η ανάλυση περιεχομένου. Ο σχεδιασμός

της έρευνας και η ανάλυση των δεδομένων βασίστηκε στα Πρότυπα Περιεχομένου για τον Επιστημονικό Γραμματισμό που προτείνει το National Research Council (1996, 2000, 2012), καθώς επίσης και στο κίνημα Science-Technology-Society.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έπειτα από τη διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών, πριν και έπειτα από τη διεκπεραίωση του Προγράμματος, καταδεικνύουν ότι σημειώθηκε πρόοδος όσον αφορά τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων για τον επιστημονικό γραμματισμό. Πιο συγκριμένα, οι φοιτητές έδειξαν να αναγνωρίζουν, εκτός από τη γνώση περιεχομένου, που μονοπώλησε τις απαντήσεις στην πρώτη καταγραφή, περισσότερες πτυχές του επιστημονικού γραμματισμού, όπως την ικανότητα διεξαγωγής διερευνήσεων και τις ικανότητες τεχνολογικού σχεδιασμού. Το γεγονός αυτό προβάλλει τη μετατόπιση των αντιλήψεων των συμμετεχόντων από τη γνώση περιεχομένου προς τη σημασία της διαδικαστικής γνώσης για την κατάκτηση του επιστημονικού γραμματισμού. Επιπλέον, διαφάνηκε ότι οι αντιλήψεις τους για τη σχέση Επιστήμης και Τεχνολογίας-Κοινωνίας διευρύνθηκαν σημαντικά.

Αποτελεί επιτακτική ανάγκη για τη σύγχρονη εκπαίδευση να συμπεριλάβει στην εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών προγράμματα προσανατολισμένα στην ενίσχυσή τους με γνώσεις και πρακτικές που θα τους καταστήσουν ικανούς να βοηθήσουν τους μαθητές να ανταποκριθούν στις προσδοκίες για επιστημονικό γραμματισμό. Μία προσπάθεια προς αυτή την κατεύθυνση επιχειρήθηκε στην παρούσα εργασία.

**Λέξεις κλειδιά:** επιστημονικός και τεχνολογικός γραμματισμός, αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών, Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας, ανοιχτά διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης, μη τυπική εκπαίδευση.

## **Abstract**

Scientific literacy summarizes the basic aims of students' education concerning Science. Educators are those who are intended to promote the implementation of scientific literacy's curriculum. Thus, training and professional development for this purpose are completely necessary. The Open Inquiry Learning Environments constitute an emerging and promising field needed to this attempt.

This paper outlines the development of 37 primary student teachers' perceptions about scientific literacy. Participants experienced a training program, which took place at the University of Western Macedonia during 2015-2016. The program lasted 6 months and included a series of sessions, aimed at familiarizing students with the Open Inquiry Learning Environments and, in particular, with their thorough preparation for the planning and implementation of Science and Technology Festivals. The main directions of this program were three: Science and Technology, Inquiry Learning Environments and Modeling. Students took part in a variety of activities, which were conducted in groups or individually, through experiential and explicit learning methods.

The purpose of this paper was to emphasize whether the perceptions of potential teachers about scientific literacy have been further developed during this Program. The data collection tool was an open-ended questionnaire, completed before and after their training. The method followed was qualitative analysis and particularly content analysis. Research design and data analysis were based on the Content Science Literacy Standards proposed by the National Research Council (1996, 2000, 2012) and on Science, Technology & Society movement.



The results followed from the analysis of teachers' perceptions, before and after the Program, show that there has been progress in participants' perceptions about scientific literacy. More specifically, students seemed to recognize more aspects of scientific literacy, except for content knowledge dominating the answers in the first data entry, such as the inquiry ability and technological design capabilities. This indicates that participants' perceptions have moved from content knowledge towards the importance of procedural knowledge for the acquisition of scientific literacy. In addition, it was revealed that their perceptions of the relation between Science Technology and Society were considerably broadened.

It is imperative that contemporary education include training programs for potential educators, aimed at developing their knowledge and practices needed for enabling students to meet the expectations about scientific literacy. This paper shows the attempt made concerning the above mentioned subject.

**Key words:** scientific and technological literacy, perceptions of potential teachers, science and technology festivals, open inquiry learning environments, non-formal education

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## Εισαγωγή

### *Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία τον 21ο αιώνα*

#### *Σχέσεις μεταξύ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας*

Στο φάσμα της μακραίωνης ιστορίας τους, οι Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) και η Τεχνολογία (ΤΧ) αποτελούν δύο διακριτά πεδία τα οποία συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν. Η επιστήμη, σύμφωνα με τον Scriven (1985) (όπως αναφέρει ο Rennie 1987:122), είναι μια διανοητική προσπάθεια εφαρμογής της ανθρώπινης νοημοσύνης με σκοπό την περιγραφή, την εξήγηση και την πρόβλεψη του φυσικού κόσμου. Η τεχνολογία από την άλλη, ορίζεται ως η σκόπιμη τροποποίηση του φυσικού κόσμου από τον άνθρωπο ώστε να επεκτείνει τις ικανότητές του και να ικανοποιήσει τις ανάγκες του (International Technological Education Association [ITEA], 2007). Κατά καιρούς, οι απόψεις σχετικά με την ισορροπία της σχέσης των δύο πεδίων δεν ήταν σταθερές. Υπήρξαν υποστηρικτές της αμοιβαίας συμπλήρωσης αλλά και υποστηρικτές της απόλυτης διάκρισης, δίνοντας το προβάδισμα άλλοτε στις φυσικές επιστήμες και άλλοτε στην τεχνολογία. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένες από τις απόψεις που επικράτησαν σχετικά με τη σχέση επιστήμης και τεχνολογίας στο πέρασμα του χρόνου.

Οι Barnes και Edge (1982) πρότειναν δύο μοντέλα για να περιγράψουν τη σχέση επιστήμης και τεχνολογίας: το ιεραρχικό και το συμμετρικό. Αναλυτικότερα, το ιεραρχικό μοντέλο αντιμετωπίζει την τεχνολογία ως εφαρμοσμένη επιστήμη. Η γνώση προέρχεται αποκλειστικά από τον τομέα των φυσικών επιστημών και στη συνέχεια η τεχνολογία αξιοποιεί και πραγματώνει υλικά αυτή τη γνώση. Το συγκεκριμένο μοντέλο

υποστηρίζει πως η τεχνολογική καινοτομία είναι προϊόν της επιστημονικής προόδου. Στο συμμετρικό μοντέλο, οι φυσικές επιστήμες και η τεχνολογία αντιμετωπίζονται ως διακριτά πεδία που κατέχουν το δικό τους διακριτό σώμα γνώσεων και μεθοδολογιών. Επιπλέον, το μοντέλο αυτό θεωρεί ότι υπάρχει μία αμφίδρομη αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο πεδίων και απορρίπτει την ύπαρξη μιας αιτιώδους κατεύθυνσης αυτής της αλληλεπίδρασης προς όφελος ενός εκ των δύο πεδίων (Layton, 1993).

Μία άλλη ταξινόμηση καταγράφουν οι Jane & Tytler (2003) περιγράφοντας τέσσερις διαφορετικές απόψεις σχετικά με τη σχέση επιστήμης και τεχνολογίας. Σύμφωνα με την πρώτη, η τεχνολογία θεωρείται εφαρμοσμένη επιστήμη, η επιστήμη προηγείται της τεχνολογίας και σε αυτήν στηρίζεται κάθε τεχνολογική ικανότητα. Οι τεχνολόγοι βασίζονται στην επιστημονική γνώση προκειμένου να δημιουργήσουν οποιοδήποτε τεχνούργημα. Η δεύτερη άποψη, υποστηρίζει πως η τεχνολογία επηρεάζει την ανάπτυξη των ιδεών και των αντιλήψεων του κόσμου, δηλαδή προηγείται της επιστήμης (υλιστική άποψη). Για παράδειγμα, η ανακάλυψη του ρολογιού (τεχνολογία) ήταν ο μοχλός που έθεσε σε κίνηση σημαντικές αλλαγές στον τρόπο που αντιλαμβάνονταν οι δυτικές κοινωνίες των χώρο και το χρόνο (επιστήμη). Η τρίτη άποψη, θεωρεί ότι υπάρχει μία αμφίδρομη αλληλεπίδραση μεταξύ επιστήμης και τεχνολογίας. Οι Jobling & Jane (1996) χρησιμοποίησαν τον όρο «συμβίωση» για να περιγράψουν τον τρόπο με τον οποίο επιστήμη και τεχνολογία αλληλεπιδρούν με έναν αμοιβαία επωφελή τρόπο. Τέλος, η τέταρτη άποψη υποστηρίζει ότι οι φυσικές επιστήμες και η τεχνολογία είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, καθώς εργασία των επιστημόνων διαφέρει από αυτή των τεχνολόγων ως προς τους στόχους, τις μεθόδους και τα αποτελέσματά της (Gardner, 1994). Πιο συγκεκριμένα, στόχος της επιστήμης είναι να περιγράψει, να ερμηνεύσει και να προβλέψει τα φυσικά φαινόμενα. Από την άλλη, τεχνολογία είναι η συστηματική διαδικασία και το

προϊόν, του σχεδιασμού, της ανάπτυξης, της διατήρησης και της παραγωγής τεχνουργημάτων. Η επιστήμη, συνεπώς, είναι η διαδικασία της ερμηνείας και απαντάει στην ερώτηση «γιατί» ενώ η τεχνολογία είναι η διαδικασία της γνώσης που απαντά στο «πώς» να φτιάξω ή να κάνω κάτι. Οι επιστήμονες αναζητούν τη γνώση και την κατανόηση ενώ οι τεχνολόγοι την πρακτική λύση σε ένα προσωπικό ή κοινωνικό πρόβλημα. Ο Solomon (1993) συγκρίνει την επιστήμη με την τεχνολογία με τον ακόλουθο τρόπο:

**Πίνακας 1.1. Σύγκριση Επιστήμης και Τεχνολογίας (Solomon, 1993)**

<b>Η Επιστήμη ασχολείται με:</b>	<b>Η Τεχνολογία ασχολείται με:</b>
Τον προσδιορισμό ερωτήσεων	Τον προσδιορισμό λύσεων
Την εξήγηση και την πρόβλεψη	Την παραγωγή επιτυχημένων προϊόντων
Την ανακάλυψη	Τις εφευρέσεις
Την διατύπωση θεωριών για τις αιτίες	Τη διατύπωση θεωριών για τις διαδικασίες
Την ανάλυση	Το σχεδιασμό
Τη διάκριση μεταξύ εννοιών και τη μελέτη φαινομένων ελέγχοντας μεταβλητές σε πειράματα	Την μελέτη διαφορετικών παραγόντων που επηρεάζουν τον σχεδιασμό
Την αναζήτηση αιτιών	Την αναζήτηση πρακτικών λύσεων
Την έρευνα για τους δικούς της λόγους	Την αναζήτηση για πρακτικούς σκοπούς
Η επιστήμη επιδιώκει:	Η τεχνολογία επιδιώκει τόση
Την ακρίβεια	ακρίβεια όση είναι απαραίτητη για την επιτυχία
Την διατύπωση σωστών λύσεων βασισμένων σε ακριβή δεδομένα.	ώστε να φτάνει σε ορθές αποφάσεις έχοντας ως βάση τα διαθέσιμα δεδομένα.

Η γενικευμένη επιρροή της τεχνολογίας στη ζωή του ανθρώπου και οι βαθιές ποιοτικές αλλαγές που έχει επιφέρει στον τρόπο οργάνωσης της

σύγχρονης ζωής, συντέλεσαν στη προσαρμογή των εκπαιδευτικών συστημάτων στη νέα πραγματικότητα. Έτσι, συντάχθηκαν νέα προγράμματα τα οποία συμπεριέλαβαν στους στόχους τους την ένταξη της τεχνολογίας (Layton, 1993). Μετά το 1960, τα αναλυτικά προγράμματα, παρόλο που ήταν δομημένα με βάση την καθαρή επιστήμη (έννοιες και αρχές), άρχισαν να ενσωματώνουν τεχνολογικές εφαρμογές. Έτσι, εφαρμόζοντας την επιστήμη στην πράξη, μέσω της τεχνολογίας, φιλοδοξούσαν στην ανάπτυξη τόσο του ενδιαφέροντος όσο και της καλύτερης κατανόησης της επιστήμης (Χαλκιά, 2012). Σε αυτές τις περιπτώσεις, όμως, η μάθηση για την τεχνολογία ήταν συμπτωματική και υποδεέστερης αξίας σε σχέση με τις φυσικές επιστήμες. Ωστόσο, υπήρξαν και πρωτοβουλίες όπου η ανάπτυξη των τεχνολογικών ικανοτήτων ήταν ο κύριος σκοπός, ενώ οι φυσικές επιστήμες ήταν, απλώς, το μέσο επίτευξης αυτού του σκοπού (Layton, 1993).

Από το 1980 και έπειτα, προωθείται η αντίληψη ότι η τεχνολογία δεν είναι υποδεέστερη της επιστήμης. Στο επίκεντρο τίθενται κοινωνικά ζητήματα με επιστημονικές και τεχνολογικές διαστάσεις. Όλα αυτά απαιτούν τεχνολογική ενημερότητα όσον αφορά κοινωνικές, ηθικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες των τεχνολογικών εξελίξεων. Έτσι, σταδιακά, θεσμοθετούνται τα προγράμματα Επιστήμης – Τεχνολογίας – Κοινωνίας (Science – Technology – Society [STS]), που δίνουν έμφαση στην κατανόηση της φύσης της τεχνολογίας καθώς και των αλληλεπιδράσεών της με την επιστήμη και την κοινωνία (Jane & Tytler, 2003 Layton, 1993 Χαλκιά, 2012).

Στον αιώνα που διανύουμε, με το συνεχώς αναπτυσσόμενο πεδίο των επιστημών και της τεχνολογίας, κρίνεται απαραίτητη η ειδική εκπαίδευση των μαθητών τόσο σε θέματα επιστήμης και όσο και σε θέματα τεχνολογίας. Οι θεωρητικοί των φυσικών επιστημών, στις μέρες μας, υποστηρίζουν την παράλληλη διδασκαλία φυσικών επιστημών και τεχνολογίας (Jenkins,

1997). Στις πιο καινοτόμες προσεγγίσεις, προτείνεται διεπιστημονική μελέτη της τεχνολογίας, συνδέοντάς τη με το κοινωνικό και ιστορικό πλαίσιο, τις θετικές, ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες (Layton, 1993). Με τη διάχυση της τεχνολογίας σε άλλα γνωστικά αντικείμενα, σε όλο το φάσμα του αναλυτικού προγράμματος, προβλέπεται πως θα αναδειχθεί ο πολυπαραγοντικός της χαρακτήρας.

Προκειμένου να κατανοηθεί ο γρήγορα μεταβαλλόμενος κόσμος, από τους μαθητές, η εκπαίδευση χρειάστηκε να προσαρμοστεί στις νέες απαιτήσεις. Όλη αυτή η προσπάθεια συνδέθηκε και εκφράστηκε κυρίως με το αίτημα για «Επιστημονικό και Τεχνολογικό γραμματισμό».

### ***Θεμελιώνοντας τον Επιστημονικό και Τεχνολογικό Γραμματισμό.***

Κατά τη διάρκεια του 19<sup>ου</sup> αιώνα, εποχή κατά την οποία τα επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα αποκτούσαν ολοένα και πιο καταλυτική ισχύ για τις εξελίξεις, εισήχθησαν στα αναλυτικά προγράμματα για πρώτη φορά οι φυσικές επιστήμες. Ωστόσο, στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, οι επιστήμες που καθόριζαν σε μεγάλο βαθμό τους σκοπούς και τις πολιτικές, ήταν κυρίως ανθρωπιστικές και θεολογικές. Για το λόγο αυτό, υπήρχε έντονος προβληματισμός όσον αφορά τον τρόπο που θα διδάσκονταν οι φυσικές επιστήμες, εάν δηλαδή θα επικεντρώνονταν σε θέματα φιλοσοφίας και μαθηματικών ή θα δινόταν έμφαση στις εφαρμογές και τις πειραματικές διαδικασίες (Matthews, 2007).

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, ο John Dewey, θέτει στο επίκεντρο της διδακτικής των φυσικών επιστημών τη σύνδεσή τους με την καθημερινή ζωή. Σταδιακά, οι στόχοι των αναλυτικών προγραμμάτων επιδιώκουν την ισορροπία μεταξύ των γνώσεων και των μεθόδων διερεύνησης του φυσικού κόσμου από τη μια και της δυνατότητας της επιστήμης να εξασφαλίσει στον άνθρωπο ποιότητα ζωής. Απώτερος σκοπός ήταν η δημιουργία πολιτών που

να μπορούν να συμμετέχουν ενεργά σε μια δημοκρατική κοινωνία, αναγνωρίζοντας στις φυσικές επιστήμες την πολιτισμική τους διάσταση.

Ο επιστημονικός γραμματισμός, ως όρος, έχει επανειλημμένα χρησιμοποιηθεί για να εκφράσει τον, ευρύ και περιεκτικό, θεμελιώδη σκοπό της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες (Bybee, 1997 · Laherto, 2010). Πιθανότατα, ο όρος να πρωτοχρησιμοποιήθηκε το 1940 από τον James Bryant και επεκτάθηκε στον τομέα της εκπαίδευσης το 1958 από τον Paul DeHart Hurd στο άρθρο του με τίτλο «Επιστημονικός Γραμματισμός: η σημασία του για τα Αμερικανικά Σχολεία» (Laherto, 2010).

Το αίτημα για επιστημονικό γραμματισμό κάνει την εμφάνισή του μία κρίσιμη ιστορική στιγμή. Μετά τη λήξη του Β΄ Παγκοσμίου πολέμου και τη ρίψη της ατομικής βόμβας, η ανθρωπότητα βιώνει μία ταραγμένη περίοδο. Γίνεται αντιληπτό ότι η επιστήμη μπορεί να έχει αρνητική επίδραση στις κοινωνίες που τη δημιούργησαν, με αποτέλεσμα να υιοθετείται αρνητική στάση του πληθυσμού προς αυτή (Χαλκιά, 2012). Το αίτημα του επιστημονικού γραμματισμού προβάλλεται τώρα ως η ευκαιρία του πολίτη να επιβάλει περιορισμούς στους επιστήμονες και στις εφαρμογές της επιστήμης. Όπως αναφέρει ο Hurd (1958: 15): *«Η σύγχρονη εκπαίδευση πρέπει να αναπτύξει μία προσέγγιση για την λύση των προβλημάτων της ανθρωπότητας, που να λαμβάνει υπόψη τις φυσικές, τις ανθρωπιστικές και τις κοινωνικές επιστήμες με έναν αμοιβαία επωφελή τρόπο»*. Η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού, την συγκεκριμένη περίοδο, αναφέρεται στην κατανόηση της επιστήμης και των εφαρμογών της στην κοινωνία. Όπως υποστηρίχτηκε, δεν ήταν δυνατόν να παίρνονται οικονομικές, πολιτικές και προσωπικές αποφάσεις χωρίς να λαμβάνονται υπόψη η επιστήμη και η τεχνολογία (Bybee, 1997).

Κατά την δεκαετία του 50', με τον ανταγωνισμό Ηνωμένων Πολιτειών και Σοβιετικής Ένωσης για την υπεροχή στο διάστημα, η έννοια

του επιστημονικού γραμματισμού και πάλι τροποποιήθηκε. Η πολιτισμική διάσταση της επιστήμης παραμελήθηκε καθώς πια ο στόχος δεν ήταν η δημιουργία ενεργών πολιτών μιας δημοκρατικής κοινωνίας. Αντίθετα, βασική επιδίωξη ήταν η εθνική ασφάλεια, η διατήρηση και η επίδειξη της οικονομικής ισχύος της χώρας. Έτσι, η εκπαίδευση προσανατολίστηκε στη διδασκαλία νόμων και αρχών της επιστήμης με απώτερο στόχο τη δημιουργία υψηλού επιπέδου επιστημόνων (Χαλκιά, 2012).

Ακολουθεί η δεκαετία 60'-70', η οποία χαρακτηρίστηκε από γενικότερο κύμα αμφισβήτησης στο περιεχόμενο των σπουδών. Για άλλη μια φορά τα αναλυτικά προγράμματα αλλάζουν, τείνοντας στο να προσεγγίσουν το ενδιαφέρον των μαθητών, συνδέοντας την επιστήμη με την καθημερινή ζωή. Έτσι, δίνεται έμφαση στην ανακαλυπτική μέθοδο και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων. Την περίοδο αυτή αναπτύσσονται καινοτόμα προγράμματα, όπως τα προγράμματα STS που προαναφέρθηκαν, τα οποία στόχο έχουν να εφοδιάσουν τους μαθητές με γνώσεις και δεξιότητες από το χώρο των κοινωνικών και των φυσικών επιστημών, έτσι ώστε να είναι ικανοί να παίρνουν αποφάσεις για κοινωνικά θέματα που σχετίζονται με την επιστήμη. Δεν έλειψαν βέβαια οι επικριτές αυτών των προγραμμάτων, οι οποίοι υποστήριζαν ότι, τέτοιου είδους προσεγγίσεις, θα οδηγούσαν την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες να μετατραπεί σε κοινωνικές αναλύσεις τεχνολογικών ζητημάτων (Layton, 1993).

Τη δεκαετία του 80' οι ΗΠΑ θεσμοθετούν το πρόγραμμα "Project 2061" το οποίο προωθεί μία ριζική αναμόρφωση της εκπαίδευσης που σχετίζεται κυρίως με το αίτημα για επιστημονικό γραμματισμό. Πιο συγκεκριμένα, αυτό που επιδιώκεται είναι να επαναπροσδιοριστούν οι στόχοι της εκπαίδευσης ώστε να επιτευχθεί στον μεγαλύτερο βαθμό ο επιστημονικός γραμματισμός για όλους τους μαθητές (Bybee, 1997). Παράλληλα, στην



Ευρώπη τα αναλυτικά προγράμματα αρχίζουν να συντάσσονται έχοντας ως σύνθημα το «Επιστήμη για όλους» (Science for all).

Φτάνοντας λοιπόν στα τέλη του 20ου αιώνα, η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού έχει εξελιχθεί σε μία έννοια «ομπρέλα» που συμπεριλαμβάνει σχεδόν οτιδήποτε σχετίζεται με τις εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες (Shamos, 1995 Laugksch, 2000).

Συμπερασματικά, φαίνεται πως ο επιστημονικός γραμματισμός είναι μία κοινωνικά καθορισμένη έννοια, καθώς έχει διαφορετική σημασία σε διαφορετικές εποχές και γεωγραφικούς τόπους (Parkinson, 2000), ή ακόμη και σε διαφορετικά κοινωνικά περιβάλλοντα της ίδιας επιστημονικής κοινότητας. Όπως υποστηρίζει ο Lauksch (2000) θα ήταν μονομερές και ελλιπές εάν ο όρος του επιστημονικού γραμματισμού συνδεόταν μόνο με το υπάρχον σώμα της επιστημονικής γνώσης και τις ατομικές επιστημονικές δεξιότητες. Ο επιστημονικός γραμματισμός αποκτά πραγματικό νόημα όταν το άτομο καταφέρει να αποκτήσει όλες εκείνες τις απαιτούμενες γνώσεις που του διασφαλίζουν την επάρκεια στο να λειτουργεί αποτελεσματικά στην κοινωνία. Ο καθένας βιώνει την επιστημονική γνώση στο καθορισμένο πλαίσιο στο οποίο ζει, το οποίο τον ενδιαφέρει και με το οποίο αλληλεπιδρά (Wynne, 1992). Κατά συνέπεια, εύλογα, ο όρος επιδέχθηκε πολλές και διαφορετικές ερμηνείες στο πέρασμα των χρόνων (Χρηστίδης, 2014).

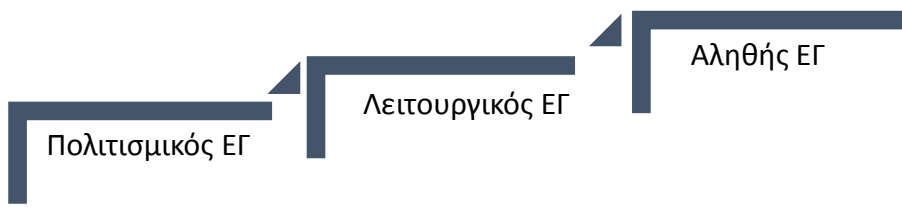
### ***Τα πολλαπλά επίπεδα και οι εκφάνσεις του Επιστημονικού Γραμματισμού***

Ο επιστημονικός γραμματισμός τα τελευταία πενήντα χρόνια έχει οριστεί από μεγάλο αριθμό ερευνητών και οργανισμών (Mc Eneaney, 2003). Οι πρόσφατοι ορισμοί συμπεριλαμβάνουν στον ορισμό τους την εννοιολογική γνώση, τη φύση της επιστήμης, την ηθική αλλά και τη σχέση επιστήμης – τεχνολογίας και κοινωνίας (Hodson, 2002). Στο πεδίο της εκπαιδευτικής πολιτικής, ο όρος εμπεριέχει τους σκοπούς της εκπαίδευσης στις φυσικές

επιστήμες (DeBoer, 2000). Ωστόσο, φαίνεται πως δεν υπάρχει ένας μοναδικός και κοινά αποδεκτός ορισμός του επιστημονικού γραμματισμού.

Προκειμένου να αξιολογηθούν οι συνιστώσες του επιστημονικού γραμματισμού πρέπει να συζητηθούν κάποια ζητήματα. Πρώτον, πρέπει να ξεκαθαριστεί πως η κατανόηση του να είναι κανείς επιστημονικά εγγράμματος δεν είναι ένα ζήτημα που απαντάται με ένα ναι ή ένα όχι. Υπάρχουν πολλά επίπεδα και εκφάνσεις του επιστημονικού γραμματισμού. Για παράδειγμα, οι Shen (1975), Pella (1976) και Shamos (1995) προτείνουν μία παρόμοια ταξινόμηση σε επίπεδα.

Αναλυτικότερα, ο Shamos (1995) υποστήριξε ότι υπάρχουν τρία επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού, με αυξανόμενο βαθμό δυσκολίας από το ένα επίπεδο στο άλλο (Διάγραμμα 1.1.). Το χαμηλότερο επίπεδο επιστημονικού γραμματισμού είναι ο πολιτισμικός επιστημονικός γραμματισμός. Πρόκειται για το βασικό επίπεδο γνώσεων που είναι απαραίτητο ώστε να μπορεί κανείς να παρακολουθήσει τον κοινωνικό διάλογο περί επιστήμης. Το επόμενο επίπεδο είναι ο λειτουργικός επιστημονικός γραμματισμός, στο οποίο ο πολίτης θα πρέπει να είναι άνετος στη χρήση επιστημονικών όρων και να χειρίζεται με απλό και κατανοητό τρόπο τα διάφορα επιστημονικά ζητήματα. Τέλος, το ανώτατο επίπεδο επιστημονικού γραμματισμού ορίζεται ως ο αληθής επιστημονικός γραμματισμός. Στο επίπεδο αυτό, εκτός από τα παραπάνω, ο πολίτης οφείλει, επιπλέον, να γνωρίζει ορισμένες από τις βασικές θεωρίες που αποτελούν τα θεμέλια της επιστήμης (εκτίμηση της σημασίας της επιστημονικής διερεύνησης, διατύπωση κατάλληλων ερωτημάτων, αναγνώριση επαγωγικού και παραγωγικού συλλογισμού, εξοικείωση με διαδικασίες λογικής σκέψης και εμπιστοσύνη σε αξιόπιστες ενδείξεις) (Χρηστίδης, 2014) .



**Διάγραμμα 1.1.** Τα επίπεδα Επιστημονικού Γραμματισμού (ΕΓ) κατά τον Shamos (Shamos, 1995)

Ο Miller (1983) πρότεινε ότι ο επιστημονικός γραμματισμός χωρίζεται σε τρεις συσχετιζόμενες κατευθύνσεις: Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται οι πολίτες που κατέχουν το λεξιλόγιο των βασικών επιστημονικών εννοιών και είναι ικανοί να διαβάζουν επιστημονικές απόψεις σε εφημερίδα ή περιοδικό. Στη δεύτερη κατηγορία εντάσσονται οι πολίτες που είναι ικανοί να κατανοούν τη διαδικασία και τη φύση της επιστημονικής διερεύνησης. Στην τρίτη κατηγορία εντάσσονται όσοι κατανοούν τη σχέση της επιστήμης και της τεχνολογίας και τη σημασία τους για τα άτομα και την κοινωνία (Kemp, 2002).

Ο Bybee (1997) και το Biological Sciences Curriculum Study [BSCS] (1993) πρότειναν μία συζητήσιμη θεωρητική κλίμακα που είναι πιο κατάλληλη για την αξιολόγηση του επιπέδου του επιστημονικού γραμματισμού στις ΦΕ στο σχολείο, διότι η ιεραρχία τους μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε διδακτικές προτάσεις. Η ταξινόμια αυτή δεν είναι μια διδακτική σειρά, αλλά μια οριζόντια οπτική. Η κλίμακα προτείνει τα ακόλουθα επίπεδα επιστημονικού γραμματισμού (Διάγραμμα 1.2.):

Στο πρώτο επίπεδο του επιστημονικού αναλφαβητισμού (illiteracy), οι μαθητές δεν μπορούν απαντήσουν σε ένα εύλογο ερώτημα σχετικά με τις φυσικές επιστήμες. Δεν κατέχουν το λεξιλόγιο, τις έννοιες ή τη γνωστική

ικανότητα να αναγνωρίσουν ένα επιστημονικό ερώτημα ή να θεωρήσουν ένα ερώτημα ως επιστημονικό.

Στο επόμενο επίπεδο, του στοιχειώδη-βασικού (nominal) επιστημονικού γραμματισμού, οι μαθητές είναι ικανοί να αναγνωρίζουν έννοιες που σχετίζονται με την επιστήμη, όμως το επίπεδο της κατανόησής τους εμπεριέχει, σαφώς, παρανοήσεις.



**Διάγραμμα 1.2.** Τα επίπεδα του Επιστημονικού Γραμματισμού (ΕΓ) κατά τον Bybee (Bybee, 1997:83)

Στο τρίτο επίπεδο του λειτουργικού (functional) επιστημονικού γραμματισμού, οι μαθητές μπορούν να περιγράψουν έννοιες σωστά, αλλά έχουν μια περιορισμένη κατανόησή τους. Η γνώση τους περιορίζεται στη χρήση επιστημονικού ή τεχνολογικού λεξιλογίου σε συγκεκριμένο πλαίσιο (Bybee, 1997:83).

Όσον αφορά το επόμενο επίπεδο, του εννοιολογικού και διαδικαστικού (conceptual and procedural) επιστημονικού γραμματισμού, οι μαθητές έχουν αναπτύξει ως έναν βαθμό την κατανόηση των βασικών επιστημονικών σχημάτων ενός πλαισίου και μπορούν να συνδέουν αυτά τα

σχήματα με τη γενική κατανόηση της επιστήμης, ενώ κατέχουν τις διαδικαστικές ικανότητες για την κατανόηση της επιστημονικής έρευνας και του τεχνολογικού σχεδιασμού (Bybee, 1997:83).

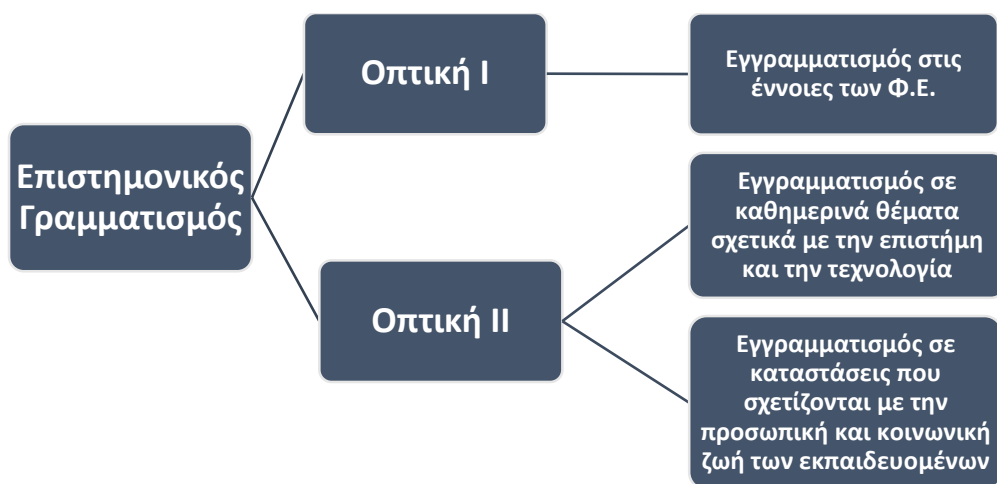
Στο τελευταίο επίπεδο, του πολυδιάστατου επιστημονικού γραμματισμού οι μαθητές κατανοούν ότι η επιστήμη εκτείνεται πέρα από τις έννοιες και τις διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας. Περιλαμβάνει φιλοσοφικές, ιστορικές και κοινωνικές συνιστώσες της επιστήμης και της τεχνολογίας. Σε αυτό το επίπεδο οι μαθητές έχουν αναπτύξει την κατανόησή τους για την εκτίμηση της επιστήμης και της τεχνολογίας όσον αφορά τη σχέση τους με την καθημερινή ζωή. Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να κατανοούν τις συνδέσεις μέσα στους διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους καθώς και μεταξύ της επιστήμης και της τεχνολογίας και των καίριων κοινωνικών ζητημάτων.

Η ανάπτυξη του λειτουργικού γραμματισμού εμπλουτίζει το λεξιλόγιο των μαθητών και την εννοιολογική γνώση τους μέσω της κατανόησης των συνδέσεων των εννοιών και των βασικών ιδεών και λεπτομερειών. Η πρόκληση για όσους δημιουργούν διδακτικά υλικά είναι να αναγνωρίσουν και να ενισχύσουν όλα τα επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού με σεβασμό στα προσωπικά και αναπτυξιακά ενδιαφέροντα των μαθητών.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί, ότι ο Bybee (1997) έχει επίγνωση του ότι το να επιτευχθεί πολυδιάστατος επιστημονικός γραμματισμός σε όλους τους τομείς πιθανώς να είναι αδύνατο. Ένα άτομο μπορεί να φτάσει σε υψηλό επίπεδο σε ένα ειδικό τομέα αλλά σε πιο χαμηλό σε άλλο θέμα.

Περνώντας σε μια άλλη κατηγοριοποίηση, ο Roberts (2007), αναγνωρίζει δύο διαφορετικές προσεγγίσεις στους στόχους του επιστημονικού γραμματισμού (Διάγραμμα 1.3.).

Όπως αποτυπώνεται στο διάγραμμα 1.3., η Οπτική I περιλαμβάνει τα προγράμματα που ταυτίζουν τον επιστημονικό γραμματισμό με την ίδια την επιστήμη και τη γνώση περιεχομένου των εννοιών. Η Οπτική II προσεγγίζει τον επιστημονικό γραμματισμό ως τον γραμματισμό σε καθημερινές καταστάσεις που σχετίζονται με την επιστήμη. (Κόλλας & Χαλκιά, 2013). Ο Bulte (2007) τονίζει πως το ζητούμενο της σημερινής εκπαίδευσης είναι η μετάβαση από την Οπτική I στην Οπτική II και στο γραμματισμό μέσα από καθημερινές καταστάσεις που σχετίζονται με την επιστήμη.



**Διάγραμμα 1.3.** Τα επίπεδα επιστημονικού γραμματισμού (ΕΓ) κατά τον Roberts (Roberts, 2007)

Το δεύτερο ζήτημα που πρέπει να ξεκαθαριστεί είναι ότι όταν αξιολογούμε τον επιστημονικό γραμματισμό, ειδικά για μικρούς μαθητές, πρέπει να συνυπολογιστεί ότι ο επιστημονικός γραμματισμός είναι μια διαδικασία που επεκτείνεται και βαθαίνει στη διάρκεια της ζωής και όχι μόνο κατά τη διάρκεια της φοίτησης στο σχολείο (Solomon & Thomas, 1999). Οι στάσεις και οι αξίες ως προς την επιστήμη, ωστόσο, θεμελιώνονται στα σχολικά χρόνια και διαμορφώνουν την ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών στην ενήλικη ζωή. Παρόλα αυτά, η αξιολόγηση

του επιστημονικού γραμματισμού στο σχολείο δεν καθορίζει το τελικό επίπεδο γραμματισμού που θα φτάσει το άτομο.

Επιπλέον, υποστηρίζεται πως το τοπικό πλαίσιο ζωής και οι εξειδικευμένες ανάγκες του εκάστοτε πληθυσμού είναι καθοριστικοί παράγοντες για τη νοηματοδότηση της επιστημονικής γνώσης και της χρησιμότητας της στην ζωή των ανθρώπων. Η Χαλκιά αναφέρει πως οι Φυσικές επιστήμες θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως στοιχείο αδιαίρετο από την ανθρώπινη ζωή ώστε τα άτομα να δραστηριοποιηθούν ως ενεργά μέλη των σύγχρονων κοινωνιών (Κόλλας & Χαλκιά, 2013).

Ο Kemp (2002), σε μια προσπάθεια κατάταξης των ορισμών του επιστημονικού γραμματισμού που διατυπώθηκαν κατά καιρούς, σε γενικές κατηγορίες, διατύπωσε τρεις κατευθύνσεις θεωρήσεων. Η 1<sup>η</sup> κατηγορία αφορά τους ορισμούς που προτάσσουν την επιστημονική γνώση ως κύρια συνιστώσα του επιστημονικού γραμματισμού. Στην 2<sup>η</sup> κατηγορία απαντώνται οι ορισμοί που αποδίδουν στον επιστημονικό γραμματισμό τη διαδικαστική γνώση και την κατοχή δεξιοτήτων επιστημονικής διερεύνησης. Στην 3<sup>η</sup> κατηγορία κατατάσσονται οι ορισμοί που αναγνωρίζουν στον επιστημονικό γραμματισμό μία συναισθηματική διάσταση και συνδέονται με την συμπεριφορά και τις αξίες. Σε αρκετές περιπτώσεις, οι ορισμοί που δόθηκαν αντιστοιχούν και στις τρεις κατηγορίες, η έμφαση όμως η οποία αποδίδεται κάθε φορά, παρουσιάζει διακυμάνσεις. Ο πίνακας 1.2. συνοψίζει τους διάφορους ορισμούς που αποδίδονται στον επιστημονικό γραμματισμό, σε συνάρτηση με τις τρεις γενικές κατηγορίες του Kemp (Heinsen, 2016).

Όπως φαίνεται στον πίνακα 1.2. οι ορισμοί του επιστημονικού γραμματισμού και τα επίπεδα που προτείνει ο κάθε ερευνητής δίνουν διαφορετική βαρύτητα στις θεωρητικές κατευθύνσεις του Kemp (2002). Άλλοι ερευνητές εμπεριέχουν στους ορισμούς τους και τις τρεις

κατευθύνσεις (Roberts, 2007 · Bybee, 1997 · Miller, 1998) ενώ άλλοι σε εστιάζουν στις δύο από τις τρεις κατευθύνσεις (Shamos, 1995).

**Πίνακας 1.2.** Κατευθύνσεις των Ορισμών του Επιστημονικού Γραμματισμού

<b>Κατευθύνσεις ορισμών του Επιστημονικού Γραμματισμού</b>			
<b>Γνώση Περιεχομένου</b>	<b>Διαδικαστική Γνώση</b>	<b>Στάσεις</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>
Πολιτισμικός ΕΓ Αληθής ΕΓ	Αληθής ΕΓ	-	Shamos (1995)
Οπτική I	Οπτική II	Οπτική II	Roberts (2007)
Στοιχειώδης ΕΓ Λειτουργικός ΕΓ	Εννοιολογικός & Διαδικαστικός ΕΓ	Πολυδιάστατος ΕΓ	Bybee (1997)
Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3	Miller (1983)



## *Οι ικανότητες του επιστημονικά εγγράμματου πολίτη*

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στην εκπαιδευτική πραγματικότητα του 21<sup>ου</sup> αιώνα επικρατεί μία γενικευμένη προσπάθεια αναθεώρησης και ανανέωσης των αναλυτικών προγραμμάτων όσον αφορά τις φυσικές επιστήμες, με κύριο στόχο την επίτευξη ενός ικανοποιητικού επιπέδου επιστημονικού γραμματισμού για τους μελλοντικούς πολίτες (Millar, 2006). Η ενότητα αυτή συγκεντρώνει τις ικανότητες του επιστημονικά εγγράμματου πολίτη, όπως αυτές διατυπώνονται σε διεθνή και εθνικά επίσημα έγγραφα της Ευρώπης, της Αμερικής και της Ελλάδας.

### ***ΟΟΣΑ: Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης***

Στις σύγχρονες αναπτυγμένες χώρες το επίπεδο επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών αξιολογείται μέσω διεθνών οργανισμών. Ένας τέτοιος διαγωνισμός είναι ο PISA (Program for International Student Assessment, τον οποίο διοργανώνει ο ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης [OECD])). Σύμφωνα με τον ορισμό του ΟΟΣΑ ως επιστημονικά εγγράμματος πολίτης θεωρείται αυτός που:

- Αφενός είναι κάτοχος της επιστημονικής γνώσης και αφετέρου είναι ικανός να τη χρησιμοποιήσει ώστε να διατυπώνει ερωτήματα, να παράγει νέα γνώση και να εξάγει συμπεράσματα.
- Αντιλαμβάνεται τα χαρακτηριστικά της επιστήμης ως κομμάτι της ανθρώπινης γνώσης και έρευνας.
- Κατανοεί την επιρροή της επιστήμης και της τεχνολογίας στη διαμόρφωση του υλικού, διανοητικού και πολιτισμικού μας περιβάλλοντος.
- Είναι πρόθυμος, ως αναστοχαζόμενος πολίτης, να εμπλακεί σε θέματα και ιδέες σχετικές με την επιστήμη (OECD, 2006: 23)

***Science in Europe: National Practices, Policies and Research & Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future Europe***

Όπως φανερώνουν οι διεθνείς έρευνες υπάρχει σχετικά χαμηλή επίδοση των μαθητών σε βασικές δεξιότητες καθώς και έλλειψη ενδιαφέροντος των νέων για τις φυσικές επιστήμες (Osborne, 2008). Τα απογοητευτικά αυτά δεδομένα αυτά οδήγησαν την Ευρώπη, το 2009, να αναθεωρήσει τις πρακτικές και τις πολιτικές της στον τομέα των φυσικών επιστημών θέτοντας μία βασική επιδίωξη: «μέχρι το 2020 το ποσοστό των μαθητών που κρίνονται ως ανεπαρκείς στην ανάγνωση, στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες να μειωθεί κάτω από το 15%». Η πρωτοβουλία αυτή καταγράφεται στο επίσημο έγγραφο της ευρωπαϊκής επιτροπής «Science in Europe: National Practices, Policies and Research» (2011).

Αναλυτικότερα, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος μέχρι το 2020 πρέπει να εντοπιστούν εμπόδια και προβληματικές περιοχές στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και παράλληλα να υιοθετηθούν πιο αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις. Το εν λόγω έγγραφο, το οποίο είναι μία συγκριτική ανάλυση των προσεγγίσεων της διδακτικής των φυσικών επιστημών στη Ευρώπη, έχει ως στόχο να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση αυτών των παραγόντων. Έτσι, επιχειρεί μια χαρτογράφηση των εκπαιδευτικών πολιτικών, των στρατηγικών και των διεθνών ακαδημαϊκών ερευνών στην Ευρώπη, για τη βελτίωση και την ενίσχυση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στα εκπαιδευτικά της συστήματα σήμερα.

Από τα διαθέσιμα δεδομένα φαίνεται ότι η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες ξεκινά στο δημοτικό σχολείο ως ένα γενικό και ενοποιημένο μάθημα που αναφέρεται στον κόσμο, το περιβάλλον ή την τεχνολογία, σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες. Προκειμένου να αυξηθούν τα επίπεδα κινητοποίησης και ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες, δίνεται έμφαση στις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών και προβάλλονται οι κοινωνικοί και

φιλοσοφικοί παράγοντες της επιστήμης που θεωρούνται χρήσιμοι για τους μαθητές.

Οι δραστηριότητες που προτείνονται για το επίπεδο των μαθητών του δημοτικού σχολείου χαρακτηρίζονται ως «καλές πρακτικές». Καλές πρακτικές στις φυσικές επιστήμες είναι αυτές που στοχεύουν στην ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού και στην ικανότητα για συνεχόμενη μάθηση (Harlen, 2009). Η Harlen (2009), ορίζει τον επιστημονικό γραμματισμό ως το να είναι κανείς επαρκής και ικανός σε ό,τι αφορά τις ευρείες επιστημονικές ιδέες, τη φύση και τα όρια της επιστήμης, καθώς και τις επιστημονικές διαδικασίες. Παράλληλα, να έχει την ικανότητα να χρησιμοποιεί αυτές τις ιδέες ώστε να παίρνει αποφάσεις, ως ένας ενημερωμένος, ευσυνείδητος και προβληματισμένος πολίτης (Harlen, 2009:34). Οι καλές πρακτικές περιλαμβάνουν συνεργατικές (hands-on) δραστηριότητες και διερευνητική εργασία σχετικά με θέματα επιστήμης που συνδέονται με κοινωνικά ζητήματα, έτσι ώστε οι μαθητές να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη και την κοινωνική τους υπευθυνότητα (Gilbert, 2006).

