



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
«ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΕΓΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΕ
ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΣΑΡΓΙΩΤΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΕΜΒΑΛΩΤΗΣ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ

2018

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
«ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»

Διπλωματική Εργασία

**Ανίχνευση Διαστάσεων Επιστημονικού Εγγραμματισμού
σε Φοιτητές Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης**

Αικατερίνη Σαργιώτη

Μέλη Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

Αναστάσιος Εμβλωτής, Αναπληρωτής Καθηγητής Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Κωνσταντίνος Κώτσης, Καθηγητής Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Αναστάσιος Μικρόπουλος, Καθηγητής Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Ιωάννινα

2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός αποτελεί μία από τις σημαντικότερες δεξιότητες των σύγχρονων πολιτών και καλλιεργείται από τα πρώτα στάδια της εκπαίδευσης, καθιστώντας κομβικής σημασίας το ρόλο των εκπαιδευτικών. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάδειξη του επιπέδου του εγγραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες των μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στην έρευνα συμμετείχαν 186 φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Οι συμμετέχοντες/ουσες συμπλήρωσαν ηλεκτρονικά δύο ειδικά διαμορφωμένα ερωτηματολόγια. Το ένα στόχευε στην συλλογή δεδομένων σχετικά με τον εαυτό τους, την οικογένειά τους, τις απόψεις και τις στάσεις τους για τις φυσικές επιστήμες, ενώ το άλλο περιλάμβανε γνωστικά θέματα φυσικών επιστημών, που αντλήθηκαν από τις διεθνείς αξιολογήσεις PISA (Programme for the International Student Assessment) και TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study). Τα δεδομένα της έρευνας οργανώθηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε οι συμμετέχοντες/ουσες να εντάσσονται σε επίπεδα εγγραμματισμού σύμφωνα με τις ταξινομήσεις που προτείνει η διεθνής αξιολόγηση PISA. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη συγκρότηση του δείκτη του εγγραμματισμού στις φυσικές επιστήμες από πέντε παράγοντες, εκ των οποίων η ενασχόληση και η ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες εμφανίζει υψηλότερες τιμές στις γυναίκες και στους φοιτητές που προέρχονται από θεωρητική κατεύθυνση. Επιπλέον, ο βαθμός του εγγραμματισμού στις φυσικές επιστήμες, όπως προκύπτει από τα γνωστικά θέματα, σχετίζεται με το φύλο και την κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο, όπου παρουσιάζεται σημαντικά υψηλότερος στους άντρες και τα άτομα θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης, ενώ δεν διαπιστώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές όταν ελέγχεται συναρτήσει του κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου. Τέλος, οι φοιτητές παρουσιάζουν σημαντικό έλλειμμα στο επίπεδο του εγγραμματισμού τους σε ζητήματα βιολογίας και φυσικής συγκριτικά με τους μαθητές που συμμετείχαν στις διεθνείς αξιολογήσεις. Τα ευρήματα δημιουργούν ερωτήματα αναφορικά με την ετοιμότητα του εκπαιδευτικού συστήματος να προετοιμάσει τους μαθητές, αλλά και τους εκπαιδευτικούς του, έτσι ώστε να ανταποκριθούν σε ζητήματα επιστήμης και τεχνολογίας της σύγχρονης κοινωνίας.

Λέξεις κλειδιά: επιστημονικός εγγραμματισμός, Φυσικές Επιστήμες, PISA, TIMSS, μελλοντικοί εκπαιδευτικοί

ABSTRACT

Detection of Science Literacy in Undergraduate Students of a Department of Primary Education

Aikaterini Sargioti

Department of Primary Education, School of Education, University of Ioannina, Greece

Master thesis

Scientific literacy is one of the most significant modern citizens' competencies and it is nourished from the beginning of education, making teachers' job of great importance. The purpose of this study is the designation of future primary school teachers' science literacy. One hundred and eighty six students from the Department of Primary Education of the University of Ioannina participated in the study. The participants answered online two specifically constructed questionnaires. The first one aimed at collecting data about themselves, their family, their views and their attitudes towards natural sciences, still the other one included cognitive questions on natural sciences, which were collected from the international assessments PISA (Programme for the International Student Assessment) and TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study). The research data were organized in such a way that the participants were classified in levels of science literacy according to the standards of PISA assessment. The results confirmed that science literacy index is composed of five factors. Women and students with a theoretical background have higher values for the two of the factors, "activities" and "enjoyment of these activities in natural sciences". Furthermore, the answers given to the cognitive questions are related to gender and students' learning background (at high school). Men and students with a practical background have more right answers, whereas there is no statistically significant difference depending on socio-economic status. Finally, university students have a significant science literacy deficit in biology and physics questions compared to students who participated in the international assessments. The findings raise questions about readiness of the educational system to prepare both its students and its teachers, so as to respond to science and technology issues of modern society,

Key words: science literacy, natural sciences, PISA, TIMSS, future teachers

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT.....	7
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	17
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	19
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	21
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	23
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	25
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	27
1. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....	31
1.1. Επιστήμη.....	31
1.2. Η φύση της επιστήμης	31
1.3. Επιστημονική γνώση.....	32
1.4. Επιστημονικός εγγραμματισμός	35
1.4.1. Αποσαφήνιση του όρου	35
1.4.2. Επιστημονική γλώσσα	36
1.4.3. Δεξιότητες επιστημονικού εγγραμματισμού	37
1.4.4. Επιστημονική εκπαίδευση και φυσικές επιστήμες.....	38
1.4.4.1. Η κατανόηση της φύσης της επιστήμης.....	39
1.4.4.2. Η σημασία της επιχειρηματολογίας	40
1.4.4.3. Αναλυτικά προγράμματα φυσικών επιστημών	41
1.4.5. Από την εκπαίδευση των μαθητών στην εκπαίδευση των πολιτών	44
1.4.6. Διεθνείς αξιολογήσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού σε μαθητές..	45
1.4.6.1. PISA	45
1.4.6.2. TIMSS	55
1.4.6.3. Μορφή γνωστικών αντικειμένων των δύο διεθνών αξιολογήσεων ...	59
1.4.6.4. Επίπεδα ικανοτήτων	63

1.4.6.5.	Σύγκριση των αξιολογήσεων PISA και TIMSS.....	69
1.4.6.6.	Κριτική στο PISA.....	74
1.4.6.7.	Κριτική στο TIMSS.....	76
1.4.6.8.	Οι επιδόσεις των μαθητών στην αξιολόγηση PISA.....	76
1.4.7.	Παράγοντες που επηρεάζουν τις επιδόσεις στον επιστημονικό εγγραμματισμό.....	92
1.4.7.1.	Παράγοντες σε επίπεδο μαθητή	92
1.4.7.2.	Παράγοντες σε επίπεδο οικογένειας	95
1.4.7.3.	Παράγοντες σε επίπεδο σχολείου.....	104
1.4.8.	Διεθνείς αξιολογήσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού σε ενήλικες.....	107
1.5.	Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα	107
2.	Μέθοδος.....	109
2.1.	Ερευνητική διαδικασία	109
2.2.	Συμμετέχοντες	110
2.3.	Δεξαμενή θεμάτων.....	111
2.4.	Εργαλεία	111
2.5.	Στατιστική ανάλυση.....	112
3.	Αποτελέσματα.....	115
3.1.	Σύγκριση απαντήσεων φοιτητών-μαθητών	115
3.2.	Σύγκριση των απαντήσεων των φοιτητών βάσει του φύλου και της κατεύθυνσης προσανατολισμού στο λύκειο	134
3.2.1.	Διαφορές μεταξύ των φύλων.....	134
3.2.2.	Διαφορές μεταξύ των κατευθύνσεων	137
3.3.	Διερευνητική παραγοντική ανάλυση στις ερωτήσεις απόψεων και στάσεων των φοιτητών για τις Φυσικές Επιστήμες	140
3.4.	Δείκτης κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου.....	144
3.5.	Δραστηριότητες των φοιτητών στις Φυσικές Επιστήμες.....	145

3.6.	Ενδιαφέρον φοιτητών για θέματα Φυσικών Επιστημών	145
3.7.	Μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης.....	146
3.8.	Έλεγχοι κανονικότητας.....	148
3.9.	Διαφορές ευχαρίστησης ενασχόλησης με τις Φυσικές Επιστήμες (JOYSCIE)....	148
3.9.1.	Κατεύθυνση	149
3.9.2.	Φύλο	149
3.9.3.	Εξάμηνο	150
3.9.4.	Αστικότητα	150
3.9.5.	Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο	150
3.9.6.	Σύνοψη	150
3.10.	Διαφορές δραστηριοτήτων στις Φυσικές Επιστήμες (SCIEACT).....	151
3.10.1.	Κατεύθυνση	151
3.10.2.	Φύλο.....	152
3.10.3.	Εξάμηνο	152
3.10.4.	Αστικότητα	152
3.10.5.	Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο	153
3.10.6.	Σύνοψη.....	153
3.11.	Διαφορές επιστημικών πεποιθήσεων (EPIST).....	153
3.11.1.	Κατεύθυνση	154
3.11.2.	Φύλο.....	154
3.11.3.	Εξάμηνο	154
3.11.4.	Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο	154
3.11.5.	Σύνοψη.....	155
3.12.	Διαφορές απόψεων για τη γενική αξία της επιστήμης (GENSCIE)	155
3.12.1.	Κατεύθυνση	155
3.12.2.	Φύλο.....	156

3.12.3.	Εξάμηνο	156
3.12.4.	Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο	156
3.12.5.	Σύνοψη.....	156
3.13.	Διαφορές απόψεων για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών (CHANGEACT)	157
3.13.1.	Κατεύθυνση	157
3.13.2.	Φύλο.....	158
3.13.3.	Εξάμηνο	158
3.13.4.	Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο	158
3.13.5.	Σύνοψη.....	159
3.14.	Διαφορές ενδιαφέροντος για τις Φυσικές Επιστήμες (INTSCIE).....	159
3.14.1.	Κατεύθυνση	160
3.14.2.	Φύλο.....	160
3.14.3.	Εξάμηνο	160
3.14.4.	Αστικότητα	160
3.14.5.	Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο	161
3.14.6.	Σύνοψη.....	161
3.15.	Διαφορές συνολικής επίδοσης	161
3.15.1.	Κατεύθυνση	161
3.15.2.	Φύλο.....	162
3.15.3.	Εξάμηνο	162
3.15.4.	Αστικότητα	162
3.15.5.	Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο	162
3.15.6.	Σύνοψη.....	163
3.16.	Διαφορές επίδοσης ανά αντικείμενο	163
3.16.1.	Επίδοση στη Βιολογία	163
3.16.1.1.	Κατεύθυνση.....	163

3.16.1.2.	Φύλο	163
3.16.1.3.	Εξάμηνο.....	164
3.16.1.4.	Σύνοψη	164
3.16.2.	Επίδοση στη Φυσική.....	164
3.16.2.1.	Κατεύθυνση.....	164
3.16.2.2.	Φύλο	164
3.16.2.3.	Εξάμηνο.....	165
3.16.2.4.	Σύνοψη	165
3.16.3.	Επίδοση στη Χημεία	165
3.16.3.1.	Κατεύθυνση.....	165
3.16.3.2.	Φύλο	165
3.16.3.3.	Εξάμηνο.....	165
3.16.3.4.	Σύνοψη	166
3.16.4.	Επίδοση στο Περιβάλλον.....	166
3.16.4.1.	Κατεύθυνση.....	166
3.16.4.2.	Φύλο	166
3.16.4.3.	Εξάμηνο.....	166
3.16.4.4.	Σύνοψη	167
3.17.	Διαφορές επίδοσης ανά επίπεδο δυσκολίας.....	167
3.17.1.	Επίδοση επιπέδου 1.....	167
3.17.1.1.	Κατεύθυνση.....	167
3.17.1.2.	Φύλο	167
3.17.1.3.	Εξάμηνο.....	167
3.17.1.4.	Σύνοψη	168
3.17.2.	Επίδοση επιπέδου 2.....	168
3.17.2.1.	Κατεύθυνση.....	168
3.17.2.2.	Φύλο	168

3.17.2.3.	Εξάμηνο.....	168
3.17.2.4.	Σύνοψη	169
3.17.3.	Επίδοση επιπέδου 3.....	169
3.17.3.1.	Κατεύθυνση.....	169
3.17.3.2.	Φύλο	169
3.17.3.3.	Εξάμηνο.....	169
3.17.3.4.	Σύνοψη	170
3.17.4.	Επίδοση επιπέδου 4.....	170
3.17.4.1.	Κατεύθυνση.....	170
3.17.4.2.	Φύλο	170
3.17.4.3.	Εξάμηνο.....	170
3.17.4.4.	Σύνοψη	171
3.17.5.	Επίδοση επιπέδου 5.....	171
3.17.5.1.	Κατεύθυνση.....	171
3.17.5.2.	Φύλο	171
3.17.5.3.	Εξάμηνο.....	171
3.17.5.4.	Σύνοψη	171
3.17.6.	Επίδοση επιπέδου 6.....	172
3.17.6.1.	Κατεύθυνση.....	172
3.17.6.2.	Φύλο	172
3.17.6.3.	Εξάμηνο.....	172
3.17.6.4.	Σύνοψη	172
3.18.	Διαφορές συνολικής επίδοσης ανά παράγοντα.....	172
3.19.	Επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση	173
4.	Συζήτηση των αποτελεσμάτων	177
4.1.	Δείκτες επιστημονικού εγγραμματισμού φοιτητών.....	177

4.2. Παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό επιστημονικού εγγραμματισμού των φοιτητών	181
4.2.1. Φύλο	181
4.2.2. Κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο	182
4.2.3. Εξάμηνο σπουδών	183
4.2.4. Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο	184
4.2.5. Περιοχή του σχολείου φοίτησης.....	184
4.2.6. Δείκτες επιστημονικού εγγραμματισμού.....	185
4.3. Σύγκριση διαστάσεων επιστημονικού εγγραμματισμού μαθητών ηλικίας 15 ετών και φοιτητών	185
5. Συμπεράσματα	189
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	191

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Δείκτες στάσεων των μαθητών σύμφωνα με τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.....	50
Πίνακας 2: Σύγκριση των αξιολογήσεων PISA και TIMSS.....	72
Πίνακας 3: Διαφορές στις δεξιότητες του Επιστημονικού Εγγραμματισμού	79
Πίνακας 4: Διερευνητική παραγοντική ανάλυση	141
Πίνακας 5: Συγκρότηση του παράγοντα του ενδιαφέροντος στις Φυσικές Επιστήμες	144
Πίνακας 6.....	145
Πίνακας 7.....	146
Πίνακας 8.....	147
Πίνακας 9.....	148
Πίνακας 10.....	149
Πίνακας 11.....	151
Πίνακας 12.....	153
Πίνακας 13.....	155
Πίνακας 14.....	157
Πίνακας 15.....	159
Πίνακας 16.....	173

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Μέση τάση επιδόσεων στις Φυσικές Επιστήμες από το 2006	78
Γράφημα 2: Ενασχόληση μαθητών με δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών, ανάλογα με το φύλο.....	84
Γράφημα 3: Διαφορές των φύλων στην ενασχόληση με δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών.....	85
Γράφημα 4: Ευχαρίστηση ενασχόλησης μαθητών με τις Φυσικών Επιστημών, ανάλογα με το φύλο	86
Γράφημα 5: Διαφορές των φύλων στην ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις Φυσικές Επιστήμες.....	87
Γράφημα 6: Τάση της ευχαρίστησης ενασχόλησης των μαθητών με τις Φυσικές Επιστήμες.....	88
Γράφημα 7: Ενδιαφέρον των μαθητών για ζητήματα Φυσικών Επιστημών, ανάλογα με το φύλο.....	89
Γράφημα 8: Επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών στις χώρες του ΟΟΣΑ.....	90
Γράφημα 9: Επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών, ανάλογα με το φύλο	91
Γράφημα 10: Διαφορές των φύλων για τους μαθητές υψηλότερου επιπέδου ικανοτήτων.....	93
Γράφημα 11: Διαφορές των φύλων για τους μαθητές χαμηλότερου επιπέδου ικανοτήτων.....	94
Γράφημα 12: Κίνητρα αντιλήψεων για τη χρησιμότητα της μάθησης των Φυσικών Επιστημών και επίδοση	95
Γράφημα 13: Εμπλοκή των γονέων και επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες	96
Γράφημα 14: Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο μαθητών και μέση επίδοση σε όλες τις χώρες του ΟΟΣΑ	97
Γράφημα 15: Επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, ανάλογα με το μεταναστευτικό τους υπόβαθρο.....	99
Γράφημα 16: Επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, ανάλογα με το μεταναστευτικό τους υπόβαθρο, πριν και μετά τον υπολογισμό του κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου	100
Γράφημα 17: Ποσοστό “ανθεκτικών” μαθητών.....	102

Γράφημα 18: Ποσοστό “ανθεκτικών” μαθητών, ανάλογα με το μεταναστευτικό τους υπόβαθρο	103
Γράφημα 19: Συσχέτιση ανάμεσα στις ευθύνες για την αυτονομία της σχολικής μονάδας και στην επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες	105
Γράφημα 20: Συσχέτιση ανάμεσα στις ευθύνες για τη διοίκηση της σχολικής μονάδας και στην επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, ανάλογα με την εκπαιδευτική ηγεσία.....	106
Γράφημα 21: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 1	116
Γράφημα 22: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 2 στη Βιολογία	117
Γράφημα 23: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 2 στη Φυσική.....	118
Γράφημα 24: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 2 στη Χημεία	119
Γράφημα 25: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 2 στο Περιβάλλον.....	120
Γράφημα 26: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 3 στη Βιολογία	122
Γράφημα 27: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 3 στη Φυσική.....	123
Γράφημα 28: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 3 στη Χημεία	124
Γράφημα 29: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 3 στο Περιβάλλον.....	125
Γράφημα 30: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 4 στη Βιολογία	126
Γράφημα 31: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 4 στη Φυσική.....	127
Γράφημα 32: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 4 στη Χημεία	128
Γράφημα 33: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 4 στο Περιβάλλον.....	129
Γράφημα 34: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 5 στη Βιολογία	130
Γράφημα 35: Ποσοστά σωστών απαντήσεων φοιτητών επιπέδου 5 στη Φυσική....	131
Γράφημα 36: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 5 στη Χημεία	131
Γράφημα 37: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 5 στο Περιβάλλον.....	132
Γράφημα 38: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 6.....	133
Γράφημα 39: Ενδιαφέρον των μαθητών για ζητήματα Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα και στις χώρες του ΟΟΣΑ	178

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Διάκριση επιστημονικής γνώσης	34
Σχήμα 2: Τομείς αξιολόγησης PISA.....	46
Σχήμα 3: Αλληλένδετα στοιχεία επιστημονικού εγγραμματισμού.....	48
Σχήμα 4: Συμπεριφορά-καμπύλη μιας ερώτησης μεσαίας δυσκολίας	66
Σχήμα 5: Συμπεριφορά δύο ερωτήσεων διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας	67
Σχήμα 6: Καμπύλες τριών ερωτήσεων του μοντέλου δύο παραμέτρων (Skrondal & Rabe-Hesketh, 2007).....	68

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Παράδειγμα εισαγωγικού κειμένου PISA	60
Εικόνα 2: Παράδειγμα ερωτήσεων PISA	61
Εικόνα 3: Παράδειγμα εισαγωγικού κειμένου TIMSS	62
Εικόνα 4: Παράδειγμα ερωτήσεων TIMSS	63
Εικόνα 5: Χώρες συμμετοχής στις έρευνες PISA και TIMSS.....	70
Εικόνα 6: Μοντέλο 1	174
Εικόνα 7: Μοντέλο 2	175

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Επιστήμες της Αγωγής», με κατεύθυνση «Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση», του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στα πρόσωπα που συντέλεσαν στην επιτυχή ολοκλήρωσή της.

Θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον επιβλέποντα της εργασίας, κ. **Αναστάσιο Εμβλωτή**, Αναπληρωτή Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναλαμβάνοντας την επίβλεψη της παρούσας εργασίας, την υποστήριξη και τη συνεχή καθοδήγησή του με στόχο την επιτυχή ολοκλήρωσή της, αλλά και για την άψογη συνεργασία μας. Επίσης, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω θερμά για όλες τις γνώσεις που μου μετέδωσε κατά τη διάρκεια τόσο των μεταπτυχιακών όσο και των προπτυχιακών μου σπουδών, καθώς και για το γεγονός ότι αποτέλεσε πηγή έμπνευσης για εμένα, ώστε να συνειδητοποιήσω με τι πραγματικά θέλω να ασχοληθώ στην μετέπειτα ακαδημαϊκή και επαγγελματική μου πορεία.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. **Κωνσταντίνο Κώτση**, Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, και τον κ. **Αναστάσιο Μικρόπουλο**, Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, γιατί δέχτηκαν να συμμετέχουν στην τριμελή εξεταστική επιτροπή της εργασίας και αφιέρωσαν χρόνο να τη διαβάσουν και να την αξιολογήσουν, αλλά και για τις γνώσεις που πήρα μέσα από τα μαθήματά τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Θα ήθελα, ακόμη, να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην κα. **Αθηνά Κούτσιανου**, Υποψήφια Διδάκτορα του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, για την συμπαράσταση και καθοδήγησή της, για τις πολύτιμες συμβουλές και τη βοήθεια που μου πρόσφερε για τη συγγραφή της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένειά μου για την αμέριστη οικονομική και ηθική στήριξη, την ανεξάντλητη υπομονή τους και την καθημερινή συμπαράσταση, που συνέβαλαν καθοριστικά στην επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ τους φίλους μου, για την αμέριστη στήριξη τους σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένας από τους σημαντικότερους στόχους της εκπαίδευσης είναι να δημιουργήσει ενεργά και υπεύθυνα άτομα (Li & Frieze, 2016), που να είναι σε θέση να εφαρμόζουν όσα μαθαίνουν σε οικείες ή μη καταστάσεις της ζωής (Sadler & Zeidler, 2009). Επιχειρεί να διευρύνει τις εμπειρίες των ατόμων και να τις συνδέσει με τις γνώσεις τους, έτσι ώστε να ανταπεξέλθουν στο σημερινό κόσμο, όπου κυριαρχεί η επιστήμη και η τεχνολογία (Tytler, Symington, & Smith, 2011· Zápotočná, 2012).

Η ικανότητα του ατόμου να συμμετέχει σε έναν διάλογο για την επιστήμη και την τεχνολογία είναι κομβικής σημασίας για την καλλιέργεια και ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών και κατ' επέκταση των μελλοντικών πολιτών (Millar, 2006· Roberts, 2007). Δύο από τις σημαντικότερες έρευνες που εξετάζουν το επίπεδο του επιστημονικού εγγραμματισμού, και κυρίως του εγγραμματισμού στις φυσικές επιστήμες, των μαθητών στα τελευταία χρόνια της υποχρεωτικής τους εκπαίδευσης είναι οι διεθνείς αξιολογήσεις PISA (Programme for International Student Assessment) και TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study). Αναφορικά με τον ενήλικο πληθυσμό, αντίστοιχη έρευνα που αξιολογεί σε διεθνές επίπεδο την ετοιμότητα των ατόμων να αξιοποιούν τις γνώσεις τους ώστε να ανταποκρίνονται σε πραγματικές καταστάσεις της καθημερινής ζωής είναι η έρευνα PIAAC (Programme for the International Assessment of Adult Competencies).

Βασικό χαρακτηριστικό για την ανάπτυξη του εγγραμματισμού των ατόμων αποτελεί η επιστημονική γνώση (Roberts, 2007). Καθώς η επιστημονική γνώση ξεκινά να αναπτύσσεται από μικρή ηλικία, κρίνεται απαραίτητη η καλλιέργεια του εγγραμματισμού από τα πρώτα κιόλας χρόνια της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Συνεπώς, καθίσταται αναγκαίο οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης να χαρακτηρίζονται από γνώσεις και δεξιότητες που θα τους επιτρέψουν να συμμετέχουν ενεργά στην ολοκληρωμένη καλλιέργεια των αντίστοιχων ικανοτήτων στους μαθητές τους, ικανοτήτων που καταλαμβάνουν κεντρική θέση στον επιστημονικό εγγραμματισμό.

Η παρούσα έρευνα ασχολείται με την ανάδειξη και ερμηνεία πτυχών εγγραμματισμού στις φυσικές επιστήμες μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η εργασία διαρθρώνεται σε τέσσερα βασικά μέρη, τα οποία συνοπτικά είναι:

1. Θεωρητικό πλαίσιο, σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα
2. Μέθοδος ερευνητικού εγχειρήματος

3. Αποτελέσματα

4. Συζήτηση των αποτελεσμάτων, περιορισμοί και προτάσεις

Πιο αναλυτικά, στο πρώτο μέρος δίνεται, αρχικά, το θεωρητικό πλαίσιο των εννοιών της επιστήμης και της επιστημονικής γνώσης. Έπειτα, παρουσιάζεται αναλυτικά η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού και του εγγραμματισμού στις φυσικές επιστήμες, και επιχειρείται η σύνδεσή του με την ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα, τόσο από την πλευρά των μαθητών όσο και εστιάζοντας στην εκπαίδευση του πολίτη. Εν συνεχεία, γίνεται αναλυτική παρουσίαση των πιο γνωστών διεθνών αξιολογήσεων του επιστημονικού εγγραμματισμού, περιγράφεται εκτενώς η μεθοδολογία τους και παρουσιάζονται τα σημαντικότερα ευρήματα στο μαθητικό πληθυσμό, αναδεικνύοντας τους παράγοντες που επηρεάζουν το επίπεδο του εγγραμματισμού. Τέλος, διατυπώνεται ο σκοπός και τα ερωτήματα της έρευνας.

Στο δεύτερο μέρος παρέχονται πληροφορίες για το παρόν ερευνητικό εγχείρημα. Παρουσιάζεται αναλυτικά η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε, οι συμμετέχοντες της έρευνας και τα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων. Επιπλέον, πραγματοποιείται αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας συλλογής των θεμάτων που συγκροτούν τα εργαλεία. Κλείνοντας, παρουσιάζονται οι στατιστικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων της έρευνας.

Στο τρίτο μέρος παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των στατιστικών αναλύσεων. Αρχικά, αποτυπώνονται οι διαφορές σε ζητήματα εγγραμματισμού των φοιτητών σε σύγκριση με τους μαθητές που συμμετείχαν στις διεθνείς αξιολογήσεις, στην Ελλάδα και ανά τον κόσμο, για τα διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα. Έπειτα, επιχειρείται η σύγκριση των απαντήσεων των φοιτητών στις ερωτήσεις των εργαλείων αναφορικά με το φύλο τους και την κατεύθυνση προσανατολισμού στο λύκειο. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι δείκτες που συγκροτούν το επίπεδο του επιστημονικού εγγραμματισμού και αναδεικνύονται οι σχέσεις τους με τις μεταβλητές δημογραφικών και ακαδημαϊκών στοιχείων. Ακόμη, περιγράφεται η σχέση του βαθμού επιστημονικού εγγραμματισμού, όπως προκύπτει από τα γνωστικά αντικείμενα, με τις δημογραφικές και ακαδημαϊκές μεταβλητές, τόσο ως συνολική επίδοση όσο και μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων και των βαθμών δυσκολίας των θεμάτων. Τέλος, παρουσιάζεται η σχέση

του συνολικού βαθμού εγγραμματισμού με τους αντίστοιχους δείκτες και παρουσιάζονται δύο μοντέλα που περιγράφουν την παραπάνω σχέση, αλλά και τη σχέση μεταξύ των δεικτών.

Στο τέταρτο μέρος γίνεται η συζήτηση των ευρημάτων της παρούσας έρευνας και επιχειρείται η ερμηνεία τους με βάση τη σχετική βιβλιογραφία. Έπειτα από τη συζήτηση των αποτελεσμάτων, δίνονται τα τελικά συμπεράσματα, περιγράφονται οι περιορισμοί του ερευνητικού εγχειρήματος και διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Ολοκληρώνοντας, παρατίθεται ο πίνακας βιβλιογραφικών αναφορών που αξιοποιήθηκε κατά τη διαδικασία συγγραφής της εργασίας.

1. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

1.1. Επιστήμη

Η επιστήμη είναι μια διερευνητική διαδικασία και στοχεύει στην ανάλυση και ερμηνεία του φυσικού κόσμου (Lofaso, 2006). Είναι αντικειμενική, ξεκινά από την παρατήρηση των φαινομένων και βασίζεται σε γεγονότα αντιληπτά από τις αισθήσεις (Chalmers, 1998). Μπορεί να προσεγγιστεί μέσα από τρεις διαφορετικές, αλλά ταυτόχρονα συμπληρωματικές προσεγγίσεις (Lederman, 2007). Αρχικά, περιγράφεται ως το *σώμα της γνώσης* (body of knowledge), περιλαμβάνοντας ένα εύρος εννοιών, νόμων, θεωριών και ιδεών για τη δόμησή του (Lederman, 2007· Lofaso, 2006). Η παραπάνω περιγραφή συμπληρώνεται με τη *διαδικασία/μέθοδο* (method) για τη συγκρότηση της γνώσης, εστιάζοντας στις ενέργειες των επιστημόνων για τη δόμηση του σώματος της γνώσης (Lederman, 2007· Lederman & Lederman, 2012). Τέλος, παρουσιάζεται ως *τρόπος γνώσης* (way of knowing), δηλαδή γνώση που, προκειμένου να αναπτυχθεί, βασίζεται στη χρήση ποικίλων διαδικασιών, μεθόδων και στρατηγικών των επιστημόνων στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν το φυσικό κόσμο (Bybee, 2006· Lederman, 2007· Lederman & Lederman, 2012). Συνεπώς, προσωπικές εκτιμήσεις, προτιμήσεις και εικασίες που δεν έχουν ελεγχθεί με επιστημονικό τρόπο δεν θεωρούνται 'επιστημονικές' και δεν αναγνωρίζονται (Chalmers, 1998).

Η επιστήμη, ως ανθρώπινη δραστηριότητα (Bybee, 2006), απαιτεί τη δημιουργικότητα από την πλευρά των επιστημόνων, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι αποδεκτές προσωπικές γνώσεις, προτιμήσεις και εικασίες που δεν μπορούν να τεκμηριωθούν (Chalmers, 1998· Lederman & Lederman, 2012). Μπορεί να ενσωματωθεί, λοιπόν, μέσα σε μια ευρύτερη κουλτούρα, από την οποία όχι μόνο επηρεάζεται, αλλά ταυτόχρονα την επηρεάζει (Lederman & Lederman, 2012), καθώς παρέχει τη δυνατότητα επίλυσης σύγχρονων προβλημάτων της κοινωνίας (Serder & Ideland, 2016).

1.2. Η φύση της επιστήμης

Η φύση της επιστήμης αναφέρεται ουσιαστικά σε μία από τις πτυχές που περιγράφουν την επιστήμη και, συγκεκριμένα, την επιστήμη ως τρόπο γνώσης (Lederman, 2007). Στοχεύει στην ανάπτυξη νέας γνώσης, λαμβάνοντας υπόψη τις αξίες και πεποιθήσεις με τις οποίες είναι άμεσα συνυφασμένη (Lederman, 2007· Khishfe, 2017· Michel & Neumann, 2016). Η κατανόηση της φύσης της επιστήμης είναι αναγκαία προκειμένου να κατανοηθεί η ίδια η επιστήμη (Leblebicioglu et al., 2017).

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης ποικίλουν μεταξύ των ατόμων (Bell, 2006), παρουσιάζοντας απλοϊκές, και σε ορισμένες περιπτώσεις αφελείς αντιλήψεις για τη συγκεκριμένη έννοια (Archer-Bradshaw, 2017· Hacieminoglu, Erterinar, Yilmaz-Tüzün, & Çakır, 2015· McComas, 2017). Επιπλέον, η φύση της επιστήμης συγγέεται συχνά με τη φύση της επιστημονικής έρευνας (Lederman, 2007), ενώ στην ουσία πρόκειται για διαφορετικές έννοιες (Neumann, Neumann, & Nehm, 2011): Η επιστημονική έρευνα είναι μια διαδικασία που δεν περιορίζεται μόνο στην απλή ανάπτυξη διαδικαστικών δεξιοτήτων (Lederman, 2006). Αναφέρεται στις διαδικασίες και τις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για να δώσουν απαντήσεις σε διάφορα ερωτήματα, με σκοπό την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης (Lederman & Lederman, 2012· Schwartz, Lederman, & Lederman, 2008).

Αυτές οι διαδικασίες και προσεγγίσεις αποτελούν ένα διακριτό γνώρισμα στη φύση της επιστήμης (McComas, 2017). Εμπεριέχουν δραστηριότητες που έχουν άμεση σχέση με την επιλογή, τη συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων, καθώς και με την εξαγωγή συμπερασμάτων, ενέργειες οι οποίες εντάσσονται στη διαδικασία της επιστημονικής έρευνας (Lederman, 2007). Ωστόσο, είναι πιθανό να ποικίλουν μεταξύ των διαφορετικών επιστημονικών κλάδων, αλλά και μεταξύ των επιστημόνων (Lederman & Lederman, 2012). Για παράδειγμα, οι χημικοί και οι βιολόγοι στηρίζουν την έρευνά τους σε πειραματικούς σχεδιασμούς και προτείνουν τους ελέγχους υποθέσεων για την αιτιολόγηση της επιστημονικής γνώσης, σε αντίθεση με τους πιο θεωρητικούς (μη-πειραματικούς) επιστήμονες, οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η επιστημονική γνώση μπορεί να αιτιολογηθεί μέσα από περισσότερο διανοητικές και λιγότερο διαδικαστικές ενέργειες (Leblebicioglu et al., 2017).

1.3. Επιστημονική γνώση

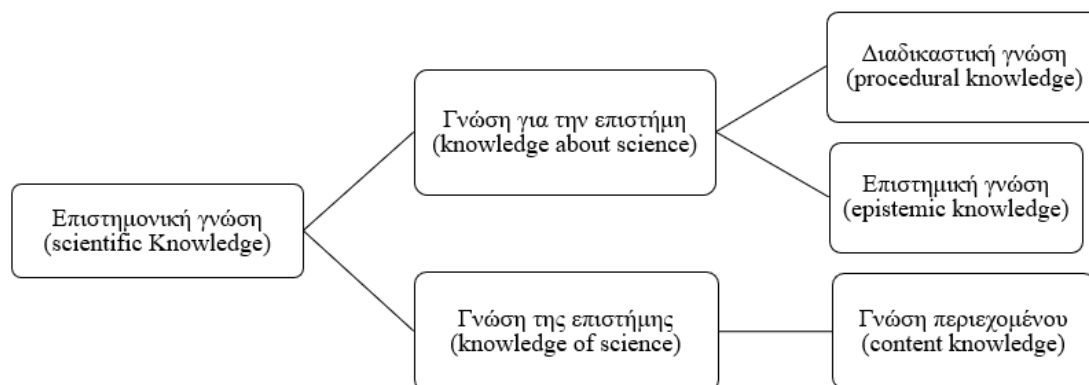
Προκειμένου, λοιπόν, να μπορέσει κάποιος να προσεγγίσει επαρκώς την έννοια της φύσης της επιστήμης, θα πρέπει να αναπτύξει και να καλλιεργήσει την επιστημονική γνώση, αλλά και να κατανοήσει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της (Archer-Bradshaw, 2017· Lederman & Lederman, 2012). Η επιστημονική γνώση είναι πιθανό να απορρέει είτε από γεγονότα και διαδικασίες είτε από εκβολές, οι οποίες ορισμένες φορές μπορεί να μην είναι αυστηρά επιστημονικές, με το πιο χαρακτηριστικό τους παράδειγμα να είναι τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης ή άλλες ενημερωτικές εκδηλώσεις προς το κοινό (Millar, 2006).

Υπάρχουν δύο οπτικές με τις οποίες μπορεί να δει κάποιος την επιστημονική γνώση. Η πρώτη προσέγγιση είναι αυτή της *γνώσης ως όλον* (θεωρία – knowledge as theory), σύμφωνα με την οποία τα άτομα διαθέτουν στέρεα θεωρητικά πλαίσια και έχουν συγκεκριμένες απόψεις για το φυσικό κόσμο, οι οποίες βασίζονται τόσο σε παρατηρήσεις όσο και σε πειραματικά δεδομένα, προκειμένου να έχουν την ευχέρεια να προβούν σε διάφορες προβλέψεις (Bybee, 2006· Khishfe, 2017). Η άλλη οπτική προσεγγίζει την επιστημονική γνώση σε *μέρη* (κατακερατισμένη – knowledge in pieces), χαρακτηρίζοντάς τη ως διάχυτη, ανεξάρτητη, απομονωμένη και εξαρτώμενη από το γενικό πλαίσιο στο οποίο αναπτύσσεται (Khishfe, 2017).

Η επιστημονική γνώση περιγράφεται μέσα από ένα σύνολο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων (Lederman, 2006). Αρχικά, χαρακτηρίζεται ως *προσωρινή* (tentative), δεν είναι δηλαδή απόλυτη και βέβαιη, αλλά μπορεί να υποστεί τροποποιήσεις. Επίσης, παρουσιάζεται ως *εμπειρική* (empirically based), εδραζόμενη σε παρατηρήσεις του φυσικού κόσμου, αλλά ταυτόχρονα και *υποκειμενική* (subjective), καθώς εμπεριέχει τις προσεγγίσεις και τις ερμηνείες ανεξάρτητων ερευνητών. Επιπλέον, βασίζεται στη *συμπερασματολογία* (inference), την ανθρώπινη *φαντασία* (imagination) και *δημιουργικότητα* (creativity) και, τέλος, *ενσωματώνεται σε διάφορα κοινωνικά και πολιτισμικά πλαίσια* (socially and culturally embedded), κατά συνέπεια επηρεάζεται από την εκάστοτε κοινωνία/κουλτούρα παραγωγής της (Lederman, 2006). Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά συσχετίζονται μεταξύ τους, καθώς προσπαθούν να υποστηρίξουν και να εξηγήσουν την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης (Bell, 2006).

Η επιστημονική γνώση, εκτός από τη διάκρισή της προκειμένου να κατανοηθεί η φύση της επιστήμης, περιλαμβάνει δύο ενότητες, τη *γνώση της επιστήμης* (knowledge of science) και τη *γνώση και κατανόηση για την επιστήμη* (knowledge and understanding about science) (Bybee & McCrae, 2011· OECD, 2006). Η πρώτη ενότητα περιγράφει τη *γνώση του περιεχομένου* (content knowledge). Πρόκειται για τη γνώση του φυσικού κόσμου που έχει σχέση με καταστάσεις της πραγματικής ζωής και την κατανόηση διαφορετικών επιστημονικών εννοιών και θεωριών (Bybee & McCrae, 2011· OECD, 2006, 2016a). Η δεύτερη ενότητα αναφέρεται στη δυνατότητα του ατόμου να κατανοήσει τη φύση της επιστήμης, γεγονός που σημαίνει ότι προωθεί τη γνώση των μέσων και των στόχων της επιστήμης. Αυτό σημαίνει ότι κεντρική διαδικασία της γνώσης για την επιστήμη είναι η επιστημονική έρευνα και οι επιστημονικές εξηγήσεις, δηλαδή τα αποτελέσματα της έρευνας (OECD, 2006).

Η γνώση για την επιστήμη απεικονίζει δύο άλλες επιμέρους μορφές γνώσης, τη *διαδικαστική γνώση* (procedural knowledge) και την *επιστημική γνώση* (epistemic knowledge) (Σχήμα 1) (OECD, 2016a).



Σχήμα 1: Διάκριση επιστημονικής γνώσης

Ένα άτομο μέσω της διαδικαστικής γνώσης είναι σε θέση να γνωρίζει και να κατανοεί τις έννοιες, τις διαδικασίες και τις πρακτικές της επιστημονικής έρευνας, όπως είναι η διάκριση ανάμεσα στις ανεξάρτητες και εξαρτημένες μεταβλητές, τους τύπους σφαλμάτων και τις μέθοδοι αναπαράστασης δεδομένων (OECD, 2016a). Σε γενικές γραμμές, αυτή η γνώση αποσκοπεί στην κατανόηση των μεθόδων συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας των δεδομένων.

Από την άλλη, η επιστημική γνώση βοηθάει τα άτομα να αναγνωρίζουν και κατανοούν τις έννοιες και τα χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στην οικοδόμηση της γνώσης και, κατά συνέπεια, στην επιστήμη (OECD, 2016a). Ακόμη, μπορούν να αναγνωρίσουν τις διαφορές της επιστημονικής θεωρίας και της υπόθεσης, να κατασκευάσουν θεωρίες και μοντέλα, αλλά και να διακρίνουν τις παρατηρήσεις από τα γεγονότα (Duschl, 2007). Οι παρατηρήσεις είναι, ουσιαστικά, δηλώσεις που περιγράφουν φυσικά φαινόμενα και προέρχονται, συνήθως, άμεσα από τις αισθήσεις, σε αντίθεση με τα γεγονότα που αποτελούν συγκεκριμένες καταστάσεις και δεν επιδέχονται αλλαγές (Lederman & Lederman, 2012). Επιπλέον, η επιστημική γνώση επιτρέπει στα άτομα να οικοδομούν επιχειρήματα και να αξιοποιούν εξειδικευμένους τρόπους αναπαράστασης φαινομένων (Duschl, 2007). Η ικανότητα αναπαράστασης και εξήγησης φαινομένων προϋποθέτει, κατανόηση της επιστημονικής ιδέας, ένταξή της σε κατάλληλο εννοιολογικό και επιστημικό πλαίσιο, επίγνωση ότι μια ιδέα-πρόβλημα είναι πιθανό να έχει πολλαπλές εναλλακτικές λύσεις και μεθοδολογία προσέγγισης της έννοιας ή της επίλυσης του προβλήματος που σχετίζεται μέσω συγκεκριμένων κανόνων, κριτηρίων ή πρακτικών (Ford

& Wargo, 2012). Στην ουσία, η επιστημική γνώση διευκολύνει το άτομο ως προς τη δυνατότητα αναγνώρισης των χαρακτηριστικών της επιστημονικής έρευνας και αξιοποίησης των διαδικασιών και πρακτικών της με σκοπό την ενεργό συμμετοχή του σε αυτή (OECD, 2016a).

1.4. Επιστημονικός εγγραμματισμός

1.4.1. Αποσαφήνιση του όρου

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι μια έννοια, συχνά ασαφής, χωρίς να υπάρχει ένας ομόφωνα αποδεκτός ορισμός. Κάθε φορά επιλέγεται ο καταλληλότερος, ανάλογα με την κάθε περίπτωση (Archer-Bradshaw, 2017· Benjamin et al., 2017). Τοποθετείται σε ένα συνεχές που ξεκινά από την περιγραφή και κατανόηση της επιστήμης ως σώμα της γνώσης και καταλήγει στην αναγνώριση της χρησιμότητας της επιστήμης στο σύγχρονο κοινωνικό σύνολο (Archer-Bradshaw, 2017). Αφορά, στην ουσία, στην κατανόηση της επιστήμης, στις γνώσεις και στο εύρος δεξιοτήτων που πρέπει να έχει κάποιος σχετικά με επιστημονικά θέματα, προκειμένου να ανταποκριθεί σε εθνικά, κοινωνικά και οικονομικά ζητήματα (Archer-Bradshaw, 2017· Fensham, 2002· Millar, 2006· Norris & Phillips, 2003).

Η βιβλιογραφία που μελετά τον επιστημονικό εγγραμματισμό οργανώνεται γύρω από δύο συναφείς αλλά όχι συνώνυμους όρους, *scientific literacy* και *science literacy*, οι οποίοι ατυχώς συγχέονται. Πιο συγκεκριμένα, ο πρώτος (*scientific literacy*) αποτελεί μια ευρύτερη έννοια και αναφέρεται στις επιστημονικές συνιστώσες του εγγραμματισμού, ανεξάρτητα από το περιεχόμενο στο οποίο εστιάζει, αναγνωρίζοντας την ανάγκη ανάπτυξης δεξιοτήτων χρήσιμων σε έναν ραγδαία αναπτυσσόμενο κόσμο (Holbrook & Rannikmae, 2009· Roberts, 2007). Ο δεύτερος όρος (*science literacy*) αναφέρεται στον εγγραμματισμό κυρίως στις Φυσικές Επιστήμες, δίνοντας έμφαση στο εκάστοτε περιεχόμενο (Holbrook & Rannikmae, 2009· Lau, 2009· Roberts, 2007).

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός θα μπορούσε να οριστεί ως η ικανότητα ενός ατόμου να εμπλέκεται σε επιστημονικές διαδικασίες. Αυτό σημαίνει να κατανοεί επιστημονικά θέματα και ιδέες της καθημερινής ζωής, να χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση και τις πληροφορίες που δέχεται, να συλλέγει και να αναλύει δεδομένα, να εξηγεί επιστημονικά φαινόμενα και να εξάγει συμπεράσματα βασισμένα σε αποδείξεις, λαμβάνοντας υπόψη του τους στόχους και τους περιορισμούς της, με σκοπό τη λήψη αποφάσεων σχετικά με το φυσικό κόσμο (Bybee & McCrae, 2011· Duschl, 2007· Lederman, 2007·

Millar, 2006· OECD, 2013, 2016a· Roberts, 2007). Αντιπροσωπεύει τις απαιτήσεις της κοινωνίας για γνώσεις και ικανότητες σχετικές με την επιστήμη που αναπτύσσουν τα άτομα μέσα από τις μαθησιακές τους εμπειρίες (Sadler & Zeidler, 2009).

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός εστιάζει σε ικανότητες που καλούνται να αναπτύξουν τα άτομα σε ζητήματα της επιστήμης, οι οποίες εντάσσονται και εφαρμόζονται σε προσωπικό, τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο (Bybee & McCrae, 2011· Lau & Lam, 2017· OECD, 2016a). Κοινός πυρήνας του επιστημονικού εγγραμματισμού είναι η επιστημονική γνώση που πρέπει να διαθέτουν οι πολίτες σε μια κοινωνία τεχνολογίας (Roberts, 2007).

Ένα άτομο θεωρείται επιστημονικά εγγράμματο όταν μπορεί να συμμετέχει σε μια συζήτηση για την επιστήμη και την τεχνολογία, και όταν έχει επίγνωση του τρόπου με τον οποίο αυτά τα δύο διαμορφώνουν το υλικό, πνευματικό και πολιτιστικό περιβάλλον μιας κοινωνίας (Millar, 2006· OECD, 2006, 2013, 2016b· Roberts, 2007). Και αυτό γιατί η ίδια η επιστήμη επηρεάζει και επηρεάζεται από διάφορα στοιχεία του πολιτισμού (Lederman, 2007).

1.4.2. Επιστημονική γλώσσα

Μια διάσταση του επιστημονικού εγγραμματισμού, άμεσα συνδεδεμένη με τις δεξιότητες που τον συνοδεύουν είναι η χρήση της επιστημονικής γλώσσας (El Masri, Baird, & Graesser, 2016· Osborne, Erduran, & Simon, 2004). Η επιστημονική γλώσσα έχει κεντρική θέση στην ικανότητα κάποιου να κατανοεί και να χειρίζεται με επάρκεια την επιστημονική γνώση και τα επιτεύγματά της, αναπτύσσοντας επιστημονικούς συλλογισμούς, ενώ η αδυναμία του να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της επιστημονικής γλώσσας, όπως είναι η ακρίβεια, η συνοπτικότητα και η σαφήνεια, κυρίως σε ό,τι αφορά την ανάγνωση και τη γραφή, μπορεί να αποφέρει αρνητικά αποτελέσματα στην μάθηση και την εκτέλεση των επιστημονικών διαδικασιών (El Masri et al., 2016).

Η ενασχόληση με πτυχές της επιστήμης, που εκδηλώνονται με διαφορετικές εκφάνσεις της επιστημονικής γλώσσας κάθε φορά, τόσο γραπτώς όσο και προφορικά, είναι σημαντική για την κατανόηση του περιεχομένου και τρόπου μάθησης (El Masri et al., 2016). Αξίζει να σημειωθεί ότι ο γραπτός και ο προφορικός λόγος δεν είναι όμοιοι, μιας και ο κάθε ένας περιλαμβάνει διαφορετικά εκφρασμένες πληροφορίες (Norris & Phillips, 2003). Για παράδειγμα, ένα γραπτό κείμενο μπορεί να ενσωματώνει πίνακες,

γραφήματα ή διαγράμματα τα οποία απαιτούν ερμηνεία (El Masri et al., 2016). Η διαφοροποίηση, λοιπόν, του τρόπου εκφοράς της επιστημονικής γλώσσας έχει ως αποτέλεσμα η ερμηνεία ενός κειμένου να μην έχει τις ίδιες απαιτήσεις με αυτές μιας προφορικής συζήτησης (Norris & Phillips, 2003).

Αν και η ενασχόληση με ένα γραπτό κείμενο έχει το πλεονέκτημα ότι επιδέχεται ερμηνεία και επανερμηνεία σε μεταγενέστερη χρονική στιγμή, ελλοχεύει ο κίνδυνος να μην γίνει σωστή αξιοποίησή του, αλλά το άτομο να διαβάσει και να απομνημονεύσει, απλώς, τις πληροφορίες που παρουσιάζονται αντί να κατανοήσει σε βάθος την επιστήμη, γεγονός που θα του επιτρέψει να συμμετέχει σε δημόσιες συζητήσεις σχετικές με κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα, με σκοπό τη λήψη σημαντικών αποφάσεων (Bell, 2006· Norris & Phillips, 2003). Για να επιτευχθεί, όμως, κάτι τέτοιο δεν αρκεί μόνο η γνώση του περιεχομένου της επιστήμης, αλλά κομβικής σημασίας θεωρείται η καλλιέργεια και ανάπτυξη επιστημονικών γνώσεων και δεξιοτήτων σε τομείς της επιστήμης ώστε να επιτευχθεί αβίαστα η κατανόησή της (Bell, 2006· Kauertz, Neumann, & Haertig, 2012· Norris & Phillips, 2003).

1.4.3. Δεξιότητες επιστημονικού εγγραμματισμού

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός χαρακτηρίζεται ως μια πρωταρχική δεξιότητα του ατόμου, που αποσκοπεί στην καλλιέργεια της επιστημονικής γνώσης (Norris & Phillips, 2003· Osborne et al., 2004). Η δεξιότητα αυτή διαιρείται σε τρεις επιμέρους επιστημονικές δεξιότητες, που εστιάζουν (α) στην εξήγηση φυσικών και τεχνολογικών φαινομένων με επιστημονικό τρόπο, (β) στην αξιολόγηση και το σχεδιασμό μιας επιστημονικής έρευνας και (γ) στην ερμηνεία δεδομένων και αποδείξεων, την αξιολόγηση επιχειρημάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων (OECD, 2016a).

Αναφορικά με την πρώτη δεξιότητα, το άτομο καλείται να χρησιμοποιήσει τη γνώση που ήδη έχει για την ερμηνεία καθημερινών φαινομένων, μέσω της δημιουργίας υποθέσεων. Για την προώθηση της δεύτερης δεξιότητας, σημαντική προϋπόθεση είναι η ανάπτυξη νέας γνώσης άμεσα συνδεδεμένης με τη διαδικασία της επιστημονικής έρευνας, καθώς και στην κριτική αξιολόγηση τόσο της ίδιας της έρευνας όσο και της ποιότητας των ευρημάτων της (OECD, 2016a).

Τέλος, όσον αφορά την τρίτη δεξιότητα μερικά από τα χαρακτηριστικά του ατόμου ενσωματώνουν την ικανότητά του να διαβάζει, να κατανοεί, να ερμηνεύει και να ανα-

λύει την πληροφορία που αποτυπώνεται στα διάφορα μέσα του επιστημονικού εγγραμματος, όπως επιστημονικά άρθρα, κείμενα και διάφορες αναπαραστάσεις (για παράδειγμα, διαγράμματα, πίνακες, κλπ), να αξιολογεί κριτικά τα συμπεράσματά τους και να μαθαίνει από την εφαρμογή των βασικών δεξιοτήτων που αποκτά μέσω αυτών, αναπτύσσοντας την επιστημονική σκέψη και αιτιολόγηση (Norris & Phillips, 2003· OECD, 2016a· Osborne et al., 2004).

Αναλογιζόμενοι την αξιολόγηση της επιστημονικής πληροφορίας ως επιστημονική δεξιότητα, όπως παρουσιάζεται από την οπτική του επιστημονικού εγγραμματος, θεωρείται άμεσα συνδεδεμένη με άλλες γνωστικές δεξιότητες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατανόηση και αξιολόγηση πληροφοριών. Δεξιότητα κομβικής σημασίας αποτελεί η κριτική σκέψη, που επιτρέπει στα άτομα να αξιολογούν με ουσιαστικό τρόπο καθημερινές καταστάσεις και να προσπαθούν να τις αντιμετωπίσουν πέρα από συγκεκριμένα πλαίσια παροχής έτοιμων λύσεων. Αφορά αποκλειστικά το άτομο και την προσωπικότητά του και περιλαμβάνει διαδικασίες όπως δημιουργικότητα, φαντασία και ανακάλυψη (Bao et al., 2009). Τα άτομα προσπαθούν να καταλήξουν σε συμπεράσματα μέσα από λογικούς συλλογισμούς και όχι αποκλειστικά από την εμπειρία, κάνοντας χρήση των εμπειρικών δεδομένων της επιστήμης (Κουμαράς, 2017). Συνήθως, αναπτύσσεται μέσα από εξάσκηση και έχει τη δυνατότητα μεταφοράς, επιδρώντας μακροπρόθεσμα στα ακαδημαϊκά επιτεύγματα των μαθητών (Bao et al., 2009).

Εκτός, όμως, των παραπάνω δεξιοτήτων στη σχετική βιβλιογραφία εμφανίζονται και άλλες κρίσιμες δεξιότητες όπως η κατανόηση της φύσης, του περιεχομένου και των εφαρμογών της επιστήμης, των επιστημονικών και μη εννοιών, τη διά βίου μάθηση, την ευκολία συμμετοχής του ατόμου σε επιστημονικούς διαλόγους και σε κοινωνικά θέματα που έχουν ως βάση την επιστήμη, καθώς και την κατανόηση συζητήσεων από τα Μέσα Μαζική Ενημέρωσης (Benjamin et al., 2017· Millar, 2006· Norris & Phillips, 2003).

1.4.4. Επιστημονική εκπαίδευση και φυσικές επιστήμες

Ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να συνεισφέρει η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στον επιστημονικό εγγραμματισμό είναι ιδιαίτερα σημαντικός, μιας και η επιστημονική εκπαίδευση στοχεύει στην καλλιέργεια του εγγραμματισμού στις φυσικές επιστήμες των ατόμων (Benjamin et al., 2017· Kauertz et al., 2012· Lau, 2009· Millar, 2006). Η εκπαίδευση στην επιστήμη επιχειρεί να καλλιεργήσει ποικιλοτρόπως στους μαθητές

τις ικανότητες που θεωρούνται κρίσιμης σημασίας στην προώθηση του επιστημονικού εγγραμματισμού (Kauertz et al., 2012· Norris & Phillips, 2003). Βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν όχι μόνο ενδιαφέρον, αλλά και κριτήρια για την κατανόηση της επιστημονικής γνώσης και την εφαρμογή των μεθόδων και διαδικασιών της επιστημονικής έρευνας, σε έναν κόσμο άμεσα συνυφασμένο με την επιστήμη και την τεχνολογία (Fonseca, Valente, & Conboy, 2011· Nentwig, Roennebeck, Schoeps, Rumann, & Cartensen, 2009· Osborne & Dillon, 2008· Schwartz & Crawford, 2006). Ως εκ τούτου, κρίνεται σκόπιμο ο επιστημονικός εγγραμματισμός να οικοδομείται κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων, με τη φύση και τη δυσκολία της επιστήμης να μεταβάλλονται σε κάθε βαθμίδα της εκπαίδευσης, καθιστώντας τη περιπλοκότερη με το πέρασμα των χρόνων (Jones, Wheeler, & Centurino, 2013).

1.4.4.1. Η κατανόηση της φύσης της επιστήμης

Ένας από τους βασικούς στόχους της επιστημονικής εκπαίδευσης είναι να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τη φύση της επιστήμης και της επιστημονικής γνώσης, προκειμένου να συνεισφέρει στην ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού (Abd-El-Khalick, 2006· Duschl, 2007· Khishfe, 2017· Lederman, 2007· Michel & Neumann, 2016· Sadler & Zeidler, 2009· Schwartz & Crawford, 2006). Όλο και περισσότερο είναι τα εργαλεία που αναπτύσσονται και οι έρευνες που γίνονται τα τελευταία χρόνια, προκειμένου να αναδυθούν οι αντιλήψεις και οι στάσεις των μαθητών και των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης (Lederman, 2007).

Αναφορικά με τους μαθητές όλων των βαθμίδων, από το δημοτικό έως το λύκειο, και σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμα και οι φοιτητές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, έχει αποδειχθεί ότι δεν κατανοούν επαρκώς τα χαρακτηριστικά της επιστήμης και παρουσιάζουν απλοϊκές απόψεις για τη φύση της επιστήμης, το ρόλο και το έργο των επιστημόνων (Abd-El-Khalick, 2006· Bell, 2006· Duschl, 2007· Hacieminoglu et al., 2015· Lederman, 2007). Αντιλαμβάνονται την επιστημονική γνώση ως απόλυτη και όχι ως προσωρινή και υποκειμενική και δεν κατανοούν ότι απαραίτητο στοιχείο στην επιστήμη δεν είναι απλώς η συλλογή δεδομένων για την εξαγωγή συμπερασμάτων, αλλά η δημιουργικότητα και η φαντασία (Abd-El-Khalick, 2006· Lederman, 2007).

Όσον αφορά τη διδασκαλία δεν υπάρχει μία μέθοδος που μπορεί να χαρακτηριστεί ι-δανική για την καλλιέργεια του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών

(Prenzel, Seidel, & Kobarg, 2012). Αντιθέτως, μια αποτελεσματική διδασκαλία διακατέχεται από τη γνώση των εκπαιδευτικών τόσο για τα επιστημονικά γεγονότα, τις έννοιες, τις θεωρίες και τους νόμους, όσο και για τη φύση της επιστήμης, αλλά και από τη γνώση τους για τη συνάφεια που παρουσιάζει η επιστήμη μέσα στην κοινωνία, ώστε να επιτυγχάνεται η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία, αποσκοπώντας στην ανάπτυξη κρίσιμων ικανοτήτων (Archer-Bradshaw, 2017). Είναι σημαντικό, λοιπόν, να διαθέτουν επαρκή γνώση των όσων διδάσκουν, ώστε να μπορούν να μεταδώσουν στους μαθητές τα κατάλληλα εφόδια που θα τους βοηθήσουν να εξαλείψουν τις παρανοήσεις τους για την επιστήμη και τη φύση της επιστήμης και να αναπτύξουν αρτιότερες απόψεις πάνω σε αυτόν τον τομέα (Lederman, 2007).