Η απουσία καλών πρακτικών φαίνεται να είναι κρίσιμος παράγοντας που τροφοδοτεί την μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών σχετικά με τις φυσικές επιστήμες. Από την άλλη, όπως υποστηρίζεται, οι πρακτικές που βασίζονται στη μέθοδο της διερεύνησης μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικές. Ωστόσο, η πραγματικότητα των σχολικών τάξεων των περισσότερων ευρωπαϊκών χωρών φαίνεται πως δεν τις εφαρμόζει. Για το λόγο αυτό, συντάχθηκε το έγγραφο Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future Europe (2007), εστιάζοντας στην ανανέωση των διδακτικών πρακτικών στις φυσικές επιστήμες, ενσωματώνοντας την πολλά υποσχόμενη μέθοδο της διερεύνησης στη σχολική τάξη.

Πιο συγκεκριμένα προτείνεται:

- Η Διερεύνηση: Η στροφή της σχολικής διδακτικής παιδαγωγικής σε μεθόδους βασισμένες στο διερευνητικό μοντέλο παρέχει τα μέσα για να αυξήσει το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες.
- Η Συνεργασία φορέων τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης: Η ανανεωμένη σχολική παιδαγωγική που βασίζεται στη διερεύνηση παρέχει αυξημένες δυνατότητες για συνεργασία μεταξύ φορέων της τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης.
- Η Συγκρότηση δικτύων εκπαιδευτικών: Οι εκπαιδευτικοί είναι αυτοί που καλούνται να εφαρμόσουν την ανανέωση αυτή στη σχολική τάξη. Η συγκρότηση δικτύων εκπαιδευτικών τους επιτρέπει να βελτιώσουν την ποιότητα της διδασκαλίας τους και υποστηρίζει τα κίνητρά τους.

Στην Ευρώπη αυτά τα κρίσιμα στοιχεία της ανανέωσης των διδακτικών πρακτικών προωθούνται μέσω δύο καινοτόμων πρωτοβουλιών που εφαρμόζονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ορισμένων ευρωπαϊκών χωρών, του «Pollen» και του «Sinus-Transfer», που φαίνεται πως έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν τόσο το ενδιαφέρον όσο και την επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Το Pollen είναι ένα ευρωπαϊκό δίκτυο για την προώθηση του Inquiry – based Learning, δηλαδή της μάθησης που βασίζεται στη διερεύνηση, στο οποίο συμμετείχαν κοινότητες μάθησης από 12 ευρωπαϊκές χώρες. Κατά τη διάρκεια του έργου, οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας [ΤΠΕ] διαδραμάτισαν καθοριστικό ρόλο στην υποστήριξη των εκπαιδευτικών, των τάξεων και του έργου στο σύνολό του (Open Education Europa, 2010). Το πρόγραμμα Sinus-Transfer απευθύνεται στους εκπαιδευτικούς της Γερμανίας και έχει ως σκοπό τη βελτίωση των μεθόδων που χρησιμοποιούν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών. Μακροπρόθεσμα, φιλοδοξεί να αντιμετωπίσει τα μειονεκτήματα των Γερμανών μαθητών στους δύο αυτούς κλάδους (Federal Ministry of Education and Research, 2017). Με την κατάλληλη προσαρμογή

οι πρωτοβουλίες αυτές θα μπορούσαν να εφαρμοστούν αποτελεσματικά σε ευρεία κλίμακα, έτσι ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Είναι γεγονός, επιπλέον, ότι στις βασικές ευρωπαϊκές κατευθύνσεις για τον επιστημονικό γραμματισμό, τονίζεται η αναγκαιότητα εκπαίδευσης των μαθητών τόσο σε θέματα επιστήμης όσο και σε θέματα τεχνολογίας. Χαρακτηριστικά, υποστηρίζεται πως: «Για τους πολίτες του μέλλοντος μιας δημοκρατικής κοινωνίας, το να κατανοηθούν οι συνδέσεις μεταξύ Επιστήμης, Τεχνολογίας και Κοινωνίας είναι τόσο σημαντικό όσο και το να κατανοηθούν οι έννοιες και οι διαδικασίες της Επιστήμης» (Science in Europe: National Practices, Policies and Research Eurydice, 2011: 65).

#### ***National Science Education Standards, National Research Council 1996***

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις που τέθηκαν στην Αμερική, ο επιστημονικός γραμματισμός ορίζεται ως η γνώση και η κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και διαδικασιών που απαιτούνται για τη λήψη προσωπικών αποφάσεων, τη συμμετοχή σε παγκόσμιου ενδιαφέροντος υποθέσεις και την οικονομική παραγωγικότητα. Επιπλέον, ενσωματώνει επιστημονικού τύπου ικανότητες (National Research Council [NRC], 1996).

Οι βασικές μαθησιακές επιδιώξεις για την εκπαίδευση των ΦΕ, στην Αμερική, διατυπώνονται στα «National Science Education Standards» του NRC (1996). Αυτοί οι στόχοι στοιχειοθετούν μια επιστημονικά εγγράμματη κοινωνία. Σύμφωνα με τα Πρότυπα (Standards), οι μαθητές επιδιώκεται, μέσω της εκπαίδευσής τους στις ΦΕ:

- Να βιώσουν τον πλούτο και τον ενθουσιασμό που ενέχουν η γνώση κ η αντίληψη του φυσικού κόσμου.
- Να χρησιμοποιούν τις επιστημονικές διαδικασίες και αρχές ώστε να παίρνουν προσωπικές αποφάσεις.

- Να εμπλέκονται σε δημόσιο διάλογο σχετικά με επιστημονικά και τεχνολογικά ζητήματα.
- Να αυξήσουν την οικονομική παραγωγικότητά τους στις καριέρες που θα ακολουθήσουν, μέσω της χρήσης των γνώσεων, της κατανόησης και των δεξιοτήτων του επιστημονικά εγγράμματος πολίτη.

Στο συγκεκριμένο έγγραφο καταγράφονται έξι τύποι προτύπων:

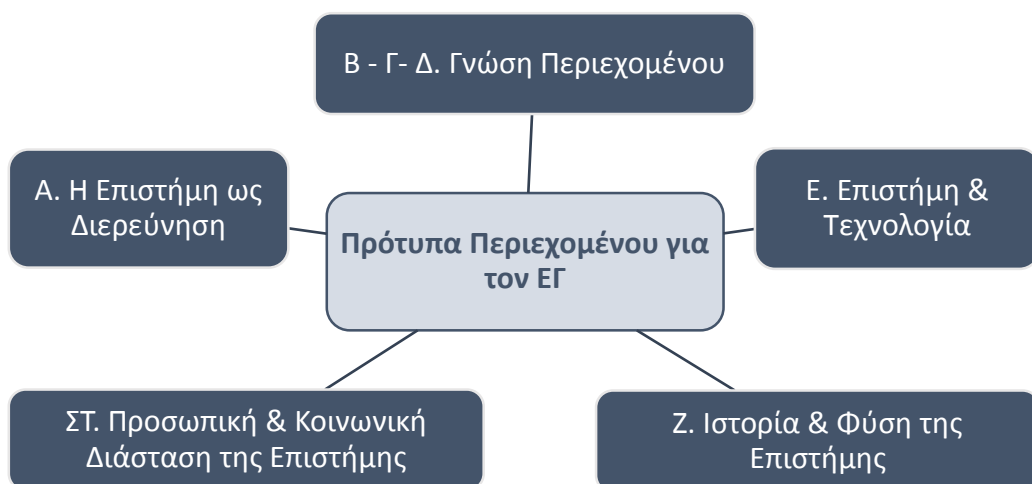
1. Πρότυπα διδασκαλίας των ΦΕ
2. Πρότυπα επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών στις ΦΕ
3. Πρότυπα αξιολόγησης στις ΦΕ
4. Πρότυπα περιεχομένου για τις ΦΕ
5. Πρότυπα εκπαιδευτικών προγραμμάτων ΦΕ
6. Πρότυπα συστημάτων ΦΕ

Τα Πρότυπα για τη διδασκαλία, την αξιολόγηση, την επαγγελματική ανάπτυξη, τα εκπαιδευτικά προγράμματα και τα συστήματα, περιγράφουν τις συνθήκες που είναι απαραίτητες ώστε οι μαθητές να προσεγγίσουν τον στόχο του επιστημονικού γραμματισμού (NRC,1996:13). Τα Πρότυπα Περιεχομένου, όμως, είναι αυτά που ορίζουν τους στόχους, τι πρέπει , δηλαδή, να γνωρίζει, να κατανοεί και να είναι ικανό να κάνει, ένα επιστημονικά εγγράμματο άτομο έπειτα από 13 χρόνια εκπαίδευσης στις ΦΕ. Επομένως, τα Πρότυπα Περιεχομένου ορίζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα που αναμένονται από τους μαθητές, δεν περιγράφουν το πρόγραμμα σπουδών. Έχουν σχεδιαστεί και αναπτυχθεί, ως συστατικό του συνολικού οράματος της επιστημονικής εκπαίδευσης, που παρουσιάζεται στα National Science Education Standards.

Οι 8 κατηγορίες των Προτύπων Περιεχομένου για την ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού που προτείνονται στα National Science Education Standards είναι τα ακόλουθα (Διάγραμμα 1.4.):

1. Ενοποίηση εννοιών και διαδικασιών της επιστήμης

2. Πρότυπο περιεχομένου Α: Η επιστήμη ως διερεύνηση
3. Πρότυπο περιεχομένου Β: Φυσική και Χημεία
4. Πρότυπο περιεχομένου Γ: Επιστήμες της Ζωής
5. Πρότυπο περιεχομένου Δ: Επιστήμες της γης και του διαστήματος
6. Πρότυπο περιεχομένου Ε: Επιστήμη και Τεχνολογία
7. Πρότυπο περιεχομένου ΣΤ: Προσωπική και κοινωνική διάσταση της Επιστήμης
8. Πρότυπο περιεχομένου Ζ: Ιστορία και φύση της Επιστήμης



**Διάγραμμα 1.4.** Πρότυπα Περιεχομένου για τον Επιστημονικό Γραμματισμό (NRC, 1996)

Τα πρότυπα αυτά, διαιρούνται σε βασικές θεμελιώδεις έννοιες και ικανότητες και αυτές με τη σειρά τους σε επιμέρους κατηγορίες.

**Ενοποίηση εννοιών και διαδικασιών.** Το γενικό Πρότυπο περιεχομένου, «Ενοποίηση εννοιών και διαδικασιών», αναφέρεται στην κατανόηση και τις ικανότητες που σχετίζονται με τα κύρια εννοιολογικά και διαδικαστικά σχήματα που πρέπει να αναπτυχθούν στο εύρος όλης της εκπαίδευσης και στις ενοποιητικές έννοιες και διαδικασίες που διαπερνούν τα θεματικά όρια κάθε αντικειμένου. Οι υπόλοιπες 7 κατηγορίες προτύπων

αντιστοιχίζονται στις βαθμίδες εκπαίδευσης Κ-4, 5-8 και 9-12 (Βλ. Παράρτημα Β, Πίνακες Β.1.- Β.10.).

**Πρότυπο περιεχομένου Α: Η επιστήμη ως διερεύνηση.** Στο πρότυπο περιεχομένου Α, «Η επιστήμη ως διερεύνηση», διατυπώνεται ότι η κατανόηση των μαθητών και οι ικανότητες τους πρέπει να βασίζονται στην εμπειρία της διερεύνησης, καθώς η διερεύνηση είναι το θεμέλιο για την ανάπτυξη της κατανόησης και των ικανοτήτων των άλλων προτύπων περιεχομένου.

Όπως υποστηρίζεται, η εμπλοκή των μαθητών στη διερεύνηση τους βοηθά:

- Να αναπτύξουν την κατανόηση επιστημονικών εννοιών
- Να αντιληφθούν πώς γνωρίζουμε αυτά που γνωρίζουμε στην επιστήμη
- Να κατανοήσουν τη φύση της επιστήμης
- Να αναπτύξουν δεξιότητες απαραίτητες για να γίνουν ανεξάρτητοι ερευνητές του φυσικού κόσμου

Για το λόγο αυτό, οι επιδιώξεις του συγκεκριμένου προτύπου εστιάζουν στην ικανότητα των μαθητών να διεξάγουν επιστημονικές διερευνήσεις και στην ικανότητα να κατανοούν τη διαδικασία της επιστημονικής διερεύνησης. Αναλυτικότερα, επιδιώκεται οι μαθητές να χρησιμοποιούν δεξιότητες, ικανότητες και συμπεριφορές που σχετίζονται με την επιστήμη όπως, για παράδειγμα, να διατυπώνουν ερωτήματα, να σχεδιάζουν και να διεξάγουν διερευνήσεις, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία και τεχνικές για να συλλέξουν δεδομένα, να σκέφτονται κριτικά και λογικά για τις σχέσεις μεταξύ τεκμηρίων και ερμηνειών και να συνδιαλέγονται με επιστημονικά επιχειρήματα (Βλ. Παράρτημα Β, πίνακες Β.1.& Β.2.). Εκτός όμως από τη διαδικαστική γνώση (*to do science*), προβάλλεται η αναγκαιότητα να διαμορφώσουν αντίληψη «περί» της επιστημονικής διερεύνησης (*about science*).



**Πρότυπο περιεχομένου Β: Φυσική και Χημεία, Γ: Επιστήμες της Ζωής και Δ: Επιστήμες του Διαστήματος.** Το NRC περιγράφει την ύλη της επιστήμης αξιοποιώντας την ευρέως αποδεκτή διαίρεση των Επιστημών σε τρεις τομείς: Φυσική και Χημεία, Επιστήμες της Ζωής, Επιστήμες του Διαστήματος. Τα Πρότυπα Β, Γ και Δ, αποτυπώνουν τις γνώσεις που θα πρέπει να έχουν οι μαθητές για τα παραπάνω γνωστικά αντικείμενα, ανάλογα με τη βαθμίδα της εκπαίδευσης στην οποία φοιτούν (Βλ. Παράρτημα Β, πίνακες Β.3.& Β.4).

**Πρότυπο Περιεχομένου Ε: Επιστήμη και Τεχνολογία.** Με το συγκεκριμένο πρότυπο επιδιώκεται η σύνδεση της μάθησης των μαθητών με τον κατασκευασμένο κόσμο. Επιπλέον, προσφέρεται στους μαθητές η δυνατότητα να δημιουργήσουν μοντέλα χρήσιμων αντικειμένων. Ταυτόχρονα, οι μαθητές μέσω της γνωριμίας τους με τη λειτουργία των τεχνολογικών αντικειμένων προσεγγίζουν τους νόμους της φύσης. Το πρότυπο αυτό δίνει έμφαση στην ανάπτυξη ικανοτήτων τεχνολογικού σχεδιασμού με σκοπό να δοθεί λύση σε ένα πρόβλημα. Επιπλέον, προβάλλει την αναγκαιότητα να κατανοηθούν οι σχέσεις της επιστήμης της τεχνολογίας και των ατόμων μιας κοινωνίας (Βλ. Παράρτημα Β, πίνακες Β.5.& Β.6)

**Πρότυπο Περιεχομένου Στ: Προσωπική και Κοινωνική διάσταση της Επιστήμης.** Σύμφωνα με τις επιδιώξεις του Προτύπου αυτού οι μαθητές, ως μέλη της κοινωνίας, θα πρέπει να αναπτύξουν δεξιότητες λήψης αποφάσεων. Οι μαθητές στο δημοτικό σχολείο θα πρέπει να αποκτήσουν εμπειρίες, έτσι ώστε να κατανοούν ποικιλία επιστημονικών θεμάτων που σχετίζονται με προσωπικές και κοινωνικές προκλήσεις. Κι αυτό, γιατί οι κεντρικές ιδέες που σχετίζονται με την υγεία, τους πληθυσμούς, το περιβάλλον, παρέχουν τα θεμέλια για τις αντιλήψεις που θα διαμορφώσουν και τις πράξεις που θα υλοποιήσουν ως πολίτες. Ακόμη και οι μικροί σε

ηλικία μαθητές μπορούν να προβούν σε προσωπικές ενέργειες, στο πλαίσιο τοπικών προκλήσεων που σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία.

Μακροπρόθεσμα, καθώς οι μαθητές θα επεκτείνουν τους εννοιολογικούς τους ορίζοντες (K-12), πιθανώς να αναπτύξουν απόψεις που δεν θα επικεντρώνονται αποκλειστικά στο άτομο, αλλά θα συνυπολογίζουν ότι οι προσωπικές πράξεις συσσωρεύονται και αντανακλώνται σε κοινωνικές ενέργειες. Απώτερος στόχος είναι οι μαθητές να αναγνωρίσουν ότι στο επίκεντρο κάθε προσωπικής ή κοινωνικής δράσης, πρέπει να τοποθετούνται οι αιτίες των προβλημάτων και όχι μόνο τα συμπτώματά τους (Βλ. Παράρτημα Β, πίνακες Β.7. & Β.8.).

#### ***Πρότυπο Περιεχομένου Ζ: Ιστορία και Φύση της Επιστήμης.***

Τέλος, το πρότυπο Ζ, «Ιστορία και Φύση της Επιστήμης», στοχεύει στην εξοικείωση των μαθητών με την επιστήμη, ως ανθρώπινη δραστηριότητα. Έτσι, προτείνει τη γνωριμία των μαθητών με σημαντικούς επιστήμονες, μέσω μικρών ιστοριών, βίντεο κ.ά. υλικών, ώστε να γνωρίσουν τον τρόπο εργασίας των επιστημόνων, αναπτύσσοντας, έτσι, την κατανόησή τους «περί» της επιστημονικής διερεύνησης (Βλ. Παράρτημα Β, πίνακας Β.9.).

#### ***New Framework NRC: A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas. 2012***

Σε αυτό το σημείο δε θα μπορούσε να μην γίνει αναφορά στο νέο, εξελιγμένο πλαίσιο του NRC (2012) το οποίο αποτελεί το πρώτο βήμα για την αναθεώρηση των ισχυόντων προτύπων. Αυτό το πλαίσιο βασίζεται στα γερά θεμέλια των ήδη διατυπωμένων προτύπων, του 1996, ωστόσο φιλοδοξεί να εξελίξει την φιλοσοφία των προηγούμενων. Η νέα προσέγγιση, προωθεί την ενσωμάτωση της κατανόησης των επιστημονικών ιδεών και της εμπλοκής σε επιστημονικές πρακτικές. Εξέχουσα θέση κατέχουν οι ιδέες και οι πρακτικές της μηχανικής (engineering). Όπως αναφέρεται, η επιστήμη, η μηχανική και

η τεχνολογία διαπερνούν πολλές πτυχές της σύγχρονης ζωής, διαδραματίζοντας καίριο ρόλο στην αντιμετώπιση πολλών επίκαιρων και μελλοντικών προκλήσεων της ανθρωπότητας. Για το λόγο αυτό, η επιστήμη και η τεχνολογία προσεγγίζονται ενοποιημένα.

Πρωταρχικός στόχος του πλαισίου είναι να εξασφαλιστεί ότι κάθε μαθητής, τελειώνοντας το 12ο έτος της εκπαίδευσής του στις φυσικές επιστήμες:

- Θα εκτιμά την ομορφιά και τη γοητεία της επιστήμης
- Θα κατέχει επαρκείς γνώσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας ώστε να συμμετέχει σε δημόσιες συζητήσεις που σχετίζονται με αυτά τα θέματα
- Θα είναι προσεκτικός καταναλωτής των επιστημονικών και τεχνολογικών πληροφοριών που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή
- Θα είναι σε θέση να συνεχίσει να μαθαίνει για την επιστήμη εκτός σχολείου, θα κατέχει, δηλαδή, τις δεξιότητες για να ακολουθήσει τη σταδιοδρομία της επιλογής του, συμπεριλαμβανομένων των πεδίων της επιστήμης, της μηχανικής και της τεχνολογίας.

Η επιτροπή προτείνει ότι η εκπαίδευση στις ΦΕ θα πρέπει να εδραιωθεί γύρω από τρεις μεγάλες κατευθύνσεις. Αυτές οι τρεις κατευθύνσεις είναι:

- Οι επιστημονικές και τεχνολογικές πρακτικές
- Οι οριζόντιες έννοιες που ενοποιούν τη διδασκαλία της επιστήμης και της μηχανικής, μέσω της κοινής εφαρμογής τους σε όλα τα πεδία
- Οι βασικές ιδέες των τεσσάρων γνωστικών πεδίων: φυσικές επιστήμες, επιστήμες της ζωής, επιστήμες του διαστήματος, μηχανική τεχνολογία και εφαρμογές της επιστήμης

Η μηχανική και η τεχνολογία παρουσιάζονται παράλληλα με τις φυσικές επιστήμες (Φυσική και Χημεία, Επιστήμες της ζωής, Επιστήμες του διαστήματος) για δύο κρίσιμους λόγους:

1. Για να προβληθεί η σημασία της κατανόησης του ανθρωπογενούς κατασκευασμένου κόσμου, και

2. Για να αναγνωρισθεί η αξία της ενοποίησης της διδασκαλίας και μάθησης στις ΦΕ, με τη μηχανική και την τεχνολογία.

Όπως υποστηρίζεται στο νέο αυτό πλαίσιο, η μηχανική και η τεχνολογία περιλαμβάνονται σε αυτό, γιατί έχουν σχέση με την εφαρμογή της επιστήμης. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να ενισχύσουν την κατανόησή τους για το ρόλο των επιστημών. Ο όρος μηχανική χρησιμοποιείται με την ευρεία έννοια, για οποιαδήποτε εμπλοκή στη συστηματική πρακτική του σχεδιασμού με σκοπό την επίλυση ανθρώπινων προβλημάτων.

Ομοίως, ο όρος τεχνολογία συμπεριλαμβάνει όλα τα είδη των ανθρωπογενών συστημάτων και διαδικασιών. Βέβαια, δε χρησιμοποιείται με την περιορισμένη έννοια που προωθείται συχνά στην εκπαίδευση. Δεν εξισώνει, δηλαδή, την τεχνολογία με τις σύγχρονες υπολογιστικές συσκευές επικοινωνίας. Η τεχνολογία είναι το αποτέλεσμα της δουλειάς των «μηχανικών» στην προσπάθεια τους να σχεδιάσουν τρόπους για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών και επιθυμιών.

Οι λόγοι που περιλαμβάνονται η μηχανική και η τεχνολογία στο νέο πλαίσιο συνοψίζονται παρακάτω:

1. Η επιτροπή θεωρεί ότι είναι σημαντικό για τους μαθητές να εξερευνήσουν την πρακτική χρήση των επιστημών.
2. Ο τομέας αυτός στις βαθμίδες K-8 είναι παραμελημένος.
3. Η μηχανική και η τεχνολογία παρέχουν ένα πλαίσιο στο οποίο οι μαθητές μπορούν να δοκιμάσουν τις επιστημονικές γνώσεις, μέσω της εφαρμογής τους σε πρακτικά προβλήματα. Με αυτόν τρόπο, θα ενισχύσουν την κατανόησή τους για την επιστήμη και θα αυξηθεί το ενδιαφέρον τους για αυτή, διότι θα αναγνωρίζουν την αλληλεπίδραση της επιστήμης, της μηχανικής και της τεχνολογίας.

Έτσι, εκτός από τις δεξιότητες τεχνολογικού σχεδιασμού, κρίνεται αναγκαία η σύνδεση Μηχανικής, Τεχνολογίας και Επιστήμης με την Κοινωνία και τον Φυσικό κόσμο.

### ***Standards for Technological Literacy ITEA***

Η επιδίωξη της σύνδεσης της τεχνολογίας και της επιστήμης στην Αμερική είχε ήδη εκφραστεί στο έγγραφο Standards for Technological Literacy του ITEA (2007). Πιο αναλυτικά, όπως αναφέρεται σε αυτό, όσοι δεν είναι εξοικειωμένοι με την τεχνολογία τείνουν να την ταυτίζουν με τα τεχνολογικά εργαλεία π.χ. υπολογιστής, τηλεόραση, αυτοκίνητο. Δηλαδή με το προϊόν της τεχνολογίας. Αγνοούν τη διαδικασία παραγωγής του τεχνολογικού προϊόντος δηλαδή το design. Η τεχνολογία, ωστόσο, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι η τροποποίηση του φυσικού κόσμου με σκοπό την ικανοποίηση των ανθρωπίνων αναγκών και επιθυμιών. Προκειμένου να καθοριστούν αυτές οι ανάγκες και επιθυμίες του ανθρώπου καθώς και το πώς θα ικανοποιηθούν, πρέπει να συνυπολογιστούν ταυτόχρονα διαφορετικοί παράγοντες. Για το λόγο αυτό, τονίστηκε και σε αυτό το έγγραφο, ότι η τεχνολογία δεν θα πρέπει να μελετάται ως απομονωμένο γνωστικό αντικείμενο αποκομμένο από το υπόλοιπο πρόγραμμα σπουδών (ITEA, 2007).

Στο συγκεκριμένο έγγραφο, καταγράφονται οι απαραίτητες γνώσεις και τεχνολογικές δεξιότητες που χρειάζεται να έχει ο μελλοντικός πολίτης. Πιο συγκεκριμένα, κρίνεται απαραίτητο να γνωρίζει τη διαδικασία του τεχνολογικού σχεδιασμού ή επίλυσης ενός τεχνολογικού προβλήματος, να χρησιμοποιεί τεχνολογικά εργαλεία και να μπορεί να μορφωθεί μόνος του όσον αφορά θέματα τεχνολογίας. Η προσέγγιση της τεχνολογίας προτείνεται να γίνει μέσα από την διαθεματική της σύνδεση με άλλα αντικείμενα.

Τεχνολογικός γραμματισμός είναι η ικανότητα να χρησιμοποιεί κανείς, να χειρίζεται, να αξιολογεί και να κατανοεί την τεχνολογία. Το τεχνολογικά

εγγράμματο άτομο, καταλαβαίνει με εξεζητημένο τρόπο τι είναι η τεχνολογία, πώς δημιουργείται και πώς διαμορφώνει και αλλάζει την κοινωνία, αλλά και διαμορφώνεται και μεταβάλλεται από την κοινωνία.

**Πίνακας 1.3.** Οι τρεις κατευθύνσεις του νέου πλαισίου του NRC για τον επιστημονικό γραμματισμό (NRC, 2012: 3)

---

### 1. Επιστημονικές και Τεχνολογικές Πρακτικές

---

Διατύπωση ερωτήσεων (επιστήμη) και προσδιορισμός προβλημάτων (τεχνολογία)  
Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων  
Σχεδιασμός και διεξαγωγή διερευνήσεων  
Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων  
Χρήση μαθηματικών και υπολογιστικής σκέψης  
Εξαγωγή ερμηνειών (επιστήμη) και σχεδιασμός λύσεων (τεχνολογία)  
Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία με χρήση τεκμηρίων  
Απόκτηση, αξιολόγηση και κοινοποίηση πληροφοριών

---

### 2. Οριζόντιες Έννοιες (crosscutting ideas)

---

Μοτίβα  
Αίτια και αποτελέσματα: Μηχανισμοί και ερμηνεία  
Κλίμακα, ποσοστά και ποσότητα  
Συστήματα και μοντέλα συστημάτων  
Ενέργεια και ύλη  
Δομή και λειτουργία  
Σταθερότητα και Μεταβλητότητα

---

### 3. Βασικές Θεματικές Ιδέες (discipline core ideas)

---

Φυσικές Επιστήμες  
Επιστήμες της Ζωής  
Επιστήμες του Διαστήματος  
Μηχανική, Τεχνολογία και εφαρμογές της Επιστήμης  
- Μηχανική και Τεχνολογικός Σχεδιασμός  
- Σύνδεση Μηχανικής, Τεχνολογίας, Επιστήμης και Κοινωνίας

---

Η προσέγγιση που προτείνει το ΙΤΕΑ (2007) συνοψίζει τις απαραίτητες γνώσεις και ικανότητες των μαθητών ώστε να αναπτύξουν υψηλό επίπεδο τεχνολογικού γραμματισμού σε πέντε «Πρότυπα για την επίτευξη Τεχνολογικού Γραμματισμού» (Standards for Technological Literacy) (Πίνακας 1.4.).

**Πίνακας 1.4.** Πρότυπα για τον Επιστημονικό γραμματισμό (ΙΤΕΑ, 2007:15)

<b>Ανάπτυξη κατανόησης των μαθητών για:</b>	<b>Απόκτηση γνώσεων σχετικά με:</b>
Τη φύση της τεχνολογίας	Τα χαρακτηριστικά και τον σκοπό της τεχνολογίας Τις βασικές έννοιες της τεχνολογίας Τις σχέσεις μεταξύ των τεχνολογιών και τις συνδέσεις μεταξύ του πεδίου της τεχνολογίας και άλλων αντικειμένων
Τη σχέση της κοινωνίας με την τεχνολογία	Τις πολιτισμικές, κοινωνικές και πολιτικές επιδράσεις της τεχνολογίας Τις επιδράσεις της τεχνολογίας στο περιβάλλον Το ρόλο της κοινωνίας στην ανάπτυξη και χρήση της τεχνολογίας Την επιρροή της τεχνολογίας στην ιστορία
Τον τεχνολογικό σχεδιασμό (design)	Τα χαρακτηριστικά του σχεδιασμού Το ρόλο της επίλυσης προβλήματος. Την έρευνα, την ανάπτυξη, τις εφευρέσεις, τις καινοτομίες και τον πειραματισμό κατά την επίλυση προβλήματος
Τον κατασκευασμένο κόσμο (designed world)	Ιατροφαρμακευτικές, αγροτικές τεχνολογίες, βιοτεχνολογίες, ενέργεια, ΤΠΕ, μέσα μεταφοράς, κατασκευαστικά υλικά, τεχνολογία των βιομηχανιών
<b>Οι μαθητές να αποκτήσουν ικανότητες:</b>	<b>Να είναι ικανοί:</b>
Για έναν τεχνολογικό κόσμο	Να εφαρμόζουν τη διαδικασία του σχεδιασμού Να χρησιμοποιούν και να συντηρούν τα τεχνολογικά προϊόντα και συστήματα Να αξιολογούν την επίδραση των προϊόντων και συστημάτων

Αναλυτικότερα, προβάλλεται η αναγκαιότητα, οι μαθητές να αναπτύξουν την κατανόησή τους για τη φύση της τεχνολογίας, δηλαδή τα

χαρακτηριστικά και το σκοπό της, τις βασικές έννοιες, τις σχέσεις της με άλλα αντικείμενα. Επιπλέον, προτείνεται η κατανόηση της σχέσης της κοινωνίας με την τεχνολογία, των επιδράσεων της τεχνολογίας στο περιβάλλον και στην ιστορία καθώς και του ρόλου της κοινωνίας στην ανάπτυξη και χρήση της.

Ακόμη, επιδιώκεται η εξοικείωση των μαθητών με τη διαδικασία του τεχνολογικού σχεδιασμού (design) καθώς και των χαρακτηριστικών και του ρόλου των καινοτομιών στην ανάπτυξη και την έρευνα. Ταυτόχρονα, οι μαθητές θα πρέπει να αποκτήσουν τις απαραίτητες δεξιότητες εφαρμογής, χρήσης και αξιολόγησης του τεχνολογικού σχεδιασμού και των τεχνολογικών προϊόντων. Τέλος, αναγνωρίζεται η ανάγκη ανάπτυξης της κατανόησης των μαθητών για τον κατασκευασμένο κόσμο.

### ***Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στην Ελλάδα***

Όπως και στα επίσημα έγγραφα που παρατέθηκαν παραπάνω, έτσι και στο ελληνικό Νέο Πρόγραμμα Σπουδών [ΝΠΣ] για τις φυσικές επιστήμες δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην αναγκαιότητα της κατανόησης των φυσικών επιστημών από τα ευρύτερα κοινωνικά στρώματα προκειμένου να επιτευχθεί ανάπτυξη, τόσο σε οικονομικό επίπεδο (Dearing, 1996) όσο και σε προσωπικό. Η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες κρίνεται σπουδαία για την ανεξαρτησία και την αυτονομία κάθε ατόμου (De Boer, 2000), αλλά και για τη διαφύλαξη των δημοκρατικών θεσμών που διέπουν τις σημερινές κοινωνίες. Τα ζητήματα και οι προκλήσεις που συνδέονται με τους τομείς των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας είναι ποικίλα και διαρκώς πληθαίνουν, καλώντας τους πολίτες του 21<sup>ου</sup> αιώνα να τα δεχθούν, να τα απορρίψουν ή να τα τροποποιήσουν για την ευημερία και την αειφορία.

Ωστόσο, η καταγεγραμμένη από πληθώρα ερευνών (Osborne & Collins, 2000· Osborne, 2003), έλλειψη ενδιαφέροντος των μαθητών προς το



αντικείμενο των φυσικών επιστημών, οδήγησε τα στελέχη της εκπαίδευσης στην αναθεώρηση των προγραμμάτων σπουδών και στην ενίσχυση της συνάφειας του αντικειμένου των φυσικών επιστημών με τα ενδιαφέροντα των μαθητών.

Σημαντική φιλοδοξία του ΝΠΣ, λοιπόν, υπήρξε η αποδυνάμωση της ταξινόμησης των γνωστικών αντικειμένων και η κατάργηση των συνόρων μεταξύ τους. Με αυτή την πρωτοβουλία άνοιξε ο δρόμος για την ενδυνάμωση της πολιτισμικής συνιστώσας των φυσικών επιστημών, καθώς αυτές πλέον αντιμετωπίζονται ως κάτι που ο άνθρωπος συναντά στην καθημερινή του ζωή, πέρα από τη σχολική τάξη (Aikenhead & Ogawa, 2007). Η γνώση με αυτόν τον τρόπο αναμένεται να αποκτήσει ρεαλιστική ισχύ, καθώς τα γνωστικά αντικείμενα στην καθημερινή ζωή συναντώνται ενοποιημένα και περιπλεγμένα, όχι διαχωρισμένα και ανεξάρτητα. Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις φυσικές επιστήμες, συντάχθηκε με στόχο να συνδέσει την επιστήμη με την κοινωνία, το περιβάλλον και τον πολιτισμό, αποσκοπώντας στην μείωση της έλλειψης ενδιαφέροντος για το αντικείμενο.

Τα καινοτομικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου προγράμματος συνοπτικά είναι:

- η δικτύωση των εννοιών
- η ολοκλήρωση των δικτύων με την έννοια της ενέργειας ως υπερκείμενης και ενοποιητικής, στο πλαίσιο της αειφορίας
- η προσπάθεια δημιουργίας αυθεντικών περιβαλλόντων μάθησης
- η προσπάθεια καλλιέργειας της γλώσσας και ιδιαίτερα του επιχειρήματος
- η σύνδεση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών [ΤΠΕ] με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών
- το άνοιγμα της επιστήμης στην κοινωνία και τον πολιτισμό
- η καλλιέργεια στοιχείων από τη φύση των φυσικών επιστημών

- η ανάπτυξη δεξιοτήτων από τον κόσμο των φυσικών επιστημών και της Τεχνολογίας και το μετασχηματισμό τους σε ικανότητες για το σύγχρονο πολίτη.

(ΝΠΣ, 2007:1)

Βασικό χαρακτηριστικό του περιβάλλοντος μάθησης και στο ΝΠΣ αποτελεί η αμοιβαία και γόνιμη σχέση ανάμεσα στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία. Ενθαρρύνεται η συνεργασία των δύο πεδίων στο εύρος όλων των τάξεων. Για το σκοπό αυτό, προτείνεται η υλοποίηση τόσο επιστημονικών όσο και τεχνολογικών δραστηριοτήτων, που εστιάζουν σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας που κρίνονται χρήσιμα για τη ζωή των μαθητών. Έτσι, με βάση τις επιδιώξεις αυτές, αναζητούνται δραστηριότητες που θα ενθαρρύνουν τον μαθητικό πληθυσμό να αναπτύξει επιστημονικές και τεχνολογικές γνώσεις και δεξιότητες ώστε να αποκτήσει τις ικανότητες που είναι απαραίτητες για να αναλαμβάνει πρωτοβουλίες και να αντιμετωπίζει τις απαιτήσεις της ζωής με ασφάλεια.

Κύρια επιδίωξη του ΝΠΣ, λοιπόν, είναι η ενσυνείδητη εμπλοκή των μαθητών σε διαδικασίες επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας, κομβική προϋπόθεση για την ανάπτυξη του επιστημονικού και τεχνολογικού τους γραμματισμού. Όλες αυτές οι επιδιώξεις, προσεγγίζονται μέσα από ποικιλία διδακτικών «καλών» πρακτικών που λαμβάνουν υπόψη τους διαφορετικούς ρυθμούς μάθησης του κάθε μαθητή. Ακόμη, η φιλοσοφία του ΝΠΣ προωθεί τη συμμετοχή σε μαθητοκεντρικά συνεργατικά περιβάλλοντα και ομαδοσυνεργατική διδασκαλία των φυσικών επιστημών, που θα έχει νόημα για τους μαθητές αλλά και θα προσφέρει οφέλη στην ευρύτερη κοινότητά τους. Όπως υποστηρίζεται η συμμετοχή σε τέτοιου είδους περιβάλλοντα μάθησης, μπορεί να τονώσει την εννοιολογική κατανόηση των επιστημονικών όρων, να αναπτύξει τις δεξιότητές τους και να τους μυήσει στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και στην επιχειρηματολογία. Έτσι,

προωθείται η εμπλοκή των μαθητών σε συνεργατικές μεθόδους (όπως η μέθοδος jigsaw), σε παιχνίδια ρόλων, σε διαδικασίες καταγιγισμού ιδεών, σε σχέδια δράσης.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού σε αυτή τη διαδικασία είναι υποστηρικτικός (scaffolding learning) και αποσκοπεί στην ολοένα και πιο αυτόνομη δράση των παιδιών και στη διαμεσολάβηση για την επικοινωνία των αποτελεσμάτων τους, τόσο στο σχολικό όσο και στο εξωσχολικό περιβάλλον. Στο πλαίσιο τέτοιων δράσεων, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να μελετήσουν και να συγγράψουν διαφορετικούς τύπους κειμένων (πολυτροπικά ή μονοτροπικά), να αναλύσουν κρίσιμα επιστημονικά ζητήματα, να δημιουργήσουν μοντέλα, αφίσες, βίντεο, παιχνίδια ρόλων με σκοπό την προβολή όσων μελετούν. Επί της ουσίας, οι εκπαιδευτικοί καλούνται να απομακρυνθούν από τον παραδοσιακό ρόλο του μεταδότη της γνώσης, και αντ' αυτού να σχεδιάζουν αποτελεσματικά μαθησιακά περιβάλλοντα καθώς και ενεργές κοινότητες μάθησης, να διαμορφώνουν θετικό κλίμα και να ενισχύουν τη δυναμική της ομάδας. Επιπλέον, επικρατεί η τάση της «εποικοδομητικής» προσέγγισης, όπου κρίνεται απαραίτητη η παράλληλη και ισότιμη ανάπτυξη τόσο δηλωτικής τόσο και διαδικαστικής και εξαρτημένης κοινωνικής μάθησης.

## Πίνακας 1.5. Γνώσεις, Δεξιότητες και Ικανότητες στις ΦΕ (ΝΠΣ, 2007)

### Ανάπτυξη Γνώσης

#### Έννοιες Αρχές και Αλληλεξάρτηση ΦΕ & ΤΧ

##### Οι μαθητές επιδιώκεται να:

Να κατανοήσουν θεμελιώδεις έννοιες, νόμους και μοντέλα των ΦΕ & της ΤΧ

Να αναγνωρίσουν τη σύνδεση ΦΕ & ΤΧ, τη συνεχή εξέλιξή τους προκειμένου να αλλάξουν και να ερμηνεύσουν τον κόσμο

### Ανάπτυξη Δεξιοτήτων

#### Εμπλοκή σε διαδικασίες επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας

##### Οι μαθητές παρακινούνται να συνεργάζονται για:

Να κατανοούν ένα πρόβλημα, να μελετούν ένα φαινόμενο, να προσδιορίζουν της ανάγκες ενός τεχνολογικού προβλήματος

Να σχεδιάζουν τα βήματα επίλυσης ενός προβλήματος

Να εκτελούν το σχέδιο επίλυσης και να παρακολουθούν τα βήματα υλοποίησής του.

Να συγκεντρώνουν και να μελετούν πληροφορίες

Να καταλήγουν σε τεκμηριωμένα συμπεράσματα και λύσεις

Να αξιολογούν τα αποτελέσματα των ενεργειών τους

Να εκθέτουν το σύνολο των ενεργειών τους

Να χρησιμοποιούν και να κατασκευάζουν μοντέλα, να συζητούν για το ρόλο και τη φύση τους

### Ικανότητες

#### Οι μαθητές και οι μαθήτριες:

Θα μπορούν να επιλύουν πρακτικά προβλήματα, θα είναι ικανοί να προστατεύουν τον εαυτό τους, τους συναθρώπους τους και το περιβάλλον

Θα κατανοούν έννοιες κλειδιά, νόμους και μοντέλα και θα είναι ικανοί να συνδέουν έννοιες με ευρύτερο σύνολα εννοιών και φαινομένων

Θα είναι ικανοί να ελέγχουν μεταβλητές που εμπλέκονται σε ένα φαινόμενο ή τεχνολογικό πρόβλημα

Θα μπορούν να σχεδιάζουν, επιλέγουν, κατασκευάζουν και να χρησιμοποιούν υλικά και εργαλεία, για να παρατηρούν, να μετρούν και να συγκεντρώνουν δεδομένα

Θα θέτουν ερωτήσεις και θα σχεδιάζουν τα βήματα λύσης

Θα αξιοποιούν ένα απλό επιστημονικό λεξιλόγιο, θα διαβάζουν θα γράφουν και θα συνδιαλέγονται για να παραγάγουν πολυτροπικά κείμενα επιστημονικού και τεχνολογικού περιεχομένου

Θα μπορούν να επεξεργάζονται, να αναλύουν και να συγκρίνουν δεδομένα

Θα είναι ικανοί να απεικονίζουν με διάφορους τρόπους τις ιδέες τους και τις έρευνές τους

Θα μπορούν να διαπραγματεύονται, να ασκούν και να δέχονται κριτική

Θα μπορούν να εκτιμούν την πολιτισμική διάσταση των ΦΕ & της ΤΧ, δηλαδή την επίδραση των ΦΕ & της ΤΧ στον ανθρώπινο πολιτισμό, τον οποίο συνεχώς τροποποιούν

## *Ανοιχτά Διερευνητικά Περιβάλλοντα Μάθησης*

Στο σημείο αυτό, εφόσον έχουν αποτυπωθεί οι διεθνείς και εθνικές επίσημες επιδιώξεις, είναι σημαντικό να αναφερθεί το πλαίσιο στο οποίο αυτές μπορούν να εφαρμοστούν. Επομένως, παρακάτω περιγράφονται τα περιβάλλοντα μάθησης τα οποία είναι ικανά να στηρίξουν τις βασικές αυτές επιδιώξεις. Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι επιδιώξεις αυτές προτάσσουν τη μέθοδο της διερεύνησης ως βασική συνιστώσα για την επίτευξη του επιστημονικού γραμματισμού. Επομένως, κρίθηκε απαραίτητο, αρχικά, να περιγραφούν τα περιβάλλοντα μάθησης στα οποία η διερεύνηση είναι δυνατό να εφαρμοστεί καθώς και τα πλεονεκτήματά τους. Στη συνέχεια, να διευκρινιστούν τα είδη της διερεύνησης τα οποία καλούνται τα σχολεία να εφαρμόσουν. Έπειτα, να διευκρινιστεί ο ρόλος του εκπαιδευτικού για την ορθή εφαρμογή των διατυπωμένων επιδιώξεων και, τέλος, να παρουσιαστεί το μαθησιακό περιβάλλον των Φεστιβάλ Φυσικών επιστημών, ως μία αντιπροσωπευτική πρόταση πλαισίου για την εφαρμογή των επιδιώξεων, όσον αφορά την ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού.

### *Τα Περιβάλλοντα Μάθησης: Τυπικά – Μη τυπικά - Άτυπα*

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία η εκπαίδευση μπορεί να συμβεί σε τρία βασικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Πιο συγκεκριμένα, η εκπαίδευση ανάλογα με τον τόπο και τον τρόπο στον οποίο λαμβάνει χώρα μπορεί να χαρακτηριστεί ως τυπική, άτυπη ή μη τυπική.

Με τον όρο τυπική εκπαίδευση (Formal Education) περιγράφεται η εκπαίδευση που συμβαίνει με οργανωμένο τρόπο, σε αναγνωρισμένα ιδρύματα, όπως σχολεία, κολέγια και πανεπιστήμια (Maarschalk, 1998). Πρόκειται δηλαδή για το κυρίαρχο σύστημα εκπαίδευσης των πολιτών που καθορίζεται από τους φορείς της πολιτείας, σύμφωνα με το εκάστοτε αναλυτικό πρόγραμμα (Χρηστίδης, 2014).

Η διδασκαλία στην τυπική εκπαίδευση είναι προσανατολισμένη στην επίτευξη των στόχων του αναλυτικού προγράμματος. Για το λόγο αυτό, οι προϋπάρχουσες γνώσεις και οι προσωπικές εμπειρίες του κάθε μαθητή συχνά δεν έχουν κεντρική θέση κατά την κατασκευή της γνώσης (Gerber, Cavallo & Marek, 2001). Συνεπώς, οι γνώσεις που αποκτά ο μαθητής στα συγκεκριμένα περιβάλλοντα μάθησης ενδέχεται να

παραμένει αδρανής και να είναι ανεπαρκής και αποκομμένη από τις καταστάσεις της καθημερινής ζωής (Χρηστίδης, 2014).

Στο χώρο της άτυπης εκπαίδευσης, εντάσσεται η εκπαίδευση που συμβαίνει σε καταστάσεις τις καθημερινής ζωής, όπως για παράδειγμα στο οικογενειακό περιβάλλον. Η άτυπη εκπαίδευση διακρίνεται από την τυπική καθώς συμβαίνει εκτός του επίσημου σχολικού περιβάλλοντος. Πολλοί ερευνητές προσδίδουν στην άτυπη εκπαίδευση ένα χαρακτήρα που συντάσσεται σε μεγάλο βαθμό με τις προσωπικές ανάγκες και τα ενδιαφέροντα του μαθητή. Έτσι, τα κίνητρα μάθησης είναι πολύ περισσότερα από ότι στην τυπική εκπαίδευση, καθώς ο μαθητής είναι απαλλαγμένος από την επίσημη βαθμολογική αξιολόγηση και μπορεί να δρα ελεύθερα και ανεξάρτητα στην επιλογή του αντικειμένου, ανεξάρτητα από τους κανόνες που ορίζει το αναλυτικό πρόγραμμα (Χρηστίδης, 2014).

Πρέπει να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με τον Κολιόπουλο (2005), στον όρο μορφές άτυπης μάθησης, περιλαμβάνονται και οι μορφές μη τυπικής μάθησης, οι μορφές αυτές δηλαδή που η μάθηση προκύπτει μέσα από οργανωμένα σχήματα εκπαίδευσης, τα οποία προσφέρουν εκπαιδευτικά προγράμματα βασισμένα σε ένα άτυπο αναλυτικό. Η μη τυπική εκπαίδευση οργανώνεται, όπως συμβαίνει και στην τυπική εκπαίδευση, από ιδρύματα και οργανισμούς αλλά συμβαίνει εκτός του χώρου τυπικής εκπαίδευσης, για παράδειγμα σε επισκέψεις πεδίου, σε μουσεία, στην εκπαιδευτική τηλεόραση, στο ραδιόφωνο κ.ά. (Maarschalk, 1988). Επομένως, παρακάτω χρησιμοποιείται ο όρος άτυπη μάθηση συμπεριλαμβάνοντας και τον όρο μη τυπική, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι ο συγκεκριμένος όρος χρησιμοποιείται κατά αυτόν τον τρόπο, με την ευρεία έννοια, στη διεθνή βιβλιογραφία (Χρηστίδης, 2014).

### ***Η ενοποίηση τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης και τα συνακόλουθα οφέλη***

Ο Maarschalk (1988) αναφέρεται στη «δύναμη» της άτυπης μάθησης υποστηρίζοντας πως όταν οι μαθητές καλούνται να βρουν απαντήσεις σε ερωτήματα που έχουν νόημα για αυτούς, η προωθητική δύναμη αυτού του προσωπικού κινήτρου μπορεί να ξεπεράσει κάθε προσδοκία. Επιπλέον, αναφέρει ότι ο όρος άτυπη μάθηση είναι, ως έναν βαθμό, έναν νέο όνομα για έναν γνωστό παράγοντα της διδακτικής, της μάθησης μέσω της βιωμένης εμπειρίας ή βιωματικής μάθησης.

Σύμφωνα με τους Subramaniam et al. (2013) τα άτυπα μαθησιακά περιβάλλοντα, όπως οι βιβλιοθήκες και τα μουσεία μπορούν να διαδραματίσουν ζωτικό ρόλο στην προσέλκυση νέων και παιδιών για μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Στα περιβάλλοντα αυτά προσφέρονται μεγάλες δυνατότητες στα παιδιά και τους νέους να εξερευνήσουν

την επιστήμη με δημιουργικούς τρόπους απελευθερωμένοι από τις επίσημες ταυτότητες και το στίγμα που συνδέεται με την ακαδημαϊκή επίδοση στη σχολική τάξη, αλληλεπιδρώντας με την τεχνολογία, τα μέσα ενημέρωσης και τις παιδαγωγικές προσεγγίσεις που είναι ελκυστικές για αυτούς. Η έρευνα για το δυναμικό τέτοιων προσεγγίσεων βρίσκεται στην αρχή της, όπως αναφέρει, αν και πληροφορίες δείχνουν ότι μπορεί να προσφέρει πολλά και μοναδικά οφέλη στη μάθηση, στην προσέλκυση νέων στο επιστημονικό πεδίο και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων χρήσιμων για τη ζωή (Subramaniam et al. 2013).

Η μάθηση λοιπόν, είναι ένα πολύπλευρο φαινόμενο το οποίο φαίνεται να προωθείται σε αυθεντικά περιβάλλοντα που προσιδιάζουν σε ρεαλιστικές καταστάσεις. Σήμερα, η τυπική εκπαίδευση θεωρείται από την κοινωνία το κυρίαρχο σύστημα εκπαίδευσης των πολιτών της, το οποίο οδηγεί στο γλωσσικό, μαθηματικό και επιστημονικό γραμματισμό (Χαλκιά, 2012). Μια τυπική εκπαίδευση, όμως, αποκομμένη από έναν ρεαλιστικό σκοπό, πιθανώς, να οδηγεί σε μειωμένα κίνητρα συμμετοχής από την πλευρά των μαθητών και γενικότερα σε αδυναμία αξιοποίησης της νέας γνώσεις σε καταστάσεις της πραγματικής ζωής.

Η τυπική εκπαίδευση χαρακτηρίζεται από μεγάλη αδράνεια και φαίνεται ανίσχυρη να μετασχηματίσει αυτή τη νέα γνώση σε σχολική γνώση. Έτσι, το κύριο βάρος για την πληροφόρηση και εκπαίδευση των πολιτών στις σύγχρονες εξελίξεις της επιστήμης το έχουν αναλάβει τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης και οι άλλες άτυπες μορφές μάθησης (Millar, 2006). Οι πηγές αυτές αποδεικνύεται ότι έχουν βρει τους μηχανισμούς να εκλαϊκεύουν άμεσα την επιστημονική γνώση, δηλαδή να τη μετασχηματίζουν σε δημόσια γνώση. Αυτό σημαίνει ότι οι άτυπες μορφές μάθησης αναδεικνύονται σε βασικούς παράγοντες όσον αφορά την καλλιέργεια επιστημονικού γραμματισμού στους πολίτες (Martin, 2004).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αυτό το σημείο είναι το γεγονός ότι δίνεται μεγάλη βαρύτητα στη μάθηση των παιδιών μέσω της τυπικής εκπαίδευσης, ενώ ελάχιστη προσοχή δίνεται στη μάθησή που προκύπτει μέσω άλλων πηγών γνώσης και πληροφόρησης (άτυπη μάθηση). Το πλαίσιο της άτυπης μάθησης προσιδιάζει προς τον αυθεντικό τρόπο μάθησης, λόγω του ρεαλιστικού του χαρακτήρα και της χρηστικής αξίας των γνώσεων που αποκομίζει κανείς συμμετέχοντας σε αυτό (Χαλκιά, 2012). Έτσι, φαίνεται ότι είναι σημαντικό να επανεκτιμηθεί ο ρόλος των μορφών άτυπης μάθησης και να αξιοποιηθούν στα πλαίσια του σχολείου με απώτερο στόχο, εκτός από

την επίτευξη των στόχων του αναλυτικού, την δημιουργία ενός αυθεντικού περιβάλλοντος, με νόημα και κίνητρο για τα παιδιά, να συμμετέχουν σε αυτό.

Η άτυπη μάθηση παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με την τυπική. Για παράδειγμα, με τέτοιες δράσεις αξιοποιούνται εναλλακτικοί τρόποι εκπαίδευσης χωρίς να παρατηρείται προσκόλληση στην ύλη. Το περιβάλλον των άτυπων αυτών πηγών μάθησης επιτρέπει τον εμπλουτισμό της σχολικής εμπειρίας, επεκτείνει τις προσωπικές εμπειρίες των μαθητών και απλώνεται πέρα από τα όρια του σχολικού εγχειριδίου ή άλλου εκπαιδευτικού υλικού. Επιπλέον, η μάθηση πραγματοποιείται σε ενδιαφέρον και ευχάριστο περιβάλλον. Οι μαθητές συμμετέχουν στις δραστηριότητες με ιδιαίτερο ενδιαφέρον και ευχαρίστηση. Σε αυτό συμβάλλει το γεγονός ότι η συμμετοχή τους δεν είναι υποχρεωτική, δεν υπάρχει διδακτέα ύλη, ούτε κάτι που πρέπει οπωσδήποτε να μάθουν. Επίσης, δεν πρόκειται να αξιολογηθούν οι γνώσεις που απέκτησαν με κάποιο τεστ ή βαθμό. Έτσι η γνώση προκύπτει αβίαστα. Η προσέγγιση και η γνωριμία με τον φυσικό κόσμο γίνεται κυρίως βιωματικά, μέσω αλληλεπιδράσεων με τα αντικείμενα του φυσικού κόσμου, μέσω εικόνων που αναπαριστούν την εξέλιξη φαινομένων, και λιγότερο μέσω γραπτών κειμένων. Οι διαδραστικές δραστηριότητες που συναντώνται σε αυτές τις πηγές είναι συνήθως πρωτότυπες, ενδιαφέρουσες, πλούσιες σε ευρήματα, κινητοποιούν όλες τις αισθήσεις και είναι διασκεδαστικές (Allen, 2004). Όπως επισημαίνει ο Καριώτογλου (2005) η συμβολή αυτών των πηγών μάθησης είναι σημαντική για την τυπική εκπαίδευση, καθώς βοηθούν τους μαθητές να αναπτύξουν θετική στάση προς την επιστήμη, να ασκήσουν ψυχοκινητικές και συναισθηματικές δεξιότητες και να κοινωνικοποιηθούν.

### ***Τα είδη της Διερεύνησης***

Η διερευνητική μάθηση είναι συμβατή με την κονστрукτιβιστική προσέγγιση, η οποία δίνει έμφαση στην ιδέα ότι η γνώση δεν μεταδίδεται απευθείας από το δάσκαλο στο μαθητή, αλλά αναπτύσσεται ενεργά από το μαθητή. Η διερευνητική μάθηση ποικίλει ανάλογα με το βαθμό αυτονομίας που δίνεται στους μαθητές και περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα προσεγγίσεων, που κυμαίνονται από τη δομημένη (χαμηλός βαθμός αυτονομίας) και την καθοδηγούμενη από τον δάσκαλο διερεύνηση (μέτριος βαθμός αυτονομίας) έως την ανοιχτή διερεύνηση (υψηλός βαθμός αυτονομίας) που κατευθύνεται από τον μαθητή (NRC, 2000· Zion & Mendelovici, 2012· Καραγιάννη & Ψύλλος, 2015).



### ***Η Δομημένη Διερεύνηση***

Στη δομημένη διερεύνηση, οι μαθητές διερευνούν ένα ερώτημα που προτείνει ο εκπαιδευτικός μέσω μιας προδιαγραμμένης διαδικασίας, και λαμβάνουν ρητές οδηγίες για κάθε στάδιο. Τέλος, οδηγούνται σε ένα προκαθορισμένο αποτέλεσμα, σαν να ακολουθούν μία συνταγή. Οι μαθητές εμπλέκονται σε hands – on διερευνήσεις και διαδικασίες της επιστήμης αναπτύσσοντας βασικές διερευνητικές δεξιότητες όπως, την πραγματοποίηση παρατήρησης, τη διατύπωση υποθέσεων, τη συλλογή και οργάνωση δεδομένων, την εξαγωγή συμπερασμάτων και επαγωγικών συλλογισμών. Ωστόσο, οι μαθητές δεν αποκτούν την ικανότητα να σκέφτονται αυτόνομα, διότι στην δομημένη διερεύνηση τα ερωτήματα, οι διαδικασίες και τα αποτελέσματα είναι γνωστά εκ των προτέρων.

Στη δομημένη διερεύνηση η έμφαση δίνεται στη γραμμική διαδικασία της διερεύνησης, η οποία αρχίζει με τον εντοπισμό του αρχικού ερωτήματος, συνεχίζεται με τη συλλογή δεδομένων και τελειώνει με τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη διερεύνηση. Ωστόσο, η γραμμική αυτή διαδικασία είναι μόνο ένας πυλώνας της επιστημονικής έρευνας. Εκτός αυτής, η διερεύνηση εμπεριέχει την παρατήρηση και την εξαγωγή συμπερασμάτων, τη διάκριση θεωριών και νόμων καθώς και τον συσχετισμό των ιδεών με τα τεκμήρια. Ως εκ τούτου, στη δομημένη διερεύνηση, όπου οι διαδικασίες και τα αποτελέσματα είναι «εκ των προτέρων γνωστά», επιτυγχάνεται, κυρίως, η ανάπτυξη βασικών διερευνητικών δεξιοτήτων, κάτι που είναι ανεπαρκές εάν θέλουμε να εκτιμηθεί η πραγματική φύση της επιστήμης.

### ***Η Καθοδηγούμενη Διερεύνηση***

Στην καθοδηγούμενη διερεύνηση οι μαθητές διερευνούν τις ερωτήσεις που οι εκπαιδευτικοί διατυπώνουν, όμως ταυτόχρονα εμπλέκονται σε διαδικασίες όπου εργάζονται συλλογικά και παίρνουν αποφάσεις για τις λύσεις και τις διαδικασίες που θα ακολουθηθούν. Τα αποτελέσματα δεν είναι γνωστά εκ των προτέρων, ούτε στους μαθητές αλλά ούτε και στους εκπαιδευτικούς. Βέβαια, το γεγονός ότι τα ερωτήματα είναι καθορισμένα από τον εκπαιδευτικό, μειώνει το επίπεδο της αβεβαιότητας κατά τη διάρκεια της έρευνας. Οι μαθητές, τελικά, καθοδηγούν τις διερευνητικές διαδικασίες, οδηγούνται στη λήψη αποφάσεων μέσω της συλλογής δεδομένων και ενδέχεται να καταλήξουν σε απρόβλεπτα και ορθά αποδεδειγμένα συμπεράσματα.

### ***Η Ανοιχτή Διερεύνηση***

Στην ανοιχτή διερεύνηση, το πιο περίπλοκο επίπεδο διερευνητικής μάθησης, οι εκπαιδευτικοί καθορίζουν το γνωστικό πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας, όμως

επιτρέπουν στους μαθητές να επιλέξουν μια ποικιλία ερωτημάτων και προσεγγίσεων. Έτσι, οι μαθητές εμπλέκονται διαρκώς στη λήψη αποφάσεων σε κάθε στάδιο της διερευνητικής διαδικασίας, εκκινώντας από το επίπεδο στο οποίο βρίσκουν ενδιαφέρον στο υπό μελέτη φαινόμενο. Η ανοιχτή διερεύνηση αντανακλά τον τρόπο με τον οποίο εργάζονται οι επιστήμονες, το οποίο απαιτεί ικανότητες ανώτερης τάξης σκέψης, δηλαδή τη διατύπωση ερωτημάτων, το σχεδιασμό πειραματικών σειρών, την κριτική και λογική σκέψη και τον προβληματισμό. Οι μαθητές που συμμετέχουν σε μία ανοιχτή διερεύνηση επιδεικνύουν την ευθύνη για τον καθορισμό του σκοπού της έρευνας και την μελέτη του όπως θα έκανε ένας επιστήμονας (Reid & Yang, 2002). Αυτές οι διερευνήσεις στοχεύουν στον επιστημονικό γραμματισμό του μαθητή, στην ανάπτυξη της πρωτοβουλίας, της υπευθυνότητας και των κινήτρων του. Η ανοιχτή διερεύνηση δεν διαχωρίζει τη διδασκαλία από τη μάθηση, όμως δημιουργεί μια κοινότητα μάθησης εκπαιδευτικών και μαθητών που είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία της έρευνας (Zion & Slezak, 2005).

Η ανοιχτή διερεύνηση εξαρτάται από την ικανότητα των εκπαιδευτικών να υποκινήσουν τους μαθητές να «γεννήσουν» τις κατάλληλες, ερωτήσεις που θα τους οδηγούν κατά τη διάρκεια των διερευνήσεων, ωθώντας τους έτσι να παράγουν τόσο την έρευνα όσο και τη μάθηση.

### ***Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα επιπέδων διερεύνησης***

Οι απόψεις των ερευνητών για το πιο αποτελεσματικό επίπεδο διερεύνησης είναι διχασμένες (Yerrick, 2000 · Zion & Mendelovici, 2012). Ορισμένοι ερευνητές τάσσονται υπέρ της ανοιχτής διερεύνησης υποστηρίζοντας ότι εμπλέκει τους μαθητές σε ανώτερες δεξιότητες σκέψης (Krystyniak & Heikkinen, 2007), ενώ άλλοι υπέρ της καθοδηγούμενης, υποστηρίζοντας ότι πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να εμπλακούν σε ανοιχτές διερευνήσεις (Sandoval & Morrison, 2003). Αναλυτικότερα, οι Zion και Sadeh (2007) αναφέρουν ότι οι μαθητές που έχουν ελλείψεις σε βασικές διερευνητικές δεξιότητες αλλά και ως προς τη γνώση περιεχομένου, δυσκολεύονται κατά την διεξαγωγή ανοιχτής διερεύνησης.

Σύμφωνα με τους Gemann, Haskins και Auls (1996) και Furtak (2006) υποστηρίζεται ότι η καθοδηγούμενη διερεύνηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σκαλοπάτι για τη μετάβαση στην ανοιχτή διερεύνηση. Έτσι, οι Zion και Mendelovici (2012) προτείνουν πως πριν οδηγήσουμε τους μαθητές σε μια ανοιχτή διερευνητική διαδικασία μπορούμε να τους εξοικειώσουμε, ρητά ή άρρητα, σε μια σειρά «ανοιχτών

διερευνητικών δεξιοτήτων» η οποία μπορεί να προσδώσει στους μαθητές μεγάλο βαθμό αυτονομίας.

Συνεπώς, η διερευνητική μάθηση δεν μπορεί απλά να χαρακτηριστεί ως ενός είδους. Αντίθετα, ανάλογα με την ευθύνη που έχουν οι μαθητές στο να θέτουν και να απαντούν ερώτημα, να σχεδιάζουν διερευνήσεις, να εξάγουν να και να κοινοποιούν συμπεράσματα, τόσο πιο ανοιχτή είναι η διερεύνηση. Όσο η ευθύνη αυτή είναι του εκπαιδευτικού τόσο πιο καθοδηγούμενη είναι η διερεύνηση. Η καθοδηγούμενη διερεύνηση μπορεί να εστιάσει καλύτερα στην ανάπτυξη των βασικών επιστημονικών εννοιών. Η ανοιχτή διερεύνηση προσφέρει δυνατότητες για γνωστική ανάπτυξη και την επιστημονική επιχειρηματολογία. Οι μαθητές πρέπει να έχουν ευκαιρίες να συμμετέχουν σε όλους τους τύπους διερευνήσεων στο μάθημα των φυσικών επιστημών. Έτσι, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να αποφασίζει το βαθμό στον οποίον θα καθοδηγεί τους μαθητές του στις διερευνήσεις ανάλογα με τους μαθησιακούς στόχους που έχει θέσει (NRC, 2000· Zion & Mendelovici, 2012· Καραγιάννη & Ψύλλος, 2015).

### ***Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στα Ανοιχτά Διερευνητικά Περιβάλλοντα μάθησης***

Εντός αυτού του πλαισίου, ο εκπαιδευτικός έρχεται αντιμέτωπος με την πρόκληση να συνδέσει την εκπαιδευτική εμπειρία με τις ανάγκες και τις προτεραιότητες του αναλυτικού προγράμματος διδασκαλίας. Έτσι επιτυγχάνεται η συσχέτιση των άτυπων μορφών μάθησης με την καθημερινή πρακτική στη σχολική αίθουσα, διασφαλίζοντας την αυθεντικότητα των δραστηριοτήτων και εφοδιάζοντας τους μαθητές με χρήσιμες γνώσεις και δεξιότητες για τη ζωή τους (Χαλκιά, 2012).

Εφόσον λοιπόν οι γνώσεις που αποκομίζουν οι μαθητές έχουν νόημα, τις εντάσσουν ως «γνώσεις» ανάμεσα σε άλλες στο υπάρχον εννοιολογικό τους πλαίσιο. Οι γνώσεις αυτές κατακτώνται από τα παιδιά αβίαστα, και τις περισσότερες φορές ασυνείδητα, καθώς αυτά εκτίθενται, με τρόπο συνήθως ευχάριστο, στο προϊόν που τους παρουσιάζουν οι παραπάνω πηγές. Θα πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι η πηγή, αυτή καθαυτή, δεν είναι ικανή να φέρει θετικό αποτέλεσμα στη μάθηση των παιδιών. Επιπλέον, ο λανθασμένος παιδαγωγικά χειρισμός των άτυπων πηγών μπορεί να έχει αντίθετα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Στη περίπτωση αυτή ο ρόλος του εκπαιδευτικού φαίνεται καθοριστικός τόσο για την ανίχνευση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών όσο και για την κριτική αξιολόγηση των άτυπων πηγών γνώσης.

Καταλήγοντας λοιπόν, οι άτυπες πηγές γνώσης φαίνεται ότι μπορούν να αξιοποιηθούν δημιουργικά στο πλαίσιο της τυπικής εκπαίδευσης αν ο εκπαιδευτικός προτείνει την πλοήγηση των μαθητών σε αυτές, με συγκεκριμένο σκοπό, ο οποίος θα απορρέει από τις ανάγκες του μαθήματος (π.χ. υλοποίηση εργασίας, απάντηση συγκεκριμένου ερωτήματος). Στην περίπτωση αυτή, οι συγκεκριμένες πηγές είναι δυνατόν να αποτελέσουν ένα «ορυχείο πολυτροπικού, εκπαιδευτικού υλικού και εναλλακτικών μορφών γνώσης» από το οποίο θα αντλήσει ο μαθητής υλικό για να συνθέσει τη δική του προσωπική εργασία (Jarman & McCluney, 2005). Επομένως, το υπάρχον πλαίσιο αναλυτικού προγράμματος μπορεί να αποτελέσει το απαραίτητο σημείο αναφοράς που θα επιτρέψει στους μαθητές να συσχετίσουν τις πληροφορίες που αποκόμισαν από τις άτυπες πηγές, με το εννοιολογικό πλαίσιο που τους παρέχει το σχολείο, για να επιτύχουν ουσιαστική κατανόηση των φυσικών φαινομένων.

Για να συμβεί αυτό, βέβαια, θα πρέπει οι προδιαγραφές της εργασίας να είναι συγκεκριμένες και προσεκτικά διατυπωμένες ενώ τα προς διερεύνηση ερωτήματα να είναι πρωτότυπα και ενδιαφέροντα ή να πηγάζουν από τα παιδιά και την ανάγκη να επιλύσουν πραγματικά προβλήματα που τους απασχολούν (αυθεντικότητα). Αυτές οι προτάσεις συνεπάγονται τον ενεργό ρόλο του εκπαιδευτικού, ο οποίος καλείται να εντάξει αυτές τις πηγές στο πλαίσιο της τυπικής εκπαίδευσης και να βοηθήσει τους μαθητές να τις κατανοούν, να τις χειρίζονται και να τις κρίνουν προς όφελος τους. Προς αυτή την κατεύθυνση, ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να βοηθηθεί παρακολουθώντας ο ίδιος προγράμματα άτυπης μάθησης, υποστηρίζοντας με αυτόν τον τρόπο την προσωπική του επαγγελματική ανάπτυξη (Χαλκιά, 2012 · Melber & Cox-Petersen, 2005).

Η συμμετοχή των εκπαιδευτικών σε τέτοιου είδους δράσεις, και η προσφορά από μέρους της πολιτείας της δυνατότητας σε αυτούς να διαμορφώνουν το δικό τους εκπαιδευτικό υλικό, ανάλογα με τις ανάγκες των μαθητών τους και τις απαιτήσεις της κοινωνίας, πιθανώς να βοηθούσε σημαντικά στη χειραφέτηση των εκπαιδευτικών ώστε να παρεμβαίνουν δημιουργικά στην εκπαιδευτική πράξη. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν να καταρτίσουν σχέδια εργασίας βασισμένα σε άτυπες πηγές μάθησης, με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους, αξιοποιώντας ποικίλες διδακτικές στρατηγικές όπως, για παράδειγμα, να δώσουν τη σύνοψη ενός επιστημονικού άρθρου μέσα από έναν εννοιολογικό χάρτη ή να αναπτύξουν σύντομα μυθοπλαστικά επεισόδια που αναφέρονται σε αυτό με τη μορφή κόμικ, ή με αφορμή δικά τους ερωτήματα να

συλλέξουν περαιτέρω δεδομένα και να πραγματοποιήσουν σχετική έρευνα (Χαλκιά, 2012· Melber & Cox-Petersen, 2005).

Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στο συγκεκριμένο πεδίο, εκτός από αναγκαία, θα ήταν και εξαιρετικά ενδιαφέρουσα ερευνητικά, ώστε να διερευνηθεί το πώς οι ενεργοί εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να εντάξουν και να χρησιμοποιήσουν τις άτυπες πηγές μάθησης στην τυπική τάξη (επιλογή του υλικού, σχεδιασμός του δικού τους υλικού).

Η παρούσα έρευνα, προσανατολίζεται προς αυτή την κατεύθυνση, προτείνοντας το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών ως μία ευκαιρία αυθεντικής μάθησης, που συνδέει την τυπική με την άτυπη εκπαίδευση, διευρύνει τους ορίζοντες της σχολικής τάξης και, καταληκτικά, επιδρά στην κινητοποίηση, την δημιουργικότητα και την μάθηση των μαθητών σε επίπεδο τόσο διαδικαστικό όσο και επιστημολογικό, στον τομέα των φυσικών επιστημών.

### ***Το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών ως Ανοιχτό Διερευνητικό Περιβάλλον Μάθησης***

Το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών είναι ένα «φαινόμενο» που εξαπλώνεται, ιδιαίτερα στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ, προσφέροντας σημαντικές ευκαιρίες εμπλοκής των δημόσιων ακροατηρίων στην επιστήμη και στην τεχνολογία. Στο πλαίσιο των φεστιβάλ μπορούν να προωθηθούν συνεργασίες διαφορετικών οργανισμών προς επίτευξη κοινών στόχων. Τα Φεστιβάλ παλαιότερα επικρίθηκαν για έλλειψη δραστηριοτήτων βασισμένων στο διάλογο και για αντιεπαγγελματικές προσεγγίσεις αξιολόγησης, σήμερα όμως έχουν επιβεβαιωθεί βελτιώσεις και γίνονται συνεχείς προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση, ενώ είναι κοινή παραδοχή ότι μελλοντικά έχουν να προσφέρουν μια πλούσια ερευνητικά περιοχή (Bultitude, McDonald & Custead, 2011).

Αναλυτικότερα, οι Bultitude et al. (2011) αναφέρουν ότι το ερευνητικό ενδιαφέρον σχετικά με το συγκεκριμένο θέμα μπορεί να εστιάσει στην επίδραση μιας γιορτής της επιστήμης, ευρείας κλίμακας, και στις δυνατότητες που αυτή ενδέχεται να προσφέρει, στην βελτίωση των σχέσεων μεταξύ κοινωνίας και επιστήμης. Ακόμη, θα είχε ενδιαφέρον η ανάλυση των σχέσεων μεταξύ των φεστιβάλ και άλλων κέντρων επιστήμης / μουσείων και ερευνητικών προγραμμάτων πανεπιστημίων.

Δεν υπάρχει ένας αποδεκτός ορισμός για τα Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών [ΦΦΕ]. Σύμφωνα με τους Bultitude et al. (2011) το ΦΦΕ είναι ένας τύπος επικοινωνιακής εκδήλωσης που χαρακτηρίζεται από εφήμερο και τοπικό χαρακτήρα.

Πρόκειται περισσότερο για ένα δημοφιλές επιστημονικό γεγονός που δίνει έμφαση στην επιστήμη ως τρόπο διασκέδασης. Επιπλέον, τα φεστιβάλ συνήθως δεν διεκπεραιώνονται από επιστήμονες (Nolin, Bragesjö & Kasperowski, 2003). Αναφορικά με τη μετάφραση της λέξης Φεστιβάλ, επικρατεί η άποψη ότι πρέπει να διατηρεί τη σημασία του «εορτασμού» της επιστήμης (celebration of science). Ο όρος Science Festival στην ελληνική μεταφράζεται από πολλούς ως Πανηγύρι της Επιστήμης. Στην παρούσα έρευνα, υιοθετούμε την αγγλική λέξη Φεστιβάλ, ώστε να μην αλλοιώσουμε το νόημά της.

Σύμφωνα με τους Baltitude et al. (2011) ένα Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών (ΦΦΕ) έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- I. Ο βασικός του σκοπός είναι ο εορτασμός της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και άλλων διαστάσεων.
- II. Η πρόθεσή του είναι να εμπλακούν μη-ειδικοί σε θέματα επιστημονικού περιεχομένου.
- III. Η εκδήλωση είναι χρονικά περιορισμένη και επαναλαμβάνεται συνήθως κάθε χρόνο.
- IV. Υπάρχει ένα κοινό θέμα που συνδέει τις δραστηριότητες.

Πρόκειται για μια σχολική δραστηριότητα που εντάσσεται στις μορφές μη τυπικής μάθησης και είναι παγκόσμια γνωστή, κυρίως, για τη δημιουργία κινήτρων και θετικών στάσεων των μαθητών απέναντι στις ΦΕ (Levin & Levin, 1991). Σύμφωνα με την Καλλέρη (2007) το ΦΦΕ είναι μία έκθεση «επιστημονικών» εργασιών που συνήθως εκπονούνται από παιδιά σχολικής ηλικίας και παρουσιάζονται από τα ίδια σε κοινό που την επισκέπτεται. Οι εργασίες αυτές καλύπτουν μία ποικιλία θεμάτων σχετικών με τις ΦΕ. Πολλές φορές τα θέματα αυτά συνδυάζονται με άλλα αντικείμενα όπως η τεχνολογία, τα μαθηματικά, η ιστορία. Ως δραστηριότητα, έχει δεχτεί επικρίσεις κυρίως για τη χαλαρή σύνδεσή της με το αναλυτικό πρόγραμμα και λόγω της ταύτισής της με εκδηλώσεις ψυχαγωγικού περιεχομένου (Bunderson & Anderson, 1996).

Όπως αναφέρουν οι Κυριαζή και συν. (2006) το Πανηγύρι της Επιστήμης αποτελεί το «επιστέγασμα της προσπάθειας των παιδιών να διεκπεραιώσουν συνεργατικά διερευνήσεις». Όταν όλες οι διερευνήσεις ολοκληρωθούν, τα παιδιά παρουσιάζουν τα πορίσματά τους σε μορφή αφίσας ή ετοιμάζουν μια αλληλεπιδραστική δραστηριότητα (πχ παιχνίδι ή μακέτα) με στόχο να διδάξουν

κάποιες πτυχές των αποτελεσμάτων της διερεύνησής τους σε παιδιά, εκπαιδευτικούς και γονείς.

Όσον αφορά τους στόχους και τα οφέλη της εκπόνησης μιας εργασίας σε ένα ΦΦΕ, πολλές έρευνες έδειξαν ότι η συμμετοχή βοηθά τους μαθητές στην ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων, στη δημιουργία θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη και στην πρόσκτηση χρήσιμων γνώσεων για να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας (Czerniak & Lumpe, 1996). Ουσιαστικά, είναι ένας ευχάριστος τρόπος για την απόκτηση επιστημονικής εμπειρίας, ενώ συγχρόνως επιδιώκεται η δημιουργία μιας ανεξάρτητης επιστημονικής εργασίας που παρέχει στα παιδιά ευκαιρίες για να διερευνήσουν συγκεκριμένα ερωτήματα. Οι επιστημονικές αυτές εργασίες (Science Fair projects) επεκτείνουν τις έννοιες που διδάσκονται στην τάξη και υπογραμμίζουν την επίδραση που έχουν οι φυσικές επιστήμες στη ζωή (Fredericks, 2000). Δίνουν στους μαθητές τη δυνατότητα ανάπτυξης δεξιοτήτων λύσης προβλημάτων, μάθησης καινούριων επιστημονικών πληροφοριών, εμπλουτίζοντας το υπόβαθρο της γνώσης τους και ενισχύοντας δεξιότητες γραπτής και προφορικής επικοινωνίας. Με άλλα λόγια, οι εργασίες αυτές δίνουν στους μαθητές τη δυνατότητα να γίνουν “εμπειρογνώμονες” σε θέματα που τους ενδιαφέρουν και τους παρέχουν την ικανοποίηση της επιτυχίας που έρχεται με την ολοκλήρωσή τους. Γενικά, τα παιδιά, εκπονώντας μια εργασία που προορίζεται για ένα ΦΦΕ μπορούν να εκτιμήσουν τη δουλειά των επιστημόνων (Fredericks, 2000).

Το περιβάλλον ανάπτυξης των φεστιβάλ δεν προωθεί τον ανταγωνισμό, και προσφέρει στα παιδιά μια θετική μαθησιακή εμπειρία κατά την οποία βελτιώνουν τις εργαστηριακές τους τεχνικές και εξασκούνται σε πρακτικές μέτρησης και ερμηνείας δεδομένων (Gowen & Marek, 1993). Υποστηρίζεται ότι κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις σε παιδιά Δημοτικού, ενδέχεται να οδηγήσουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικής σκέψης και σε εποικοδομητική εμπλοκή του παιδιού με τις ΦΕ (Κυριαζή και συν., 2006).

Όπως αναφέρει η Καλλέρη (2007), ο εκπαιδευτικός, πριν καλέσει τους μαθητές να συμμετέχουν σε ένα ΦΦΕ, θα πρέπει να έχει διαμορφώσει ένα σχέδιο σχετικά με τα είδη των εργασιών που θα εκπονηθούν. Συνήθως στους μαθητές προτείνονται εργασίες με τις οποίες επιτυγχάνεται η συσχέτιση Φυσικών Επιστημών και καθημερινής ζωής. Από μέρους του εκπαιδευτικού, απαιτείται κατάλληλος σχεδιασμός ώστε να γίνει ορθή διαχείριση του χρόνου που χρειάζεται για την ολοκλήρωση του έργου.

## ***Κρίσιμες Αλλαγές στην Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών στις Φυσικές Επιστήμες***

Κλείνοντας τη βιβλιογραφική επισκόπηση της εργασίας κρίθηκε απαραίτητο να αναφερθούν οι αλλαγές που προτείνεται να γίνουν στην εκπαιδευτική πραγματικότητα όσον αφορά την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών για την επίτευξη επιστημονικού γραμματισμού. Αρχικά, αναφέρονται οι μεθοδολογικές αλλαγές που προτείνεται να γίνουν, οι οποίες εστιάζουν στην μάθηση με νόημα (meaningfull learning) καθώς και στα πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης. Πιο συγκεκριμένα, προτείνεται η σύνδεση της Επιστήμης με την Τεχνολογία, με απώτερο σκοπό την επίτευξη αυθεντικής μάθησης. Τέλος, διατυπώνονται οι αλλαγές που πρέπει να συμβούν στην εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών, ώστε να καταστούν ικανοί να εφαρμόσουν τις προτεινόμενες αλλαγές στην πράξη.

### ***Η μάθηση με νόημα ως όχημα για τον επιστημονικό γραμματισμό των νέων***

Συνακόλουθα με το κύμα αμφισβήτησης που χαρακτήρισε τη δεκαετία του 60'-70', η εκπαιδευτική κοινότητα συνειδητοποίησε την απόσταση των αναλυτικών προγραμμάτων από τα ενδιαφέροντα και τις αξίες των μαθητών και στόχευσε στην αναμόρφωσή τους. Προωθώντας τα ενωτικά προγράμματα STS επιχειρήθηκε η μετατόπιση της μαθησιακής διαδικασίας στους μαθητές και δόθηκε έμφαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων έρευνας μέσω της αλληλεπίδρασης επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας (Χαλκιά, 2012). Η ενωτική επιστήμη STS συνδέθηκε με το επιχείρημα του επιστημονικού γραμματισμού. Πολλοί ερευνητές όρισαν ως επιστημονικά εγγράμματο το άτομο που μπορεί να συσχετίζει την επιστήμη, την τεχνολογία και την κοινωνία (Guthrie, 1985· Mallette, 1980).

Σύμφωνα με τον Maarschalk (1988):

*«Η ιεραρχία των αξιών ενός επιστημονικά εγγράμματος ανθρώπου θα είναι τέτοια που θα τον ωθεί να συμμετέχει συχνά σε άτυπες παροχές επιστημονικής μάθησης (...), να συμμετέχει αυθόρμητα στον επιστημονικό διάλογο, στοχασμό και προβληματισμό και να βρίσκεται σε εγρήγορση όσον αφορά τις επίκαιρες επιστημονικές επιδιώξεις. Αυτό θα αντανακλάται στα αναγνώσματα που επιλέγει να διαβάσει, στα θεάματα που προτιμά να βλέπει, στις ακουστικές του συνήθειες, στα χόμπι και στην κοινωνική του ζωή».*

Όπως ήδη έχει ειπωθεί, στις σύγχρονες κοινωνίες, το αίτημα για επιστημονικό γραμματισμό είναι εξαιρετικά επιτακτικό καθώς οι ραγδαίες εξελίξεις της επιστήμης



σε διάφορους τομείς, ασκούν ολοένα και μεγαλύτερη επίδραση στην καθημερινή ζωή των πολιτών, οι οποίοι θα πρέπει, όχι μόνο να ενημερώνονται γι' αυτές, αλλά και να τις κατανοούν άμεσα, ώστε να παίρνουν τις κατάλληλες αποφάσεις για τη ζωή τους συμμετέχοντας αποτελεσματικά στον κοινωνικό διάλογο για θέματα επιστήμης (Millar, 2006). Σύμφωνα με τη Χαλκιά (2012), ο κάθε μαθητής για να θεωρηθεί επιστημονικά εγγράμματος θα πρέπει να αποκτήσει ένα επίπεδο επιστημονικού γραμματισμού, τέτοιο ώστε να μην υπόκειται σε κοινωνικό αποκλεισμό, να μπορεί να είναι αποτελεσματικός για το κοινωνικό και φυσικό περίγυρο και να αντιμετωπίζει με σεβασμό τον φυσικό κόσμο.

Συνυπολογίζοντας όσα προαναφέρθηκαν περί μάθησης με νόημα, εκτιμάται ότι οι αυθεντικές διδακτικές προσεγγίσεις μπορούν να δώσουν στους μαθητές τη δυνατότητα να αναπτύξουν τον επιστημονικό τους γραμματισμό, μέσα από την παρακίνησή τους προς δράση, πάνω σε συγκεκριμένα επιστημονικά θέματα που έχουν νόημα για τους ίδιους.

Είναι κοινά αποδεκτό ότι οι άνθρωποι συναντούν δυσκολία στην εφαρμογή των εννοιών και των κανόνων σε συγκεκριμένες καταστάσεις. Ένας λόγος που συμβαίνει αυτό το φαινόμενο είναι ότι οι έννοιες εκφράζονται αφηρημένα και γι' αυτό ίσως δεν γίνονται κατανοητές. Το πλαίσιο είναι που επιτρέπει στα άτομα να κατανοήσουν τις έννοιες και τους κανόνες.

Η θεωρία του situated learning, των Lave και Wenger υποστηρίζει την σημασία της πρακτικής για την μάθηση. Σε αυτή την περίπτωση τα άτομα δεν αποκομίζουν αφηρημένη γνώση αλλά από την άλλη οικοδομούν γνώσεις τις οποίες μπορούν έπειτα να μεταφέρουν και να εφαρμόσουν σε συγκεκριμένο πλαίσιο. Εφαρμόζουν δεξιότητες μέσω της ενεργής εμπλοκής τους σε διαδικασίες.

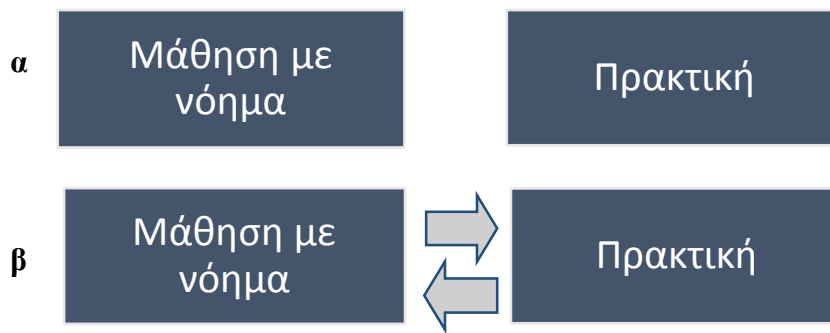
Μεγάλες προσπάθειες γίνονται ώστε να επιτευχθεί το αίτημα των διεθνών αναφορών, σύμφωνα τις οποίες για να γίνει η νέα γενιά επιστημονικά εγγράμματα, οι μαθητές πρέπει να εμπλακούν ενεργά στην διερεύνηση της φύσης και στον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες εργάζονται (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993). Η τακτική αυτή είναι σύμφωνη με την άποψη του Wolpert (1997: 21), ο οποίος υποστηρίζει ότι η επιστήμη είναι ένας ιδιαίτερος τρόπος για να γνωρίζουμε και να διερευνούμε και ότι ο μόνος τρόπος για να δεχτούμε αυτή τη διαδικασία είναι να την κάνουμε πράξη, να την εφαρμόσουμε.

Σύμφωνα με τον Eshach (2006), το πρόβλημα της σημερινής εκπαίδευσης δεν είναι ότι τα σχολεία δεν προωθούν το «doing», την πρακτική. Το πρόβλημα είναι ο

τρόπος με τον οποίο το «learning by doing» διεκπεραιώνεται. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζει ότι ακόμα και όταν γίνονται προσπάθειες διερευνήσεων ή hands – on δραστηριοτήτων, ο στόχος του αυθεντικού πειραματισμού σπάνια επιχειρείται στις σχολικές τάξεις. Επιπλέον, στις περιπτώσεις που επιχειρείται διερεύνηση, αυτές είναι συχνά μία σειρά μη σχετιζόμενων, 40 λεπτών δραστηριοτήτων, που υπογραμμίζουν τη χρήση των υλικών και του εξοπλισμού, ενώ οι μαθητές είναι συχνά κακώς ή εντελώς μη κινητοποιημένοι να τις πραγματοποιήσουν. Ακόμα και όταν υπάρχει ένα σχέδιο πίσω από την ακολουθία των δραστηριοτήτων συνήθως αυτό είναι προσανατολισμένο στην επιστημονική συνέπεια. Η λογική αυτή μπορεί να είναι εμφανής στους εκπαιδευτικούς, όμως οι μαθητές συχνά δεν μοιράζονται αυτή την κατανόηση της συνολικής διάρθρωσης των δραστηριοτήτων (Schauble et al., 1995:132-133).

Σύμφωνα με τον Moscovici (1998) η εξήγηση αυτής της κατάστασης πηγάζει από την έλλειψη ικανοτήτων των εκπαιδευτικών. Όπως χαρακτηριστικά υποστηρίζει, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί συχνά αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν πρακτικές που συνάδουν με την έρευνα, καθώς ποτέ δε συμμετείχαν οι ίδιοι, ως μαθητές, σε τέτοιες διαδικασίες. Το αδύναμο ιστορικό τους στις φυσικές επιστήμες, επιπλέον, δεν τους βοηθά ώστε να υποστηρίξουν τέτοιες τεχνικές. Έτσι, αισθάνονται πιο άνετα πραγματοποιώντας μια σειρά από αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες (γεγονός που χαρακτηριστικά αποκαλεί «μανία της δραστηριότητας»). Σε αυτή την περίπτωση φαίνεται να υπάρχει μία σύγχυση ανάμεσα στις τρεις βασικές συνιστώσες: μαθαίνω, κάνω, και μαθαίνω κάνοντας. Το σχολείο πιθανώς να παρέχει περιβάλλοντα μάθησης αναποτελεσματικά στο learning by doing. Επομένως, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι έτοιμοι να σχεδιάσουν αποτελεσματικές δραστηριότητες, που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες των μαθητών και θα συμβάλλουν πράγματι στη μάθηση με νόημα.

Το διαγράμμα 1.5.α. καταδεικνύει αυτή την κατάσταση, ότι δηλαδή το learning και το doing μπορεί εν τελεί να μην οδηγήσει στη μάθηση με νόημα. Βέβαια, η πρακτική οδηγεί πάντα σε μάθηση. Ωστόσο, σε μερικές περιπτώσεις, οι δυνατότητες για μάθηση δεν αξιοποιούνται πλήρως. Στο διάγραμμα 1.5.β., από την άλλη, υπάρχουν δύο βέλη. Το ένα οδηγεί στη μάθηση και το άλλο στην πράξη. Αυτό αναδεικνύει ότι σε ένα αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον οι μαθητές μπορεί να οδηγηθούν σε ουσιαστική μάθηση, η οποία με τη σειρά θα τους ωθήσει σε περισσότερες πρακτικές ώστε να μάθουν περισσότερα (Eshach, 2006: 58).