Παρόλα αυτά, φαίνεται ότι και οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν συγκεκριμένες αντιλήψεις σχετικά με την επιστήμη. Αρκετοί είναι αυτοί που αντιλαμβάνονται την επιστήμη ως σώμα της γνώσης που συγκροτείται, κυρίως, από αποδεδειγμένες παρατηρήσεις και επεξηγήσεις, θεωρώντας ότι ο κύριος στόχος της είναι το κοινό όφελος, καθιστώντας την ανθρωποκεντρική (Lederman, 2007). Ως εκ τούτου, καθιστούν δυσχερή την επαρκή επιστημονική κατάρτιση των μαθητών, καθώς ο τρόπος με τον οποίο προσεγγίζουν τη διδασκαλία της επιστήμης και των επιστημονικών εννοιών επικεντρώνεται σε συγκεκριμένους επιστημονικούς κλάδους, κυρίως των φυσικών επιστημών, ενώ, ταυτόχρονα, δεν υποστηρίζουν τη διαδικασία της διδασκαλίας της φύσης της επιστήμης (Lederman, 2007· McComas, 2017).

Δεδομένου, λοιπόν, ότι ο ρόλος των εκπαιδευτικών θεωρείται πρωταρχικός στην μαθησιακή διαδικασία, πρέπει να δίνεται προσοχή στην επιλογή των επιστημόνων ή των εκάστοτε καθηγητών που αναλαμβάνουν αυτή τη διαδικασία και να επιχειρείται η βελτίωση της ποιότητας της εκπαιδευτικής τους κατάρτισης (Bøe, Henriksen, Lyons, & Schreiner, 2011· Duschl, 2007· Fensham, 2002· George & Kapla, 1998· OECD, 2016c· Tai, Qi Liu, Maltese, & Fan, 2006).

1.4.4.2. Η σημασία της επιχειρηματολογίας

Η επιστημονική εκπαίδευση προσφέρει, επίσης, στον καθένα τη δυνατότητα συμμετοχής σε μια επιστημονική συζήτηση, με βασικό της στόχο την εμπλοκή τους στον επιστημονικό διάλογο (Duschl, 2007· Kuhn, 2010· Osborne et al., 2004). Η επιστημονική γνώση θεωρείται προϋπόθεση και προϊόν ενός (επιστημονικού) διαλόγου, που διεξά-

γεται με τη συμβολή της επιχειρηματολογίας, η οποία μάλιστα θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική για την επιστημονική εκπαίδευση (Ford & Wargo, 2012· Kuhn, 2010· Sadler & Donnelly, 2006).

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της επιχειρηματολογίας, όπως προσεγγίζεται μέσα από την επιστημονική εκπαίδευση, είναι η κατασκευή εξηγήσεων από τα άτομα που συμμετέχουν στη συζήτηση, τα οποία θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να τις διαχωρίσουν από τις αποδείξεις, απαιτώντας την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης ως κοινωνική δραστηριότητα. Μία συζήτηση, με τη σειρά της, έχει δύο βασικούς στόχους. Ο πρώτος απαιτεί από το άτομο να μπορέσει να αξιοποιήσει τα επιχειρήματα του συνομιλητή του, με τρόπο που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη ενός δικού του επιχειρήματος. Ο δεύτερος στόχος θέλει το άτομο να μπορεί να υπονομεύσει την άποψη του συνομιλητή του μέσα από τις αδυναμίες που παρουσιάζουν τα επιχειρήματά του. (Kuhn, 2010).

1.4.4.3. Αναλυτικά προγράμματα φυσικών επιστημών

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση για τις επιστήμες και ειδικότερα στην εκπαίδευση για τις φυσικές επιστήμες, στην προσπάθειά τους να αναδείξουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της επιστημονικής εκπαίδευσης, έχουν τα εκάστοτε αναλυτικά προγράμματα, ο σχεδιασμός των οποίων διαφέρει σε διαφορετικά πολιτισμικά, κοινωνικά και πολιτικά πλαίσια και συνθήκες. Η διδασκαλία θα πρέπει να είναι επικεντρωμένη στις ανάγκες και τα κίνητρα των μαθητών και να πραγματοποιείται μέσα από τα κατάλληλα μαθήματα. Οι μαθητές χρειάζεται να νιώθουν ότι ενισχύεται το ενδιαφέρον τους, προκειμένου να ενθαρρύνεται η εμπλοκή τους σε επιστημονικά και τεχνολογικά ζητήματα (Archer-Bradshaw, 2017).

Τα (διαφορετικά) προγράμματα σπουδών καθορίζουν το περιεχόμενο της επιστήμης στο σχολείο, τις ικανότητες που χρειάζεται να καλλιεργηθούν στους μαθητές, καθώς και τη δυνατότητα αποτύπωσης της σύνδεσης ανάμεσα στον τρόπο διδασκαλίας και τα επιτεύγματα των μαθητών (Kauertz et al., 2012· Prenzel et al., 2012).

Το βασικότερο σημείο του περιεχομένου της επιστήμης που επιλέγεται είναι η ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης των μαθητών. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση κατάλληλων διαδικασιών της επιστήμης, όπως είναι η μοντελοποίηση και τα πειράματα (Kauertz et al., 2012). Τα πειράματα ενσωματώνονται στην επιστημονική έρευνα, η οποία θέτει προκλήσεις τόσο για τους ίδιους τους μαθητές όσο και για τους

δασκάλους (Hofstein & Lunetta, 2004· Kauertz et al., 2012). Με το πείραμα είναι δυνατή η επαρκής κατανόηση επιστημονικών αρχών από την πλευρά των μαθητών, η εξερεύνηση και μελέτη του φυσικού κόσμου, η κατασκευή εξηγήσεων για φυσικά φαινόμενα και η εξαγωγή συμπερασμάτων μέσω αποδείξεων που πηγάζουν από την επιστημονική εργασία (Gummer & Champagne, 2006· Hofstein & Lunetta, 2004). Ως εκ τούτου, η επιστημονική έρευνα εμφανίζεται ως ένας από τους βασικούς στόχους της διδασκαλίας και της μάθησης των φυσικών επιστημών (Hofstein & Lunetta, 2004).

Στην Ελλάδα, τα αναλυτικά προγράμματα των Φυσικών Επιστημών έχουν δεχτεί έντονη κριτική. Χαρακτηρίζονται από πληθώρα ύλης και λεπτομερειακή διδασκαλία εννοιών, εστιάζοντας στο περιεχόμενο της μάθησης (Βεστάκης, 2014· Καριώτογλου, Σπύρτου, Πνευματικός, & Ζουπίδης, 2012). Παρατηρείται έντονη εμφάνιση θεωρητικής γνώσης (Βεστάκης, 2014· Πράμας & Κουμαράς, 2008), που “πηγάζει” από το κείμενο (και όχι από άλλα μέσα, όπως διαγράμματα, πίνακες ή εικόνες) (Αποστολόπουλος, Ψαλίδας, & Χατζηνικήτα, 2008). Καθοριστικός φαίνεται να είναι ο ρόλος του δασκάλου στη μαθησιακή διαδικασία, με την πρακτική της “μετάδοσης” έτοιμης γνώσης να κυριαρχεί (Τσαπαρλής & PARSEL, 2008). Επιπλέον, δεν παρατηρείται σύνδεση του περιεχομένου των ΑΠ των Φυσικών Επιστημών με καταστάσεις της καθημερινής ζωής (Αποστολόπουλος κ.συν., 2008· Πράμας & Κουμαράς, 2008).

Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση οι φυσικές επιστήμες περιλαμβάνουν ένα σύνολο γνωστικών αντικειμένων και, συγκεκριμένα, φυσική, χημεία, και βιολογία, μέσα στα οποία επιχειρείται και η προσέγγιση περιβαλλοντικών θεμάτων. Χαρακτηριστικό των μαθημάτων αυτών είναι η εργαστηριακή προσέγγιση των ζητημάτων φυσικών επιστημών (Αναστασάκης & Μαρκογιαννάκης, 2016· Στύλος, Κώτσης, & Μαυρίδης, 2016· Χαρίτος, Σάλτα, & Τζουγκράκη, 2011). Όσον αφορά τα περιβαλλοντικά προγράμματα, ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η χρήση τους διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του γνωστικού επιπέδου στα διάφορα γνωστικά αντικείμενα (Κιμιώνης, 2009).

Αναφορικά με το δημοτικό σχολείο, το 2014, αναπτύχθηκε στην Ελλάδα ένα νέο πρόγραμμα σπουδών για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, με σκοπό να βελτιώσει την επιστημονική εκπαίδευση, η οποία θέτει ως προτεραιότητα την εξέλιξη των μαθητών. Ο προγραμματισμός του συγκεκριμένου προγράμματος σπουδών επιχειρεί να συνδέσει την επιστήμη με την κοινωνία μέσα από μια σειρά πρακτικών, όπως περιγράφονται στη συνέχεια (ΙΕΠ, 2014).

Αρχικά, μία από αυτές τις πρακτικές είναι η σύνδεση των διάφορων εννοιών τόσο μεταξύ τους όσο και στο πλαίσιο της αειφορίας. Επιδιώκεται, κυρίως, η ανάπτυξη της επίγνωσης των μαθητών για τα περιβαλλοντικά ζητήματα, μιας και το περιβάλλον αποτελεί έναν από τους τρεις πυλώνες της αειφορίας, μαζί με την κοινωνία και την οικονομία.

Το συγκεκριμένο αναλυτικό πρόγραμμα επιχειρεί, επίσης, να εντάξει στη διδασκαλία τη χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), προκειμένου ο μαθητής να αναπτύξει δεξιότητες που σχετίζονται με την τεχνολογία, έτσι ώστε να καλλιεργηθούν ικανότητες για να μπορέσει να διαμορφωθεί ο μαθητής ως σύγχρονος πολίτης και να ενταχθεί στη σύγχρονη τεχνολογική εποχή.

Ακόμη, προσπαθεί να δημιουργήσει αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης, να προωθήσει την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών τόσο σε επίπεδο σχολείου όσο και εξωσχολικά περιβάλλοντα και να καλλιεργήσει το διάλογο και την επιχειρηματολογία, προκειμένου να ενεργοποιηθούν τα κίνητρά τους για μάθηση και να αναπτύξουν τις γνώσεις τους πάνω σε κοινωνικά θέματα που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες και να μπορούν να πάρουν σημαντικές αποφάσεις (ΙΕΠ, 2014).

Σε επίπεδο σχολείου, προκειμένου να οικοδομήσουν οι μαθητές την επιστημονική τους γνώση, καλούνται να μελετήσουν το φυσικό κόσμο. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, οι μαθητές συμμετέχουν σε διαδικασίες επιστημονικής έρευνας μέσω δραστηριοτήτων αναζήτησης και επεξεργασίας πληροφοριών, ενταγμένες στο φυσικό, ανθρωπογενές και τεχνολογικό περιβάλλον. Σε αυτό συμβάλουν και οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί, καθώς οφείλουν να σχεδιάζουν μαθησιακά περιβάλλοντα, όπου η μάθηση δεν θα επιτυγχάνεται απλώς με την παροχή πληροφοριών (ΙΕΠ, 2014).

Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η διδασκαλία των φυσικών επιστημών επηρεάζει τις επιδόσεις των μαθητών και, πολλές φορές, τις επιλογές της επαγγελματικής τους σταδιοδρομίας και τις προσδοκίες που έχουν (OECD, 2016c). Συμπερασματικά, λοιπόν, τα αναλυτικά προγράμματα και, κατ' επέκταση, τα διάφορα εκπαιδευτικά συστήματα, υφίστανται συνεχώς τροποποιήσεις και δομούνται με τρόπο τέτοιο, ώστε οι μαθητές (προγραμματικά) να αναπτύσσουν και να καλλιεργούν επιστημονικούς τρόπους σκέψης, με σκοπό να συνεισφέρουν όσο το δυνατό περισσότερο σε μια απαιτητική κοινωνία, τόσο σε επίπεδο σχολείου όσο και κατά την ενηλικίωσή τους (Hofstein & Lunetta, 2004).

1.4.5. Από την εκπαίδευση των μαθητών στην εκπαίδευση των πολιτών

Στη σύγχρονη κοινωνία παρατηρείται η ανάγκη εκπαίδευσης τόσο των πολιτών που θα ασχοληθούν σε επαγγελματικό επίπεδο με ζητήματα επιστήμης, όσο και αυτών που θα χρησιμοποιήσουν την επιστημονική μεθοδολογία και γνώση τους στην καθημερινή ζωή, προωθώντας την ατομική τους ανάπτυξη και την επίτευξη των φιλοδοξιών τους (Archer-Bradshaw, 2017). Βασική απαίτηση της εκπαίδευσης είναι οι μαθητές να γίνουν υπεύθυνοι, ενεργοί πολίτες (Li & Frieze, 2016), ώστε να μπορούν να εφαρμόσουν όσα έχουν μάθει (OECD, 2016a· Sadler & Zeidler, 2009).

Η εκπαίδευση του πολίτη έχει ως στόχο να βοηθήσει τα άτομα να αποκτήσουν νέα ενδιαφέροντα για επιστημονικά θέματα, τα οποία εντάσσονται σε προσωπικό, τοπικό και διεθνές επίπεδο, με σκοπό την καλλιέργεια του επιστημονικού εγγραμματισμού. Επιπλέον, αυτή η εκπαίδευση επιχειρεί να τους διευκολύνει να αποκτήσουν μια βαθύτερη κατανόηση του επιστημονικού εγχειρήματος, αλλά και να αναπτύξουν την ικανότητά τους να μεταφέρουν τη γνώση που αποκτούν σε μια δημόσια συζήτηση (Levy & Germonprez, 2017). Επίσης, παρά τα διαφορετικά επίπεδα των ζητημάτων που ενσωματώνει, αποφεύγει την οποιαδήποτε πολιτική προσπάθει να χειραγωγήσει τους μελλοντικούς πολίτες να κινηθούν προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Αντιθέτως, σέβεται τις αξίες και το γενικό σκοπό της εκπαίδευσης και αποσκοπεί στη δημιουργία στοχαστικών πολιτών (Zápotočná, 2012).

Βασικό χαρακτηριστικό της εκπαίδευσης του πολίτη, λοιπόν, είναι οι επιλογές της κοινωνίας για το είδος των πολιτών που θέλει (Bennett, Wells, & Rank, 2009). Η εκπαίδευση αυτή δίνει έμφαση στη μάθηση μέσω της εμπειρίας, προσπαθώντας να εμπλέξει τους μαθητές σε δραστηριότητες, με σκοπό την απόκτηση εμπειριών σε οικείες ή μη καταστάσεις της ζωής, εμπειρίες που αποκτώνται μέσω ερεθισμάτων που παρέχονται από την εμπλοκή των ατόμων σε πραγματικές καταστάσεις, τόσο μέσα στο σχολείο όσο και έξω από αυτό (Sadler & Zeidler, 2009· Zápotočná, 2012).

Πρόκειται, λοιπόν, για μια *κριτική εκπαίδευση*, η οποία προσπαθεί να βρει λύσεις και να εξελιχθεί στο βαθμό που να ταιριάζει με τις ανάγκες των νέων πολιτών να ανακαλύψουν και να δομήσουν τη σημαντική και χρήσιμη γνώση, στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας της σύγχρονης κοινωνίας και να αποκτήσουν τις απαραίτητες ικανότητες για να μπορέσουν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά σε έναν

κόσμο επιστήμης και τεχνολογίας (Bennett et al., 2009· Tytler, Symington, & Smith, 2011· Zápotočná, 2012).

Η τεχνολογία μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σημαντικό εργαλείο της επιστήμης, ενισχύοντας τις επιδόσεις των εκπαιδευόμενων σε ποικίλα επιστημονικά πεδία, καθώς μπορεί να δημιουργήσει αναπαραστάσεις φυσικών φαινομένων σε εικονικό περιβάλλον (Barelli, Branchetti, Tasquier, Albertazzi, & Levriani, 2018· Zouda, 2018). Δεδομένου, λοιπόν, ότι η τεχνολογία και η επιστήμη φαίνεται να εδραιώνονται στη σύγχρονη κοινωνία, πρωταρχικός στόχος της αγωγής του πολίτη είναι να εντείνει το ενδιαφέρον των μαθητών να αντιληφθούν ότι οι δύο αυτές αναδυόμενες πτυχές κατέχουν ουσιαστική θέση σε ολόκληρο το φάσμα της ζωής τους και δεν απομονώνονται αποκλειστικά σε ένα μαθησιακό και διδακτικό περιβάλλον (Jack, Lee, Yang, & Lin, 2017). Παρόλα αυτά, το σχολείο αποτελεί σταθμό, προσπαθώντας να διαμορφώσει ικανούς πολίτες να κατανοούν την επιστήμη και την τεχνολογία, ώστε να δημιουργήσει μια επιτυχημένη (DeBoer, 2011).

Το αποτέλεσμα της εκπαίδευσης του πολίτη, λοιπόν, σε συνδυασμό με τον επιστημονικό εγγραμματισμό, προϋποθέτει την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και συμβάλλει στην κριτική ενασχόληση με θέματα επιστημών και στην απόκτηση μιας κοινωνικής συμπεριφοράς, η οποία παρακινεί τα άτομα να συμμετέχουν ενεργά στην κοινωνία, μέσα από την εφαρμογή των γνώσεών τους, καθιστώντας τα κριτικά σκεπτόμενους πολίτες (Sadler & Zeidler, 2009· Zápotočná, 2012).

1.4.6. Διεθνείς αξιολογήσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού σε μαθητές

Δύο από τις σημαντικότερες έρευνες που αξιολογούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό σε επίπεδο μαθητή είναι, αφενός, το διεθνές πρόγραμμα PISA (Programme for International Student Assessment) που διεξάγεται από τον ΟΟΣΑ (Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη) και, αφετέρου, η έρευνα TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) του IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement – Διεθνής Οργανισμός για την Αξιολόγηση των Εκπαιδευτικών Επιτευγμάτων).

1.4.6.1. PISA

Η αξιολόγηση PISA απευθύνεται σε μαθητές ηλικίας 15 ετών και στοχεύει στην αξιολόγηση των βασικών γνώσεων και δεξιοτήτων που αποκτούν οι μαθητές, ώστε να έ-

χουν ενεργό ρόλο στις μοντέρνες κοινωνίες της γνώσης (Drechsel, Carstensen, & Prenzel, 2011; OECD, 2016a, 2016b). Ξεκίνησε το 2000 και διεξάγεται κάθε τρία χρόνια (DeBoer, 2011). Οι μαθητές αξιολογούνται σε κάθε κύκλο στον αναγνωστικό, το μαθηματικό και τον επιστημονικό εγγραμματισμό, αλλά κάθε φορά δίνεται μεγαλύτερο βάρος σε ένα από αυτά τα γνωστικά αντικείμενα (Σχήμα 2). Ένας άλλος εξίσου σημαντικός τομέας που αξιολογείται είναι αυτός της επίλυσης προβλημάτων, ενώ το 2015 εντάχθηκε ο τομέας της συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων και το 2018 οι Ικανότητες του Πολίτη του Κόσμου. Ο επιστημονικός εγγραμματισμός αποτέλεσε τον κύριο τομέα το 2006 για πρώτη φορά και, έπειτα, το 2015.



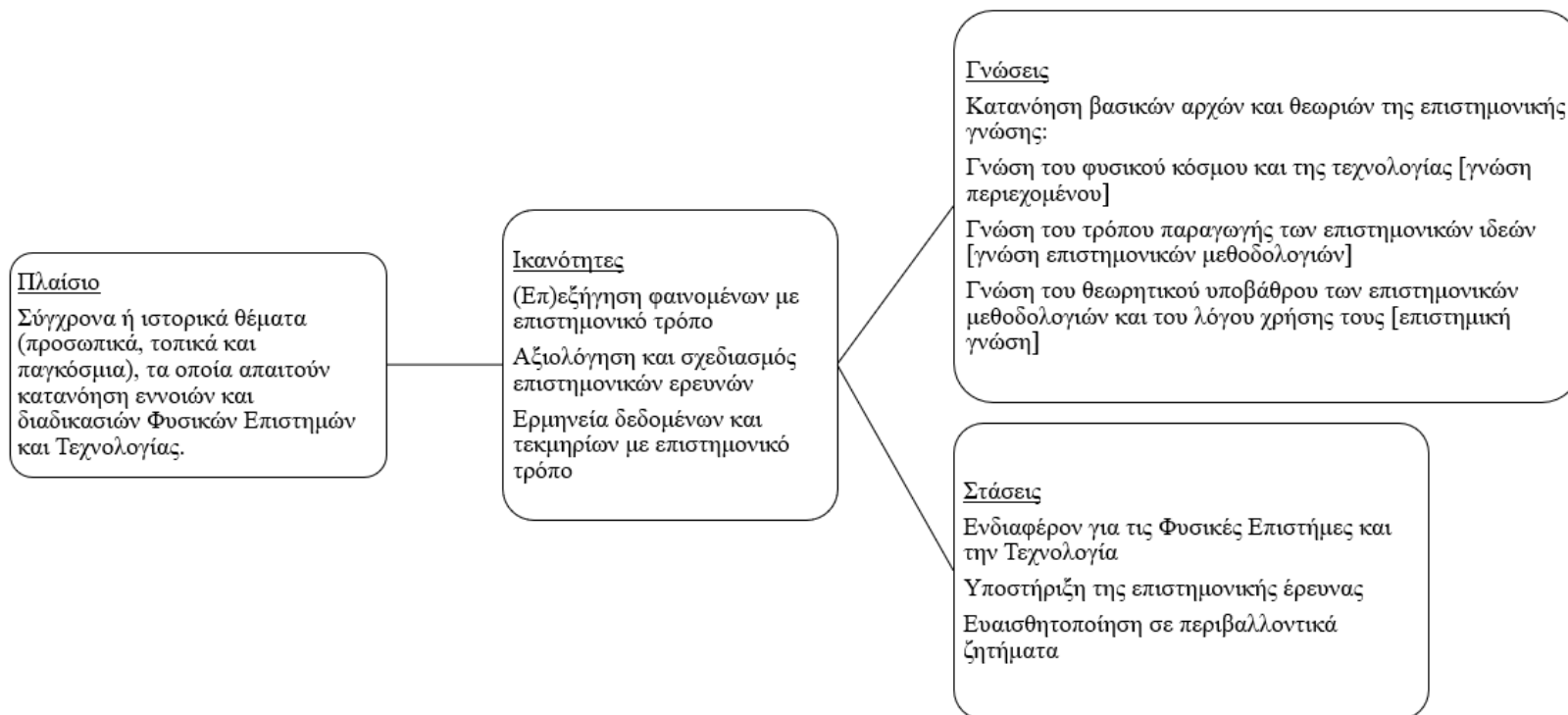
Σχήμα 2: Τομείς αξιολόγησης PISA

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του εν λόγω προγράμματος είναι ότι προσπαθεί να αξιολογήσει τον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών (Sadler & Zeidler, 2009). Προσπαθεί να εξετάσει, όχι απλά την απομνημόνευση και την αναπαραγωγή της γνώσης, αλλά την ικανότητά τους να την εφαρμόζουν σε άγνωστες καταστάσεις (OECD, 2016a, 2016b). Για το λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να εξετάζεται η σχέση που αναπτύσσεται ανάμεσα στις επιδόσεις των μαθητών σε θέματα επιστημών και στο ενδιαφέρον που αναπτύσσεται για την επιστήμη (Drechsel et al., 2011).

Η αξιολόγηση των μαθητών πραγματοποιείται με τη χορήγηση διαφορετικών φυλλαδίων εξέτασης, όπου καλούνται να απαντήσουν σε θέματα κλειστού και ανοιχτού τύπου, δηλαδή σε ερωτήσεις επιλογής και ερωτήσεις που απαιτούν τη δόμηση μιας απάντησης. Το 2015 η εξέταση είναι σε ηλεκτρονική μορφή. Προκειμένου να είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων για τις επιδόσεις των μαθητών και την επιρροή άλλων παραγόντων σε αυτές, καλούνται να συμπληρώσουν και ένα ερωτηματολόγιο προσωπικών πληροφοριών. Για τον ίδιο λόγο, αντίστοιχα ερωτηματολόγια δίνονται σε διευθυντές, δασκάλους και γονείς των μαθητών που συμμετέχουν στην έρευνα. Στην Ελλάδα δεν χορηγούνται τα ερωτηματολόγια των δασκάλων και των γονέων. Στον κύκλο αξιο-

λόγησης του 2015 χορηγήθηκε στους μαθητές ένα επιπλέον ερωτηματολόγιο και αφορούσε την εξοικείωσή τους με τις ΤΠΕ, καθώς επιχειρήθηκε και η διερεύνηση ζητημάτων σχετικών με τις ΤΠΕ (OECD, 2016a).

Η έρευνα PISA αξιολογεί τον εγγραμματισμό στις Φυσικές Επιστήμες μέσα από τέσσερα αλληλένδετα στοιχεία: το *πλαίσιο* (contexts) που εντάσσονται οι ερωτήσεις στις οποίες καλούνται να απαντήσουν οι μαθητές, τις *ικανότητες* (competencies) που πρέπει να έχουν οι μαθητές προκειμένου να ανταποκριθούν επιτυχώς στην επίλυση σχετικών προβλημάτων, καθώς επίσης τις *γνώσεις* (knowledge) και *στάσεις* (attitudes) των μαθητών απέναντι στην επιστήμη (OECD, 2016a). Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η αλληλεξάρτηση αυτών των τεσσάρων στοιχείων.



Σχήμα 3: Αλληλένδετα στοιχεία επιστημονικού εγγραμματισμού

Τα θέματα των φυσικών επιστημών τοποθετούνται σε προσωπικό, κοινωνικό και παγκόσμιο πλαίσιο, ενώ η έννοια της γνώσης περιγράφει την επιστημονική γνώση. Όσον αφορά τις ικανότητες, πρέπει να σημειωθεί ότι εμπεριέχουν την επιστημονική γνώση και, ουσιαστικά, πρόκειται για την «επιστημονική εξήγηση φαινομένων», την «αξιολόγηση και το σχεδιασμό επιστημονικής έρευνας» και την «επιστημονική ερμηνεία δεδομένων και αποδείξεων». Τέλος, μέσω των στάσεων, τα άτομα είναι σε θέση να αποκτήσουν και να εφαρμόζουν την επιστημονική γνώση και να εμπλέκονται με επιστημονικά θέματα. Οι στάσεις έχουν σχέση με το ενδιαφέρον προς την επιστήμη, την υποστήριξη της επιστημονικής έρευνας και την επίγνωση της ευθύνης απέναντι στο περιβάλλον (OECD, 2016a). Για να δοθεί μια ξεκάθαρη εικόνα των στάσεων από την πλευρά των μαθητών, και δεδομένου ότι προκύπτει από την ενασχόληση ενός ατόμου με ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο, εντάσσονται στο ερωτηματολόγιο του μαθητή ερωτήσεις οι οποίες συγκροτούν ορισμένους δείκτες που φανερώνουν αυτές τις στάσεις (Πίνακας 1) (OECD, 2016a).

Πίνακας 1: Δείκτες στάσεων των μαθητών σύμφωνα με τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου

<i>Δείκτης</i>	<i>Ερωτήσεις</i>
Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση (ENVAWARE)	Πόσο ενημερωμένος/η είσαι σχετικά με τα ακόλουθα περιβαλλοντικά ζητήματα;
	ST092Q01TA Η αύξηση των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.
	ST092Q02TA Η χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών.
	ST092Q04TA Πυρηνικά απόβλητα.
	ST092Q05TA Οι συνέπειες της αποψίλωσης των δασών για άλλες χρήσεις γης.
	ST092Q06NA Ρύπανση του αέρα.
	ST092Q08NA Εξαφάνιση φυτών και ζώων.
	ST092Q09NA Λειψυδρία.
Περιβαλλοντική αισιοδοξία (ENVOPT)	Πιστεύεις ότι τα προβλήματα που σχετίζονται με τα παρακάτω περιβαλλοντικά ζητήματα θα βελτιωθούν ή θα επιδεινωθούν τα επόμενα 20 χρόνια;
	ST093Q01TA Ρύπανση του αέρα.
	ST093Q03TA Εξαφάνιση φυτών και ζώων.

Δείκτης	Ερωτήσεις
	<p>ST093Q04TA Αποψίλωση των δασών για άλλες χρήσεις γης.</p> <p>ST093Q05TA Λειψυδρία.</p> <p>ST093Q06TA Πυρηνικά απόβλητα.</p> <p>ST093Q07NA Η αύξηση των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.</p> <p>ST093Q08NA Η χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών.</p>
<p>Ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις Φυσικές Επιστήμες (JOYSCIE)</p>	<p>Πόσο διαφωνείς ή συμφωνείς με τις παρακάτω δηλώσεις για τον εαυτό σας;</p> <p>ST094Q01NA Η ενασχόληση με θέματα των Φυσικών Επιστημών είναι μια ευχάριστη εμπειρία.</p> <p>ST094Q02NA Μου αρέσει να διαβάζω βιβλία σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες.</p> <p>ST094Q03NA Χαίρομαι να ασχολούμαι με την επίλυση προβλημάτων Φυσικών Επιστημών.</p> <p>ST094Q04NA Μου αρέσει να ενημερώνομαι για θέματα των Φυσικών Επιστημών.</p> <p>ST094Q05NA Αναζητώ ενημέρωση για θέματα Φυσικών Επιστημών.</p>
	<p>Πόσο ενδιαφέρεσαι να μάθεις για τα παρακάτω θέματα Φυσικών Επιστημών;</p>

Δείκτης	Ερωτήσεις	
Ενδιαφέρον για θέματα Φυσικών Επιστημών (INTBRSCI)	ST095Q04NA	Βιόσφαιρα (π.χ. λειτουργίες οικοσυστήματος, αειφορία).
	ST095Q07NA	Κινήσεις και δυνάμεις (π.χ. ταχύτητα, τριβή, μαγνητικές και βαρυτικές δυνάμεις).
	ST095Q08NA	Ενέργεια και μετατροπές ενέργειας (π.χ. διατήρηση, χημικές αντιδράσεις).
	ST095Q13NA	Το Σύμπαν και η ιστορία του.
	ST095Q15NA	Πώς η επιστήμη μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη ασθενειών.
Αυτό-αποτελεσματικότητα στις Φυσικές Επιστήμες (SCIEEFF)	Πόσο εύκολο πιστεύεις ότι θα ήταν για εσένα να εκτελέσεις μόνος/η σου τις παρακάτω εργασίες;	
	ST129Q01TA	Αναγνωρίζω την επιστημονική ερώτηση που παρουσιάζεται σε μια εφημερίδα σχετικά με ένα θέμα υγείας.
	ST129Q02TA	Μπορώ να εξηγήσω γιατί οι σεισμοί συμβαίνουν πιο συχνά σε μερικές περιοχές από ότι σε άλλες.
	ST129Q03TA	Μπορώ να περιγράψω το ρόλο των αντιβιοτικών στη θεραπεία ασθενειών.
	ST129Q04TA	Αναγνωρίζω την επιστημονική ερώτηση που σχετίζεται με την αποκομιδή των απορριμμάτων.
ST129Q05TA	Μπορώ να προβλέψω πώς οι αλλαγές στο περιβάλλον μπορούν να επηρεάσουν την επιβίωση ορισμένων ειδών.	

Δείκτης	Ερωτήσεις	
	ST129Q06TA	Ερμηνεύω την επιστημονική πληροφορία που αναγράφεται στις ετικέτες των τροφίμων.
	ST129Q07TA	Συζητώ για τον τρόπο με τον οποίο νέα αποδεικτικά στοιχεία οδηγούν σε αλλαγή της σκέψης μας για την πιθανή ύπαρξη ζωής στον Άρη.
	ST129Q08TA	Αναγνωρίζω την καλύτερη από τις δύο εξηγήσεις που δίνονται για το σχηματισμό της όξινης βροχής.
Επιστημικές πεποι- θήσεις (EPIST)	Πόσο διαφωνείς ή συμφωνείς με τις παρακάτω δηλώσεις;	
	ST131Q01NA	Ένας καλός τρόπος για να γνωρίζεις αν κάτι είναι αληθές είναι να κάνεις ένα πείραμα.
	ST131Q03NA	Μερικές φορές οι ιδέες στις Φυσικές Επιστήμες αλλάζουν.
	ST131Q04NA	Οι καλές απαντήσεις βασίζονται σε αποδείξεις από διαφορετικά πειράματα.
	ST131Q06NA	Είναι καλό να δοκιμάζεις πειράματα περισσότερο από μία φορά για να σιγουρευτείς για τα ευρήματά σου.
	ST131Q08NA	Μερικές φορές οι επιστήμονες αλλάζουν γνώμη για το τι είναι αλήθεια στην επιστήμη.
	ST131Q11NA	Μερικές φορές οι ιδέες στα βιβλία των Φυσικών Επιστημών αλλάζουν.
	Πόσο συχνά κάνεις τα παρακάτω;	

Δείκτης	Ερωτήσεις	
Ενασχόληση με δραστηριότητες στις Φυσικές Επιστήμες (SCIEACT)	ST114Q01TA	Παρακολουθώ προγράμματα στην τηλεόραση για τις Φυσικές Επιστήμες.
	ST114Q02TA	Δανείζομαι ή αγοράζω βιβλία σχετικά με θέματα των Φυσικών Επιστημών.
	ST114Q03TA	Επισκέπτομαι ιστοσελίδες σχετικά με θέματα των Φυσικών Επιστημών.
	ST114Q04TA	Διαβάζω περιοδικά σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες ή επιστημονικά άρθρα στις εφημερίδες.
	ST114Q05TA	Συμμετέχω σε επιστημονική ομάδα.
	ST114Q06NA	Προσομοιώνω φυσικά φαινόμενα σε προγράμματα Η/Υ/εικονικά εργαστήρια.
	ST114Q07NA	Προσομοιώνω τεχνικές διαδικασίες σε προγράμματα Η/Υ/εικονικά εργαστήρια.
	ST114Q08NA	Επισκέπτομαι ιστοσελίδες οικολογικών οργανισμών.
	ST114Q09NA	Ακολουθώ τα νέα των Φυσικών Επιστημών, περιβαλλοντικούς ή οικολογικούς οργανισμούς μέσα από blog.

1.4.6.2. TIMSS

Η έρευνα TIMSS μετρά τις τάσεις στα επιτεύγματα των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών, σε μαθητές ηλικίας 9-10 και 15 ετών. Ξεκίνησε από το 1995 και πραγματοποιείται κάθε τέσσερα χρόνια (DeBoer, 2011· Martin, Mullis, Foy, & Hooper, 2016).

Το TIMSS εστιάζει σε τρία επίπεδα του προγράμματος σπουδών, με βάση το πλαίσιο στο οποίο εντάσσονται. Συγκεκριμένα, το πρώτο επίπεδο που ξεχωρίζει είναι το «Επιδιωκόμενο Πρόγραμμα Σπουδών – Intended Curriculum», το οποίο εντάσσεται στο εθνικό, κοινωνικό και εκπαιδευτικό πλαίσιο. Το επόμενο επίπεδο είναι το «Εφαρμοζόμενο Πρόγραμμα Σπουδών – Implemented Curriculum», στο πλαίσιο που έχει σχέση με το σχολείο, το δάσκαλο και την τάξη. Το τελευταίο επίπεδο είναι το «Επιτυγχανόμενο Πρόγραμμα Σπουδών – Attained Curriculum», το οποίο εστιάζει στα μαθησιακά αποτελέσματα και τα χαρακτηριστικά των μαθητών (Jones et al., 2013· Thomson, Hillman, & Wernert, 2012).

Με βάση, λοιπόν, τα παραπάνω επίπεδα ο κύριος στόχος του TIMSS είναι να αξιολογήσουν οι συμμετέχουσες χώρες τα επιτεύγματα των μαθητών στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες με την πάροδο του χρόνου, τις επιστημονικές έννοιες, διεργασίες και στάσεις που έχουν κατακτήσει οι μαθητές, αλλά και τη διδασκαλία και μάθηση αυτών των αντικειμένων, καθώς και τα πλαίσια εντός των οποίων επιτυγχάνονται. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα στις χώρες να ελέγξουν το πόσο βελτιώθηκαν με την πάροδο του χρόνου (IEA, 2011a· Jones et al., 2013· Thomson et al., 2012). Σε γενικές γραμμές, το TIMSS στοχεύει στην αξιολόγηση των εξωσχολικών γνώσεων των μαθητών (DeBoer, 2011).

Όσον αφορά τον επιστημονικό εγγραμματισμό η αξιολόγησή του γίνεται, σε κάθε κύκλο, μέσα από δύο διαστάσεις, τη διάσταση περιεχομένου και τη γνωστική διάσταση. Στην πρώτη διάσταση αξιολογείται γνωστικό αντικείμενο και, συγκεκριμένα, οι επιστήμες της ζωής, που αφορούν την υγεία και τις ασθένειες, και οι επιστήμες της Γης, σχετικά με τους φυσικούς πόρους και την ποιότητα του περιβάλλοντος, όπως, επίσης, και τα αντικείμενα της φυσικής και της χημείας (OECD, 2016a· Jones et al., 2013). Από την άλλη, η δεύτερη διάσταση αφορά την επιστημονική γνώση, όπου αξιολογούνται οι διαδικασίες της σκέψης, δηλαδή η μάθηση-γνώση των βασικών εννοιών, η εφαρμογή αυτής της γνώσης και η αιτιολόγηση απόψεων και κρίσεων με βάση τη γνώση (Jones et al., 2013).

Στο TIMSS του 2015, εκτός από τα παραπάνω, προστέθηκε και η αξιολόγηση των πρακτικών που εφαρμόζονται στην επιστήμη. Με τον όρο αυτό επισημαίνονται οι ικανότητες της καθημερινής ζωής που χρησιμοποιούν οι μαθητές για τη διεξαγωγή μιας επιστημονικής έρευνας, εμπλέκοντάς τους στην κατανόηση τόσο του φυσικού κόσμου όσο και του επιστημονικού εγχειρήματος. Από αυτές τις πρακτικές, οι πέντε βασικότερες αφορούν (α) τις ερωτήσεις-υποθέσεις που προκύπτουν από την παρατήρηση των φαινομένων του φυσικού κόσμου, (β) την παραγωγή αποδείξεων για τις υποθέσεις μέσω συστηματικών ερευνών, (γ) την εργασία με τα δεδομένα που συλλέγονται από το εγχείρημα, εστιάζοντας στην περιγραφή και ερμηνεία τους, καθώς και στην εύρεση των σχέσεων των μεταβλητών, (δ) τις απαντήσεις που δίνονται στα ερευνητικά ερωτήματα με τη χρήση των αποδείξεων, και (ε) τη δημιουργία επιχειρημάτων από τα στοιχεία που συγκεντρώνονται, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα που να μπορούν να επεκταθούν σε νέες καταστάσεις (Jones et al., 2013). Ωστόσο, είναι ιδιαίτερα σημαντικό το γεγονός ότι η αξιολόγηση αυτών των πρακτικών δεν πραγματοποιείται μεμονωμένα, αλλά εντάσσονται στα πλαίσια της διάστασης περιεχομένου και βασίζεται στους γνωστικούς τομείς (Jones et al., 2013).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια ενδεικτικά παραδείγματα για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις (Martin et al., 2016).

α) Ερωτήσεις-υποθέσεις από την παρατήρηση φαινομένων του φυσικού κόσμου

Τα αρπακτικά πτηνά, όπως οι αετοί, δεν μπορεί να επιβιώσει σε ένα περιβάλλον χωρίς φυτά.



Εξηγήστε γιατί.

β) Παραγωγή αποδείξεων για τις υποθέσεις μέσω συστηματικών ερευνών

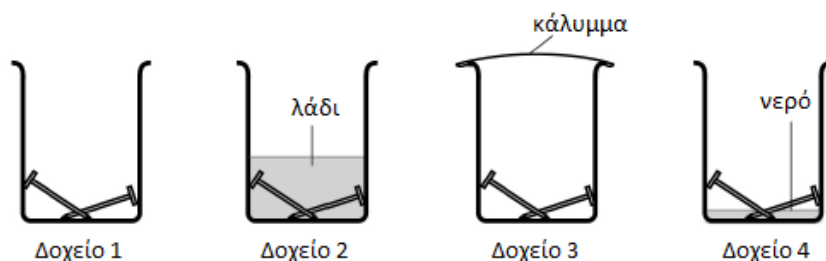
Τέσσερις μαθητές διερεύνησαν τη σκουριά των καρφιών.

Η Μαρία τοποθέτησε 2 καρφιά στο Δοχείο 1.

Η Ελένη τοποθέτησε 2 καρφιά στο Δοχείο 2 και τα κάλυψε με λάδι.

Ο Γιώργος τοποθέτησε 2 καρφιά στο Δοχείο 3 και το σφράγισε.

Η Κωνσταντίνα τοποθέτησε 2 καρφιά στο Δοχείο 4 και έριξε μέσα λίγο νερό.

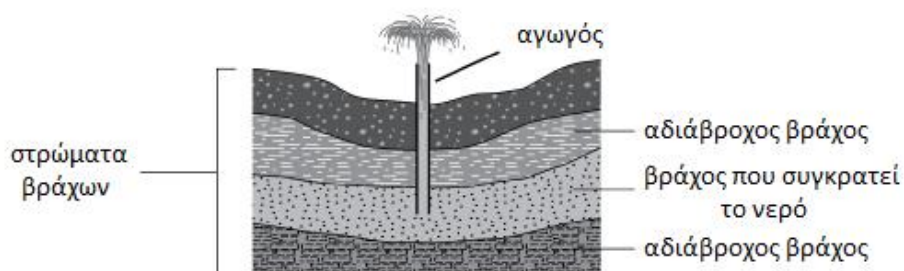


Μετά από μία εβδομάδα, σε ποιο δοχείο θα σκουριάσουν περισσότερο τα καρφιά;

- A. Στο Δοχείο 1
- B. Στο Δοχείο 2
- Γ. Στο Δοχείο 3
- Δ. Στο Δοχείο 4

γ) Εργασία με τα δεδομένα που συλλέγονται από το εγχείρημα

Μία αρτεσιανή βάση διατηρεί το υπόγειο νερό σε ένα στρώμα βράχου. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ένα μέρος μιας αρτεσιανής βάσης.



Όταν οι άνθρωποι τοποθετούν τον αγωγό στο στρώμα βράχου, το νερό βγαίνει από τον αγωγό και ρέει επάνω στο έδαφος.



Τι μετακινεί το νερό έξω από τον αγωγό;

- A. Ηλεκτρισμός
- B. μαγνητισμός
- Γ. πίεση
- Δ. βαρύτητα

δ) Απαντήσεις που δίνονται στα ερευνητικά ερωτήματα με τη χρήση αποδείξεων

Ο χυμός από κόκκινο λάχανο είναι ένας φυσικός δείκτης pH. Το χρώμα από το χυμό είναι μοβ.

- Όταν προστίθεται σε **οξύ**, το χρώμα μετατρέπεται σε **κόκκινο**.
- Όταν προστίθεται σε **βάση**, το χρώμα μετατρέπεται σε **μπλε**.
- Όταν προστίθεται σε **ουδέτερο διάλυμα**, το χρώμα παραμένει **μοβ**.

Γράψτε το χρώμα του διαλύματος αφού ο δείκτης προστεθεί σε κάθε ένα από τα ακόλουθα.

Χρώμα

Απεσταγμένο νερό

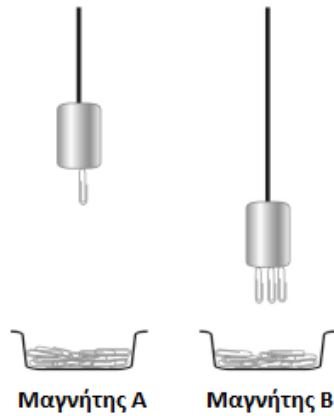
Χυμός λεμονιού

Ξύδι

Διάλυμα μαγειρικής σόδας

ε) Δημιουργία επιχειρημάτων από τα στοιχεία που συγκεντρώνονται

Δύο μαγνήτες, A και B, πλησιάζουν ένα δίσκο μεταλλικών συνδετήρων και διατηρούνται σε σταθερή απόσταση.



Η Ματίνα αναλογίζεται τη διάταξη και συμπεραίνει ότι ο μαγνήτης Β είναι πιο ισχυρός από το μαγνήτη Α.

Συμφωνείτε με το συμπέρασμα της Ματίνας;

(Επιλέξτε ένα κουτάκι.)

- Ναι
- Όχι

1.4.6.3. Μορφή γνωστικών αντικειμένων των δύο διεθνών αξιολογήσεων

Στην έρευνα PISA, τα εργαλεία του γνωστικού μέρους που χορηγούνται στους μαθητές περιέχουν μια σειρά από θέματα με συγκεκριμένη μορφολογία. Αρχικά, δίνεται ένα σύντομο απόσπασμα ή κείμενο, το οποίο μπορεί να συνοδεύεται από έναν πίνακα, ένα γράφημα ή ένα διάγραμμα, προσπαθώντας να δημιουργήσει όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά προβλήματα της καθημερινής ζωής (Εικόνα 2).

ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Διαβάστε το παρακάτω κείμενο και απαντήστε στις ερωτήσεις που ακολουθούν.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου: μύθος ή πραγματικότητα;

Τα έμβια όντα χρειάζονται ενέργεια για να επιβιώσουν. Η ενέργεια που υποστηρίζει τη ζωή στη Γη προέρχεται από τον Ήλιο, που ακτινοβολεί ενέργεια στο διάστημα επειδή είναι πολύ καυτός. Ένα πολύ μικρό ποσοστό αυτής της ενέργειας φτάνει στη Γη.

Η ατμόσφαιρα της Γης λειτουργεί σαν ένα προστατευτικό κάλυμμα πάνω από την επιφάνεια του πλανήτη μας, αποτρέπει τις διακυμάνσεις στη θερμοκρασία που θα υπήρχαν σε έναν κόσμο χωρίς αέρα.

Το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολούμενης ενέργειας που προέρχεται από τον Ήλιο περνά μέσα από την ατμόσφαιρα της Γης. Η Γη απορροφά μερική από αυτή την ενέργεια, και μερική ανακλάται πίσω από την επιφάνεια της Γης. Μέρος αυτής της ανακλώμενης ενέργειας απορροφάται από την ατμόσφαιρα.

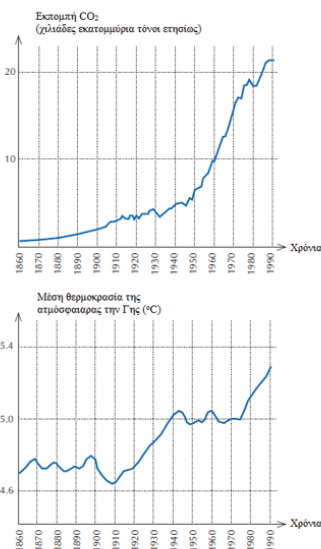
Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η μέση θερμοκρασία πάνω από την επιφάνεια της Γης να είναι υψηλότερη από αυτή που θα μπορούσε να είναι αν δεν υπήρχε η ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα της Γης έχει το ίδιο αποτέλεσμα όπως ένα θερμοκήπιο, και ως εκ τούτου προκύπτει ο όρος *φαινόμενο του θερμοκηπίου*.

Λέγεται ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει γίνει πιο φανερό κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα.

Είναι γεγονός ότι η μέση θερμοκρασία της ατμόσφαιρας της Γης έχει αυξηθεί. Στις εφημερίδες και τα περιοδικά, η αυξανόμενη εκπομπή CO₂ συχνά αναφέρεται ως η κύρια πηγή της αύξησης της θερμοκρασίας στον 20^ο αιώνα.

Ένας μαθητής, που ονομάζεται Αντρέας, ενδιαφέρεται για την πιθανή σχέση ανάμεσα στη μέση θερμοκρασία της ατμόσφαιρας της Γης και στην εκπομπή CO₂ στη Γη.

Σε μια βιβλιοθήκη, βρίσκει τις επόμενες γραφικές παραστάσεις.



Πηγή: CSTI Environmental Information Paper 1, 1992.

Από αυτές τις δύο γραφικές παραστάσεις, ο Αντρέας καταλήγει στο συμπέρασμα πως είναι βέβαιο ότι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της Γης οφείλεται στην αύξηση της εκπομπής CO₂.

Εικόνα 1: Παράδειγμα εισαγωγικού κειμένου PISA

Στη συνέχεια, ακολουθούν ερωτήσεις πάνω στο συγκεκριμένο θέμα, στις οποίες καλούνται να απαντήσουν οι μαθητές. Και οι ερωτήσεις με τη σειρά τους έχουν διαφοροποιήσεις. Υπάρχουν τρία είδη ερωτήσεων. Αρχικά, πρόκειται για ερωτήσεις απλής επιλογής, όπου ο μαθητής καλείται να επιλέξει τη σωστή απάντηση μέσα από μια σειρά εναλλακτικών απαντήσεων. Επίσης, υπάρχουν ερωτήσεις (μίας ορθής) επιλογής, όπου οι μαθητές θα πρέπει να απαντήσουν αν μια σειρά επιλογών είναι σωστές ή λάθος, ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, με τους μαθητές να πρέπει να επιλέξουν περισσότερες από μία σωστές απαντήσεις και οι ερωτήσεις συμπλήρωσης, όπου πρέπει να συμπληρώσουν μια πρόταση επιλέγοντας και πάλι από μια σειρά πιθανών επιλογών. Τέλος, χρησιμοποιούνται και ερωτήσεις δομημένης απάντησης, στις οποίες οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν γραπτώς με μια φράση ή μια σύντομη παράγραφο (Εικόνα 3) (OECD, 2016a).

Ερώτηση απλής επιλογής

Μετά την εγχείρηση, οι ασθενείς μπορεί να μην είναι σε θέση να φάνε και να πίνουν και για το λόγο αυτό τους βάζουν ορό (ενστάλαξη) που περιέχει νερό, σάκχαρο και ανόργανα άλατα. Μερικές φορές προστίθενται στον ορό αντιβιοτικά και ηρεμιστικά.

Γιατί τα σάκχαρα που προστίθενται στον ορό είναι σημαντικά για το μετεγχειρητικό ασθενή;

- A. Για την αποφυγή αφυδάτωσης
- B. Για τον έλεγχο του μετεγχειρητικού πόνου
- Γ. Για την αντιμετώπιση μετεγχειρητικών μολύνσεων
- Δ. Για την παροχή της απαραίτητης θρέψης

Ερωτήσεις μιας ορθής επιλογής

Στη ζύμη, η μαγιά μετατρέπει το άμυλο και τα σάκχαρα που υπάρχουν στο αλεύρι, μέσω μιας χημικής αντίδρασης, σε διοξείδιο του άνθρακα και αλκοόλη. Από πού προέρχονται τα άτομα του άνθρακα που βρίσκονται στο διοξείδιο του άνθρακα και στην αλκοόλη; Επιλέξτε το «Ναι» ή το «Όχι» για κάθε μία από τις παρακάτω πιθανές εξηγήσεις.

Είναι αυτή μια σωστή εξήγηση για την προέλευση των ατόμων στον άνθρακα;	Ναι	Όχι
Κάποια από τα άτομα του άνθρακα προέρχονται από τα σάκχαρα.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Κάποια από τα άτομα του άνθρακα είναι μέρη των μορίων του αλατιού.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Κάποια από τα άτομα του άνθρακα προέρχονται από το νερό.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Να λάβεις υπόψη το «Βροχοποιίλια».

Ποια ή ποιες προτάσεις σχετικά με τη μετανάστευση των βροχοποιίων υποστηρίζονται από τους γάρτες;

- Οι γάρτες δείχνουν μείωση του αριθμού των βροχοποιίων που μετανάστευσαν προς το νότο, τα τελευταία δέκα χρόνια.
- Οι γάρτες δείχνουν ότι οι μεταναστευτικές οδοί ορισμένων βροχοποιίων προς το βορρά είναι διαφορετικές από τις μεταναστευτικές οδούς προς το νότο.
- Οι γάρτες δείχνουν ότι τα βροχοποιία περνούν το χειμώνα σε περιοχές, που βρίσκονται νότια και νοτιοδυτικά από τους τόπους όπου αναπαράγονται και φτιάχνουν τις φωλιές τους.
- Οι γάρτες δείχνουν ότι οι μεταναστευτικές οδοί των βροχοποιίων έχουν απομακρυνθεί από τις παράκτιες περιοχές, τα τελευταία δέκα χρόνια.

Ερωτήσεις συμπλήρωσης

Ποια επίδραση έχει η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη στον αριθμό των κρατήρων που υπάρχουν στην επιφάνειά του;

Όσο πιο πυκνή είναι η ατμόσφαιρα, τόσο (περισσότεροι, λιγότεροι) κρατήρες υπάρχουν στην επιφάνειά του, διότι (περισσότεροι, λιγότεροι) μετεωροειδείς καίγονται ολοκληρωτικά μέσα στην ατμόσφαιρα.

Ερωτήσεις δομημένης απάντησης

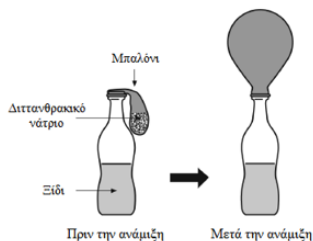
Γράψτε ένα επιχείρημα που να εξηγεί γιατί οι γιατροί συνιστούν, ιδιαίτερα στα μικρά παιδιά και τους ηλικιωμένους, να εμβολιάζονται για τη γρίπη.

.....
.....
.....

Εικόνα 2: Παράδειγμα ερωτήσεων PISA

Τα γνωστικά αντικείμενα του TIMSS έχουν (και αυτά με τη σειρά τους) συγκεκριμένη δομή. Ξεκινούν, συνήθως, με ένα μικρό εισαγωγικό κείμενο, που είτε ακολουθείται είτε όχι από κάποιο γράφημα ή εικόνα, είτε απουσιάζει το κείμενο και το εισαγωγικό κομμάτι περιέχει μόνο το οπτικό υλικό (Εικόνα 4).

ΜΠΑΛΟΝΙ



Source: TIMSS 2011 Assessment. Copyright © 2013 International Association for the Evaluation Achievement (IEA).

Όπως φαίνεται στο σχήμα, το μπαλόνι φουσκώνει όταν το διττανθρακικό νάτριο στο μπαλόνι αναμιγνύεται με ξίδι.

Ερώτηση 1

Τι το προκαλεί αυτό;

.....

.....

.....

ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Μερικές φυσικές ιδιότητες πέντε διαφορετικών ουσιών (Α, Β, Γ, Δ και Ε) φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δύο από τις ουσίες είναι μέταλλα.

	Ουσία Α	Ουσία Β	Ουσία Γ	Ουσία Δ	Ουσία Ε
Φυσική κατάσταση σε θερμοκρασία δωματίου (20°C)	στερεό	στερεό	υγρό	υγρό	αέριο
Εμφάνιση/χρώμα	γαλακτερό γκρι	λευκό	ασημένιο	άχρωμο	άχρωμο
Μεταφέρει θερμότητα	ναι	όχι	ναι	ναι	όχι

Ερώτηση 1

Καταγράψτε δύο ουσίες (Α, Β, Γ, Δ και Ε) που είναι μέταλλα.

(1)

(2)

Εικόνα 3: Παράδειγμα εισαγωγικού κειμένου TIMSS

Στη συνέχεια, οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε μια σειρά ερωτήσεων, που σε πολύ λίγες περιπτώσεις ξεπερνούν τις δύο ακόμη και τη μία. Πρόκειται για ερωτήσεις απλής επιλογής, όπου οι μαθητές επιλέγουν τη σωστή απάντηση από μια σειρά πιθανών απαντήσεων, ερωτήσεις απλής επιλογής με ταυτόχρονη αιτιολόγηση της απάντησης με

ένα σύντομο κείμενο, ερωτήσεις στις οποίες ο κάθε μαθητής θα πρέπει να δώσει μια σύντομη απάντηση (συνήθως πρόκειται για μια λέξη ή έναν αριθμό) και να αιτιολογήσει, επίσης, την απάντησή του μέσω ενός κειμένου, ερωτήσεις συμπλήρωσης ενός πίνακα, είτε μικρού είτε μεγαλύτερου και, τέλος, ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, με τους μαθητές να καλούνται να γράψουν ένα σύντομο κείμενο, μιας δυο φράσεων, προκειμένου να απαντήσουν (Εικόνα 5).

Ερώτηση απλής επιλογής

Πώς καθορίζεται στην έρευνα η δύναμη ενός μαγνήτη;

- A. Από τη μάζα του μαγνήτη που σπκάνει τους μεταλλικούς συνδετήρες.
- B. Από το μέγεθος του μαγνήτη που σπκάνει τους μεταλλικούς συνδετήρες.
- Γ. Από τον αριθμό των μεταλλικών συνδετήρων που σπκάνονται από το μαγνήτη.
- Δ. Από το χρόνο που οι μεταλλικοί συνδετήρες παραμένουν στο μαγνήτη.

Ερώτηση απλής επιλογής με αιτιολόγηση

Ποιο από τα παρακάτω είναι η πυκνότητα του διαλύματος άλατος;

(Επιλέξτε μόνο ένα κουτάκι).

- 1.0 g/ml
- Λιγότερο από 1.0 g/ml
- Περισσότερο από 1.0 g/ml

Εξηγήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

Ερώτηση σύντομης απάντησης με αιτιολόγηση

Τι θερμοκρασία έδειξε το θερμομότρο; Μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με 100°C;

Απάντηση:

Εξηγήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

Ερώτηση συμπλήρωσης πίνακα

Στον παρακάτω πίνακα, καταγράψτε δύο ατμοσφαιρικές συνθήκες που θα αλλάξουν όσο η Χαρά ανεβαίνει στο βουνό. Αναφέρετε τι χρειάζεται να πάρει η Χαρά προκειμένου να επιβιώσει σε αυτές τις δύο συνθήκες στο μεγάλο υψόμετρο.

	Αλλαγή ατμοσφαιρικής συνθήκης	Τι χρειάζεται να πάρει η Χαρά
1	(α ₁)	(α ₂)
2	(β ₁)	(β ₂)

Ερώτηση δομημένης απάντησης

Εξηγήστε γιατί η διάβρωση του εδάφους μπορεί να μειωθεί με τη φύτευση δέντρων.

.....

.....

.....

Εικόνα 4: Παράδειγμα ερωτήσεων TIMSS

1.4.6.4. Επίπεδα ικανοτήτων

Προκειμένου να μετρηθεί η ικανότητα των μαθητών στα διάφορα θέματα της αξιολόγησης, αναπτύχθηκαν ορισμένες κλίμακες μέτρησης αυτών των επιπέδων, οι οποίες βασίζονται στον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσεται η σχετική ικανότητα. Στην έρευνα PISA παρουσιάζονται έξι επίπεδα, όπου το πρώτο χωρίζεται σε δύο επιμέρους επίπεδα, για να περιγράψει τους μαθητές που βρίσκονται στο χαμηλότερο επίπεδο ικανοτήτων (OECD, 2016a).

Στο επίπεδο 6, οι μαθητές μπορούν να εξάγουν ένα εύρος επιστημονικών ιδεών από το περιεχόμενο των διαφόρων γνωστικών αντικειμένων και να χρησιμοποιήσουν την επιστημονική γνώση για να παρέχουν ποικίλες εξηγήσεις, να σχεδιάσουν επιστημονικές

έρευνες και ερμηνεύσουν δεδομένα μέσα από πολύπλοκες καθημερινές καταστάσεις, οι οποίες παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλές γνωστικές απαιτήσεις. Μπορούν, επίσης, να φανερώσουν προχωρημένη επιστημονική σκέψη και αιτιολόγηση, που θα χρησιμοποιήσουν σε άγνωστες και περίπλοκες καταστάσεις. Στο επίπεδο 5, οι μαθητές είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν με τον ίδιο τρόπο την επιστημονική τους γνώση (όπως στο επίπεδο 6), με τη διαφορά ότι δεν ανταποκρίνονται σε όλες τις καταστάσεις τις καθημερινότητας. Ωστόσο, έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν πολλαπλές αιτιώδεις σχέσεις για την εξήγηση φαινομένων. Στο επίπεδο 4, οι γνωστικές απαιτήσεις των καταστάσεων, για τις οποίες καλούνται οι μαθητές να εξάγουν συμπεράσματα, κυμαίνονται σε ένα μεσαίο επίπεδο. Η γνώση περιεχομένου που χρησιμοποιούν είναι άλλες φορές πιο σύνθετη και άλλες πιο αφηρημένη και μπορούν να διεξάγουν πειράματα, αλλά σε ένα πιο περιορισμένο πλαίσιο. Στο επίπεδο 3, οι μαθητές μπορούν να βασιστούν σε μια μέτρια γνώση περιεχομένου για να αναγνωρίσουν ή να δομήσουν εξηγήσεις για οικεία, κυρίως, φαινόμενα, ενώ για τις περίπλοκες καταστάσεις χρειάζονται ορισμένη υποστήριξη. Στο επίπεδο 2 οι γνωστικές απαιτήσεις είναι κυρίως χαμηλές. Οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν μια ερευνητική διαδικασία σε ιδιαίτερα απλούς πειραματικούς σχεδιασμούς και χρησιμοποιούν βασική και καθημερινή επιστημονική γνώση. Το επίπεδο 1 χωρίζεται σε δύο επιμέρους επίπεδα. Στο 1α, οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν απλές αιτιώδεις σχέσεις και να ερμηνεύσουν γραφικά και οπτικά δεδομένα από οικείες καταστάσεις της καθημερινής ζωής με χαμηλές γνωστικές απαιτήσεις. Χρησιμοποιούν, επίσης, βασική και καθημερινή επιστημονική γνώση, προκειμένου να αναγνωρίσουν φυσικά φαινόμενα και είναι σε θέση να αναλάβουν απλές επιστημονικές έρευνες, αλλά με την κατάλληλη υποστήριξη. Στο 1β, χρησιμοποιούν ιδιαίτερα απλή γνώση για να αναγνωρίσουν τις πτυχές οικείων ή απλών φαινομένων. Αναγνωρίζουν βασικούς επιστημονικούς όρους και ακολουθούν σαφείς οδηγίες για να εκτελέσουν μια επιστημονική διαδικασία (OECD, 2016a, 2016b).

Στην έρευνα TIMSS τα επίπεδα των ικανοτήτων είναι τέσσερα για τις δύο ηλικιακές ομάδες που εφαρμόζεται, το προχωρημένο, το υψηλό, το μεσαίο και το χαμηλό. Αναφορικά με τους μεγαλύτερους μαθητές, στο πρώτο, μπορούν να κατανοήσουν περίπλοκες έννοιες των γνωστικών αντικειμένων, ενταγμένες σε πρακτικά, αφηρημένα και πειραματικά πλαίσια. Στο δεύτερο επίπεδο, είναι σε θέση να εφαρμόσουν και να κατανοήσουν έννοιες που σχετίζονται με αφηρημένες καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Στο τρίτο επίπεδο οι μαθητές μπορούν να εφαρμόσουν την επιστημονική τους γνώση σε

ποικίλα πλαίσια, και στο τέταρτο, παρουσιάζουν πολύ βασικές γνώσεις στα γνωστικά αντικείμενα. Όσον αφορά τους μικρότερους μαθητές, στο πρώτο επίπεδο, είναι σε θέση να κατανοήσουν τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα, αλλά και να επιδείξουν τις γνώσεις τους σε διαδικασίες επιστημονικής έρευνας. Στο δεύτερο επίπεδο, είναι ικανοί να εφαρμόσουν τη γνώση τους σε καθημερινές καταστάσεις. Στο τρίτο, έχουν βασική γνώση και κατανοούν ευκολότερα θέματα επιστημών, ενώ στο τέταρτο, παρουσιάζουν πολύ βασικές γνώσεις για την επιστήμη (Martin et al., 2016).

1.4.6.4.1. Κατασκευή των επιπέδων ικανοτήτων

Η κατασκευή των επιπέδων βασίστηκε στην εφαρμογή του μοντέλου IRT (Item Response Theory) σε ερευνητικά δεδομένα. Στο PISA, για την κατασκευή των επιπέδων ικανοτήτων των ερωτήσεων, στις αξιολογήσεις από το 2000 έως και το 2012 χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Rasch (Rasch model) για ερωτήσεις με δύο κατηγορίες απάντησης (σωστό-λάθος) και το μοντέλο μερικής πίστωσης (partial credit model), για ερωτήσεις με περισσότερες από δύο κατηγορίες απάντησης. Στο κύμα αξιολόγησης του 2015 αξιοποιήθηκε ένας συνδυασμός των παραπάνω μοντέλων καθώς επίσης του λογιστικού μοντέλου δύο παραμέτρων (two-parameter logistic model) και του γενικευμένου μοντέλου μερικής πίστωσης (generalised partial credit model). Τα δύο τελευταία εφαρμόστηκαν για όσες ερωτήσεις τα δύο πρώτα δεν είχαν καλή εφαρμογή (OECD, 2016d).

Στην έρευνα TIMSS έγινε χρήση του μοντέλου τριών παραμέτρων (three-parameter model). Για τις ερωτήσεις δομημένης απάντησης με δύο κατηγορίες απαντήσεων (σωστό-λάθος) χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο δύο παραμέτρων (two-parameter model), ενώ για τις ερωτήσεις δομημένης απάντησης με περισσότερες κατηγορίες το γενικευμένο μοντέλο μερικής πίστωσης (generalised partial credit model), όμοια με την έρευνα PISA (IEA, 2011b).

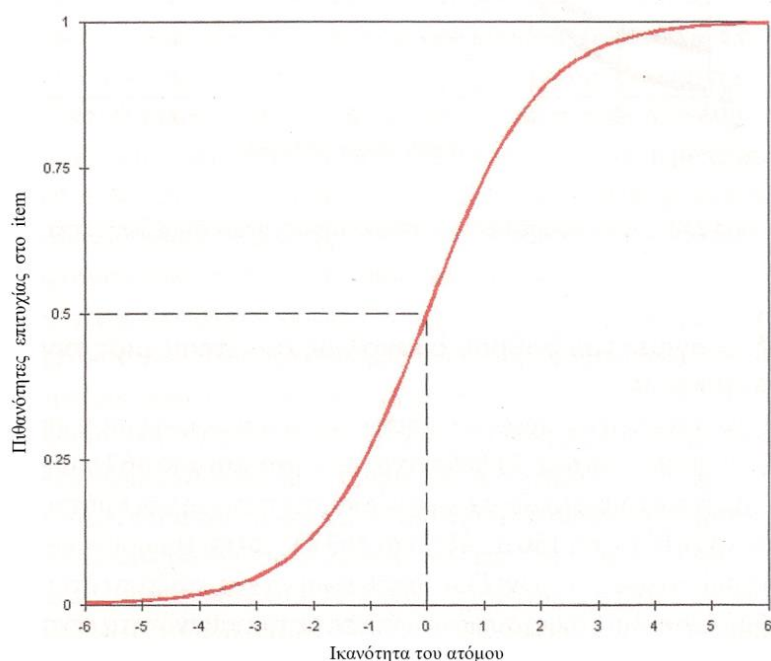
A. Μοντέλο Rasch μίας παραμέτρου

Το μοντέλο Rasch μίας παραμέτρου εκφράζει την πιθανότητα ένα άτομο να απαντήσει σωστά σε μια ερώτηση (item) με βάση τη δυσκολία της ερώτησης και της ικανότητας του ατόμου (Κατσίης, Σιδερίδης, & Εμβαλωτής, 2010· OECD, 2016d). Εκφράζεται από την εξίσωση:

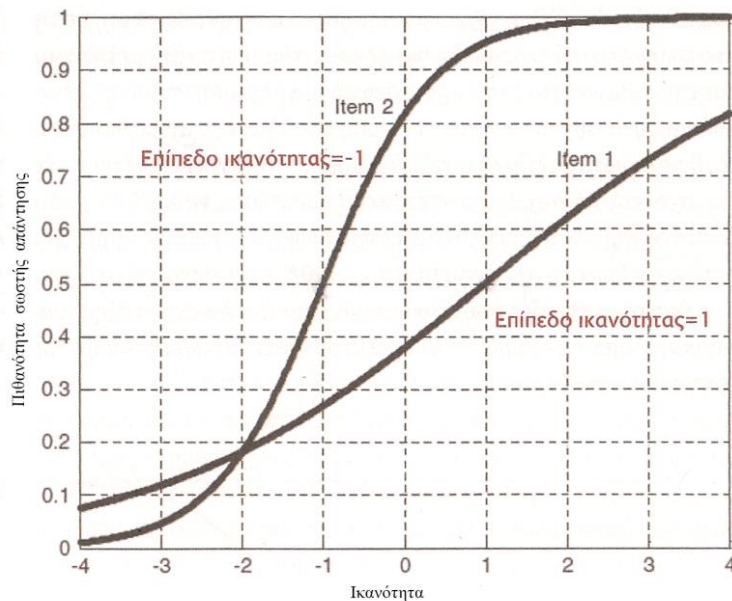
$$P(x_i = 1|\theta, \beta_i) = \frac{e^{\theta - \beta_i}}{1 + e^{\theta - \beta_i}}$$

όπου θ το επίπεδο ικανότητας του ατόμου και β_i η δυσκολία της ερώτησης (OECD, 2016d). Ένα άτομο με ικανότητα μεγαλύτερη από τη δυσκολία της ερώτησης έχει πιθανότητα μεγαλύτερη από 50% να απαντήσει σωστά στη συγκεκριμένη ερώτηση. Αν η ικανότητα του ατόμου είναι ίδια με τη δυσκολία του στοιχείου τότε η παραπάνω πιθανότητα ισούται με το 50%. Η πιθανότητα αυτή εκφράζεται σε λογαριθμικές μονάδες (logits) (Κατσή κ.συν., 2010).

Το μοντέλο Rasch αναπαρίσταται γραφικά με μία καμπύλη. Στο Σχήμα 4 η καμπύλη δείχνει τη συμπεριφορά μιας ερώτησης μεσαίας δυσκολίας σε σχέση με την ικανότητα του ατόμου. Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται η συμπεριφορά δύο ερωτήσεων διαφορετικής δυσκολίας. Όπως φαίνεται η πρώτη απαιτεί σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ικανότητας προκειμένου το άτομο να έχει πιθανότητα επιτυχίας ίση με 50%, ενώ η δεύτερη παρουσιάζεται σημαντικά ευκολότερη, αφού απαιτούνται χαμηλότερα επίπεδα ικανότητας προκειμένου το άτομο να έχει πιθανότητα επιτυχίας ίση με 50% (Κατσή κ.συν., 2010).



Σχήμα 4: Συμπεριφορά-καμπύλη μιας ερώτησης μεσαίας δυσκολίας



Σχήμα 5: Συμπεριφορά δύο ερωτήσεων διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας

B. Μοντέλο δύο παραμέτρων

Σύμφωνα με τους Rizopoulos (2006) και Skrandal & Rabe-Hesketh (2007), αν και το μοντέλο μιας παραμέτρου είναι απλό, δε θεωρείται αρκετά ρεαλιστικό στην πράξη. Υπάρχει μία παραλλαγή του μοντέλου Rasch με την εισαγωγή δύο παραμέτρων. Η δεύτερη είναι η *διακριτική παράμετρος* (discrimination parameter), η οποία μοντελοποιεί τη δυσκολία των στοιχείων (επιτρέπει διαφορετικές κλίσεις μεταξύ των στοιχείων).

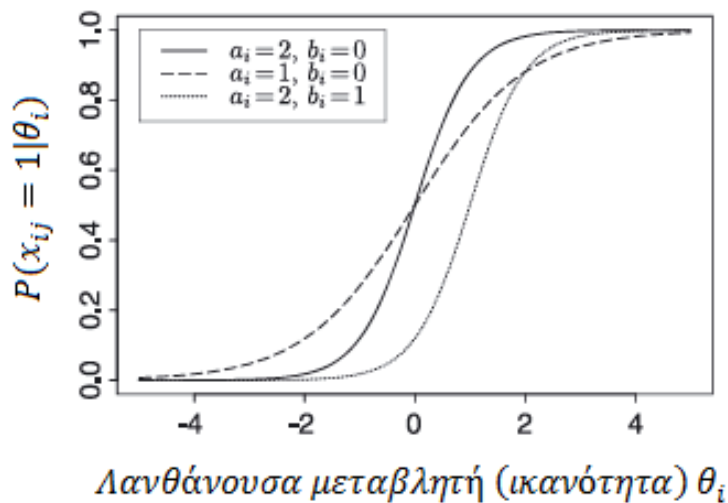
Στη γενικευμένη του λοιπόν μορφή, το μοντέλο Rasch δύο παραμέτρων, εκφράζει την πιθανότητα ένα άτομο να δώσει σωστή απάντηση σε μια ερώτηση συναρτήσει της ικανότητάς του, της δυσκολίας της ερώτησης και της διαχωριστικής παραμέτρου. Δίνεται από την εξίσωση:

$$P(x_{ij} = 1 | \theta, \beta_i, \alpha_i) = \frac{e^{D \cdot \alpha_i (\theta - \beta_i)}}{1 + e^{D \cdot \alpha_i (\theta - \beta_i)}}$$

όπου x_{ij} η απάντηση του ατόμου j στην ερώτηση i , θ η ικανότητα του ατόμου, α_i η διαχωριστική παράμετρος, β_i η δυσκολία της ερώτησης και D μια σταθερά, η οποία συνήθως παίρνει την τιμή 1.0 ή 1.7 (OECD, 2016d). Στην έρευνα TIMSS η σταθερά παίρνει την τιμή 1.7 (IEA, 2011b).

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζονται οι καμπύλες τριών στοιχείων για τα μοντέλα δύο παραμέτρων, όπου οι δυσκολίες τους και οι διαχωριστικές παράμετροι είναι διαφορε-

τικές για το καθένα. Ο οριζόντιος άξονας περιγράφει τη λανθάνουσα μεταβλητή (ικανότητα) Θ_i , ενώ ο κάθετος την πιθανότητα σωστής απάντησης του ατόμου j στην ερώτηση i . Σύμφωνα με το μοντέλο που περιγράφεται, μια ερώτηση μπορεί να είναι ευκολότερη από μία άλλη για χαμηλά επίπεδα ικανότητας, αλλά πιο δύσκολη από κάποια άλλη για υψηλότερα επίπεδα, εξαιτίας της αλληλεπίδρασης στοιχείου-εξεταζόμενου (Skrondal & Rabe-Hesketh, 2007).



Σχήμα 6: Καμπύλες τριών ερωτήσεων του μοντέλου δύο παραμέτρων (Skrondal & Rabe-Hesketh, 2007)

Γ. Μοντέλο τριών παραμέτρων

Υπάρχει μία δευτέρα παραλλαγή του μοντέλου μιας παραμέτρου, πιο περίπλοκη, όπου εισάγεται και μία τρίτη παράμετρος, η παράμετρος εικασίας. Αυτή εκφράζει την τυχαιότητα της απάντησης. Δηλαδή, στην περίπτωση που κάποιο άτομο δε γνωρίζει τη σωστή απάντηση, επιλέγει τυχαία κάποια επιτυχημένη απάντηση. Γενικά, αυτό το μοντέλο εκτιμά και τις τρεις παραμέτρους που έχουν ήδη αναφερθεί, δηλαδή, την παράμετρο δυσκολίας, τη διαχωριστική παράμετρο και την παράμετρο εικασίας (Κατσής κ.συν., 2010· Rizopoulos, 2006· Skrondal & Rabe-Hesketh, 2007).

Η πιθανότητα να απαντήσει ένα άτομο σωστά σε μία ερώτηση δίνεται από την εξίσωση:

$$P(x_i = 1 | \theta, \alpha_i, \beta_i, c_i) = c_i + \frac{1 - c_i}{1 + e^{-1.7 \alpha_i (\theta - \beta_i)}}$$

όπου x_i η απάντηση στην ερώτηση i , θ η ικανότητα του ατόμου, α_i η διαχωριστική παράμετρος, β_i η δυσκολία της ερώτησης και c_i η παράμετρος εικασίας (IEA, 2011b).

Δ. Γενικευμένο μοντέλο μερικής πίστωσης

Το γενικευμένο μοντέλο μερικής πίστωσης εφαρμόζεται τόσο σε διχοτομικές όσο και πολυτομικές ερωτήσεις. Συμπίπτει με το μοντέλο δύο παραμέτρων όταν εφαρμόζεται στην πρώτη περίπτωση. Η πιθανότητα να δώσει μια συγκεκριμένη απάντηση ένα άτομο δίνεται από την εξίσωση:

$$P(x_i = k | \theta, \beta_i, \alpha_i, d_i) = \frac{e^{\{\sum_{r=0}^k D \cdot \alpha_i \cdot (\theta - \beta_i + d_{ir})\}}}{\sum_{u=0}^{m_i-1} e^{\{\sum_{r=0}^u D \cdot \alpha_i \cdot (\theta - \beta_i + d_{ir})\}}}$$

όπου x_i η απάντηση στην ερώτηση i , m_i ο αριθμός των κατηγοριών απάντησης, θ η ικανότητα του ατόμου, α_i η διαχωριστική παράμετρος, β_i η δυσκολία της ερώτησης, d_i η παράμετρος του ορίου της κατηγορίας k και D μια σταθερά, με τιμή 1.0 ή 1.7 (IEA, 2011b· OECD, 2016d). Στην έρευνα TIMSS η σταθερά παίρνει την τιμή 1.7 (IEA, 2011b).

1.4.6.5. Σύγκριση των αξιολογήσεων PISA και TIMSS

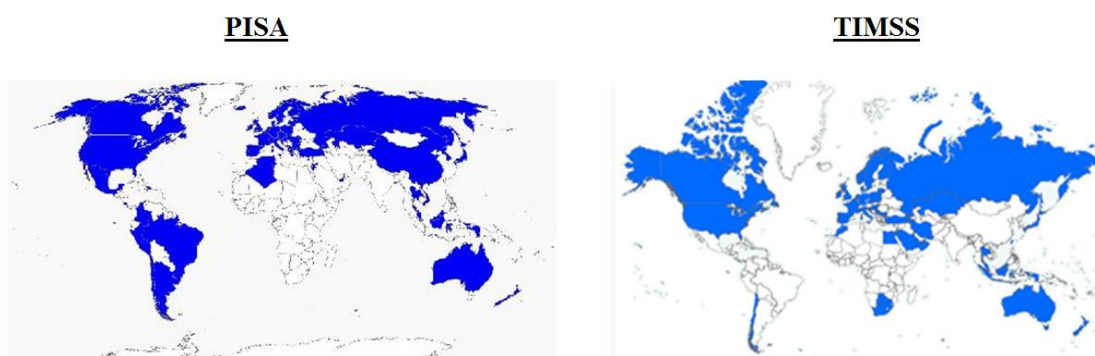
Παρά το γεγονός ότι οι δύο αξιολογήσεις έχουν ως στόχο να μετρήσουν το επίπεδο του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών, έχουν αρκετές διαφοροποιήσεις. Αρχικά, ο εγγραμματισμός στις φυσικές επιστήμες δεν είναι το μόνο πεδίο που αξιολογούν οι δύο έρευνες. Η αξιολόγηση PISA, η οποία διεξάγεται κάθε τρία χρόνια υπό την αιγίδα το ΟΟΣΑ, εστιάζει σε τρεις τομείς, ανάγνωση, μαθηματικά, φυσικές επιστήμες, ενώ το TIMSS, διεξάγεται κάθε τέσσερα έτη από τον IEA και αξιολογεί δύο τομείς, μαθηματικά και φυσικές επιστήμες (Martin et al., 2016· OECD, 2016a).

Ακόμη, ο ηλικιακός πληθυσμός στον οποίο στοχεύουν οι δύο έρευνες είναι διαφορετικός. Από τη μία, η έρευνα PISA απευθύνεται αποκλειστικά σε 15χρονους μαθητές, ενώ η έρευνα TIMSS εστιάζει σε δύο ηλικιακές ομάδες, μαθητές 9-10 και 14-15 ετών (DeBoer, 2011· Martin et al., 2016· OECD, 2016a).

Μία άλλη σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ερευνών είναι ότι το PISA εστιάζει στην αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών να χρησιμοποιήσουν την γνώση που αποκτάται στο σχολείο προκειμένου να επιλύσουν αποτελεσματικά προβλήματα της καθημερινής ζωής, ενώ το TIMSS στοχεύει στη μέτρηση της γνώσης που αποκτούν οι μαθητές στο σχολείο, πάνω στα διδαχθέντα αντικείμενα. Με άλλα λόγια, το TIMSS παρουσιάζεται κυρίως προσανατολισμένο στα διάφορα προγράμματα σπουδών των χωρών που

συμμετέχουν, ενώ το PISA όχι (Araujo, Saltelli, & Schnepf, 2017· Fernandez-Cano, 2016· Froese-Germain, 2010· Hutchison & Schagen, 2007).

Όσον αφορά την δειγματοληψία και οι δύο έρευνες εφαρμόζουν στρωματοποιημένη τυχαία δειγματοληψία σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο γίνεται η επιλογή των σχολείων και στο δεύτερο στάδιο στο TIMSS γίνεται η επιλογή των τάξεων που θα συμμετέχουν από τα σχολεία που επιλέχθηκαν, ενώ στο PISA επιλέγονται οι μαθητές που θα κληθούν να συμμετάσχουν στην έρευνα (LaRoche, Joncas, & Foy, 2016· OECD, 2016d). Στον κύκλο αξιολόγησης του 2015 του TIMSS συμμετείχαν περίπου 70 χώρες και το ίδιο έτος στο PISA συμμετείχαν 64 χώρες, από τις οποίες οι 34 ήταν μέλη του ΟΟΣΑ (Εικόνα 6) (Mulis, 2013· OECD, 2016b, 2016a).



Εικόνα 5: Χώρες συμμετοχής στις έρευνες PISA και TIMSS

Επίσης, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, οι δύο έρευνες διαφέρουν ως προς τα επίπεδα δυσκολίας στα οποία εντάσσεται κάθε ερώτηση διακριτά και στον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσονται τα επίπεδα αυτά.

Επιπλέον, υπάρχουν διαφορές και στο περιεχόμενο των εργαλείων και των θεμάτων βάσει των οποίων αξιολογείται ο επιστημονικός εγγραμματισμός. Αναφορικά με τις διαστάσεις αξιολόγησης του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών, δύο μόνο είναι κοινές και στις δύο αξιολογήσεις. Πρόκειται για τη διάσταση του περιεχομένου και τη γνωστική διάσταση. Ως προς την πρώτη διάσταση το TIMSS ενσωματώνει, εκτός των άλλων, θέματα φυσικής και χημείας, τα οποία δεν αποτελούν διακριτό πεδίο έρευνας στο PISA, αλλά εμπεριέχονται σε άλλα γνωστικά αντικείμενα (OECD, 2016a· Jones et al., 2013).

Διαφορές παρατηρούνται, επίσης, και στη χρήση της γλώσσας. Στο PISA η γλώσσα που χρησιμοποιείται τόσο στο εισαγωγικό κείμενο όσο και στις ερωτήσεις είναι υψηλού επιπέδου με χρήση περίπλοκων όρων (El Masri et al., 2016). Αντίθετα, η γλώσσα που χρησιμοποιείται στο TIMSS φαίνεται να είναι πιο απλοποιημένη, καθώς χρησιμοποιούνται μικρές και λίγες προτάσεις τόσο στην παρουσίαση της ερώτησης όσο και στο επεξηγηματικό κείμενο που προηγείται, με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιεί τις διακυμάνσεις στην κατανόησή τους (El Masri et al., 2016).

Αντίστοιχα, όσον αφορά τις απαντήσεις που απαιτούν οι ερωτήσεις, στο PISA οι μαθητές με την απάντησή τους καλούνται να διατυπώσουν σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος και να εξάγουν συμπεράσματα μέσα από τη χρήση και σύγκριση των διάφορων υλικών ερεθισμάτων που τους παρέχονται. Αντίθετα, οι απαντήσεις στις ερωτήσεις του TIMSS είναι πολύ λιγότερο μακροσκελείς. Αν κι εδώ μπορεί να χρειαστεί η παρουσίαση κάποιας σχέσης αιτίου-αιτιατού, η απάντηση δεν χρειάζεται να είναι τόσο δομημένη όσο στο PISA, ενώ, ταυτόχρονα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί πιο απλό και ανεπίσημο λεξιλόγιο. Το ύφος γραφής είναι αυτό που χαρακτηρίζει τον καθημερινό γραπτό λόγο (El Masri et al., 2016).

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά οι ομοιότητες και διαφορές των δύο αξιολογήσεων.

Πίνακας 2: Σύγκριση των αξιολογήσεων PISA και TIMSS

	PISA	TIMSS
Φορείς σχεδιασμού και διεξαγωγής	ΟΟΣΑ	IEA
Τομείς αξιολόγησης	<ul style="list-style-type: none"> • Ανάγνωση • Μαθηματικά • Φυσικές Επιστήμες 	<ul style="list-style-type: none"> • Μαθηματικά • Φυσικές Επιστήμες
Κύκλοι αξιολόγησης	Κάθε 3 χρόνια	Κάθε 4 χρόνια
Ηλικία δείγματος	Μαθητές 15 ετών	Μαθητές 9-10 και 14-15 ετών
Αριθμός συμμετεχουσών χωρών 2015	64	70
Αξιολόγηση	Της χρήσης της γνώσης για την αποτελεσματική επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής	Της σχολικής γνώσης των γνωστικών αντικειμένων που διδάσκονται
Προσανατολισμένο στα Αναλυτικά Προγράμματα	Όχι	Ναι
Δειγματοληψία	Στρωματοποιημένη τυχαία δειγματοληψία σε δύο στάδια	Στρωματοποιημένη τυχαία δειγματοληψία σε δύο στάδια
Επίπεδα δυσκολίας γνωστικών ερωτήσεων	6	4

	PISA	TIMSS
Διαστάσεις αξιολόγησης Επιστημονικού Εγγραμματισμού	<ul style="list-style-type: none"> • Περιεχόμενο • Γνώσεις • Δεξιότητες • Στάσεις 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιεχόμενο • Γνώσεις
Γνωστικά αντικείμενα αξιολόγησης Φυσικών Επιστημών	<ul style="list-style-type: none"> • Υγεία • Φυσικοί Πόροι • Περιβάλλον • Κίνδυνοι • Επιστήμη-Τεχνολογία 	<ul style="list-style-type: none"> • Βιολογία • Φυσική • Χημεία • Επιστήμες της Γης
Εισαγωγικό κείμενο θέματος	Μακροσκελές	Σύντομο
Γλώσσα	Περίπλοκοι όροι	Απλοποιημένοι όροι
Απαντήσεις μαθητών	<ul style="list-style-type: none"> • Σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος • Σύγκριση υλικών ερεθισμάτων για εξαγωγή συμπερασμάτων 	<ul style="list-style-type: none"> • Σύντομες απαντήσεις • Απλό και ανεπίσημο λεξιλόγιο

1.4.6.6. Κριτική στο PISA

Στη σχετική βιβλιογραφία εντοπίστηκαν κείμενα κριτικής στην έρευνα PISA σε ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών της.

Η κριτική εστιάζει στο περιεχόμενο των τεστ του PISA, το οποίο επιλέγεται κυρίως από ειδικούς σε εθνικό επίπεδο, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το περιεχόμενο των αναλυτικών προγραμμάτων (Fernandez-Cano, 2016).

Επιπλέον, κριτική ασκείται ως προς τη μορφή της γλώσσας που χρησιμοποιείται στα φυλλάδια αξιολόγησης της έρευνας, η οποία έχει υψηλές απαιτήσεις στην επεξεργασία της, καθώς η πυκνότητα των λέξεων στα κείμενα του PISA είναι ιδιαίτερα αυξημένη, ενώ, ταυτόχρονα, γίνεται χρήση όρων που δεν εμφανίζονται σε μεγάλη συχνότητα στην καθημερινότητα (El Masri et al., 2016).

Ακόμη, οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου παρουσιάζουν με τη σειρά τους αυξημένες απαιτήσεις, καθώς θα πρέπει, αφενός, να συνδυάσουν όλο το υλικό που του δίνεται στο εισαγωγικό κείμενο (κείμενο, γραφήματα, πίνακες, εικόνες) και, αφετέρου, να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις τους για το κάθε θέμα, έτσι ώστε να δομήσουν μια σωστή απάντηση (El Masri et al., 2016).

Επίσης, αρκετά είναι τα ερωτήματα που δημιουργεί η πολυγλωσσική φύση των ερωτηματολογίων που αναπτύσσονται, καθώς μια πάγια τακτική που ακολουθεί το PISA είναι η μετάφραση των εργαλείων της σε ένα πλήθος διαφορετικών γλωσσών. Έτσι, υποστηρίζεται ότι είναι πιθανή η τροποποίηση του νοήματος κατά τη διάρκεια της όλης διαδικασίας (Fernandez-Cano, 2016· Sjöberg, 2015).

Ωστόσο, το PISA ακολουθεί μια εκτεταμένη και προσεκτική διαδικασία μετάφρασης των εργαλείων. Αρχικά, γίνεται η προσαρμογή των ερωτήσεων στις δύο επίσημες γλώσσες του PISA, την αγγλική και γαλλική. Στη συνέχεια, γίνεται η μετάφραση στην εθνική γλώσσα κάθε συμμετέχουσας χώρας, διαδικασία για την οποία προτείνονται δύο τεχνικές. Σύμφωνα με την πρώτη προσέγγιση, γίνεται η μετάφραση στη γλώσσα της εκάστοτε χώρας και, έπειτα, μεταφράζεται εκ νέου στην αγγλική, προκειμένου να πραγματοποιηθεί σύγκριση μεταξύ των δύο εκδοχών. Η δεύτερη προσέγγιση προτείνει την μετάφραση της αγγλικής έκδοσης από δύο ανεξάρτητες πηγές και τον έλεγχο και την επικύρωσή της από ένα τρίτο άτομο. Όλοι όσοι συμμετέχουν στη διαδικασία της μετάφρασης των εργαλείων είναι ειδική με άριστη γνώση της εκάστοτε γλώσσας (OECD, 2016d).

Κριτική ασκήθηκε και στη μέθοδο ανάλυσης των δεδομένων της αξιολόγησης και στο κατά πόσο τα τεστ είναι ισοδύναμα μεταξύ τους. Κάθε συμμετέχων καλείται να απαντήσει σε ένα διαφορετικό τεστ με διαφορετικές ερωτήσεις. Αν και δημιουργούνται με τρόπο τέτοιο που να έχουν όσο το δυνατό πιο όμοιο βαθμό δυσκολίας, με την εφαρμογή των IRT, είναι γεγονός ότι οι συγκρίσεις γίνονται μεταξύ διαφορετικών απαντήσεων που δεν βασίζονται σε ένα κοινό εργαλείο. Αυτό δημιουργεί αμφιβολίες για τη σωστή εφαρμογή του μοντέλου που επιλέγεται (Araujo et al., 2017· Fernandez-Cano, 2016· Sjøberg, 2015). Το μοντέλο αυτό αμφισβητείται, επίσης, και για το γεγονός ότι, εκτός από το επίπεδο δυσκολίας της κάθε ερώτησης δεν λαμβάνονται υπόψη άλλοι διαφοροποιητικοί παράγοντες, όπως είναι για παράδειγμα η πιθανή εικασία μιας απάντησης (Araujo et al., 2017· Fernandez-Cano, 2016). Η συνολική βαθμολογία των μαθητών υπολογίζεται με τη χρήση *plausible values* για κάθε τομέα της έρευνας που αξιολογείται, η οποία δεν αντιστοιχεί άμεσα στην ικανότητα θ του μαθητή, καθώς είναι μια λανθάνουσα μεταβλητή, δηλαδή δεν προέρχεται από μια συγκεκριμένη ερώτηση του εργαλείου. Αντίθετα, η τιμή αυτή αποτυπώνει μια εκτίμηση της ικανότητας του κάθε μαθητή, συναρτήσει των απαντήσεων που δίνει σε ορισμένες γνωστικές ερωτήσεις, των μεταβλητών που καθορίζουν το υπόβαθρό του και άλλων παραμέτρων του μοντέλου (OECD, 2016d).

Επίσης, υποστηρίζεται ότι από τη στιγμή που η αξιολόγηση έχει τη μορφή τεστ (γραπτού ή ηλεκτρονικού), όπου ο μαθητής πρέπει να διαθέσει πάνω από δύο ώρες για να το συμπληρώσει, χωρίς να έχει πρόσβαση σε οποιαδήποτε πηγή πληροφόρησης, δεν προσομοιάζει σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής (Sjøberg, 2015), ενώ στην περίπτωση αξιοποίησης του H/Y δεν καθίσταται εντελώς ξεκάθαρο αν η επίδοση αντικατοπτρίζει τις ικανότητες των μαθητών σε ένα συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο ή την δυνατότητα ή αδυναμία τους να χειρίζονται τον H/Y (Fernandez-Cano, 2016). Όλα αυτά, λοιπόν, δημιουργούν απορίες για το κατά πόσο οι μαθητές είναι έτοιμοι να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της σύγχρονης ζωής (Araujo et al., 2017).

Τέλος, εκτιμάται ότι δεν είναι σωστή η εξαγωγή συμπερασμάτων για ολόκληρο το εκπαιδευτικό σύστημα από τη στιγμή που η αξιολόγηση επικεντρώνεται σε μία μόνο ηλικιακή ομάδα (Fernandez-Cano, 2016), καταλήγοντας σε σημείο να εξιδανικεύονται εκπαιδευτικά συστήματα και κουλτούρες συγκεκριμένων χωρών (Sjøberg, 2015). Συνεπώς, δεδομένου ότι οι τελικές λίστες κατάταξης των χωρών φαίνεται να έχουν ισχυρή απήχηση στις εκάστοτε εκπαιδευτικές πολιτικές, επιχειρώντας μεταρρυθμίσεις προς

την κατεύθυνση της “ιδανικής εκπαίδευσης” (Olsen & Lie, 2011), υποστηρίζεται ότι κάτι τέτοιο είναι κάθε άλλο παρά ωφέλιμο, καθώς, όχι μόνο οι μαθητές που συμμετέχουν σε κάθε κύμα αξιολόγησης είναι διαφορετικοί (Araujo et al., 2017), αλλά και οι εντατικές προσπάθειες για υψηλά επιτεύγματα καταστρέφουν τη χαρά της μάθησης και την επιδίωξη βασικών αρχών από το σχολείο (Sjøberg, 2015).

1.4.6.7. Κριτική στο TIMSS

Μερικά σημεία του TIMSS έχουν δεχτεί με τη σειρά τους κριτική, παρόλο που δεν είναι τόσο έντονη όσο στο PISA. Αρχικά, έχει ασκηθεί κριτική στις ερωτήσεις που χρησιμοποιεί η αξιολόγηση και συγκεκριμένα σε αυτές της απλής επιλογής μιας απάντησης, καθώς υποστηρίζεται ότι ο κάθε μαθητής δεν δίνει την απαιτούμενη προσοχή στο τεστ, προσπερνούν την ερώτηση και απλά επιλέγουν μια απάντηση (Howson, 2002).

Ακόμη, αν αναλογιστεί κανείς τις πολιτισμικές διαφορές μεταξύ των χωρών, οι όποιες προσπάθειες για κατασκευή συγκρίσιμων ερωτηματολογίων ως προς την ορολογία και το περιεχόμενο των διάφορων αναλυτικών προγραμμάτων, δημιουργεί εμπόδια στην ποιοτική σύγκριση των αποτελεσμάτων διεθνώς (NRC, 2000· Tsai & Li, 2017). Επιπλέον, οι μαθητές κάθε χώρας που αξιολογούνται από το TIMSS μπορεί να είναι διαφορετικών ηλικιών, καθώς οι βαθμίδες της εκπαίδευσης που στοχεύει να εξετάσει η έρευνα μπορεί να διαφέρουν ως προς την ηλικία ανάλογα με το εκπαιδευτικό της σύστημα. Το γεγονός αυτό, όμως, είναι πιθανό να δημιουργεί αμφιβολίες για την έγκυρη σύγκριση των αποτελεσμάτων (NRC, 2000).

Τέλος, αν και η διαδικασία της δειγματοληψίας που ακολουθείται στο TIMSS θεωρείται έγκυρη και δεν δημιουργεί ενδοιασμούς, έχει αμφισβητηθεί η αξιοποίηση συγκρίσιμων ομάδων του δείγματος (Barber, 2006· NRC, 2000).

1.4.6.8. Οι επιδόσεις των μαθητών στην αξιολόγηση PISA

Στην έρευνα PISA 2015 οι μαθητές της Σιγκαπούρης φαίνεται να έχουν τις υψηλότερες επιδόσεις από όλες τις άλλες συμμετέχουσες χώρες. Το 79% των μαθητών καταφέρνουν να φτάσουν στο βασικό επίπεδο ικανοτήτων (επίπεδο 2). Ένα μικρό ποσοστό μαθητών της τάξης του 7,7% φαίνεται να έχει εξαιρετικές επιδόσεις (επίπεδο 5 ή επίπεδο 6), γεγονός που σημαίνει ότι έχουν αρκετές γνώσεις που μπορούν να εφαρμόσουν σε ποικίλες, άγνωστες καταστάσεις. Ένα, επίσης, μικρό ποσοστό, αλλά λίγο μεγαλύτερο από το προηγούμενο (20%) έχει πολύ χαμηλές επιδόσεις, που ανταποκρίνονται στο

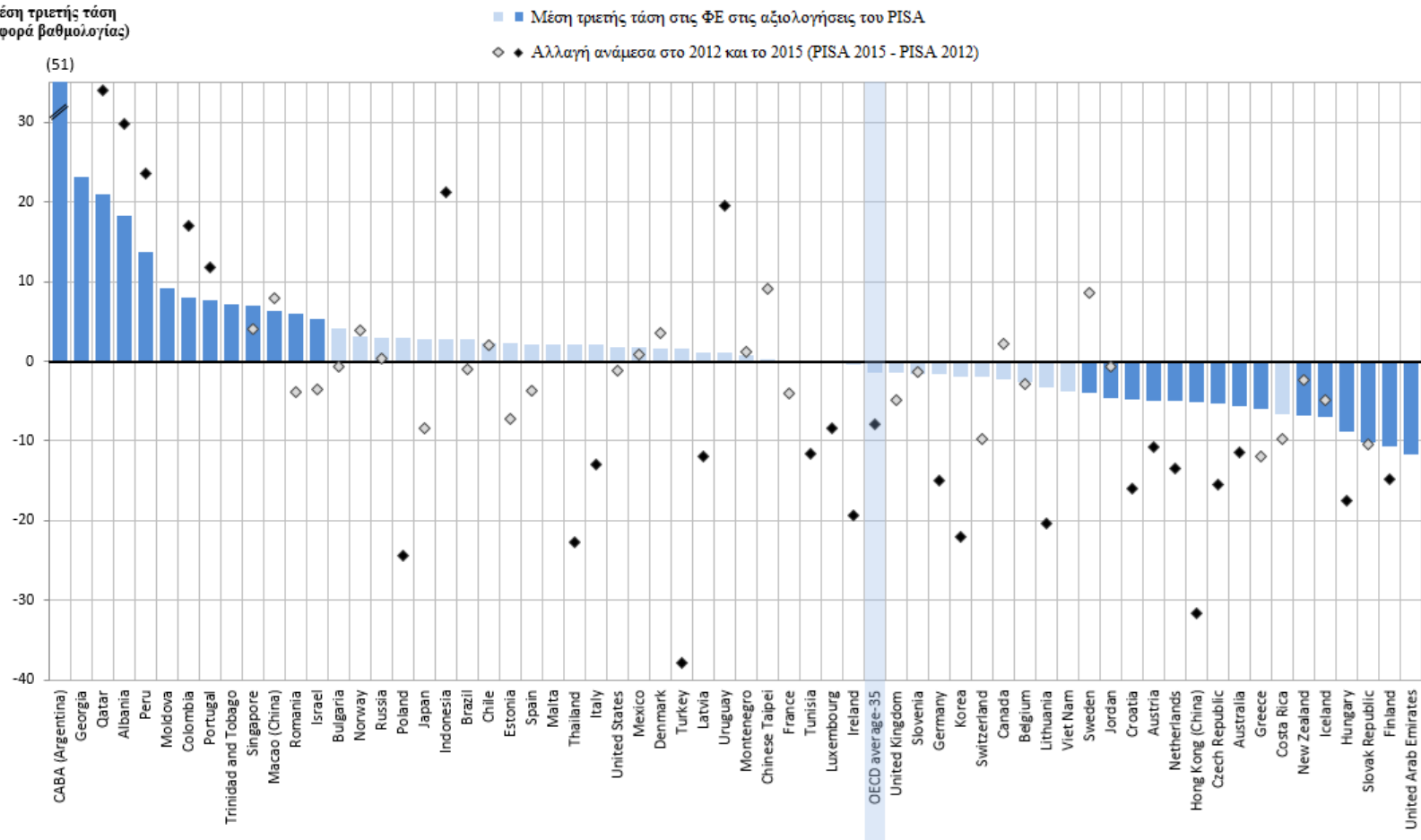
χαμηλότερο επίπεδο ικανοτήτων (κάτω από το επίπεδο 2). Ωστόσο, οι επιδόσεις των μαθητών στις περισσότερες χώρες δεν παρουσιάζουν κάποια σημαντική διαφοροποίηση από την αξιολόγηση του 2006 (OECD, 2016b).

Γενικά, οι τάσεις τα τελευταία χρόνια, από το 2006 έως το 2015, φαίνεται να έχουν παραμείνει σταθερές ανά τον κόσμο. Ωστόσο, τα ευρήματα του PISA, μέσω της σύγκρισης των επιδόσεων των μαθητών σε όλους τους κύκλους αξιολόγησης (από το 2006 έως το 2015) δείχνουν ότι από τις 64 χώρες που συμμετείχαν, οι 31 παρουσιάζουν σταθερή τάση, οι 15 δείχνουν σημαντική βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών, και οι 18 σημαντική χειροτέρευση (Γράφημα 1) (OECD, 2016b).

Όσον αφορά τις δεξιότητες του επιστημονικού εγγραμματισμού που προτείνει το PISA, φαίνεται ότι η συνολική εικόνα των μαθητών σε κάθε μία από αυτές σχετίζεται με τη συνολική επίδοσή τους. Επίσης, παρατηρείται η τάση οι μαθητές που παρουσιάζουν υψηλές επιδόσεις σε ένα τομέα δεξιοτήτων να έχουν υψηλές επιδόσεις και στους άλλους, και το αντίστροφο. Και πάλι η Σιγκαπούρη είναι στην κορυφή της κατάταξης, ενώ η Ελλάδα βρίσκεται κάτω από το μέσο όρο του ΟΟΣΑ (Πίνακας 3) (OECD, 2016b).

Μέση τριετής τάση
(διαφορά βαθμολογίας)

(51)



Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.2.4a.

Γράφημα 1: Μέση τάση επιδόσεων στις Φυσικές Επιστήμες από το 2006

Πίνακας 3: Διαφορές στις δεξιότητες του Επιστημονικού Εγγραμματισμού

	Μέση επίδοση στις ΦΕ (συνολική κλίμακα)	Μέση επίδοση σε κάθε δεξιότητα του Επιστημονικού Εγγραμματισμού			Σχέσεις στις ΦΕ: Η μέση επίδοση στη δεξιότητα του Επιστημονικού Εγγραμματισμού... ¹		
		Εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο	Αξιολόγηση και σχεδιασμός επιστημονικών ερευνών	Ερμηνεία δεδομένων και τεκμηρίων με επιστημονικό τρόπο	... εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο (ep) είναι υψηλότερη από...	... αξιολόγηση και σχεδιασμός επιστημονικών ερευνών (ed) είναι υψηλότερη από ερμηνεία δεδομένων και τεκμηρίων με επιστημονικό τρόπο (id) είναι υψηλότερη από ...
Singapore	556	553	560	556		ep id	
Japan	538	539	536	541			ed
Estonia	534	533	535	537			
Chinese Taipei	532	536	525	533	ed		ed
Finland	531	534	529	529	id		
Macao (China)	529	528	525	532			ep ed
Canada	528	530	530	525	id	id	
Hong Kong (China)	523	524	524	521			
B-S-J-G (China)	518	520	517	516			
Korea	516	510	515	523		ep	ep ed
New Zealand	513	511	517	512		ep id	
Slovenia	513	515	511	512	ed		
Australia	510	510	512	508			
United Kingdom	509	509	508	509			
Germany	509	511	506	509	ed		ed
Netherlands	509	509	511	506	id	id	
Switzerland	506	505	507	506			
Ireland	503	505	500	500	ed id		
Belgium	502	499	507	503		ep id	ep
Denmark	502	502	504	500			
Poland	501	501	502	501			
Portugal	501	498	502	503		ep	ep

	Μέση επίδοση στις ΦΕ (συνολική κλίμακα)	Μέση επίδοση σε κάθε δεξιότητα του Επιστημονικού Εγγραμματισμού			Σχέσεις στις ΦΕ: Η μέση επίδοση στη δεξιότητα του Επιστημονικού Εγγραμματισμού... ¹		
		Εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο	Αξιολόγηση και σχεδιασμός επιστημονικών ερευνών	Ερμηνεία δεδομένων και τεκμηρίων με επιστημονικό τρόπο	... εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο (ep) είναι υψηλότερη από...	... αξιολόγηση και σχεδιασμός επιστημονικών ερευνών (ed) είναι υψηλότερη από ερμηνεία δεδομένων και τεκμηρίων με επιστημονικό τρόπο (id) είναι υψηλότερη από ...
Norway	498	502	493	498	ed id		ed
United States	496	492	503	497		ep id	ep
Austria	495	499	488	493	ed id		ed
France	495	488	498	501		ep	ep
Sweden	493	498	491	490	ed id		
OECD average	493	493	493	493			ed
Czech Republic	493	496	486	493	ed		ed
Spain	493	494	489	493	ed		ed
Latvia	490	488	489	494			ep ed
Russia	487	486	484	489			ed
Luxembourg	483	482	479	486	ed		ep ed
Italy	481	481	477	482			ed
Hungary	477	478	474	476			
Lithuania	475	478	478	471	id	id	
Croatia	475	476	473	476			
Iceland	473	468	476	478		ep	ep
Israel	467	463	471	467		ep id	ep
Slovak Republic	461	464	457	459	ed id		
Greece	455	454	453	454			
Chile	447	446	443	447	ed		
Bulgaria	446	449	440	445	ed id		
United Arab Emirates	437	437	431	437	ed		ed
Uruguay	435	434	433	436			
Cyprus ²	433	432	430	434			ed

	Μέση επίδοση στις ΦΕ (συνολική κλίμακα)	Μέση επίδοση σε κάθε δεξιότητα του Επιστημονικού Εγγραμματισμού			Σχέσεις στις ΦΕ: Η μέση επίδοση στη δεξιότητα του Επιστημονικού Εγγραμματισμού... ¹		
		Εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο	Αξιολόγηση και σχεδιασμός επιστημονικών ερευνών	Ερμηνεία δεδομένων και τεκμηρίων με επιστημονικό τρόπο	... εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο (ep) είναι υψηλότερη από...	... αξιολόγηση και σχεδιασμός επιστημονικών ερευνών (ed) είναι υψηλότερη από ερμηνεία δεδομένων και τεκμηρίων με επιστημονικό τρόπο (id) είναι υψηλότερη από ...
Turkey	425	426	428	423		id	
Thailand	421	419	423	422			
Costa Rica	420	420	422	415	id	id	
Qatar	418	417	414	418			ed
Colombia	416	412	420	416		ep id	ep
Mexico	416	414	415	415			
Montenegro	411	411	408	410			
Brazil	401	403	398	398	id		
Peru	397	392	399	398		ep	ep
Tunisia	386	385	379	390	ed		ep ed
Dominican Republic	332	332	324	330	ed		ed

1. Οι σχέσεις επισημαίνονται με πιο έντονο χρώμα¹ τα κενά κελιά υποδεικνύουν περιπτώσεις όπου το σκορ κάθε δεξιότητας δεν είναι σημαντικά υψηλότερο αν συγκριθεί με άλλες δεξιότητες, συμπεριλαμβανομένων των περιπτώσεων που είναι χαμηλότερο. Οι δεξιότητες υποδεικνύονται με τις ακόλουθες συντομογραφίες: ep - εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο¹ ed - αξιολόγηση και σχεδιασμός επιστημονικών ερευνών¹ id - ερμηνεία δεδομένων και τεκμηρίων με επιστημονικό τρόπο.

Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.2.13.

Επιπλέον, ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι στάσεις των μαθητών στις φυσικές επιστήμες. Στα γραφήματα 2 και 3 απεικονίζεται η ενασχόληση των μαθητών με δραστηριότητες φυσικών επιστημών και οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων. Το Γράφημα 2 απεικονίζει το ποσοστό πολύ συχνής ή τακτικής ενασχόλησης στις διαφορετικές ερωτήσεις, ενώ το Γράφημα 3 δίνει το συγκεντρωτικό δείκτη που συγκροτείται από αυτές τις ερωτήσεις. Γενικά, παρατηρείται ότι τα αγόρια είναι πιθανότερο να συμμετέχουν σε δραστηριότητες φυσικών επιστημών από ότι τα κορίτσια (OECD, 2016b). Η πλειοψηφία των μαθητών αναφέρουν ότι παρακολουθούν προγράμματα στην τηλεόραση σχετικά με τις φυσικές επιστήμες και ακολουθούν η επίσκεψη ιστοσελίδων που παρέχουν πληροφορίες για θέματα φυσικών επιστημών και η ανάγνωση περιοδικών ή επιστημονικών άρθρων σε εφημερίδες σχετικά με αυτό το επιστημονικό πεδίο (OECD, 2016b). Η λιγότερο συχνή δραστηριότητα είναι η συμμετοχή των μαθητών σε επιστημονικές ομάδες. Στην Ελλάδα, ο μέσος όρος του συνολικού αριθμού των μαθητών που ασχολούνται με τέτοιου είδους δραστηριότητες είναι υψηλότερος από το μέσο όρο του ΟΟΣΑ, αναφορικά με την επίσκεψη ιστοσελίδων και το δανεισμό/αγορά βιβλίων, ενώ μεταξύ των δύο φύλων τα αγόρια εμπλέκονται περισσότερο από τα κορίτσια με τις δραστηριότητες φυσικών επιστημών (Σοφιανοπούλου, Εμβαλωτής, Πίτσια, & Καρακολίδης, 2017).

Ακόμη, η ευχαρίστηση των μαθητών κατά την ενασχόλησή τους με θέματα φυσικών επιστημών διαφοροποιείται ανάμεσα στα δύο φύλα. Τα αγόρια παρουσιάζονται να συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό από τα κορίτσια σε ερωτήσεις που εκφράζουν ευχαρίστηση (Γράφημα 4). Παρόμοια είναι και η εικόνα στην πλειοψηφία των χωρών για το συνολικό δείκτη. Στην Ελλάδα τα αγόρια φαίνεται να διασκεδάζουν περισσότερο την ενασχόληση με αυτό το πεδίο μάθησης, ενώ ταυτόχρονα υπερτερούν από το μέσο όρο του ΟΟΣΑ (Γράφημα 5) με τη συνολική τάση να είναι αυξητική από την αξιολόγηση του 2006 (Γράφημα 6) (OECD, 2016b).

Επίσης, αναφορικά με το ενδιαφέρον των μαθητών για διάφορα ζητήματα φυσικών επιστημών, κατά μέσο όρο οι μαθητές επιδεικνύουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη μπορεί να βοηθήσει στην πρόβλεψη ασθενειών και για το Σύμπαν και την ιστορία του. Αντιθέτως, μικρότερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν για την ενέργεια και τις μετατροπές της, για ζητήματα κινήσεων και δυνάμεων και για θέματα σχετικά με τη βίοςφαιρα. Επίσης, τα αγόρια επιδεικνύουν μεγαλύτερο ενδιαφέ-

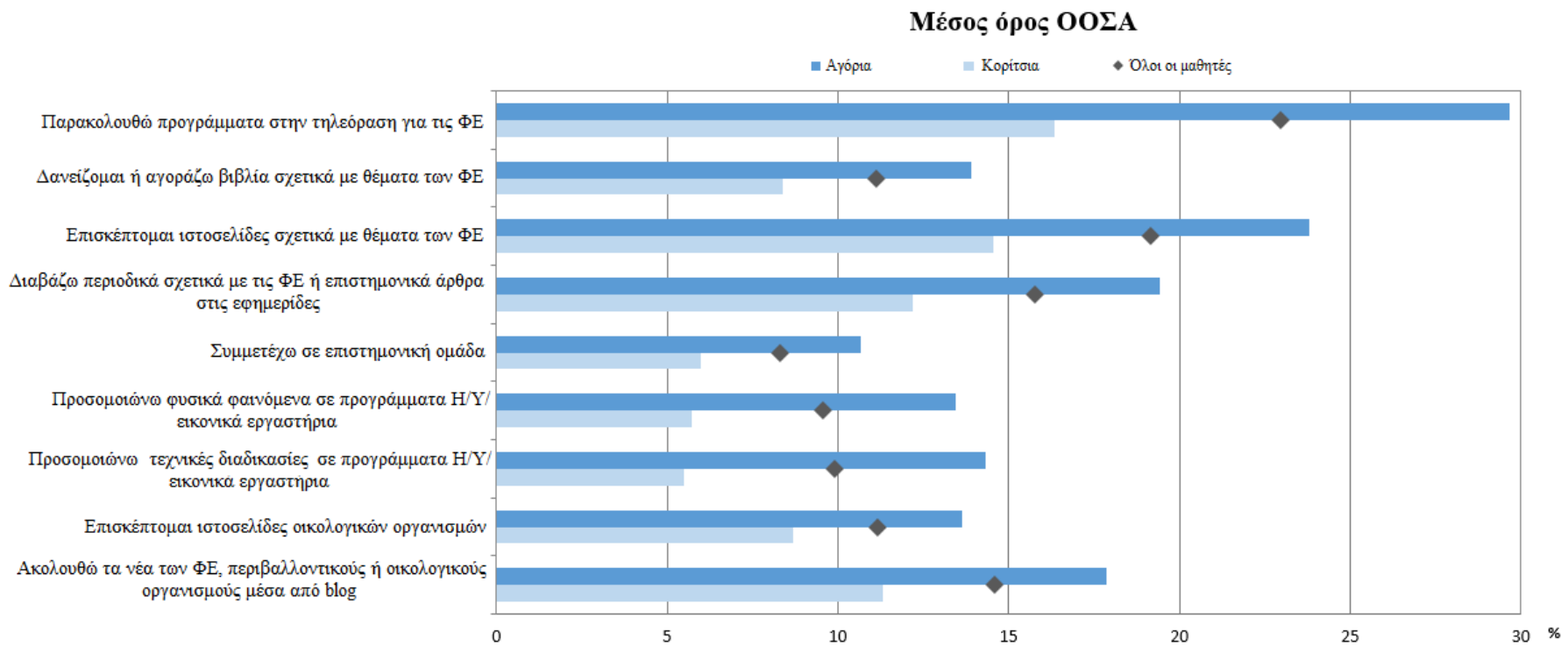
ρον στην πλειοψηφία των θεμάτων, ενώ η διαφορά είναι υπέρ των κοριτσιών για ζητήματα υγείας. Ωστόσο, αμελητέα είναι η διαφορά στα θέματα της βίοσφαιρας (Γράφημα 7).

Τέλος, η έρευνα PISA κάνει λόγο εξετάζει τις επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών, οι οποίες προσδιορίζονται ως οι πεποιθήσεις των ανθρώπων αναφορικά με τη φύση της γνώσης (nature of knowledge) και της διαδικασίας του γινώσκειν (process of knowing), καθώς και το πώς αυτές οι πεποιθήσεις αξιοποιούνται για την προσωπική κατανόηση του κόσμου (Hofer, 2000· Hofer & Pintrich, 1997, 2002). Οι Hofer και Pintrich (1997) πρότειναν μια θεωρητική προσέγγιση, κατά την οποία οι επιστημικές πεποιθήσεις αποτελούνται από τέσσερις επιμέρους διαστάσεις, τη *βεβαιότητα* (certainty), τη *δομή* (structure) και την *προέλευση* (source) της γνώσης, καθώς και την *τεκμηρίωση* (justification) της διαδικασίας του γινώσκειν. Επιπλέον, υποστηρίζεται ότι οι επιστημικές πεποιθήσεις επηρεάζονται από τις εμπειρίες των ατόμων στο οικογενειακό, εκπαιδευτικό και ευρύτερο κοινωνικο-πολιτισμικό περιβάλλον και εξελίσσονται από την παιδική ηλικία προς την ενήλικη ζωή (Hofer & Pintrich, 1997· Kuhn, Cheney, Weinstock, 2000· Schommer, 1994).