**Διάγραμμα 1.5.α.** Όταν η πρακτική δεν συνδέεται με τη μάθηση με νόημα

**Διάγραμμα 1.5.β.** Όταν η πρακτική σχετίζεται με τη μάθηση με νόημα (Eshach, 2006: 58)

Ο Eshach (2006) προτείνει την εκμάθηση της επιστήμης μέσω της τεχνολογίας, και ιδίως μέσω του σχεδιασμού, κατασκευής και αξιολόγησης μηχανικών συσκευών. Όπως υποστηρίζει, εάν εφαρμοστεί μία τέτοια προσέγγιση θα είναι ταιριαστή για τη διδασκαλία της επιστήμης τόσο στο νηπιαγωγείο όσο και στο δημοτικό. Έτσι, αναλύει το πώς μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει τη τεχνολογία και το σχεδιασμό ώστε να ενισχύσει τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Υποστηρίζει ότι οι, τεχνολογικής φύσης, δραστηριότητες μπορούν ενισχύσουν τα κίνητρα των μαθητών και την προθυμία τους να μάθουν και να κατανοήσουν καλύτερα τις επιστημονικές έννοιες μέσω της εφαρμογής του «learning by doing».

Ειδικότερα, προωθείται η άποψη ότι ο σχεδιασμός και η τεχνολογία μπορούν να αξιοποιηθούν κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών για τους παρακάτω λόγους:

- Τα παιδιά τείνουν να χρησιμοποιούν διερευνητικά μοντέλα τεχνολογικής φύσης και όχι επιστημονικά μοντέλα.
- Η διδασκαλία της επιστήμης με βάση την τεχνολογία διαμορφώνει ένα μαθησιακό περιβάλλον που αξιοποιεί και προωθεί τη συνεργατική μάθηση.
- Η μάθηση μέσω του σχεδιασμού χρησιμοποιεί την εποικοδομητική προσέγγιση της μάθησης.
- Η διδασκαλία που βασίζεται στην τεχνολογία προωθεί την διατύπωση ερωτημάτων και τη συστηματική σκέψη, ενθαρρύνει τη χρήση πειραμάτων, προωθεί τη δημιουργικότητα, περιλαμβάνει σωματική συμμετοχή (Eshach, 2006).

Επιπρόσθετα, η διδασκαλία της επιστήμης μέσω της τεχνολογίας ξεπερνά το πρόβλημα που έθιξε ο Edelson (2002), σχετικά με τη δυσκολία να γίνουν οι φυσικές επιστήμες, προσιτές στους μαθητές. Οι αυθεντικές δραστηριότητες που ενδιαφέρουν τους μαθητές απαιτούν τη γνώση επιστημονικού περιεχομένου και σκέψης, στην οποία οι μαθητές δεν έχουν απαραίτητα τη βάση και τα μέσα για την κατανόησή τους. Οι δραστηριότητες σχεδιασμού και τεχνολογίας μπορούν να θεωρηθούν αυθεντικές δραστηριότητες στις οποίες το παιδί μπορεί να καταστεί ικανό να χειριστεί και να προωθήσει έτσι την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών.

Συνοψίζοντας, θα συμφωνήσουμε με την άποψη του Eshach (2006: 84) ότι

*«τα μαθήματα επιστήμης και τα μαθήματα τεχνολογίας και σχεδιασμού μπορούν να θεωρηθούν ως νησιά. Ο ρόλος του δασκάλου θα ήταν η κατασκευή γεφυρών, έτσι ώστε το παιδί να μάθει να μετακινείται με ασφάλεια ανάμεσα στα νησιά και, κατά συνέπεια, να δομεί ένα δίκτυο δομημένων σχέσεων για τον εαυτό του».*

### ***Εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών για την ενίσχυση του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών***

Οι εκπαιδευτικοί αποτελούν τον συνδετικό κρίκο σε κάθε προσπάθεια αλλαγής της εκπαιδευτικής πραγματικότητας για τις φυσικές επιστήμες. Είναι οι φορείς που θα υποστηρίξουν την εφαρμογή των νέων προτύπων. Για το λόγο αυτό, καλούνται αρχικά να καταρτιστούν και να αναπτυχθούν επαγγελματικά προς αυτό τον σκοπό (NRC, 2012).

Η προετοιμασία των εκπαιδευτικών πρέπει να εστιάσει στην εμπάθουση και κατανόηση των οριζόντιων, πυρηνικών, εννοιών, ιδεών και πρακτικών ώστε να εμπλέξουν τους μαθητές τους σε αυτές τις διαστάσεις. Οι εκπαιδευτικοί καλούνται να εκτιμήσουν τις τρέχουσες πνευματικές ικανότητες των μαθητών τους και τις αναπτυξιακές τους τροχιές. Προς αυτό τον σκοπό, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί θα πρέπει να προσφέρουν στους μαθητές τους εμπειρίες που θα τους βοηθήσουν να κατανοήσουν πώς να σκεφτούν, τι είναι ικανοί να κάνουν και τι θα μπορούσε εύλογα να αναμένεται στο πλαίσιο των υπάρχουσών εκπαιδευτικών συνθηκών (NRC, 2012).

Η διασφάλιση της ενσωμάτωσης, από την πλευρά των εκπαιδευτικών, του πλήρους φάσματος των επιστημονικών και μηχανικών πρακτικών είναι μία πρόκληση που ωθεί την εκπαίδευση εκπαιδευτικών στις φυσικές επιστήμες να αναθεωρηθεί και αλλάξει μεθόδους, έτσι ώστε να στηρίξει την εδραίωση της εκπαίδευσης των

μελλοντικών εκπαιδευτικών. Αυτό προϋποθέτει την εισαγωγή στην εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών ενός φάσματος επιστημονικών ερευνών, όπως είναι οι απλές έρευνες στην τάξη με τη χρήση καθημερινών υλικών, οι μελέτες πεδίου εκτός τάξης, η διεξαγωγή πειραμάτων σε συνθήκες εργαστηρίου και οι έρευνες που είναι σχεδιασμένες από τους μαθητές. Συνεπώς, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να έχουν την ευκαιρία να αναπτύξουν τις γνώσεις και τις πρακτικές τους για την υποστήριξη αυτών των ερευνών, την προετοιμασία τους, την οργάνωση και τη διατήρηση υλικών, την εφαρμογή των κανόνων ασφαλείας, την οργάνωση ομάδων μαθητών που να συλλέγουν, να αναπαριστούν, να αναλύουν και να συζητούν τα δεδομένα, να επιχειρηματολογούν με τη χρήση τεκμηρίων και να εξάγουν συμπεράσματα.

Δεδομένου ότι οι μελλοντικοί δάσκαλοι συχνά βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στο διδακτικό υλικό για να προετοιμάσουν τη διδασκαλία τους, θα πρέπει να έχουν εμπειρία στην ανάλυση των προσφερόμενων από τα προγράμματα σπουδών, υλικών. Επιπλέον, θα πρέπει να βασίζονται στα πρότυπα και στα κριτήρια που επίσημα έχουν τεθεί, ώστε να αναθεωρούν το διδακτικό υλικό.

Επιπλέον, οι νέοι εκπαιδευτικοί χρειάζονται υποστήριξη ώστε να εφαρμόσουν την υλοποίηση αυτών των προγραμμάτων. Για παράδειγμα, η έμφαση στην μοντελοποίηση πρέπει είναι ένα ρητό στοιχείο της προετοιμασίας των εκπαιδευτικών. Επιπλέον, κρίσιμο στοιχείο συνιστά η ανάπτυξη τρόπων ανάδειξης και χρήσης των οριζόντιων εννοιών που διέπουν τα πρότυπα για τον επιστημονικό γραμματισμό, καθώς και των επιστημονικών και μηχανικών πρακτικών (παρατήρηση, αναπαράσταση, επικοινωνία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων). Παρά το γεγονός ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας σπάνια τονίζουν ειδικά ζητήματα, όπως η κατανόηση της χρήσης εικόνων, διαγραμμάτων και μαθηματικών αναπαραστάσεων των εννοιών, η προετοιμασία τους στα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα θα πρέπει να περιλαμβάνει προγράμματα εκπαίδευσης, ώστε, τυπικά, να εξοικειωθούν με μαθήματα φυσικών επιστημών και με μεθόδους, ώστε να γίνουν πιο ισχυροί σε αυτούς τους τομείς. Για το λόγο αυτό, τα μαθήματα που προσφέρονται στα πανεπιστήμια οφείλουν να τροποποιηθούν και να προσανατολιστούν σε προτάσεις που ενσωματώνουν την έρευνα που στοχεύει στο να εντοπίσουμε τι είναι πιο αποτελεσματικό κατά την προετοιμασία τους (NRC, 2012).

Η έρευνα στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών διευρύνεται και συνήθως εστιάζει στο πλαίσιο του Shulman (1986) σχετικά με την γνώση των εκπαιδευτικών. Για παράδειγμα, είναι γνωστό ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί έχουν κάποιες παρανοήσεις

των επιστημονικών εννοιών, όπως και οι μαθητές τους. Έτσι, βιώνουν δυσκολίες να εφαρμόσουν την επιστημονική γνώση και τις διδακτικές πρακτικές που θα υποστηρίξουν τη μάθηση των μαθητών τους. Συνεπώς, η συνεχής διερεύνηση της πιθανής εξέλιξης της τροχιάς μάθησης των εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών είναι αναγκαία. Η εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών πρέπει να εστιάζει στην καλύτερη κατανόηση των υλικών των προγραμμάτων σπουδών ώστε να είναι ικανοί και ευέλικτοι στην αναθεώρησή τους, στην εφαρμογή των κανόνων τους και στην ικανότητά τους να δημιουργήσουν υποστηρικτικό και προκλητικό περιβάλλον μάθησης.

Τα κράτη και το ιδρύματα της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, θα πρέπει να συμπεριλάβουν στην εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών, προγράμματα προσανατολισμένα στη δημιουργία μηχανισμών που να επιτρέπουν στους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις και πρακτικές που θα βοηθήσουν τους μαθητές και καταληκτικά θα ανταποκριθούν στις προσδοκίες του πλαισίου των νέων προτύπων.

Κλείνοντας λοιπόν, παρατίθενται κάποια ενδεικτικά ερωτήματα που απασχολούν τους ερευνητές και βρίσκονται στο επίκεντρο του υπό μελέτη θέματος:

- Υπό ποιες προϋποθέσεις και σε ποια πλαίσια μπορούν οι εκπαιδευτικοί να μάθουν καλύτερα τις επιστημονικές και μηχανικές πρακτικές, τις οριζόντιες πυρηνικές έννοιες ώστε να διασφαλιστεί η συνεχής επαγγελματική τους ανάπτυξη;
- Ποιες μεθόδους και γνώσεις είναι σημαντικό να κατέχουν στην αρχή της καριέρας τους;
- Τι είδους οργανωτικό υλικό και ανθρώπινο δυναμικό είναι απαραίτητο για την υποστήριξη και διατήρηση της μάθησης με την πάροδο του χρόνου.
- Πώς οι εκπαιδευτές εκπαιδευτικών χρησιμοποιούν τα πρότυπα για τον επιστημονικό γραμματισμό ώστε να βελτιώσουν τα προγράμματα εκπαίδευσής τους;
- Τι αλλαγές πραγματοποιούνται στα μαθήματα φυσικών επιστημών που προσφέρονται στα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα;
- Πόσο ευρέως διαδεδομένες είναι αυτές οι αλλαγές και ποιες οι πολιτικές και τα κίνητρα για τον επανασχεδιασμό και την επιτυχία των προγραμμάτων;
- Τι προγράμματα θεσπίζονται προς αυτόν τον σκοπό;
- Σε ποιους απευθύνονται και ποια είναι τα αποτελέσματά τους;

- Ποιες στρατηγικές είναι οι πιο επιτυχημένες και ποια είδη κινήτρων οδηγούν τελικά στην εμπλοκή των εκπαιδευτικών;
- Τι αλλαγές στα συστήματα πιστοποίησης των εκπαιδευτικών έχουν θεσπιστεί ώστε να εξασφαλιστεί ότι όλοι οι μαθητές μαθαίνουν τις φυσικές επιστήμες από εκπαιδευτικούς καλά προετοιμασμένους για να τις διδάξουν;
- Ποιος είναι υπεύθυνος για αυτές τις αλλαγές;
- Τι μέτρα έχουν ληφθεί για να εξασφαλιστεί μια πιο δίκαιη κατανομή των ειδικευόμενων εκπαιδευτικών ώστε να δοθεί σε όλους τους μαθητές πρόσβαση σε ευκαιρίες μάθησης συνεπείς με το πλαίσιο;
- Πώς εξασφαλίζεται ότι οι διαχειριστές της εκπαίδευσης έχουν την κατάλληλη επαγγελματική ανάπτυξη για την εφαρμογή επιμόρφωσης στα πρότυπα (Επιμορφωτικά προγράμματα);  
(NRC, 2012).

### *Συμπεράσματα 1<sup>ο</sup> Κεφαλαίου*

Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό, θα θέλαμε να επικεντρωθούμε στα στοιχεία του θεωρητικού πλαισίου που αποτέλεσαν το εφαλτήριο για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας.

Τα σύγχρονα, διεθνή, επίσημα έγγραφα που έχουν συνταχθεί με σκοπό τη βελτίωση των εκπαιδευτικών συνθηκών στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών, προβάλλουν την αναγκαιότητα της ανάπτυξης του επιστημονικού γραμματισμού κάθε μαθητή. Για την επίτευξη ικανοποιητικού επιπέδου επιστημονικού γραμματισμού προτάσσουν την εξοικείωση των μαθητών με διερευνητικές διαδικασίες, τη σύνδεση επιστήμης-τεχνολογίας-κοινωνίας, την πραγματοποίηση αυθεντικών δραστηριοτήτων σχεδιασμού και μοντελοποίησης, έτσι ώστε η μάθηση να αποκτήσει πραγματικό νόημα και εδραιωθεί μέσα στον μαθητικό πληθυσμό.

Ωστόσο, η ετοιμότητα των εκπαιδευτικών να υλοποιήσουν τέτοιου είδους δραστηριότητες είναι αμφίβολη. Οι εκπαιδευτικοί συχνά αντιμετωπίζουν το μάθημα των φυσικών επιστημών ως πραγματοποίηση μιας σειράς ασύνδετων πειραμάτων, κατευθυνόμενων από τον εκπαιδευτικό, που σπάνια έχουν αντίκτυπο στην πραγματική ζωή των μαθητών. Έτσι η μάθηση, μένει στο επίπεδο διεξαγωγής πειραμάτων και της γνώσης περιεχομένου. Για το λόγο αυτό, οι έρευνες προσανατολίζονται στην εξεύρεση

κατάλληλων προγραμμάτων που θα απευθύνονται σε εκπαιδευτικούς, ώστε να καλλιεργήσουν βιωματικά τις αντιλήψεις τους για τα βασικά μαθησιακά αποτελέσματα που αναμένουν από τους μαθητές τους στο μάθημα των φυσικών επιστημών.

Προς αυτή την κατεύθυνση προτείνεται η σύνδεση του μαθήματος των επιστημών με την τεχνολογία και η κατάλληλη προετοιμασία των εκπαιδευτικών ώστε να κατανοήσουν τα υλικά και τα πρότυπα που προτείνουν τα προγράμματα σπουδών. Απώτερος στόχος είναι να καταστούν ικανοί και ευέλικτοι στην αναθεώρησή τους, στην εφαρμογή των κανόνων τους και στην ικανότητά τους να δημιουργήσουν υποστηρικτικό και προκλητικό περιβάλλον μάθησης.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, έγινε αντιληπτό ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί χρειάζονται κατάλληλη εκπαίδευση ώστε να ενισχύσουν τον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών τους. Πιο συγκεκριμένα, κρίναμε ότι χρειάζονται κατάλληλη επιμόρφωση σε πτυχές του επιστημονικού γραμματισμού όπως η διερεύνηση, ο τεχνολογικός σχεδιασμός, η μοντελοποίηση και η σχέση επιστήμης τεχνολογίας και κοινωνίας.

Συνυπολογίζοντας ότι τα ανοιχτά διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης αποτελούν ένα γόνιμο έδαφος για την ανάπτυξη πλήθους καινοτόμων προσεγγίσεων, η εργασία αυτή προτείνει ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης, το οποίο έχει ως στόχο την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών σε ανοιχτά περιβάλλοντα μάθησης, ώστε να αποτελέσει το πλαίσιο της επαγγελματικής τους ανάπτυξης, όσον αφορά τις αντιλήψεις τους για τον επιστημονικό γραμματισμό.

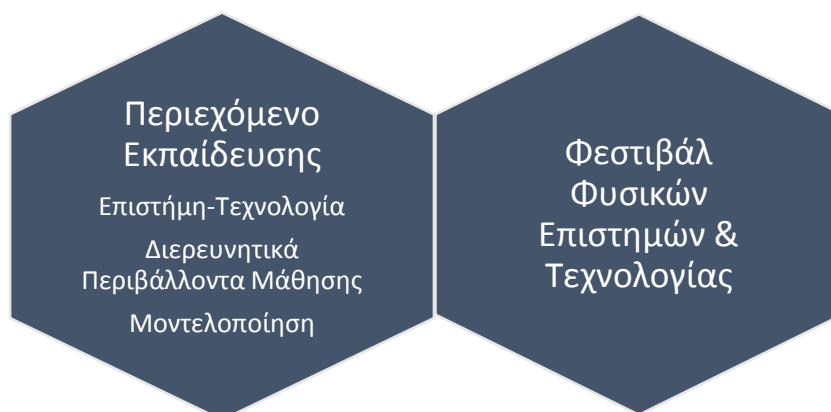


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### *Δομικά Χαρακτηριστικά και Περιγραφή του Προγράμματος Εκπαίδευσης*

Το πρόγραμμα εκπαίδευσης για το οποίο γίνεται λόγος, υλοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2015-2016 στο Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Το πρόγραμμα παρακολούθησαν 37 προπτυχιακοί φοιτητές που φοιτούσαν στο Γ'-Ζ' εξάμηνο των σπουδών τους. Βασικός στόχος του προγράμματος ήταν η γνωριμία και η εξοικείωση των συμμετεχόντων με τα ανοιχτά διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες και, ειδικότερα, η άρτια προετοιμασία τους για την ανάπτυξη και υλοποίηση Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας στο Δημοτικό σχολείο.

### **Δομικά Στοιχεία του Προγράμματος Εκπαίδευσης**

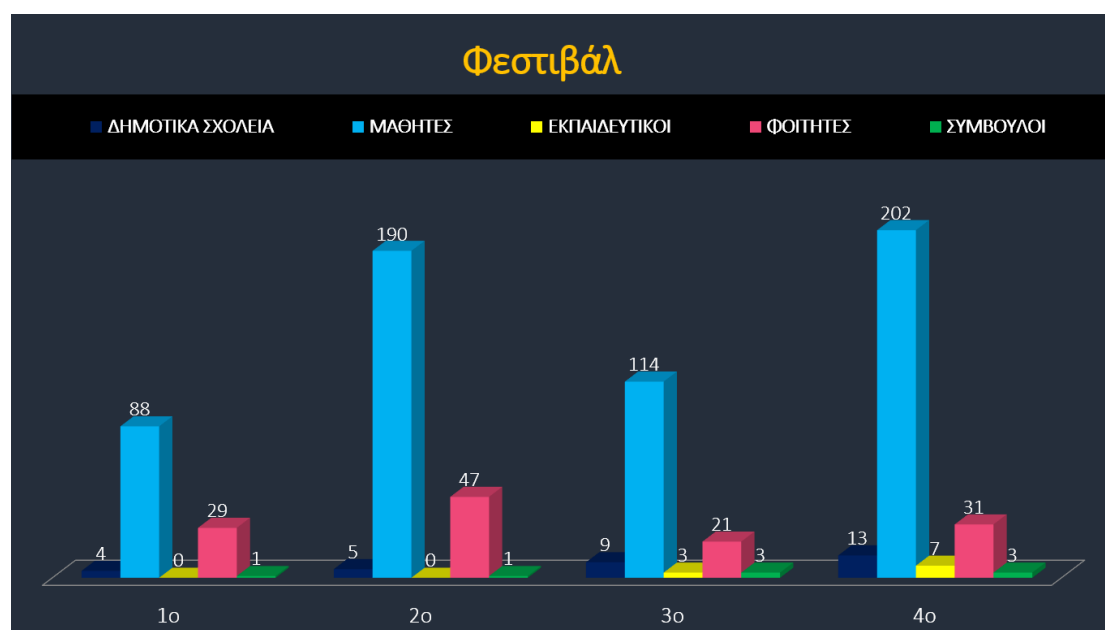


**Διάγραμμα 2.1.** Δομικά Στοιχεία του Προγράμματος Εκπαίδευσης

Τα δομικά στοιχεία του προγράμματος ήταν δύο (Διάγραμμα 2.1.). Αρχικά, η εκπαίδευση για τη διεξαγωγή Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο και έπειτα το περιεχόμενο της εκπαίδευσης, όπως αυτό διαμορφώθηκε για να επιτελέσει τον σκοπό του προγράμματος.

Το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας στο οποίο εκπαιδεύτηκαν οι φοιτητές αποτελεί ένα παράδειγμα παρέμβασης στο περιβάλλον της τυπικής εκπαίδευσης (σχολείο), με κύριο άξονα διαμόρφωσης τις άτυπες πηγές μάθησης, το

οποίο συνάδει με το μοντέλο της αυθεντικής διδασκαλίας (Σπύρτου & Ζάχου, 2014). Οργανώνεται ετησίως από την Παιδαγωγική Σχολή Δυτικής Μακεδονίας σε συνεργασία με τις Εκπαιδευτικές Περιφέρειες Φλώρινας και Δημοτικά Σχολεία της ευρύτερης περιοχής (2013-2016). Το Φεστιβάλ, χρόνο με το χρόνο, διευρύνει τους ορίζοντές του και τη δυναμική του. Μέχρι σήμερα, έχουν πραγματοποιηθεί 4 Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας στην ευρύτερη περιοχή της Φλώρινας. Η δυναμική του Φεστιβάλ αποτυπώνεται στο γράφημα 2.1.



**Γράφημα 2.1.** Η δυναμική των Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας της Φλώρινας

Η ιδέα του Φεστιβάλ, τα πρώτα χρόνια της εφαρμογής, βρήκε πρόσφορο έδαφος για να αναπτυχθεί, στα πλαίσια του μαθήματος επιλογής της Παιδαγωγικής Σχολής Φλώρινας, «Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου στις Φυσικές Επιστήμες», παρέχοντας στους φοιτητές που το επέλεξαν την ευκαιρία να εμπλακούν ενεργά στην ανάπτυξη και υλοποίησή του. Ωστόσο, έπειτα από τα 3 χρόνια υλοποίησης του Φεστιβάλ, παρέμενε αμφίβολο κατά πόσο οι φοιτητές ήταν έτοιμοι να υλοποιήσουν ορθά μία τέτοια δράση. Παράλληλα, οι έρευνες που πραγματοποιούσαμε ανέδειξαν την ανάγκη για συστηματικότερη εκπαίδευση στο ανοιχτό διερευνητικό περιβάλλον του φεστιβάλ. Αποφασίστηκε, έτσι, η αναθεώρηση του μαθήματος επιλογής και η μετατροπή του σε δύο νέα μαθήματα, που στην ουσία αποτέλεσαν το πρόγραμμα εκπαίδευσης των φοιτητών. Τα μαθήματα αυτά δομήθηκαν και οργανώθηκαν έτσι ώστε να

προετοιμάσουν κατάλληλα τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς στη συμμετοχή και διαμόρφωση ανοιχτών περιβαλλόντων μάθησης, όπως αυτό του φεστιβάλ φυσικών επιστημών και τεχνολογίας.

Το πρόγραμμα παρακολούθησαν 37 προπτυχιακοί φοιτητές και ήταν κομμάτι μιας ευρύτερης παρέμβασης, που είχε διάρκεια δύο ακαδημαϊκών εξαμήνων. Η παρέμβαση αυτή περιλάμβανε δύο στάδια, το θεωρητικό και το πρακτικό. Στο πρώτο στάδιο, που διήρκησε ένα ακαδημαϊκό εξάμηνο, οι συμμετέχοντες βίωσαν το πρόγραμμα εκπαίδευσης, λαμβάνοντας μέρος σε 11 εργαστηριακές συνεδρίες, όπου εργαζόνταν και εκπαιδεύονταν σε συγκεκριμένα θέματα, ατομικά ή ομαδικά. Οι συνεδρίες πραγματοποιούνταν κατά τη διάρκεια του μαθήματος επιλογής (κατ' επιλογήν υποχρεωτικού): «Ανοιχτά διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες».

Στο δεύτερο στάδιο, που διήρκησε και αυτό ένα ακαδημαϊκό εξάμηνο, οι εκπαιδευόμενοι φοιτητές κλήθηκαν να δραστηριοποιηθούν σε σχολεία του Νομού Φλώρινας ώστε να υλοποιήσουν, μαζί με τους μαθητές, το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Οι συναντήσεις και η καθοδήγηση των ομάδων έγινε στο πλαίσιο του μαθήματος επιλογής (κατ' επιλογήν υποχρεωτικού) «Σχεδιασμός, υλοποίηση και αξιολόγηση εκπαιδευτικών δράσεων σε χώρους τεχνοεπιστήμης».



**Διάγραμμα 2.2.** Στάδια Υλοποίησης του Προγράμματος Εκπαίδευσης

Λαμβάνοντας υπόψη τις σύγχρονες τάσεις στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, όπως διατυπώθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο, οι επιμέρους στόχοι του προγράμματος (1<sup>ο</sup> στάδιο) διαμορφώθηκαν ως εξής:

Οι εκπαιδευόμενοι:

- Να αναπτύξουν την κατανόησή τους για τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό
- Να εντοπίζουν ομοιότητες και διαφορές στους σκοπούς και στις διαδικασίες Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας
- Να γνωρίσουν τα μοντέλα διδασκαλίας ανοιχτής διερεύνησης
- Να σχεδιάζουν διδασκαλίες ανοιχτής διερεύνησης
- Να γνωρίσουν τα μοντέλα καθώς και την πράξη της μοντελοποίησης
- Να μελετήσουν σύγχρονες έρευνες στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών
- Να εξοικειωθούν με την ανάγνωση και τη γραφή επιστημονικών κειμένων
- Να εξοικειωθούν με την παρουσίαση των εργασιών τους σε κοινό και την ομαδική εργασία

Αντίστοιχα, οι στόχοι του 2<sup>ου</sup> σταδίου ήταν:

Οι εκπαιδευόμενοι:

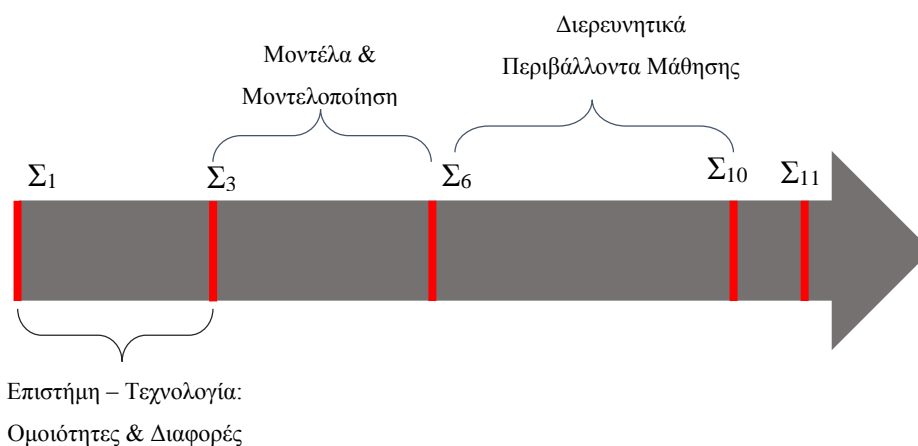
- Να είναι ικανοί να οργανώνουν για τους μαθητές τους, δραστηριότητες κατασκευής εκθεμάτων των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας.
- Να είναι ικανοί να οργανώνουν επισκέψεις σε χώρους τεχνοεπιστήμης.
- Να είναι ικανοί να υλοποιούν φεστιβάλ φυσικών επιστημών και τεχνολογίας.

Η έρευνα που περιγράφεται αναφέρεται στο πρώτο στάδιο, της εκπαίδευσης των φοιτητών. Το θεματικό περιεχόμενο του προγράμματος εκπαίδευσης, που συνοψίζεται στο διάγραμμα 2.3. συγκεκριμενοποιήθηκε σε τρεις βασικές κατευθύνσεις:

1. Επιστήμη – Τεχνολογία: Ομοιότητες και διαφορές
2. Μοντέλα και Μοντελοποίηση στις Φυσικές Επιστήμες
3. Διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης

Κατά την διάρκεια του προγράμματος οι φοιτητές συμμετείχαν σε ποικιλία δραστηριοτήτων όπως: εργαστηριακά ζητήματα, ατομική και ομαδική εργασία, ανάλυση ακαδημαϊκών εντύπων, αναστοχαστικές συζητήσεις κ.ά. Η συνολική διάρκεια της εκπαίδευσης ήταν 11 συνεδρίες. Από αυτές, οι τρεις πρώτες αφιερώθηκαν στη γενική θεματική ενότητα Επιστήμη – Τεχνολογία: Ομοιότητες και διαφορές, ενώ

οι υπόλοιπες εστίασαν στην μέθοδο της διερεύνησης και στην πράξη της μοντελοποίησης. Ωστόσο, οι τρεις κατευθύνσεις του περιεχομένου δεν προσεγγίστηκαν αποκομμένα η μία από την άλλη. Πιο συγκεκριμένα, οι τρεις κατευθύνσεις συνδέθηκαν και ενοποιήθηκαν ως βασικές συνιστώσες του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού. Σε κάθε συνεδρία δινόταν έμφαση στην προβολή και συνειδητοποίηση των συνδέσεων μεταξύ των τριών κατευθύνσεων.



**Διάγραμμα 2.3.** Κατανομή των περιεχομένων στο εύρος των συνεδριών

Οι εκπαιδευόμενοι φοιτητές, χωρίστηκαν σε 8 μεικτές ομάδες, τόσο ως προς το φύλο, όσο και ως προς το εξάμηνο φοίτησης. Στο πλαίσιο των συγκεκριμένων ομάδων, κυρίως, υλοποιούσαν τις προγραμματισμένες δράσεις. Ωστόσο, επιδιώχθηκε να υπάρχει επικοινωνία, κοινοποίηση των εργασιών και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ όλων των ομάδων.

Η φιλοσοφία του προγράμματος ήταν συνεπής προς την φιλοσοφία του Φεστιβάλ για αυθεντική μάθηση. Αναλυτικότερα, οι συμμετέχοντες επιδιώχθηκε να εμπλακούν, αρχικά, σε αυθεντικές δραστηριότητες, ώστε να βιώσουν τη διερεύνηση, τη μοντελοποίηση, τη δημιουργία αφίσας κ.ά. και κατόπιν να διδαχθούν τη ρητή αντίστοιχη γνώση. Με αυτόν τον τρόπο, θεωρήσαμε ότι θα βίωναν και οι ίδιοι, ως εκπαιδευόμενοι, τα οφέλη που αποκομίζει ο μαθητής εμπλεκόμενος σε τέτοιου είδους περιβάλλοντα και διαδικασίες καθώς και τις δυσκολίες που ενδέχεται να αντιμετωπίσουν. Ακολουθεί η περιγραφή του περιεχομένου των συνεδριών.

### **1<sup>η</sup> Συνεδρία**

Στόχοι: Οι εκπαιδευόμενοι:

- Να εξοικειωθούν με το έκθεμα χωρίς καθοδήγηση (ανοιχτή διερεύνηση).

- Να προβληματιστούν σχετικά με το γνωστικό περιεχόμενο του εκθέματος.
- Να ταξινομήσουν το γνωστικό περιεχόμενο στον τομέα της Επιστήμης και της Τεχνολογίας.
- Να προβληματιστούν για τον τρόπο κατασκευής του κάθε εκθέματος.

Περιγραφή: Κατά τη διάρκεια της πρώτης συνεδρίας οι φοιτητές συμπλήρωσαν το αρχικό ερωτηματολόγιο ενώ στη συνέχεια παρακολούθησαν μία εισήγηση σχετικά με το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Έπειτα, έγινε ο χωρισμός σε ομάδες. Σε κάθε ομάδα δόθηκε ένα έκθεμα (Βλ. Εικόνες 2.1.-2.7), που δημιουργήθηκε από μαθητές σε προηγούμενο Φεστιβάλ, ώστε να το επεξεργαστούν.

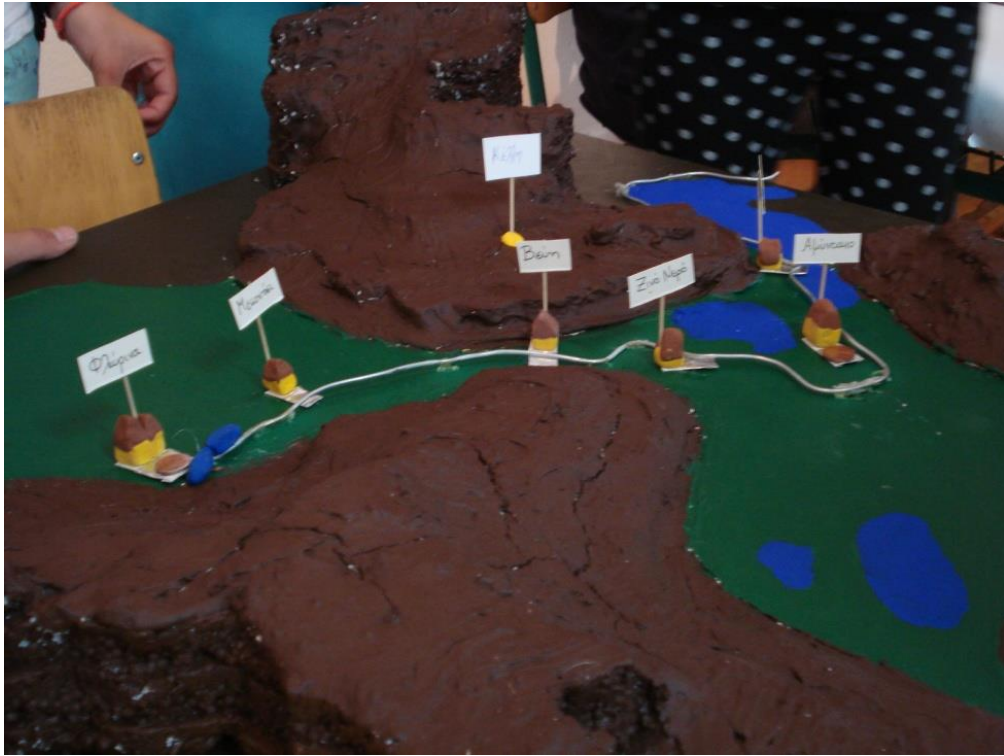


**Εικόνα 2.1.** Electricians' game: ένα επιτραπέζιο παιχνίδι για τον ηλεκτρισμό



**Εικόνα 2.2.:** Βιώσιμο χωριό - Το παράδειγμα του Αμμοχωρίου





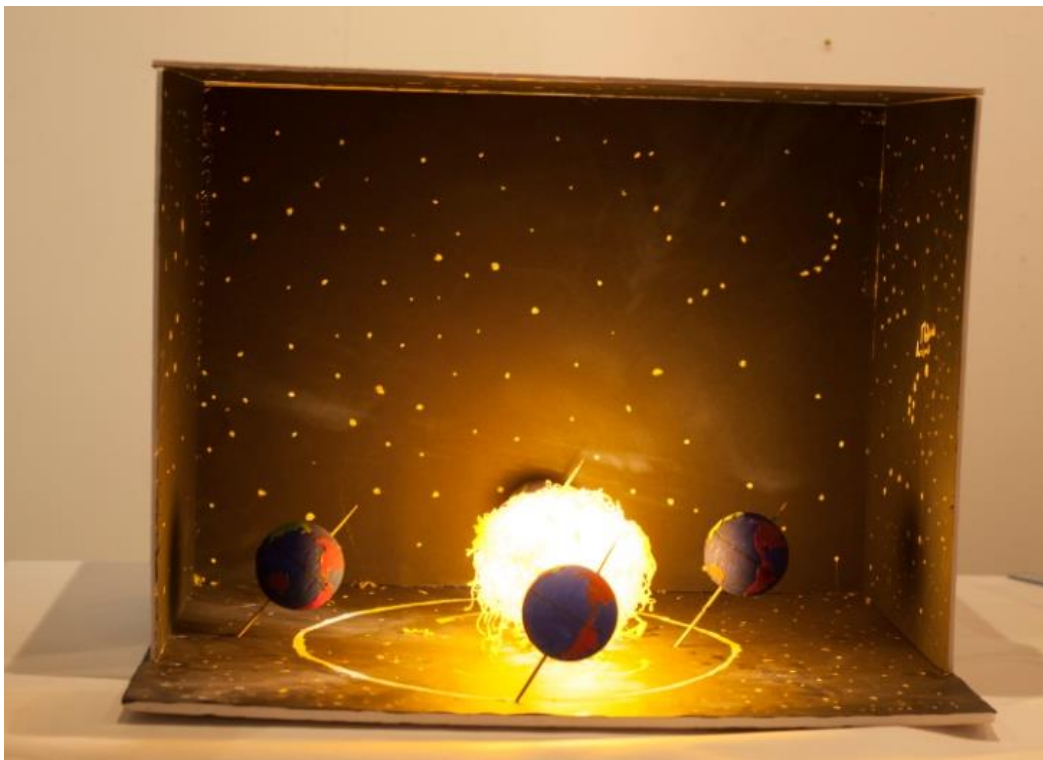
**Εικόνα 2.3:** Το επιστημονικό κουτί του τρένου



**Εικόνα 2.4.** Μοντέλο ατμομηχανής  
**Εικόνα 2.5.** Μοντέλο τροχών τρένου



**Εικόνα 2.6.** Μοντέλο του ηλιακού συστήματος



**Εικόνα 2.7.** Μοντέλο αναπαράστασης του φαινομένου των 4 εποχών



Στη συνέχεια οι εκπαιδευόμενοι κλήθηκαν να συμπληρώσουν ατομικά ένα φύλλο εργασίας για το συγκεκριμένο έκθεμα. Το φύλλο εργασίας καλούσε τους φοιτητές να απαντήσουν ποιο γνωστικό περιεχόμενο (έννοιες, φαινόμενα, αντικείμενα, προϊόντα, εφαρμογές) μπορούν να προσεγγίσουν οι μαθητές μέσα από τη δημιουργία του συγκεκριμένου εκθέματος, να ταξινομήσουν ποια στοιχεία Επιστήμης και ποια στοιχεία Τεχνολογίας αναγνωρίζουν στο έκθεμα και τέλος να επιλέξουν ποια βήματα πιστεύουν ότι ακολούθησαν οι μαθητές κατά τη διαδικασία κατασκευής του συγκεκριμένου εκθέματος (Πίνακες 2.1.-2.2.).

### **Πίνακας 2.1.** Excerpts from Science and Technology Standard, K-4

---

As a result of activities in grades K-4, all students should develop:

---

#### **Abilities of technological design**

---

Identify a simple problem

Propose a solution

Implement proposed solutions

Evaluate a product or design

Communicate a problem, design and solution

---

#### **Understanding about Science and Technology**

---

People have always had problems and invented tools and techniques (ways of doing something) to solve problems. Trying to determine the effects of solutions helps people avoid some new problems.

Tools help scientists make better observations, measurements, and equipment for investigations. They help scientists see, measure, and do things that they could not otherwise see, measure and do.

---

#### **Abilities to distinguish between natural objects and objects made by humans**

---

Some objects occur in nature. Others have been designed and made by people to solve human problems and enhance the quality of life.

Objects can be categorized into two groups, natural and designed.

---

**Πίνακας 2.2.** Διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων σύμφωνα με την επιστημονική και την τεχνολογική μέθοδο αντίστοιχα (Schilling 1988, στο Layton 1993: 19-20).

Γενικό μοντέλο επίλυσης προβλημάτων	Επιστημονική διαδικασία	Τεχνολογική / σχεδιαστική διαδικασία
Κατανόηση του προβλήματος	Μελέτη ενός φυσικού φαινομένου	Προσδιορισμός αναγκών
Περιγραφή του προβλήματος	Περιγραφή του προβλήματος	Περιγραφή αναγκών
Εξέταση εναλλακτικών λύσεων	Διατύπωση υποθέσεων	Περιγραφή αναγκών
Επιλογή μιας λύσης	Επιλογή μιας υπόθεσης	Επιλογή μιας ιδέας
Δράση	Πειραματισμός	Κατασκευή προϊόντος
Αξιολόγηση προϊόντος	Έλεγχος της υπόθεσης	Έλεγχος προϊόντος

## 2<sup>η</sup> Συνεδρία

Στόχοι: Οι εκπαιδευόμενοι:

- Να αναπτύξουν τη γνώση περιεχομένου τους για το υπό μελέτη έκθεμα.
- Να διακρίνουν βασικές διαφορές ανάμεσα στους σκοπούς της Επιστήμης και της Τεχνολογίας.
- Να είναι ικανοί να συνδέουν όρους Επιστήμης και Τεχνολογίας με συγκεκριμένα εκθέματα.
- Να είναι ικανοί να αναζητούν πληροφορίες και να τις παρουσιάζουν σε κοινό.

Περιγραφή: Στην επόμενη συνεδρία οι συμμετέχοντες συναντήθηκαν και πάλι στις ομάδες, με το ίδιο έκθεμα και τα ίδια φύλλα εργασίας. Αυτή τη φορά, παρακινήθηκαν να χρησιμοποιήσουν πηγές, όπως σκόπιμα τοποθετημένα βιβλία, τη βιβλιοθήκη της σχολής, internet κ.ά., ώστε να εμπλουτίσουν τα φύλλα εργασίας τους. Έπειτα, τους ζητήθηκε να δημιουργήσουν, ομαδικά, μία μικρή παρουσίαση του εκθέματός τους την οποία θα κοινοποιούσαν στην ολομέλεια. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση των εκθεμάτων και συζήτηση.

Επιπλέον, ανατέθηκε στους φοιτητές ατομική εργασία που τους καλούσε:

Να μελετήσουν ένα αγγλικό άρθρο με θέμα «What scientific literacy is».

Να μελετήσουν ένα αγγλικό άρθρο με θέμα «What technological literacy is».

Να συγγράψουν μία μικρή παράγραφο (μέχρι 10 σειρές) που να εξηγεί τους παραπάνω όρους.

Να προτείνουν μία έντυπη και μία ηλεκτρονική πηγή, τις οποίες θα πρότειναν οι ίδιοι στους μαθητές τους, με σκοπό να συγκεντρώσουν γνώσεις και πληροφορίες για το συγκεκριμένο έκθεμα.

### **3<sup>η</sup> Συνεδρία**

Στόχοι: Οι εκπαιδευόμενοι:

- Να διακρίνουν βασικές διαφορές ανάμεσα στους σκοπούς της Επιστήμης και Τεχνολογίας.
- Να είναι ικανοί να συνδέουν όρους Επιστήμης και Τεχνολογίας με συγκεκριμένα εκθέματα.
- Να εκθέτουν τις απόψεις τους.
- Να γνωρίσουν βασικά χαρακτηριστικά που αφορούν τα μοντέλα (στόχος, τρόπος αναπαράστασης, είδη μοντέλων).



**Εικόνα 2.8.** Οι φοιτητές επεξεργάζονται τα εκθέματα

Περιγραφή: Αρχικά, πραγματοποιήθηκε τυχαία επιλογή φοιτητών και παρουσίαση της ατομικής εργασίας που ανατέθηκε την προηγούμενη φορά, για τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό. Στη συνέχεια, έγινε παρουσίαση, της ορθής σύνδεσης του γνωστικού περιεχομένου του εκθέματος με την Επιστήμη και την Τεχνολογία και συζήτηση στην ολομέλεια. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε παρουσίαση των όρων

Επιστήμης και Τεχνολογίας που αφορούν το εκπαιδευτικό animation "Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας". Έπειτα, ακολούθησε εισήγηση και συζήτηση σχετικά με τους σκοπούς της Επιστήμης και τους σκοπούς της Τεχνολογίας καθώς και το αίτημα για επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό. Επιπλέον, έγινε εισαγωγική παρουσίαση του ορισμού και του ρόλου των μοντέλων καθώς και των διαφορετικών αναπαραστάσεων ενός στόχου.

#### **4<sup>η</sup> Συνεδρία**

Στόχοι: Οι εκπαιδευόμενοι:

- Να θυμηθούν και να παρουσιάσουν τις αρχικές τους ιδέες σχετικά με τα μοντέλα
- Να γνωρίσουν βασικά χαρακτηριστικά που αφορούν τα μοντέλα και τη μοντελοποίηση (πράξεις μοντελοποίησης, σύστημα)
- Να αναγνωρίσουν χαρακτηριστικά της φύσης και του ρόλου των μοντέλων στα εκθέματα του Φεστιβάλ

Περιγραφή: Κατά την 4<sup>η</sup> Συνεδρία οι φοιτητές γνώρισαν την διαδικασία της μοντελοποίησης. Επιπλέον, συζητήθηκαν οι ιδέες των φοιτητών για τη φύση και το ρόλο των μοντέλων. Τέλος, οι ομάδες εργάστηκαν ώστε να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικές με το είδος, το σκοπό και τις πληροφορίες που αντλούν από ένα τρισδιάστατο μοντέλο. Επιπλέον, κλήθηκαν να προτείνουν διαφορετικά μοντέλα για την αναπαράσταση του ίδιου στόχου.