Εστιάζοντας στον τομέα των φυσικών επιστημών, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στο PISA (OECD, 2016b), οι μεγαλύτεροι ηλικιακά μαθητές είναι πιο πιθανό να πιστεύουν ότι η επιστημονική γνώση είναι πολύπλοκη, προσωρινή και εξελισσόμενη και μπορεί να τεκμηριωθεί στη βάση εμπειρικών δεδομένων (Mason et al., 2012).

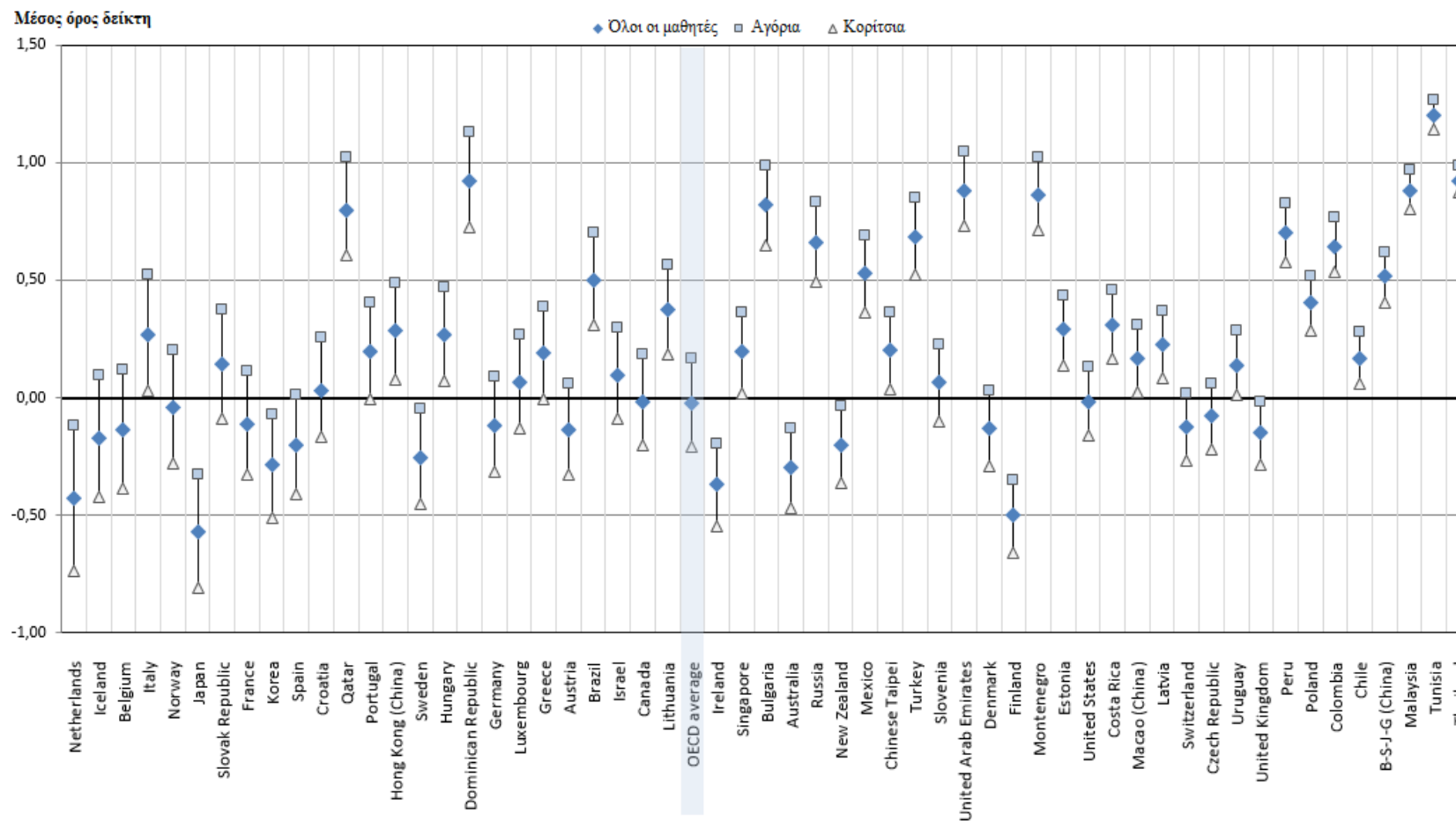
Η έρευνα PISA επιχειρεί να προσεγγίσει συγκεκριμένες διαστάσεις των επιστημικών πεποιθήσεων αναφορικά με τις φυσικές επιστημές, και ειδικότερα «τις πεποιθήσεις των μαθητών αναφορικά με την εγκυρότητα και τους περιορισμούς των επιστημονικών πειραμάτων, καθώς και αναφορικά με την προσωρινή και εξελισσόμενη φύση της επιστημονικής γνώσης» (OECD, 2016b, σ. 100).

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης έδειξαν ότι στο μέσο όρο των χωρών του ΟΟΣΑ, αρκετά μεγάλα ποσοστά των μαθητών συμφωνούν ότι οι πειραματικές διαδικασίες αποτελούν τρόπο σκέψης και κατανοούν την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης (Γράφημα 8). Μεταξύ των φύλων δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές, ενώ όπου υπάρχουν, μεγαλύτερα ποσοστά κοριτσιών έχουν όμοιες απόψεις με τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ (Γράφημα 9) (OECD, 2016b).



Source: OECD, PISA 2015 Database, Tables I.3.5a and I.3.5c.

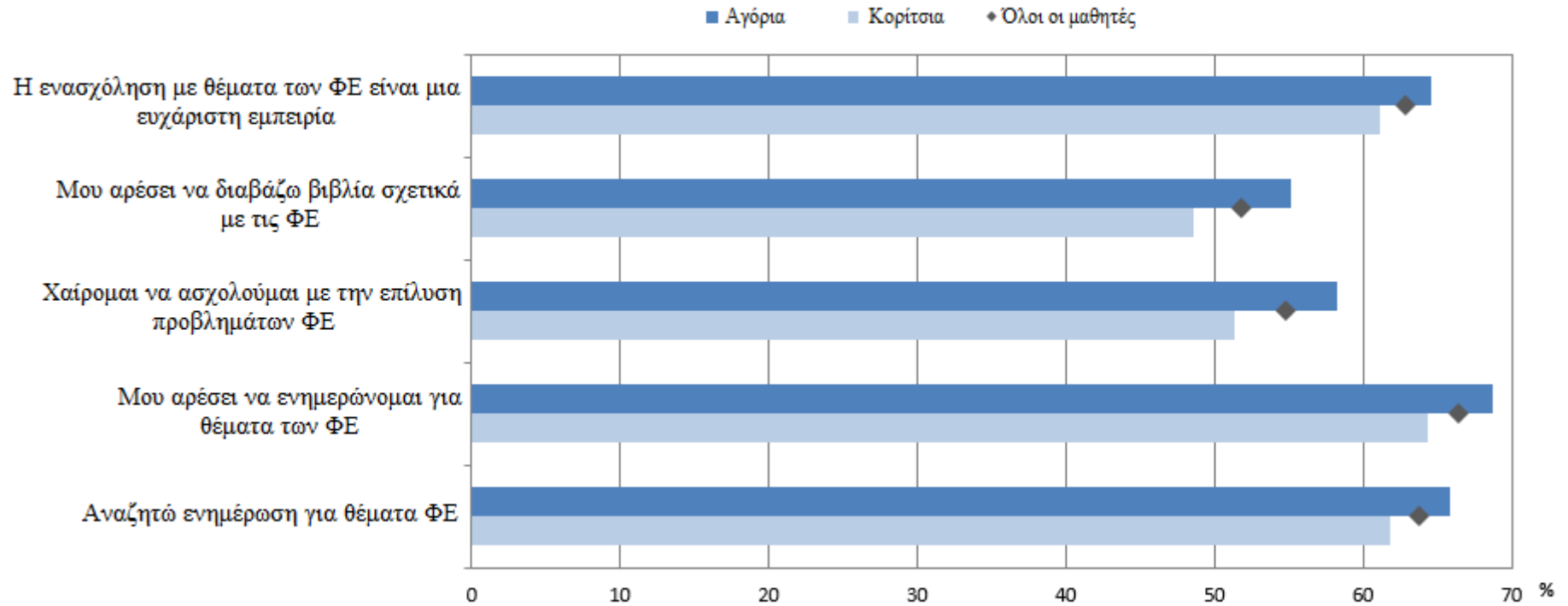
Γράφημα 2: Ενασχόληση μαθητών με δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών, ανάλογα με το φύλο



Source: OECD, PISA 2015 Database, Tables I.3.5a and I.3.5c.

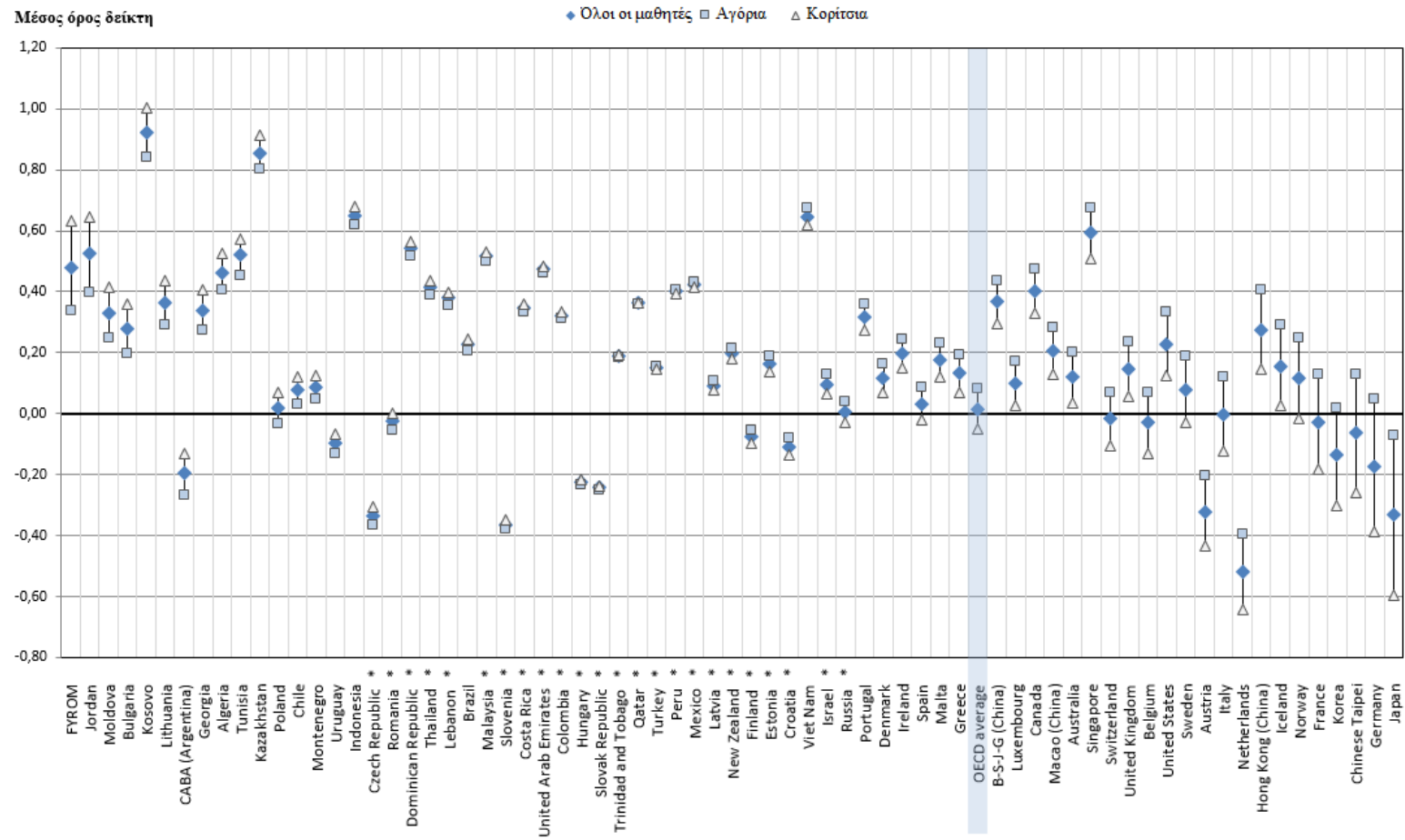
Γράφημα 3: Διαφορές των φύλων στην ενασχόληση με δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών

Μέσος όρος ΟΟΣΑ



Source: OECD, PISA 2015 Database, Tables I.3.1a and I.3.1c.

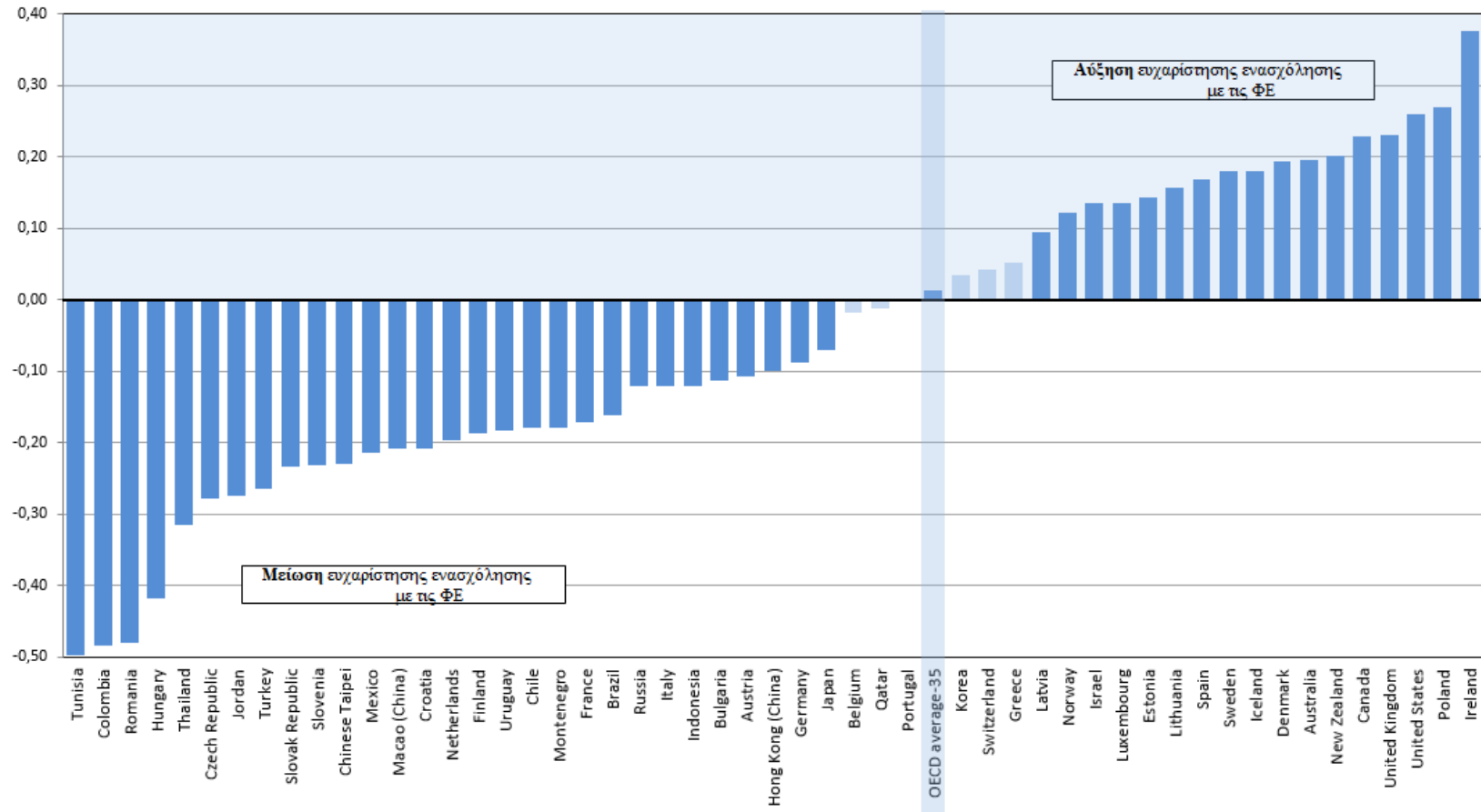
Γράφημα 4: Ευχαρίστηση ενασχόλησης μαθητών με τις Φυσικών Επιστημών, ανάλογα με το φύλο



Source: OECD, PISA 2015 Database, Tables I.3.1a and I.3.1c.

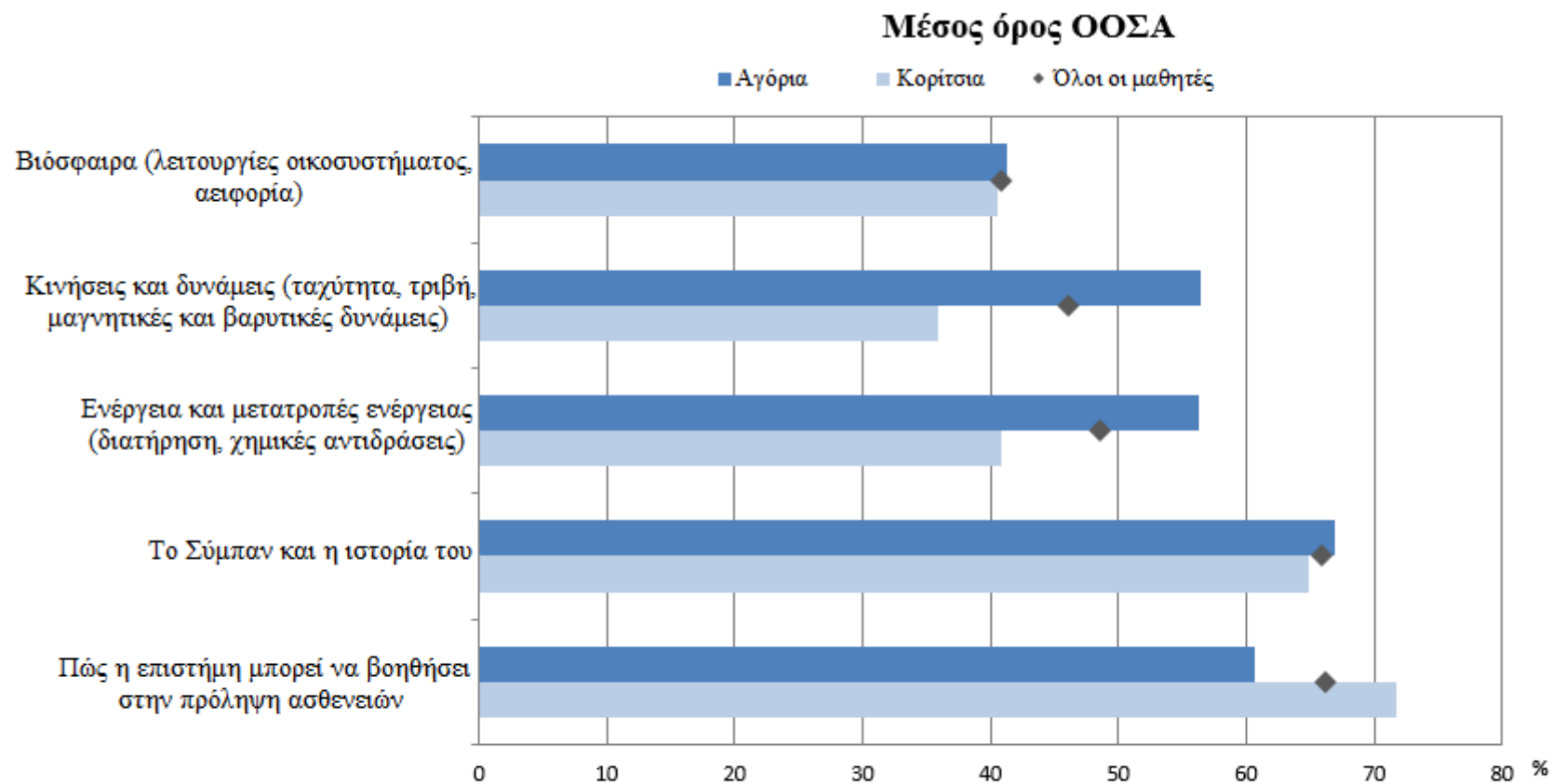
Γράφημα 5: Διαφορές των φύλων στην ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις Φυσικές Επιστήμες

Αλλαγή δείκτη
(PISA 2015 - PISA 2006)



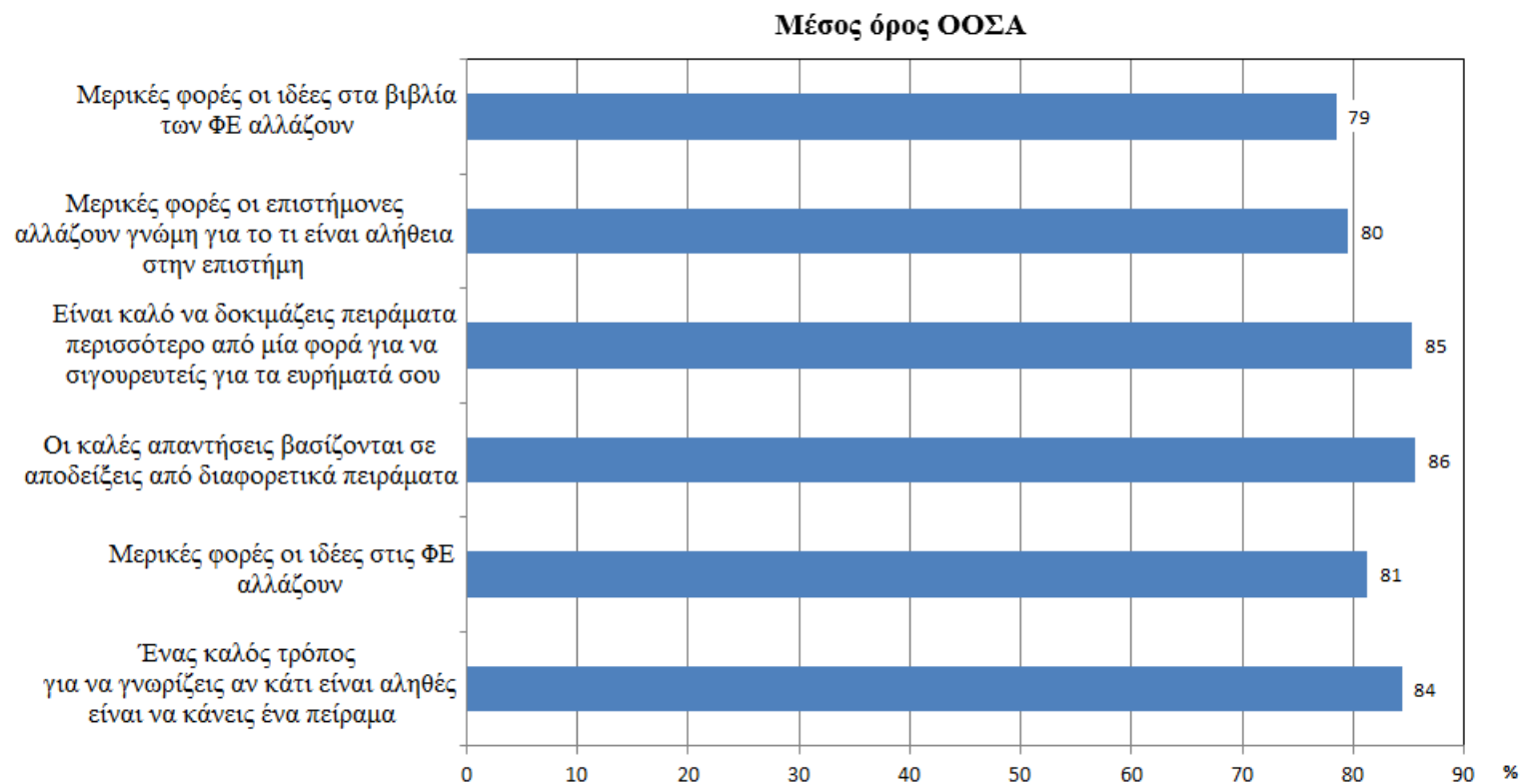
Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.3.1f.

Γράφημα 6: Τάση της ευχαρίστησης ενασχόλησης των μαθητών με τις Φυσικές Επιστήμες



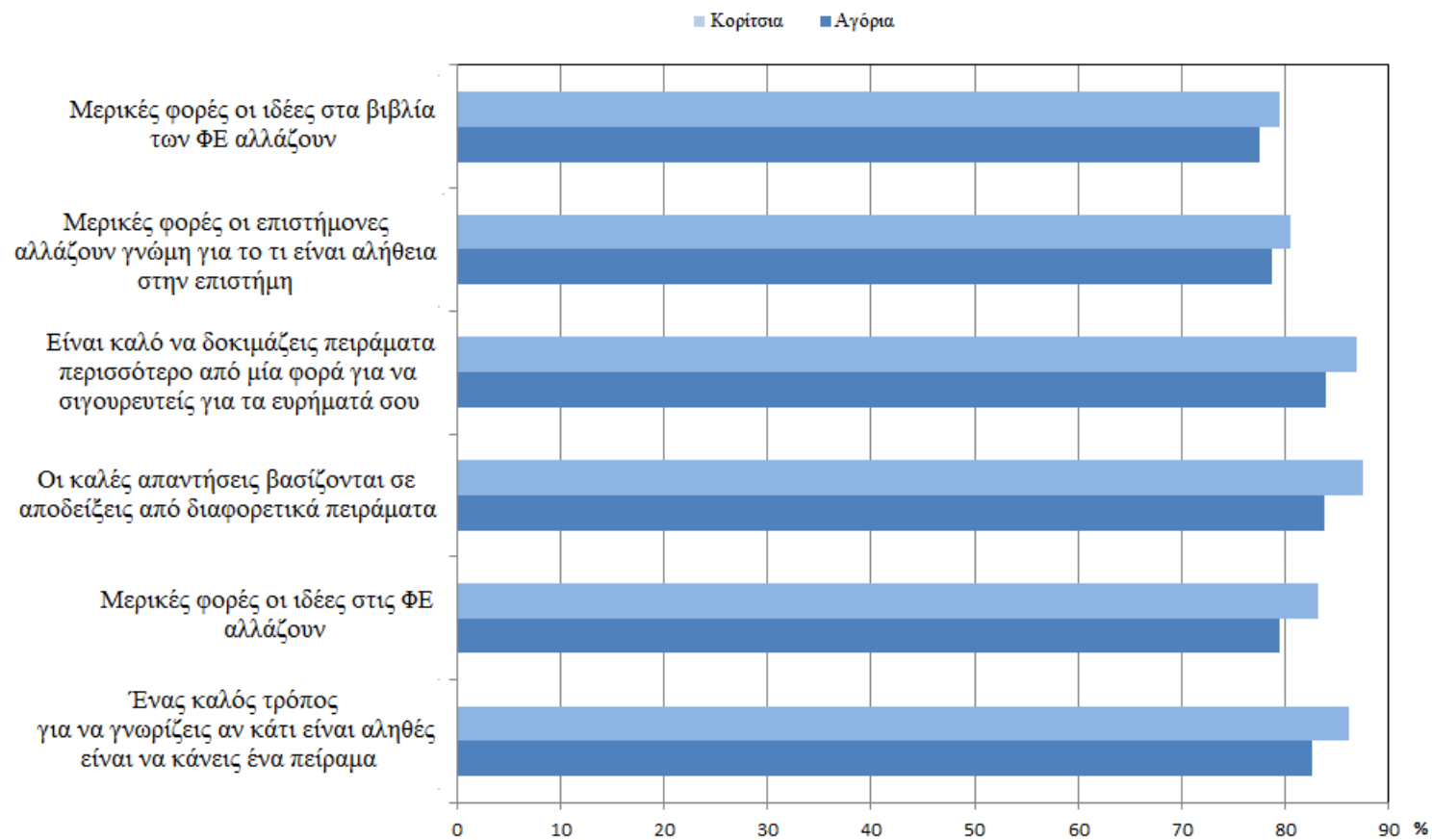
Source: OECD, PISA 2015 Database, Tables I.3.2a and I.3.2c.

Γράφημα 7: Ενδιαφέρον των μαθητών για ζητήματα Φυσικών Επιστημών, ανάλογα με το φύλο



Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.2.12a.

Γράφημα 8: Επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών στις χώρες του ΟΟΣΑ



Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.2.12c.

Γράφημα 9: Επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών, ανάλογα με το φύλο

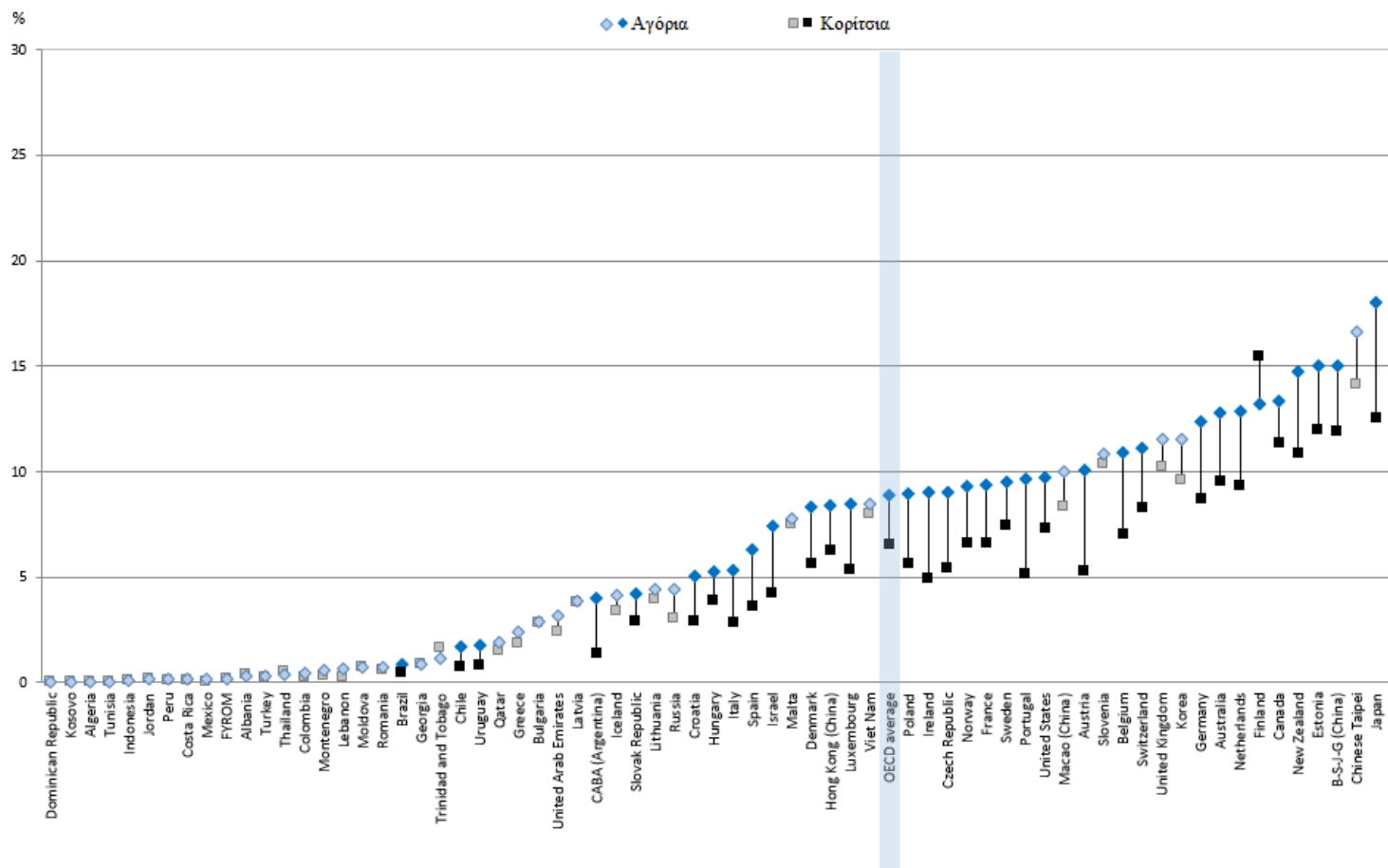
1.4.7. Παράγοντες που επηρεάζουν τις επιδόσεις στον επιστημονικό εγγραμματισμό

1.4.7.1. Παράγοντες σε επίπεδο μαθητή

1.4.7.1.1. Φύλο

Η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας PISA αποκαλύπτει διαφορές στην επίδοση των μαθητών στις φυσικές επιστήμες όταν ελέγχονται συναρτήσει του φύλου (Alivernini & Manganelli, 2015· Hacieminoglu et al., 2015· Martin et al., 2016· OECD, 2016b). Στην Ελλάδα τα κορίτσια υπερτερούν των αγοριών (Σοφianoπούλου κ.συν., 2017), σε αντίθεση με την ανάλογη σύγκριση συνολικά στις χώρες του ΟΟΣΑ, η οποία, αν και μικρή είναι σημαντική, εμφανίζοντας τα αγόρια να υπερέχουν των κοριτσιών (OECD, 2016b). Επιπλέον, η διαφορά είναι υπέρ των αγοριών τόσο για το σύνολο των μαθητών που κατατάσσονται στο υψηλό επίπεδο ικανοτήτων (πάνω από το επίπεδο 5) (Γράφημα 10) όσο και για αυτούς του χαμηλού επιπέδου (κάτω από το επίπεδο 2) (Γράφημα 11). Όμοια είναι η εικόνα και για τους Έλληνες μαθητές και στις δύο περιπτώσεις (OECD, 2016b).

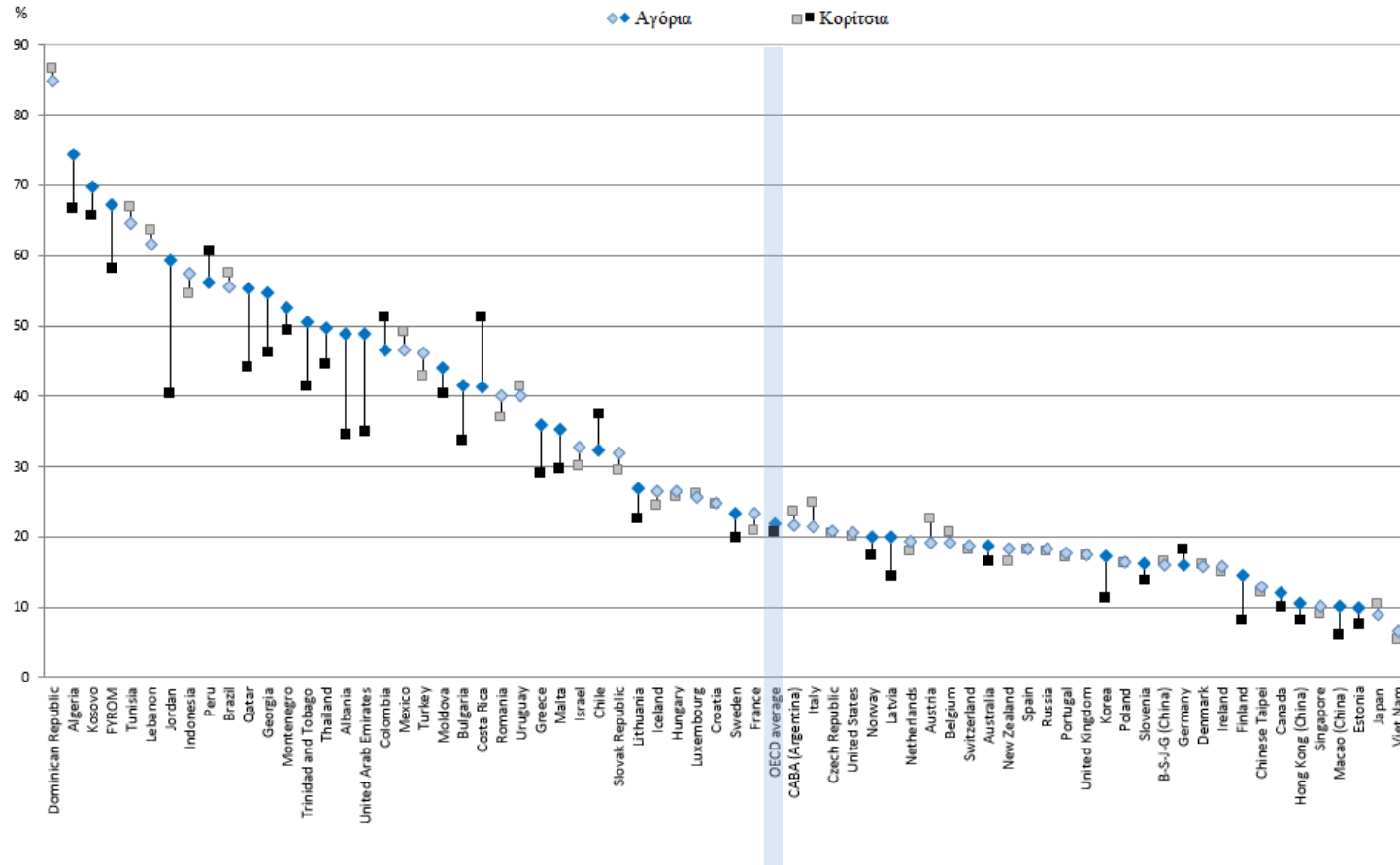
Ποσοτό αγοριών και κοριτσιών στο επίπεδο ικανοτήτων 5 ή πάνω από 5



Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.2.6a.

Γράφημα 10: Διαφορές των φύλων για τους μαθητές υψηλότερου επιπέδου ικανοτήτων

Ποσοστό αγοριών και κοριτσιών σε επίπεδο ικανοτήτων κάτω από 2

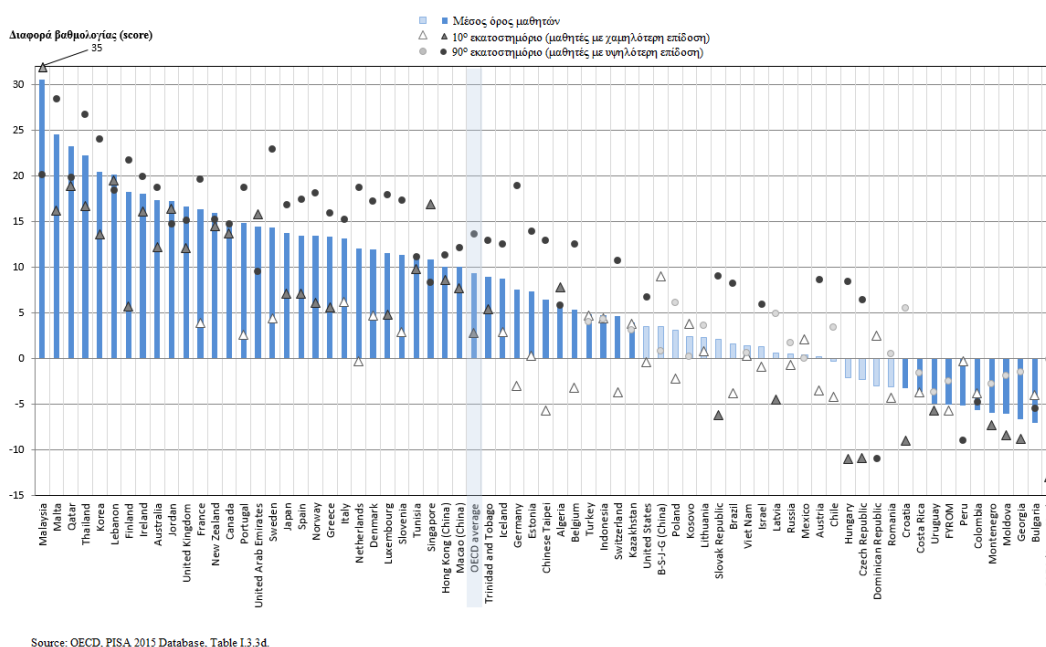


Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.2.6a.

Γράφημα 11: Διαφορές των φύλων για τους μαθητές χαμηλότερου επιπέδου ικανοτήτων

1.4.7.1.2. Κίνητρα

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει τις επιδόσεις των μαθητών είναι τα κίνητρά τους για την ενασχόλησή τους με τις φυσικές επιστήμες (Sun, Bradley, & Akers, 2012). Στο σχεδιασμό του PISA υπάρχουν δύο τύποι κινήτρων για τη μάθηση στις φυσικές επιστήμες: ο ένας αφορά τα εσωτερικά κίνητρα, δηλαδή, αν οι μαθητές ενδιαφέρονται για ζητήματα φυσικών επιστημών και αν απολαμβάνουν την εμπλοκή τους σε τέτοιου είδους δραστηριότητες, ενώ ο άλλος τύπος κινήτρων αναφέρεται στις αντιλήψεις των μαθητών για τη χρησιμότητα της μάθησης θεμάτων σχετικών με τις φυσικές επιστήμες στο μέλλον (OECD, 2016b). Τα κίνητρα των μαθητών (και των δύο τύπων) φαίνεται να σχετίζονται θετικά με τις επιδόσεις τους στις φυσικές επιστήμες (Γράφημα 12) (OECD, 2016b).



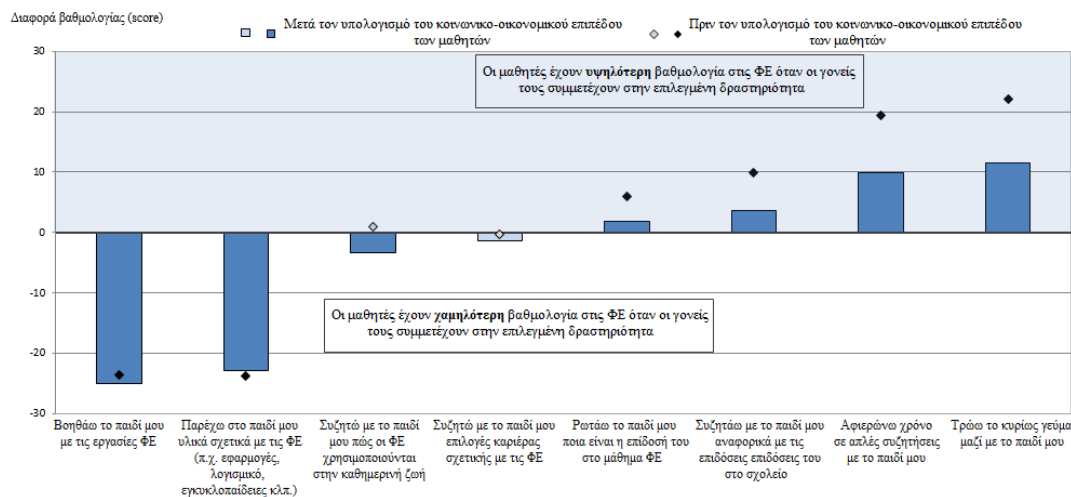
Γράφημα 12: Κίνητρα αντιλήψεων για τη χρησιμότητα της μάθησης των Φυσικών Επιστημών και επίδοσης

1.4.7.2. Παράγοντες σε επίπεδο οικογένειας

1.4.7.2.1. Οικογενειακό περιβάλλον

Οι στάσεις και η εμπλοκή των γονέων, το οικογενειακό υπόβαθρο και το περιβάλλον στο σπίτι ασκούν και αυτά, με τη σειρά τους, επιρροή στα επιτεύγματα των παιδιών τους (Alivernini & Manganeli, 2015· George & Kapla, 1998· Sun et al., 2012). Τα τελευταία χρόνια η εμπλοκή των γονέων στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό (George & Kapla, 1998). Οι γονείς ξοδεύουν χρόνο με τα παιδιά τους

και ενδιαφέρονται για ζητήματα του σχολείου. Γενικά φαίνεται να υπάρχει θετική σχέση ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών στις φυσικές επιστήμες και στη συχνότητα με την οποία τους αφιερώνουν χρόνο οι γονείς. Παρόλα αυτά, όπως φαίνεται και στο Γράφημα 13, παρατηρείται μια αρνητική σχέση όταν οι γονείς έχουν άμεση εμπλοκή στην εκπαίδευση των παιδιών τους (OECD, 2017).

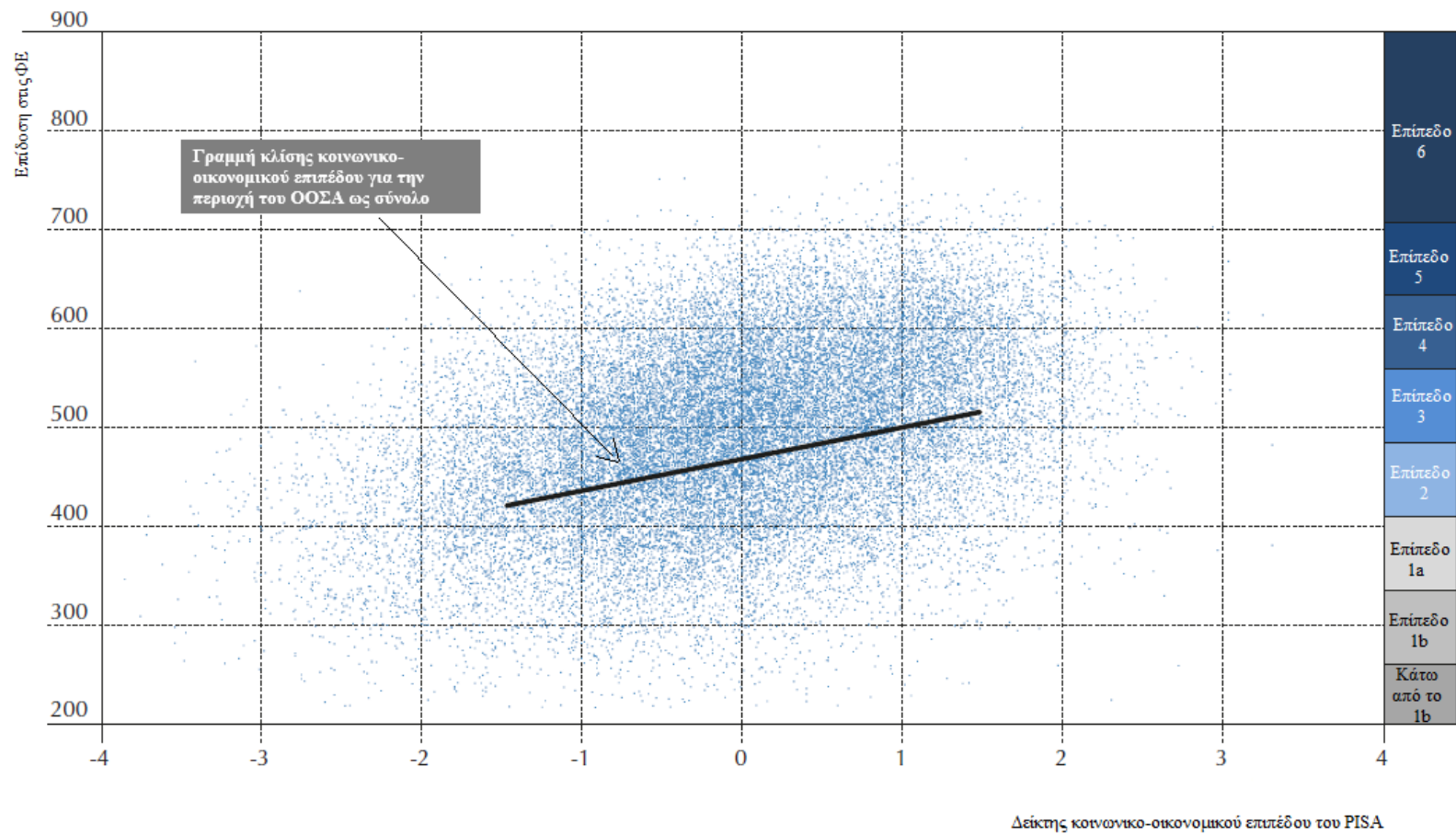


Source: OECD, PISA 2015 Database, Table III.9.4.

Γράφημα 13: Εμπλοκή των γονέων και επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες

1.4.7.2.2. Οικογενειακό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο

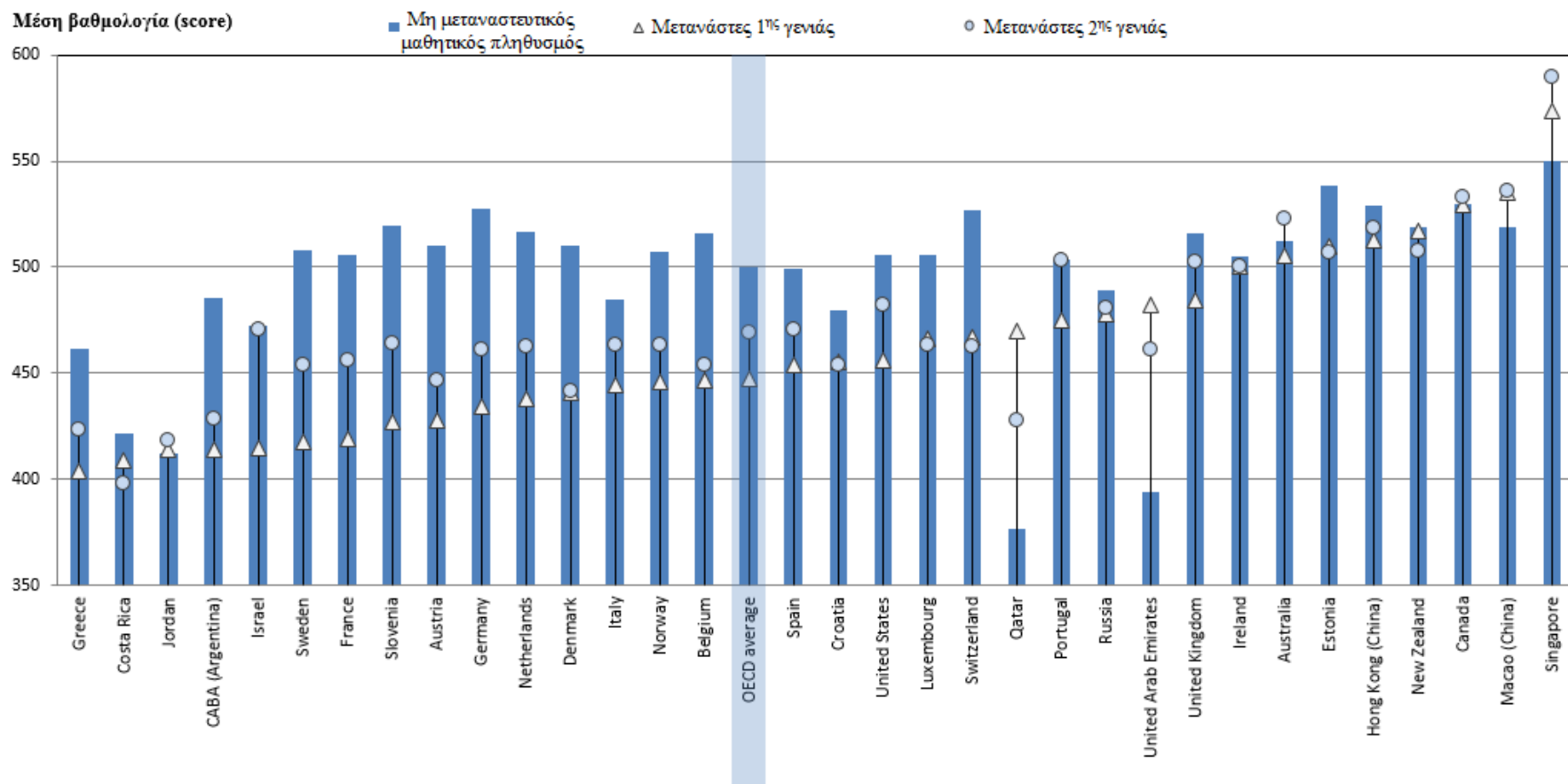
Οι επιδόσεις των μαθητών παρουσιάζουν, επίσης, σημαντικές διαφορές, όταν συνεκτιμάται το οικογενειακό και κοινωνικο-οικονομικό τους επίπεδο (Hacıeminoğlu et al., 2015· OECD, 2016b). Στην έρευνα PISA, το επίπεδο αυτό υπολογίζεται από έναν δείκτη, σχετικό με την οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική κατάσταση των μαθητών, και προκύπτει από τις πληροφορίες σχετικά με το οικογενειακό περιβάλλον των μαθητών, και, συγκεκριμένα, με το μορφωτικό επίπεδο των γονέων και το επάγγελμά τους, τον αριθμό των υλικών αγαθών που υπάρχουν στο σπίτι, καθώς και τον αριθμό των βιβλίων και άλλων εκπαιδευτικών πόρων του περιβάλλοντος των μαθητών (OECD, 2016b). Συνήθως οι μαθητές που διαθέτουν ένα καλύτερο επίπεδο, δηλαδή μαθητές με γονείς ανώτερου μορφωτικού επιπέδου, με αρκετούς εκπαιδευτικούς πόρους, υπερτερούν έναντι των μαθητών με ασθενέστερο, οι οποίοι μπορεί να μην φτάσουν ούτε στο βασικό επίπεδο ικανοτήτων (Γράφημα 14) (OECD, 2016b· Sun et al., 2012· Martin et al., 2016). Ωστόσο, το γράφημα υποδεικνύει ότι υπάρχουν και μαθητές χαμηλού κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου με υψηλές επιδόσεις και το αντίστροφο.



Γράφημα 14: Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο μαθητών και μέση επίδοση σε όλες τις χώρες του ΟΟΣΑ

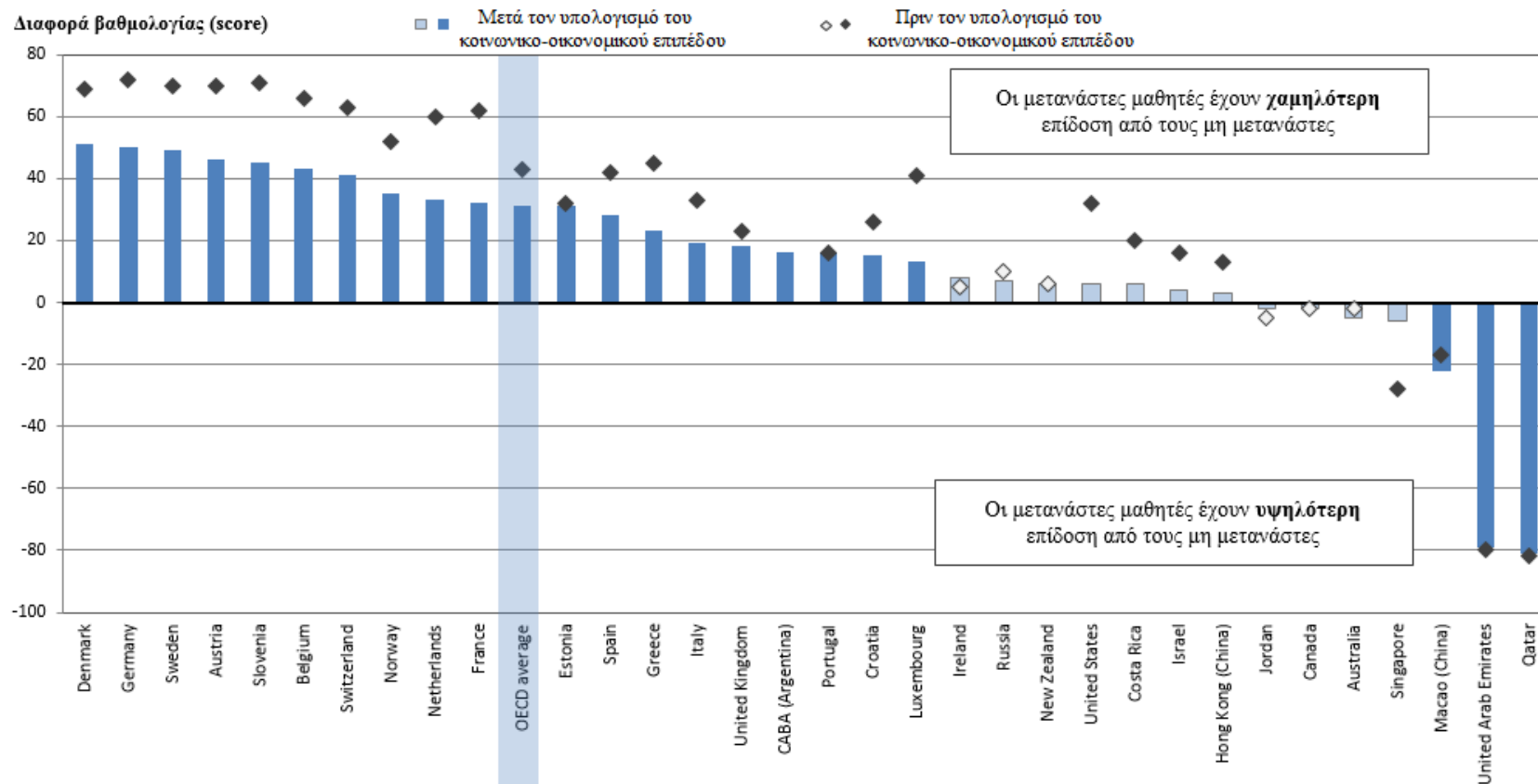
1.4.7.2.3. Μεταναστευτικό υπόβαθρο

Επιπλέον, οι μαθητές με μεταναστευτικό υπόβαθρο παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις στις επιδόσεις τους σε σύγκριση με αυτούς χωρίς μεταναστευτικό υπόβαθρο. Οι μαθητές των οποίων οι γονείς έχουν γεννηθεί στη χώρα που διεξάγεται η αξιολόγηση δεν συγκροτούν το μεταναστευτικό πληθυσμό. Ο μεταναστευτικός πληθυσμός, με τη σειρά του, διακρίνεται σε δύο κατηγορίες: στους μετανάστες πρώτης γενιάς, συγκεκριμένα μαθητές που τόσο οι ίδιοι όσο και οι γονείς τους έχουν γεννηθεί σε διαφορετική χώρα από αυτή της έρευνας, και στους μετανάστες δεύτερης γενιάς, οι οποίοι είναι οι μαθητές που έχουν γεννηθεί στη χώρα διεξαγωγής της αξιολόγησης, αλλά οι γονείς τους σε διαφορετική (OECD, 2016b). Αναφορικά με τις επιδόσεις, οι μαθητές με μεταναστευτικό υπόβαθρο φαίνεται να έχουν χαμηλότερες επιδόσεις συγκριτικά με τους ντόπιους μαθητές, εικόνα που παρατηρείται να επικρατεί και για τα ελληνικά δεδομένα (Γράφημα 15). Οι διαφορές αυτές εντοπίζονται, μάλιστα, και όταν λαμβάνεται υπόψη το διαφορετικό κοινωνικο-οικονομικό τους επίπεδο, το οποίο τις περισσότερες φορές είναι χαμηλότερο από τους μη μετανάστες, παρουσιάζοντας αυτούς τους μαθητές να έχουν την τάση να βρίσκονται κάτω από το βασικό επίπεδο ικανοτήτων (Γράφημα 16).



Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.7.4a.

Γράφημα 15: Επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, ανάλογα με το μεταναστευτικό τους υπόβαθρο



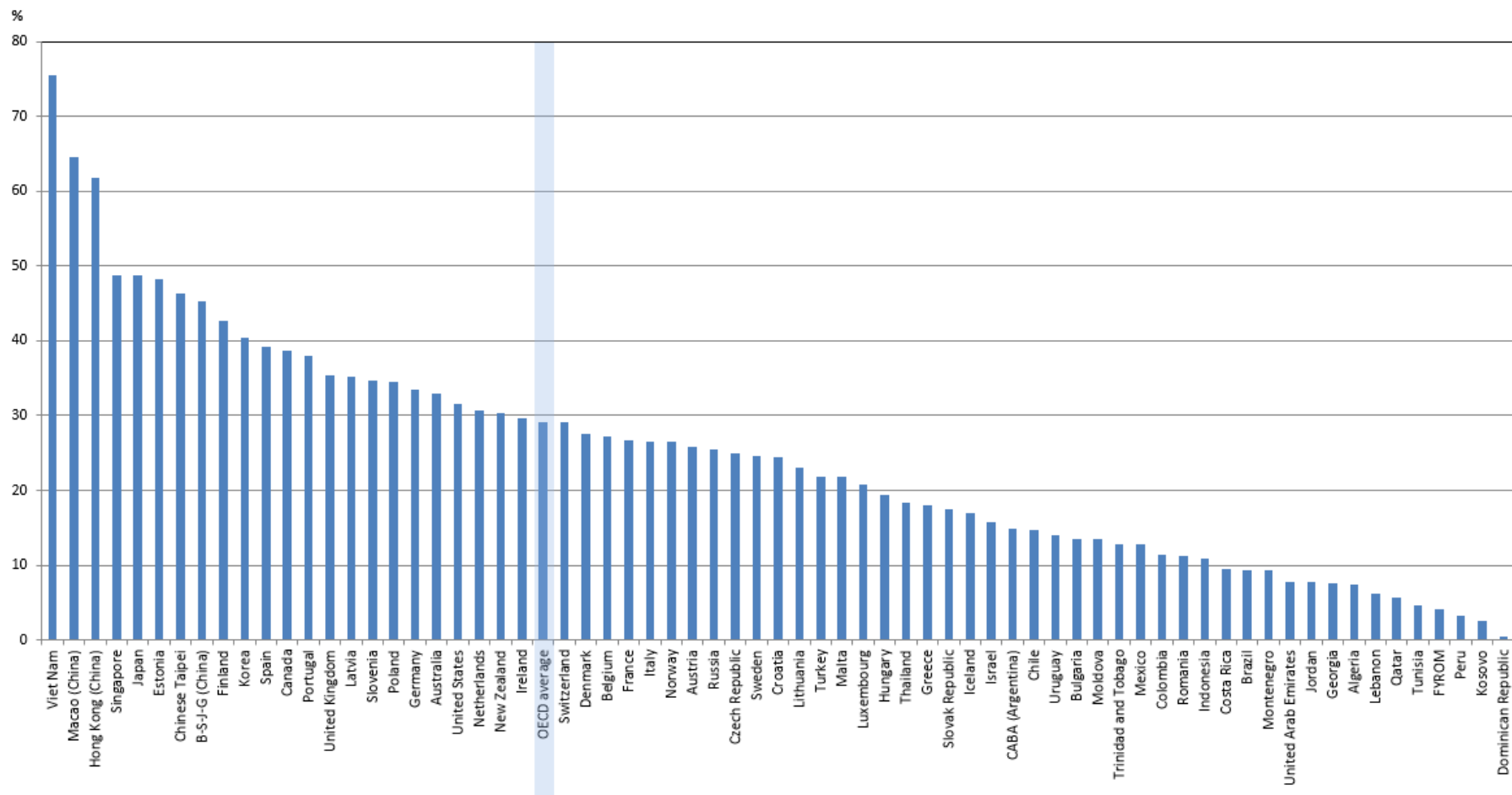
Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.7.4a.

Γράφημα 16: Επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, ανάλογα με το μεταναστευτικό τους υπόβαθρο, πριν και μετά τον υπολογισμό του κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου

1.4.7.2.4. “Ανθεκτικοί” μαθητές

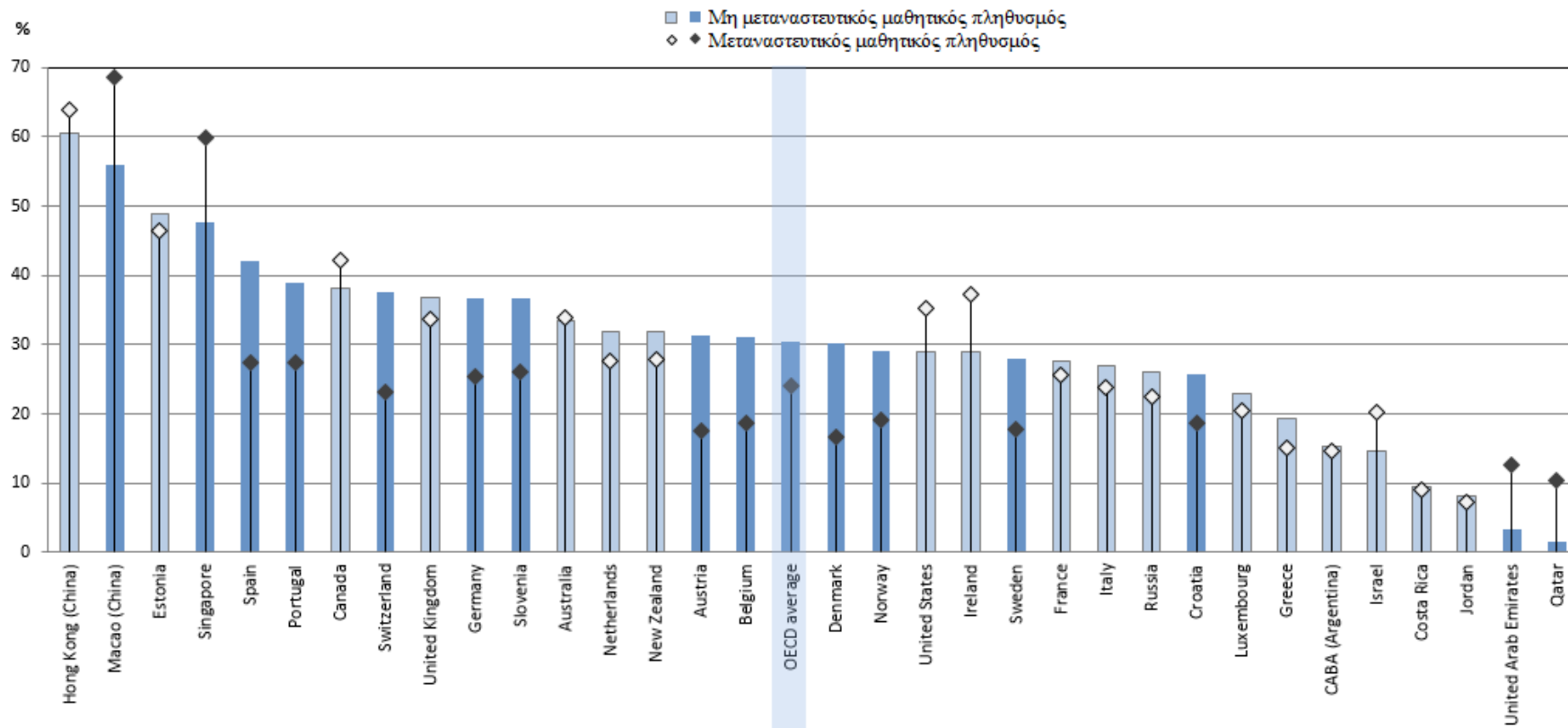
Στην αναφορά του PISA 2015 παρουσιάζεται, ακόμη, το επίπεδο του επιστημονικού εγγραμματισμού των “ανθεκτικών μαθητών”. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι μαθητές που έχουν υψηλότερες επιδόσεις συγκριτικά με αυτές που αναμενόταν να έχουν βάσει του δείκτη του κοινωνικο-οικονομικού τους επιπέδου. Συγκεκριμένα, ένας μαθητής θεωρείται ανθεκτικός όταν κατατάσσεται στο χαμηλότερο επίπεδο ικανοτήτων της χώρας του, αλλά παρόλα αυτά έχει τις καλύτερες επιδόσεις στο σύνολο των χωρών (OECD, 2016b). Για τον κύκλο αξιολόγησης του 2015, το ποσοστό αυτών των μαθητών έφτασε το 29,2%. Το ποσοστό των ανθεκτικών μαθητών για την Ελλάδα είναι κάτω από το 20% και είναι μικρότερο από αυτό του μέσου όρου του ΟΟΣΑ (Γράφημα 17).

“Ανθεκτικοί” μαθητές υπάρχουν και στην περίπτωση του μεταναστευτικού πληθυσμού, οι οποίοι, παρόλο που προέρχονται από μειονεκτούσες οικογένειες, παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλότερες επιδόσεις από τα παιδιά χωρίς μεταναστευτικό υπόβαθρο, αγγίζοντας τα καλύτερα επίπεδα επιδόσεων μεταξύ όλων των συμμετεχουσών χωρών. Το ποσοστό αυτών των μαθητών ανέρχεται στο 24%. Η Ελλάδα έχει μικρότερο ποσοστό ανθεκτικών μαθητών στο μεταναστευτικό πληθυσμό από ότι στο μη μεταναστευτικό (περίπου 20%), ποσοστό που είναι, ταυτόχρονα, μικρότερο από το μέσο όρο του ΟΟΣΑ (Γράφημα 18). Είναι πιθανό οι όποιες διαφορές παρατηρούνται, να οφείλονται σε άλλους παράγοντες, όπως η γλώσσα που χρησιμοποιούν στο σπίτι τους, που μπορεί να είναι διαφορετική από αυτή στην οποία διεξάγεται η έρευνα, τα σχολεία φοίτησης που στην πλειοψηφία τους έχουν μαθητές από μειονεκτούσες οικογένειες, καθώς και η μειωμένη πρόσβασή τους σε εκπαιδευτικούς πόρους (OECD, 2016b).



Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.6.7.

Γράφημα 17: Ποσοστό “ανθεκτικών” μαθητών



Source: OECD, PISA 2015 Database, Table I.7.6.

Γράφημα 18: Ποσοστό “ανθεκτικών” μαθητών, ανάλογα με το μεταναστευτικό τους υπόβαθρο

1.4.7.3. Παράγοντες σε επίπεδο σχολείου

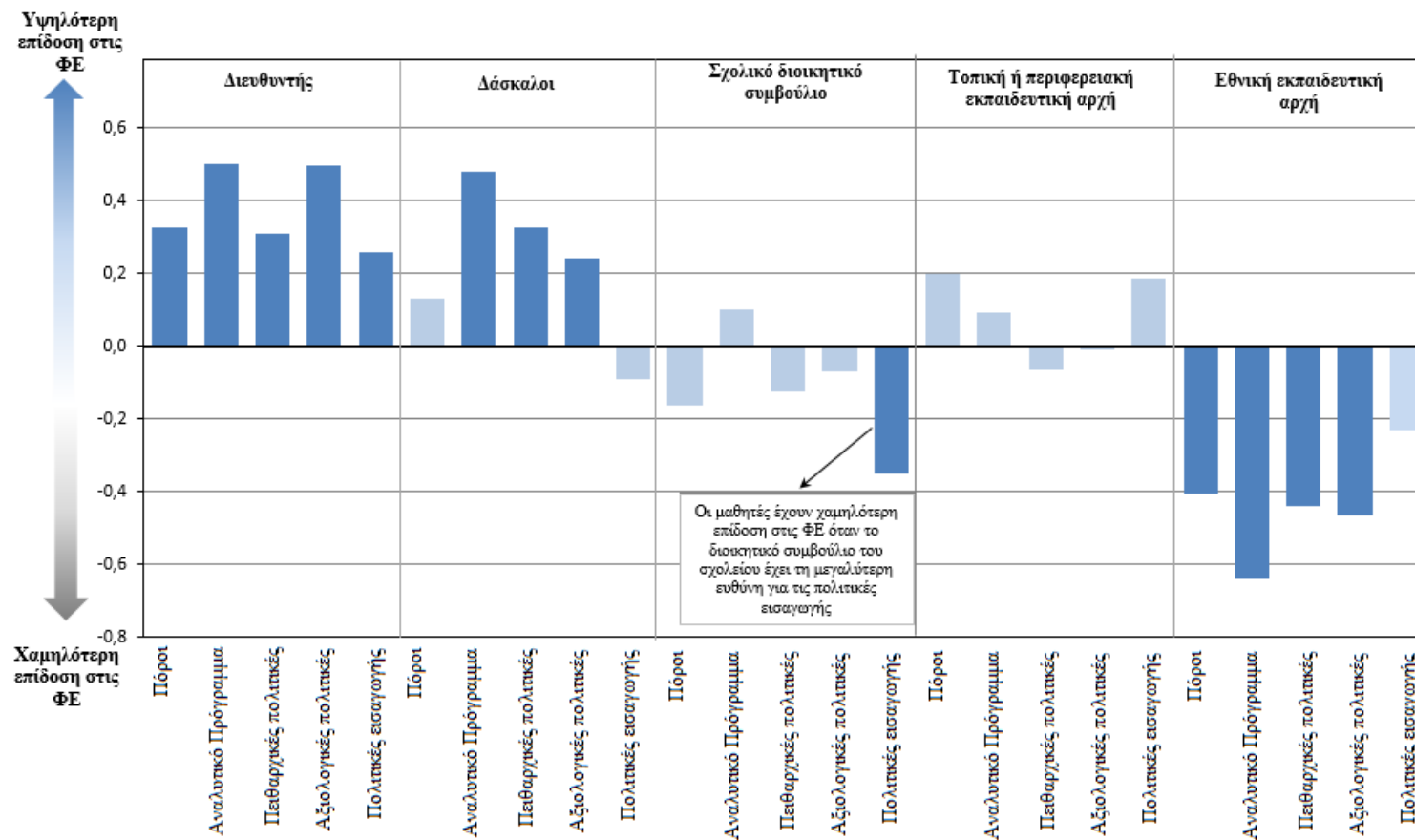
1.4.7.3.1. Διοικητικά και οικονομικά χαρακτηριστικά του σχολείου

Ένας παράγοντας που φαίνεται να επηρεάζει τις επιδόσεις των μαθητών σε ζητήματα φυσικών επιστημών είναι η αυτονομία στη διοίκηση της σχολικής μονάδας (Alivernini & Manganelli, 2015˙ Hacieminoğlu et al., 2015). Οι μαθητές που φοιτούν σε σχολεία όπου τόσο οι διευθυντές όσο και οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν μεγαλύτερη αυτονομία, ιδιαίτερα σε θέματα που σχετίζονται με τα αναλυτικά προγράμματα, τείνουν να έχουν υψηλότερες επιδόσεις, συγκριτικά με τα σχολεία που εμπλέκονται σε μεγαλύτερο βαθμό οι πολιτικές και εκπαιδευτικές αρχές (Γράφημα 19) (OECD, 2016c).

Σύμφωνα με την έκθεση του PISA, οι επιδόσεις των μαθητών στις φυσικές επιστήμες σχετίζονται με το μοντέλο ηγεσίας του σχολείου. Συγκεκριμένα, όταν οι διευθυντές αναλαμβάνουν τη μεγαλύτερη ευθύνη για τη διοίκηση της σχολικής μονάδας, οι μαθητές τείνουν να παρουσιάζουν καλύτερες επιδόσεις. Ωστόσο, όταν η σύγκριση των επιδόσεων γίνεται αναφορικά με τους οικονομικούς πόρους της σχολικής μονάδας, ο έλεγχος θα πρέπει να γίνεται μόνο μεταξύ των χωρών με δείκτη εκπαιδευτικής ηγεσίας πάνω από το μέσο όρο του ΟΟΣΑ (Γράφημα 20) (OECD, 2016c).

Σύμφωνα με την αξιολόγηση PISA, στην εκπαίδευση και σε κάθε σχολική μονάδα, εκτός από υλικούς πόρους, που αφορά κυρίως εργαστηριακό εξοπλισμό, επενδύεται χρόνος και πόροι για το ανθρώπινο δυναμικό του σχολείου, όπως για παράδειγμα μισθοί και επιμορφώσεις εκπαιδευτικών (OECD, 2016c). Όσο περισσότεροι πόροι επενδύονται στα σχολεία τόσο πιο αυξημένες παρουσιάζονται οι επιδόσεις των μαθητών (Hacieminoğlu et al., 2015˙ Martin et al., 2016˙ OECD, 2016c).

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η διάκριση ανάμεσα σε ιδιωτικά και δημόσια σχολεία φαίνεται να μην διαφοροποιεί σε κανένα βαθμό τις επιδόσεις των μαθητών (OECD, 2016c).



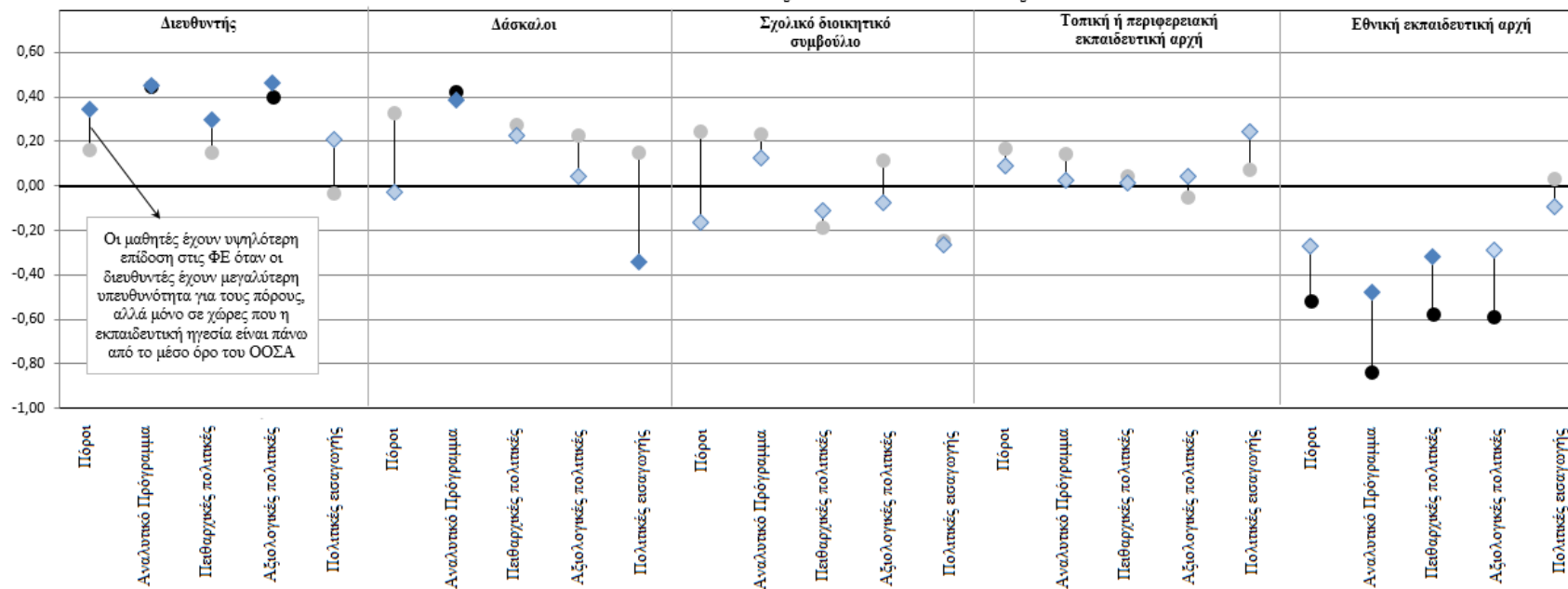
Source: OECD, PISA 2015 Database.

Γράφημα 19: Συσχέτιση ανάμεσα στις ευθύνες για την αυτονομία της σχολικής μονάδας και στην επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες

Συντελεστής συσχέτισης με την επίδοση στις ΦΕ

Εκπαιδευτικά συστήματα που ο δείκτης εκπαιδευτικής ηγεσίας είναι:

● Below the OECD average ◆ Above the OECD average



Source: OECD, PISA 2015 Database.

Γράφημα 20: Συσχέτιση ανάμεσα στις ευθύνες για τη διοίκηση της σχολικής μονάδας και στην επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, ανάλογα με την εκπαιδευτική ηγεσία.

1.4.8. Διεθνείς αξιολογήσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού σε ενήλικες

Εκτός από τις έρευνες που εξετάζουν ζητήματα επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών, υπάρχουν και αυτές που στοχεύουν στον ενήλικο πληθυσμό. Από τις μεγαλύτερες έρευνες ανίχνευσης διαστάσεων επιστημονικού εγγραμματισμού σε ενήλικες είναι η έρευνα PIAAC (Programme for the International Assessment of Adult Competencies). Οι ενήλικες στην Ελλάδα παρουσιάζουν χαμηλότερα επίπεδα ικανοτήτων (σχετικών με πτυχές του επιστημονικού εγγραμματισμού) σε σύγκριση με άλλες χώρες και με το μέσο όρο του ΟΟΣΑ (OECD, 2016e). Στη σύγκρισή τους με το μαθητικό πληθυσμό, γενικά, τα ευρήματα δείχνουν ανάλογα επίπεδα επιστημονικού εγγραμματισμού με αυτά των μαθητών, παρόλο που οι ενήλικες έχουν αντιμετωπίσει ζητήματα επιστημονικού εγγραμματισμού σε όλη τη διάρκεια της εκπαίδευσής τους (Βεστάκης, 2014).

1.5. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Η ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης ξεκινάει από τα πρώτα χρόνια της εκπαίδευσης. Ως εκ τούτου είναι σημαντικό οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης να διαθέτουν οι ίδιοι τις απαραίτητες ικανότητες ώστε να συμβάλουν στην εξοικείωση των μαθητών με επίκαιρα θέματα επιστήμης. Ποιο όμως είναι το επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης;

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανίχνευση πτυχών εγγραμματισμού στις φυσικές επιστήμες σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, ηλικίας 18-24 ετών.

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα του ερευνητικού σχεδίου είναι:

1. Ποιος είναι ο βαθμός επιστημονικού εγγραμματισμού των (συγκεκριμένων) φοιτητών;
2. Ποιες είναι (εάν υπάρχουν) οι διαφορές σε διαστάσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού μαθητών ηλικίας 15 ετών και φοιτητών (ηλικίας 18-24 ετών);
3. Ποιοι κοινωνικο-δημογραφικοί και ακαδημαϊκοί παράγοντες σχετίζονται με το βαθμό επιστημονικού εγγραμματισμού των φοιτητών;
4. Ποιοι κοινωνικο-δημογραφικοί και ακαδημαϊκοί παράγοντες σχετίζονται με το βαθμό επιστημονικού εγγραμματισμού των φοιτητών στα διάφορα γνωστικά αντικείμενα;

2. Μέθοδος

2.1. Ερευνητική διαδικασία

Η έρευνα διενεργήθηκε σε δύο φάσεις. Αρχικά, έγινε η πιλοτική έρευνα, με σκοπό τη δοκιμή, τον έλεγχο και τη βελτίωση των εργαλείων και, εν συνεχεία, η κύρια για την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Κατά την πιλοτική φάση, η οποία πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 2017, τα ερωτηματολόγια γνωστικών αντικειμένων και το γενικό ερωτηματολόγιο δόθηκαν σε 10 φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (8 γυναίκες και 2 άνδρες, $M = 23.5$ έτη, $S.D. = 1.63$), ανεξαρτήτως τμήματος. Ο κάθε φοιτητής συμπλήρωσε δύο ερωτηματολόγια, ένα γενικό ερωτηματολόγιο, που ήταν κοινό για όλους, και ένα τεστ γνωστικών αντικειμένων. Ελέγχθηκε ο χρόνος συμπλήρωσής τους και ο κάθε συμμετέχων υπέδειξε τυχόν ελλείψεις ή λάθη.

Το σημαντικότερο από τα σχόλια των συμμετεχόντων αφορούσε στο γενικό ερωτηματολόγιο. Συγκεκριμένα, στις ερωτήσεις τύπου Likert, με απαντήσεις “Συμφωνώ απόλυτα”, “Συμφωνώ”, “Διαφωνώ”, “Διαφωνώ απόλυτα”, ζητήθηκε η προσθήκη μιας επιπλέον επιλογής “Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ”. Αναφορικά με τα τεστ των γνωστικών αντικειμένων, οι επισημάνσεις ήταν ελάχιστες και επικεντρώθηκαν κυρίως σε ζητήματα μορφοποίησης και ελάχιστα συντακτικά λάθη. Ο χρόνος συμπλήρωσης των τεστ κυμάνθηκε μεταξύ των 40 λεπτών και της μίας ώρας και 20 λεπτών.

Μετά τη συμπλήρωση μελετήθηκαν προσεκτικά οι παρατηρήσεις τους και διορθώθηκαν οι ατέλειες. Όσον αφορά τη χρονική διάρκεια συμπλήρωσης του τεστ, καθώς τα άτομα είχαν διακυμάνσεις στο χρόνο που αφιέρωσαν για την ολοκλήρωση της διαδικασίας, αποφασίστηκε να δοθεί μία ώρα (60 λεπτά), προκειμένου οι συμμετέχοντες να είναι σε εγρήγορση κατά την διάρκεια της διαδικασίας, αφιερώνοντας τον καταλληλότερο χρόνο σε μία ερώτηση κάθε φορά.

Η κύρια έρευνα διεξήχθη τον Μάρτιο του 2017. Στην κύρια έρευνα συμμετείχαν οι 186 φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (36 άνδρες και 150 γυναίκες, $M = 22.5$ έτη, $S.D. = 4.51$) από το Στ' και Η' εξάμηνο σπουδών. Από αυτούς αφαιρέθηκαν έξι, καθώς δεν υπήρχαν επαρκείς πληροφορίες του ακαδημαϊκού τους προφίλ για την μετέπειτα μελέτη, συρρικνώνοντας το δείγμα στα 180 άτομα (35 άνδρες

και 145 γυναίκες, 143 φοιτητές θεωρητικής και 36 φοιτητές θετικής/τεχνολογικής, $M = 22.6$ έτη, $S.D. = 4.58$).

Δεδομένου ότι τα ερωτηματολόγια ήταν σε ηλεκτρονική μορφή, οι συμμετέχοντες προσήλθαν στο «Εργαστήριο Έρευνας στη Διδασκαλία των Μαθηματικών» για τη συμπλήρωσή τους. Σε κάθε υπολογιστή του εργαστηρίου ήταν ανοιχτή μια ιστοσελίδα όπου υπήρχε μία καρτέλα με δύο υπερσυνδέσμους που οδηγούσαν στα ερωτηματολόγια (<https://aemvalot.wixsite.com/project-sl3>). Η καρτέλα «Αρχικό ερωτηματολόγιο» οδηγούσε στο κοινό ερωτηματολόγιο, ενώ η καρτέλα «Κύριο ερωτηματολόγιο» οδηγούσε σε διαφορετικό τεστ γνωστικών θεμάτων, τυχαία κάθε φορά. Όλα τα ερωτηματολόγια είχαν κλειστή μορφή και, για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκαν κουπόνια (κωδικοί πρόσβασης) για όλα και για τον κάθε φοιτητή ξεχωριστά. Κάθε φορά που ερχόταν κάποιος έπαιρνε, αρχικά, το πρώτο κουπόνι του για το κοινό ερωτηματολόγιο. Μόλις ολοκλήρωνε τη συμπλήρωση έπαιρνε και το επόμενο κουπόνι, για το ένα από τα 10 ερωτηματολόγια που του αντιστοιχούσε μετά από την τυχαία επιλογή.

Επειδή στο Limesurvey δεν υπήρχε η δυνατότητα τα ερωτηματολόγια να κλείνουν μετά το πέρας της μίας ώρας, προγραμματίστηκε να μετράται ο χρόνος συμπλήρωσης συνολικά, αλλά και ξεχωριστά σε κάθε ερώτηση. Όσες ερωτήσεις ήταν εκτός του χρονικού περιορισμού θεωρήθηκαν ως εκπρόθεσμες και δεν λήφθηκαν υπόψη (Πίνακας Α.1).

Οι απαντήσεις αποθηκεύτηκαν στο λογισμικό του Limesurvey και από εκεί εξήχθησαν σε αρχείο .xls, από το οποίο κωδικοποιήθηκαν και δημιουργήθηκε η τελική βάση δεδομένων σε μορφή .sav.

2.2. Συμμετέχοντες

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν, συνολικά, 196 φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (158 γυναίκες και 38 άνδρες), εκ των οποίων 10 συμμετείχαν στην πιλοτική και 186 στην κύρια έρευνα.

Η ερευνητική προσέγγιση που υιοθετήθηκε ήταν η ποσοτική, υπό τη μορφή αξιολόγησης, προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδοση και η ικανότητα των φοιτητών, να υπολογιστεί το επίπεδο του επιστημονικού τους εγγραμματισμού, να εντοπιστούν οι αδυναμίες τους και να γίνουν κάποιες γενικεύσεις (Cohen, Manion & Morrison, 2007). Το δείγμα προέκυψε με βολική δειγματοληψία (Creswell, 2016).

2.3. Δεξαμενή θεμάτων

Καθώς έπρεπε να υπολογιστεί ο βαθμός επιστημονικού εγγραμματισμού των φοιτητών, ήταν απαραίτητο να απαντήσουν σε μια σειρά γνωστικών θεμάτων των φυσικών επιστημών. Τα θέματα συγκεντρώθηκαν από τις διεθνείς έρευνες PISA και TIMSS. Αναφορικά με τα θέματα του PISA, αναζητήθηκαν στις ιστοσελίδες του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) της Ελλάδας (<http://www.iep.edu.gr/pisa/>) και του Κέντρου Εκπαιδευτικής Έρευνας και Αξιολόγησης (ΚΕΕΑ) του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου της Κύπρου (<http://keea-pisa.pi.ac.cy/pisa/>) όλα τα αποδεσμευμένα θέματα των φυσικών επιστημών από το 2000 έως το 2015. Επίσης, αναζητήθηκαν επιπλέον θέματα στην έκθεση του PISA με το δείγμα των ερωτήσεων του κύκλου αξιολόγησης 2006 (OECD, 2009) και στο Framework του κύκλου 2003 (OECD, 2003). Τέλος, αναζητήθηκαν θέματα του 2015 στην επίσημη ιστοσελίδα του ΟΟΣΑ για το PISA (<http://www.oecd.org/pisa/test/>) στην ελληνική γλώσσα. Όσα από τα θέματα που συλλέχθηκαν δεν ήταν στην ελληνική γλώσσα μεταφράστηκαν πριν χορηγηθούν στους φοιτητές.

Αναφορικά με την έρευνα TIMSS, συλλέχθηκαν τα θέματα που κλήθηκαν να απαντήσουν οι μαθητές ηλικίας 15 ετών από τους οδηγούς με τα αποδεσμευμένα θέματα των κύκλων αξιολόγησης 2007 (IEA, 2009) και 2011 (IEA, 2013). Όλα τα θέματα μεταφράστηκαν στην ελληνική γλώσσα πριν τη χορήγησή τους.

Όσα θέματα και ερωτήσεις των δύο αξιολογήσεων είχαν διαδραστικό χαρακτήρα και απαιτούσαν την παρέμβαση των φοιτητών σε αυτές αφαιρέθηκαν από την δεξαμενή θεμάτων, ώστε να συγκροτηθούν τα τελικά εργαλεία.

2.4. Εργαλεία

Κάθε συμμετέχων συμπλήρωσε δύο ερωτηματολόγια. Το ένα ερωτηματολόγιο περιλάμβανε ερωτήσεις γνωστικών αντικειμένων, σχετικών με τις φυσικές επιστήμες, και είχε τη μορφή τεστ. Το σύνολο των θεμάτων των γνωστικών αντικειμένων προήλθαν από τις έρευνες PISA και TIMSS.

Οι ερωτήσεις που συγκροτούσαν το κάθε τεστ των γνωστικών αντικειμένων αξιολογήθηκαν ως προς το επίπεδο δυσκολίας τους με βάση τα πρότυπα που παρουσιάζονται στην έρευνα PISA (OECD, 2016a). Συγκεκριμένα, η διεθνής αξιολόγηση προτείνει έξι επίπεδα, από το ένα έως το έξι (με ερωτήσεις αυξημένων απαιτήσεων όσο αυξάνεται το επίπεδο), όπου το πρώτο επίπεδο διακρίνεται σε δύο επιμέρους, το 1a και 1b. Στη

συγκεκριμένη έρευνα υιοθετήθηκαν έξι επίπεδα (το 1a και 1b αφομοιώθηκαν σε ένα). Κάθε ερώτηση ελέγχθηκε από δύο διαφορετικούς αξιολογητές και καταχωρήθηκε στο κάθε επίπεδο δυσκολίας.

Με βάση το σύνολο των ερωτήσεων δημιουργήθηκαν 10 διαφορετικά ερωτηματολόγια, με τον ίδιο περίπου αριθμό ερωτήσεων, τόσο από το PISA όσο και από το TIMSS, καθώς και με παρόμοιο, συνολικά, επίπεδο δυσκολίας. Κάθε υποκείμενο κλήθηκε να απαντήσει τυχαία σε ένα από τα 10 ερωτηματολόγια.

Το άλλο ερωτηματολόγιο που χορηγήθηκε στους συμμετέχοντες, και ήταν κοινό για όλους, περιλάμβανε ερωτήσεις δημογραφικού περιεχομένου και ερωτήσεις σχετικές με τις στάσεις και αντιλήψεις των φοιτητών για τις φυσικές επιστήμες. Το σύνολο των ερωτήσεων που εξέταζαν τις στάσεις και τις αντιλήψεις προήλθαν από το εργαλείο που χορηγήθηκε στην έρευνα PISA, ώστε να συγκροτηθούν οι σημαντικότεροι δείκτες που αξιοποιούνται και στην διεθνή έρευνα (OECD, 2016a).

Η αξιοπιστία του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου μετρήθηκε (για τις ερωτήσεις των στάσεων) με το συντελεστή Cronbach's alpha και η τιμή του είναι άριστη ($\alpha = .917$).

Τα ερωτηματολόγια κατασκευάστηκαν στο λογισμικό Limesurvey και διανεμήθηκαν σε ηλεκτρονική μορφή.

2.5. Στατιστική ανάλυση

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS v.23, ενώ αξιοποιήθηκε και το λογισμικό AMOS v.18. Προκειμένου να ελεγχθεί αν από το γενικό ερωτηματολόγιο συγκροτούνται όλοι οι παράγοντες που προτείνει το PISA πραγματοποιήθηκε διερευνητική παραγοντική ανάλυση (Explanatory Factor Analysis – EFA) με τη μέθοδο κύριων συνιστωσών (principal components) και πλάγια περιστροφή promax, έτσι ώστε να δημιουργηθούν συσχετισμένοι παράγοντες (Field, 2013· Κατσή κ.συν., 2010).

Αρχικά, έγιναν περιγραφικές αναλύσεις των ερωτήσεων των ερωτηματολογίων για να διαπιστωθούν οι διαφορές μεταξύ των συμμετεχόντων και των υποκειμένων που έλαβαν μέρος στις αξιολογήσεις PISA και TIMSS.

Στη συνέχεια, για να γίνει η πρόβλεψη ποιες μεταβλητές επηρεάζουν τη βαθμολογία των φοιτητών στα ερωτηματολόγια εφαρμόστηκε στα δεδομένα λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression) (Κατσή κ. συν., 2010).

Επιπλέον, προκειμένου να ελεγχθούν οι διαφορές της συνολικής βαθμολογίας, της βαθμολογίας ανά αντικείμενο και επίπεδο δυσκολίας και των παραγόντων που προέκυψαν βάσει των μεταβλητών του ερωτηματολογίου, αξιοποιήθηκε ο έλεγχος μέσων όρων για ανεξάρτητα δείγματα και η ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (Field, 2013· Κατσής κ. συν., 2010).

Ακόμη, για να διαπιστωθεί η σχέση μεταξύ των παραγόντων και της συνολικής βαθμολογίας των υποκειμένων εφαρμόστηκε έλεγχος συσχέτισης (Κατσής κ. συν., 2010). Τέλος, πραγματοποιήθηκε επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση.

Οι έλεγχοι κανονικής κατανομής των δεδομένων πραγματοποιήθηκαν με τους ελέγχους Kolmogorov-Smirnov και Shapiro-Wilk. Σε όσες περιπτώσεις δεν ικανοποιούνταν η προϋπόθεση της κανονικότητας εφαρμόστηκαν μη παραμετρικοί έλεγχοι (Mann-Whitney, Kruskal-Wallis και Spearman's rho) (Κατσής κ. συν., 2010).

Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $\alpha = .05$.

3. Αποτελέσματα

3.1. Σύγκριση απαντήσεων φοιτητών-μαθητών

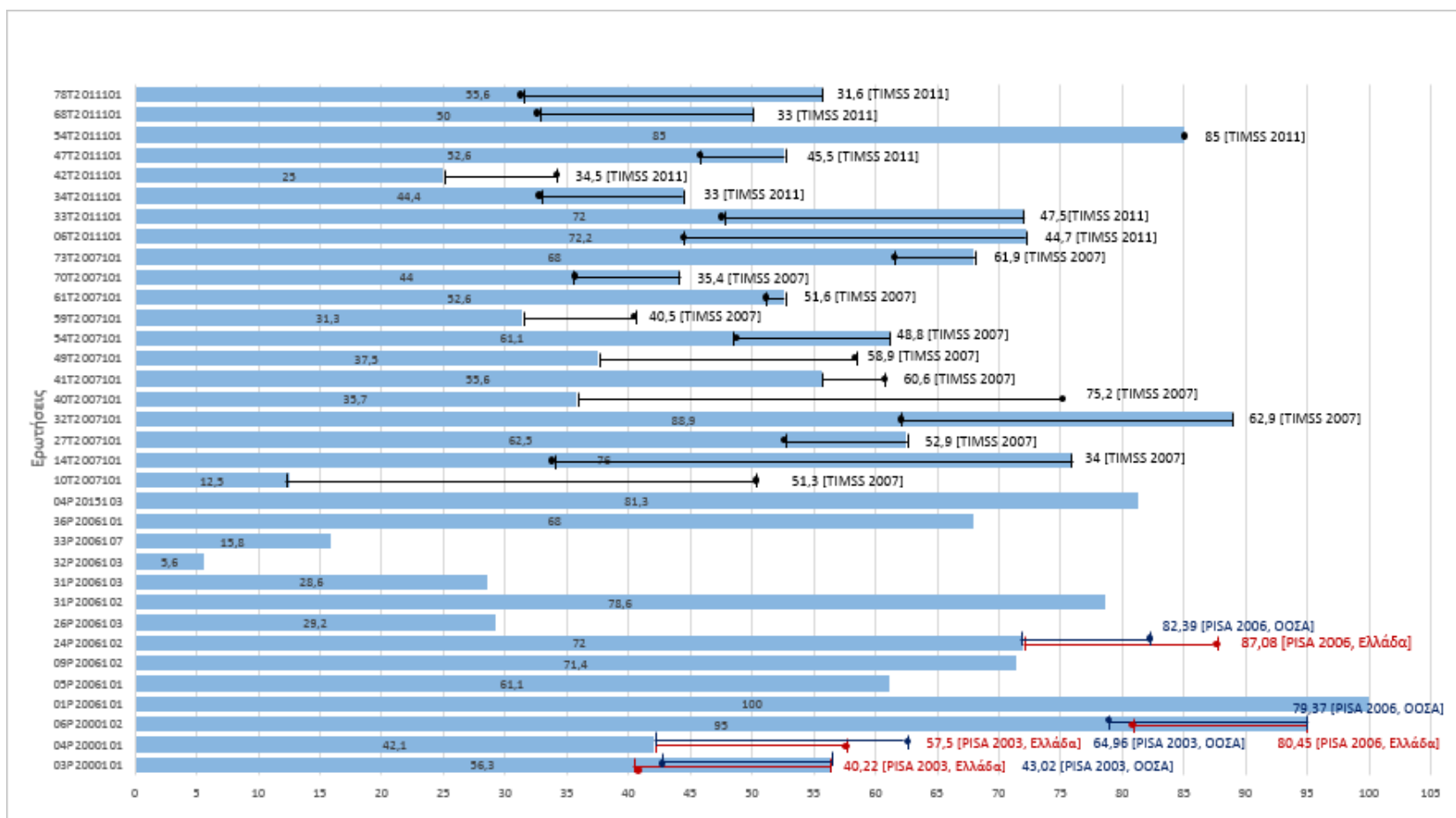
Στο επίπεδο 1 ανήκουν οι ερωτήσεις που έχουν το μικρότερο βαθμό δυσκολίας (ενότητα 1.4.6.4). Φαίνεται ότι οι Έλληνες μαθητές έχουν αυξημένα ποσοστά σωστών απαντήσεων σε αντικείμενα που έχουν σχέση με την υγεία (ποσοστό που ξεπερνά το 55% και φτάνει μέχρι και το 87%), ενώ το κάθε γνωστικό αντικείμενο δεν διαφοροποιεί το ποσοστό σωστών απαντήσεων των φοιτητών. Γενικά, δεν εντοπίζονται διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων σε θέματα βιολογίας, ενώ διαφέρουν στα αντικείμενα της φυσικής, της χημείας και του περιβάλλοντος, με τους φοιτητές να υπερτερούν των μαθητών (Γράφημα 21).

Στο επίπεδο 2 η εικόνα των φοιτητών σε θέματα βιολογίας δεν είναι ιδιαίτερα ξεκάθαρη, καθώς είναι αρκετές οι ερωτήσεις όπου οι φοιτητές παρουσιάζουν τόσο καλύτερες επιδόσεις και όσο και χειρότερες. Αξιοσημείωτα, μάλιστα, είναι τα ποσοστά των φοιτητών στις ερωτήσεις 18P2006203 και 18P2006204 που είναι μηδενικά. (Γράφημα 22).

Αναφορικά με το αντικείμενο της φυσικής, παρατηρούνται ερωτήσεις που υπερτερούν οι φοιτητές έναντι των μαθητών και ερωτήσεις που συμβαίνει το αντίστροφο. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα της πρώτης περίπτωσης είναι η ερώτηση 11P2015201, με τους φοιτητές να απαντούν σωστά σε ποσοστό 83,3% έναντι 67,39% των μαθητών. Μια ενδεικτική ερώτηση που οι φοιτητές υστερούν των μαθητών είναι η ερώτηση 23P2006202, με ποσοστά 50% και 66,7%, αντίστοιχα (Γράφημα 23).

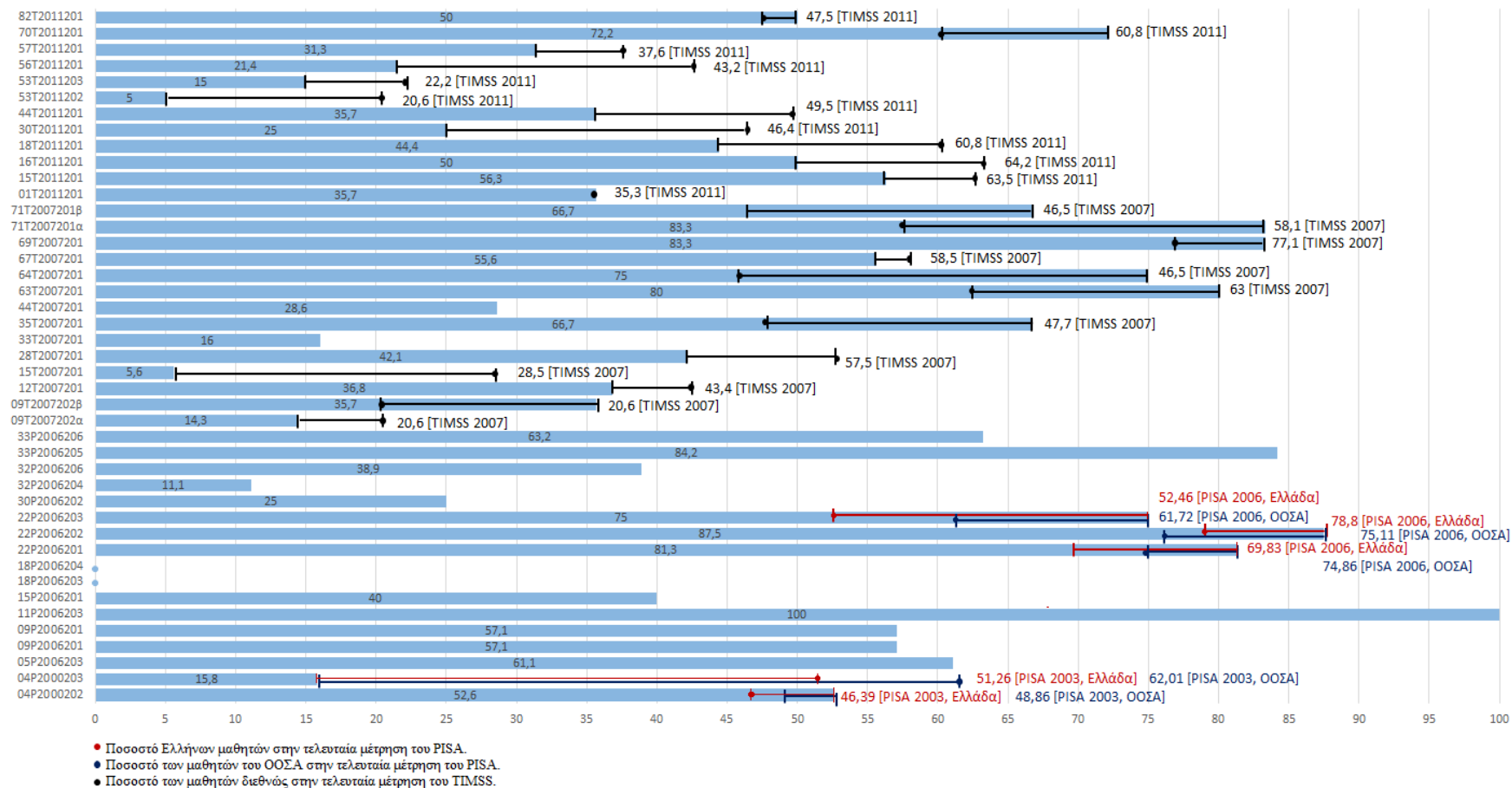
Όμοια είναι τα αποτελέσματα και για το αντικείμενο της χημείας, όπου δεν διακρίνεται μια εμφανής διαφορά. Για παράδειγμα, στην ερώτηση 04P2006202 οι φοιτητές παρουσιάζουν ποσοστό σωστών απαντήσεων περίπου 69%, ενώ στην 03P2003202 μόλις 12,5 σε σύγκριση με το 30% περίπου των μαθητών (Γράφημα 24).

Σε ό,τι έχει σχέση με το περιβάλλον, και πάλι υπάρχουν ερωτήσεις όπου οι φοιτητές υπερτερούν των μαθητών, αλλά και ερωτήσεις όπου υστερούν αισθητά. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι ερωτήσεις 15P2006202, 15P2006203, 37P2006202, 04P2015204 και 78T2007201, όπου τα ποσοστά των φοιτητών είναι ιδιαίτερα χαμηλά. Ωστόσο, σε αρκετές εξ αυτών τα ποσοστά που τους αντιστοιχούν είναι ήδη αυξημένα, παρά το γεγονός ότι μειονεκτούν συγκριτικά με την άλλη ομάδα (Γράφημα 25).

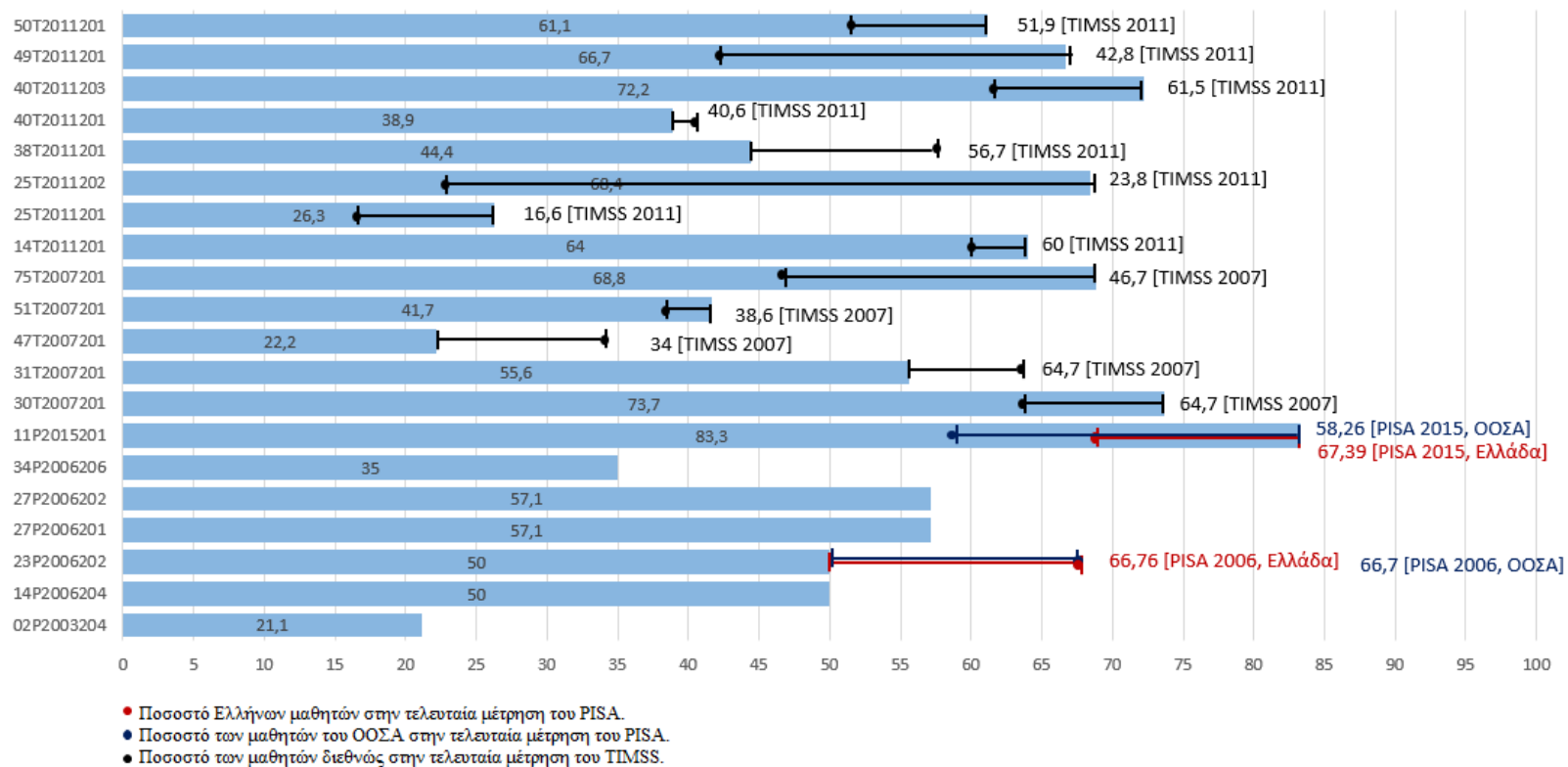


- Ποσοστό Ελλήνων μαθητών στην τελευταία μέτρηση του PISA.
- Ποσοστό των μαθητών του ΟΟΣΑ στην τελευταία μέτρηση του PISA.
- Ποσοστό των μαθητών διεθνώς στην τελευταία μέτρηση του TIMSS.

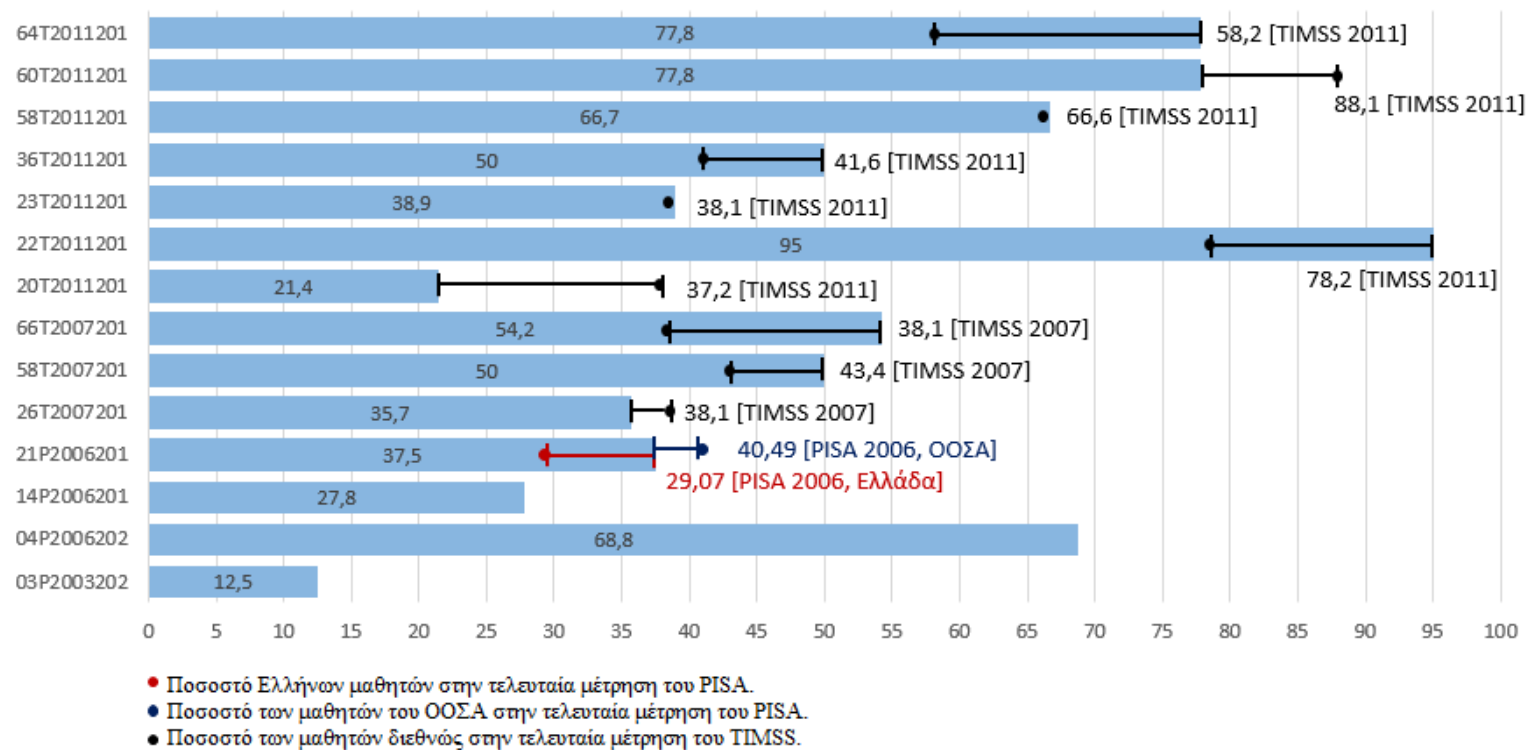
Γράφημα 21: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 1



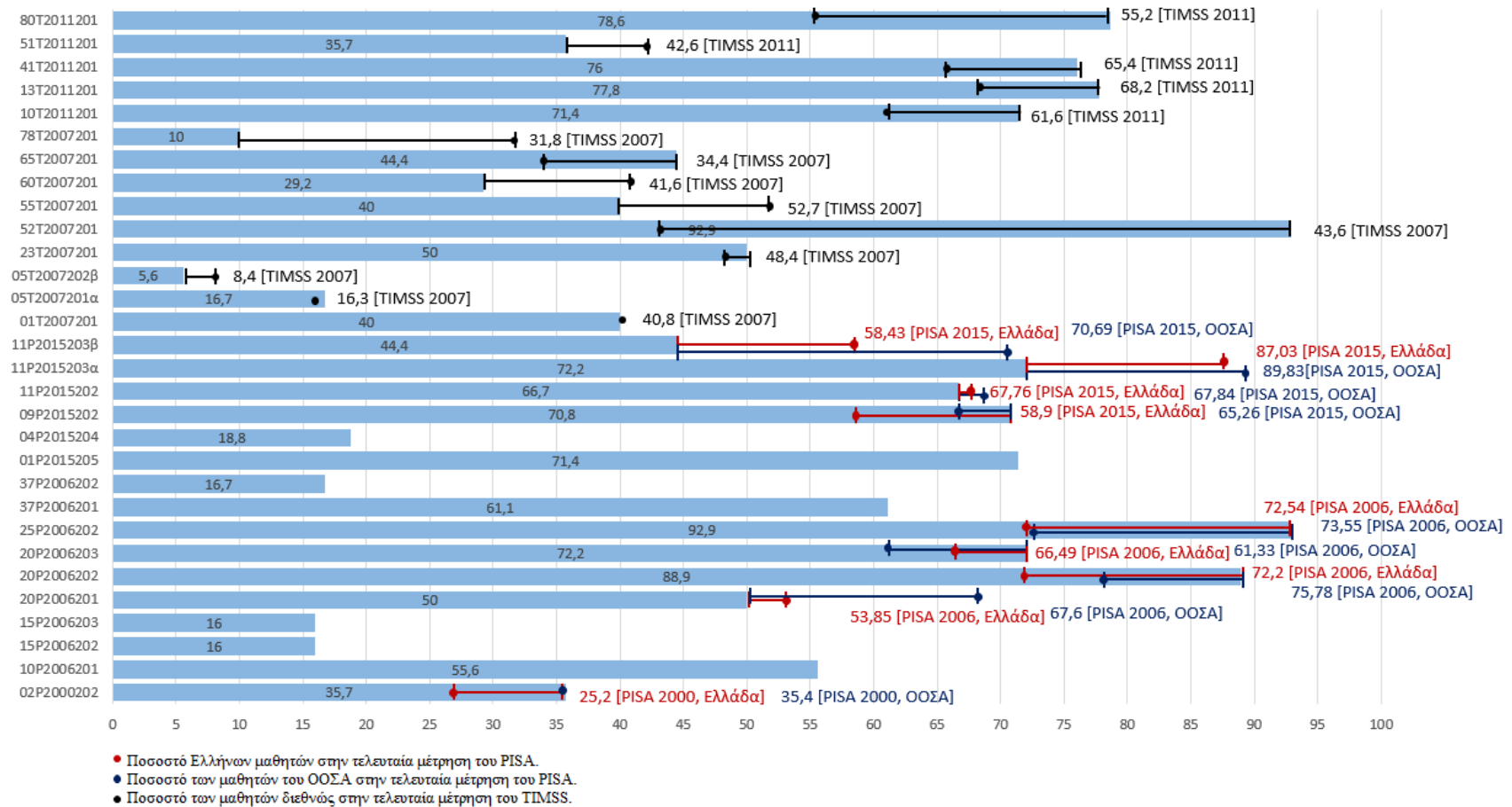
Γράφημα 22: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 2 στη Βιολογία



Γράφημα 23: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 2 στη Φυσική



Γράφημα 24: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 2 στη Χημεία



Γράφημα 25: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 2 στο Περιβάλλον

Σε θέματα βιολογίας του επιπέδου 3, οι φοιτητές παρουσιάζουν ως επί το πλείστον χαμηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων από τους μαθητές και, μάλιστα, σε ορισμένες ερωτήσεις, όπως οι 24P2006301, 32P2006305, 80T2007301 και 55T2011301, τα ποσοστά είναι ιδιαίτερα χαμηλά (Γράφημα 26).