**Εικόνα 2.9.** Οι φοιτητές συμπληρώνουν τα φύλλα εργασίας

### **5<sup>η</sup> Συνεδρία**

Κατά την 5<sup>η</sup> συνεδρία οι φοιτητές παρακολούθησαν εισήγηση προσκεκλημένου επιστήμονα με θέμα «Νταλί και Σύγχρονη Φυσική».

### **6<sup>η</sup> – 9<sup>η</sup> Συνεδρία**

Στόχοι: Οι εκπαιδευόμενοι:

- Να σχεδιάζουν ανοιχτές διερευνήσεις σε ενδοσχολικές ή εξωσχολικές δραστηριότητες
- Να επιλέγουν και ή να δημιουργούν εκπαιδευτικό υλικό για ανοιχτά διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης
- Να παρουσιάζουν εργασία σχετικά με τα διερευνητικά περιβάλλοντα και τα μοντέλα, προφορικά ή γραπτά.

### **6<sup>η</sup> Συνεδρία**

Περιγραφή: Στη διάρκεια της 6<sup>ης</sup> Συνεδρίας οι φοιτητές μελέτησαν σύγχρονη βιβλιογραφία σχετικά με τα διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης και τη μέθοδο της διερεύνησης. Επιπλέον, ζητήθηκε από αυτούς να προετοιμάσουν μία πρόχειρη παρουσίαση που θα τονίζουν τους βασικούς παράγοντες της βιβλιογραφικής επισκόπησής τους.

### **7<sup>η</sup> Συνεδρία**

Περιγραφή: Κατά την 7<sup>η</sup> Συνεδρία, παρουσίασαν στις ομάδες τους τις ατομικές παρουσιάσεις τους. Συζήτησαν και αναστοχάστηκαν, όσον αφορά τους πολλαπλούς παράγοντες της διερευνητικής μάθησης. Επιπλέον, δημιούργησαν ένα πόστερ με σκοπό να παρουσιάσουν τον αναστοχασμό τους για τη διερεύνηση στην ολομέλεια.

### **8<sup>η</sup> & 9<sup>η</sup> Συνεδρία**

Περιγραφή: Η 8<sup>η</sup> και η 9<sup>η</sup> συνεδρία αφιερώθηκαν στην παρουσίαση των πόστερ. Πραγματοποιήθηκε συγκριτική ανάλυση των χαρακτηριστικών της διερευνητικής μάθησης.

### **10<sup>η</sup> Συνεδρία**

Στόχοι: Οι εκπαιδευόμενοι να συνδέουν έννοιες που σχετίζονται με το μάθημα

Περιγραφή: Στη 10<sup>η</sup> συνεδρία οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να κατασκευάσουν, σε ομάδες, έναν εννοιολογικό χάρτη για τη σύνδεση των ακόλουθων εννοιών: Επιστημονικός Γραμματισμός, Τεχνολογικός Γραμματισμός, Ανοιχτή Διερεύνηση, Σχεδιασμός (Design), Μοντελοποίηση, Φεστιβάλ ΦΕ-TX.

Ως τελική αξιολόγηση των φοιτητών ορίστηκε μία εργασία στην οποία κλήθηκαν να προτείνουν ένα υποθετικό σενάριο για την υλοποίηση ενός εκθέματος στα πλαίσια του Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Στο σενάριο οι φοιτητές έπρεπε να περιγράψουν το θέμα με το οποίο θα ασχοληθούν αλλά και τα βασικά στάδια της υλοποίησης συνδέοντας και αιτιολογώντας τις επιλογές τους βασιζόμενοι στις τρεις κατευθύνσεις του προγράμματος ( βλ. Παράρτημα Γ, Τελική Εργασία).



**Εικόνα 2.10.** Ομάδα φοιτητών κατά τη διάρκεια παρουσίασης στην ολομέλεια

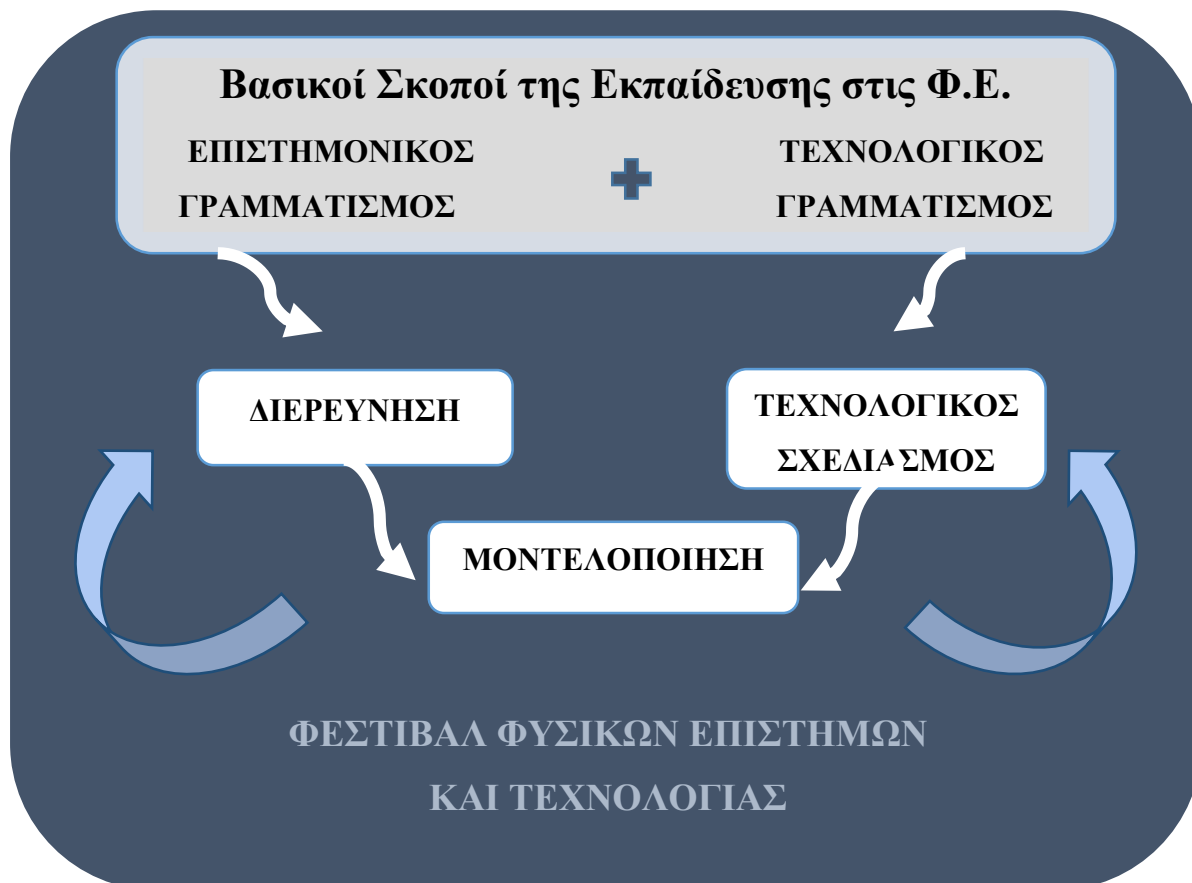
### *Αντιστοίχιση του Προγράμματος Εκπαίδευσης με τα Πρότυπα Περιεχομένου του NRC*

Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι το πρόγραμμα εκπαίδευσης έλαβε ως άξονα ανάπτυξης τα πρότυπα περιεχομένου του NRC για τον επιστημονικό γραμματισμό που ήδη αναλύθηκαν διεξοδικά στη βιβλιογραφική επισκόπηση. Μέσα από τις συνεδρίες, δόθηκε έμφαση στα διαφορετικά πρότυπα, ώστε οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, βιώνοντας το πρόγραμμα, να τα γνωρίσουν και να εκτιμήσουν την αξία τους για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Όπως διαφαίνεται στον πίνακα 2.3. δόθηκε έμφαση κυρίως στις ικανότητες διεξαγωγής επιστημονικής διερεύνησης, στο γνωστικό περιεχόμενο, στην ικανότητες τεχνολογικού σχεδιασμού και στη σύνδεση Επιστήμης και Τεχνολογίας. Δεν αποτέλεσε κομμάτι της εκπαίδευσης το πρότυπο που σχετίζεται με τη φύση και την ιστορία της επιστήμης.

**Πίνακας 2.3.** Αντιστοίχιση του Προγράμματος Εκπαίδευσης με τα Πρότυπα Περιεχομένου του NRC

NRC		Συνεδρίες Προγράμματος Εκπαίδευσης												
Πρότυπα Περιεχομένου		Σ <sub>1</sub>	Σ <sub>2</sub>	Σ <sub>3</sub>	Σ <sub>4</sub>	Σ <sub>5</sub>	Σ <sub>6</sub>	Σ <sub>7</sub>	Σ <sub>8</sub>	Σ <sub>9</sub>	Σ <sub>10</sub>	Σ <sub>11</sub>		
Α: Η επιστήμη ως διερεύνηση	To do	P R E M E T P H Σ H	X	X	X			X	X	X	X	X	P O S T M E T P H Σ H	
	About					X		X						
Β – Γ – Δ: Γνώση Περιεχομένου			X	X	X									
Ε: Επιστήμη & Τεχνολογία	To do					X								X
	About		X	X	X									X
Στ: Προσωπική & Κοινωνική διάσταση της Επιστήμης			X	X	X									X
Ζ: Ιστορία και Φύση της Επιστήμης														

Κλείνοντας το 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, παραθέτουμε το διάγραμμα 2.4. που περιγράφει τη σχέση μεταξύ των βασικών στόχων και πρακτικών του προγράμματος εκπαίδευσης. Για την ανάπτυξη της κατανόησης των συμμετεχόντων για τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό κρίθηκε αναγκαία η εξοικείωση τους με τις μεθόδους της διερεύνησης και του τεχνολογικού σχεδιασμού. Πιο συγκεκριμένα, θεωρήσαμε ότι οι αντιλήψεις των φοιτητών για τους βασικούς σκοπούς της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες, ενδέχεται να εμπλουτιστούν μέσα από τη γνωριμία με τις μεθόδους της διερεύνησης και του τεχνολογικού σχεδιασμού. Το σημείο τομής των δύο μεθόδων ήταν η πράξη της μοντελοποίησης. Το πλαίσιο υλοποίησης ήταν το ανοιχτό διερευνητικό περιβάλλον των Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Εν τέλει, όπως ήδη αναφέραμε, υποθέσαμε ότι η εξοικείωση με αυτές τις μεθόδους μπορεί να οδηγήσει σε μία ευρύτερη κατανόηση του επιστημονικού γραμματισμού.



Διάγραμμα 2.4. Στόχοι και Πρακτικές του Προγράμματος Εκπαίδευσης



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### Μέθοδος

#### *Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα*

Η παρούσα εργασία είχε ως σκοπό να μελετήσει την εξέλιξη των αντιλήψεων 37 μελλοντικών εκπαιδευτικών, σχετικά με τον επιστημονικό γραμματισμό, μέσω της εκπαίδευσής τους στα ανοιχτά διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης και πιο συγκεκριμένα στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας.

Σε αυτή την εργασία, καλούμαστε να αξιολογήσουμε εάν ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης που έχει ως πλαίσιο το ανοιχτό διερευνητικό περιβάλλον μάθησης των Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας και βασίζεται στη ρητή και βιωματική μάθηση της διερεύνησης, του τεχνολογικού σχεδιασμού και της μοντελοποίησης και της σχέσης επιστήμης-τεχνολογίας-κοινωνίας, είναι ικανό να επηρεάσει τις αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών για τον επιστημονικό γραμματισμό.

Γενικό ερευνητικό ερώτημα:

- Πώς εξελίσσονται οι αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών του δείγματος όσον αφορά τον επιστημονικό γραμματισμό μέσα από την εκπαίδευσή τους στο ανοιχτό διερευνητικό περιβάλλον των Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας;

Ειδικό ερευνητικό ερώτημα:

- Ποιες πτυχές του επιστημονικού γραμματισμού (πρότυπα περιεχομένου και υποκατηγορίες τους) αντιλαμβάνονται οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί του δείγματος πριν και μετά από τη συμμετοχή τους στο πρόγραμμα εκπαίδευσης;

#### *Συμμετέχοντες*

Στην έρευνα συμμετείχαν 37 φοιτητές του Παιδαγωγικού Δημοτικής Εκπαίδευσης Φλώρινας, εκ των οποίων 21 φοιτούσαν στο Ζ' εξάμηνο των σπουδών τους ενώ 16 στο Ε'. Από το σύνολο των φοιτητών, οι 8 είχαν συμμετάσχει στη διεκπεραίωση Φεστιβάλ ΦΕ-ΤΧ, εθελοντικά, σε προηγούμενα έτη. Οι υπόλοιποι ήταν άπειροι ως προς την διεξαγωγή Φεστιβάλ και τη συμμετοχή σε ανοιχτά διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης. Επιπλέον, οι φοιτητές του δείγματος είτε είχαν παρακολουθήσει το μάθημα Διδακτική των ΦΕ και είχαν πραγματοποιήσει διδασκαλία σε σχολείο, είτε το

παρακολουθούσαν στο τρέχον εξάμηνο. Κατά συνέπεια το δείγμα αποτελούνταν από άπειρα και έμπειρα μέλη.

### *Μέθοδος συλλογής δεδομένων*

#### *Επιλογή ερευνητικού εργαλείου*

Το εργαλείο συλλογής δεδομένων που επιλέχθηκε ήταν το ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου. Το ερωτηματολόγιο είναι ένα έντυπο που αποτελείται από δομημένες ερωτήσεις, στις οποίες ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει γραπτά, και με συγκεκριμένη σειρά (Ζαφειρίου, 2003). Επομένως, το ερωτηματολόγιο αποτελεί το μέσο επικοινωνίας μεταξύ του ερευνητή και των ερωτώμενων. Η κατάρτιση του ερωτηματολογίου είναι μία κρίσιμη και λεπτή εργασία, που παίζει καθοριστικό ρόλο για την επιτυχία της εκάστοτε στατιστικής έρευνας.

Ανάμεσα στα κυριότερα πλεονεκτήματα των ερωτηματολογίων είναι το γεγονός ότι στοιχίζουν φθηνά, μπορούν να συμπληρωθούν από μεγάλο αριθμό δείγματος και η κατασκευή και χρήση τους είναι σχετικά εύκολη. Επιπλέον, δίνουν στον ερωτώμενο την ευκαιρία να εκφραστεί ελεύθερα, το υλικό μπορεί να αναλυθεί με τυπικές διαδικασίες, είναι λιγότερο χρονοβόρα μέθοδος σε σχέση με άλλες (π.χ. συνέντευξη) και ο ερευνητής δεν μπορεί να επηρεάσει τις απαντήσεις.

Ωστόσο, υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα που θα πρέπει να υπογραμμιστούν. Τα ερωτηματολόγια ανοιχτού τύπου εμπεριέχουν την αμφιβολία καθώς είναι δύσκολο να αποσαφηνίσει ο ερευνητής τις ανοιχτές απαντήσεις. Επιπλέον, η δομή του υποχρεώνει τους ερωτηθέντες να απαντήσουν με έναν συγκεκριμένο τρόπο.

Με βάση τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζονται πιο πάνω, κρίθηκε ότι το ερωτηματολόγιο είναι το καταλληλότερο μέσο για την διεκπεραίωση αυτής της ερευνητικής μελέτης. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού, περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη δημιουργία του ερωτηματολογίου.

#### *Ανάπτυξη ερευνητικού εργαλείου*

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του ερωτηματολογίου αυτής της εργασίας, ακολούθησε τα στάδια που προτείνουν οι Cohen, Mannion & Morisson (2007).

**1<sup>ο</sup> Στάδιο Αποσαφήνιση στόχων του ερωτηματολογίου.** Στο πρώτο στάδιο ανάπτυξης του ερωτηματολογίου, έπρεπε να διατυπωθεί ο στόχος του. Αναλυτικότερα,

το ερωτηματολόγιο αυτό είχε ως γενικό στόχο να αποτυπώσει τις αντιλήψεις του δείγματος σχετικά με τον επιστημονικό γραμματισμό.

**2<sup>ο</sup> Στάδιο: Επιλογή δείγματος.** Στο 2<sup>ο</sup> στάδιο, οριοθετήθηκε ο πληθυσμός του δείγματος, εντοπίστηκαν, δηλαδή, τα κρίσιμα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να καταγραφούν στο ερωτηματολόγιο ώστε να είναι άρτια η μελέτη του. Έτσι, καταγράφηκαν τα εξής χαρακτηριστικά: Ονοματεπώνυμο, ΑΕΜ, εξάμηνο φοίτησης, εμπειρία σε Φεστιβάλ, παρακολούθηση του μαθήματος «Διδακτική Φυσικής».

**3<sup>ο</sup> Στάδιο: Δημιουργία υποθεμάτων – εννοιών – ζητημάτων – στοιχείων (items) που απαιτείται να μελετηθούν ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της έρευνας.** Όπως ήδη διατυπώθηκε, το ερωτηματολόγιο αυτό είχε ως γενικό στόχο να αποτυπώσει τις αντιλήψεις του δείγματος σχετικά με τον επιστημονικό γραμματισμό. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, ορίστηκε η πρώτη συνιστώσα που έπρεπε καταγραφεί. Η συνιστώσα αυτή σκοπό είχε να αναδείξει την άποψη των μελλοντικών δασκάλων για την απαραίτητη εκπαίδευση των μαθητών, στον 21 αι., για το γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών. Καταγράφηκαν, ακόμα, δύο κρίσιμες συνιστώσες, που είχαν ως σκοπό να διερευνηθεί κατά πόσο οι φοιτητές, αρχικά, γνωρίζουν τις έννοιες του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού, αλλά και κατά πόσο τις θεωρούν ως καίριο αίτημα για την εκπαίδευση των μαθητών στον 21 αι.

**4<sup>ο</sup> Στάδιο: Επιλογή κατάλληλου τύπου ερωτήσεων.** Σύμφωνα με τους Cohen et al. (2007: 321-332) υπάρχουν διάφοροι τύποι στοιχείων (items) που μπορεί να απαρτίζουν το ερωτηματολόγιο, όπως: ανοιχτές και κλειστές ερωτήσεις, κλίμακες, διχοτομικά ερωτήματα, ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, κλίμακες αξιολόγησης, αθροιστικές ερωτήσεις κ.ά.

Στην εργασία αυτή επιλέχθηκαν οι ανοιχτές ερωτήσεις καθώς είναι κατάλληλες όταν επιδιώκεται η καταγραφή μιας ειλικρινούς, προσωπικής δήλωσης. Μία ανοιχτή ερώτηση μπορεί να αποτελέσει «διαμάντι» πληροφοριών, που υπό άλλες συνθήκες ο ερευνητής δεν θα μπορούσε να εντοπίσει. Επιπλέον, μία ανοιχτή ερώτηση μπορεί να καταγράψει την αυθεντικότητα, τον πλούτο, το βάθος της απόκρισης, με ειλικρίνεια και ευθύτητα, παράγοντες οι οποίοι είναι κύρια χαρακτηριστικά των ποιοτικών δεδομένων (Oppenheim, 1992:56-7).

Η χρήση των ανοικτών ερωτήσεων, ωστόσο, ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα στη διαχείριση των δεδομένων, κατά την μετατροπή τους από ποιοτικά σε ποσοτικά. Οι απαντήσεις που θα λάβει ο ερευνητής είναι, ίσως απίθανο, να φέρουν έναν τέτοιο βαθμό ομοιότητας, ώστε να τις συγκεντρώσει σφικτά σε κοινές κατηγορίες.

Επιπλέον, η συμπλήρωση ανοιχτών ερωτήσεων είναι χρονοβόρα και ενέχει τον κίνδυνο οι ερωτώμενοι να μην είναι εξίσου ικανοί να διατυπώσουν τις σκέψεις τους με αρτιότητα στο χαρτί, από ότι στον προφορικό λόγο.

Παρά όμως αυτές τις επιφυλάξεις, οι ανοιχτές ερωτήσεις αποτελούν ένα παράθυρο ευκαιριών για τον ερευνητή, ώστε να φωτίσει ένα ζήτημα, για το λόγο αυτό συστήνονται σε έρευνες που στοχεύουν στη διερεύνηση αντιλήψεων.

**5<sup>ο</sup> Στάδιο: Καταγραφή των στοιχείων του ερωτηματολογίου.** Στην παρούσα φάση, καταγράφηκαν 3 στοιχεία – ερωτήματα, για την μελέτη των αντιλήψεων των φοιτητών, όσον αφορά τον επιστημονικό γραμματισμό:

1. Τι θεωρείς ότι είναι απαραίτητο να μάθουν οι μαθητές του Δημοτικού σχολείου, στο πλαίσιο του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ);

2. Τι νομίζεις ότι είναι ο επιστημονικός γραμματισμός; Δώσε ένα παράδειγμα.

3. Τι νομίζεις ότι είναι ο τεχνολογικός γραμματισμός; Δώσε ένα παράδειγμα.

**6<sup>ο</sup> Στάδιο: Έλεγχος.** Κατά την ανάπτυξη του εργαλείου η ερευνήτρια εισηγούνταν προτάσεις σε ομάδα τεσσάρων ερευνητών στη διδακτική των ΦΕ, και έπειτα από παρατηρήσεις και συζήτηση αναθεωρούνταν. Έτσι, γινόταν έλεγχος σε κάθε στάδιο.

**7<sup>ο</sup> Στάδιο: Χορήγηση τελικού ερωτηματολογίου.** Στο στάδιο αυτό οι 37 φοιτητές κλήθηκαν να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται στην υποενότητα «Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων».

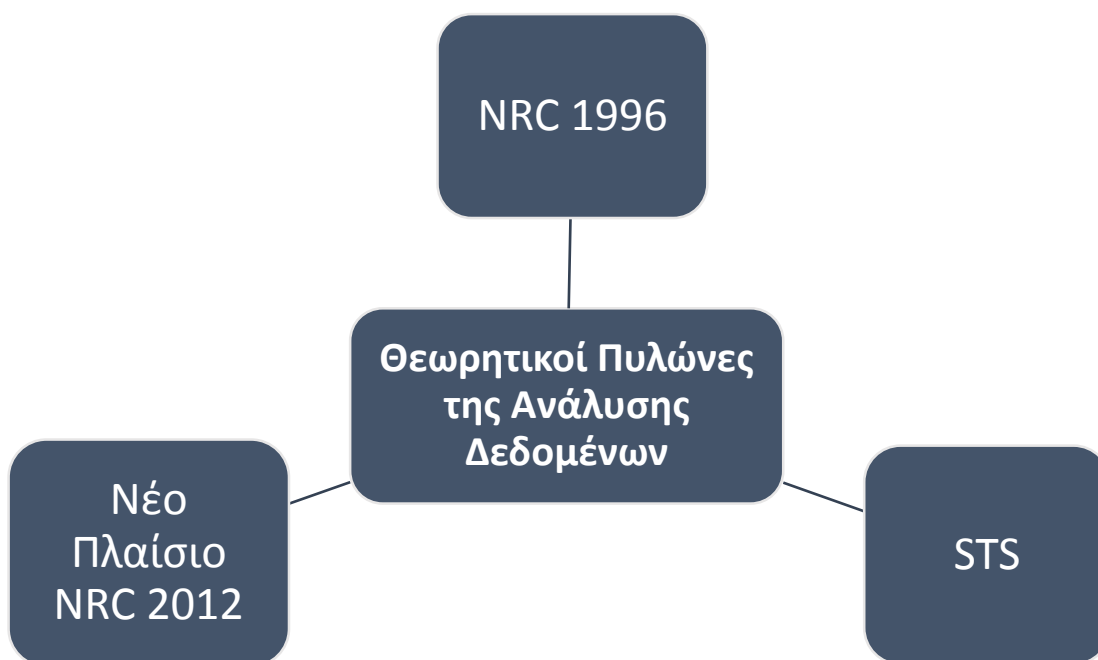
#### ***Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων***

Η διαδικασία συλλογής δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση οι 37 φοιτητές κλήθηκαν να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο, κατά την 1<sup>η</sup> συνεδρία του προγράμματος εκπαίδευσης. Ο χρόνος που δόθηκε ήταν μισή ώρα. Ο χώρος στον οποίο πραγματοποιήθηκε η διαδικασία ήταν ένα αμφιθέατρο της παιδαγωγικής σχολής. Το ερωτηματολόγιο ήταν ατομικό και οι φοιτητές συμπλήρωναν τα προσωπικά τους στοιχεία. Αφού μοιράστηκε το ερωτηματολόγιο, ζητήθηκε από τους φοιτητές να απαντήσουν με ειλικρίνεια στις απαντήσεις, ώστε να αποτυπωθούν οι αντιλήψεις τους. Έγινε σαφές ότι το ερωτηματολόγιο συμπληρώνεται για ερευνητικούς σκοπούς και όχι για βαθμολόγηση των φοιτητών. Η δεύτερη φάση συλλογής δεδομένων πραγματοποιήθηκε στην τελευταία συνεδρία του προγράμματος, στην οποία οι ίδιοι φοιτητές κλήθηκαν να συμπληρώσουν το ίδιο ερωτηματολόγιο, στον ίδιο χρόνο και με τις ίδιες οδηγίες που δόθηκαν και στην 1<sup>η</sup> φάση. Έτσι, συλλέχθηκαν συνολικά 74 ερωτηματολόγια, δύο για κάθε φοιτητή του δείγματος (ένα pre και ένα post).

## Μέθοδος Ανάλυσης Δεδομένων

### Ανάπτυξη και Περιγραφή Εργαλείου Ανάλυσης Δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων της παρούσας εργασίας βασίστηκε σε τρεις θεωρητικούς πυλώνες, οι οποίοι αναλύθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο. Ο πρώτος πυλώνας αντιστοιχεί στα Πρότυπα Περιεχομένου του NRC (1996) τα οποία συνοψίζουν και διαχωρίζουν τις επιμέρους θεμελιώδεις έννοιες και ικανότητες τις οποίες πρέπει να έχει ο επιστημονικά εγγράμματος άνθρωπος. Ο δεύτερος πυλώνας είναι το εξελεγμένο πλαίσιο του NRC το οποίο συντάχθηκε το 2012, με σκοπό να αποτελέσει τη βάση για την αναθεώρηση των προηγούμενων προτύπων. Το νέο αυτό πλαίσιο, προωθεί μία ενιαία, και όχι διακριτή, αντιμετώπιση των πεδίων της Επιστήμης και της Τεχνολογίας. Ο τρίτος πυλώνας είναι το ισχυρό εκπαιδευτικό ρεύμα των Φυσικών Επιστημών Science Technology Society.



**Διάγραμμα 3.1.** Οι τρεις Θεωρητικοί Πυλώνες στους οποίους βασίστηκε η ανάλυση των δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων σε πρώτο επίπεδο, βασίστηκε στον πρώτο πυλώνα, δηλαδή στις κατηγορίες των Προτύπων Περιεχομένου του NRC (1996) που παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο πρώτο κεφάλαιο. Αναζητήσαμε στις απαντήσεις των φοιτητών πτυχές του επιστημονικού γραμματισμού τις οποίες αντιλαμβάνονται ως απαραίτητες για την εκπαίδευση των μαθητών. Επιλέχθηκε η κατηγοριοποίηση του

NRC καθώς το συγκριμένο έγγραφο αποτελεί, σε παγκόσμια κλίμακα, σταθμό στην Διδακτική των Φυσικών Επιστημών.

Στον **Πίνακα 3.1**, παρουσιάζονται τα βήματα ανάπτυξης του εργαλείου ανάλυσης των δεδομένων.

**1<sup>ο</sup> βήμα:** Στο πρώτο βήμα ορίστηκαν ως κατηγορίες ανάλυσης τα 7 πρότυπα περιεχομένου που προτείνει το NRC (1996). Στη συνέχεια, μελετήθηκαν οι υποκατηγορίες κάθε προτύπου ώστε να εντοπιστεί η αντιστοιχία με τα χαρακτηριστικά του προγράμματος εκπαίδευσης. Το πρότυπο Z «Ιστορία και Φύση της Επιστήμης» δεν αποτέλεσε κομμάτι του περιεχομένου του προγράμματος εκπαίδευσης, για το λόγο αυτό δεν καταγράφεται στις τελικές κατηγορίες ανάλυσης.

**2<sup>ο</sup> βήμα:** Εν συνεχεία, έγινε η πρώτη ανάλυση των δεδομένων, με τη χρήση excel και καταχωρήθηκαν οι απαντήσεις στο κάθε πρότυπο περιεχομένου. Σε αυτό βήμα της ανάλυσης, για το πρότυπο A: Η επιστήμη ως διερεύνηση, αποφασίστηκε ότι η κατηγορία β, που αφορά την κατανόηση περί της επιστημονικής διερεύνησης δεν θα αποτελέσει κομμάτι του εργαλείου μας, διότι η ανάλυση των δεδομένων δεν ανέδειξε αξιοσημείωτο αριθμό μονάδων ανάλυσης για την συγκεκριμένη κατηγορία. Έτσι, από τις δύο κατηγορίες στις οποίες διαιρείται το πρότυπο A, κρατήσαμε μόνο την πρώτη (α): Ικανότητες διεξαγωγής διερεύνησης, η οποία ονομάστηκε A (βλ. Παράρτημα Β, πίνακες Β.1. & Β.2.).

Επιπλέον, ενοποιήθηκαν τα Πρότυπα Β: Φυσική και Χημεία, Γ: Επιστήμες της Ζωής και Δ: Επιστήμες του Διαστήματος (βλ. Παράρτημα Β, πίνακες Β.3 & Β.4), σε ένα ενιαίο πρότυπο, που ονομάζουμε Β: Γνωστικό Αντικείμενο, γιατί το πρόγραμμα δεν περιελάμβανε διακριτή διδασκαλία των παραπάνω γνωστικών αντικειμένων των φυσικών επιστημών.

Το πρότυπο Ε: Επιστήμη και Τεχνολογία, διαιρείται σε 2 κατηγορίες την (α) Ικανότητες Τεχνολογικού Σχεδιασμού και τη (β) Κατανόηση για την επιστήμη και την Τεχνολογία. Αφού έγινε η ανάλυση των δεδομένων για τις δύο κατηγορίες (βλ. Παράρτημα Β, πίνακες Β.4 & Β.5), προχωρήσαμε στην ανάλυση με βάση το Πρότυπο Στ. Στο σημείο αυτό υπήρξε σημαντική τροποποίηση του εργαλείου.

**Πίνακας 3.1. Βήματα Ανάπτυξης Εργαλείου Ανάλυσης Δεδομένων**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ**

<b>Βήμα</b>	<b>Πρότυπα Περιεχομένου</b>								
	<b>A: Η επιστήμη ως διερεύνηση</b>		<b>B: Φυσική - Χημεία</b>	<b>Γ: Επιστήμες της Ζωής</b>	<b>Δ: Επιστήμες του Διαστήματος</b>	<b>E: Επιστήμη &amp; Τεχνολογία</b>		<b>Στ: Προσωπική &amp; Κοινωνική Διάσταση της Επιστήμης</b>	<b>Z: Ιστορία &amp; Φύση της Επιστήμης</b>
<b>1<sup>ο</sup></b>	α. Ικανότητες διεξαγωγής διερεύνησης	β. Κατανόηση για τη διερεύνηση	B: Γνωστικό Αντικείμενο			α. Ικανότητες Τεχνολογικού σχεδιασμού	β. Κατανόηση για την επιστήμη & τεχνολογία	1. Ατομική Υγεία 2. Πόροι Πληθυσμός Περιβάλλον 3. Εθνικοί Κίνδυνοι 4. Κίνδυνοι και Οφέλη 5. Επιστήμη – Τεχνολογία - Κοινωνία	-
<b>2<sup>ο</sup></b>	<b>1<sup>η</sup> Ανάλυση Δεδομένων</b>								
<b>3<sup>ο</sup></b>	A: Ικανότητες διεξαγωγής διερεύνησης	-	B: Γνωστικό Αντικείμενο			Γ: Ικανότητες Τεχνολογικού Σχεδιασμού	Δ: Science Technology Society		-
<b>4<sup>ο</sup></b>	<b>2<sup>η</sup> Ανάλυση Δεδομένων</b>								
<b>5<sup>ο</sup></b>	<b>Ενοποίηση υποκατηγοριών για κάθε πρότυπο</b>								
<b>6<sup>ο</sup></b>	<b>Τελική Ανάλυση Δεδομένων</b>								

**Βήμα 3<sup>ο</sup>:** Στο 3<sup>ο</sup> βήμα έγινε τροποποίηση εργαλείου και Προσδιορισμός Νέων Προτύπων. Ειδικότερα, κατά την ανάλυση του Προτύπου: Επιστήμη και Τεχνολογία, παρατηρήσαμε ότι η κατηγορία β «Κατανόηση για την Επιστήμη και Τεχνολογία», ουσιαστικά, προβάλλει τη σχέση Επιστήμης και Τεχνολογίας με την Κοινωνία. Η ίδια σχέση, όμως, προβάλλεται και στο Πρότυπο Στ: Προσωπική και Κοινωνική διάσταση της Επιστήμης (Βλ. Παράρτημα Β. Πίνακες Β.5.-Β.8.).

Επιπλέον, έχοντας ως οδηγό τους δύο πυλώνες που προαναφέρθηκαν, το νέο πλαίσιο του NRC και το κίνημα STS, και συνυπολογίζοντας ότι κατά την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως ένα μεγάλο δείγμα των φοιτητών αναδεικνύει τη σχέση Επιστήμης – Τεχνολογίας – Κοινωνίας, πάρθηκε μία κρίσιμη απόφαση τροποποίησης του εργαλείου. Έτσι, η κατηγορία (β), Κατανόηση για την επιστήμη και την τεχνολογία, του Προτύπου Ε, σε συνδυασμό με το επόμενο πρότυπο Στ: Προσωπική και Κοινωνική διάσταση της επιστήμης ενοποιήθηκαν σε ένα νέο πρότυπο που ονομάστηκε Δ: Επιστήμη – Τεχνολογία - Κοινωνία. Η κατηγορία (α) Ικανότητες τεχνολογικού Σχεδιασμού, του Προτύπου Ε, αποτέλεσε από μόνη της το πρότυπο που ονομάσαμε Γ και αναφέρεται στις Ικανότητες Τεχνολογικού Σχεδιασμού.

Έτσι, στο τέλος αυτού του βήματος καθορίστηκαν τα 4 βασικά πρότυπα περιεχομένου.

**4<sup>ο</sup> βήμα:** Στο τέταρτο βήμα έγινε δεύτερη ανάλυση των δεδομένων σύμφωνα με τα, νέα, 4 πρότυπα περιεχομένου. Καθένα από τα 4 πρότυπα χωρίστηκε σε επιμέρους υποκατηγορίες με βάση το NRC. Έτσι οι μονάδες ανάλυσης αντιστοιχήθηκαν στις υποκατηγορίες του κάθε προτύπου.

**5<sup>ο</sup> βήμα:** Στο πέμπτο βήμα, ενοποιήθηκαν οι υποκατηγορίες στις οποίες υπήρχε αντιστοιχία, δημιουργήθηκε νέα κατηγορία για τις ασαφείς απαντήσεις και διαγράφηκαν οι υποκατηγορίες που δεν ανιχνεύτηκαν.

Αναλυτικότερα, όσον αφορά:

**Το Πρότυπο Α:** Οι απαντήσεις των φοιτητών, αρχικά, κατηγοριοποιήθηκαν με βάση την αντιστοιχία τους στις υποκατηγορίες που προτείνει το NRC για τις θεμελιώδεις Ικανότητες διεξαγωγής επιστημονικής διερεύνησης (α). Έπειτα από τη δεύτερη λεπτομερή ανάλυση των δεδομένων, αθροίσαμε τις κατηγορίες στις οποίες υπήρχε αντιστοιχία (Κ-4 και 5-8) (Βλ. πίνακας 3.2.).

Η υποκατηγορία 13 δεν υπάρχει στο τελικό εργαλείο ανάλυσης καθώς δεν εντοπίστηκαν μονάδες ανάλυσης που αντιστοιχούν σε αυτή.

**Το Πρότυπο Β:** Η ανάλυση του Προτύπου Β είχε ολοκληρωθεί καθώς δεν χωρίστηκε σε επιμέρους υποκατηγορίες.



**Πίνακας 3.2.** Υποκατηγορίες NRC για το Πρότυπο A: Η επιστήμη ως διερεύνηση, Ικανότητες Διεξαγωγής Επιστημονικής Διερεύνησης

<b>K-4</b>	<b>5-8</b>
1. Να διατυπώνουν ερωτήσεις και να συλλέγουν γνώσεις και πληροφορίες για τα αντικείμενα, τους οργανισμούς και τα γεγονότα του περιβάλλοντος.	6. Να αναγνωρίζουν ερωτήσεις που μπορούν να απαντηθούν μέσω επιστημονικών διερευνήσεων
2. Να σχεδιάζουν και να διεξάγουν απλές διερευνήσεις	7. Να σχεδιάζουν και να διεξάγουν μία επιστημονική έρευνα
3. Να είναι ικανοί να χρησιμοποιούν απλά εργαλεία και συσκευές για τη συλλογή δεδομένων και ως εκ τούτου να επεκτείνουν τις αισθήσεις τους	8. Να χρησιμοποιούν κατάλληλα εργαλεία και τεχνικές για τη συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων
4. Να είναι ικανοί να δομούν λογικές ερμηνείες με τη χρήση δεδομένων	9. Να αναπτύσσουν περιγραφές, εξηγήσεις, προβλέψεις και μοντέλα χρησιμοποιώντας τεκμήρια
5. Να κοινοποιούν τις διερευνήσεις και ερμηνείες τους, να κρίνουν και να αναλύουν την εργασία άλλων (προφορικά ή γραπτά).	10. Να σκέφτονται κριτικά και λογικά ώστε να δημιουργήσουν σχέσεις μεταξύ τεκμηρίων και εξηγήσεων
	11. Να αποδέχονται και να αναλύουν εναλλακτικές εξηγήσεις και προβλέψεις
	12. Να κοινοποιούν επιστημονικές διαδικασίες και ερμηνείες
	13. Να χρησιμοποιούν τα μαθηματικά σε όλους τους τομείς της επιστημονικής διερεύνησης

**Πίνακας 3.3.** Υποκατηγορίες για το Πρότυπο Περιεχομένου Γ: Επιστήμη και Τεχνολογία, Ικανότητες Τεχνολογικού Σχεδιασμού

K-4	5-8
1. Να αναγνωρίζουν ένα απλό πρόβλημα	1. Να προσδιορίζουν τις ανάγκες ενός τεχνολογικού προβλήματος
2. Να προτείνουν μία λύση	2. Να σχεδιάζουν μία λύση ή ένα προϊόν
3. Να εφαρμόζουν τις προτεινόμενες λύσεις	3. Να εφαρμόζουν ένα προτεινόμενο σχέδιο
4. Να αξιολογούν ένα προϊόν ή ένα σχέδιο	4. Να αξιολογούν ολοκληρωμένους τεχνολογικούς σχεδιασμούς ή προϊόντα
5. Να κοινοποιούν ένα πρόβλημα, ένα σχέδιο, μία λύση	5. Να κοινοποιούν τη διαδικασία του τεχνολογικού σχεδιασμού

**Το Πρότυπο Γ:** Το πρότυπο αυτό αντιστοιχεί σε 5 προτάσεις τόσο για τους μαθητές των βαθμίδων K-4 όσο και για τους μαθητές των βαθμίδων 5-8. Στην πρώτη ανάλυση, οι μονάδες ανάλυσης ταξινομήθηκαν στις 10 υποκατηγορίες. Στη δεύτερη ανάλυση, αθροίστηκαν οι κατηγορίες που συναντήσαμε ενοποιημένες στις απαντήσεις των φοιτητών καθώς και εκείνες μεταξύ των οποίων υπήρχε αντιστοιχία βαθμίδων K-4 και 5-8 (Βλ. Πίνακας 3.3.).

**Το Πρότυπο Δ:** Όσον αφορά το πρότυπο Δ, μετά τη τροποποίηση του εργαλείου, ξανά αναλύθηκαν τα δεδομένα, με βάση τις παρακάτω ενοποιημένες και αναθεωρημένες κατηγορίες (Βλ. πίνακας 3.4.).

**6<sup>ο</sup> βήμα:** Τέλος, έγινε η τελική ανάλυση των δεδομένων με τη χρήση του εργαλείου ανάλυσης που παρουσιάζεται στον **πίνακα 3.5.**

**Μέθοδος Ανάλυσης Δεδομένων: Ανάλυση Περιεχομένου**

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ανάλυσης περιεχομένου (Krippendorp, 2004· Cohen et al., 2007· Ιωσηφίδης, 2008). Η συγκεκριμένη μέθοδος προτιμάται σε έρευνες ανάλυσης ποιοτικού υλικού, όπως κείμενα, συνεντεύξεις, φιλμ κ.ά. (Ιωσηφίδης, 2008: 147). Το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι επιτρέπει στον ερευνητή να εντοπίσει υπονοούμενα νοήματα, σε ποιοτικό υλικό και έπειτα μέσω συστηματικού προσδιορισμού, κωδικοποίησης και ταξινόμησης να αποδώσει το νόημα με τον δικό του τρόπο (Basit, 2010: 195). Στην έρευνα αυτή, αξιοποιήθηκε το ποιοτικό υλικό που συλλέχθηκε από το ερωτηματολόγιο που ήδη περιγράψαμε. Η διαδικασία της ανάλυσης ακολούθησε μία σύνθετη μέθοδο top-down, bottom-up που περιελάμβανε τρία στάδια (διάγραμμα 3.2.).

**Πίνακας 3.4.** Υποκατηγορίες για το Πρότυπο Περιεχομένου Δ: Επιστήμη– Τεχνολογία – Κοινωνία

<b>Πρότυπο Ε (β)</b>		<b>Υποκατηγορίες</b>
<b>Κ-4</b>	<b>5-8</b>	<b>Δ</b>
1. Οι άνθρωποι μέσω της επιστήμης απαντούν σε ερωτήματά τους και εξηγούν τον κόσμο. 2. Οι άνθρωποι μέσω της τεχνολογίας, επινοούν εργαλεία και τεχνικές ώστε να επιλύσουν τα προβλήματα.	6. Η επιστημονική διερεύνηση και ο τεχνολογικός σχεδιασμός έχουν ομοιότητες και διαφορές. Οι επιστήμονες προτείνουν ερμηνείες για ένα ερώτημα του φυσικού κόσμου και οι σχεδιαστές – τεχνολόγοι προτείνουν λύσεις για ένα ανθρώπινο πρόβλημα, για μία ανάγκη ή σκοπό.	<b>1</b>
3. Οι επιστήμονες και οι μηχανικοί – σχεδιαστές συχνά δουλεύουν ομαδικά - συνδυαστικά ώστε να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.	8. Η σχέση επιστήμης και τεχνολογίας είναι αμοιβαία.	<b>2</b>
4. Άνθρωποι κάθε ηλικίας εμπλέκονται σε επιστημονικές και τεχνολογικές εργασίες.	7. Διαφορετικοί άνθρωποι σε διαφορετικούς πολιτισμούς συνεισφέρουν στην πρόοδο της επιστήμης και της τεχνολογίας.	-
5. Τα εργαλεία βοηθούν τους επιστήμονες να διεκπεραιώσουν έρευνες με ακρίβεια.	9-10-11. Δεν υπάρχουν τέλεια σχεδιασμένες λύσεις. Μια τεχνολογική λύση έχει περιορισμούς και κινδύνους.	-
<b>Πρότυπο ΣΤ</b>		
<b>Κ-4</b>	<b>5-8</b>	
1. Επιστήμη και Τεχνολογία στην Ατομική Υγεία 2. Χαρακτηριστικά και αλλαγές του πληθυσμού 3. Τύποι φυσικών πόρων	1. Ατομική υγεία 2. Πληθυσμός, πόροι και περιβάλλον	<b>3</b>
4. Αλλαγές στα περιβάλλοντα 5. Επιστήμη και τεχνολογία ως τοπική πρόκληση	3. Εθνικοί κίνδυνοι 4. Κίνδυνοι και οφέλη 5. Σχέση Επιστήμης και Τεχνολογίας με την Κοινωνία	<b>4</b>

### Πίνακας 3.5. Εργαλείο Ανάλυσης των Αντιλήψεων των Φοιτητών για τον Επιστημονικό Γραμματισμό

#### **A: Ικανότητες διεξαγωγής διερεύνησης**

1. Διατύπωση ερωτημάτων, συλλογή πληροφοριών για γεγονότα του περιβάλλοντος.
2. Σχεδιασμός και διεξαγωγή διερευνήσεων.
3. Χρήση απλών εργαλείων και συσκευών για συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων.
4. Ανάπτυξη περιγραφών, εξηγήσεων, προβλέψεων, μοντέλων, χρησιμοποιώντας τεκμήρια και δεδομένα. Κριτική σκέψη ώστε να δημιουργήσουν σχέσεις μεταξύ τεκμηρίων και εξηγήσεων.
5. Κοινοποίηση διερευνήσεων, διαδικασιών και ερμηνειών. Άσκηση κριτικής σε εργασία άλλων, αποδοχή και ανάλυση εναλλακτικών εξηγήσεων.