Στη φυσική (επίπεδου 3) τα επιτεύγματα των φοιτητών είναι όμοια ή χειρότερα από τους μαθητές. Αξιοσημείωτο είναι, επίσης, το γεγονός ότι σε όλες τις ερωτήσεις του PISA οι φοιτητές μειονεκτούν συγκριτικά με την ομάδα των μαθητών (Γράφημα 27).

Αναφορικά με το αντικείμενο της χημείας, στο τρίτο επίπεδο οι φοιτητές υπερτερούν έναντι των μαθητών, με τη διαφορά να είναι εμφανέστερη στις ερωτήσεις του TIMSS (Γράφημα 28).

Στα ζητήματα του περιβάλλοντος δεν υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων, καθώς οι φοιτητές έχουν καλύτερα τόσο καλύτερα όσο και χειρότερα αποτελέσματα (Γράφημα 29).

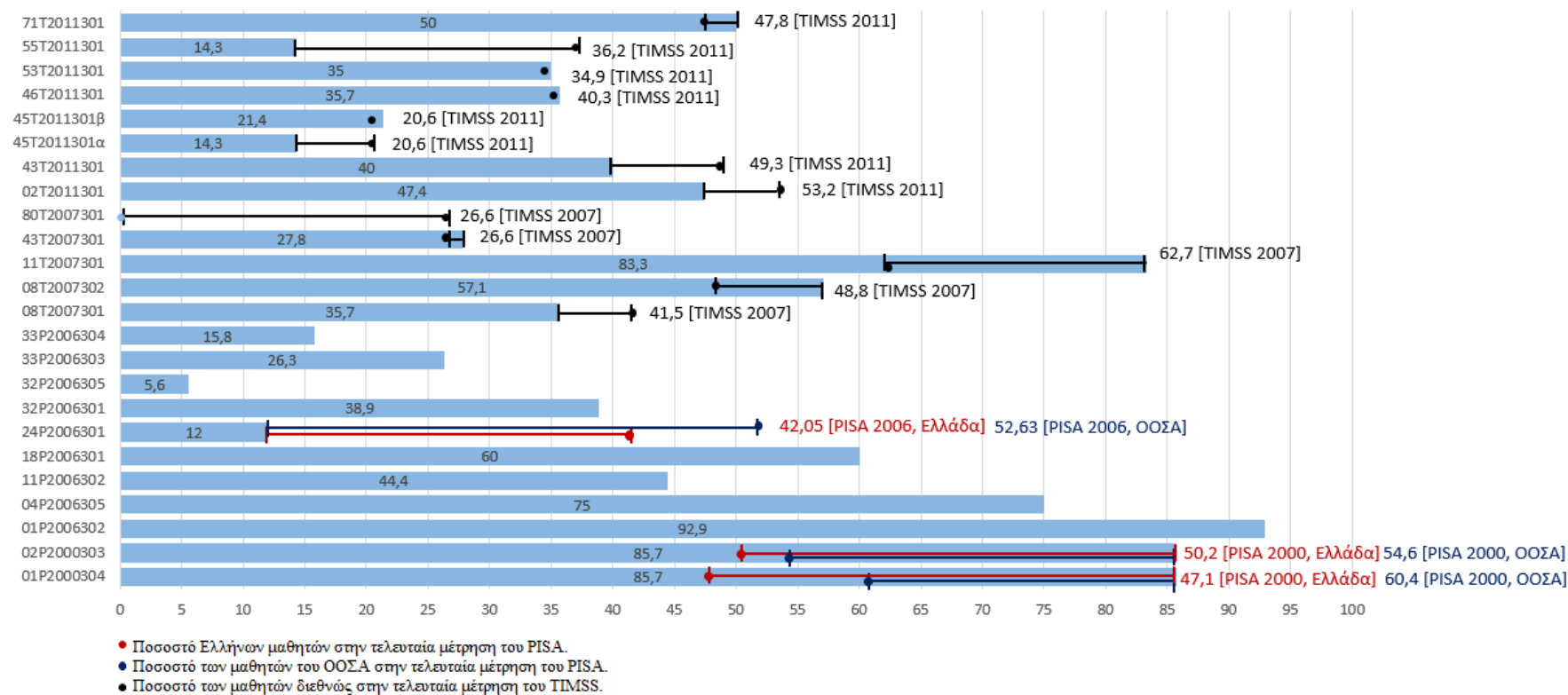
Στο επίπεδο 4, οι φοιτητές παρουσιάζουν χειρότερα επιτεύγματα από τους μαθητές σε ζητήματα που έχουν σχέση με τη βιολογία (Γράφημα 30).

Οι ερωτήσεις που σχετίζονται με τη φυσική δεν δίνουν καθαρή εικόνα των επιτευγμάτων των φοιτητών. Παρατηρούνται τόσο υψηλότερα όσο και χαμηλότερα ποσοστά των φοιτητών έναντι των μαθητών. Η διαφορά αυτή είναι ιδιαίτερα έντονη στις ερωτήσεις που προέρχονται από την έρευνα PISA, με τις ερωτήσεις 02P2003401, 02P2003403 και 12P2015402 να αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα των χαμηλών ποσοστών των φοιτητών (Γράφημα 31).

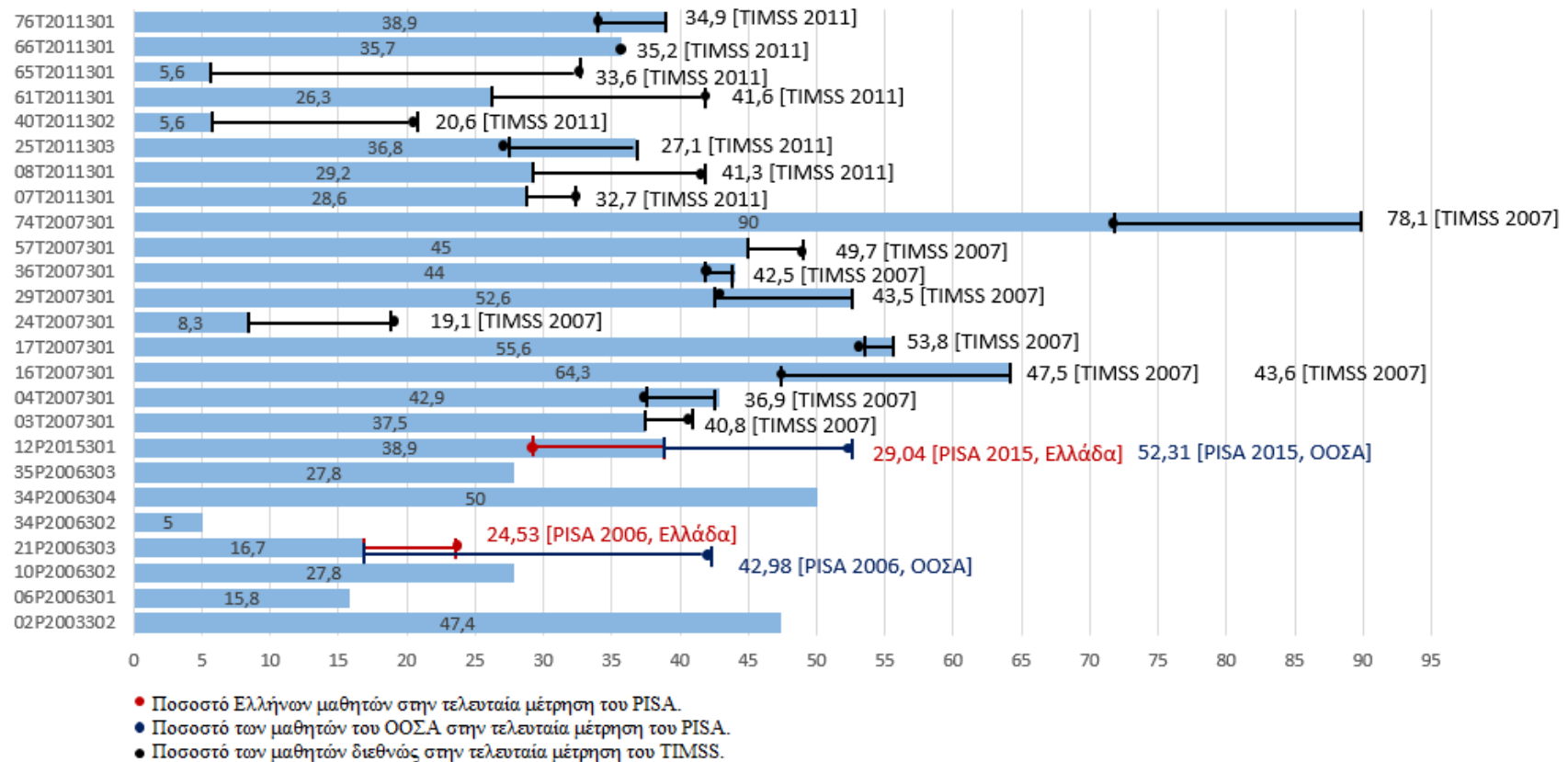
Στα ζητήματα χημείας του τέταρτου επιπέδου οι φοιτητές παρουσιάζουν, στην πλειοψηφία των ερωτήσεων, καλύτερα επιτεύγματα (Γράφημα 32).

Όσον αφορά το περιβάλλον, δεν είναι εμφανής η διαφορά στο σύνολο των ερωτήσεων, με τους μαθητές να παρουσιάζουν καλύτερη, όμοια, αλλά και χειρότερη εικόνα από τους μαθητές (Γράφημα 33).

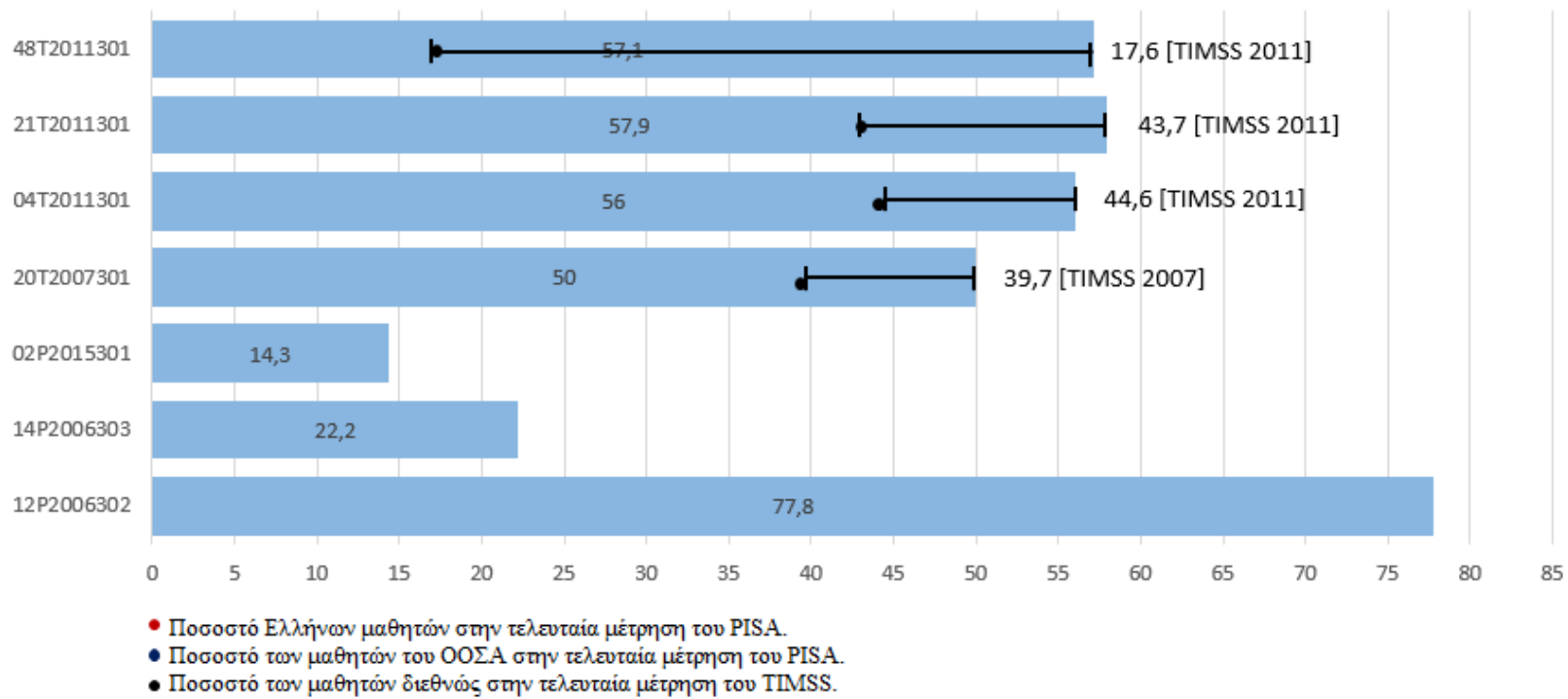
Στο επίπεδο 5, σε θέματα βιολογίας, οι φοιτητές έχουν συνολικά χειρότερα επιτεύγματα από τους μαθητές. Η διαφορά αυτή είναι εντονότερη και πιο εμφανής στην αξιολόγηση του PISA. (Γράφημα 34).



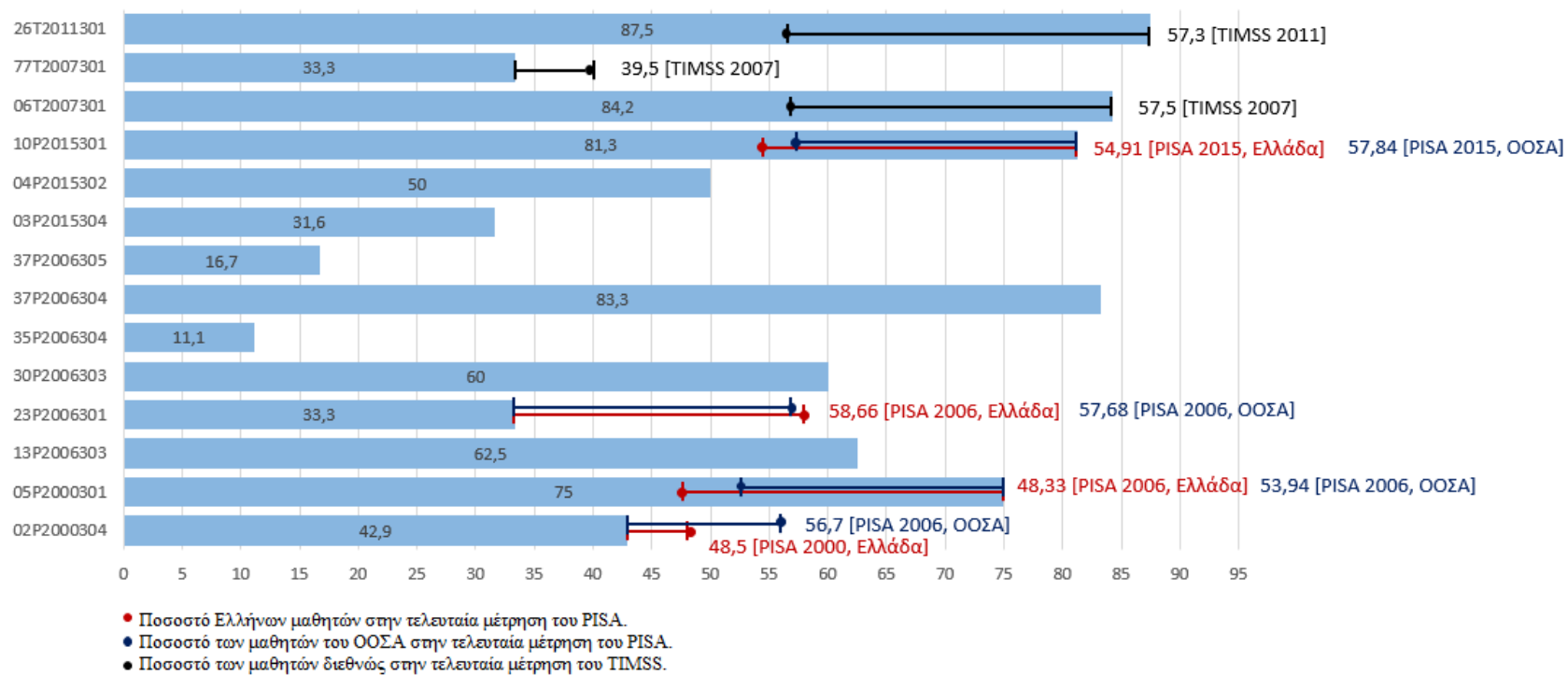
Γράφημα 26: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 3 στη Βιολογία



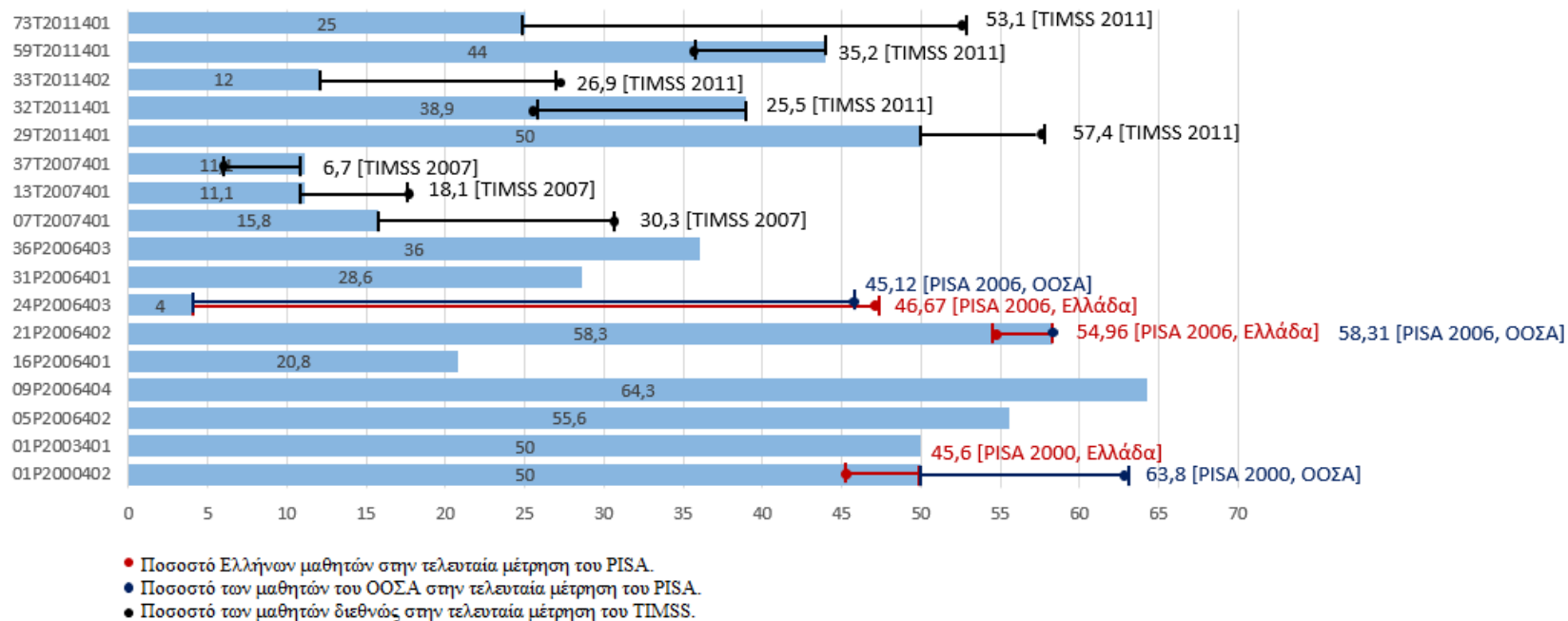
Γράφημα 27: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 3 στη Φυσική



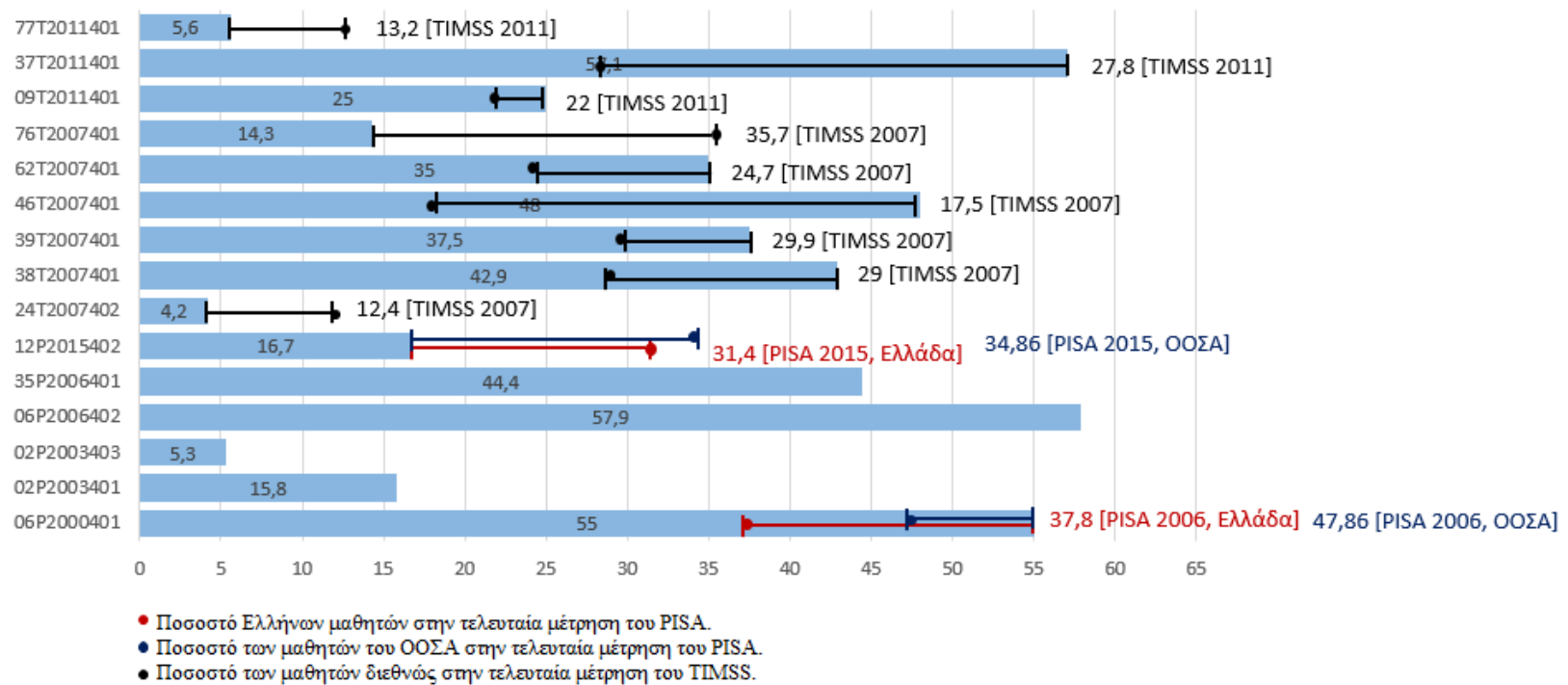
Γράφημα 28: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 3 στη Χημεία



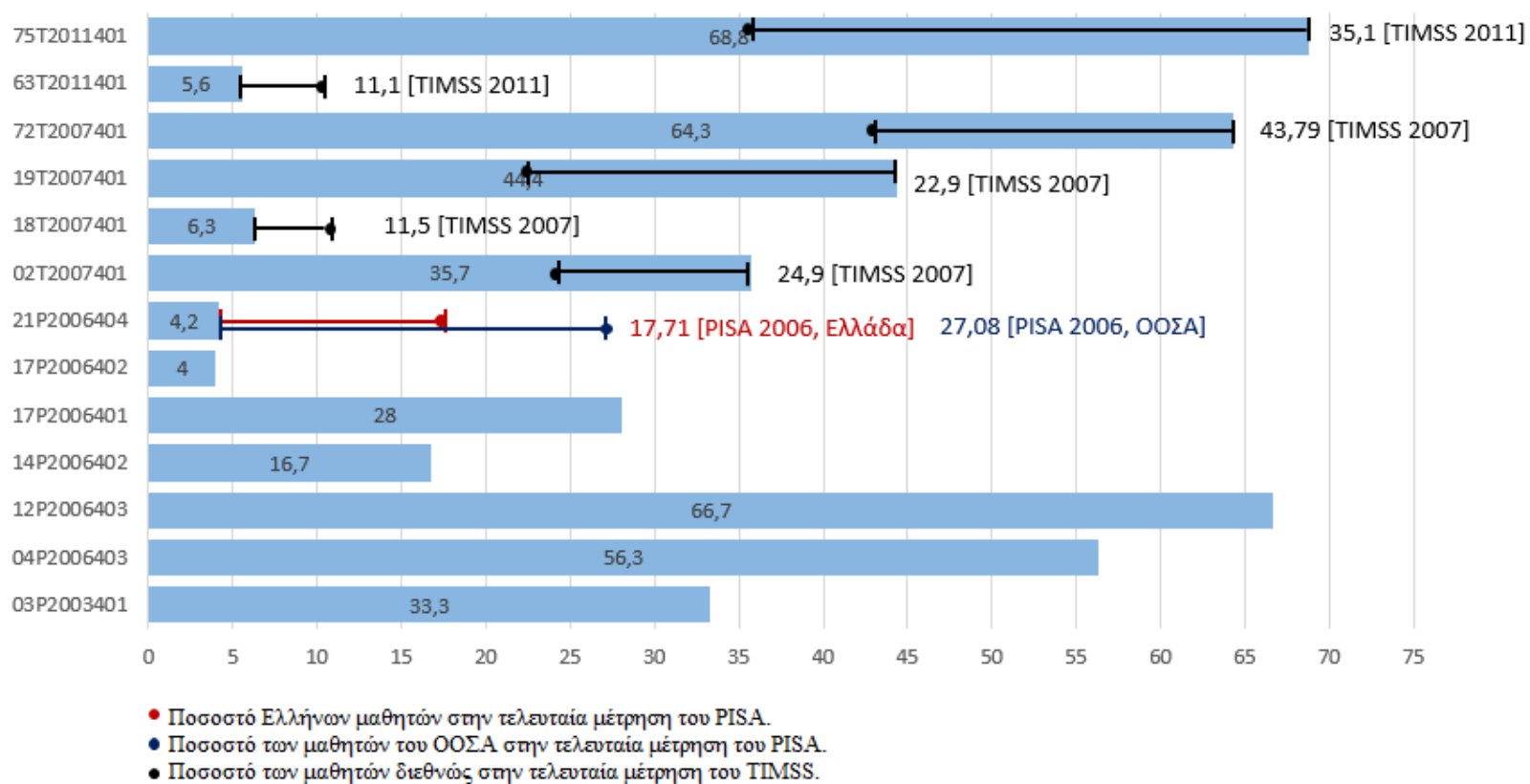
Γράφημα 29: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 3 στο Περιβάλλον



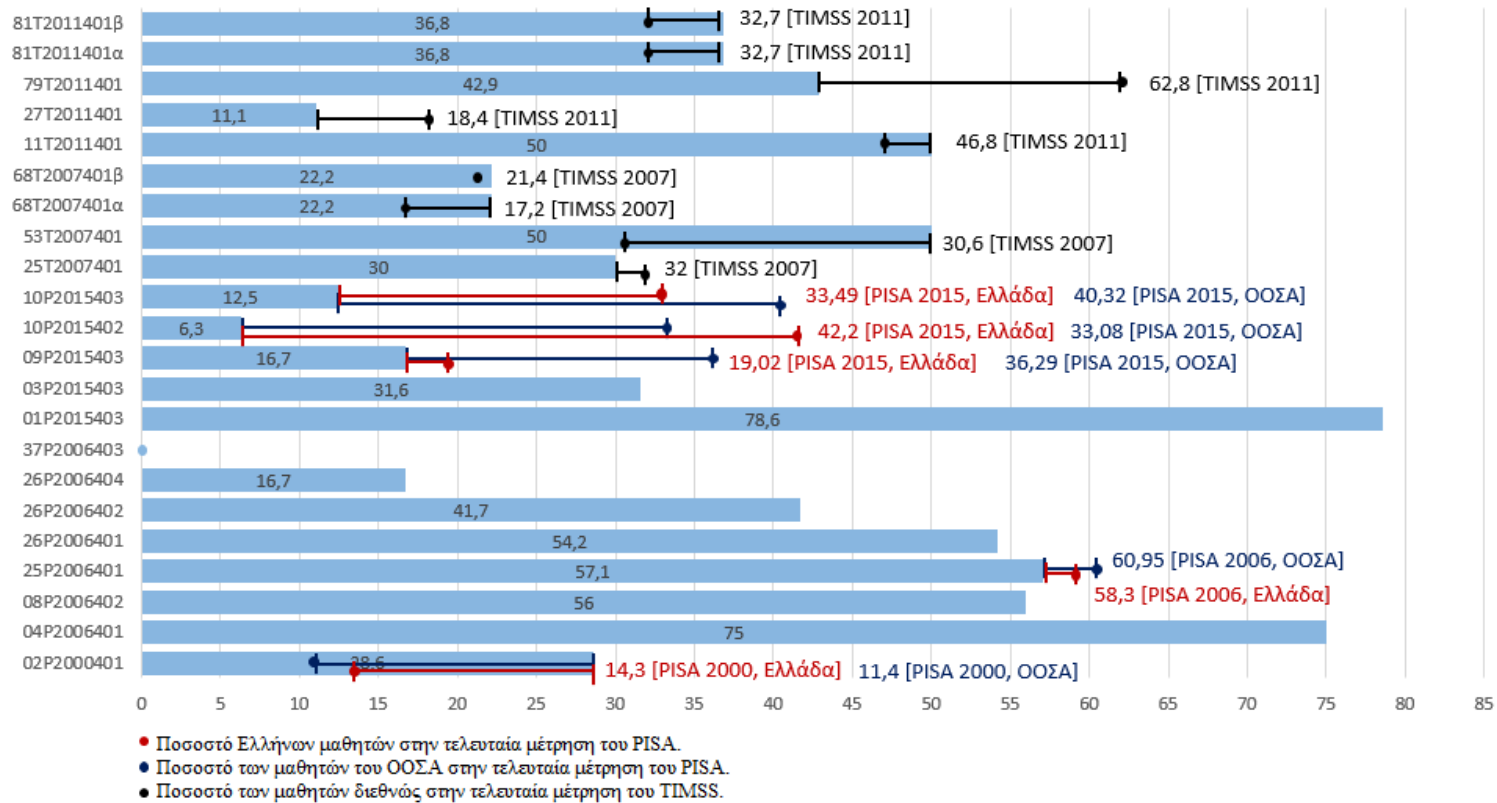
Γράφημα 30: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 4 στη Βιολογία



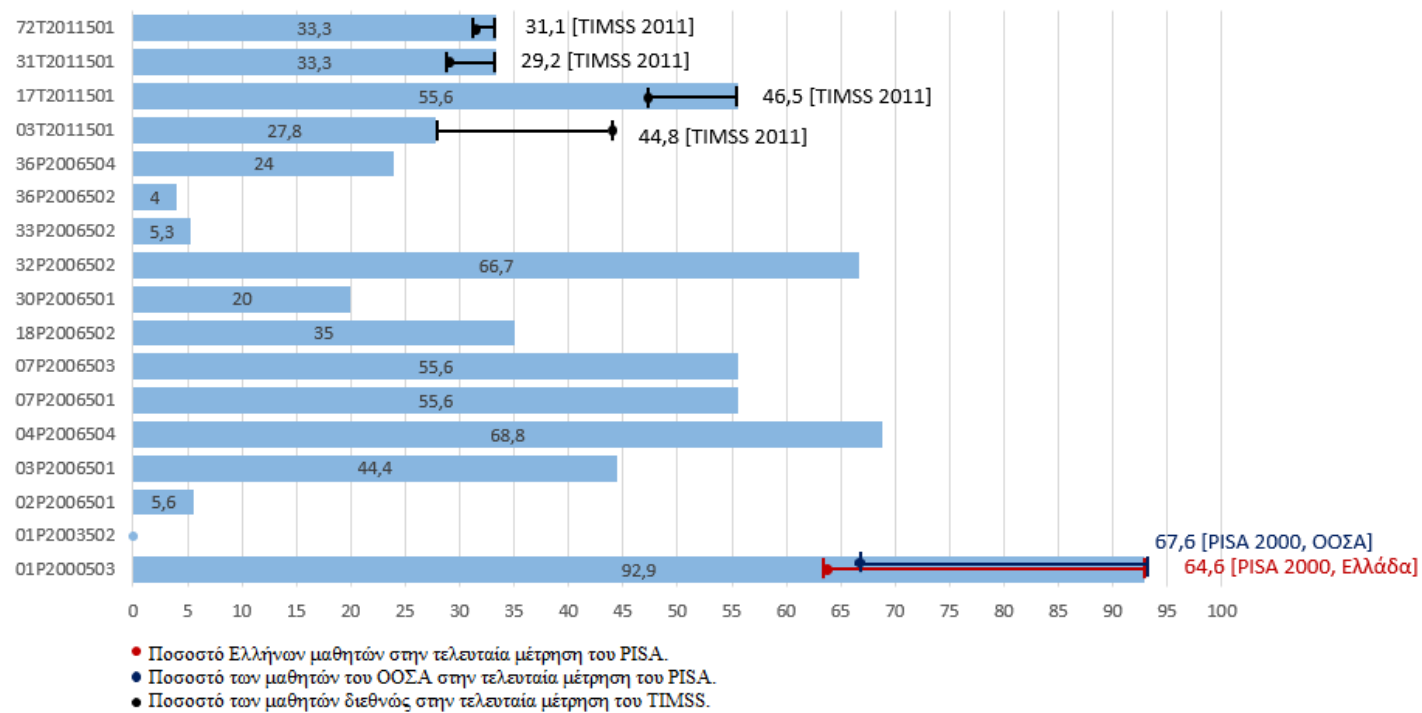
Γράφημα 31: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 4 στη Φυσική



Γράφημα 32: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 4 στη Χημεία

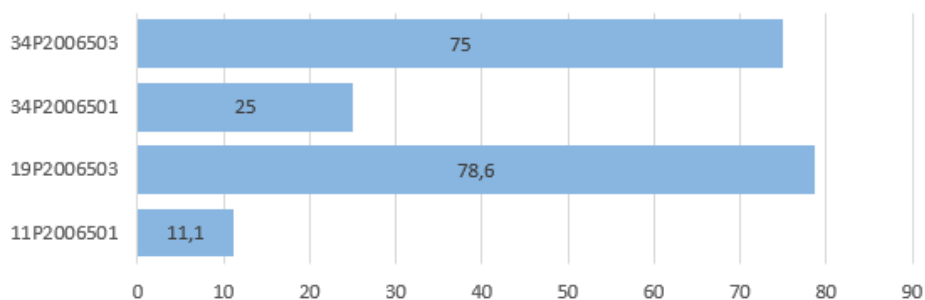


Γράφημα 33: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 4 στο Περιβάλλον



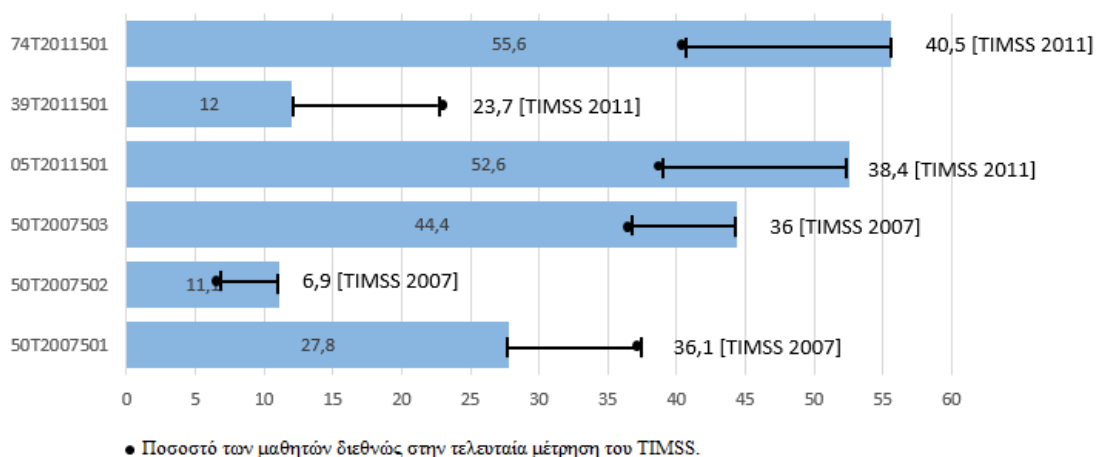
Γράφημα 34: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 5 στη Βιολογία

Αναφορικά με το αντικείμενο της φυσικής του πέμπτου επιπέδου, υπάρχουν ελάχιστες ερωτήσεις, από τις οποίες δεν προκύπτει ξεκάθαρη εικόνα, καθώς στις δύο ερωτήσεις οι φοιτητές συγκεντρώνουν υψηλά ποσοστά, ενώ στις άλλες δύο αρκετά χαμηλά (Γράφημα 35).

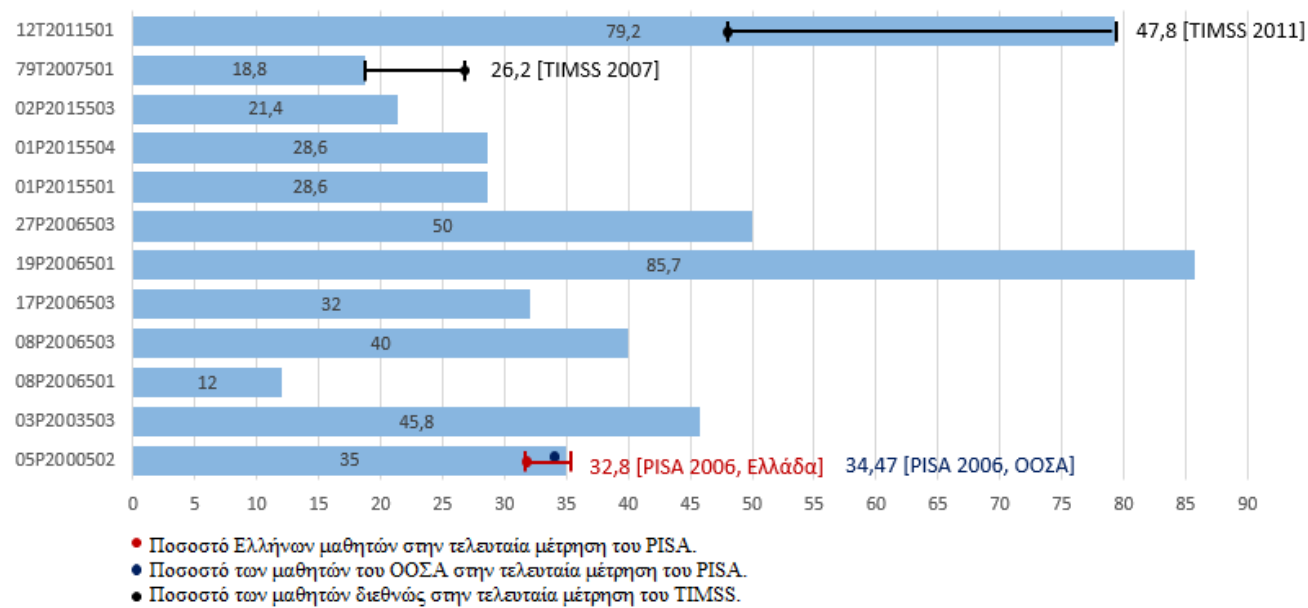


Γράφημα 35: Ποσοστά σωστών απαντήσεων φοιτητών επιπέδου 5 στη Φυσική

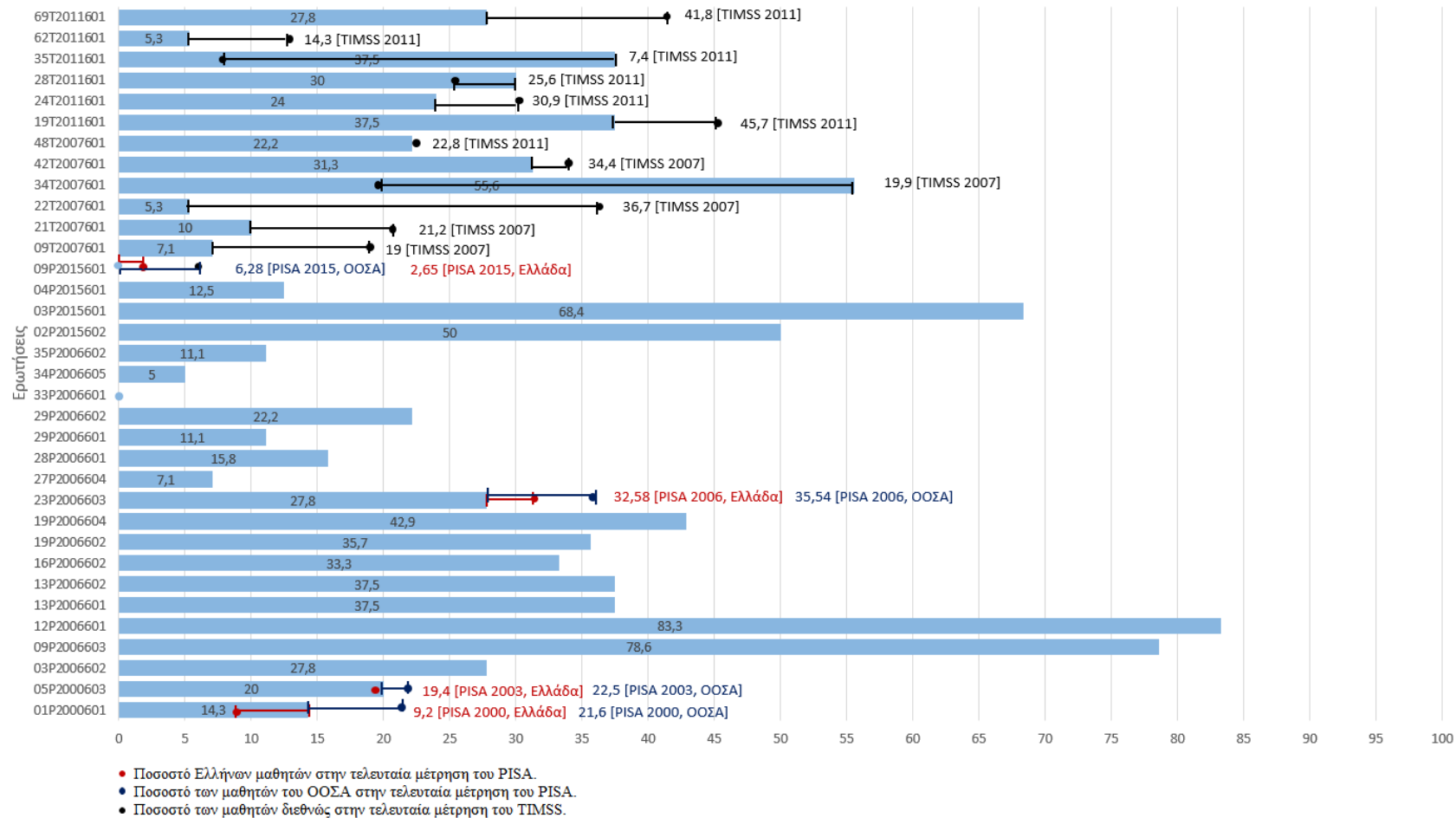
Όπως με τη φυσική, έτσι και με τη χημεία του ίδιου επιπέδου, υπάρχουν λίγες ερωτήσεις. Σε αυτό το αντικείμενο φαίνεται ότι οι φοιτητές έχουν υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων από τους μαθητές (Γράφημα 36).



Γράφημα 36: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 5 στη Χημεία



Γράφημα 37: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 5 στο Περιβάλλον



Γράφημα 38: Ποσοστά σωστών απαντήσεων επιπέδου 6

Στα περιβαλλοντικά ζητήματα του πέμπτου επιπέδου δεν διακρίνεται κάποια διαφορά υπέρ της μιας ή άλλης ηλικιακής ομάδας (Γράφημα 37).

Κλείνοντας, αναφορικά με τις ερωτήσεις του έκτου επιπέδου, οι φοιτητές παρουσιάζουν χειρότερα αποτελέσματα από τους μαθητές σε αντικείμενα βιολογίας και φυσικής (Γράφημα 38).

3.2. Σύγκριση των απαντήσεων των φοιτητών βάσει του φύλου και της κατεύθυνσης προσανατολισμού στο λύκειο

Οι φοιτητές παρουσιάζουν ορισμένες διαφορές στις επιδόσεις και τις απαντήσεις που δίνουν στις ερωτήσεις των διάφορων γνωστικών αντικειμένων, αλλά και επιπέδων δυσκολίας, αναφορικά είτε με το φύλο τους είτε με την κατεύθυνση σπουδών που ακολούθησαν στο λύκειο.

3.2.1. Διαφορές μεταξύ των φύλων

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς τις απαντήσεις τους παρουσιάζουν ορισμένες ερωτήσεις βιολογίας του πρώτου επιπέδου. Συγκεκριμένα, στην «Ερώτηση 1: Τερηδόνα» το σύνολο των αγοριών δίνουν λανθασμένες απαντήσεις, εν αντιθέσει με την πλειοψηφία των κοριτσιών που απαντά σωστά (Πίνακας Β.1).

Σε θέματα χημείας, στην «Ερώτηση 1: Χημική αντίδραση» τόσο αγόρια όσο και κορίτσια έχουν δώσει στην πλειοψηφία τους λανθασμένες απαντήσεις (Πίνακας Β.1), ενώ στις ερωτήσεις φυσικής και περιβάλλοντος, δεν παρατηρείται κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των φύλων (Πίνακας Β.1).

Στο δεύτερο επίπεδο, στη βιολογία, υπάρχουν δύο ερωτήσεις που δεν παίρνουν καμία εντελώς σωστή απάντηση, αλλά οι φοιτητές καταφέρνουν να δώσουν ορισμένες μερικώς σωστές με τα ποσοστά τους να είναι για τα δύο φύλα υψηλά στην «Ερώτηση 3: Χειρουργικές επεμβάσεις» και χαμηλά στην «Ερώτηση 4: Χειρουργικές επεμβάσεις» (Πίνακα Β.2).

Αναφορικά με το αντικείμενο της φυσικής του δεύτερου επιπέδου, δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών, ενώ χαρακτηριστικές ερωτήσεις όπου οι άνδρες υστερούν στις σωστές απαντήσεις τους συγκριτικά με τις γυναίκες είναι η «Ερώτηση 2: Όξινη βροχή» και η «Ερώτηση 1: Πυκνότητα ουσιών» (Πίνακας Β.3).

Σε ό,τι έχει σχέση με τη χημεία και τα περιβαλλοντικά ζητήματα, δεν παρατηρείται κάποια διαφορά μεταξύ των φύλων (Πίνακας Β.4 και Πίνακας Β.5).

Σε θέματα βιολογίας του επιπέδου 3, όσον αφορά τις διαφορές στα δύο φύλα τα μεγαλύτερα ποσοστά αντρών και γυναικών δίνουν άλλοτε σωστές και άλλοτε λανθασμένες απαντήσεις. Αξίζει να σημειωθεί, όμως, ότι στην «Ερώτηση 2: Ωκεανός» σωστές απαντήσεις δίνουν μεγαλύτερα ποσοστά γυναικών αντί ανδρών (Πίνακας Β.6). Συγκεκριμένα, το σύνολο των ανδρών απαντά λάθος, ενώ οι γυναίκες αφενός απαντούν σωστά, αλλά αφετέρου η πλειοψηφία τους δίνει λανθασμένη αιτιολόγηση (Πίνακας Β.7).

Στη φυσική, δεν παρατηρείται κάποια διαφορά στις απαντήσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών (Πίνακας Β.8).

Στο αντικείμενο της χημείας, στις περισσότερες ερωτήσεις οι άνδρες παρουσιάζουν όμοια επιτεύγματα με τις γυναίκες. Παρόλα αυτά, στην «Ερώτηση 1: Άτομο» και στην «Ερώτηση 1: Μεταλλικές ουσίες» το μεγαλύτερο ποσοστό γυναικών απαντά σωστά, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό ανδρών λανθασμένα (Πίνακας Β.9).

Στα ζητήματα του περιβάλλοντος, ενώ τα μεγαλύτερα ποσοστά των δύο φύλων συγκεντρώνονται ως επί το πλείστον στις σωστές και μερικώς σωστές απαντήσεις, στην «Ερώτηση 5: Γενετικά τροποποιημένα προϊόντα» οι γυναίκες απαντούν σε μεγαλύτερο βαθμό σωστά από τους άνδρες (Πίνακας Β.10).

Στο επίπεδο 4 και στο αντικείμενο της βιολογίας, οι άνδρες υστερούν συγκριτικά με τις γυναίκες (Πίνακας Β.11).

Σε ζητήματα φυσικής, στην ομάδα των φοιτητών, στην «Ερώτηση 2: Δουλεύοντας με τη θερμότητα» και την «Ερώτηση 1: Παράλληλο κύκλωμα» οι γυναίκες υπερτερούν των ανδρών (Πίνακας Β.12).

Στο αντικείμενο στις χημείας, δεν παρατηρείται κάποια διαφορά μεταξύ των δύο φύλων (Πίνακας Β.13).

Σχετικά με το περιβάλλον, όσον αφορά τις ερωτήσεις ξεχωριστά, στην «Ερώτηση 3: Γενετικά τροποποιημένα προϊόντα» δεν δίνεται καθόλου σωστή απάντηση και μόνο ένα χαμηλό ποσοστό γυναικών απαντούν εν μέρει σωστά. Αντιθέτως, στην «Ερώτηση 2: Μετανάστευση πουλιών» απαντούν όλοι λάθος ανεξαρτήτως φύλου (Πίνακας Β.14).

Σε ζητήματα βιολογίας του πέμπτου επιπέδου, αξίζει να σημειωθεί ότι στην «Ερώτηση 2: Σταματήστε το μικρόβιο» όλοι οι φοιτητές, ανεξαρτήτως φύλου, απαντούν λανθασμένα, ενώ στην «Ερώτηση 2: Επίσκεψη στο γυναικολόγο», αν και οι περισσότερες γυναίκες απαντούν κυρίως λανθασμένα, οι άντρες δίνουν μόνο λανθασμένες απαντήσεις (Πίνακας Β.15).

Στη φυσική, αναφορικά με την «Ερώτηση 1: Κεραυνοί και πυξίδες» το μεγαλύτερο ποσοστό και των δύο φύλων απαντά λανθασμένα, ενώ από τις σωστές απαντήσεις, αυτές των γυναικών είναι πλήρως σωστές, ενώ των ανδρών μερικώς. Επίσης, στην «Ερώτηση 1: Υπέρηχος» η πλειοψηφία των δύο φύλων δίνει λανθασμένες απαντήσεις, (Πίνακας Β.16).

Στα θέματα χημείας, στην «Ερώτηση 1: Μπαλόνι» οι γυναίκες είναι εμφανώς καλύτερες από τους άνδρες και οι απαντήσεις τους εστιάζουν ορθώς είτε στην εκπομπή αερίου είτε γενικά στην πραγματοποίηση κάποιας χημικής αντίδρασης, χωρίς να κάνουν άμεσα λόγο στην εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (Πίνακας Β.17 και Πίνακας Β.18). Επιπλέον, στην «Ερώτηση 1: Χημική αντίδραση» τα υψηλότερα ποσοστά των δύο φύλων βρίσκονται στις μερικώς σωστές απαντήσεις (Πίνακας Β.17).

Όσον αφορά τις ερωτήσεις του περιβάλλοντος, στην «Ερώτηση 1: Λιπάσματα» οι περισσότεροι φοιτητές (ανεξαρτήτως φύλου) δίνουν λάθος απαντήσεις, ενώ στην «Ερώτηση 1: Ηφαιστειακή έκρηξη» υπερτερούν οι γυναίκες έναντι των ανδρών (Πίνακας Β.19). Στην ερώτηση «Ερώτηση 1: Ηφαιστειακή έκρηξη», η πλειοψηφία των γυναικών καταγράφει σωστά μια αρνητική περιβαλλοντική επίδραση, όπως η μόλυνση, η καταστροφή βιοτόπων ή ζωής φυτών/ζώων, ενώ μόλις δύο αναφέρουν μια θετική περιβαλλοντική επίδραση, όπως ότι το έδαφος γίνεται γόνιμο, δημιουργούνται νέοι βιότοποι, και επιτρέπονται διαφορετικές μορφές ζωής (Πίνακας Β.20).

Στο έκτο επίπεδο, στο αντικείμενο της βιολογίας, οι άνδρες υπερτερούν των γυναικών, ενώ μόνο στην «Ερώτηση 2: Κίνδυνος για την υγεία;» δίνουν όλοι λανθασμένη απάντηση, σε αντίθεση με την πλειοψηφία των γυναικών που απαντά σωστά (Πίνακας Β.21).

Σχετικά με το αντικείμενο της φυσικής, οι άνδρες γενικά έχουν μεγαλύτερα ποσοστά σωστών απαντήσεων από τις γυναίκες. Ωστόσο, στην «Ερώτηση 5: Κεραυνοί και πυξίδες» όπου το σύνολό τους δίνει λανθασμένη απάντηση, ενώ η πλειοψηφία των γυναικών μερικώς σωστή (Πίνακας Β.21).

Στο γνωστικό αντικείμενο της χημείας, αλλά και του περιβάλλοντος, δεν υπάρχει διαφορά στις απαντήσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών. Τέλος, είναι αξιοσημείωτο ότι η «Ερώτηση 1: Βιώσιμη ιχθυοκαλλιέργεια» δεν παίρνει καμία σωστή απάντηση μεταξύ των φύλων (Πίνακας Β.21).

3.2.2. Διαφορές μεταξύ των κατευθύνσεων

Στις ερωτήσεις βιολογίας του πρώτου επιπέδου, γενικά οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής δίνουν σε μεγαλύτερο ποσοστό σωστές απαντήσεις από αυτούς της θεωρητικής. Ωστόσο, στην «Ερώτηση 1: Δομή φυτικών κυττάρων» οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης υπερτερούν σε ποσοστά θετικών απαντήσεων των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης (Πίνακας Β.22).

Στη φυσική και τη χημεία, δεν παρατηρείται κάποια διαφορά μεταξύ των φοιτητών των δύο κατευθύνσεων (Πίνακας Β.22).

Στις ερωτήσεις περιβάλλοντος, μεταξύ των δύο κατευθύνσεων, οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής φαίνεται να υπερτερούν των φοιτητών θεωρητικής. Παρόλα αυτά, στην «Ερώτηση 1: Διάρκεια της ημέρας» οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής υστερούν έναντι των φοιτητών θεωρητικής (Πίνακας Β.22).

Στο αντικείμενο της βιολογίας του δευτέρου επιπέδου, οι φοιτητές των δύο κατευθύνσεων έχουν υψηλά ποσοστά σωστών απαντήσεων στην «Ερώτηση 3: Χειρουργικές επεμβάσεις» και χαμηλά στην «Ερώτηση 4: Χειρουργικές επεμβάσεις» (Πίνακας Β.23).

Στις ερωτήσεις της φυσικής του δευτέρου επιπέδου, στην «Ερώτηση 2: Όξινη βροχή» και στην «Ερώτηση 1: Πινέζες» υπάρχει διαφοροποίηση και μεταξύ των κατευθύνσεων με αυτούς της θετικής/τεχνολογικής να υστερούν και στη δεύτερη, μάλιστα, να μην απαντούν στο σύνολό τους σωστά (Πίνακας Β.24).

Στις ερωτήσεις της χημείας δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των κατευθύνσεων (Πίνακας Β.25), ενώ σε περιβαλλοντικά ζητήματα, οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής υπερτερούν, γενικά, των φοιτητών θεωρητικής (Πίνακας Β.26).

Στη βιολογία του τρίτου επιπέδου, όμοια απαντούν οι φοιτητές και των δύο κατευθύνσεων, ωστόσο, στην «Ερώτηση 1β: Βλάστηση σπόρων» η πλειοψηφία των φοιτητών θεωρητικής κατεύθυνσης απαντούν σωστά εν αντιθέσει με αυτούς θετικής/τεχνολογικής που δίνουν στο σύνολό τους λανθασμένη απάντηση (Πίνακας Β.27).

Στη φυσική, αξίζει να σημειωθούν δύο ερωτήσεις («Ερώτηση 3: Αντηλιακά», «Ερώτηση 2: Κεραυνοί και πυξίδες»), που όχι μόνο οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής υστερούν έναντι αυτών θεωρητικής, αλλά το ποσοστό τους (που απαντά σωστά) είναι μηδενικό (Πίνακας Β.28).

Παρόμοιες είναι οι επιδόσεις στις ερωτήσεις της χημείας ανάμεσα στις δύο κατευθύνσεις, με την πιο αξιοσημείωτη διαφορά στην «Ερώτηση 2: Λιπ Γκλος» όπου σωστή απάντηση δίνει το μεγαλύτερο ποσοστό φοιτητών θεωρητικής (Πίνακας Β.29).