#### **B: Γνωστικό Αντικείμενο**

- B. Γνώση περιεχομένου (έννοιες, θεωρία) σχετική με τα γνωστικά αντικείμενα: Φυσική & Χημεία, Επιστήμες της Ζωής, Επιστήμες της γης και του διαστήματος.

#### **Γ: Ικανότητες Τεχνολογικού Σχεδιασμού**

1. Αναγνώριση προβλήματος, προτάσεις για λύσεις, εφαρμογή λύσεων.
2. Κοινοποίηση προβλήματος, σχεδίου ή λύσης.

#### **Δ: Επιστήμη – Τεχνολογία – Κοινωνία**

1. Ο τρόπος εργασίας επιστημόνων και τεχνολόγων έχει ομοιότητες και διαφορές. Η επιστήμη απαντά σε ανθρώπινα ερωτήματα και ερμηνεύει τον φυσικό κόσμο. Ο τεχνολογικός σχεδιασμός παρέχει αποτελεσματικές λύσεις σε ένα ανθρώπινο πρόβλημα, υπόκειται όμως σε περιορισμούς.
2. Οι επιστήμονες και οι τεχνολόγοι πραγματοποιούν συχνά συνδυαστική, ομαδική εργασία. Η επιστήμη βοηθά στην πρόοδο της Τεχνολογίας, και η Τεχνολογία στην πρόοδο της Επιστήμης.
3. Οι μαθητές πρέπει να φροντίζουν την ατομική υγεία και το περιβάλλον.
4. Η επιστήμη και η Τεχνολογία επηρεάζουν την κοινωνία, άλλοτε θετικά άλλοτε αρνητικά. Οι μαθητές θα πρέπει να αποδέχονται τότε η επιστήμη και η τεχνολογία λειτουργούν προς όφελος της κοινωνίας και τότε όχι.

#### **0**

A0. Ασαφείς απαντήσεις που αναφέρουν ως απαραίτητη ικανότητα τη διεξαγωγή ερευνών και την απόκτηση δεξιοτήτων και σχετίζονται με το πρότυπο A.

B0. Ασαφείς απαντήσεις που αναφέρουν ως απαραίτητη ικανότητα την καλή γνώση της θεωρίας.

Δ0. Ασαφείς απαντήσεις που σχετίζονται με το πρότυπο Δ και αναφέρονται γενικά στη σχέση επιστήμης και τεχνολογίας με την καθημερινή ζωή.

01. Ασαφείς απαντήσεις που σχετίζονται με το πρότυπο B και Γ. Αναλυτικότερα, δηλώνεται ότι ο Επιστημονικός γραμματισμός έχει να κάνει με έννοιες και θεωρίες ενώ ο τεχνολογικός γραμματισμός με πρακτική εφαρμογή των γνώσεων.

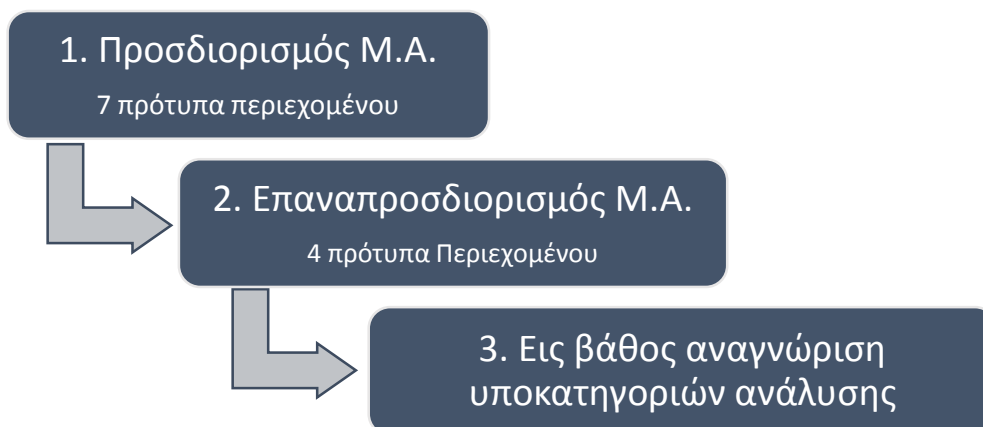
02. Ταύτιση του τεχνολογικού γραμματισμού με τον ψηφιακό γραμματισμό και την καλή χρήση των τεχνολογικών εργαλείων και μέσων (π.χ. χρήση Η/Υ, scratch κ.ά.).

03. Απαντήσεις στις οποίες δηλώνεται άγνοια.

**1<sup>ο</sup> Στάδιο: Προσδιορισμός Μονάδων Ανάλυσης με βάση τα 7 Πρότυπα περιεχομένου του NRC.** Στο πρώτο στάδιο συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα των ερωτηματολογίων και καταχωρήθηκαν υπό μορφή κειμένου σε φύλλα excel, κατά αντιστοιχία με τα 7 Πρότυπα του NRC. Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν οι μονάδες ανάλυσης των δεδομένων (πίνακας 3.1. βήμα 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup>). Με τον όρο μονάδες ανάλυσης αναφερόμαστε σε φράσεις- κλειδιά με αυτοτελές εννοιολογικό περιεχόμενο, οι οποίες όταν εμπερικλείονται σε διαφορετικές κατηγορίες, τότε καταγράφονται στην κάθε κατηγορία ξεχωριστά (Basit, 2010· Cohen et al., 2008:476). Τα αποτελέσματα του πρώτου σταδίου μας οδήγησαν στην τροποποίηση του εργαλείου και τη δημιουργία των 4 προτύπων που ήδη προαναφέρθηκαν. Οι προτεινόμενες από το NRC κατηγορίες (top down) προσαρμόστηκαν σε τέσσερις τροποποιημένες κατηγορίες οι οποίες αναδείχθηκαν από την bottom – up ανάλυση των δεδομένων (Flick, 2009).

**2<sup>ο</sup> Στάδιο: Επαναπροσδιορισμός των μονάδων ανάλυσης με βάση τα 4 τροποποιημένα πρότυπα.** Στο 2<sup>ο</sup> στάδιο της ανάλυσης έγινε επαναπροσδιορισμός των Μ.Α. με βάση τα 4, νέα, τροποποιημένα πρότυπα (πίνακας 3.1. βήμα 3<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup>).

**3<sup>ο</sup> Στάδιο: Εις βάθος αναγνώριση των υποκατηγοριών ανάλυσης για κάθε πρότυπο:** Στο τρίτο στάδιο έγινε εις βάθος αναγνώριση των υποκατηγοριών για κάθε πρότυπο (πίνακας 3.1. βήμα 5<sup>ο</sup> και 6<sup>ο</sup>). Στο τελικό στάδιο καταμετρήθηκαν οι Μ.Α. που αντιστοιχήθηκαν σε κάθε πρότυπο περιεχομένου καθώς και στις επιμέρους υποκατηγορίες τους, ξεχωριστά. Πραγματοποιήθηκε έτσι, η σύγκριση της αρχικής και της τελικής καταγραφής. Η καταμέτρηση των Μ.Α. έγινε με βάση την συχνότητα εμφάνισής τους (Basit, 2010). Επιπλέον, συγκρίθηκε η συχνότητα των Μ.Α., συγκεντρωτικά, για όλα τα πρότυπα.



**Διάγραμμα 3.2.** Στάδια Ανάλυσης Δεδομένων

### *Εγκυρότητα και Αξιοπιστία έρευνας*

Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα των οργάνων μέτρησης είναι καθοριστική για την εξασφάλιση ορθών αποτελεσμάτων από τη διεξαγωγή μιας έρευνας. Όταν χρησιμοποιείται ένα εργαλείο μέτρησης, ανεξάρτητα από το εάν έχει ήδη σταθμιστεί ή έχει δημιουργηθεί για τις ανάγκες μιας έρευνας, θα πρέπει να ελεγχθεί η αξιοπιστία και η εγκυρότητά του. Όταν δεν αναφέρεται η αξιοπιστία και η εγκυρότητα των οργάνων μέτρησης, τα αποτελέσματα μιας έρευνας είναι αποδεκτά με επιφύλαξη και η μελέτη παρουσιάζει πολλούς περιορισμούς ως προς την ορθότητα των αποτελεσμάτων της (Ουζούνη & Νακάκης, 2011).

Η διασφάλιση της εγκυρότητας και αξιοπιστίας μιας ποιοτικής έρευνας επιτυγχάνεται μέσα από την ικανοποίηση συγκεκριμένων κριτηρίων ερευνητικής συνέπειας και την ενδελεχή περιγραφή της ερευνητικής διαδικασίας που ακολουθήθηκε (Συμεού, 2006). Στο κεφάλαιο αυτό καταγράψαμε λεπτομερώς τις διαδικασίες που εφαρμόστηκαν σε κάθε στάδιο της έρευνας, ώστε να είμαστε συνεπείς προς την συγκεκριμένη απαίτηση.

Το εργαλείο μέτρησης το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα ήταν, όπως αναφέρθηκε, το ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του ερωτηματολογίου, βασίστηκε στα στάδια που προτείνουν οι Cohen, Mannion & Morisson (2007). Η διαδικασία ανάπτυξης του ερωτηματολογίου επικυρώνει το ότι σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψη τη συνιστώσα της εγκυρότητας περιεχομένου. Όπως αναφέρουν οι Ουζούνη & Νακάκης (2011), η διασφάλιση της εγκυρότητας περιεχομένου (content validity) ενός εργαλείου μέτρησης πρέπει να προηγείται της συλλογής των δεδομένων μιας έρευνας. Η εγκυρότητα περιεχομένου αναφέρεται στο κατά πόσο ένα εργαλείο μέτρησης καλύπτει εννοιολογικά το εύρος της μεταβλητής που μετράει. Προκειμένου να διασφαλιστεί η εγκυρότητα περιεχομένου, αρχικά, ορίζεται η έννοια η οποία θα μετρηθεί και γίνεται προσπάθεια εντοπισμού των διαστάσεων που συνθέτουν την προς μέτρηση μεταβλητή, ώστε να περιλαμβάνονται στις προτάσεις (items) του εργαλείου μέτρησης που θα κατασκευαστεί. Όταν ολοκληρωθεί η εν λόγω διαδικασία, το εργαλείο μέτρησης υποβάλλεται για αξιολόγηση σε μια ομάδα ατόμων που θεωρούνται ειδικοί, αναφορικά με τη μεταβλητή που μετριέται. Η ομάδα των ειδικών εξετάζει κατά πόσο το σύνολο και το περιεχόμενο των προτάσεων σχετίζεται άμεσα με την έννοια που ερευνάται.

Το εργαλείο μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα, το ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου, δομήθηκε έτσι ώστε να «αντανακλά» την έννοια που

προτίθεται ότι μετράει, δηλαδή ποιες είναι οι αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών για τον επιστημονικό γραμματισμό. Αρχικά, ορίστηκε ο επιστημονικός γραμματισμός ως το καίριο αίτημα που συνοψίζει τους σκοπούς της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες τον 21 αιώνα. Ακολούθως, διερευνήθηκαν οι συνιστώσες που απαρτίζουν την έννοια του επιστημονικού γραμματισμού. Στη συνέχεια διατυπώθηκαν τα ερωτήματα του ερωτηματολογίου (items). Στο σημείο αυτό διασφαλίστηκε η εγκυρότητα περιεχομένου διότι, αντί να ρωτήσουμε ποιες είναι οι αντιλήψεις του δείγματος για τον επιστημονικό γραμματισμό, προτιμήσαμε να ρωτήσουμε τι θεωρούν απαραίτητο για την εκπαίδευση των μαθητών στον 21 αιώνα. Με αυτόν τον τρόπο διασφάλισαμε το γεγονός ότι οι ερωτώμενοι θα εκφραστούν, είτε γνωρίζουν είτε δε γνωρίζουν τον όρο «επιστημονικός γραμματισμός». Στη συνέχεια, δίνοντας δύο επιπλέον ερωτήματα για τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό, θεωρήσαμε πως θα γίνει αντιληπτό κατά πόσο οι ερωτώμενοι γνωρίζουν τους όρους και τους θεωρούν βασικούς σκοπούς της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες. Τα ερωτήματα εξετάστηκαν από ομάδα ερευνητών και τελικά πήραν την τελική τους μορφή.

Η αξιοπιστία της παρούσας έρευνας διασφαλίστηκε μέσω της ανεξάρτητης ανάλυσης των δεδομένων από διαφορετικούς ερευνητές της διδακτικής των φυσικών επιστημών, πρακτική που αναφέρεται ως «έλεγχος από άλλους ερευνητές» (peer examination) (Ιωσηφίδης, 2008). Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα αναλύονταν από δύο ερευνήτριες, αυτόνομα, και στη συνέχεια γινόταν ανακοίνωση και καταγραφή του βαθμού συμφωνίας των δύο ερευνητών. Η διαδικασία αυτή, που αρχικά έδειξε αρχικά συμφωνία 80%-90% μεταξύ των ερευνητριών, συνεχίστηκε μέχρι να υπάρξει συμφωνία 100%.

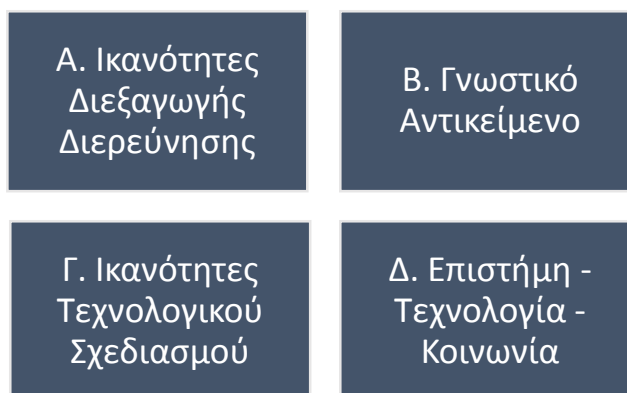
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, προκειμένου να αποτυπωθεί η εξέλιξη των μελλοντικών εκπαιδευτικών ως προς τις πτυχές του επιστημονικού γραμματισμού που αντιλαμβάνονται, παραθέτουμε τα αποτελέσματα δομημένα σε τρία μέρη (Βλ. Διάγραμμα 4.1.). Στο 1<sup>ο</sup> μέρος, καταγράφονται τα αποτελέσματα για τα 4 Πρότυπα Περιεχομένου και τις ασαφείς απαντήσεις που εντοπίστηκαν στην αρχική και στην τελική καταγραφή. Στο 2<sup>ο</sup> μέρος, αποτυπώνονται τα αποτελέσματα αναφορικά με τις υποκατηγορίες κάθε Προτύπου Περιεχομένου για τον επιστημονικό γραμματισμό. Στο 3<sup>ο</sup> μέρος των αποτελεσμάτων, παρουσιάζονται τα ευρήματα που προέκυψαν από την ανάλυση και αφορούν παρανοήσεις των συμμετεχόντων και ασαφείς δηλώσεις που δεν σχετίζονται με κανένα Πρότυπο Περιεχομένου.

1ο Μέρος: Αποτελέσματα για τα Πρότυπα	2ο Μέρος: Αποτελέσματα τις Υποκατηγορίες	3ο Μέρος: Ειδικά Αποτελέσματα Ασαφών Απαντήσεων
<ul style="list-style-type: none"><li>• 4 Πρότυπα Περιεχομένου</li><li>• Ασαφείς απαντήσεις</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ξεχωριστά αποτελέσματα για κάθε Πρότυπο &amp; τις υποκατηγορίες του</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ασαφείς απαντήσεις</li><li>• Παρανοήσεις</li></ul>

**Διάγραμμα 4.1.** Διάρθρωση Παρουσίασης Αποτελεσμάτων

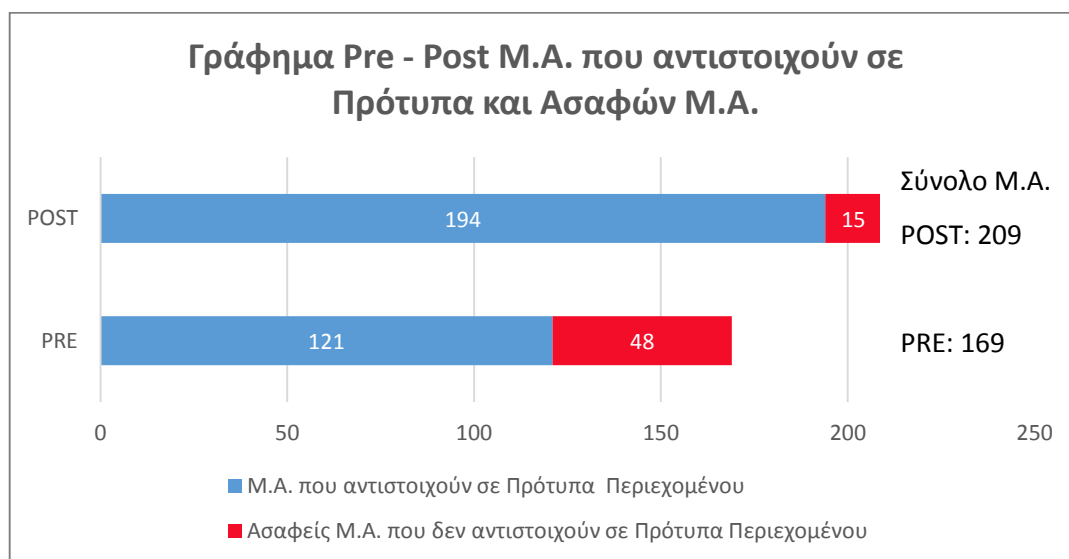


**Διάγραμμα 4.2.** Τα 4 Πρότυπα Περιεχομένου για τον Επιστημονικό Γραμματισμό



### *1<sup>ο</sup> Μέρος: Αποτελέσματα για τα Πρότυπα Περιεχομένου*

Σε ό,τι αφορά το 1<sup>ο</sup> μέρος των αποτελεσμάτων, η συνολική καταμέτρηση των μονάδων ανάλυσης [Μ.Α.] έδειξε αύξηση από την αρχική στην τελική μέτρηση. Ειδικότερα, στο Γράφημα 1 αποτυπώνεται ο αριθμός των Μ.Α. που εντοπίστηκαν, τόσο στην αρχική όσο και στην τελική καταγραφή. Παρατηρείται ότι στην αρχική μέτρηση εντοπίστηκαν 169 Μ.Α. εκ των οποίων οι 121 αναφέρονται σε κάποιο Πρότυπο Περιεχομένου (βλ. Διάγραμμα 4.2.) ενώ οι Ασαφείς απαντήσεις είναι 48. Στην τελική μέτρηση ο αριθμός των Μ.Α. αυξήθηκε. Αναλυτικότερα, από τις 209 Μ.Α. οι 194 αναφέρονται σε κάποιο Πρότυπο Περιεχομένου ενώ μόνο 15 θεωρήθηκαν ασαφείς. Επομένως, διαφαίνεται πως οι σαφείς Μ.Α. αυξάνονται εμφανώς, ενώ οι ασαφείς μειώνονται σημαντικά.



*Γράφημα 1. Γράφημα PRE-POST Μ.Α. που αντιστοιχούν σε Πρότυπα Περιεχομένου και ασαφών Μ.Α. που δεν αντιστοιχούν σε Πρότυπα.*

Στο Γράφημα 2, καταγράφονται συγκριτικά οι Μ.Α. της αρχικής και της τελικής καταγραφής που αντιστοιχίστηκαν στα 4 Πρότυπα Περιεχομένου.

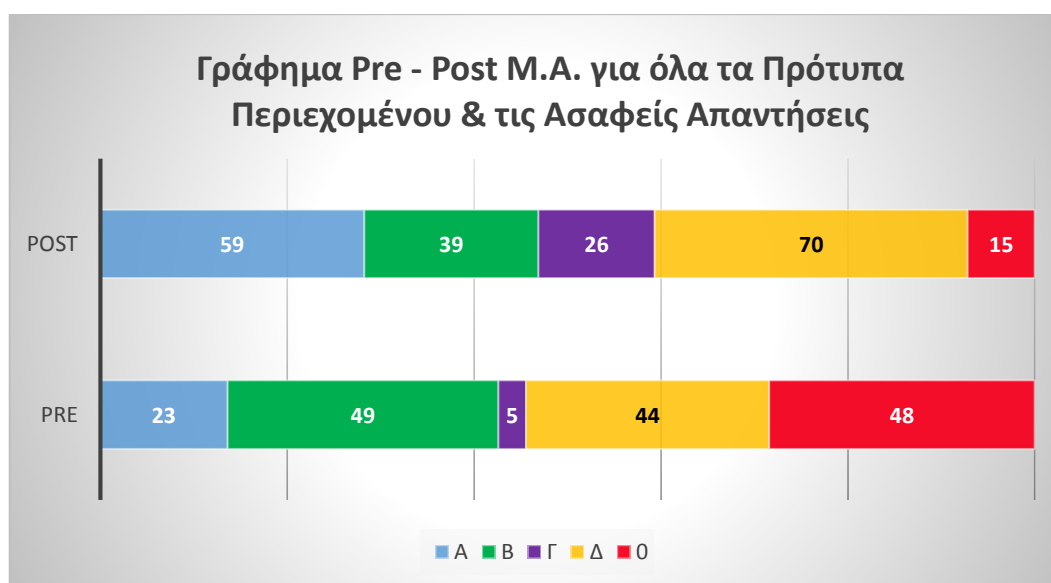
Όσον αφορά το πρώτο πρότυπο, Ικανότητες Διεξαγωγής Επιστημονικής Διερεύνησης, παρατηρείται σημαντική αύξηση των Μονάδων Ανάλυσης (Μ.Α.) που αναφέρονται σε αυτό. Αναλυτικότερα, όπως φαίνεται στο Γράφημα 2, στην αρχική μέτρηση εντοπίστηκαν 23 Μ.Α., αριθμός που αυξάνεται σε 59 στην τελική μέτρηση.

Περνώντας στα αποτελέσματα για το Β Πρότυπο Περιεχομένου, στο οποία αντιστοιχίζονται οι Μ.Α. που αναφέρουν ως απαραίτητες ικανότητες για την εκπαίδευση των μαθητών και τον επιστημονικό γραμματισμό την καλή γνώση του

Γνωστικού Αντικείμενου των ΦΕ, παρατηρείται μείωση των Μ.Α. από την αρχική, όπου εντοπίζονται αθροιστικά 49 Μ.Α., στην τελική καταγραφή όπου εντοπίζονται 39.

Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι πως ο αριθμός Μ.Α. για το συγκεκριμένο Πρότυπο Περιεχομένου είναι μεγάλος, τόσο στην αρχική όσο και στην τελική καταγραφή. Το στοιχείο αυτό, προβάλλει την σημασία που αποδίδει το δείγμα μας στην Γνώση Περιεχομένου για την εκπαίδευση στις ΦΕ. Ωστόσο, η μείωση των Μ.Α. και η παράλληλη αύξηση των Μ.Α. που αναφέρονται στα άλλα πρότυπα, αποτυπώνει τον εμπλουτισμό των αντιλήψεων των φοιτητών του δείγματος, από την αρχική στην τελική καταγραφή.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων για το Πρότυπο Γ: Ικανότητες Τεχνολογικού σχεδιασμού αναγνωρίστηκε αύξηση των Μ.Α. ανάλυσης που εντοπίστηκαν. Πιο συγκεκριμένα, στην αρχική μέτρηση καταγράφηκαν μόνο 5 Μ.Α. που αναφέρονται σε αυτό ενώ στην τελική αυτές αυξήθηκαν σε 26.



Γράφημα 2. Α: Ικανότητες Διεξαγωγής Διερεύνησης, Β: Γνωστικό Αντικείμενο, Γ: Ικανότητες Τεχνολογικού Σχεδιασμού, Δ: Επιστήμη – Τεχνολογία – Κοινωνία, 0: Ασαφείς απαντήσεις

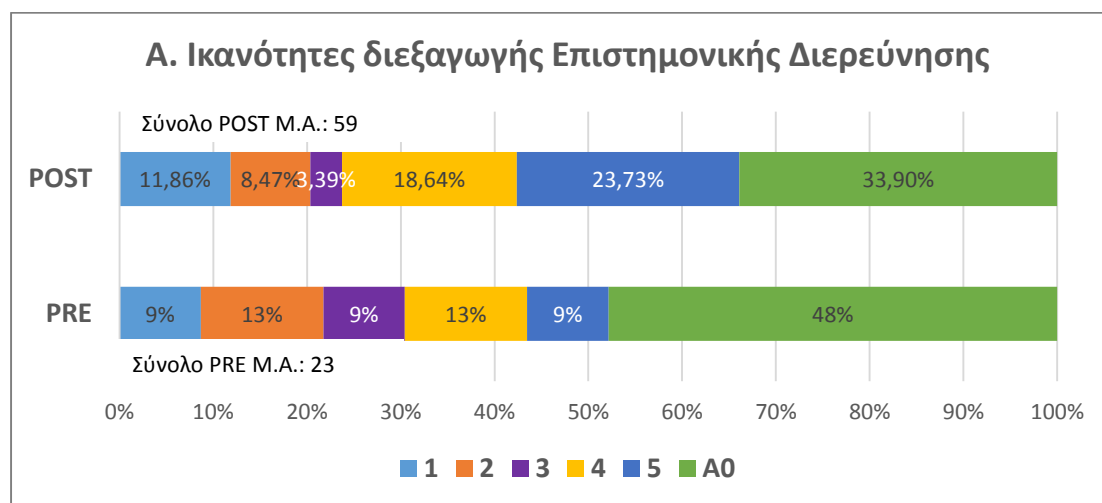
Περνώντας στο Πρότυπο Περιεχομένου Δ: Επιστήμη – Τεχνολογία – Κοινωνία, από την ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε φανερό ότι οι Μ.Α. αυξήθηκαν σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα, στην αρχική μέτρηση εντοπίστηκαν 44 Μ.Α. για το συγκεκριμένο πρότυπο, αριθμός ο οποίος αυξάνεται σε 70 στην τελική καταγραφή. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι Μ.Α. που συγκεντρώθηκαν στην τελική καταγραφή είναι ο μεγαλύτερος αριθμός Μ.Α. που εντοπίστηκε σε σχέση με τα υπόλοιπα πρότυπα.

Ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων, για τις υποκατηγορίες κάθε Προτύπου Περιεχομένου που εντοπίστηκαν καθώς και για τις Ασαφείς Κατηγορίες που σχετίζονται με τα πρότυπα.

## 2<sup>ο</sup> Μέρος: Αποτελέσματα για τις υποκατηγορίες των Προτύπων

### Πρότυπο Περιεχομένου Α: Ικανότητες Διεξαγωγής Επιστημονικής Διερεύνησης

Όσον αφορά τις υποκατηγορίες που εντοπίστηκαν στο συγκεκριμένο Πρότυπο Περιεχομένου, στο Γράφημα 3, παρατηρούμε ότι το ποσοστό επί % των Μ.Α. που αναφέρονται στην 1<sup>η</sup> κατηγορία: Διατύπωση ερωτημάτων, συλλογή πληροφοριών για γεγονότα του περιβάλλοντος, αυξήθηκε από 9% σε 11,86%.



Γράφημα 3. 1: Διατύπωση ερωτημάτων & συλλογή πληροφοριών, 2: Σχεδιασμός & διεξαγωγή διερευνήσεων, 3:Χρήση απλών εργαλείων για συλλογή, ανάλυση & ερμηνεία δεδομένων, 4: Ανάπτυξη περιγραφών, εξηγήσεων, προβλέψεων, μοντέλων, χρησιμοποιώντας τεκμήρια & δεδομένα, 5: Κοινοποίηση διερευνήσεων, 0: Ασαφείς Απαντήσεις

Χαρακτηριστικά όπως αναφέρει ένας από τους φοιτητές στην αρχική μέτρηση:

*Ο επιστημονικός γραμματισμός, κατά τη γνώμη μου, είναι το να είναι κάποιος επιστημονικά εγγράμματος, να γνωρίζει δηλαδή τις επιστήμες και να έχει μια καθαρή γνώμη και σαφέστατη για ένα επιστημονικό θέμα. (παράδειγμα: όταν κάποιος γνωρίζει καλά το φαινόμενο του μαγνητισμού).*

Στην τελική μέτρηση, αναφέρει:

*Ένας επιστήμονας θέτει ερωτήματα, κάνει υποθέσεις, διερευνά και στο τέλος απαντά στα ερωτήματα που έχει θέσει. Ο επιστημονικός γραμματισμός είναι το να είναι ένας άνθρωπος επιστημονικά εγγράμματος, να γνωρίζει δηλαδή φαινόμενα και έννοιες*

*αφού πρώτα τις έχει μελετήσει. Για παράδειγμα, ο επιστημονικά εγγράμματος για να μελετήσει το φαινόμενο του ηλεκτρισμού θα θέσει ερωτήματα, θα διερευνήσει, θα μελετήσει και στο τέλος θα μπορεί να απαντήσει στα ερωτήματα που αφορούν το φαινόμενο αυτό.*

Από τις συγκεκριμένες απαντήσεις, φαίνεται μία μετατόπιση στην αντίληψη που έχει ο φοιτητής για τον επιστημονικά εγγράμματο άνθρωπο, καθώς αρχικά προβάλλει τη γνώση του γνωστικού αντικειμένου ως απαραίτητη ικανότητα, ενώ στην τελική, προβάλλει στοιχεία της διερεύνησης, όπως τη διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων και την έρευνα.

Σχετικά με την 2<sup>η</sup> υποκατηγορία: Σχεδιασμός και διεξαγωγή διερευνήσεων το ποσοστό των Μ.Α. μειώθηκε από 13% σε 8,47%. Οι φοιτητές που αναφέρθηκαν στη συγκεκριμένη υποκατηγορία προβάλλουν τη διεξαγωγή πειραμάτων ως απαραίτητη ικανότητα που πρέπει να αναπτύξει ο επιστημονικά εγγράμματος.

Για παράδειγμα, ένας από τους φοιτητές, στην αρχική μέτρηση, αναφέρει:

*Στο πλαίσιο του μαθήματος των ΦΕ θεωρώ απαραίτητο οι μαθητές να μάθουν για τις μορφές ενέργειας μέσα από πειράματα, την φυσική κατάσταση των σωμάτων (στερεό - υγρό - αέριο) και τις μετατροπές τους, να μάθουν χρήσιμα πράγματα για τον ηλεκτρισμό. Ένας επιστημονικά εγγράμματος άνθρωπος γνωρίζει σε βάθος τις επιστήμες, τις μελετά, κάνει πειράματα και δοκιμές και καταλήγει σε συμπεράσματα ως απόρροια των παραπάνω.*

Όπως φαίνεται η αντίληψη του συγκεκριμένου μαθητή είναι ότι ο επιστημονικός γραμματισμός σχετίζεται στενά με την καλή γνώση του γνωστικού αντικειμένου και του πειραματισμού με σκοπό να γνωρίσει καλύτερα τις έννοιες και τα φαινόμενα της φυσικής.

Ένας άλλος φοιτητής, στην τελική μέτρηση αναφέρει:

*Θεωρώ πώς οι μαθητές δεν πρέπει να μένουν μόνο στη θεωρία και στην στείρα απομνημόνευση γνώσεων. Οφείλουν να μάθουν μέσω της πράξης δηλαδή μέσω της διερεύνησης, μέσω πειραμάτων, τη νέα γνώση. Δηλαδή, να κατανοήσουν πώς λειτουργούν τα πράγματα γύρω μας.*

Στην απάντηση αυτή, προβάλλεται η σχέση που πρέπει να έχει ο πειραματισμός με την πραγματική ζωή και όχι μόνο με τη θεωρία.

Για την 3<sup>η</sup> υποκατηγορία: Χρήση απλών εργαλείων και συσκευών για συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, το ποσοστό των Μ.Α. μειώνεται από 9% σε 3,39%. Οι φοιτητές δεν παρουσιάζουν λεπτομέρειες και παραδείγματα χρήσης συσκευών και

εργαλείων. Ωστόσο, συχνά αναφέρονται γενικά στην ανάπτυξη «δεξιοτήτων». Οι γενικές Μ.Α., όμως, κατατάσσονται στην γενική κατηγορία Α0.

Χαρακτηριστικά ένας από τους φοιτητές αναφέρει ότι:

*Οι μαθητές στο πλαίσιο του μαθήματος των ΦΕ θα πρέπει να αποκτήσουν δεξιότητες όπως για παράδειγμα, πώς να ανάψουν ένα γκαζάκι, πώς να μετρήσουν κάτι, πώς να κόψουν κάτι.*

Περνώντας στην 4<sup>η</sup> υποκατηγορία: Ανάπτυξη περιγραφών, εξηγήσεων, προβλέψεων, μοντέλων, χρησιμοποιώντας τεκμήρια και δεδομένα - κριτική σκέψη ώστε να δημιουργήσουν σχέσεις μεταξύ τεκμηρίων και εξηγήσεων, παρατηρείται σημαντική αύξηση, καθώς στην αρχική καταγραφή το ποσοστό των Μ.Α. ήταν 13% ενώ στην τελική αυξήθηκε σε 18,64%.

Ένας από τους φοιτητές, αναφέρει στην αρχική μέτρηση:

*Στο πλαίσιο του μαθήματος των ΦΕ θεωρώ απαραίτητο οι μαθητές να μάθουν για τις μορφές ενέργειας μέσα από πειράματα, τη φυσική κατάσταση των σωμάτων (στερεό - υγρό - αέριο) και τις μετατροπές τους, να μάθουν χρήσιμα πράγματα για τον ηλεκτρισμό.*

Στην τελική μέτρηση, η άποψή του μετακινείται από τη γνώση περιεχομένου, καθώς προβάλλει την πράξη της μοντελοποίησης, ως απαραίτητη ικανότητα που θα πρέπει να αποκτήσει ο μαθητής:

*Οι μαθητές στο πλαίσιο του μαθήματος των ΦΕ πρέπει να μάθουν τι είναι ένα μοντέλο αλλά και πώς να μοντελοποιούν στην πράξη.*

Ένας άλλος φοιτητής αναφέρει στην αρχική μέτρηση:

*Για μαθητές του δημοτικού σχολείου κύριος στόχος μας είναι να τους βοηθήσουμε να είναι ασφαλείς στην καθημερινότητά τους μέσα από τις γνώσεις που θα αποκτήσουν. Π.χ. ο άνθρωπος έχει μικρότερη αντίσταση αν το δέρμα του είναι βρεγμένο. Δεν είμαστε ικανοί να επιπλεύσουμε χωρίς βοήθεια π.χ. μπρατσάκια, σωσίβια κ.α. Σε δεύτερο επίπεδο να διορθώσουμε τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και να βάλουμε τις πρώτες βάσεις για το γυμνάσιο.*

Στην τελική μέτρηση, η αντίληψή του εμπλουτίζεται καθώς, εκτός των άλλων, εμπεριέχει την συνιστώσα της εγκυρότητας της έρευνας, την επανάληψη του πειράματος, ώστε οι συλλογισμοί να είναι λογικοί και επιστημονικοί.

*Οι μαθητές είναι απαραίτητο να κατακτήσουν γνώσεις π.χ. το νερό βράζει στους 100 °C στο υψόμετρο της θάλασσας, δεξιότητες π.χ. πώς να ανάψουν ένα γκαζάκι, πώς να μετρήσουν κάτι, πώς να κόψουν κάτι, και επιστημονικές γνώσεις, π.χ. πότε μια ιδέα*

*είναι έγκυρη, ότι το πείραμα πρέπει να γίνεται ζανά και ζανά για να καταλήξουμε σε συμπεράσματα. Ουσιαστικά πώς να σκέφτονται λογικά και επιστημονικά. Τέλος, και πιο βασικό να μάθουν πώς να διατηρούνται ασφαλείς π.χ. το νερό της βρύσης είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, οπότε δεν πιάνω διακόπτες με βρεγμένα χέρια.*

Η 5η υποκατηγορία: Κοινοποίηση διερευνήσεων, διαδικασιών και ερμηνειών - Άσκηση κριτικής σε εργασία άλλων, αποδοχή και ανάλυση εναλλακτικών εξηγήσεων, συγκέντρωσε στην αρχική μέτρηση 9% των Μ.Α., αριθμός που αυξήθηκε σε 23,73% στην τελική.

Για παράδειγμα, φοιτητής που στην αρχή δεν αναφέρθηκε στην συγκεκριμένη υποκατηγορία στην τελική καταγραφή αναφέρει:

*Οι μαθητές πρέπει στο μάθημα των ΦΕ να παραθέτουν τις ιδέες τους. Να μάθουν να παρουσιάζουν τη δουλειά τους, να φτιάχνουν αφίσα.*

Αναφορικά με την κατηγορία Α0, των ασαφών απαντήσεων που αναφέρονται σε ικανότητες – δεξιότητες επιστημονικής διερεύνησης, παρατηρείται μείωση Μ.Α., καθώς στην αρχική καταγραφή το 43% ήταν ασαφείς ενώ στην τελική το 33,90%. Ακόμη, όπως φαίνεται παρακάτω, οι ασαφείς απαντήσεις της αρχικής καταγραφής χαρακτηρίζονται από γενικεύσεις ενώ οι ασαφείς απαντήσεις της τελικής καταγραφής είναι φανερά πιο εμπλουτισμένες.

Για παράδειγμα ένας φοιτητής αναφέρει στην αρχική καταγραφή:

*Οι μαθητές πρέπει να είναι ικανοί να διερευνούν τον υλικό και ζωντανό κόσμο, αλλά και να μελετούν σχετικά φαινόμενα και γεγονότα.*

Στην τελική καταγραφή, χαρακτηριστικές απαντήσεις για τη συγκεκριμένη υποκατηγορία, είναι οι εξής:

*Μόνος ο μαθητής και με την κατάλληλη καθοδήγηση πρέπει να διερευνά. Πια πρέπει να δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων (skills) των μαθητών και όχι τόσο στο να μάθουν απλά ξερούς ορισμούς για ένα φαινόμενο. Συνοπτικά, απαραίτητο στον 21ο αι. είναι η καλλιέργεια των δεξιοτήτων και η διερεύνηση.*

*Να δουλεύουν διερευνητικά και όχι παραδοσιακά. Δεν μαθαίνουν τόσο τη γνώση όσο τον τρόπο που οδηγεί σε αυτή. Να παράγει γνώση. Να εμπλέκεται σε επιστημονικές διαδικασίες, Να ασκούν συνειδητά νοητικές δεξιότητες αφού σκέφτονται και επεξεργάζονται περισσότερο οι ίδιοι.*

Αναφορικά με την μείωση ορισμένων κατηγοριών στην τελική καταγραφή, οφείλουμε να υπογραμμίσουμε ότι η μείωση αυτή οφείλεται στην αύξηση του συνόλου

των Μ.Α. της τελικής καταγραφής. Ειδικότερα, ενώ ο αριθμός των Μ.Α. αυξάνεται στην τελική καταγραφή σε όλες τις κατηγορίες, το γεγονός ότι στο γράφημα αποτυπώνεται ο αριθμός των Μ.Α. επί του συνόλου του Μ.Α., το οποίο αυξήθηκε σημαντικά, αποτυπώνει, τελικά, μείωση του ποσοστού για ορισμένες κατηγορίες.

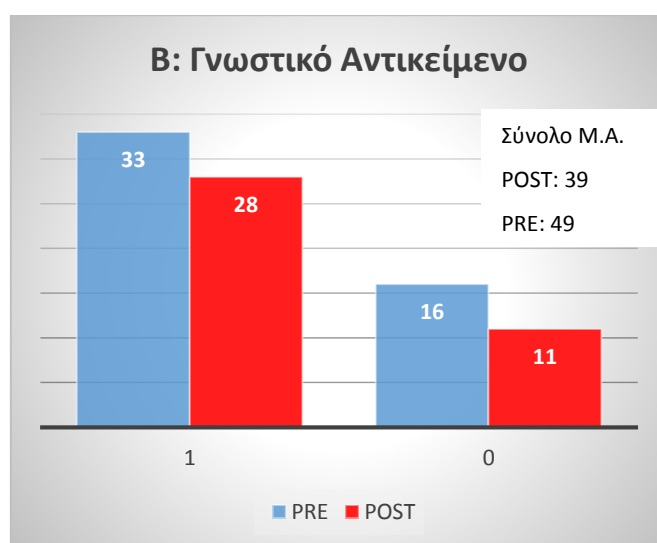
### **Πρότυπο Περιεχομένου Β: Γνωστικό Αντικείμενο**

Σχετικά με το Β Πρότυπο Περιεχομένου, οι Μ.Α. που αναφέρονται σε συγκεκριμένες θεματικές ενότητες (π.χ. ηλεκτρισμός, ενέργεια, μαγνητισμός) από 33 μειώνονται σε 28 (βλ. Γράφημα 4).

Χαρακτηριστικές απαντήσεις είναι οι εξής:

*Με τον όρο επιστημονικός γραμματισμός αναφερόμαστε στις γνώσεις που έχει κάποιος σε έναν ορισμένο επιστημονικό τομέα όπως για παράδειγμα στην επιστήμη της γεωλογίας, πόσο έχει εντυφήσει και ποιες είναι οι γνώσεις του πάνω σε αυτόν τον τομέα.*

*Να μάθουν για τη θερμοκρασία, για την θερμότητα, για την τριβή, για το περιβάλλον.*



Γράφημα 4. 1:Γνώση Περιεχομένου, 0:Ασαφείς Απαντήσεις

Αναφορικά με την κατηγορία Β0 όπου οι φοιτητές αναφέρονται ασαφώς σε γνώση θεωριών εννοιών και φαινομένων, οι Μ.Α. μειώνονται από 16 σε 11 . Παρακάτω παρουσιάζονται χαρακτηριστικές απαντήσεις:

*Οι μαθητές του δημοτικού σχολείου στο πλαίσιο του μαθήματος των ΦΕ θεωρώ ότι είναι απαραίτητο να μάθουν τις βασικές έννοιες της φυσικής επιστήμης.*

Δεν γνωρίζω τον όρο αλλά πιστεύω πως εννοεί τις γνώσεις που σχετίζονται με την επιστήμη. Για παράδειγμα όταν κάποιος σε μια πρόταση χρησιμοποιεί επιστημονικούς όρους.

Επιστημονικός γραμματισμός είναι η επιστημονική γνώση που έχει κάποιος για ένα θέμα, δηλαδή η θεωρητική - επιστημονική τεκμηρίωση γύρω από αυτό.

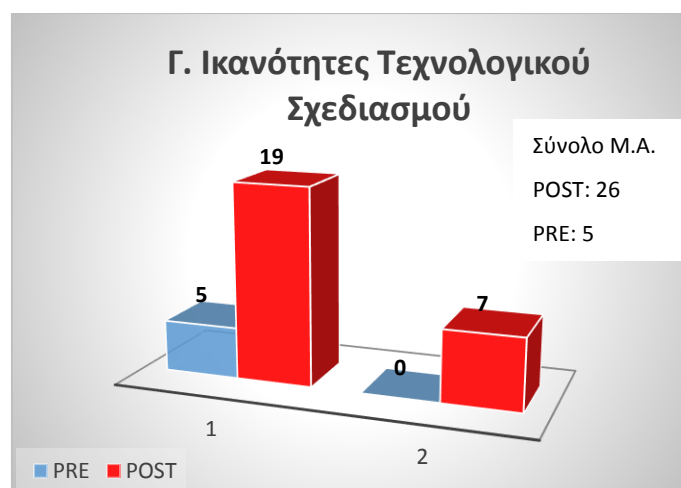
### **Πρότυπο Περιεχομένου Γ: Ικανότητες Τεχνολογικού Σχεδιασμού**

Περνώντας στα αποτελέσματα για το Πρότυπο Γ: Ικανότητες Τεχνολογικού σχεδιασμού, οι Μ.Α. της 1<sup>ης</sup> υποκατηγορίας: Αναγνώριση προβλήματος, προτάσεις για λύσεις, εφαρμογή λύσεων, οι Μ.Α. ανάλυσης που εντοπίστηκαν, αρχικά, ήταν 5, ενώ έπειτα από την παρέμβαση αυξήθηκαν σε 19 (βλ. Γράφημα 5).

Για παράδειγμα ένας από τους φοιτητές στην τελική καταγραφή απάντησε:

*Στο πλαίσιο του μαθήματος των ΦΕ, οι μαθητές είναι απαραίτητο να μάθουν γνώσεις για τη βελτίωση της καθημερινής τους ζωής. Να είναι σε θέση να βρίσκουν οι ίδιοι τις λύσεις (σύνδεση με επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό).*

*Τεχνολογικός γραμματισμός είναι το να είναι ένας άνθρωπος τεχνολογικά εγγράμματος, να μπορεί δηλαδή να σχεδιάζει, κατασκευάζει. Για παράδειγμα, ο τεχνολογικά εγγράμματος (για το φαινόμενο του ηλεκτρισμού) θα κατασκευάσει μια πρίζα, μια λάμπα κ.τ.λ.*



Γράφημα 5. 1: Αναγνώριση προβλήματος, προτάσεις για λύσεις, εφαρμογή λύσεων, 2: Κοινοποίηση προβλήματος, σχεδίου ή λύσης

Σχετικά με τη 2<sup>η</sup> υποκατηγορία: Κοινοποίηση προβλήματος, σχεδίου ή λύσης, στην αρχική καταγραφή δεν εντοπίστηκε καμία Μ.Α. ενώ στην τελική εντοπίστηκαν 7. Πιο συγκεκριμένα, ένας από τους φοιτητές αναφέρει πως:



*Οι μαθητές... συνεργάζονται, δημιουργούν, κοινωνικοποιούνται, παίρνουν αποφάσεις, δίνουν ιδέες, κατασκευάζουν και παρουσιάζουν τη δουλειά τους.*

Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι κατά την ανάλυση των δεδομένων οι περισσότερες Μ.Α. εντοπίστηκαν στο υπο-ερώτημα «Τι νομίζεις ότι είναι ο τεχνολογικός γραμματισμός». Κατά συνέπεια, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι φοιτητές του δείγματός μας δεν αναγνωρίζουν τον τεχνολογικό σχεδιασμό ως απαραίτητη ικανότητα που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές στο πλαίσιο των ΦΕ. Παρόλα αυτά, η αντίληψή τους «περί» τεχνολογικού γραμματισμού, ως έναν βαθμό διευρύνθηκε, καθώς οι αναφορές στις υποκατηγορίες του προτύπου αυξήθηκαν. Χαρακτηριστικές απαντήσεις που προβάλλουν τον εμπλουτισμό των αντιλήψεων όσον αφορά τον τεχνολογικό γραμματισμό είναι οι εξής:

*Με τον τεχνολογικό γραμματισμό οι άνθρωποι μπορούν να αλλάξουν τον κόσμο και να τον κατασκευάσουν - διαμορφώσουν σύμφωνα με τις ανάγκες τους. (π.χ. η κατασκευή μιας γέφυρας, πώς μπορεί να γίνει στο λιγότερο χρόνο με μικρό κόστος για να περνάνε πάνω από τη θάλασσα και όχι από μέσα).*

*Ο τεχνολογικός γραμματισμός σχετίζεται με πρακτικά ζητήματα που εφαρμόζονται. Τεχνολογικός γραμματισμός στην κατασκευή της γέφυρας είναι πώς από τα σχέδια και τα χαρτιά θα φτιαχτεί η γέφυρα στην πράξη.*

*Π.χ. ξέρει ότι κάποια υλικά είναι πιο θερμομονωτικά από άλλα στην κατασκευή του σπιτιού του θα επιλέξει τα κατάλληλα υλικά και δεν θα μπορέσουν να τον εξαπατήσουν.*

*Τεχνολογικός γραμματισμός είναι οι γνώσεις που έχει κάποιος στο να πραγματοποιήσει μια κατασκευή, πάνω δηλαδή συγκεκριμένα σε μια τέχνη. Είναι αυτός που έχει την ικανότητα να κατασκευάσει και να αλλάξει κάτι μέσω των γνώσεων που έχει πάνω σε αυτή, καθώς ο τεχνολόγος είναι αυτός που διαθέτει τα μέσα για να αλλάξει τον κόσμο. Ένα παράδειγμα είναι η κατασκευή ενός οδικού δικτύου από έναν τεχνολόγο.*

*Ως τεχνολογικό γραμματισμό ορίζουμε το αντικείμενο που θα κατασκευάσουμε καθώς και τις διάφορες μεθόδους, που θα ακολουθήσουμε για την κατασκευή του. Για παράδειγμα για την κατασκευή ενός μοντέλου ηφαιστείου μπορούν να υπάρξουν διαφορετικοί τρόποι κατασκευής ανάλογα και με τα υλικά που θα είναι διαθέσιμα για την κατασκευή του.*

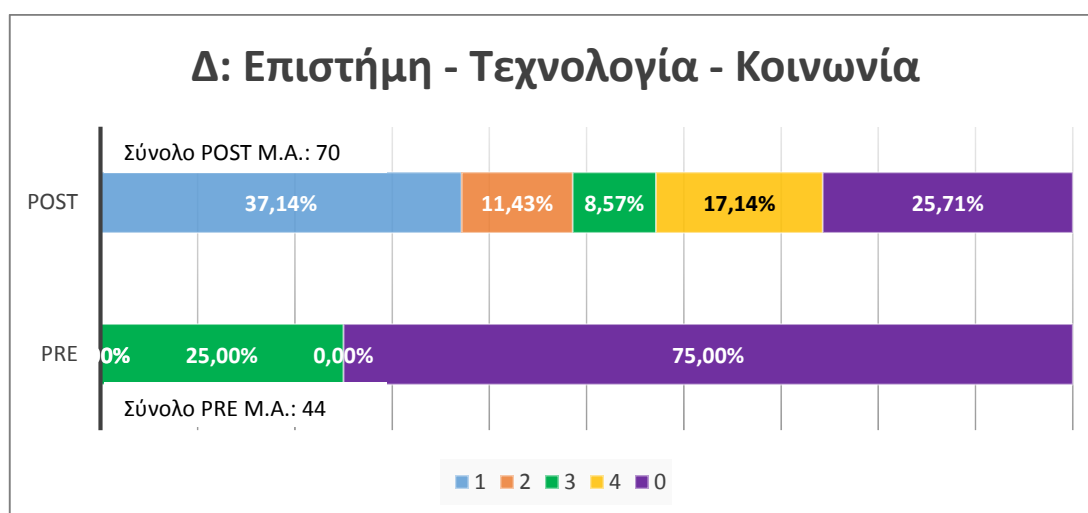
*Ο τεχνολογικός γραμματισμός όπως λέει και το όνομά του αφορά την Τεχνολογία και είναι δουλειά των τεχνολόγων. Παράδειγμα, για τη δημιουργία ενός δρόμου το τι υλικά θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή της ασφάλτου αφορά τον τεχνολογικό γραμματισμό.*

Τεχνολογικός γραμματισμός είναι ουσιαστικά η γνώση των τεχνικών για το πώς μπορούμε να φτιάξουμε κάτι.

Ο τεχνολογικός γραμματισμός περιλαμβάνει το σχεδιασμό και τα μοντέλα.

#### Πρότυπο Περιεχομένου Δ: Επιστήμη – Τεχνολογία – Κοινωνία

Τα αποτελέσματα για το πρότυπο Δ: Επιστήμη – Τεχνολογία – Κοινωνία, παρουσιάζονται στο Γράφημα 6.



Γράφημα 6. 1: Ομοιότητες και διαφορές τρόπων εργασίας επιστημόνων & τεχνολόγων, 2: Συνδυαστική εργασία επιστημόνων & τεχνολόγων, 3: Ασφάλεια, ατομική υγεία & προστασία του περιβάλλοντος, 4: Η επιστήμη & η τεχνολογία επηρεάζουν την κοινωνία, 5: Ασαφείς Απαντήσεις

Όσον αφορά την 1<sup>η</sup> υποκατηγορία στην οποία αντιστοιχίζονται οι Μ.Α. που αναφέρουν πως ο τρόπος εργασίας των επιστημόνων και των τεχνολόγων έχει ομοιότητες και διαφορές, στην αρχική καταγραφή δεν εντοπίζεται καμία σχετική Μ.Α. ενώ στην τελική το 37,14% των Μ.Α. αναφέρονται σε αυτή την υποκατηγορία. Για παράδειγμα ένας από τους φοιτητές απάντησε:

*Επιστημονικός γραμματισμός είναι να μπορείς να ερμηνεύσεις τον "κόσμο". Να κατανοείς έννοιες, φυσικά φαινόμενα κ.τ.λ. π.χ. Να κατανοείς: Στα καλοριφέρ η θερμότητα μεταφέρεται με ρεύματα γι' αυτό τα τοποθετούμε πάντοτε χαμηλά και όχι ψηλά. (θερμός αέρας πάνω, ψυχρός κάτω). Τεχνολογικός γραμματισμός είναι να μπορείς να αλλάξεις τον "κόσμο". Π.χ. ο τρόπος με τον οποίο είναι κατασκευασμένες οι ρόδες του τρένου (ώστε να περιοριστεί η τριβή).*

*Ο επιστημονικός γραμματισμός είναι οι επιστημονικές γνώσεις - θεωρίες που έχει κάποιος και με βάση αυτές ερευνά και εξηγεί τον κόσμο. Π.χ. το φαινόμενο των 4 εποχών, κάθε επιστήμονας είναι σε θέση να ερμηνεύσει το φαινόμενο αυτό, και*

συγκεκριμένα τον τρόπο και τον λόγο που συμβαίνει. Οφείλεται δηλαδή στην κίνηση της γύρω από τον ήλιο και κυρίως γύρω από τον άξονά της. Ο τεχνολογικός γραμματισμός αφορά τη γνώση για την τεχνολογία και τη χρήση των τεχνολογικών μέσων. Με τον τεχνολογικό γραμματισμό οι άνθρωποι μπορούν να αλλάξουν τον κόσμο και να τον κατασκευάσουν - διαμορφώσουν σύμφωνα με τις ανάγκες τους. (π.χ. η κατασκευή μιας γέφυρας, πώς μπορεί να γίνει στο λιγότερο χρόνο με μικρό κόστος για να περνάνε πάνω από τη θάλασσα και όχι από μέσα).

Απουσία Μ.Α. υπάρχει και για την 2<sup>η</sup> υποκατηγορία, στην οποία ταξινομούνται οι απαντήσεις που θεωρούν ότι η επιστήμη βοηθά στην πρόοδο της Τεχνολογίας, και η Τεχνολογία στην πρόοδο της Επιστήμης καθώς οι επιστήμονες και οι τεχνολόγοι πραγματοποιούν συχνά συνδυαστική, ομαδική εργασία. Στην τελική μέτρηση, το 11,43% των Μ.Α. προβάλλουν αυτή την αλληλεξάρτηση Επιστήμης και Τεχνολογίας, όπως για παράδειγμα φαίνεται παρακάτω:

*Π.χ. Ένας δρόμος χρειάζεται φωτισμό για την ασφαλή κυκλοφορία των οχημάτων αλλά και των πεζών. Οι ειδικοί προσφέρουν τον προβληματισμό και τις ιδέες στους τεχνολόγους όσον αφορά πού πρέπει να μπουν, απόσταση, ύψος κ.τ.λ. Επιστήμη και τεχνολογία είναι διαφορετικά μεταξύ τους. Το ένα αποτελεί συμπλήρωμα του άλλου, δεν μπορούν να είναι αποτελεσματικές αν δεν συνυπάρχουν.*

*Τεχνολογικός γραμματισμός, εδώ έχουμε συνδυασμό επιστημονικής γνώσης η οποία εφαρμόζεται σε τεχνολογικό επίτευγμα...Για παράδειγμα ένας αρχιτέκτονας θα λάβει υπόψη του τους νόμους της φυσικής για τα υλικά που θα πρέπει να χρησιμοποιήσει αλλά σίγουρα θα ενημερωθεί για τις νέες εξελίξεις στον τρόπο σχεδιασμού ενός χώρου.*

*Επιστημονικός γραμματισμός είναι η επιστημονική γνώση που έχει κάποιος για ένα θέμα, δηλαδή η θεωρητική - επιστημονική τεκμηρίωση γύρω από αυτό. Π.χ. όταν υπάρχει κάποιο πρόβλημα όπως η ανάγκη δημιουργίας μιας τεχνητής λίμνης, ο επιστήμονας γνωρίζει τους παράγοντες που το δημιουργούν, τις συνέπειες, τους λόγους που πρέπει να δημιουργηθεί κ.τ.λ. Από την άλλη, ο τεχνολογικά γραμματισμένος γνωρίζει πώς θα κατασκευάσει αυτή τη λίμνη, το τεχνικό δηλαδή μέρος του θέματος. Συνεπώς, ο τεχνολογικός γραμματισμός είναι η κατάρτιση αναφορικά με τα μέσα, υλικά και τρόπους που θα αξιοποιηθούν προκειμένου να επιτευχθεί κάτι ή να επιλυθεί ένα πρόβλημα.*

Σχετικά με την υποκατηγορία 3, που τονίζει την αναγκαιότητα για ασφάλεια, ατομική υγεία και προστασία του περιβάλλοντος, στην αρχική καταγραφή η Μ.Α. που αναφέρονται σε αυτή ήταν 25% ενώ στην τελική μειώθηκαν σε 8,57%. Ενδεικτικές απαντήσεις είναι οι εξής:

*Πρέπει να γνωρίζουν βασικά πράγματα όσον αφορά κυρίως το περιβάλλον τους (π.χ. για τη ζωή στο νερό, γενικότερα τη φύση), Πρέπει να μαθαίνουν να προστατεύονται (π.χ. να γνωρίζουν για τον ηλεκτρισμό, τον καιρό κ.τ.λ.)*

*Οι μαθητές του Δημοτικού Σχολείου είναι απαραίτητο να μάθουν όσον αφορά τις ΦΕ πράγματα που θα τους διευκολύνουν τη ζωή τους και που θα τους βοηθήσουν όχι μόνο να την κάνουν ασφαλέστερη, αλλά και υγιέστερη, προστατεύοντας την φύση όπως και τον εαυτό τους από όλους τους κινδύνους που προκαλούν οι ίδιοι καταστρέφοντάς την.*

Αναφορικά με την 4<sup>η</sup> υποκατηγορία στην οποία αντιστοιχίζονται οι Μ.Α. που αναφέρουν πως η επιστήμη και η τεχνολογία επηρεάζουν την κοινωνία, άλλοτε θετικά άλλοτε αρνητικά, στην αρχική καταγραφή δεν εντοπίζονται Μ.Α. ενώ στην τελική το 17,14% των μονάδων αναφέρονται σε αυτή.

*Ο τεχνολογικός γραμματισμός αφορά τις δράσεις που λαμβάνει το άτομο αφού έχει ενημερωθεί και προβληματιστεί για ένα φαινόμενο από το γύρω περιβάλλον. Επιστημονικός γραμματισμός είναι το να είναι κάποιος ενημερωμένος για όσα συμβαίνουν στο περιβάλλον γύρω του, να προβληματίζεται και να ερευνά γι' αυτό, να λαμβάνει μέρος σε συζητήσεις και να εκφράζει τις ιδέες του*

*Επιστημονικά εγγράμματος είναι αυτός που μπορεί να παράγει γνώση, να εμπλέκεται σε επιστημονικές διαδικασίες είναι αυτός που ξέρει ότι η επιστήμη συνδέεται άμεσα με την κοινωνία και επίσης είναι αυτός που μέσω της επιστήμης προσπαθεί να λύσει ένα πρόβλημα στον κόσμο γύρω του. Οι μαθητές πρέπει να μάθουν να δρουν και όχι να είναι παθητικοί αποδέκτες.*

*Όλες εκείνες τις γνώσεις οι οποίες είναι ικανές να βελτιώσουν τη ζωή του ανθρώπου στον 21ο αιώνα, καθώς και δεξιότητες που θα συμβάλουν στην ασφάλεια και την ευημερία.*

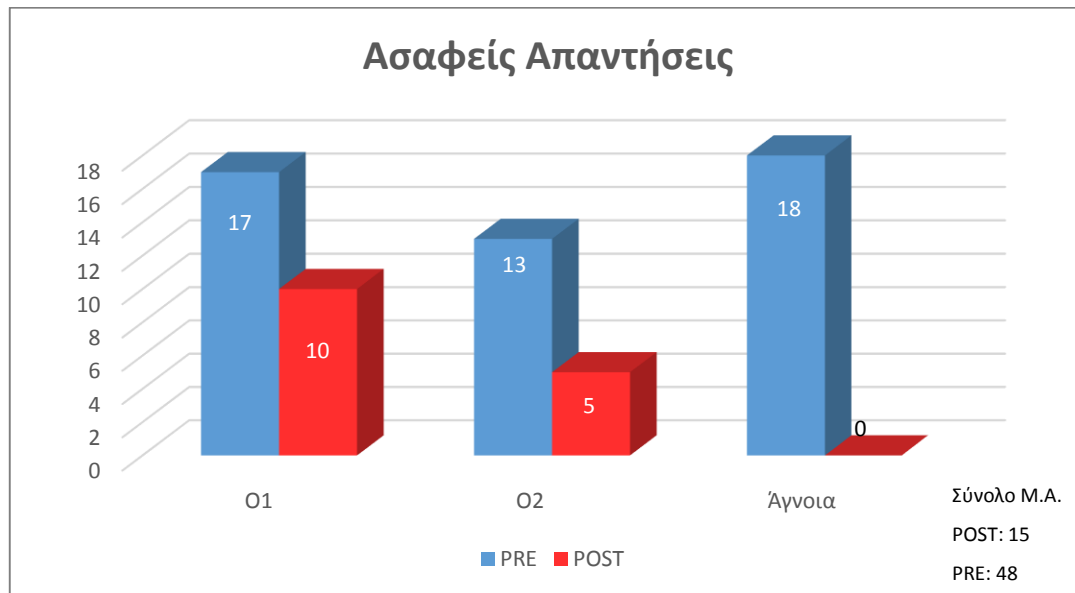
Κλείνοντας, παρατηρώντας το Γράφημα 6 διαφαίνεται πως ενώ στην αρχική καταγραφή εντοπίζονται σε μεγάλο βαθμό γενικόλογες – ασαφείς απαντήσεις (75%), και απαντήσεις που αναφέρονται στην ασφάλεια και στην ατομική υγεία, στην τελική καταγραφή οι ασαφείς μειώνονται στο 25,71% και εμφανίζονται επιπλέον 3 υποκατηγορίες, γεγονός που φανερώνει ως έναν βαθμό τον εμπλουτισμό των αντιλήψεων των μαθητών όσον αφορά τη σχέση Επιστήμης – Τεχνολογίας και Κοινωνίας με τον επιστημονικό γραμματισμό.

### 3<sup>ο</sup> Μέρος: Ειδικά Αποτελέσματα Ασαφών Απαντήσεων

Τέλος, το Γράφημα 7 συγκεντρώνει τις ασαφείς απαντήσεις που δεν αντιστοιχίζονται σε κάποιο Πρότυπο Περιεχομένου. Οι υπόλοιπες ασαφείς κατηγορίες παρουσιάστηκαν παραπάνω, κατά την αναλυτική παρουσίαση του προτύπου με το οποίο σχετίζονταν.

Στο γράφημα αυτό παρατηρούμε ότι οι Μ.Α. για την κατηγορία 01: Ασαφείς απαντήσεις που δηλώνεται ότι ο επιστημονικός γραμματισμός έχει να κάνει με έννοιες και θεωρίες ενώ ο τεχνολογικός γραμματισμός με πρακτική εφαρμογή των γνώσεων, μειώνονται από 17 σε 10 αναλυτικότερα οι φοιτητές αναφέρουν:

*Επιστημονικός γραμματισμός αναφέρεται στην επιστημονική θεωρία - γνώση η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διεξαχθούν έρευνες ή να βγουν διάφορα αποτελέσματα. Επιστημονικός γραμματισμός μπορεί να θεωρηθεί για παράδειγμα ο νόμος του Νεύτωνα. Ως τεχνολογικός γραμματισμός μπορεί να θεωρηθεί η ίδια η τεχνολογία και γενικότερα ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να κάνουμε κάτι στην πράξη. Ένα παράδειγμα τεχνολογικού γραμματισμού μπορεί να θεωρηθεί η αναπαράσταση ενός μοντέλου.*



Γράφημα 7. 01: Η επιστήμη σχετίζεται με έννοιες, η τεχνολογία με πρακτική εφαρμογή, 02: Ταύτιση τεχνολογικού γραμματισμού με ψηφιακό γραμματισμό, 3: Απαντήσεις στις οποίες δηλώνεται άγνοια

Σχετικά με την κατηγορία 02: Ταύτιση του τεχνολογικού γραμματισμού με τον ψηφιακό γραμματισμό και την καλή χρήση των τεχνολογικών εργαλείων και μέσων

(π.χ. χρήση Η/Υ, scratch κ.ά.), οι Μ.Α. και πάλι μειώνονται από 13 σε 5. Χαρακτηριστικές απαντήσεις είναι οι ακόλουθες.

*Τεχνολογικός γραμματισμός: Για να είναι ένας μαθητής - άνθρωπος τεχνολογικά εγγράμματος πρέπει να γνωρίζει καλά την τεχνολογία και τα επιτεύγματά της (π.χ. Η/Υ) και να έχει την ευχέρεια στη χρήση τους.*

*Τεχνολογικός γραμματισμός: η εμπλοκή των τεχνολογικών μέσων στην εκπαίδευση, αφού είναι σε απλό επίπεδο γνώσεων οι εκπαιδευτικοί για την πληρέστερη κατανόηση των εννοιών. Παράδειγμα: χρήση τεχνολογικών μέσων, υπολογιστή κ.τ.λ. για την περαιτέρω κατανόηση των εννοιών θερμότητα - θερμοκρασία μέσα από βίντεο και εκπαιδευτικά παιχνίδια στον υπολογιστή.*

Τέλος, όσον αφορά την κατηγορία που οι φοιτητές δηλώνουν άγνοια των όρων παρατηρούμε ότι στην αρχική καταγραφή οι 18 φοιτητές του δείγματος δήλωσαν άγνοια των όρων, ενώ στην τελική δεν υπήρξε καμία Μ.Α. που να δηλώνει άγνοια. Χαρακτηριστικές Μ.Α. που εντοπίστηκαν στην συγκεκριμένη κατηγορία είναι οι εξής:

*Δε γνωρίζω τι είναι ο τεχνολογικός γραμματισμός.*

*Δεν γνωρίζω τι είναι επιστημονικός γραμματισμός θεωρώ ότι έχει σχέση με την επιστήμη.*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### Συμπεράσματα – Συζήτηση

Η παρούσα εργασία επιχειρεί να απαντήσει στο πώς μπορεί ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης, που λαμβάνει ως πλαίσιο ανάπτυξης τα ανοιχτά διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης, να επιδράσει στις αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών για τον επιστημονικό γραμματισμό. Προκειμένου να μελετηθεί αυτό το ζήτημα, διερευνήθηκε η εξέλιξη των αντιλήψεων ορισμένων μελλοντικών εκπαιδευτικών μέσα από τη συμμετοχή τους σε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης που πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας κατά τα έτη 2015 και 2016. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 37 φοιτητές Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Το ανοιχτό διερευνητικό περιβάλλον στο οποίο εκπαιδεύτηκαν οι συμμετέχοντες ήταν το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Τα αποτελέσματα προέκυψαν έπειτα από την, εις βάθος, διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών, πριν και έπειτα από τη διεκπεραίωση του Προγράμματος.

Επιχειρώντας την αποτίμηση των αποτελεσμάτων, θα λέγαμε ότι οι αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών πριν από τη συμμετοχή τους στο Πρόγραμμα εκπαίδευσης ήταν περιορισμένες και ασαφείς στην πλειονότητά τους. Αντίθετα, μετά την εκπαίδευσή τους, εμπλουτίστηκαν καθώς συμπεριέλαβαν στις δηλώσεις τους περισσότερες πτυχές του επιστημονικού γραμματισμού.

Αναλυτικότερα, όσον αφορά το ειδικό ερευνητικό ερώτημα που διατυπώθηκε, δηλαδή το ποιες πτυχές του επιστημονικού γραμματισμού αντιλαμβάνονται οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί του δείγματος πριν και μετά από τη συμμετοχή τους στο πρόγραμμα εκπαίδευσης, φαίνεται ότι, αρχικά, δόθηκε έμφαση στις γνώσεις εννοιών και φαινομένων, δηλαδή στη συνιστώσα του γνωστικού αντικειμένου (Πρότυπο Β), καθώς και στη σύνδεση του μαθήματος με την καθημερινή ζωή (Πρότυπο Δ). Ωστόσο, οι απαντήσεις ήταν γενικόλογες και περιορισμένες. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τις απόψεις των ερευνητών, ότι δηλαδή η γνώση περιεχομένου είναι μία βασική πτυχή του επιστημονικού γραμματισμού. Το επίπεδο αυτό του επιστημονικού γραμματισμού έχει προσδιοριστεί από διάφορους ερευνητές (Shamos, 1995 · Roberts, 2007, Bybee, 1997 · Miller, 1983) με ποικίλους ορισμούς, μεταξύ των οποίων είναι ο πολιτισμικός, ο στοιχειώδης, η οπτική Ι και ο λειτουργικός επιστημονικός γραμματισμός.

Έπειτα από τη συμμετοχή τους στο πρόγραμμα εκπαίδευσης, φαίνεται πως οι φοιτητές αναγνώρισαν περισσότερες πτυχές του επιστημονικού γραμματισμού. Από τις απαντήσεις διαφαίνεται μία πιο ολοκληρωμένη άποψη των φοιτητών για τον επιστημονικό γραμματισμό, μετά την παρέμβαση, καθώς ενώ αρχικά αναφέρονταν μόνο σε 2 από τα Πρότυπα Περιεχομένου (γνώση περιεχομένου και σχέση με την καθημερινή ζωή), στην τελική καταγραφή αρκετοί ήταν οι φοιτητές που αναφέρονταν και στα 4 Πρότυπα Περιεχομένου που ορίστηκαν.

Ειδικότερα, οι αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών όσον αφορά τις πτυχές του επιστημονικού, φαίνεται πως εξελίχθηκαν, διότι στην τελική καταγραφή εντοπίζουμε πολλές αναφορές στη συνιστώσα των διερευνητικών ικανοτήτων και των ικανοτήτων τεχνολογικού σχεδιασμού. Παράλληλα, οι συμμετέχοντες αναφέρονται με μεγαλύτερη συχνότητα στη σχέση επιστήμης – τεχνολογίας και κοινωνίας. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι εκτός από τα 4 Πρότυπα Περιεχομένου που φαίνεται ότι εξελίχθηκαν, το NRC προτείνει και το Πρότυπο Ιστορία και Φύση της Επιστήμης, το οποίο δεν υποστηρίχθηκε στο συγκεκριμένο πρόγραμμα εκπαίδευσης.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, όσον αφορά τις διερευνητικές δεξιότητες, οι απαντήσεις των φοιτητών που αναφέρονταν σε αυτές, αρχικά, ήταν προσκολλημένες στη διεξαγωγή πειραμάτων, γεγονός που ευθυγραμμίζεται με την άποψη του Eshach (2006) ότι αν και στη σημερινή εκπαίδευση οι εκπαιδευτικοί προωθούν τις hands on δραστηριότητες, ο στόχος του αυθεντικού πειραματισμού σπάνια επιχειρείται. Ακόμη και όταν γίνονται προσπάθειες πειραματισμού αυτός συχνά επιχειρείται μέσα από μία σειρά ασύνδετων πειραματικών δραστηριοτήτων που εστιάζουν στη χρήση των υλικών ενώ οι μαθητές είναι μη κινητοποιημένοι για να τις πραγματοποιήσουν. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Moscovici (1998), οι εκπαιδευτικοί αισθάνονται πιο άνετα πραγματοποιώντας τέτοιου είδους δραστηριότητες, φαινόμενο που χαρακτηριστικά αποκαλείται ως «μανία της δραστηριότητας». Έπειτα από την παρέμβαση η οπτική αυτή φαίνεται να αλλάζει. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων, πλέον, δίνουν έμφαση στη σημασία της σύνδεσης των πειραμάτων με την καθημερινή ζωή, στις διερευνητικές διαδικασίες (διατύπωση υποθέσεων, συλλογή δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων, κοινοποίηση διερευνήσεων) καθώς και στη σημασία της χρήσης και δημιουργίας μοντέλων.

Γίνεται εμφανές, συνεπώς, ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών μετά την εκπαίδευσή τους προσεγγίζουν τα επόμενα επίπεδα επιστημονικού γραμματισμού, τα οποία αναφέρονται στη βιβλιογραφία με τους όρους αληθής (Shamos, 1995),



εννοιολογικός και διαδικαστικός ή πολυδιάστατος (Bybee, 1997) επιστημονικός γραμματισμός και ευθυγραμμίζονται με την Οπτική II (Roberts, 2007), σύμφωνα με την οποία ο επιστημονικά εγγράμματος πολίτης εμπλέκεται σε διερευνητικές διαδικασίες που σχετίζονται με την επιστήμη, την τεχνολογία και την κοινωνία.

Τα αποτελέσματα αυτά ήταν αναμενόμενα ως ένα βαθμό, καθώς έχει διαπιστωθεί από προηγούμενες έρευνες (NRC, 2012) ότι οι νέοι εκπαιδευτικοί χρειάζονται υποστήριξη ώστε να αναδείξουν και να χειριστούν τις οριζόντιες έννοιες που διέπουν τα πρότυπα για τον επιστημονικό γραμματισμό, καθώς και τις επιστημονικές και τεχνολογικές πρακτικές (παρατήρηση, αναπαράσταση, επικοινωνία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων). Όπως έχει επανειλημμένως τονιστεί, η προετοιμασία τους στα εκπαιδευτικά ιδρύματα πρέπει να περιλαμβάνει προγράμματα εκπαίδευσης, ώστε, τυπικά, να εξοικειωθούν με μαθήματα και μεθόδους των φυσικών επιστημών και να γίνουν πιο ισχυροί σε αυτούς τους τομείς (NRC, 2012). Για παράδειγμα, η έμφαση στη μοντελοποίηση πρέπει να είναι ένα ρητό στοιχείο της προετοιμασίας των εκπαιδευτικών. Διαφαίνεται λοιπόν, πως το εν λόγω πρόγραμμα εκπαίδευσης, λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις απαιτήσεις, υποστήριξε σε ικανοποιητικό βαθμό τους εκπαιδευτικούς σε αυτόν τον τομέα.

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι λίγες είναι οι αναφορές που τονίζουν ότι οι ικανότητες τεχνολογικού σχεδιασμού θα πρέπει να αναπτυχθούν μέσα από το μάθημα των φυσικών επιστημών. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με τους ερευνητές που υποστηρίζουν ότι η εξήγηση αυτής της κατάστασης πηγάζει από την έλλειψη ικανοτήτων των εκπαιδευτικών. Όπως χαρακτηριστικά υποστηρίζει ο Moscovici (1998), οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί συχνά αδυνατούν να εφαρμόσουν πρακτικές στις οποίες ποτέ δε συμμετείχαν οι ίδιοι, ως μαθητές. Το αδύναμο ιστορικό τους στις φυσικές επιστήμες, επιπλέον, δεν τους βοηθά ώστε να υποστηρίξουν τέτοιες τεχνικές.

Εύρημα της παρούσας εργασίας αποτέλεσε το γεγονός ότι οι ορισμοί που έδωσαν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί για τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό εξελίχθηκαν σημαντικά. Αναλυτικότερα, στην αρχική καταγραφή αρκετοί φοιτητές είχαν ασαφή άποψη για τους εν λόγω όρους, ενώ υπήρξε και ένα ποσοστό που δήλωσε άγνοια των όρων. Από την άλλη, στην τελική καταγραφή, δεν υπήρξαν απαντήσεις που δήλωναν άγνοια, ενώ παράλληλα εμφανίστηκαν νέες δηλώσεις που δεν είχαν ανιχνευτεί στην αρχική καταγραφή. Οι κυριότερες από αυτές αναφέρονταν στη σχέση της εργασίας των επιστημόνων και των τεχνολόγων, στις ομοιότητες και διαφορές της εργασίας των επιστημόνων και των τεχνολόγων καθώς

και στην αξία της επιστήμης και της τεχνολογίας όσον αφορά τα ζητήματα που σχετίζονται με την κοινωνία.

Επιπλέον, όσον αφορά τις παρανοήσεις των φοιτητών για τους όρους, η αρχική καταγραφή ανέδειξε πως μεγάλη μερίδα των φοιτητών, όταν ακούν τον όρο τεχνολογικός γραμματισμός τον συνδέουν με τον ψηφιακό. Η «περιορισμένη», όπως έχει χαρακτηριστεί, αντίληψη αυτή, η οποία εξισώνει την τεχνολογία με τις σύγχρονες υπολογιστικές συσκευές επικοινωνίας, προωθείται συχνά στην εκπαίδευση (NRC, 2012). Στην τελική καταγραφή η συχνότητα εμφάνισης της συγκεκριμένης κατηγορίας μειώθηκε. Επιπρόσθετα, πολλοί από τους φοιτητές αρχικά θεωρούσαν την επιστήμη ως θεωρία ενώ την τεχνολογία ως πρακτική εφαρμογή της επιστήμης. Η αντίληψη αυτή φαίνεται να ευθυγραμμίζεται με το ιεραρχικό μοντέλο των Barnes & Edge (1982) σύμφωνα με το οποίο η γνώση προέρχεται αποκλειστικά από τον τομέα των φυσικών επιστημών ενώ η τεχνολογία αντιμετωπίζεται μόνο ως εφαρμοσμένη επιστήμη. Αυτή η άποψη εξασθενεί στην τελική καταγραφή, ενώ ταυτόχρονα αναδεικνύεται η σύνδεση της επιστημονικής και της τεχνολογικής εργασίας για την πρόοδο. Το εύρημα αυτό συνάδει με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, τα οποία προβάλλουν, μία ανισορροπία ανάμεσα στη σχέση της Επιστήμης και της Τεχνολογίας καθώς στο φάσμα της μακραίωνης ιστορίας τους, υπήρξαν υποστηρικτές της αμοιβαίας συμπλήρωσης αλλά και υποστηρικτές της απόλυτης διάκρισης, δίνοντας το προβάδισμα άλλοτε στις φυσικές επιστήμες και άλλοτε στην τεχνολογία (Barnes & Edge, 1982 · Jane & Tytler, 2003 · Jobling & Jane, 1996 · Solomon, 1993 · Layton, 1993). Οι απόψεις της τελικής καταγραφής ταιριάζουν περισσότερο με τη θεώρηση του συμμετρικού μοντέλου, σύμφωνα με το οποίο οι φυσικές επιστήμες και η τεχνολογία, αν και αντιμετωπίζονται ως διακριτά πεδία που κατέχουν το δικό τους διακριτό σώμα γνώσεων και μεθοδολογιών, συνδέονται και αλληλεπιδρούν (Barnes & Edge, 1982 · Jane & Tytler, 2003).

Δεδομένων των παραπάνω συμπερασμάτων, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι το παρόν πρόγραμμα εμπλούτισε τις αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών του δείγματος για τον επιστημονικό γραμματισμό, όσον αφορά τα 4 Πρότυπα Περιεχομένου. Η εξέλιξη αυτή, που αποτυπώνεται μέσα από τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της εργασίας, ενδεχομένως να οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην εκπαίδευση που βίωσαν οι φοιτητές κατά τη διάρκεια του προγράμματος. Επομένως, είναι εύλογο να υποστηρίξουμε ότι η εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών μπορεί να επωφεληθεί από προγράμματα όπως το συγκεκριμένο, βασισμένα στη ρητή

και βιωματική μάθηση της διερεύνησης, του τεχνολογικού σχεδιασμού, της μοντελοποίησης και της σχέσης επιστήμης – τεχνολογίας και κοινωνίας. Γίνεται, βέβαια, αντιληπτό ότι η προετοιμασία και εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, ώστε να εξελιχθούν σε αυτούς τους τομείς, παραμένει μία πρόκληση για τους ερευνητές της διδακτικής των φυσικών επιστημών. Τα ανοιχτά διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να αναδειχθούν σε ένα πολλά υποσχόμενο πεδίο στοχεύοντας προς αυτή την κατεύθυνση. Επομένως, είναι κρίσιμο και αναγκαίο τα κράτη και τα Ιδρύματα της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης να συμπεριλάβουν στην εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών, προγράμματα προσανατολισμένα στη δημιουργία μηχανισμών που να επιτρέπουν στους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις και πρακτικές που θα βοηθήσουν τους μαθητές να ανταποκριθούν στις προσδοκίες για επιστημονικό γραμματισμό. Μία προσπάθεια προς αυτή την κατεύθυνση ανέδειξε η παρούσα εργασία.

### ***Περιορισμοί της Έρευνας και Μελλοντικές Προεκτάσεις***

Στους βασικούς περιορισμούς της παρούσας εργασίας συγκαταλέγεται το γεγονός ότι η συλλογή των δεδομένων έγινε μόνο με ένα εργαλείο, το ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου. Προκειμένου να γίνει αρτιότερη μελέτη του δείγματος θα ήταν δυνατό παράλληλα με το ερωτηματολόγιο να πραγματοποιηθούν ατομικές συνεντεύξεις, ώστε να παρουσιαστούν ορισμένες μελέτες περίπτωσης. Ακόμη, θα μπορούσε να αξιοποιηθεί η τελική εργασία αξιολόγησης των φοιτητών, ως ποιοτικό υλικό που προβάλλει την εξέλιξη των αντιλήψεών τους, στον τομέα του επιστημονικού γραμματισμού. Το γεγονός ότι το δείγμα ήταν μεγάλο σε αριθμό (37 άτομα), και τα δεδομένα ποιοτικά, μας περιόρισε στη μελέτη των αντιλήψεών τους μέσα από το ερωτηματολόγιο.

Επιπλέον, όπως καταγράψαμε ήδη στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας, η χρήση των ανοικτών ερωτήσεων ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα στη διαχείριση των δεδομένων, κατά την μετατροπή τους από ποιοτικά σε ποσοτικά. Οι απαντήσεις που λάβαμε ήταν αρκετά ανομοιογενείς και έτσι ήταν αρκετά δύσκολο να ενοποιηθούν σφικτά σε κοινές κατηγορίες.

Περνώντας στους περιορισμούς που εμπεριέχει η ανάλυση δεδομένων πρέπει να αναφερθεί ότι μετά από πολύμηνη αναζήτηση σταθμισμένου και δοκιμασμένου εργαλείου για την ανάλυση των δεδομένων, δεν υπήρξε κάτι που να μας ικανοποιεί απόλυτα. Έτσι, δημιουργήσαμε το δικό μας εργαλείο ανάλυσης δεδομένων,

βασιζόμενοι στη βιβλιογραφία αλλά και στα δεδομένα. Παρόλο που καταγράψαμε κάθε βήμα ανάπτυξης του αναλυτικά, το γεγονός ότι δεν έχει δοκιμαστεί σε άλλες έρευνες, το καθιστά αδύναμο. Επιπλέον, όσον αφορά τα αποτελέσματα θα μπορούσε να εφαρμοστεί στατιστική δοκιμασία που να αποδεικνύει μαθηματικά την στατιστικά σημαντική αλλαγή.

Η παρούσα έρευνα, εγείρει ορισμένους προβληματισμούς που θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθούν μελλοντικά. Για παράδειγμα, θα άξιζε να μελετηθεί η αξία του πλαισίου μάθησης κατά την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, οι βασικές μέθοδοι και γνώσεις που πρέπει να κατέχουν στην αρχή της καριέρας τους καθώς και με ποιον τρόπο μπορεί να διασφαλιστεί η συνεχής μάθηση των εκπαιδευτικών, με την πάροδο του χρόνου. Όλα αυτά γεννούν, σε ένα δεύτερο επίπεδο, προβληματισμούς σχετικά με τις αλλαγές που καλούνται να κάνουν τα εκπαιδευτικά ιδρύματα και τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτές εκπαιδευτικών θα τις προωθήσουν, έτσι ώστε να υποστηρίξουν τους εκπαιδευτικούς, όσον αφορά τις σύγχρονες επιδιώξεις για τον επιστημονικό γραμματισμό.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aikenhead, G. S., Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education*, 2, 539-620.
- Allen, S. (2004). Designs for learning: Studying Science museums exhibits that so more than entertain. *Science Education*, 88, 17-33.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Basit, N. T. (2010). *Conducting Research in educational contexts*. New York, NY: Continuum International Publishing Group.
- Barnes, B. & Edge, D. (1982). *Science in Context, Readings in Sociology of Science*. U.K.: The Open University Press.
- Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), (1993). *Developing Biological Literacy: A guide to developing secondary and post-secondary biology education*. Dubuque, IA, Kendall Hunt Publishing Company, 1-25.
- Boyer, L. & Roth, W. M. (2006). Learning and Teaching as Emergent Features of Informal Settings: An Ethnographic Study in an Environmental Action Group. *Science Education*, 90, 1028-1049.
- Bulte, A. (2007). How to connect concepts of science and technology when designing context-based science education. In Proceedings of *Linne Scientific Literacy Symposium "Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction"*, Sweden: 2007.
- Bultitude, K., McDonald, D. & Custead, S. (2011). The Rise and Rise of Science Festivals: An international review of organized events to celebrate science, *International Journal of Science Education Part B: Communication and Public Engagement*, 1 (2), 165-188

- Bunderson, E. & Anderson, T. (1996). Preservice Elementary Teachers' Attitudes Toward Their Past Experience With Science Fairs. *School Science and Mathematics*, 96 (7), 371–377.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinmann.
- Cohen, L., Mannion, L. & Morisson, K. (2007). *Research methods in Education*. Routledge. New York.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison. K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Σ. Κυρανάκης, Π. Μητσοπούλου, Μ. Μαυράκη & Μ. Φιλοπούλου (Μτφ.). Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Czerniak, C. & Lumpe, A. (1996). Predictors of Science Fair Participation Using the Theory of Planned Behavior. *School Science and Mathematics*, 96 (7), 355–361.
- De Boer, G. (2000). Scientific Literacy: Another look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationships to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 582-601.
- Dearing, R. (1996). *Review of Qualifications for 16–19 year olds*, London: Schools Curriculum and Assessment Authority.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *Journal of the Learning Sciences*, 11, 105-121.
- Eshach, H. (2006). *Science literacy in primary schools and pre-schools. Vol. 1*. Springer Science & Business Media.
- European Commission, (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future Europe*. Brussels: European Commission.
- European Commission, (2011). *Science in Europe: National Practices, Policies and Research*, Brussels: Eurydice.

- Federal Ministry of Education and Research (2017). *Sinus Transfer: Increasing Efficiency in Mathematics and Science Education*. Ανακτήθηκε στις 29/6/2017 από την Ιστοσελίδα: <http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/home.html>
- Flick, U. (2009). *An introduction to qualitative research, Fourth Edition*, London: Thousand Oaks: Sage Publications.
- Fredericks, A.D. (2000). *Science Fair Handbook, Houghton Mifflin Company*. Ανακτήθηκε στις 18/12/2016 από την Ιστοσελίδα: [http://www.eduplace.com/science/profdev/science\\_fair/](http://www.eduplace.com/science/profdev/science_fair/)
- Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90, 453–467.
- Gardner, P. (1994). Representations of the relationship between science and technology in the curriculum. *Studies in Science Education*, 24, 1-28.
- Gerber, B. L., Cavallo, A. M. L. & Marek, E. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23 (5), 535-549.
- Germann, P. J., Haskins, S. & Auls, S. (1996). Analysis of nine high school biology laboratory manuals: Promoting scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 475-499.
- Gilbert, J. K., (2006). On the Nature of 'Context' in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 957-976.
- Gowen, L. & Marek, E. (1993). Science Fairs: Step by Step. *Science Teacher*, 60 (1), 37-41.
- Guthrie, L. (1985). *Opportunities for scientific literacy for high school students*. Paper presented at AERA Congress, Chicago.
- Harlen, W., (2009). Teaching and learning science for a better future. The Presidential Address 2009 delivered to the Association for Science Education Annual Conference. *School Science review*, 333, 33-41.

- Heinsen, L. D., (2016). *Secondary science teachers' understandings of scientific literacy*. Master of Education. University of Alberta: Department of Secondary Education.
- Hodson, D. (2002). Some thoughts on scientific literacy: Motives, meanings and curriculum implications. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 3(1), 1–19.
- Hurd, P. D. (1958). Science Literacy: Its Meaning for American Schools. *Educational Leadership*. 16, 13-16.
- International Technology Education Association (ITEA), (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of Technology*.
- Ιωσηφίδης, Θ. (2008). *Ποιοτικές Μέθοδοι Έρευνας στις Κοινωνικές Επιστήμες*. Αθήνα: Κριτική.
- Jane, B. & Tytler, R. (2003). Technology education, science and science education: exploring the relationship, Initiatives in Technology Education: Comparative Perspectives. *Proceedings of the American-Australian Technology Education Forum*, Technical Foundation of America and the Griffith University Centre for Technology Education Research, (pp. 97-111), Gold Coast: Queensland.
- Jarman, R., & McCluney, B. (2005). Space science news: Special edition, a resource for extending reading and promoting engagement with newspapers in the science classroom. *Literacy*, 39 (3), 121-128.
- Jenkins E.W. (1997). Scientific and Technological Literacy: Meanings and Rationales, *Innovations in Science and Technology Education*, 6, 11-39.
- Jobling, W. M. & Jane, B. L., 1996. Exploring science-technology relationships from the classroom perspective. *Australian Science Teachers' Journal*, 42 (2), 37-39.
- Καλλέρη, Μ. (2007). “Science Fair”: Ένας εναλλακτικός τρόπος μάθησης και ανάπτυξης επιστημονικών δεξιοτήτων και στάσεων. Σύγχρονη Εκπαίδευση.