Στο αντικείμενο του περιβάλλοντος, αξιόλογη είναι η διαφορά των δύο κατευθύνσεων σε κάποιες ερωτήσεις («Ερώτηση 3: Κλώνοι μοσχαριών», «Ερώτηση 2: Άντληση υπόγειων υδάτων και σεισμοί», «Ερώτηση 1: Μετανάστευση πουλιών», «Ερώτηση 1: Άξονας της Γης», «Ερώτηση 1: Ηφαιστειακά πετρώματα») στις οποίες η πλειοψηφία των φοιτητών θεωρητικής κατεύθυνσης δίνει σωστές απαντήσεις συγκριτικά με τους φοιτητές θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης. Επιπλέον, στην «Ερώτηση 4: Ταξιδεύοντας», οι περισσότεροι φοιτητές και από τις δύο κατευθύνσεις απαντούν, κυρίως, λανθασμένα, αλλά από αυτούς που δίνουν σωστές απαντήσεις, υπερτερούν αυτοί της θεωρητικής. Τέλος, στην «Ερώτηση 1: Όξινη βροχή» και στην «Ερώτηση 5: Γενετικά τροποποιημένα προϊόντα», η πλειοψηφία των φοιτητών θεωρητικής απαντά σωστά ή μερικώς σωστά, ενώ οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής δίνουν αποκλειστικά μερικώς σωστές απαντήσεις (Πίνακας Β.30).

Στο αντικείμενο της βιολογίας του τετάρτου επιπέδου, οι φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης υπερτερούν έναντι αυτών της θεωρητικής (Πίνακας Β.31).

Στη φυσική, γενικά οι φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης υπερτερούν των υπολοίπων. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι στην «Ερώτηση 1: Μάζα πάγου» όχι μόνο υστερούν οι φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής, αλλά, συνολικά, απαντούν λανθασμένα (Πίνακας Β.32).

Στο αντικείμενο στις χημείας, δεν παρατηρείται κάποια διαφορά μεταξύ των δύο κατευθύνσεων ως προς τις απαντήσεις τους (Πίνακας Β.33).

Στις ερωτήσεις περιβάλλοντος, στην «Ερώτηση 3: Γενετικά τροποποιημένα προϊόντα» οι φοιτητές των δύο κατευθύνσεων δεν δίνουν καθόλου σωστές απαντήσεις, αλλά λίγοι είναι αυτοί που απαντούν μερικώς σωστά. Αντίθετα, στην «Ερώτηση 2: Μετανάστευση

πουλιών» το σύνολο των φοιτητών και των δύο κατευθύνσεων απαντούν λανθασμένα (Πίνακας Β.34).

Σε ζητήματα βιολογίας του πέμπτου επιπέδου, στην «Ερώτηση 2: Σταματήστε το μικρόβιο» όλοι οι φοιτητές και των δύο κατευθύνσεων, απαντούν λανθασμένα, ενώ στην «Ερώτηση 2: Επίσκεψη στο γυναικολόγο», παρά το γεγονός ότι οι περισσότεροι φοιτητές θεωρητικής απαντούν κυρίως λανθασμένα, όσοι προέρχονται από θετική/τεχνολογική κατεύθυνση δίνουν στο σύνολό τους λανθασμένες απαντήσεις (Πίνακας Β.35).

Στη φυσική, στην «Ερώτηση 1: Υπέρηχος» η πλειοψηφία των φοιτητών και των δύο κατευθύνσεων δίνει λανθασμένες απαντήσεις, ενώ το αντίθετο παρατηρείται στην «Ερώτηση 3: Αιολικά πάρκα», όπου μάλιστα ανάμεσα στις σωστές απαντήσεις υπερτερούν οι φοιτητές θεωρητικής (Πίνακας Β.36).

Στο αντικείμενο της χημείας, στην «Ερώτηση 1: Χημική αντίδραση» τα υψηλότερα ποσοστά των δύο κατευθύνσεων βρίσκονται στις μερικώς σωστές απαντήσεις, όπου, μάλιστα, οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης δεν δίνουν καμία σωστή απάντηση (Πίνακας Β.37).

Αναφορικά με το περιβάλλον, στην «Ερώτηση 1: Η συμπεριφορά του αγκαθερού» οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής απαντούν, στο σύνολό τους, λανθασμένα, ενώ στην «Ερώτηση 3: Λεωφορεία» υστερούν αυτών της θεωρητικής (Πίνακας Β.38).

Στο έκτο επίπεδο, στο αντικείμενο της βιολογίας, οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης υστερούν αυτών θετικής/τεχνολογικής (Πίνακας Β.39). Όμοια με το αντικείμενο της βιολογίας, έτσι και στη φυσική, η διαφορά παρατηρείται υπέρ των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής. Παρόλα αυτά, στην «Ερώτηση 1: Γυάλινη κανάτα» παρατηρείται μια υπεροχή υπέρ της θεωρητικής, ενώ, ταυτόχρονα, και οι δύο κατευθύνσεις σημειώνουν χαμηλά ποσοστά σωστών απαντήσεων σε όλες σχεδόν τις ερωτήσεις φυσικής (Πίνακας Β.39).

Στη χημεία, δεν παρατηρείται κάποια διαφορά μεταξύ των φοιτητών των δύο κατευθύνσεων (Πίνακας Β.39). Αντίθετα, στο αντικείμενο του περιβάλλοντος, οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής υπερτερούν των φοιτητών θεωρητικής. Ωστόσο, στην «Ερώτηση 1: Όξινη βροχή» το μεγαλύτερο ποσοστό φοιτητών θεωρητικής κατεύθυνσης, έναντι της θετικής/τεχνολογικής, απαντά σωστά (Πίνακας Β.39). Τέλος, στην «Ερώτηση 1:

Βιώσιμη ιχθυοκαλλιέργεια» δεν δίνεται καμία σωστή απάντηση από τους φοιτητές των δύο κατευθύνσεων (Πίνακας Β.39).

3.3. Διερευνητική παραγοντική ανάλυση στις ερωτήσεις απόψεων και στάσεων των φοιτητών για τις Φυσικές Επιστήμες

Διεξήχθη ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA) στις 21 ερωτήσεις των απόψεων και στάσεων των φοιτητών για τις φυσικές επιστήμες με τη χρήση πλάγιας περιστροφής (promax). Ο δείκτης Kayser-Meyer-Olkin επιβεβαίωσε τη δειγματική επάρκεια της ανάλυσης, KMO = .833. Πέντε παράγοντες είχαν ιδιοτιμές (eigenvalues) πάνω από το κριτήριο του Kaiser, δηλαδή πάνω από 1, και σε συνδυασμό εξήγησαν το 61.5% της διασποράς. Ο Πίνακας 1 δείχνει τις φορτίσεις των παραγόντων μετά την περιστροφή. Τα items που φορτίζουν στον παράγοντα 1 συγκροτούν την ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις Φυσικές Επιστήμες, στον παράγοντα 2 τις δραστηριότητες στις Φυσικές Επιστήμες, στον παράγοντα 3 τις επιστημικές πεποιθήσεις, στον παράγοντα 4 την γενική αξία της επιστήμης και στον παράγοντα 5 τις απόψεις για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή ιδεών.

Οι παράγοντες ευχαρίστησης ενασχόλησης με τις Φυσικές Επιστήμες, δραστηριοτήτων στις Φυσικές Επιστήμες, επιστημικών πεποιθήσεων και γενικής αξίας της επιστήμης είχαν υψηλό συντελεστή αξιοπιστίας, Cronbach's $\alpha = .84, .81, .79$ και $.73$, αντίστοιχα. Ο παράγοντας των απόψεων για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή ιδεών είχε χαμηλότερη αξιοπιστία, Cronbach's $\alpha = .64$ (Πίνακας 4).

Οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν και για το ενδιαφέρον τους για διάφορα θέματα φυσικών επιστημών. Ο παράγοντας του ενδιαφέροντος για τις Φυσικές Επιστήμες συγκροτήθηκε με βάση το περιεχόμενό του, όπως προκύπτει και από τα δεδομένα του PISA, και προκύπτει από τις ερωτήσεις που δηλώνουν ενδιαφέρον πάνω σε ζητήματα φυσικής, χημείας, βιολογίας, περιβάλλοντος, σύμπαντος και διαστήματος. Ο δείκτης εσωτερικής συνοχής του παράγοντα είναι υψηλός και ισούται με $\alpha = .873$ (Πίνακας 5).

Πίνακας 4: Διερευνητική παραγοντική ανάλυση

Σύνοψη των ερωτήσεων και των φορτίσεων των παραγόντων για το μοντέλο πέντε παραγόντων μετά από πλάγια περιστροφή promax (N = 186)

Item	Φορτίσεις παραγόντων				
	1	2	3	4	5
Μου αρέσει να διαβάζω βιβλία σχετικά με τις ΦΕ.	.853				
Χαίρομαι να ασχολούμαι με την επίλυση προβλημάτων ΦΕ.	.804				
Η ενασχόληση με θέματα των ΦΕ είναι μια ευχάριστη εμπειρία.	.771				
Μου αρέσει να ενημερώνομαι για θέματα των ΦΕ.	.748				
Αναζητώ ενημέρωση για θέματα ΦΕ.	.678				
Διαβάζω περιοδικά σχετικά με τις ΦΕ ή επιστημονικά άρθρα στις εφημερίδες.		.779			
Δανείζομαι ή αγοράζω βιβλία σχετικά με θέματα των ΦΕ.		.754			
Συμμετέχω σε επιστημονική ομάδα, μέλη της οποίας είναι άνθρωποι που ενδιαφέρονται για τις ΦΕ.		.679			
Επισκέπτομαι ιστοσελίδες σχετικά με θέματα των ΦΕ.		.675			

Σύνοψη των ερωτήσεων και των φορτίσεων των παραγόντων για το μοντέλο πέντε παραγόντων μετά από πλάγια περιστροφή *promax* ($N = 186$)

Item	Φορτίσεις παραγόντων				
	1	2	3	4	5
Ακούω προγράμματα στο ραδιόφωνο σχετικά με την πρόοδο στις ΦΕ.		.669			
Παρακολουθώ προγράμματα στην τηλεόραση για τις ΦΕ.		.642			
Μερικές φορές οι επιστήμονες αλλάζουν γνώμη για το τι είναι αλήθεια στην επιστήμη.			.842		
Μερικές φορές οι ιδέες στα βιβλία των ΦΕ αλλάζουν.			.834		
Μερικές φορές οι ιδέες στις ΦΕ αλλάζουν.			.805		
Η πρόοδος στις ΦΕ και την τεχνολογία βοηθά στη βελτίωση της οικονομίας.				.871	
Η πρόοδος στις ΦΕ και την τεχνολογία συνήθως οδηγεί σε κοινωνικά οφέλη.				.811	
Η πρόοδος στις ΦΕ και την τεχνολογία συνήθως βελτιώνει τις συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων.				.742	
Ένας καλός τρόπος για να γνωρίζεις αν κάτι είναι αληθές είναι να κάνεις ένα πείραμα					.728
Είναι καλό να δοκιμάζεις πειράματα περισσότερο από μία φορά για να σιγουρευτείς για τα ευρήματά σου.					.707

Σύνοψη των ερωτήσεων και των φορτίσεων των παραγόντων για το μοντέλο πέντε παραγόντων μετά από πλάγια περιστροφή *promax* ($N = 186$)

Item	Φορτίσεις παραγόντων				
	1	2	3	4	5
Οι καλές απαντήσεις βασίζονται σε αποδείξεις από διαφορετικά πειράματα.					.700
Οι ΦΕ είναι σημαντικές προκειμένου να μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε το φυσικό κόσμο.					.593
α	.84	.81	.79	.73	.64

Σημείωση. Η έντονη γραφή υποδηλώνει τις υψηλότερες φορτίσεις παραγόντων.

Πίνακας 5: Συγκρότηση του παράγοντα του ενδιαφέροντος στις Φυσικές Επιστήμες

Ερωτήσεις που συγκροτούν τον παράγοντα «Ενδιαφέρον στις Φυσικές Επιστήμες»

Ενδιαφέρον για θέματα φυσικής

Ενδιαφέρον για θέματα χημείας

Ενδιαφέρον για θέματα βιολογίας

Ενδιαφέρον για θέματα αστρονομίας

Ενδιαφέρον για θέματα γεωλογίας

Ενδιαφέρον για τρόπους σχεδιασμού πειραμάτων από επιστήμονες

Ενδιαφέρον για θέματα που σχετίζονται με επιστημονικές εξηγήσεις

Ενδιαφέρον για θέματα βιόσφαιρας

Ενδιαφέρον για θέματα κινήσεων και δυνάμεων

Ενδιαφέρον για θέματα ενέργειας και μετατροπών ενέργειας

Ενδιαφέρον για το Σύμπαν και την ιστορία του

Ενδιαφέρον για το πώς η επιστήμη μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη ασθενειών

$\alpha = .873$

3.4. Δείκτης κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου

Σύμφωνα με την έρευνα PISA, ο δείκτης του κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου κατασκευάζεται από τρεις επιμέρους παράγοντες, το εκπαιδευτικό επίπεδο των γονέων, την επαγγελματική κατάσταση των γονέων και τα υπάρχοντα της οικογένειας, ο κάθε ένας εκ των οποίων συγκροτήθηκε από επιμέρους μεταβλητές (OECD, 2016d). Στην παρούσα εργασία τα υποκείμενα κλήθηκαν να απαντήσουν σε μια σειρά ερωτήσεων για το μορφωτικό επίπεδο και το επάγγελμα της μητέρας και του πατέρα και για το πόσο ικανοποιητικά ανταποκρίνεται η οικογένειά τους στις μηνιαίες οικονομικές απαιτήσεις. Ο δείκτης του κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου που κατασκευάστηκε έχει τρεις τιμές, χαμηλό, μεσαίο και υψηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο και προέκυψε έπειτα από κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των ερωτώμενων. Συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υ-

πόψη την οικονομική άνεση της οικογένειας και το επάγγελμα κάθε γονέα σε συνδυασμό με το εκπαιδευτικό τους υπόβαθρο κατατάχθηκε ο κάθε συμμετέχων σε μία από τις τρεις κατηγορίες.

3.5. Δραστηριότητες των φοιτητών στις Φυσικές Επιστήμες

Γενικά, η ενασχόληση των φοιτητών με δραστηριότητες των φυσικών επιστημών δεν γίνεται σε συχνή ή τακτική βάση, αλλά είναι περιστασιακή. Ωστόσο, οι πιο συχνές δραστηριότητες είναι η παρακολούθηση προγραμμάτων σχετικών με τις φυσικές επιστήμες, με την επίσκεψη ιστοσελίδων και την ανάγνωση περιοδικών ή επιστημονικών άρθρων που παρέχουν πληροφορίες για θέματα φυσικών επιστημών να ακολουθούν. Αντίθετα, οι σπανιότερες δραστηριότητες που αναφέρουν είναι η συμμετοχή τους σε επιστημονική ομάδα, ενώ ακολουθούν η ακρόαση ραδιοφωνικών προγραμμάτων και η αγορά ή ο δανεισμός βιβλίων φυσικών επιστημών (Πίνακας 6).

Πίνακας 6

Ποσοστά (%) ενασχόλησης των φοιτητών με δραστηριότητες Φυσικών επιστημών

	Πολύ συχνά	Τακτικά	Μερικές φορές	Ποτέ ή σχεδόν ποτέ
Παρακολουθώ προγράμματα στην τηλεόραση για τις ΦΕ.	2,2	9,7	54,6	33,3
Δανείζομαι ή αγοράζω βιβλία σχετικά με θέματα των ΦΕ.	1,1	2,2	25,8	69,4
Επισκέπτομαι ιστοσελίδες σχετικά με θέματα των ΦΕ.	3,8	11,3	46,8	37,1
Ακούω προγράμματα στο ραδιόφωνο σχετικά με την πρόοδο στις ΦΕ.	0,5	2,2	16,1	77,4
Διαβάζω περιοδικά σχετικά με τις ΦΕ ή επιστημονικά άρθρα στις εφημερίδες.	0,5	7,0	37,6	53,2
Συμμετέχω σε επιστημονική ομάδα, μέλη της οποίας είναι άνθρωποι που ενδιαφέρονται για τις ΦΕ.	0,5	1,6	10,8	83,9

3.6. Ενδιαφέρον φοιτητών για θέματα Φυσικών Επιστημών

Οι φοιτητές επιδεικνύουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη ασθενειών και στη συνέχεια για το Σύμπαν και την ιστορία του. Από την άλλη, φαίνεται να ενδιαφέρονται λιγότερο πρωτίστως για ζητήματα ενέργειας και μετατροπών ενέργειας και, εν συνεχεία, για τους τρόπους με

τους οποίους οι επιστήμονες σχεδιάζουν πειράματα και για θέματα κινήσεων, δυνάμεων και γεωλογίας (Πίνακας 7).

Πίνακας 7

Ποσοστά (%) ενδιαφέροντος των φοιτητών για ζητήματα Φυσικών επιστημών

	Ενδιαφέ- ρομαι πολύ	Ενδιαφέ- ρομαι μέτρια	Ενδιαφέ- ρομαι λίγο	Δεν ενδιαφέ- ρομαι καθόλου
Ενδιαφέρον για θέματα φυσικής	16,1	30,1	36,0	17,2
Ενδιαφέρον για θέματα χημείας	12,4	30,1	35,5	21,5
Ενδιαφέρον για θέματα βιολογίας	38,7	38,2	17,7	4,8
Ενδιαφέρον για θέματα αστρονομίας	31,2	26,3	29,0	12,9
Ενδιαφέρον για θέματα γεωλογίας	16,1	28,0	37,1	17,2
Ενδιαφέρον για τρόπους σχεδιασμού πειραμάτων από επιστήμονες	18,8	24,2	35,5	19,9
Ενδιαφέρον για θέματα που σχετίζονται με επιστημονικές εξηγήσεις	22,0	30,6	30,1	16,1
Ενδιαφέρον για θέματα βιόσφαιρας	22,0	26,3	36,6	13,4
Ενδιαφέρον για θέματα κινήσεων και δυνάμεων	15,6	29,6	36,6	17,7
Ενδιαφέρον για θέματα ενέργειας και μετατροπών ενέργειας	14,5	25,3	36,6	22,0
Ενδιαφέρον για το Σύμπαν και την ιστορία του	45,2	29,0	17,7	6,5
Ενδιαφέρον για το πώς η επιστήμη μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη ασθενειών	72,6	18,8	6,5	2,2

3.7. Μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης

Αρχικά, εξετάστηκε η βαθμολογία (επίδοση) των φοιτητών στα ερωτηματολόγια σε σχέση με το φύλο, την κατεύθυνση προσανατολισμού στο λύκειο και το εξάμηνο σπουδών τους, με τη χρήση της στατιστικής τεχνικής της λογιστικής παλινδρόμησης. Από την ανάλυση προέκυψε στατιστικά σημαντικό μοντέλο ($p = .035$) σύμφωνα με το οποίο η βαθμολογία που πετυχαίνουν οι φοιτητές επηρεάζεται σημαντικά από την κατεύθυνση ($p = .022$, $b = -.936$). Συγκεκριμένα, οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης είναι 0,392 φορές λιγότερο πιθανό να έχουν υψηλή επίδοση από τους φοιτητές θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης (Πίνακας 8).

Πίνακας 8

Σύνοψη λογιστικής παλινδρόμησης για την πρόβλεψη της επίδοσης

Μεταβλητή	<i>B</i>	<i>SE</i>	Wald Statistic	<i>p</i>
Φύλο	-.330	.399	.687	.407
Εξάμηνο	-.301	.350	.742	.389
Κατεύθυνση	-.936	.408	5.264	.022
Σταθερά	1.090	.455	5.735	.017

α. Μεταβλητές που εισήχθησαν στο Βήμα 1

Στη συνέχεια, εξετάστηκε και πάλι η βαθμολογία (επίδοση) συναρτήσει μιας σειράς μεταβλητών, και συγκεκριμένα:

- επίδοση ανά κατεύθυνση
- γενικός βαθμός απολυτηρίου
- φύλο
- εξάμηνο
- κατεύθυνση
- κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο
- ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες
- δραστηριότητες στις φυσικές επιστήμες
- επιστημικές πεποιθήσεις
- γενική αξία της επιστήμης
- δραστηριότητες που συμβάλουν στην αλλαγή των ιδεών
- ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες

Χρησιμοποιήθηκε η στατιστική τεχνική της λογιστικής παλινδρόμησης και από την ανάλυση προέκυψε στατιστικά σημαντικό μοντέλο ($p = .035$). Σύμφωνα με το συγκεκριμένο μοντέλο, τη βαθμολογία των φοιτητών στα ερωτηματολόγια επηρεάζει σημαντικά το φύλο ($p = .045$, $b = -1.319$). Αυτό σημαίνει ότι οι γυναίκες είναι 0,267 φορές λιγότερο πιθανό να έχουν υψηλή επίδοση σε σχέση με τους άνδρες. Με άλλα λόγια οι άνδρες είναι περίπου τέσσερις φορές πιθανότερο να παρουσιάσουν καλύτερη βαθμολογία από τις γυναίκες (Πίνακας 9).

Πίνακας 9

Σύνοψη λογιστικής παλινδρόμησης για την πρόβλεψη της επίδοσης

Μεταβλητή	<i>B</i>	<i>S.E.</i>	Wald Statistic	<i>p</i>
Επίδοση ανά κατεύθυνση	.066	.035	3.642	.056
Γενικός βαθμός απολυτηρίου	-.090	.244	.137	.711
Φύλο	-1.319	.658	4.019	.045
Εξάμηνο	-.690	.487	2.008	.157
Κατεύθυνση	-.604	.581	1.081	.298
Χαμηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο	-.054	.534	.010	.919
Μεσαίο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο	-.277	.508	.297	.586
JOYSCIE	.286	.466	.377	.539
SCIEACT	-.941	.676	1.940	.164
EPIST	-.209	.307	.461	.497
GENSCIE	.118	.337	.123	.726
CHANGEACT	-.658	.505	1.701	.192
INTSCIE	-.546	.414	1.743	.187
Σταθερά	4.764	4.286	1.236	.266

α. Μεταβλητές που εισήχθησαν στο Βήμα 1

3.8. Έλεγχοι κανονικότητας

Διενεργήθηκαν έλεγχοι κανονικότητας με το Kolmogorov-Smirnov και το Shapiro-Wilcoxon. Στις περισσότερες περιπτώσεις η κατανομή των δεδομένων διαφέρει σημαντικά από την κανονική, ενώ υπάρχουν ορισμένες όπου τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή. Στην πρώτη περίπτωση εφαρμόστηκαν μη παραμετρικοί έλεγχοι, ενώ στη δεύτερη παραμετρικοί (Πίνακας Γ.1, Πίνακας Γ.2, Πίνακας Γ.3).

3.9. Διαφορές ευχαρίστησης ενασχόλησης με τις Φυσικές Επιστήμες (JOYSCIE)

Ο δείκτης της ευχαρίστησης της ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες περιλαμβάνει ερωτήσεις που περιγράφουν κατά πόσο οι φοιτητές απολαμβάνουν να ασχολούνται με δραστηριότητες φυσικών επιστημών και κατασκευάστηκε με βάση τα αποτελέσματα της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης. Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται οι μεταβλητές και οι ερωτήσεις που συγκροτούν το δείκτη.

Πίνακας 10

<i>Ερωτήσεις</i>	
<i>Μεταβλητή</i>	Πόσο συμφωνείς με τις παρακάτω δηλώσεις;
Q11a	Η ενασχόληση με θέματα των ΦΕ είναι μια ευχάριστη εμπειρία.
Q11b	Μου αρέσει να διαβάζω βιβλία σχετικά με τις ΦΕ.
Q11c	Χαίρομαι να ασχολούμαι με την επίλυση προβλημάτων ΦΕ.
Q11d	Μου αρέσει να ενημερώνομαι για θέματα των ΦΕ.
Q11e	Αναζητώ ενημέρωση για θέματα ΦΕ.

3.9.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη της ευχαρίστησης της ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .119$ (θεωρητική κατεύθυνση), $p = .484$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση).

Κατά μέσο όρο, η ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες για τους φοιτητές που προέρχονται από θεωρητική κατεύθυνση ($M = 2.85$, $SE = 0.06$) διαφέρει σημαντικά από την επίδοση των φοιτητών που είναι από θετική/τεχνολογική κατεύθυνση ($M = 2.22$, $SE = 0.11$). Αυτή η διαφορά, 0.63 BCa 95% CI [0.403, 0.881], είναι σημαντική $t(168) = 5.083$, $p = .000$. Επισημαίνεται ότι παρουσιάζει μικρό μέγεθος επίδρασης, $d = 1.08$. Οι φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης απολαμβάνουν περισσότερο την ενασχόληση με τις φυσικές επιστήμες από τους φοιτητές θετικής/τεχνολογικής, $p = .000$.

3.9.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη της ευχαρίστησης της ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα και τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .005$ (γυναίκες), $p = .027$ (άνδρες).

Η ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες για τις γυναίκες ($M = 2.78$, $SE = 0.06$) διαφέρει σημαντικά από την ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες των ανδρών ($M = 2.52$, $SE = 0.12$), $U = 1564$, $z = -2.440$, $p = .015$, $r = -0.19$. Οι

γυναίκες απολαμβάνουν περισσότερο την ενασχόληση με τις φυσικές επιστήμες από τους άνδρες, $p = .0075$.

3.9.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη της ευχαρίστησης της ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα του Η' εξαμήνου ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = 0.251$, ενώ τα δεδομένα του Στ' εξαμήνου δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = 0.048$.

Η ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = 2.76$, $SE = 0.07$) δεν διαφέρει σημαντικά από την ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = 2.66$, $SE = 0.08$), $U = 2583.5$, $z = -1.020$, $p = .308$, $r = -0.08$.

3.9.4. Αστικότητα

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη της ευχαρίστησης της ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες για τις περιοχές διαμονής και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα της αγροτικής και ημιαστικής περιοχής ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .406$ και $p = .850$, αντίστοιχα, ενώ τα δεδομένα της αστικής περιοχής δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .035$.

Η ευχαρίστηση ενασχόλησης των φοιτητών με τις φυσικές επιστήμες δεν διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την περιοχή όπου ανήκει το σχολείο φοίτησής τους, $H(2) = 0.492$, $p = .782$.

3.9.5. Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη της ευχαρίστησης της ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες για κοινωνικο-οικονομικά επίπεδα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους ακολουθούν κανονική κατανομή $p = .228$ (χαμηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .471$ (μεσαίο κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου), $p = .267$ (υψηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο).

Η ευχαρίστηση ενασχόλησης των φοιτητών με τις φυσικές επιστήμες δεν διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το κοινωνικο-οικονομικό τους επίπεδο, $F(2, 168) = 3.53$, $p = .703$.

3.9.6. Σύνοψη

Οι γυναίκες και οι φοιτητές που προέρχονται από τη θεωρητική κατεύθυνση απολαμβάνουν περισσότερο την ενασχόλησή τους με αντικείμενα των φυσικών επιστημών.

Καμία διαφορά δεν παρατηρείται μεταξύ των εξαμήνων σπουδών, των περιοχών των σχολείων και των κοινωνικο-οικονομικών επιπέδων.

3.10. Διαφορές δραστηριοτήτων στις Φυσικές Επιστήμες (SCIEACT)

Ο δείκτης δραστηριοτήτων με τις φυσικές επιστήμες περιλαμβάνει ερωτήσεις που περιγράφουν με ποιες δραστηριότητες φυσικών επιστημών ασχολούνται οι φοιτητές και κατασκευάστηκε με βάση τα αποτελέσματα της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης. Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται οι μεταβλητές και οι ερωτήσεις που συγκροτούν το δείκτη.

Πίνακας 11

<i>Ερωτήσεις</i>	
<i>Μεταβλητή</i>	<i>Πόσο συχνά κάνεις τα παρακάτω;</i>
Q12a	Παρακολουθώ προγράμματα στην τηλεόραση για τις ΦΕ.
Q12b	Δανείζομαι ή αγοράζω βιβλία σχετικά με θέματα των ΦΕ.
Q12c	Επισκέπτομαι ιστοσελίδες σχετικά με θέματα των ΦΕ.
Q12d	Ακούω προγράμματα στο ραδιόφωνο σχετικά με την πρόοδο στις ΦΕ.
Q12e	Διαβάζω περιοδικά σχετικά με τις ΦΕ ή επιστημονικά άρθρα στις εφημερίδες.
Q12f	Συμμετέχω σε επιστημονική ομάδα, μέλη της οποίας είναι άνθρωποι που ενδιαφέρονται για τις ΦΕ.

3.10.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των δραστηριοτήτων στις φυσικές επιστήμες για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (θεωρητική κατεύθυνση), $p = .003$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση).

Η ενασχόληση με δραστηριότητες στις φυσικές επιστήμες για τους φοιτητές που προέρχονται από θεωρητική κατεύθυνση ($M = 3.57$, $SE = 0.04$) διαφέρει σημαντικά από

την ενασχόληση με δραστηριότητες στις φυσικές επιστήμες των φοιτητών της θετικής/τεχνολογικής ($M = 3.24$, $SE = 0.08$), $U = 1688$, $z = -1.837$, $p = .033$, $r = -0.14$, με τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης να ασχολούνται περισσότερο με τέτοιου είδους δραστηριότητες.

3.10.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των δραστηριοτήτων στις φυσικές επιστήμες για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα για τους άνδρες ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .09$, ενώ τα δεδομένα για τις γυναίκες δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$.

Η ενασχόληση με δραστηριότητες στις φυσικές επιστήμες για τις γυναίκες ($M = 3.57$, $SE = 0.04$) διαφέρει σημαντικά από την ενασχόληση με δραστηριότητες στις φυσικές επιστήμες των ανδρών ($M = 3.39$, $SE = 0.07$), $U = 1355$, $z = -2.721$, $p = .007$, $r = -0.21$. Οι άνδρες ασχολούνται λιγότερο με δραστηριότητες στις φυσικές επιστήμες από τις γυναίκες, $p = .0035$.

3.10.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των δραστηριοτήτων στις φυσικές επιστήμες για τα δύο εξάμηνα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα και τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (Στ' εξάμηνο), $p = .000$ (Η' εξάμηνο).

Η ενασχόληση με δραστηριότητες στις φυσικές επιστήμες για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = 3.55$, $SE = 0.04$) δεν διαφέρει σημαντικά από την ενασχόληση με δραστηριότητες στις φυσικές επιστήμες των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = 3.51$, $SE = 0.05$), $U = 2491$, $z = -1.11$, $p = .267$, $r = -0.09$.

3.10.4. Αστικότητα

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των δραστηριοτήτων στις φυσικές επιστήμες για τις περιοχές διαμονής και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα της αγροτικής περιοχής ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .15$, ενώ τα δεδομένα της ημιαστικής και αστικής περιοχής δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .002$ και $p = 0.000$, αντίστοιχα.

Η ενασχόληση με δραστηριότητες στις φυσικές επιστήμες δεν διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την περιοχή όπου ανήκει το σχολείο φοίτησής τους, $H(2) = 1.546$, $p = .462$.

3.10.5. Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των δραστηριοτήτων στις φυσικές επιστήμες για τα κοινωνικο-οικονομικά επίπεδα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (χαμηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .000$ (μεσαίο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .000$ (υψηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο).

Η ενασχόληση με δραστηριότητες στις φυσικές επιστήμες δεν διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το κοινωνικο-οικονομικό τους επίπεδο, $H(2) = 1.800$, $p = .406$.

3.10.6. Σύνοψη

Οι γυναίκες και οι φοιτητές που ακολούθησαν τη θεωρητική κατεύθυνση στο λύκειο ασχολούνται περισσότερο με δραστηριότητες φυσικών επιστημών, ενώ δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ των εξαμήνων σπουδών, των περιοχών των σχολείων και των κοινωνικο-οικονομικών επιπέδων.

3.11. Διαφορές επιστημικών πεποιθήσεων (EPIST)

Ο δείκτης των επιστημικών πεποιθήσεων περιλαμβάνει ερωτήσεις που περιγράφουν τις απόψεις και την ερμηνεία των φοιτητών για τη φύση και την προέλευση της επιστήμης και της επιστημονικής γνώσης. Κατασκευάστηκε με βάση τα αποτελέσματα της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης. Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται οι μεταβλητές και οι ερωτήσεις που συγκροτούν το δείκτη.

Πίνακας 12

<i>Ερωτήσεις</i>	
<i>Μεταβλητή</i>	<i>Πόσο συμφωνείς με τις παρακάτω δηλώσεις;</i>
Q11m	Μερικές φορές οι ιδέες στις ΦΕ αλλάζουν.
Q11p	Μερικές φορές οι επιστήμονες αλλάζουν γνώμη για το τι είναι αλήθεια στην επιστήμη.
Q11q	Μερικές φορές οι ιδέες στα βιβλία των ΦΕ αλλάζουν.

3.11.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των επιστημικών πεποιθήσεων για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (θεωρητική κατεύθυνση), $p = .000$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση).

Οι επιστημικές πεποιθήσεις για τους φοιτητές που προέρχονται από θεωρητική κατεύθυνση ($M = 2.09$, $SE = 0.11$) είναι πιο θετικές από τις επιστημικές πεποιθήσεις των φοιτητών της θετικής/τεχνολογικής ($M = 2.28$, $SE = 0.06$), $U = 1788.5$, $z = -1.675$, $p = .047$, $r = -0.13$.

3.11.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των επιστημικών πεποιθήσεων για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (γυναίκες), $p = .000$ (άνδρες).

Οι επιστημικές πεποιθήσεις για τις γυναίκες ($M = 2.25$, $SE = 0.05$) δεν διαφέρουν σημαντικά από τις επιστημικές πεποιθήσεις των ανδρών ($M = 2.2$, $SE = 0.15$), $U = 1818.5$, $z = -1.005$, $p = .315$, $r = -0.08$.

3.11.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των επιστημικών πεποιθήσεων για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (Στ' εξάμηνο), $p = .005$ (Η' εξάμηνο).

Οι επιστημικές πεποιθήσεις για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = 2.27$, $SE = 0.06$) δεν διαφέρουν σημαντικά από τις επιστημικές πεποιθήσεις των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = 2.16$, $SE = 0.1$), $U = 2520.5$, $z = -0.959$, $p = .338$, $r = -0.07$.

3.11.4. Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των επιστημικών πεποιθήσεων για τα κοινωνικο-οικονομικά επίπεδα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (χαμηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .000$ (μεσαίο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .015$ (υψηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο).

Οι επιστημικές πεποιθήσεις δεν διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με το κοινωνικο-οικονομικό τους επίπεδο, $H(2) = 1.356$, $p = .508$.

3.11.5. Σύνοψη

Δεν παρατηρείται διαφορά στις επιστημικές πεποιθήσεις ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες, στα εξάμηνα σπουδών και στα κοινωνικο-οικονομικά επίπεδα, αλλά οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν πιο θετικές πεποιθήσεις από αυτούς της θετικής/τεχνολογικής.

3.12. Διαφορές απόψεων για τη γενική αξία της επιστήμης (GENSCIE)

Ο δείκτης των απόψεων για τη γενική αξία της επιστήμης περιλαμβάνει ερωτήσεις που περιγράφουν τις απόψεις των φοιτητών για την πρόοδο της επιστήμης και την αξία της στην κοινωνική και προσωπική ζωή. Κατασκευάστηκε με βάση τα αποτελέσματα της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης. Στον Πίνακα 13 παρουσιάζονται οι μεταβλητές και οι ερωτήσεις που συγκροτούν το δείκτη.

Πίνακας 13

<i>Ερωτήσεις</i>	
<i>Μεταβλητή</i>	<i>Πόσο συμφωνείς με τις παρακάτω δηλώσεις;</i>
Q11f	Η πρόοδος στις ΦΕ και την τεχνολογία συνήθως βελτιώνει τις συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων.
Q11g	Η πρόοδος στις ΦΕ και την τεχνολογία βοηθά στη βελτίωση της οικονομίας.
Q11h	Η πρόοδος στις ΦΕ και την τεχνολογία συνήθως οδηγεί σε κοινωνικά οφέλη.

3.12.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη της γενικής αξίας της επιστήμης για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (θεωρητική κατεύθυνση), $p = .000$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση).

Οι απόψεις για τη γενική αξία της επιστήμης για τους φοιτητές που προέρχονται από θεωρητική κατεύθυνση ($M = 1.95$, $SE = 0.05$) δεν διαφέρουν σημαντικά από τις απόψεις για τη γενική αξία της επιστήμης των φοιτητών της θετικής/τεχνολογικής ($M = 1.96$, $SE = 0.07$), $U = 2322$, $z = -0.359$, $p = .719$, $r = -0.03$.

3.12.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη της γενικής αξίας της επιστήμης για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (γυναίκες), $p = .033$ (άνδρες).

Οι απόψεις για τη γενική αξία της επιστήμης για τις γυναίκες ($M = 1.93$, $SE = 0.05$) δεν διαφέρουν σημαντικά από τις απόψεις για τη γενική αξία της επιστήμης των ανδρών ($M = 2.07$, $SE = 0.09$), $U = 1908$, $z = -1.446$, $p = .148$, $r = -0.11$.

3.12.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη της γενικής αξίας της επιστήμης για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (Στ' εξάμηνο), $p = .000$ (Η' εξάμηνο).

Οι απόψεις για τη γενική αξία της επιστήμης για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = 1.96$, $SE = 0.05$) δεν διαφέρουν σημαντικά από τις απόψεις για τη γενική αξία της επιστήμης των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = 1.94$, $SE = 0.07$), $U = 2954$, $z = -0.106$, $p = .916$, $r = -0.01$.

3.12.4. Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη της γενικής αξίας της επιστήμης για τα κοινωνικο-οικονομικά επίπεδα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα υψηλού κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .075$, ενώ τα δεδομένα του χαμηλού κοινωνικο-οικονομικού και μεσαίου κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ και για τα δύο επίπεδα.

Οι απόψεις για τη γενική αξία της επιστήμης δεν διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με το κοινωνικο-οικονομικό τους επίπεδο, $H(2) = 5.130$, $p = .077$.

3.12.5. Σύνοψη

Δεν υπάρχει διαφορά στις απόψεις των φοιτητών για τη γενική αξία της επιστήμης αναφορικά με την κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο, το φύλο, το εξάμηνο σπουδών και το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο.

3.13. Διαφορές απόψεων για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών (CHANGEACT)

Ο δείκτης των απόψεων για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών περιλαμβάνει ερωτήσεις που περιγράφουν τις απόψεις των φοιτητών για τη σημασία των πειραμάτων στην επιστήμη. Κατασκευάστηκε με βάση τα αποτελέσματα της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης. Στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται οι μεταβλητές και οι ερωτήσεις που συγκροτούν το δείκτη.

Πίνακας 14

<i>Ερωτήσεις</i>	
<i>Μεταβλητή</i>	Πόσο συμφωνείς με τις παρακάτω δηλώσεις;
Q11l	Ένας καλός τρόπος για να γνωρίζεις αν κάτι είναι αληθές είναι να κάνεις ένα πείραμα.
Q11n	Οι καλές απαντήσεις βασίζονται σε αποδείξεις από διαφορετικά πειράματα.
Q11o	Είναι καλό να δοκιμάζεις πειράματα περισσότερο από μία φορά για να σιγουρευτείς για τα ευρήματά σου.

3.13.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των απόψεων για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (θεωρητική κατεύθυνση), $p = .000$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση).

Οι απόψεις για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών για τους φοιτητές που προέρχονται από θεωρητική κατεύθυνση ($M = 1.86$, $SE = 0.04$) δεν διαφέρουν σημαντικά από την ενασχόληση με δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών των φοιτητών της θετικής/τεχνολογικής ($M = 1.84$, $SE = 0.08$), $U = 2470.5$, $z = -0.185$, $p = .853$, $r = -0.01$.

3.13.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των απόψεων για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα για τους άνδρες ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .152$, ενώ τα δεδομένα για τις γυναίκες δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$.

Οι απόψεις για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών για τις γυναίκες ($M = 1.83$, $SE = 0.04$) δεν διαφέρουν σημαντικά από την ενασχόληση με δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών των ανδρών ($M = 1.91$, $SE = 0.08$), $U = 2236$, $z = -0.739$, $p = .460$, $r = -0.06$.

3.13.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των απόψεων για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (Στ' εξάμηνο), $p = .038$ (Η' εξάμηνο).

Οι απόψεις για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = 1.91$, $SE = 0.04$) διαφέρουν σημαντικά από την ενασχόληση με δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = 1.67$, $SE = 0.07$), $U = 2098$, $z = -3.349$, $p = .001$, $r = -0.25$. Οι φοιτητές του Στ' εξαμήνου έχουν θετικότερες απόψεις για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών από τους φοιτητές του Η' εξαμήνου, $p = .0005$.

3.13.4. Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη των απόψεων για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών για τα κοινωνικο-οικονομικά επίπεδα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .007$ (χαμηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .000$ (μεσαίο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .001$ (υψηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο).

Υπάρχει σημαντική διαφορά στις απόψεις για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών για τους φοιτητές χαμηλού, μεσαίου και υψηλού κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου, $H(2) = 6.428$, $p = .040$.

3.13.5. Σύνοψη

Οι απόψεις των φοιτητών για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των κατευθύνσεων και των φύλων, αλλά διαφέρουν ανάμεσα στα εξάμηνα σπουδών και τα κοινωνικο-οικονομικά επίπεδα, με τις απόψεις των φοιτητών του Στ' εξαμήνου να είναι θετικότερες.

3.14. Διαφορές ενδιαφέροντος για τις Φυσικές Επιστήμες (INTSCIE)

Ο δείκτης του ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες περιλαμβάνει ερωτήσεις που περιγράφουν πόσο ενδιαφέρονται οι φοιτητές για διάφορα αντιείμενα φυσικών επιστημών. Κατασκευάστηκε θεωρητικά με βάση την έρευνα PISA. Στον Πίνακα 15 παρουσιάζονται οι μεταβλητές και οι ερωτήσεις που συγκροτούν το δείκτη.

Πίνακας 15

<i>Ερωτήσεις</i>	
<i>Μεταβλητή</i>	Πόσο ενδιαφέρεστε να μάθετε για τα παρακάτω θέματα Φυσικών Επιστημών;
Q13a	Θέματα φυσικής
Q13b	Θέματα χημείας
Q13c	Θέματα βιολογίας
Q13d	Θέματα αστρονομίας
Q13e	Θέματα γεωλογίας
Q13f	Τρόποι σχεδιασμού πειραμάτων από επιστήμονες
Q13g	Θέματα που σχετίζονται με επιστημονικές εξηγήσεις
Q13h	Βιόσφαιρα (λειτουργίες οικοσυστήματος, αειφορία)
Q13i	Κινήσεις και δυνάμεις (ταχύτητα, τριβή, μαγνητικές και βαρυτικές δυνάμεις)
Q13j	Ενέργεια και μετατροπές ενέργειας (διατήρηση, χημικές αντιδράσεις)
Q13k	Το Σύμπαν και η ιστορία του
Q13l	Πώς η επιστήμη μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη ασθενειών

3.14.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη του ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .269$ (θεωρητική κατεύθυνση), $p = .184$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση).

Κατά μέσο όρο, το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες για τους φοιτητές που προέρχονται από θεωρητική κατεύθυνση ($M = 2.36$, $SE = 0.05$) δεν διαφέρει σημαντικά από το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες των φοιτητών που είναι από θετική/τεχνολογική ($M = 2.21$, $SE = 0.11$), 0.15 BCa 95% CI [-0.1, 0.388], $t(170) = 1.252$, $p = .21$. Επισημαίνεται ότι παρουσιάζει μικρό μέγεθος επίδρασης, $d = 0.23$.

3.14.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη του ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .099$ (γυναίκες), $p = .338$ (άνδρες).

Κατά μέσο όρο, το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες για τις γυναίκες ($M = 2.32$, $SE = 0.06$) δεν διαφέρει σημαντικά από το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες των φοιτητών που είναι από θετική/τεχνολογική ($M = 2.34$, $SE = 0.09$), -0.02 BCa 95% CI [-0.24, 0.19], $t(58,342) = -0.167$, $p = .868$. Επισημαίνεται ότι παρουσιάζει μικρό μέγεθος επίδρασης, $d = 0.03$.

3.14.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη του ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .458$ (Στ' εξάμηνο), $p = .210$ (Η' εξάμηνο).

Κατά μέσο όρο, το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = 2.35$, $SE = 0.06$) δεν διαφέρει σημαντικά από το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = 2.26$, $SE = 0.09$), 0.09 BCa 95% CI [-0.12, 0.31], $t(171) = 0.837$, $p = .404$. Επισημαίνεται ότι παρουσιάζει μικρό μέγεθος επίδρασης, $d = 0.14$.

3.14.4. Αστικότητα

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη του ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες για τις περιοχές των σχολείων και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα

τους ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .125$ (αγροτική περιοχή), $p = .232$ (ημιαστική περιοχή), $p = .478$ (αστική περιοχή).

Υπάρχει σημαντική διαφορά του ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες για τους φοιτητές αγροτικής, ημιαστικής και αστικής περιοχής $F(2, 153) = 3.41, p = .036$. Με βάση τις post-hoc αναλύσεις οι διαφορές εντοπίζονται μεταξύ των φοιτητών αστικής και αγροτικής περιοχής με τους πρώτους να ενδιαφέρονται περισσότερο για τις φυσικές επιστήμες από τους δεύτερους.

3.14.5. Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές του δείκτη του ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες για τα κοινωνικο-οικονομικά επίπεδα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .555$ (χαμηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .252$ (μεσαίο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .342$ (υψηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο).

Το ενδιαφέρον των φοιτητών για τις φυσικές επιστήμες δεν διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το κοινωνικο-οικονομικό τους επίπεδο, $F(2, 170) = 0.201, p = .818$.

3.14.6. Σύνοψη

Το ενδιαφέρον των φοιτητών για τις φυσικές επιστήμες διαφοροποιείται μόνο μεταξύ των περιοχών του σχολείου και, συγκεκριμένα, οι φοιτητές που φοιτούν σε σχολεία αστικής περιοχής ενδιαφέρονται περισσότερο για τις φυσικές επιστήμες από όσους φοιτούν σε σχολεία αγροτικής περιοχής.

3.15. Διαφορές συνολικής επίδοσης

Η συνολική επίδοση των φοιτητών υπολογίστηκε ως ο μέσος όρος των εμπρόθεσμων απαντήσεών τους στις ερωτήσεις των ερωτηματολογίων-τεστ που συμπλήρωσε ο κάθε ένας.

3.15.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της συνολικής επίδοσης για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .072$, ενώ τα δεδομένα της θεωρητικής κατεύθυνσης δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .027$.

Η επίδοση των φοιτητών θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.13, SE = 0.08$) διαφέρει σημαντικά από την επίδοση των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M =$

0.46, $SE = 0.17$), $U = 1732$, $z = -3.03$, $p = .002$, $r = -0.23$. Οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν χαμηλότερη επίδοση από τους φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής, $p = .001$.

3.15.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της συνολικής επίδοσης για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .079$ (γυναίκες), $p = .200$ (άνδρες).

Κατά μέσο όρο, η επίδοση των γυναικών ($M = -0.1$, $SE = 0.08$) διαφέρει σημαντικά από την επίδοση των ανδρών ($M = 0.4$, $SE = 0.18$). Αυτή η διαφορά, -0.5 BCa 95% CI $[-0.908, -0.111]$, είναι σημαντική $t(178) = -2.724$, $p = .007$. Επισημαίνεται ότι παρουσιάζει μέτριο μέγεθος επίδρασης, $d = 0.49$. Αναφορικά με τη διαφορά, οι γυναίκες έχουν χαμηλότερη επίδοση από τους άνδρες, $p = .0035$.

3.15.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της συνολικής επίδοσης για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .200$ (Στ' εξάμηνο), $p = .200$ (Η' εξάμηνο).

Κατά μέσο όρο, η επίδοση των φοιτητών του Στ' Εξαμήνου ($M = 0.05$, $SE = 0.09$) δεν διαφέρει σημαντικά από την επίδοση των φοιτητών του Η' Εξαμήνου ($M = -0.16$, $SE = 0.14$), 0.21 BCa 95% CI $[-0.097, 0.533]$, $t(178) = 1.270$, $p = .206$. Επισημαίνεται ότι παρουσιάζει μικρό μέγεθος επίδρασης, $d = 0.22$.

3.15.4. Αστικότητα

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της συνολικής επίδοσης για τις περιοχές διαμονής και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα της αγροτικής και ημιαστικής περιοχής ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .200$ και στις δύο περιπτώσεις, ενώ τα δεδομένα της αστικής περιοχής δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .017$.

Η επίδοση των φοιτητών δεν διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την περιοχή όπου ανήκει το σχολείο φοίτησής τους, $H(2) = 0.202$, $p = .904$.

3.15.5. Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της συνολικής επίδοσης για τα κοινωνικο-οικονομικά επίπεδα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους ακολουθούν κανονική

κατανομή, $p = .200$ (χαμηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .200$ (μεσαίο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο), $p = .200$ (υψηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο).

Δεν υπάρχει σημαντική διαφορά της επίδοσης για τους φοιτητές χαμηλού, μεσαίου και υψηλού κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου $F(2, 177) = 0.21, p = .813$.

3.15.6. Σύνοψη

Αναφορικά με τη συνολική επίδοση, οι άνδρες και οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης υπερτερούν των γυναικών και των φοιτητών θεωρητικής κατεύθυνσης, αντίστοιχα, ενώ δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των εξαμήνων, των περιοχών του σχολείου και των κοινωνικο-οικονομικών επιπέδων.

3.16. Διαφορές επίδοσης ανά αντικείμενο

3.16.1. Επίδοση στη Βιολογία

3.16.1.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο της βιολογίας για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .145$, ενώ τα δεδομένα της θεωρητικής κατεύθυνσης δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .021$.

Η επίδοση στη βιολογία για τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.1, SE = 0.09$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 0.38, SE = 0.18$), $U = 1899, z = -2.437, p = .015, r = -0.18$. Οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν χαμηλότερη επίδοση στη βιολογία από τους φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής, $p = .0075$.

3.16.1.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο της βιολογίας για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα των ανδρών ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .053$, ενώ τα δεδομένα των γυναικών δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .027$.

Η επίδοση των ανδρών στη βιολογία ($M = 0.29, SE = 0.19$) δεν διαφέρει σημαντικά αυτή των γυναικών ($M = -0.07, SE = 0.08$), $U = 2101, z = -1.583, p = .113, r = -0.12$.

3.16.1.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο της βιολογίας για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα των φοιτητών του Η' εξαμήνου ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .069$, ενώ τα δεδομένα των φοιτητών του Στ' εξαμήνου δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .002$.

Η επίδοση στη βιολογία για τους φοιτητές του Στ' Εξαμήνου ($M = 0.01$, $SE = 0.08$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών του Η' Εξαμήνου ($M = -0.04$, $SE = 0.17$), $U = 2955$, $z = -0.691$, $p = .489$, $r = -0.05$.

3.16.1.4. Σύνοψη

Οι διαφορές της επίδοσης στο αντικείμενο της βιολογίας παρουσιάζεται μεταξύ των κατευθύνσεων, με τους φοιτητές θετικής/τεχνολογικής να υπερτερούν των φοιτητών θεωρητικής κατεύθυνσης.

3.16.2. Επίδοση στη Φυσική

3.16.2.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο της φυσικής για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .005$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση), $p = .000$ (θεωρητική κατεύθυνση).

Η επίδοση στη φυσική για τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.11$, $SE = 0.08$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 0.46$, $SE = 0.19$), $U = 1780$, $z = -2.881$, $p = .004$, $r = -0.22$. Οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν χαμηλότερη επίδοση στη φυσική από τους φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής, $p = .002$.

3.16.2.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο της φυσικής για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα των ανδρών ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .200$, ενώ τα δεδομένα των γυναικών δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$.

Η επίδοση των ανδρών στη φυσική ($M = 0.15$, $SE = 0.18$) δεν διαφέρει σημαντικά αυτή των γυναικών ($M = -0.04$, $SE = 0.08$), $U = 2255$, $z = -1.029$, $p = .303$, $r = -0.08$.

3.16.2.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο της φυσικής για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (Στ' Εξάμηνο), $p = .007$ (Η' Εξάμηνο).

Η επίδοση στη φυσική για τους φοιτητές του Στ' Εξαμήνου ($M = -0.02$, $SE = 0.09$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών του Η' Εξαμήνου ($M = 0.07$, $SE = 0.13$), $U = 2887.5$, $z = -0.915$, $p = .360$, $r = -0.07$.

3.16.2.4. Σύνοψη

Οι διαφορές της επίδοσης στο αντικείμενο της φυσικής παρουσιάζεται μεταξύ των κατευθύνσεων, με τους φοιτητές θετικής/τεχνολογικής να υπερτερούν των φοιτητών θεωρητικής κατεύθυνσης.

3.16.3. Επίδοση στη Χημεία

3.16.3.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο της χημείας για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση), $p = .000$ (θεωρητική κατεύθυνση).

Η επίδοση στη χημεία για τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.05$, $SE = 0.08$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 0.22$, $SE = 0.19$), $U = 2223.5$, $z = -1.290$, $p = .197$, $r = -0.1$.

3.16.3.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο της χημείας για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .001$ (άνδρες), $p = .000$ (γυναίκες).

Η επίδοση των ανδρών στη χημεία ($M = 0.17$, $SE = 0.16$) δεν διαφέρει σημαντικά αυτή των γυναικών ($M = -0.04$, $SE = 0.08$), $U = 2236.5$, $z = -1.113$, $p = .266$, $r = -0.08$.

3.16.3.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο της χημείας για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (Στ' Εξάμηνο), $p = .009$ (Η' Εξάμηνο).

Η επίδοση στη χημεία για τους φοιτητές του Στ' Εξαμήνου ($M = 0.02$, $SE = 0.09$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών του Η' Εξαμήνου ($M = -0.04$, $SE = 0.14$), $U = 3149.5$, $z = -0.061$, $p = .951$, $r = -0.005$.

3.16.3.4. Σύνοψη

Δεν υπάρχει διαφορά στην επίδοση στο αντικείμενο της χημείας αναφορικά με την κατεύθυνση, το φύλο και το εξάμηνο σπουδών.

3.16.4. Επίδοση στο Περιβάλλον

3.16.4.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο του περιβάλλοντος για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .313$, ενώ τα δεδομένα της θεωρητικής κατεύθυνσης δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .017$.

Η επίδοση στο περιβάλλον για τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.14$, $SE = 0.08$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 0.51$, $SE = 0.17$), $U = 1662.5$, $z = -3.299$, $p = .001$, $r = -0.25$. Οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν χαμηλότερη επίδοση από τους φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής, $p = .0005$.

3.16.4.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο του περιβάλλοντος για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα των ανδρών ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .362$, ενώ τα δεδομένα των γυναικών δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .036$.

Η επίδοση των ανδρών στο περιβάλλον ($M = 0.23$, $SE = 0.21$) δεν διαφέρει σημαντικά αυτή των γυναικών ($M = -0.06$, $SE = 0.08$), $U = 2204$, $z = -1.212$, $p = .225$, $r = -0.09$.

3.16.4.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο αντικείμενο του περιβάλλοντος για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους ακολουθούν κανονική, $p = .068$ (Στ' Εξάμηνο), $p = .270$ (Η' Εξάμηνο).

Κατά μέσο όρο, η επίδοση των φοιτητών Στ' Εξαμήνου ($M = 9.09$, $SE = 0.371$) διαφέρει σημαντικά από την επίδοση των φοιτητών Στ' Εξαμήνου ($M = 7.90$, $SE = 0.628$). Αυτή η διαφορά, -0.5 BCa 95% CI [0.002, 2.465], είναι σημαντική $t(178) = 1.726$, $p =$

.043, με τους φοιτητές Στ' Εξαμήνου να παρουσιάζουν μεγαλύτερη επίδοση από τους φοιτητές του Η' Εξαμήνου. Επισημαίνεται ότι παρουσιάζει μικρό μέγεθος επίδρασης, $d = 0.13$.

3.16.4.4. Σύνοψη

Δεν υπάρχει διαφορά στην επίδοση μεταξύ ανδρών και γυναικών, αλλά οι φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης και του Η' εξαμήνου σπουδών υστερούν των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης και του Στ' εξαμήνου, αντίστοιχα.

3.17. Διαφορές επίδοσης ανά επίπεδο δυσκολίας

3.17.1. Επίδοση επιπέδου 1

3.17.1.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 1 για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση), $p = .000$ (θεωρητική κατεύθυνση).

Η επίδοση στο πρώτο επίπεδο για τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.05$, $SE = 0.09$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 0.22$, $SE = 0.15$), $U = 2034.5$, $z = -2.007$, $p = .045$, $r = -0.15$. Οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν χαμηλότερη επίδοση στο πρώτο επίπεδο από τους φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής, $p = .0225$.

3.17.1.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 1 για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (άνδρες), $p = .000$ (γυναίκες).

Η επίδοση στο πρώτο επίπεδο για τις γυναίκες ($M = -0.11$, $SE = 0.08$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των ανδρών ($M = 0.47$, $SE = 0.2$), $U = 1857$, $z = -2.543$, $p = .011$, $r = -0.19$. Οι γυναίκες έχουν χαμηλότερη επίδοση στο πρώτο επίπεδο από τους άνδρες, $p = .0055$.

3.17.1.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 1 για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική, $p = .000$ (Στ' Εξάμηνο), $p = .000$ (Η' Εξάμηνο).

Η επίδοση στο πρώτο επίπεδο για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = 0.1$, $SE = 0.09$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = -0.27$, $SE = 0.15$), $U = 2456.5$, $z = -2.379$, $p = .017$, $r = -0.18$. Οι φοιτητές Στ' εξαμήνου έχουν υψηλότερη επίδοση στο πρώτο επίπεδο από τους φοιτητές του Η' εξαμήνου, $p = .0085$.

3.17.1.4. Σύνοψη

Η επίδοση στο πρώτο επίπεδο είναι χαμηλότερη για τις γυναίκες, τους φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης και τους φοιτητές του Η' εξαμήνου σπουδών.

3.17.2. Επίδοση επιπέδου 2

3.17.2.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 2 για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .081$, ενώ τα δεδομένα της θεωρητικής κατεύθυνσης δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$.