- Καραγιάννη, Χ., Ψύλλος, Δ. (2015). Μελέτη της Ανάπτυξης δεξιοτήτων πειραματικού σχεδιασμού από μαθητές Έ Δημοτικού στο πλαίσιο διερευνητικής διδακτικής προσέγγισης. Στο Ψύλλος Δημ., Μολοχίδης Αν. και Καλλέρη Μ. Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες και Πρακτικές, *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών*, (σσ. 313-320), Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγική Σχολή, Α.Π.Θ.
- Καριώτογλου Π. (2005). Ο εκπαιδευτικός χαρακτήρας των Τεχνοεπιστημονικών Μουσείων: τάσεις και ζητήματα, *Πρακτικά εργασιών του 1ου Διεθνούς Διεπιστημονικού Συνεδρίου με θέμα: Επιστήμη και Τέχνη*, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.
- Kemp, A. C. (2002). *Science Educators' competing views on the goal of scientific literacy*. Doctoral Dissertation. Atlanta: University of Georgia.
- Κόλλας Σ. & Χαλκιά Κ. (2013). Ο Σχεδιασμός αναλυτικών προγραμμάτων για τον επιστημονικό γραμματισμό από εκπαιδευτικούς των Σχολείων Δεύτερης Ευκαιρίας. Στο Βαβουγιός Δ. & Παρασκευόπουλος Σ. (επίμ.), *Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, (σσ. 672-680). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Κολιόπουλος, Δ. (2005). *Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών. Η συγκρότηση της σχολικής γνώσης*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Krystyniak, R. A., & Heikkinen, H. W. (2007). Analysis of verbal interactions during an extended, open-inquiry general chemistry laboratory investigation. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (8), 1160-1186.
- Κυριαζή, Ε., Κ. Κωνσταντίνου, (2006). Η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης από 11-χρονους μαθητές μέσα από τη σχολική δραστηριότητα: Πανηγύρι Επιστήμης. Στο Γαγάτση, Α. κ.α. (εκδ.) «Η Σύγχρονη εκπαιδευτική έρευνα στην Κύπρο», *Πρακτικά ΙΧ Παγκύπριου Συνεδρίου Παιδαγωγικής Εταιρείας Κύπρου*. (σσ. 339–350). Λευκωσία: Παιδαγωγική Εταιρεία Κύπρου.

- Laherto, A. (2010). An Analysis of the Educational Significance of Nanoscience and Nanotechnology in Scientific and Technological Literacy. *Science Education International*, 21 (3), 160-175.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific Literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84 (1), 71-94.
- Layton, D. *Η πρόκληση της Τεχνολογίας στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Levin, K. & Levin, R. (1991). How to judge a Science Fair. *The Science Teacher*, 58(2), 43-45.
- Maarschalk, J. (1988). Scientific Literacy and informal science. *Journal of research in science teaching*, 25 (2), 135-146.
- Mallette, D.L. (1980). *The acceptance of the goal of scientific literacy by science educators, supervisors and secondary school science teachers in North Carolina*. Doctoral Dissertation. Raleigh, NC: North Carolina State University.
- Martin, L. (2004). An emerging research framework for studying informal learning and schools. *Science Education*, 88, 71-82.
- Matthews, M. (2007). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες – Ο ρόλος της ιστορίας και της φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*. (επίμ. Σερόγλου, Φ.), Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.
- McEneaney, E. H. (2003). The worldwide cachet of scientific literacy. *Comparative Education Review*, 47(2), 217.
- Melber, L. M. & Cox-Petersen, A. M. (2005). Teacher Professional Development and Informal Learning Environments Investigating Partnership and Possibilities. *Journal of Science Teacher Education*. 16, 103-120.
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus* 112 (2), 19-48.

- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understand of Science*, 7, 203-223.
- Millar, R. (2006). Twenty first Century Science: Insights from the design Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science (Research Report). *International Journal of Science Education*, 28 (13), 1499-1521.
- Moscovici, J. (1998). *Shifting from activity mania to inquiry science - What do we (science educators) need to do?* Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Minneapolis.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Open Education Europa (2010). *Pollen Spreads Inquiry-Based Science Education throughout Europe*. Ανακτήθηκε στις 29/6/2017 από την Ιστοσελίδα: <https://www.openeducationeuropa.eu/en/article/Pollen-Spreads-Inquiry-Based-Science-Education-throughout-Europe>
- Oppenheim, A. N. (1992). *Questionnaire Design, Interviewing and Attitude Measurement*. London: Pinter.
- Organization for Economical Cooperation and Development (OECD) (2006). *The Program for international Assessment (PISA)*.
- Osborne, J. (2008). Engaging young people with science: does science education need a new vision? *School Science Review*, 89 (328), 67-74.

- Osborne, J. F. and Collins, S. (2000). *Pupils' and parents' views of the school science curriculum*, London: King's College London.
- Osborne, J. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications, *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079.
- Ουζούνη, Χ. & Νακάκης, Κ. (2011). Η αξιοπιστία και η Εγκυρότητα των Εργαλείων Μέτρησης σε Ποσοτικές Μελέτες. *Νοσηλευτική*, 50 (2), 231-239.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2007). *Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο»*.
- Parkinson, J. (2000). Acquiring Scientific Literacy through Content and Genre: A Theme-based Language Course for Science Students. *English for Specific Purposes*, 19 (4), 369-387.
- Pella, M. O. (1976), The Place of Science for a Literate Citizenry. *Science Education* 60 (1), 97-101.
- Reid, N., & Yang, M. J. (2002). The solving of problems in chemistry: The more open-ended problems. *Research in Science & Technological Education*, 20(1), 83-98.
- Rennie, L. J. (1987). Teachers' and pupils' perceptions of technology and the implications for curriculum. *Research in Science and Technology Education*, 5 (2), 121-133.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific Literacy/science Literacy. In S.K. Abell & N. G. Lederman (Eds.) *Handbook of Research on Science Education* (pp.729-780). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc. Publishers.
- Sandoval, W. A., & Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 369-392.
- Schauble, L., Glaser, R., Duschl, R. A., Schulze, S. & John, J. (1995). Students' understanding of the objectives and procedures of experimentation in the science classroom. *Journal of the Learning Sciences*, 4, 131-166.

- Shamos, H.M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Shen, B. S. P. (1975). Science Literacy: The public need. *The Sciences*. Jan-Feb: 27-29.
- Shulman, L. E. (1986). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Solomon, J. & Thomas, J. (1999). Science Education for the Public Understanding of Science. *Studies in Science Education*, 33, 61-90.
- Solomon, M. (1993). *Lift off to Science and Technology*, Carlton: Curriculum Corporation.
- Σπύρτου, Α., Ζάχου, Π. (2014). Εκπαιδευτικό υλικό για τις Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο: Ανάπτυξη και Παρουσίαση υλικού σε Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Στο Σκουμπουρδή Χ. και Σκουμιός Μ. (2015) *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»*, (σσ. 393-408), Ρόδος: Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Subramaniam, M., Ahn, J., Alemanne, N., Eisenberg, M., Fullerton, S., Kazmer, M., & Mardis, M. (2013). *Experiencing science in informal learning environments: Tales from the field*. iConference 2013 Proceedings (pp. 1037-1038).
- Συμεού, Α. (2006). Εγκυρότητα και Αξιοπιστία στην ποιοτική έρευνα: Το παράδειγμα μιας έρευνας για τη συνεργασία σχολείου – οικογένειας. Στο Φτιάκα, Ε., Γαγάτσης, Α., Ηλία, Ι & Μοδέστου, Μ. (2006). Η Σύγχρονη Εκπαιδευτική Έρευνα στην Κύπρο, *Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Παιδαγωγικής Εταιρείας Κύπρου*, (σσ. 1055-1064), Λευκωσία: Πανεπιστήμιο Κύπρου.
- Wolpert, L. (1997). In praise of science. In R. Levinson and J. Thomas (Eds), *Science Today*, (pp. 1-21). London: Routledge.

- Wynne, B. (1992). Misunderstood misunderstanding: social identities and public uptake of science. *Public Understanding of Science*, 1, 281-304.
- Χαλκιά Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: Θεωρητικά Ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκη.
- Χρηστίδης, Π. (2014). «Δημόσια κατανόηση της Επιστήμης και της Τεχνολογίας: η μελέτη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε Εντατικό Πρόγραμμα Erasmus». Μεταπτυχιακή Εργασία. Φλώρινα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.
- Yerrick, R. K. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 807–838.
- Ζαφειρίου, Γ. (2003). *Μέθοδοι έρευνας στη Βιβλιοθηκονομία*, Σίνδος, Α.Τ.Ε.Ι.Θ.
- Zion, M. & Slezak, M. (2005). It takes two to tango: In dynamic inquiry, the self-directed student acts in association with the facilitating teacher. *Teaching and Teacher Education*, 21, 875-894.
- Zion & Sadeh (2007). Curiosity and open inquiry learning. *Educational Research*, 41 (4), 162- 169.
- Zion, M. & Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits. *Science Education International*. 23 (4), 383-399.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Ερωτηματολόγιο

Όνοματεπώνυμο:.....ΑΕΜ:.....

Εξάμηνο:

Ημερομηνία:.....

Συμμετοχή στο Φεστιβάλ:                   ΝΑΙ

ΟΧΙ

Διδακτικών Φυσικών Επιστημών:    ΝΑΙ

ΟΧΙ

**Ι1. Τι θεωρείς ότι είναι απαραίτητο να μάθουν οι μαθητές του Δημοτικού σχολείου, στο πλαίσιο του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ);**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....+

**Ι2. Τι νομίζεις ότι είναι ο επιστημονικός γραμματισμός; Δώσε ένα παράδειγμα.**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....+

**Ι3. Τι νομίζεις ότι είναι ο τεχνολογικός γραμματισμός; Δώσε ένα παράδειγμα.**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....+

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

### Πίνακες

**Πίνακας Β.1.** Πρότυπο Περιεχομένου Α, Η επιστήμη ως διερεύνηση για τις βαθμίδες Κ-4 σύμφωνα με το NRC (σ. 121)

Πρότυπο Περιεχομένου Α: Η επιστήμη ως διερεύνηση	
Θεμελιώδεις ικανότητες και έννοιες	Υποκατηγορίες
Ικανότητες για τη διεξαγωγή επιστημονικής έρευνας (α)	<b>1. Να διατυπώνουν ερωτήσεις και να συλλέγουν γνώσεις και πληροφορίες για τα αντικείμενα, τους οργανισμούς και τα γεγονότα του περιβάλλοντος</b> Να διατυπώνουν ερωτήματα που να μπορούν να απαντηθούν από τους ίδιους με επιστημονική γνώση σε συνδυασμό με τις παρατηρήσεις τους Να απαντούν στα ερωτήματά τους αναζητώντας πληροφορίες από αξιόπιστες πηγές και από δικές τους παρατηρήσεις και διερευνήσεις
	<b>2. Να σχεδιάζουν και να διεξάγουν απλές διερευνήσεις</b> Να σχεδιάζουν και να διεξάγουν απλά πειράματα για να απαντήσουν σε ερωτήματα
	<b>3. Να είναι ικανοί να χρησιμοποιούν απλά εργαλεία και συσκευές για τη συλλογή δεδομένων και ως εκ τούτου να επεκτείνουν τις αισθήσεις τους</b> Να αναπτύξουν βασικές δεξιότητες παρατήρησης, μέτρησης, χειρισμού συσκευών, εργαλείων και οργάνων
	<b>4. Να είναι ικανοί να δομούν λογικές ερμηνείες με τη χρήση δεδομένων</b> Εστιάζει στη σκέψη των μαθητών καθώς χρησιμοποιούν δεδομένα για να διατυπώσουν ερμηνείες Οι μαθητές πρέπει να μάθουν τι συνιστά τεκμήριο, δηλαδή, να μάθουν να κρίνουν την αξία ή τη δύναμη των δεδομένων και των πληροφοριών τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διατυπωθούν ερμηνείες Να χειρίζονται τα δεδομένα και τα τεκμήρια για να παράγουν ερμηνείες Να ελέγχουν τις ερμηνείες τους σε σχέση με την επιστημονική γνώση, τις εμπειρίες και τις παρατηρήσεις των άλλων
	<b>5. Να κοινοποιούν τις διερευνήσεις και ερμηνείες τους, να κρίνουν και να αναλύουν την εργασία άλλων (προφορικά ή γραπτά)</b>



**Πίνακας Β.2.** Πρότυπο Περιεχομένου Α, Η επιστήμη ως διερεύνηση για τις βαθμίδες 5-8 σύμφωνα με το NRC (σ. 143)

<b>Πρότυπο Περιεχομένου Α: Η επιστήμη ως διερεύνηση για τις βαθμίδες 5-8</b>	
<b>Θεμελιώδεις Ικανότητες και Έννοιες</b>	<b>Υποκατηγορίες</b>
<b>Ικανότητες για τη διεξαγωγή επιστημονικής διερεύνησης (α)</b>	<b>6. Να αναγνωρίζουν ερωτήσεις που μπορούν να απαντηθούν μέσω επιστημονικών διερευνήσεων.</b> Να προσδιορίζουν και να επανεξετάζουν ασαφή ερωτήματα. Να διευκρινίζουν ερωτήματα και διερευνήσεις και να τις κατευθύνουν μέσα από την περιγραφή, την πρόβλεψη και την ερμηνεία αντικειμένων και φαινομένων. Να αναπτύξουν την ικανότητα να συνδέουν τα ερωτήματα με τις επιστημονικές ιδέες, έννοιες και με ποσοτικές σχέσεις.
	<b>7. Να σχεδιάζουν και να διεξάγουν μία επιστημονική έρευνα</b> Να αναπτύξουν γενικές ικανότητες όπως: να πραγματοποιούν συστηματικές παρατηρήσεις να πραγματοποιούν ακριβείς μετρήσεις να προσδιορίζουν και να ελέγχουν μεταβλητές να αποσαφηνίζουν τις ιδέες που κατευθύνουν και επηρεάζουν τις διερευνήσεις τους και να κατανοούν πώς αυτές συγκρίνονται με την τρέχουσα επιστημονική γνώση να θέτουν ερωτήματα, να σχεδιάζουν και να διεξάγουν διερευνήσεις, να ερμηνεύουν δεδομένα να χρησιμοποιούν τεκμήρια για να ερμηνεύσουν δεδομένα, να προτείνουν εναλλακτικές εξηγήσεις να ασκούν κριτική σε ερμηνείες και διαδικασίες
	<b>8. Να χρησιμοποιούν κατάλληλα εργαλεία και τεχνικές για τη συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων</b> Να είναι ικανοί να αξιολογούν, να συλλέγουν, να αποθηκεύουν, να ανακτούν και να οργανώνουν τα δεδομένα τους χρησιμοποιώντας εργαλεία σχεδιασμένα για αυτούς τους σκοπούς. Συμπεριλαμβάνεται η χρήση των μαθηματικών.
	<b>9. Να αναπτύσσουν περιγραφές, εξηγήσεις, προβλέψεις και μοντέλα χρησιμοποιώντας τεκμήρια</b> Να βασίζονται στην παρατήρηση Να είναι ικανοί να διακρίνουν την ερμηνεία από την περιγραφή Να αιτιολογούν τα φαινόμενα βασισμένοι σε τεκμήρια και λογικά επιχειρήματα Προϋποθέτει τη γνώση περιεχομένου
	<b>10. Να σκέφτονται κριτικά και λογικά ώστε να δημιουργήσουν σχέσεις μεταξύ τεκμηρίων και εξηγήσεων</b> Να επιλέγουν ποια τεκμήρια πρέπει να χρησιμοποιηθούν Να κρίνουν τα δεδομένα ενός απλού πειράματος Να καταλήγουν σε συμπεράσματα από τα δεδομένα Να διατυπώνουν λογικά επιχειρήματα σχετικά με τις σχέσεις αιτιών και αποτελεσμάτων σε ένα πείραμα Να διατυπώνουν εξηγήσεις όσον αφορά τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών
	<b>11. Να αποδέχονται και να αναλύουν εναλλακτικές εξηγήσεις και προβλέψεις</b> Να ακούν και να σέβονται τις εξηγήσεις που προτείνουν οι άλλοι μαθητές
	<b>12. Να κοινοποιούν επιστημονικές διαδικασίες και ερμηνείες</b> Να κοινοποιούν τις πειραματικές μεθόδους Να ακολουθούν οδηγίες Να περιγράφουν παρατηρήσεις Να συνοψίζουν τα αποτελέσματα άλλων ομάδων Να μιλούν σε άλλους μαθητές για τις διερευνήσεις και τις εξηγήσεις τους
	<b>13. Να χρησιμοποιούν τα μαθηματικά σε όλους τους τομείς της επιστημονικής διερεύνησης</b>

**Πίνακας Β.3.** Πρότυπα Περιεχομένου Β,Γ & Δ: Γνωστικά αντικείμενα Κ-4 σύμφωνα με το NRC (σ. 123)

<b>Πρότυπα Περιεχομένου</b>	<b>Κατηγορίες Περιεχομένου</b>
<b>Β. Φυσική &amp; Χημεία</b>	Ιδιότητες των αντικειμένων και των υλικών Θέση και κίνηση αντικειμένων Φως, θερμότητα, ηλεκτρισμός, μαγνητισμός.
<b>Γ. Επιστήμες της Ζωής</b>	Χαρακτηριστικά των οργανισμών Κύκλος ζωής των οργανισμών Οργανισμοί και περιβάλλοντα
<b>Δ. Επιστήμες της γης και του διαστήματος</b>	Ιδιότητες των γήινων υλικών Ουράνια σώματα Μεταβολές στη γη και στον ουρανό

**Πίνακας Β.4.** Πρότυπα Περιεχομένου Β, Γ & Δ για τις βαθμίδες 5-8 σύμφωνα με το NRC (σ. 149)

<b>Πρότυπα Περιεχομένου</b>	<b>Κατηγορίες Περιεχομένου</b>
<b>Β. Φυσική &amp; Χημεία</b>	Ιδιότητες και αλλαγές των ιδιοτήτων της ύλης. Κινήσεις και δυνάμεις Μετατροπές της ενέργειας
<b>Γ.Επιστήμες της Ζωής</b>	Δομή και λειτουργία των έμβιων συστημάτων Αναπαραγωγή και κληρονομικότητα Ρύθμιση-regulation και συμπεριφορά Πληθυσμοί και οικοσυστήματα Ποικιλομορφία και προσαρμογή οικοσυστημάτων
<b>Δ. Επιστήμες της γης και του διαστήματος</b>	Ενέργεια στο γήινο σύστημα Γεωχημικοί Κύκλοι Γέννηση -Αρχή- origin και εξέλιξη του γήινου συστήματος Γέννηση και εξέλιξη του σύμπαντος

**Πίνακας Β.5.** Πρότυπο Περιεχομένου Ε:Επιστήμη και Τεχνολογία για τις βαθμίδες Κ-4 σύμφωνα με το NRC (σ. 135)

<b>Πρότυπο Περιεχομένου Ε: Επιστήμη και Τεχνολογία</b>	
<b>Θεμελιώδεις έννοιες</b>	<b>Υποκατηγορίες</b>
<b>Ικανότητες τεχνολογικού σχεδιασμού (α)</b>	<b>1. Να αναγνωρίζουν ένα απλό πρόβλημα</b> Να εξηγούν ένα πρόβλημα με δικά τους λόγια Να προσδιορίζουν ένα συγκεκριμένο ζήτημα και μια λύση που να σχετίζεται με το πρόβλημα
	<b>2. Να προτείνουν μία λύση</b> Να κάνουν προτάσεις ώστε να κατασκευάσουν κάτι ή να βελτιώσουν τη λειτουργία κάποιου αντικειμένου Να μπορούν να περιγράψουν και να κοινοποιούν τις ιδέες τους Να αναγνωρίζουν ότι ο σχεδιασμός μιας λύσης μπορεί να υπόκειται σε περιορισμούς, όπως κόστος, υλικά, χρόνος, χώρος, ασφάλεια
	<b>3. Να εφαρμόζουν τις προτεινόμενες λύσεις</b> Να εργάζονται ατομικά και συνεργατικά Να χρησιμοποιούν τα κατάλληλα εργαλεία, τεχνικές και ποσοτικές μετρήσεις Να επιδειξουν την ικανότητα να εξισορροπούν τους περιορισμούς που μπορεί να παρουσιάζονται κατά την επίλυση προβλήματος
	<b>4. Να αξιολογούν ένα προϊόν ή ένα σχέδιο</b> Να χρησιμοποιούν (όποτε είναι δυνατό) μετρήσεις λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς και άλλα κριτήρια Να τροποποιούν τα σχέδιά τους βασίζόμενοι στα αποτελέσματα των αξιολογήσεων
	<b>5. Να κοινοποιούν ένα πρόβλημα, ένα σχέδιο, μία λύση</b> Προφορική, γραπτή και εικονική παρουσίαση των σχεδιαστικών διαδικασιών και προϊόντων μέσω επίδειξης, ομαδικών συζητήσεων, σύντομων γραπτών αναφορών, εικόνων, ανάλογα με τις ικανότητες των μαθητών και τα υπό σχεδίαση προϊόντα
<b>Κατανόηση για την επιστήμη και την τεχνολογία (β)</b>	1. Οι άνθρωποι ανέκαθεν είχαν απορίες σχετικά με τον κόσμο που τους περιβάλλει. Η επιστήμη είναι ένας τρόπος για να απαντηθούν ερωτήματα και να εξηγηθεί ο φυσικός κόσμος.
	2. Οι άνθρωποι πάντα είχαν προβλήματα και πάντα επινοούσαν εργαλεία και τεχνικές ώστε να επιλύσουν τα προβλήματα. Η προσπάθεια να καθοριστούν οι αποτελεσματικές λύσεις βοηθά τους ανθρώπους να αποφύγουν νέα προβλήματα.
	3. Οι επιστήμονες και οι μηχανικοί – σχεδιαστές συχνά δουλεύουν σε ομάδες με διαφορετικά άτομα να κάνουν διαφορετικά πράγματα, συμβάλλοντας ο καθένας από την πλευρά του στην επίτευξη των αποτελεσμάτων. Αυτή η θέση εστιάζει κυρίως στην ομαδική εργασία και δευτερευόντως στην συνδυαστική εργασία επιστημόνων και σχεδιαστών.
	4. Οι άντρες και οι γυναίκες όλων των ηλικιών, εμπλέκονται σε μία ποικιλία επιστημονικής και τεχνολογικής εργασίας.
	5. Τα εργαλεία βοηθούν τους επιστήμονες να πραγματοποιήσουν καλύτερες παρατηρήσεις, μετρήσεις στις διερευνήσεις τους. Επιπλέον, βοηθούν τους επιστήμονες να δουν, να μετρήσουν και να κάνουν πράγματα που δεν θα μπορούσαν υπό άλλες συνθήκες να δουν, να μετρήσουν ή να κάνουν.
<b>Ικανότητες διάκρισης των φυσικών από τα τεχνητά αντικείμενα (γ)</b>	1. Κάποια αντικείμενα εμφανίζονται στη φύση. Άλλα έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί από τον άνθρωπο για να επιλύσει ανθρώπινα προβλήματα και να ενισχύσει την ποιότητα της ζωής του. Τα αντικείμενα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο ομάδες, τα φυσικά και τα σχεδιασμένα – κατασκευασμένα (designed).

**Πίνακας Β.6.** Πρότυπο Περιεχομένου Ε:Επιστήμη και Τεχνολογία για τις βαθμίδες 5-8 σύμφωνα με το NRC (σ.161)

<b>Πρότυπο Περιεχομένου Ε: Επιστήμη και Τεχνολογία</b>	
<b>Θεμελιώδεις Έννοιες</b>	<b>Υποκατηγορίες</b>
<b>Ικανότητες τεχνολογικού σχεδιασμού (α)</b>	<p><b>6. Να προσδιορίζουν τις ανάγκες ενός τεχνολογικού προβλήματος</b>                      Να προσδιορίζουν μία συγκεκριμένη ανάγκη, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές της όψεις – πλευρές καθώς και το ότι απευθύνονται σε διαφορετικού χρήστες και την ποικιλία των διαφορετικών χρηστών ή δικαιούχων                      Να αναγνωρίζουν ότι το πολιτισμικό υπόβαθρο και πεποιθήσεις μπορεί να επηρεάζουν τα κριτήρια που καθιστούν ένα προϊόν κατάλληλο</p>
	<p><b>7. Να σχεδιάζουν μία λύση ή ένα προϊόν</b>                      Να διατυπώνουν και να συγκρίνουν διαφορετικές προτάσεις υπό το πρίσμα των κριτηρίων που έθεσαν                      Να λαμβάνουν υπόψη παράγοντες όπως: κόστος, χρόνος, υλικά και να κοινοποιούν τις ιδέες τους με απεικονίσεις - drawings και απλά μοντέλα</p>
	<p><b>8. Να εφαρμόζουν ένα προτεινόμενο σχέδιο</b>                      Να οργανώνουν υλικά και άλλες πηγές, να προγραμματίζουν τη δουλειά του                      Να κάνουν καλή χρήση της ομαδοσυνεργατικής εργασίας όποτε χρειάζεται                      Να επιλέγουν κατάλληλα εργαλεία και τεχνικές και να εργάζονται με κατάλληλες μεθόδους μέτρησης ώστε να ενισχύσουν την επάρκεια και την ακρίβεια</p>
	<p><b>9. Να αξιολογούν ολοκληρωμένους τεχνολογικούς σχεδιασμούς ή προϊόντα</b>                      Να κρίνουν το βαθμό στον οποίο τα προϊόντα είναι αποδεκτά και κατάλληλα                      Να αναπτύσσουν τρόπους μέτρησης της ποιότητας                      Να προτείνουν βελτιώσεις και να δοκιμάζουν προτεινόμενες τροποποιήσεις.</p>
	<p><b>10. Να κοινοποιούν τη διαδικασία του τεχνολογικού σχεδιασμού</b>                      Να κρίνουν και να περιγράφουν οποιοδήποτε ολοκληρωμένο κομμάτι εργασίας και να προσδιορίζουν τα στάδια της αναγνώρισης του προβλήματος, του σχεδιασμού λύσης, της εφαρμογής και της αξιολόγησης</p>
<b>Κατανόηση για την επιστήμη και την τεχνολογία (β)</b>	<p>6. Η επιστημονική διερεύνηση και ο τεχνολογικός σχεδιασμός έχουν ομοιότητες και διαφορές. Οι επιστήμονες προτείνουν ερμηνείες για ένα ερώτημα του φυσικού κόσμου και οι σχεδιαστές – τεχνολόγοι προτείνουν λύσεις για ένα ανθρώπινο πρόβλημα, για μία ανάγκη ή σκοπό. Οι τεχνολογικές λύσεις είναι προσωρινές. Η τεχνολογία υπάρχει μέσα στη φύση και γι' αυτό μπορεί να διέπεται από βιολογικές αρχές. Οι λύσεις έχουν side effects – παρενέργειες – παράπλευρες απώλειες εγώ θα έλεγα περιορισμούς. Οι τεχνολογίες κοστίζουν, ενέχουν κινδύνους και παρέχουν πλεονεκτήματα.</p>
	<p>7. Διαφορετικοί άνθρωποι σε διαφορετικούς πολιτισμούς συνεισφέρουν στην πρόοδο της επιστήμης και της τεχνολογίας.</p>
	<p>8. Η σχέση επιστήμης και τεχνολογίας είναι αμοιβαία. Η επιστήμη βοηθά στην πρόοδο της τεχνολογίας καθώς καθορίζει τα ερωτήματα που χρειάζονται πιο εξεζητημένα όργανα και παρέχει τις αρχές για καλύτερο συντονισμό και τεχνικές. Η τεχνολογία είναι σημαντική για την επιστήμη γιατί παρέχει εργαλεία και τεχνικές που επιτρέπουν την παρατήρηση των αντικειμένων και φαινομένων. Η τεχνολογία παρέχει εργαλεία για διερεύνηση και ανάλυση.</p>
	<p>9. Δεν υπάρχουν τέλεια σχεδιασμένες λύσεις. Μια τεχνολογική λύση έχει περιορισμούς όπως ασφάλεια, κόστος, αποτελεσματικότητα και εμφάνιση. Οι τεχνολόγοι συχνά ενεργούν σε αντίγραφο συστημάτων για λόγους ασφαλείας. Η ανάγκη για μείωση των κινδύνων μπορεί να οδηγήσει σε ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.</p>

	10. Οι τεχνολογικοί σχεδιασμοί έχουν περιορισμούς. Κάποιοι περιορισμοί είναι αναπόφευκτοι, όπως για παράδειγμα οι ιδιότητες υλικών, η επίδραση των καιρικών συνθηκών και της τριβής. Άλλοι περιορίζουν τις επιλογές στο σχεδιασμό π.χ. προστασία περιβάλλοντος, ανθρώπινη ασφάλεια, αισθητική.
	11. Οι τεχνολογικές λύσεις έχουν οφέλη και συνέπειες. Κάποιες συνέπειες μπορούν να προβλεφθούν ενώ κάποιες όχι.

**Πίνακας Β.7.** Πρότυπο Περιεχομένου Στ: Προσωπική και κοινωνική διάσταση της Επιστήμης για τις βαθμίδες Κ-4 σύμφωνα με το NRC (σ.138)

<b>Πρότυπο Περιεχομένου Στ: Προσωπική και κοινωνική διάσταση της Επιστήμης</b>	
<b>Κατηγορίες Περιεχομένου</b>	<b>Περιγραφή</b>
<b>Επιστήμη και τεχνολογία στην Ατομική υγεία</b>	<p>Προσωπική ασφάλεια. Να προστατεύονται από τραυματισμούς. Να αισθάνονται αυτοπεποίθηση και όχι ανησυχία και φόβο</p> <p>Να είναι υπεύθυνοι για την προσωπική τους υγεία</p> <p>Να φροντίζουν την υγιεινή του σώματός τους, να αναγνωρίζουν τη σημασία της άθλησης. Επιπλέον, να γνωρίζουν τον τρόπο μετάδοσης ασθενειών</p> <p>Να αναγνωρίζουν τη σημασία της διατροφής για το σώμα τους</p> <p>Να γνωρίζουν ποιες συνήθειες μπορούν να βλάψουν το σώμα τους</p>
<b>Χαρακτηριστικά και αλλαγές του πληθυσμού</b>	<p>Να γνωρίζουν ότι ο ανθρώπινος πληθυσμός μπορεί αλλάζει καθώς και τα αίτια των αλλαγών (αρρώστιες, φυσικές καταστροφές)</p> <p>Να γνωρίζουν την έννοια της πυκνότητας του πληθυσμού</p>
<b>Τύποι φυσικών πόρων</b>	<p>Να γνωρίζουν τους φυσικούς πόρους καθώς και την κατηγοριοποίησή τους σε βασικούς και δευτερεύοντες</p> <p>Να γνωρίζουν τη σημασία της ανακύκλωσης για τη διαφύλαξη των φυσικών πόρων</p>
<b>Αλλαγές στα περιβάλλοντα</b>	<p>Οι αλλαγές στα περιβάλλοντα μπορεί να προκαλέσουν αλλαγές. Οι αλλαγές αυτές συχνά προκαλούνται από τον άνθρωπο και μπορεί να είναι είτε θετικές είτε επιβλαβείς.</p>
<b>Επιστήμη και τεχνολογία ως τοπική πρόκληση</b>	<p>Οι άνθρωποι συνεχώς ανακαλύπτουν νέους τρόπους για να επιλύουν προβλήματα και να διευκολύνουν τη ζωή τους. Κάποιες φορές οι νέες ιδέες είναι καλές και κάποιες φορές όχι. Θα ήταν καλό να υπολογίζει κανείς, κατά πόσο οι ανακαλύψεις επηρεάζουν τους πληθυσμούς. Η επιστήμη και η τεχνολογία έχουν βελτιώσει σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα ζωής μας.</p>

**Πίνακας Β.8.** Πρότυπο Περιεχομένου Στ: Προσωπική και κοινωνική διάσταση της Επιστήμης για τις βαθμίδες 5-8 σύμφωνα με το NRC (σ. 166)

<b>Πρότυπο Περιεχομένου Στ: Προσωπική και κοινωνική διάσταση της Επιστήμης</b>	
<b>Κατηγορίες Περιεχομένου</b>	<b>Περιγραφή</b>
<b>Να αναπτύξουν την κατανόησή τους σχετικά με:</b>  <b>Την ατομική υγεία</b>	Τακτική άσκηση, προστασία από τραυματισμούς, εθισμός σε κάπνισμα, αλκοόλ, ναρκωτικά, ενέργεια και διατροφική αξία τροφών, σεξουαλική αγωγή και σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα, φυσικά περιβάλλοντα – περιβαλλοντική υγεία, παρακολούθηση και έλεγχος της ποιότητας και της χρήσης του εδάφους, του αέρα και των υδάτων.
<b>Τον πληθυσμό, τους πόρους και το περιβάλλον</b>	Υπερπληθυσμός και φυσικοί πόροι. Πολιτισμικές προεκτάσεις του υποβιβασμού του φυσικού περιβάλλοντος και της εξάντλησης των φυσικών πόρων
<b>Τους εθνικούς κινδύνους</b>	Καταστροφή βιότοπων, υλικές ζημιές και ανθρώπινες απώλειες. Φυσικές καταστροφές μια ανθρώπινες δραστηριότητες που ενέχουν κινδύνους. Υπερπληθυσμός, απόκτηση πόρων, χρήση της γης, διαχείριση αποβλήτων. Ανάλυση των κινδύνων και του αριθμού των ανθρώπων που ενδέχεται να εκτεθούν σε αυτούς. Τα αποτελέσματα αξιοποιούνται για τον καθορισμό των επιλογών και τη μείωση – εξάλειψη κινδύνων.
<b>Τους κινδύνους και τα οφέλη</b>	Οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν τους φυσικούς κινδύνους, τους χημικούς κινδύνους, τους βιολογικούς κινδύνους, τους κοινωνικούς κινδύνους και τους προσωπικούς κινδύνους. Να σκέφτονται κριτικά σχετικά με τους κινδύνους και τα οφέλη. Να λαμβάνουν σημαντικές προσωπικές και κοινωνικές αποφάσεις βασιζόμενοι σε αντιλήψεις για τα οφέλη και τους κινδύνους.
<b>Τη σχέση Επιστήμης και Τεχνολογίας με την Κοινωνία</b>	Η επιστήμη επηρεάζει την κοινωνία. Η επιστημονική γνώση και οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται από τους επιστήμονες επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα σε μια κοινωνία σκέφτονται για τον εαυτό τους, τους άλλους και για το περιβάλλον. Η επιστήμη δεν είναι ούτε εξ ολοκλήρου ευεργετική ούτε εξ ολοκλήρου επιζήμια για την κοινωνία. Οι κοινωνικές προκλήσεις συχνά εμπνέουν ερωτήσεις προς επιστημονική έρευνα και οι κοινωνικές προτεραιότητες συχνά επηρεάζουν τις ερευνητικές προτεραιότητες μέσω της διαθεσιμότητας χρηματοδότησης για έρευνα. Η τεχνολογία επηρεάζει την κοινωνία μέσω των προϊόντων της και των διαδικασιών της. Η τεχνολογία επηρεάζει την ποιότητα της ζωής και τους τρόπους που οι άνθρωποι δρουν και να αλληλεπιδρούν. Οι τεχνολογικές αλλαγές που συχνά συνοδεύονται από κοινωνικές, πολιτικές και οικονομικές αλλαγές, μπορούν να είναι επωφελείς ή επιζήμιες για τα άτομα και για την κοινωνία. Οι κοινωνικές ανάγκες, οι στάσεις, και οι αξίες επηρεάζουν την κατεύθυνση της τεχνολογικής ανάπτυξης. Η επιστήμη και η τεχνολογία έχουν προσδεύσει με τη συνεισφορά διαφορετικών ανθρώπων και πολιτισμών, σε διαφορετικές στιγμές στην ιστορία. Έχουν συμβάλει και οι δύο σημαντικά στην οικονομική ανάπτυξη και στην παραγωγικότητα των κοινωνιών. Οι επιστήμονες και οι τεχνολόγοι εργάζονται σε μια ποικιλία διαφορετικών περιβαλλόντων. Η επιστήμη και η τεχνολογία διέπονται από ηθικούς κώδικες. Τα άτομα που εμπλέκονται σε έρευνες θα πρέπει να είναι ενημερωμένα εκ των προτέρων για τους κινδύνους ή τα οφέλη που ενδέχεται να συνοδεύουν την έρευνα, σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο. Η επιστήμη δεν μπορεί να απαντήσει σε όλα τα ερωτήματα και η τεχνολογία δεν μπορεί να δώσει λύση σε όλα τα προβλήματα ή να ικανοποιήσει όλες τις ανθρώπινες ανάγκες. Οι μαθητές θα πρέπει να διακρίνουν τα επιστημονικά από τα μη επιστημονικά ερωτήματα. Ακόμη, να αποδέχονται τότε η επιστήμη και η τεχνολογία μπορούν να λειτουργήσουν προς όφελος της κοινωνίας και τότε όχι.

**Πίνακας Β.9.** Πρότυπο Περιεχομένου Ζ: Ιστορία και φύση της Επιστήμης σύμφωνα με το NRC (σ. 141 & 170)

<b>Πρότυπο Περιεχομένου Ζ: Ιστορία και φύση της Επιστήμης</b>	
<b>Κατηγορίες Περιεχομένου</b>	<b>Περιγραφή</b>
<b>Η επιστήμη ως ανθρώπινη δραστηριότητα – προσπάθεια</b>	Η επιστήμη και η τεχνολογία εξασκούνται από διαφορετικούς τους ανθρώπους που άλλοτε συνεργάζονται και άλλοτε εργάζονται ατομικά. Η ενασχόληση με την επιστήμη απαιτεί πολλές ικανότητες.
<b>Φύση της Επιστήμης</b>	Οι επιστημονικές θεωρίες αλλάζουν. Μπορεί να υπάρχουν διαφορετικές επιστημονικές απόψεις για το ίδιο ζήτημα. Οι επιστήμονες αξιολογούν και μελετούν το έργο των άλλων επιστημόνων.
<b>Ιστορία της Επιστήμης</b>	Η συνεισφορά του ανθρώπου στην πρόοδο της επιστήμης. Η επιστήμη αναπτύχθηκε με διαφορετικό τρόπο σε διαφορετικούς πολιτισμούς και φαίνεται να επηρέασε και να διαμόρφωσε την κάθε κουλτούρα. Είναι πολύ δύσκολο να ανατραπεί κάποια ισχύουσα θεωρία και να γίνει αποδεκτή κάποια άλλη.

**Πίνακας Β.10.** Οριζόντιες έννοιες που διέπουν όλες τις βαθμίδες – Πρότυπα Περιεχομένου για τις βαθμίδες K-12 σύμφωνα με το NRC (σ.115)

<b>Πρότυπα Περιεχομένου</b>	<b>Κατηγορίες Περιεχομένου</b>	<b>Περιγραφή Περιεχομένου</b>
<b>Ενοποίηση εννοιών και διαδικασιών</b>	<b>Συστήματα, ιεράρχηση και οργάνωση</b>	Οι επιστήμονες και οι μαθητές μαθαίνουν να καθορίζουν μικρά τμήματα για την διευκόλυνση των διερευνήσεων. Τα τμήματα αυτά αναφέρονται ως «συστήματα». Η σκέψη και η ανάλυση υπό αυτούς τους όρους θα βοηθήσει τους μαθητές να παρακολουθούν την μάζα, την ενέργεια, τα αντικείμενα, τους οργανισμούς και τα γεγονότα για τα οποία γίνεται αναφορά στα υπόλοιπα Content Standards. Οι μαθητές έτσι, μπορούν να αναπτύξουν την κατανόηση των κανονικοτήτων στα συστήματα και κατ' επέκταση του σύμπαντος. Επιπλέον, μπορούν να αναπτύξουν την κατανόηση τους για τους βασικούς νόμους, τις θεωρίες και τα μοντέλα που εξηγούν τον κόσμο. Η πρόβλεψη είναι η χρήση της γνώσης για την αναγνώριση και την ερμηνεία των παρατηρήσεων ή των αλλαγών.
	<b>Τεκμήρια, μοντέλα και ερμηνείες</b>	Τα τεκμήρια απαρτίζονται από τις παρατηρήσεις και τα δεδομένα στα οποία βασίζονται οι επιστημονικές διερευνήσεις. Η χρήση των τεκμηρίων για την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων επιτρέπουν στα άτομα να προβλέψουν αλλαγές σε φυσικά και σχεδιασμένα – κατασκευασμένα (designed) συστήματα. Τα μοντέλα είναι ενδεικτικά συστήματα ή δομές που αντιστοιχούν σε πραγματικά αντικείμενα, γεγονότα, ή κατηγορίες γεγονότων και έχουν εξηγητικό χαρακτήρα. Τα μοντέλα βοηθούν τους επιστήμονες και τους μηχανικούς – σχεδιαστές να κατανοήσουν πώς λειτουργούν τα πράγματα. Τα μοντέλα έχουν διαφορετικές μορφές και περιλαμβάνουν φυσικά αντικείμενα, σχέδια, νοητικές κατασκευές, μαθηματικές εξισώσεις ή προσομοιώσεις.

		<p>Οι επιστημονικές ερμηνείες ενσωματώνουν την υπάρχουσα επιστημονική γνώση και νέα τεκμήρια που προέρχονται από παρατηρήσεις, πειράματα ή μοντέλα σε συνεπείς, λογικές δηλώσεις. Οι διαφορετικοί όροι, όπως «υπόθεση», «μοντέλο», «νόμος», «αρχές», «θεωρία» και «παράδειγμα» που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τους διάφορους τύπους των επιστημονικών ερμηνειών θα πρέπει να περιλαμβάνουν πιο συχνά μία πλούσια βάση επιστημονικής γνώσης, λογικών ερμηνειών, υψηλού επιπέδου ανάλυσης ή μεγαλύτερη ανεκτικότητα κριτικής και αβεβαιότητας, και μια σαφή διάκριση των σχέσεων μεταξύ της λογικής, των τεκμηρίων και της υπάρχουσας γνώσης.</p>
	<p><b>Αλλαγή, σταθερότητα και μέτρηση</b></p>	<p>Παρόλο που τα περισσότερα πράγματα βρίσκονται σε μια κατάσταση αλλαγής, μεταβολής, μερικές ιδιότητες των αντικειμένων και διαδικασίες χαρακτηρίζονται από σταθερότητα (π.χ. ταχύτητα του φωτός). Οι αλλαγές στα συστήματα μπορούν να μετρηθούν. Τα τεκμήρια για τις αλληλεπιδράσεις και τις επακόλουθες αλλαγές και η διαμόρφωση των επιστημονικών εξηγήσεων αποσαφηνίζονται συχνά μέσω ποσοτικών μετρήσεων των μεταβολών.</p> <p>Διαφορετικά συστήματα μέτρησης χρησιμοποιούνται για διαφορετικούς σκοπούς. Οι επιστήμονες συνήθως χρησιμοποιούν το μετρικό σύστημα. Ένα σημαντικό κομμάτι της μέτρησης είναι να γνωρίζει κανείς πότε και ποιο σύστημα να χρησιμοποιήσει. Η κλίμακα μέτρησης περιλαμβάνει την κατανόηση των διαφορετικών χαρακτηριστικών, ιδιοτήτων και σχέσεων μέσα σε ένα μεταβαλλόμενο σύστημα όσο οι διαστάσεις - μεταβλητές του αυξάνονται ή μειώνονται. Η βαθμολόγηση περιλαμβάνει τη σύγκριση μιας μετρήσιμης ποσότητας με μια άλλη μετρήσιμη ποσότητα (π.χ. 60 μέτρα ανά δευτερόλεπτο).</p>
	<p><b>Εξέλιξη και Ισορροπία</b></p>	<p>Η εξέλιξη είναι μια σειρά αλλαγών, ομαλών ή ακανόνιστων που αντιστοιχούν στην παρούσα μορφή και λειτουργία των αντικειμένων, οργανισμών και φυσικών ή σχεδιασμένων συστημάτων. Η γενική ιδέα της εξέλιξης είναι ότι το παρόν αναδύεται από τα υλικά και τους κανόνες του παρελθόντος (forms of the past).</p>
	<p><b>Δομή και Λειτουργία</b></p>	<p>Η δομή και η λειτουργία είναι συμπληρωματικές πτυχές των αντικειμένων, των οργανισμών και των συστημάτων του φυσικού και τεχνητού – σχεδιασμένου κόσμου. Η μορφή και το σχήμα ενός αντικειμένου ή συστήματος σχετίζεται στενά με τη χρήση και τη λειτουργία του. Η κατανόηση της μορφής και της λειτουργίας εφαρμόζεται στα διάφορα επίπεδα οργάνωσης. Οι μαθητές θα πρέπει να είναι ικανοί να εξηγούν τη λειτουργία αναφερόμενοι στην δομή και το αντίστροφο.</p>



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

### Τελική Εργασία

Να προτείνετε ένα **υποθετικό σενάριο** για την υλοποίηση ενός εκθέματος στα πλαίσια του Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Στο σενάριο θα πρέπει να περιγράφετε:

- Το **θέμα** με το οποίο θα ασχοληθείτε
- Τα **βασικά στάδια** του περιβάλλοντος μάθησης που θα ακολουθήσετε για την υλοποίηση

Να λάβετε υπόψη τα παρακάτω:

- ✓ Μαθητές: 5
- ✓ Διάρκεια: τετραμηνιαίος σχεδιασμός (σχεδιασμός, κατασκευή, παρουσίαση εκθέματος): περίπου 10 δίωρες συναντήσεις
- ✓ Έκταση: 3-5 σελίδες
- ✓ Γραμματοσειρά: Callibri, 12, διάστιχο 1,5.
- ✓ Προθεσμία: έως 28/01/16 και ώρα 15:00

<b>Τίτλος Εκθέματος</b>	
<b>Διερευνητικό Διδακτικό Μοντέλο</b>	<b>Διδακτική Μέθοδος</b> Φάσεις του Διδακτικού Μοντέλου
<b>Μοντέλα και Μοντελοποίηση</b>	<b>Περιγραφή</b> Στόχος και σκοπός του μοντέλου. Στάδια μοντελοποίησης.
<b>Γραμματισμός</b>	<b>Αποτελέσματα Μάθησης</b> Επιστημονικός, Τεχνολογικός, Συνδυασμός και αιτιολόγηση, Δηλωτική, Διαδικαστική, Επιστημολογική γνώση (Έννοιες, Φαινόμενα, Διαδικασίες, Αντικείμενο, Σύστημα, δεξιότητες, κ.λπ.)