Η επίδοση στο δεύτερο επίπεδο για τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.12$, $SE = 0.08$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 0.45$, $SE = 0.2$), $U = 1896$, $z = -2.456$, $p = .014$, $r = -0.18$. Οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν χαμηλότερη επίδοση στο δεύτερο επίπεδο από τους φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής, $p = .007$.

3.17.2.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 2 για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα των ανδρών ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .053$, ενώ τα δεδομένα των γυναικών δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$.

Η επίδοση στο δεύτερο επίπεδο για τις γυναίκες ($M = -0.05$, $SE = 0.08$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των ανδρών ($M = 0.2$, $SE = 0.21$), $U = 2306$, $z = -.842$, $p = .400$, $r = -0.06$.

3.17.2.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 2 για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική, $p = .000$ (Στ' Εξάμηνο), $p = .020$ (Η' Εξάμηνο).

Η επίδοση στο δεύτερο επίπεδο για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = 0.03$, $SE = 0.09$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = -0.07$, $SE = 0.12$), $U = 3159$, $z = -.029$, $p = .977$, $r = -0.002$.

3.17.2.4. Σύνοψη

Η επίδοση στο δεύτερο επίπεδο είναι χαμηλότερη για τους φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης, ενώ δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ των φύλων και των εξαμήνων σπουδών.

3.17.3. Επίδοση επιπέδου 3

3.17.3.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 3 για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση), $p = .000$ (θεωρητική κατεύθυνση).

Η επίδοση στο τρίτο επίπεδο για τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.1$, $SE = 0.08$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 0.38$, $SE = 0.16$), $U = 1834.5$, $z = -2.686$, $p = .007$, $r = -0.2$. Οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν χαμηλότερη επίδοση στο τρίτο επίπεδο από τους φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής, $p = .0035$.

3.17.3.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 3 για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .003$ (άνδρες), $p = .000$ (γυναίκες).

Η επίδοση στο τρίτο επίπεδο για τις γυναίκες ($M = -0.01$, $SE = 0.08$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των ανδρών ($M = 0.03$, $SE = 0.17$), $U = 2516.5$, $z = -.077$, $p = .939$, $r = -0.01$.

3.17.3.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 3 για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική, $p = .000$ (Στ' Εξάμηνο), $p = .000$ (Η' Εξάμηνο).

Η επίδοση στο τρίτο επίπεδο για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = -0.04$, $SE = 0.09$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = 0.11$, $SE = 0.15$), $U = 2832.5$, $z = -1.095$, $p = .273$, $r = -0.08$.

3.17.3.4. Σύνοψη

Η επίδοση στο τρίτο επίπεδο είναι χαμηλότερη για τους φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης, ενώ δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ των φύλων και των εξαμήνων σπουδών.

3.17.4. Επίδοση επιπέδου 4

3.17.4.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 4 για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .200$, ενώ τα δεδομένα της θεωρητικής κατεύθυνσης δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$.

Η επίδοση στο τέταρτο επίπεδο για τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.09$, $SE = 0.08$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 0.34$, $SE = 0.18$), $U = 1989$, $z = -2.120$, $p = .034$, $r = -0.16$. Οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν χαμηλότερη επίδοση στο τέταρτο επίπεδο από τους φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής, $p = .017$.

3.17.4.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 4 για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .028$ (άνδρες), $p = .000$ (γυναίκες).

Η επίδοση στο τέταρτο επίπεδο είναι χαμηλότερη για τις γυναίκες ($M = -0.07$, $SE = 0.08$) από αυτή των ανδρών ($M = 0.3$, $SE = 0.2$), $U = 2022$, $z = -1.877$, $p = .0305$, $r = -0.12$.

3.17.4.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 4 για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική, $p = .000$ (Στ' Εξάμηνο), $p = .000$ (Η' Εξάμηνο).

Η επίδοση στο τέταρτο επίπεδο για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = 0.1$, $SE = 0.09$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = -0.28$, $SE = 0.12$), $U = 2523$, $z = -2.101$, $p = .036$, $r = -0.16$. Οι φοιτητές Στ' εξαμήνου έχουν υψηλότερη επίδοση στο τέταρτο επίπεδο από τους φοιτητές του Η' εξαμήνου, $p = .018$.

3.17.4.4. Σύνοψη

Η επίδοση στο τέταρτο επίπεδο είναι υψηλότερη για τους φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης και του Στ' εξαμήνου σπουδών, ενώ δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών.

3.17.5. Επίδοση επιπέδου 5

3.17.5.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 5 για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση), $p = .002$ (θεωρητική κατεύθυνση).

Η επίδοση στο πέμπτο επίπεδο για τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.01$, $SE = 0.08$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 0.07$, $SE = 0.17$), $U = 2473$, $z = -.372$, $p = .710$, $r = -0.03$.

3.17.5.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 5 για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .011$ (άνδρες), $p = .000$ (γυναίκες).

Η επίδοση στο πέμπτο επίπεδο για τις γυναίκες ($M = -0.01$, $SE = 0.08$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των ανδρών ($M = 0.04$, $SE = 0.2$), $U = 2513.5$, $z = -.089$, $p = .929$, $r = -0.01$.

3.17.5.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 5 για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική, $p = .000$ (Στ' Εξάμηνο), $p = .010$ (Η' Εξάμηνο).

Η επίδοση στο πέμπτο επίπεδο για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = -0.07$, $SE = 0.08$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = 0.2$, $SE = 0.16$), $U = 2709.5$, $z = -1.517$, $p = .129$, $r = -0.11$.

3.17.5.4. Σύνοψη

Η επίδοση στο πέμπτο επίπεδο δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ των κατευθύνσεων, των φύλων και των εξαμήνων σπουδών.

3.17.6. Επίδοση επιπέδου 6

3.17.6.1. Κατεύθυνση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 6 για τις δύο κατευθύνσεις και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (θετική/τεχνολογική κατεύθυνση), $p = .005$ (θεωρητική κατεύθυνση).

Η επίδοση στο έκτο επίπεδο για τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης ($M = -0.12$, $SE = 0.07$) διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών θετικής/τεχνολογικής κατεύθυνσης ($M = 0.39$, $SE = 0.19$), $U = 1924.5$, $z = -2.401$, $p = .016$, $r = -0.18$. Οι φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν χαμηλότερη επίδοση στο έκτο επίπεδο από τους φοιτητές της θετικής/τεχνολογικής, $p = .008$.

3.17.6.2. Φύλο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 6 για τα δύο φύλα και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, $p = .000$ (άνδρες), $p = .000$ (γυναίκες).

Η επίδοση στο πέμπτο επίπεδο για τις γυναίκες ($M = -0.004$, $SE = 0.08$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των ανδρών ($M = 0.02$, $SE = 0.21$), $U = 2381.5$, $z = -.581$, $p = .561$, $r = -0.04$.

3.17.6.3. Εξάμηνο

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές της επίδοσης στο επίπεδο 6 για τα δύο εξάμηνα σπουδών και διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική, $p = .000$ (Στ' Εξάμηνο), $p = .001$ (Η' Εξάμηνο).

Η επίδοση στο έκτο επίπεδο για τους φοιτητές του Στ' εξαμήνου ($M = -0.02$, $SE = 0.09$) δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή των φοιτητών του Η' εξαμήνου ($M = 0.06$, $SE = 0.15$), $U = 2996$, $z = -.571$, $p = .568$, $r = -0.04$.

3.17.6.4. Σύνοψη

Η επίδοση στο έκτο επίπεδο είναι χαμηλότερη για τους φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης, ενώ δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ των φύλων και των εξαμήνων σπουδών.

3.18. Διαφορές συνολικής επίδοσης ανά παράγοντα

Έγινε έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ παραγόντων και της συνολικής επίδοσης, προέκυψαν, όμως, μη στατιστικά ευρήματα.

3.19. Επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση

Πραγματοποιήθηκε επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση και δοκιμάστηκαν δύο μοντέλα για να εξετάσουν τη σχέση μεταξύ της επίδοσης των φοιτητών και των παραγόντων που προέκυψαν από τη διερευνητική παραγοντική ανάλυση, αλλά και τη σχέση μεταξύ των παραγόντων.

Το πρώτο μοντέλο συμπεριέλαβε τις λανθάνουσες μεταβλητές της επίδοσης, της ευχαρίστησης ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες, των δραστηριοτήτων στις φυσικές επιστήμες και του ενδιαφέροντος στις φυσικές επιστήμες. Λαμβάνοντας υπόψη τους συντελεστές τροποποίησης και προσθέτοντας τις αυτοσυσχετίσεις των σφαλμάτων προέκυψε το μοντέλο της Εικόνας 1, με καλή προσαρμογή ($\chi^2(214) = 240.040$, $p > .05$, RMSEA = .029, CFI = .980, IFI = .981) (Πίνακας 16).

Όμοια με τη διαδικασία που ακολουθήθηκε στο πρώτο μοντέλο, δημιουργήθηκε και το δεύτερο μοντέλο (Εικόνα 2) με τις λανθάνουσες μεταβλητές της επίδοσης, της γενικής αξίας της επιστήμης, των επιστημικών πεποιθήσεων και των απόψεων για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή ιδεών, το οποίο είχε, επίσης, καλή προσαρμογή ($\chi^2(30) = 32.227$, $p > .05$, RMSEA = .023, CFI = .993, IFI = .993) (Πίνακας 16).

Από το μοντέλο 1 (Εικόνα 6) φαίνεται ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ της επίδοσης και των υπόλοιπων λανθανουσών μεταβλητών (ευχαρίστηση, δραστηριότητες, ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες), αλλά υπάρχει ισχυρή σχέση μεταξύ των τριών παραγόντων. Όμοια δεν υπάρχει σχέση ανάμεσα στις λανθάνουσες μεταβλητές του μοντέλου 2 (Εικόνα 7) και της επίδοσης, αλλά και μεταξύ των επιστημικών πεποιθήσεων και των απόψεων για τη γενική αξία της επιστήμης. Ωστόσο, μικρή σχέση υπάρχει ανάμεσα στις επιστημικές πεποιθήσεις και τις απόψεις για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή ιδεών, και μέτρια σχέση μεταξύ των απόψεων για τη γενική αξία της επιστήμης και τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή ιδεών.

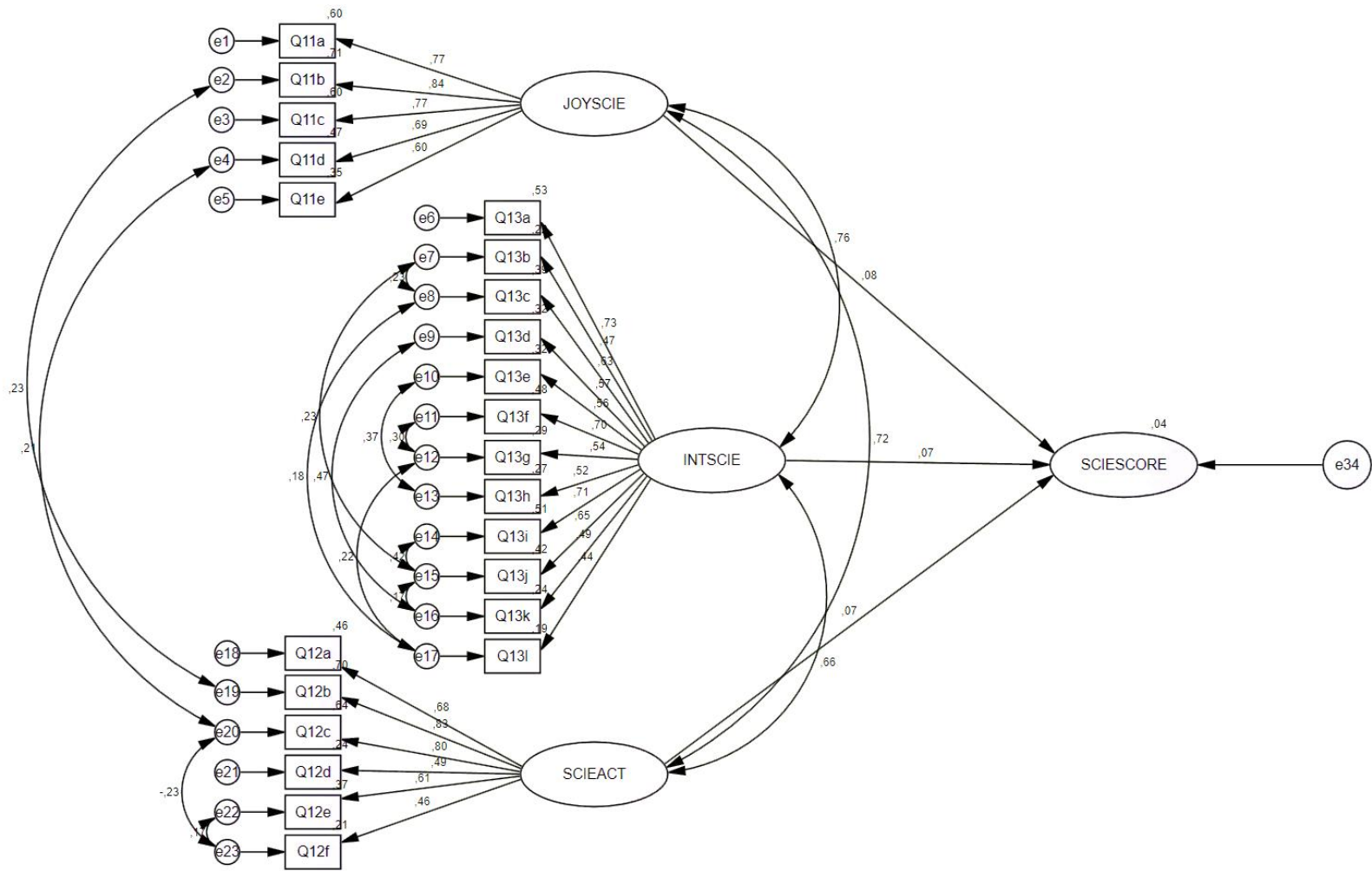
Πίνακας 16

Δείκτες προσαρμογής μοντέλων

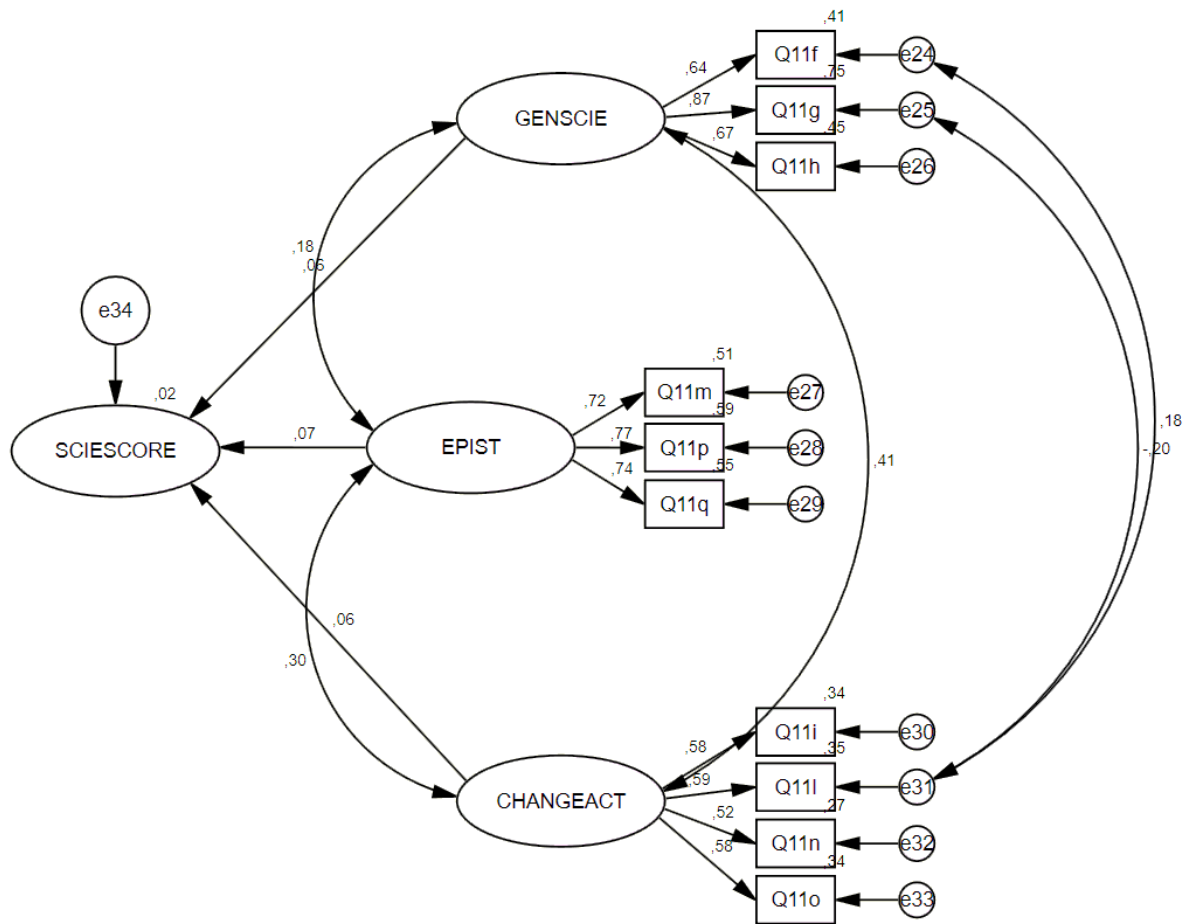
Μοντέλο	<i>df</i>	$\chi^2(N = 141)$	RMSEA	CFI	IFI
1	214	240.040*	.029	.980	.981
2	30	32.227	.023	.993	.993

Σημείωση. RMSEA = root mean square error of approximation; CFI = comparative fit index; IFI = incremental fit index.

* $p > .05$



Εικόνα 6: Μοντέλο 1



Εικόνα 7: Μοντέλο 2

4. Συζήτηση των αποτελεσμάτων

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να ανιχνευθούν πτυχές του επιστημονικού εγγραμματισμού σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επιχειρήθηκε να αποτυπωθεί ο βαθμός του επιστημονικού τους εγγραμματισμού, να εξεταστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτό το βαθμό, είτε κοινωνικο-δημογραφικοί είτε ακαδημαϊκοί, και να πραγματοποιηθεί η σύγκριση του του εγγραμματισμού των φοιτητών σε σχέση με τους μαθητές που συμμετείχαν στις διεθνείς αξιολογήσεις PISA και TIMSS.

4.1. Δείκτες επιστημονικού εγγραμματισμού φοιτητών

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός των ατόμων περιγράφεται μέσα από μια σειρά ερωτήσεων που αφορούν τις στάσεις και τις αντιλήψεις των φοιτητών για τις φυσικές επιστήμες. Από την ανάλυση του εμπειρικού υλικού προκύπτει ότι το επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού των μελλοντικών εκπαιδευτικών μπορεί να προσδιοριστεί βάσει πέντε παραγόντων:

- ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις Φυσικές Επιστήμες
- δραστηριότητες στις Φυσικές Επιστήμες
- επιστημικές πεποιθήσεις
- γενική αξία της επιστήμης
- απόψεις για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών
- ενδιαφέρον για τις Φυσικές Επιστήμες,

όπως προκύπτει και από τα ευρήματα του PISA (OECD, 2016d).

Μεγαλύτερο ενδιαφέρον, όπως εμφανίζονται και στην πλειονότητα των επιβεβαιωτικών παραγοντικών αναλύσεων, παρουσιάζουν οι δείκτες της ευχαρίστησης ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες, οι δραστηριότητες σε αυτό το πεδίο και το ενδιαφέρον για ζητήματα φυσικών επιστημών (Ainley & Ainley, 2011· Babenko, Alves, & Bahry, 2012· Ozel, Caglak, & Erdogan, 2013). Επίσης, σε μικρότερο βαθμό εμφανίζεται ο δείκτης της γενικής αξίας της επιστήμης (Ozel, et al., 2013).

Η επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ των δραστηριοτήτων, του ενδιαφέροντος και της ευχαρίστησης ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες (Ainley & Ainley, 2011). Επίσης, υπάρχει σχέση ανάμεσα στις επιστημικές πεποιθήσεις και τις απόψεις για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή ιδεών

και ανάμεσα στις απόψεις για τη γενική αξία της επιστήμης και τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή ιδεών, ενώ δεν εμφανίζεται σχέση μεταξύ των επιστημικών πεποιθήσεων και των απόψεων για τη γενική αξία της επιστήμης.

Το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες μπορεί να εξηγήσει το λόγο που τα άτομα απολαμβάνουν την ενασχόληση με ζητήματα φυσικών επιστημών (OECD, 2016b) και είναι το κύριο χαρακτηριστικό που συμβάλλει στην απόκτηση της γνώσης (Kankarađ, 2017). Οι φοιτητές φαίνεται, γενικά, να ενδιαφέρονται περισσότερο για θέματα που σχετίζονται με την πρόληψη ασθενειών από την επιστήμη και για το Σύμπαν και λιγότερο για ζητήματα ενέργειας, μετατροπών ενέργειας, για τους τρόπους με τους οποίους οι επιστήμονες σχεδιάζουν πειράματα και για θέματα κινήσεων, δυνάμεων και γεωλογίας. Έρευνα που έγινε σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς έδειξε ότι αρνητικές είναι οι στάσεις των φοιτητών και μειωμένο το ενδιαφέρον τους για θέματα φυσικής (Στύλος κ.συν., 2016). Επίσης, οι μαθητές παρουσιάζουν εξίσου αυξημένο ενδιαφέρον για τα ίδια θέματα με τους φοιτητές της παρούσας εργασίας και μειωμένο για ζητήματα βιόσφαιρας (Γράφημα 39) (OECD, 2016b· Σοφιανοπούλου κ.συν., 2017).

Ενδιαφέρον προς τις Φυσικές Επιστήμες



Γράφημα 39: Ενδιαφέρον των μαθητών για ζητήματα Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα και στις χώρες του ΟΟΣΑ

Μεταξύ των δύο φύλων, το ενδιαφέρον των φοιτητών δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις. Κάτι τέτοιο αποκλίνει από έρευνες σε ενήλικο πληθυσμό, όπου έχει αποδειχθεί ότι οι άνδρες ενδιαφέρονται περισσότερο για θέματα φυσικών επιστημών και

τεχνολογίας (Καράογλου & Κώτσης, 2017). Επιπλέον, διαφέρει από τους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα PISA 2015, όπου τα αγόρια ενδιαφέρονται περισσότερο για ζητήματα φυσικής, χημείας και περιβάλλοντος, ενώ τα κορίτσια για θέματα βιολογίας και υγείας (OECD, 2016b). Ωστόσο, όσον αφορά τα αποτελέσματα του κύκλου αξιολόγησης 2006 τόσο για την Ελλάδα όσο και για το μέσο όρο του ΟΟΣΑ, τα κορίτσια επιδεικνύουν συνολικά υψηλότερο ενδιαφέρον από τα αγόρια (Bybee & McCrae, 2011· Σοφianoπούλου, 2011). Στο σύνολο των μαθητών το μεγαλύτερο ενδιαφέρον προσελκύει η βιολογία των ανθρώπων με την αστρονομία να έπεται, ενώ μικρότερο ενδιαφέρον παρουσιάζεται για ζητήματα γεωλογίας, πειραματικών σχεδιασμών και επιστημονικών εξηγήσεων (Bybee & McCrae, 2011).

Παρόλο που δεν παρατηρούνται διαφορές στο ενδιαφέρον των φοιτητών για τις φυσικές επιστήμες, συγκριτικά με τους άνδρες, οι γυναίκες ασχολούνται περισσότερο με δραστηριότητες φυσικών επιστημών και τείνουν να “απολαμβάνουν” σε μεγαλύτερο βαθμό αυτή την ενασχόληση. Η ευχαρίστηση ενασχόλησης με δραστηριότητες αυτού του πεδίου μπορεί να επηρεάσει την προθυμία των ατόμων να αφιερώσουν χρόνο σε αυτές τις δραστηριότητες, οι πιο συνηθισμένες εκ των οποίων είναι η παρακολούθηση προγραμμάτων, η επίσκεψη ιστοσελίδων και η ανάγνωση περιοδικών ή επιστημονικών άρθρων που παρέχουν πληροφορίες για θέματα φυσικών επιστημών, ενώ στις πιο σπάνιες τοποθετείται η συμμετοχή τους σε επιστημονική ομάδα. Αυτή η εικόνα είναι όμοια με την επιλογή δραστηριοτήτων των μαθητών στις χώρες του ΟΟΣΑ και στην Ελλάδα, παρά το γεγονός ότι τα αγόρια συμμετέχουν σε μεγαλύτερο βαθμό σε δραστηριότητες φυσικών επιστημών (OECD, 2016b· Σοφianoπούλου κ.συν., 2017).

Οι επιστημικές πεποιθήσεις περιγράφουν την κατανόηση των ατόμων για τη φύση και την προέλευση της επιστήμης και της επιστημονικής γνώσης (OECD, 2016b). Μπορούν να αλλάξουν με την ηλικία, ως αποτέλεσμα της εκπαίδευσης, με τα μεγαλύτερα άτομα να αναγνωρίζουν την περίπλοκη και προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης (Hacieminoğlu κ.συν., 2015· OECD, 2016b). Ένας άλλος παράγοντας που διαφοροποιεί τις επιστημικές πεποιθήσεις είναι το φύλο. Σύμφωνα με την Hacieminoğlu et al. (2015) τα κορίτσια κατανοούν καλύτερα την προσωρινή φύση της επιστήμης συγκριτικά με τα αγόρια. Στα ίδια ευρήματα καταλήγει και η έρευνα PISA 2015, όπου οι διαφορές, αν και μικρές, είναι υπέρ των κοριτσιών, τα οποία όχι μόνο συμφωνούν ότι οι επιστημονικές ιδέες είναι προσωρινές και υφίστανται αλλαγές, αλλά υποστηρίζουν και εμπειρικές προσεγγίσεις έρευνας (OECD, 2016b). Όμοια, η Hofer (2000), σε μια

έρευνά της σε φοιτητές, κατέληξε στο ίδιο συμπέρασμα, όπου οι άντρες παρουσιάζονται πιο σταθεροί στις απόψεις τους ότι η επιστημονική γνώση δεν υφίσταται αλλαγές. Σε αντίθεση με τα παραπάνω ευρήματα, η παρούσα έρευνα δεν παρουσιάζει διαφοροποιήσεις στις επιστημικές πεποιθήσεις των φοιτητών συναρτήσει του φύλου τους. Επίσης, καμία διαφορά δεν παρατηρείται στις απόψεις των φοιτητών για τη γενική αξία της επιστήμης και για τις δραστηριότητες που συμβάλουν στην αλλαγή των ιδεών μεταξύ των φύλων.

Ως προς την κατεύθυνση προσανατολισμού των σπουδών στο λύκειο, οι φοιτητές/τριες θεωρητικής κατεύθυνσης παρουσιάζονται περισσότερο “προσανατολισμένοι” σε ζητήματα επιστημών από τους φοιτητές θετικής/τεχνολογικής, καθώς ασχολούνται περισσότερο με δραστηριότητες του τομέα και απολαμβάνουν περισσότερο αυτή την ενασχόληση. Ωστόσο, δεν παρουσιάζεται διαφορά στο ενδιαφέρον που επιδεικνύουν για θέματα φυσικών επιστημών και στις απόψεις τους για τη γενική αξία της επιστήμης.

Επιπλέον, οι φοιτητές δεν παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις στο ενδιαφέρον σε αντικείμενα φυσικών επιστημών, στην ενασχόληση με δραστηριότητες και στην ευχαρίστηση της ενασχόλησης τους με αυτές αναφορικά με το εξάμηνο σπουδών. Επίσης, καμία διαφορά δεν παρατηρείται στις επιστημικές πεποιθήσεις και τις απόψεις για τη γενική αξία της επιστήμης μεταξύ των δύο εξαμήνων, ενώ οι φοιτητές του Στ' εξαμήνου έχουν πιο θετικές απόψεις για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών από τους φοιτητές του Η' εξαμήνου. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι εμπειρίες των ατόμων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των τους πεποιθήσεών τους, παρά το γεγονός ότι αλλάζουν με την ηλικία (Schommer, 1994). Οι φοιτητές των δύο διαφορετικών εξαμήνων ενδεχομένως έχουν διαφορετικές εμπειρίες στο πέρασμα των χρόνων, με αποτέλεσμα τη δημιουργία των όποιων διαφορών.

Τέλος, οι παραπάνω δείκτες δεν παρουσιάζουν σημαντική διαφορά σύμφωνα με το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο της οικογένειας. Καθώς λαμβάνουν από το σχολείο όσα ερεθίσματα κρίνονται απαραίτητα, δεν καθίσταται αναγκαίο να προσφερθεί κάτι περαιτέρω από την οικογένεια και, ως εκ τούτου, η κοινωνικο-οικονομική της κατάσταση δεν διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην διαμόρφωση των στάσεων των ατόμων. Μόνο οι απόψεις των φοιτητών για τις δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αλλαγή των ιδεών διαφέρουν βάσει αυτού του παράγοντα, ίσως επειδή κάθε οικογένεια προσφέρει

διαφορετικές ευκαιρίες στα παιδιά τους να συζητήσουν με ειδικούς σε ζητήματα επιστήμης και να συμμετέχουν σε τέτοιες δραστηριότητες, οδηγώντας τους στην καλλιέργεια διαφορετικών αντιλήψεων για τη σημασία τους.

4.2. Παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό επιστημονικού εγγραμματισμού των φοιτητών

Ο βαθμός του επιστημονικού εγγραμματισμού, εκτός από τις ερωτήσεις των στάσεων για τις φυσικές επιστήμες, περιγράφεται και μέσα από μια σειρά γνωστικών ερωτήσεων φυσικών επιστημών, που εντάσσονται στα αντικείμενα της βιολογίας, της φυσικής, της χημείας και του περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι παράγοντες που μπορούν να μεταβάλουν το επίπεδο του επιστημονικού εγγραμματισμού εντάσσονται, τόσο σε προσωπικό και οικογενειακό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο σχολείου (Alivernini & Manganelli, 2015· George & Karla, 1998· Hacieminoğlu et al., 2015· OECD, 2016b, 2016c· Sun et al., 2012).

4.2.1. Φύλο

Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τον επιστημονικό εγγραμματισμό των ατόμων είναι το φύλο. Στην παρούσα έρευνα, αν και στα τέσσερα διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα (βιολογία, φυσική, χημεία, περιβάλλον) δεν παρουσιάζεται σημαντική διαφορά, στο σύνολο των ζητημάτων των φυσικών επιστημών οι άνδρες παρουσιάζουν υψηλότερο επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού σε σχέση με τις γυναίκες. Έρευνες που έχουν διεξαχθεί παρουσιάζουν διαφορές τόσο υπέρ των ανδρών (Amunga, Amadalo, & Musera, 2011· Καράογλου & Κώτσης, 2017· Kuhn & Holling, 2009· Lai, 2010· Mohammadpour, 2012· Pavešić, 2008· Thomson, 2008) όσο και υπέρ των γυναικών (Bursal, 2013· Matovu, 2012· Shi, 2012), ενώ υπάρχουν και ορισμένες που υποστηρίζουν ότι το επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού δεν διαφέρει μεταξύ των φύλων (Acar, 2009· Else-Quest, Mineo, & Higgins, 2013· Gillece, Cosgrove, & Sofroniou, 2010).

Σε επίπεδο μαθητών, τα αποτελέσματα της έρευνας PISA 2015 για το μέσο όρο των χωρών του ΟΟΣΑ (OECD, 2016b) παρουσιάζουν τα αγόρια να υπερέχουν από τα κορίτσια. Ωστόσο, στην Ελλάδα, το αποτέλεσμα διαφοροποιείται με τα κορίτσια φάνηκε να υπερτερούν των αγοριών (Σοφιανοπούλου κ.συν., 2017), ενώ στην έρευνα TIMSS 2015 δεν διαπιστώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων, ενώ όπου υπάρχει είναι υπέρ των κοριτσιών (Martin et al., 2016).

Αναφορικά με έρευνες που έχουν διεξαχθεί σε ενήλικο πληθυσμό, η αξιολόγηση PIAAC 2013 του ΟΟΣΑ έδειξε ότι το φύλο παίζει καθοριστικό ρόλο στον εγγραμματισμό των ατόμων, με τους άντρες να είναι περισσότερο εγγράμματοι από τις γυναίκες (Kim, 2018· Scandurra & Calero, 2017· OECD, 2016e). Όμοια είναι τα αποτελέσματα και για την Ελλάδα, όπου οι γυναίκες υστερούν σε ζητήματα εγγραμματισμού (OECD, 2016e).

Στη σημερινή κοινωνία, πολλοί γονείς και δάσκαλοι έχουν στερεοτυπικές απόψεις σχετικά με τους τομείς της εκπαίδευσης και θεωρούν ότι τα αγόρια θα είναι πιο επιτυχημένα σε μαθήματα μαθηματικών και φυσικών επιστημών και, κατ' επέκταση θα μπορέσουν να ακολουθήσουν μια σταδιοδρομία σε αυτά τα πεδία. Έτσι, και οι μαθητές τείνουν να υιοθετούν αυτή τη νοοτροπία, καταβάλλοντας μεγαλύτερη προσπάθεια να πετύχουν στους τομείς αυτούς, εντείνοντας τις διαφορές του επιστημονικού εγγραμματισμού μεταξύ των φύλων (Else-Quest, Mineo, & Higgins, 2013).

4.2.2. Κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει το επίπεδο εγγραμματισμού είναι η κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε ότι όσοι φοιτητές προέρχονται από θετική/τεχνολογική κατεύθυνση παρουσιάζουν υψηλότερες επιδόσεις στις γνωστικές ερωτήσεις φυσικών επιστημών από τους φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης. Ένα τέτοιο εύρημα είναι αναμενόμενο, καθώς τα άτομα της πρώτης ομάδας έχουν ασχοληθεί σε όλη τη διάρκεια των τριών τάξεων στο λύκειο με αντικείμενα όμοια με αυτά που κλήθηκαν να απαντήσουν στην έρευνα, εν αντιθέσει με τους φοιτητές της θεωρητικής που, αν και στην πλειοψηφία τους ήρθαν σε επαφή τουλάχιστον με το αντικείμενο της βιολογίας, ήταν προσανατολισμένοι, κυρίως, σε αντικείμενα θεωρητικών σπουδών (Καράογλου & Κώτσης, 2015).

Μεταξύ των γνωστικών πεδίων, εκτός από το αντικείμενο της χημείας, όπου δεν παρατηρείται διαφορά στον επιστημονικό εγγραμματισμό μεταξύ των φοιτητών των δύο κατευθύνσεων, στα υπόλοιπα (βιολογία, φυσική, περιβάλλον) ο φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης υστερούν έναντι αυτών θετικής/τεχνολογικής.

Η διαφορά μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι οι φοιτητές που ακολούθησαν τη θετική/τεχνολογική κατεύθυνση στη διάρκεια του λυκείου, αντιμετώπιζαν καθημερινά ζητήματα φυσικών επιστημών, ιδιαίτερα βιολογίας και φυσικής, είτε σε επίπεδο

πανελλαδικώς εξεταζόμενων μαθημάτων είτε ως μαθήματα γενικής παιδείας. Όσον αφορά τον τομέα του περιβάλλοντος, αν και δεν είναι αυτοτελές στο αναλυτικό πρόγραμμα του λυκείου, μεγάλο μέρος των περιβαλλοντικών ζητημάτων συμπεριλαμβάνεται στα υπόλοιπα αντικείμενα (Κιμιωνής, 2009· Ρεκούμη & Καλογιαννάκης, 2008), με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απαιτήσεις κατά την ενασχόληση των ατόμων με αυτά τα θέματα, εντείνοντας τις διαφορές μεταξύ των δύο κατευθύνσεων, καθώς οι φοιτητές θετικής/τεχνολογικής είναι πιο εξοικειωμένοι σε απαιτητικά θέματα που συνδυάζουν τα διαφορετικά αντικείμενα. Από την άλλη, το γεγονός ότι το αναλυτικό πρόγραμμα της χημείας δεν φαίνεται να προσανατολίζεται προς ένα πιο μαθηματικοποιημένο μοντέλο, όπως συμβαίνει με αυτό της φυσικής (Γεωργιάδου, 2008), οδηγεί τους μαθητές και των δύο κατευθύνσεων να έχουν μεγαλύτερη ευκολία να παρακολουθήσουν και, ταυτόχρονα, να κατανοήσουν τα ζητήματα με τα οποία έρχονται σε επαφή, εξαλείφοντας τις διαφορές του επιστημονικού εγγραμματισμού στα ζητήματα χημείας.

4.2.3. Εξάμηνο σπουδών

Αναφορικά με τους μαθητές, η τάξη φοίτησής τους συμβάλλει στη διαφοροποίηση του επιπέδου τους επιστημονικού εγγραμματισμού (Yilmaz, 2009). Επιπλέον, η έρευνα PIAAC έδειξε ότι στον ενήλικο πληθυσμό το επίπεδο του εγγραμματισμού παρουσιάζει πτώση με την αύξηση της ηλικίας (OECD, 2016e). Παρόλα αυτά, στην παρούσα μελέτη το εξάμηνο σπουδών των φοιτητών δεν φαίνεται να επηρεάζει τον εγγραμματισμό τους στα ζητήματα φυσικών επιστημών. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι φοιτητές έχουν ήδη έρθει σε επαφή με τα αντικείμενα των φυσικών επιστημών σε προηγούμενα εξάμηνα και μέχρι το έκτο εξάμηνο (τρίτο έτος σπουδών) έχουν λάβει το μεγαλύτερο μέρος των γνώσεων συνολικά για θέματα φυσικής, βιολογίας και περιβαλλοντικών ζητημάτων.

Ωστόσο, αν παρατηρήσουμε τις διαφορές διακριτά μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων, μόνο σε αυτό του περιβάλλοντος εντοπίζονται διαφορές, με τους μικρότερους φοιτητές να υπερτερούν των μεγαλύτερων. Με την αύξηση της ηλικίας, οι στάσεις και η συμπεριφορά των ατόμων αλλάζει, μεταβάλλοντας ταυτόχρονα και τις ικανότητες (Kim, 2018). Επίσης, καθώς η περιβαλλοντική εκπαίδευση δεν είναι περιορισμένη αποκλειστικά στα επίσημα αναλυτικά προγράμματα, αλλά αποτελεί μια διά βίου διαδικασία μάθησης, είναι δυνατό τα άτομα επιλέγουν το βαθμό στον οποίο θα ενημερωθούν, ακόμα και μέσα από ανεπίσημους εξωσχολικούς παράγοντες, όπως είναι τα

Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης ή ακόμα και η συμμετοχή τους σε περιβαλλοντικούς οργανισμούς (Κιζοğlu, Gürbüz, Erkol, Akar, & Akilli, 2010).

4.2.4. Κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο

Οι διεθνείς αξιολογήσεις που πραγματοποιούνται σε μαθητικό και ενήλικο πληθυσμό δείχνουν ότι ένας παράγοντας που επηρεάζει το επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού είναι το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο (Hacıeminoğlu et al., 2015· OECD, 2016b· OECD, 2016e· Sun et al., 2012). Συγκεκριμένα, υπάρχει θετική σχέση ανάμεσα στο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο και τον εγγραμματισμό τόσο των μαθητών όσο και των ενηλίκων, όπου τα άτομα που ανήκουν σε οικογένειες με υψηλότερο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο έχουν καλύτερο επίπεδο εγγραμματισμού. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν τα αποτελέσματα της έρευνας PISA 2015 για τους μαθητές της Ελλάδας (Σοφianoπούλου κ.συν., 2017), αλλά και ο τελευταίος κύκλος αξιολόγησης του PIAAC, όπου οι διαφορές εντείνονται και μεταξύ του εκπαιδευτικού επιπέδου των γονέων (OECD, 2016e). Παρόλα αυτά, στην παρούσα έρευνα, το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο της οικογένειας των φοιτητών δεν φαίνεται να συμβάλει στη διαμόρφωση του επιπέδου εγγραμματισμού τους.

Η τριτοβάθμια εκπαίδευση έχει φοιτητές διαφορετικών προελεύσεων και κοινωνικο-οικονομικών επιπέδων. Ωστόσο, για να αποφασίσει κάποιος να απομακρυνθεί από την πόλη καταγωγής του και από την οικογένειά του σημαίνει ότι ο γονείς μπορούν να τον στηρίξουν οικονομικά και να του προσφέρουν καλές συνθήκες διαβίωσης. Αυτό σημαίνει ότι και η πλειοψηφία των ατόμων που κατατάσσονται στο χαμηλότερο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο της συγκεκριμένης μελέτης προέρχονται από οικογένειες που έχουν τη δυνατότητα να ανταποκριθούν στα έξοδα των σπουδών των παιδιών τους.

4.2.5. Περιοχή του σχολείου φοίτησης

Οι περιοχές φοίτησης των μαθητών δημιουργεί διαφορές στο επίπεδο του επιστημονικού εγγραμματισμού τους. Οι μαθητές που φοιτούν σε σχολεία αστικών περιοχών έχουν κατά μέσο όρο καλύτερες επιδόσεις, γεγονός που παρατηρείται και στην περίπτωση της Ελλάδας (Σοφianoπούλου κ.συν., 2017). Ωστόσο, και στην περίπτωση της αστικότητας, οι φοιτητές της έρευνας δεν παρουσιάζουν απόκλιση στο βαθμό εγγραμματισμού τους βάσει της περιοχής που ανήκει το σχολείο στο οποίο φοίτησαν. Ο λόγος είναι αντίστοιχος με αυτόν της απουσίας επιρροής του κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου. Είτε αστική ή αγροτική περιοχή, οι μαθητές είχαν ως επί το πλείστον παρόμοια

ερεθίσματα και διέθεταν τα κατάλληλα μέσα ώστε να ασχοληθούν ενεργά με τις φυσικές επιστήμες και τα διδασκόμενα μαθήματα του σχολείου.

4.2.6. Δείκτες επιστημονικού εγγραμματισμού

Στην παρούσα έρευνα δεν αναδεικνύεται κάποια σχέση μεταξύ των στάσεων και πεποιθήσεων των φοιτητών με το επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού τους. Στα ίδια αποτελέσματα καταλήγει και η επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση, σε αντίθεση με τα προτεινόμενα μοντέλα της σχετικής βιβλιογραφίας (Ainley & Ainley, 2011· Ozel, et al., 2013).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι στάσεις των μαθητών, όπως το ενδιαφέρον για θέματα φυσικών επιστημών ή η ευχαρίστηση ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες επηρεάζουν σημαντικά τις επιδόσεις τους σε ζητήματα του τομέα (Hacieminoğlu et al., 2015· OECD, 2016b· Σοφianoπούλου κ.συν., 2017). Ακόμη, και σε επίπεδο ενήλικου πληθυσμού, οι στάσεις των ατόμων ασκούν επιρροή στα ακαδημαϊκά επιτεύγματα των ατόμων (Kankaraš, 2017). Επίσης, υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν την ύπαρξη σχέσης μεταξύ των επιστημικών πεποιθήσεων και των επιτευγμάτων τόσο σε επίπεδο μαθητών όσο και σε ενήλικο πληθυσμό (Kankaraš, 2017· OECD, 2016b· Σοφianoπούλου κ.συν., 2017).

Πράγματι, αν εξετασθούν τα ευρήματα από την πλευρά του φύλου, οι γυναίκες παρουσιάζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον από τους άνδρες για το πεδίο των φυσικών επιστημών και, παρόλα αυτά, έχουν χαμηλότερο επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού. Όμοια είναι η εικόνα από την οπτική των δύο κατευθύνσεων σπουδών στο λύκειο και, συγκεκριμένα, για τους φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης.

4.3. Σύγκριση διαστάσεων επιστημονικού εγγραμματισμού μαθητών ηλικίας 15 ετών και φοιτητών

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του PISA, οι Έλληνες μαθητές που συμμετείχαν στη διεθνή αξιολόγηση τα τελευταία χρόνια, παρουσιάζουν πτωτική τάση στο επίπεδο του επιστημονικού τους εγγραμματισμού (OECD, 2016b). Όμοια, στην έρευνα PIAAC που διεξάγεται από τον ΟΟΣΑ και αφορά τους ενήλικες, ένα μεγάλο ποσοστό των Ελλήνων ανήκει στο χαμηλότερο επίπεδο ικανοτήτων (επίπεδο 1 ή κάτω από το επίπεδο 1) (OECD, 2016e). Ευρήματα ερευνών που εφαρμόστηκαν σε ενήλικο πληθυσμό δεν παρουσιάζουν διαφορές στα επίπεδα του επιστημονικού τους εγγραμματισμού από τα α-

ντίστοιχα των μαθητών (Βεστάκης, 2014), ενώ άλλες έρευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα άτομα που έχουν ολοκληρώσει το λύκειο και έχουν εισαχθεί σε ανώτερες βαθμίδες εκπαίδευσης τείνουν να έχουν υψηλότερο βαθμό επιστημονικού εγγραμματισμού σε σύγκριση με το μαθητικό πληθυσμό (Brickman, Gormally, Armstrong, & Hallar, 2009; Holden, 2010). Όσον αφορά τη συνολική εικόνα των μελλοντικών εκπαιδευτικών που εξετάστηκαν, φαίνεται να υστερούν ως προς τον επιστημονικό τους εγγραμματισμό από την ομάδα των μαθητών, με τη διαφορά τους να είναι αξιοσημείωτη σε θέματα βιολογίας και φυσικής. Αντίθετα είναι τα αποτελέσματα στο αντικείμενο της χημείας, ενώ δεν υπάρχει ξεκάθαρη εικόνα για τα περιβαλλοντικά ζητήματα.

Αναφορικά με το αντικείμενο της βιολογίας, η πλειοψηφία των φοιτητών της έρευνας παρακολούθησε και εξετάστηκε πανελλαδικά στο μάθημα της βιολογίας, είτε ως μάθημα κατεύθυνσης είτε ως μάθημα γενικής παιδείας. Παρά το γεγονός, όμως, ότι οι μαθητές μέχρι και την τελευταία τάξη του λυκείου ασχολούνται με ζητήματα βιολογίας, οι δραστηριότητες που προσφέρονται στα μαθήματα είναι καθοδηγούμενες, γεγονός που τους οδηγεί να αντιμετωπίζουν το κάθε πρόβλημα ακολουθώντας έναν τυποποιημένο τρόπο σκέψης (Βελέντζας & Χαλκιά, 2015). Επιπλέον, οι φοιτητές του τμήματος, από το πρώτο έτος σπουδών έρχονται σε επαφή με ελάχιστα θέματα βιολογίας. Αν συνδυαστούν όλα τα παραπάνω, θα μπορούσε να εξηγηθεί το έλλειμμα που παρουσιάζουν οι φοιτητές στο πεδίο της βιολογίας.

Στο πεδίο της φυσικής, οι διαφορές παρουσιάζονται σε μεμονωμένες ερωτήσεις και μάλιστα είναι πιο έντονες αν παρατηρήσουμε διακριτά τις ερωτήσεις της έρευνας PISA και TIMSS. Συγκεκριμένα, οι φοιτητές παρουσιάζουν χαμηλότερες συγκεντρώσεις σωστών απαντήσεων σε θέματα του PISA, ενώ υπερέχουν στα θέματα του TIMSS. Οι ερωτήσεις της έρευνας PISA χρειάζονται την ανάπτυξη μιας πιο περίπλοκης σκέψης από τα άτομα που θα απαντήσουν, απαιτώντας το συνδυασμό ποικίλων ερεθισμάτων (κείμενα, πίνακες, εικόνες, γραφήματα), εν αντιθέσει με τις ερωτήσεις του TIMSS, όπου η διαδικασία απάντησης είναι πιο απλοποιημένη (El Masri et al., 2016). Στην ελληνική πραγματικότητα, τα ερεθίσματα και, κυρίως, το απεικονιστικό υλικό (που έχει κεντρικό χαρακτήρα στην έρευνα PISA), έχουν διακοσμητικό ρόλο στα εγχειρίδια και, κατ' επέκταση, οι μαθητές δεν έχουν μάθει να αντλούν πληροφορίες από αυτό για να αποτυπώσουν ορθά μια απάντηση (Αναγνωστοπούλου & Χατζηνικήτα, 2013). Επίσης, το TIMSS εστιάζει στην ανάκληση γνώσης από θέματα που έχουν διδαχθεί, εν αντιθέσει με το PISA που στοχεύει στην αποτύπωση γνώσης, χρήσιμης για την καθημερινή

ζωή (Τσαπαρλής & PARSEL, 2008). Αξίζει, ακόμη, να σημειωθεί ότι η βασικότερη επιδίωξη της διδασκαλίας της φυσικής είναι η εφαρμογή πειραματικών διαδικασιών. Ωστόσο, σπάνια είναι η εφαρμογή τους στην εκπαιδευτική πράξη στην Ελλάδα, κυρίως εξαιτίας των μεγάλων, σε αριθμό μαθητών, τμημάτων και του προσανατολισμού της ύλης στις πανελλαδικές εξετάσεις, ενώ είναι συνηθισμένο φαινόμενο η παρουσίαση πειραμάτων με τη χρήση των ΤΠΕ, στερώντας τη δυνατότητα από τους μαθητές για ενεργό συμμετοχή στην εκτέλεσή τους (Αναστασάκης & Μαρκογιαννάκης, 2016).

Στο γνωστικό πεδίο της χημείας, οι ερωτήσεις που έπρεπε να απαντήσουν οι συμμετέχοντες αφορούσαν ως επί το πλείστον πειραματικές εργαστηριακές διαδικασίες. Στο λύκειο, οι εργαστηριακές ασκήσεις που προτείνονται από τα προγράμματα σπουδών στοχεύουν στην εξοικείωση των μαθητών με το αντικείμενο, στην απόκτηση δεξιοτήτων και στην ανάπτυξη της κατανόησης των φαινομένων που αναπαρίστανται (Σάλτα, 2017). Ωστόσο, οι ώρες διδασκαλίας του μαθήματος είναι περιορισμένες στη διδακτική πράξη και προσανατολίζεται στις πανελλήνιες εξετάσεις, υποβαθμίζοντας τη σημασία του (Σπυρέλλης, 2007). Ταυτόχρονα, η διδασκαλία πραγματοποιείται σε πιο θεωρητική βάση και μάλιστα πολλές φορές από εκπαιδευτικούς διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων, ελαττώνοντας σημαντικά τον αριθμό των πειραμάτων που διεξάγονται (Κολιούλης & Τσαπαρλής, 2007). Παρά την απουσία πειραμάτων, στο μάθημα γενικής παιδείας, ποικίλες είναι οι αναφορές σε παραδείγματα και εφαρμογές της χημείας που έχουν άμεση σχέση με την καθημερινή ζωή (Ράπτη & Λυμπεροπούλου-Καραλιώτα, 2007· Τσαπαρλής & Στεργίου, 2015)

Τέλος, αναφορικά με τα ζητήματα περιβάλλοντος, η όποιες διαφορές παρατηρούνται, ενδεχομένως οφείλονται στο γεγονός ότι σε αρκετά σχολεία, ο τρόπος διδασκαλίας των φυσικών επιστημών έχει ως στόχο την εισαγωγή των μαθητών σε βαθμίδες της ανώτατης εκπαίδευσης, με συνέπεια να υποβαθμίζεται η περιβαλλοντική εκπαίδευση και να υλοποιούνται όλο και λιγότερα περιβαλλοντικά προγράμματα (Παπαδόπουλος & Σκούλλος, 2007).

5. Συμπεράσματα

Στην εργασία αναδείχθηκε το επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού των φοιτητών Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης και κατ' επέκταση μελλοντικών εκπαιδευτικών. Εντοπίστηκαν οι διαφορές τους σε σύγκριση με την ηλικιακή ομάδα των δεκαπεντάχρονων μαθητών που συμμετείχαν στις δύο διεθνείς αξιολογήσεις και βρέθηκαν οι παράγοντες (κοινωνικο-δημογραφικοί και ακαδημαϊκοί) που επηρεάζουν τα επίπεδα επιστημονικού εγγραμματισμού των φοιτητών, με το φύλο και την κατεύθυνση σπουδών στη διάρκεια του λυκείου να δημιουργούν τις πιο έντονες διαφοροποιήσεις.

Γενικά, παρατηρείται ότι ενώ οι γυναίκες και οι φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης έχουν χαμηλότερο επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού, που προκύπτει από την αξιολόγησή του μέσα από ερωτήσεις γνωστικού περιεχομένου, παρουσιάζουν αυξημένο ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες, ασχολούνται περισσότερο με δραστηριότητες φυσικών επιστημών και απολαμβάνουν πιο πολύ αυτή την ενασχόληση. Ένα τέτοιο εύρημα μπορεί να ερμηνευθεί από το γεγονός ότι θέλοντας να γεφυρώσουν το χάσμα και τη διαφορά μεταξύ των ανδρών και των φοιτητών που προέρχονται από θετική/τεχνολογική κατεύθυνση, τείνουν να καταβάλουν μεγαλύτερη προσπάθεια, αφιερώνοντας περισσότερο χρόνο στην ενασχόλησή τους με τις φυσικές επιστήμες. Μια τέτοια δραστηριοποίηση σε αυτό το επιστημονικό πεδίο μπορεί να εξηγήσει το αυξημένο ενδιαφέρον που παρουσιάζουν οι φοιτητές για τα αντικείμενα των φυσικών επιστημών.

Τα αποτελέσματα έχουν ενδιαφέρον, καθώς το δείγμα των φοιτητών φάνηκε, σε ορισμένες περιπτώσεις, να υστερεί έναντι των μαθητών, κάτι που δημιουργεί ερωτήματα για τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζει η τριτοβάθμια εκπαίδευση τα ζητήματα των φυσικών επιστημών και για το πώς συμβάλλει στην προετοιμασία των μελλοντικών εκπαιδευτικών, αφενός, να ανταποκριθούν στο πεδίο της επιστήμης και, αφετέρου, να εμπλέξουν τους μαθητές τους σε διαδικασίες ουσιαστικής ενασχόλησης και επίλυσης προβλημάτων στις φυσικές επιστήμες. Ωστόσο, ένα τέτοιο πρόβλημα δεν πρέπει να είναι αποκλειστικά προσανατολισμένο στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, αλλά να απασχολεί ευρύτερα το εκπαιδευτικό σύστημα.

Κατά την ερευνητική διαδικασία της παρούσας μελέτης αναδείχθηκαν κάποιοι περιορισμοί. Αρχικά, το δείγμα επιλέχθηκε με τη μέθοδο της βολικής δειγματοληψίας και προήλθε αποκλειστικά από φοιτητές ενός παιδαγωγικού τμήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην είναι αντιπροσωπευτικό για τους φοιτητές όλων των Παιδαγωγικών

Τμημάτων και η οποιαδήποτε γενίκευση δεν είναι θεμιτή. Παρόλα αυτά, αναδύονται οι τάσεις στα επίπεδα του επιστημονικού εγγραμματισμού. Ακόμη, προκύπτουν περιορισμοί από τα προβλήματα αναφορικά με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των θεμάτων που εξετάζει το PISA και το TIMSS, τόσο ως προς το περιεχόμενό τους όσο και ως προς τη μορφή τους, όπως περιγράφονται στη διεθνή βιβλιογραφία και για τα οποία έχει ασκηθεί έντονη κριτική.

Στο μέλλον, προτείνεται η συλλογή ενός δείγματος από περισσότερα παιδαγωγικά τμήματα της χώρας. Επίσης, προτείνεται να εξεταστεί (και ερμηνευτεί) ο βαθμός επιστημονικού εγγραμματισμού φοιτητών από διαφορετικά πανεπιστημιακά τμήματα και επιστημονικά πεδία, τόσο θεωρητικών όσο και θετικών επιστημών. Τέλος, θα είχε ενδιαφέρον η διερεύνηση διαστάσεων επιστημονικού εγγραμματισμού των εν ενεργεία εκπαιδευτικών της χώρας και η σύγκριση των αποτελεσμάτων τους με τους φοιτητές των παιδαγωγικών τμημάτων.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Abd-El-Khalick, F. (2006). Over and over again: college students' views of nature of science. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 389-425). Dordrecht, The Netherlands: *Kluwer Academic Publishers*.
- Acar, T. (2009). An Application of Hierarchical Linear Modeling: OKS-2006 Science Test Achievement. *Eurasian Journal of Educational Research*, 37, 1-16.
- Ainley, M., & Ainley, J. (2011). A Cultural Perspective on the Structure of Student Interest in Science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 51-71.
- Alivernini, F., & Manganelli, S. (2015). Country, School and Students Factors Associated with Extreme Levels of Science Literacy Across 25 Countries. *International Journal of Science Education*, 37(12), 1992-2012.
- Amunga, J. K., & Amadalo, M. M., & Musera, G. (2011). Disparities in the Physics Academic Achievement and Enrolment in Secondary Schools in Western Province: Implications for Strategy Renewal. *Problems of Education in the 21st Century*, 31, 18-32.
- Αναγνωστοπούλου, Κ., & Χατζηνικήτα, Β. (2013). Έργα αξιολόγησης Φυσικών Επιστημών στο PISA και στα σχολικά εγχειρίδια: ποιος ο ρόλος των απεικονιστικών στοιχείων; Στο Δ. Βαβουγιός, & Σ. Παρασκευόπουλος (Επιμ.), *8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 26-28 Απριλίου 2013 (σσ. 254-263). Βόλος: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Αναστασάκης, Ν., & Μαρκογιαννάκης, Δ. (2016). Η εργαστηριακή διδασκαλία της Φυσικής προσαρμοσμένη στη σχολική πραγματικότητα του Γενικού Λυκείου. Στο Θ. Πιερράτος, Π. Κουμαράς, & Χ. Πολάτογλου (Επιμ.), *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες»*, 16-17 Απριλίου 2016 (σσ. 99-106). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Α.Π.Θ., Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ., Πανελλήνια Ένωση Υπευθύνων Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (ΠΑΝΕ.Κ.Φ.Ε.).
- Αποστολόπουλος, Κ., Ψαλίδας, Α., & Χατζηνικήτα, Β. (2008). Επιδόσεις Ελλήνων μαθητών σε θέματα Φυσικών Επιστημών του PISA: Ερμηνευτικές προσεγγίσεις. Στο

- Π. Κουμαράς, & Φ. Σέρογλου (Επιμ.), *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης για την Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, 9-11 Μάη 2008* (σσ. 28-40). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.
- Araujo, L., Saltelli, A., & Schnepf, S. (2017). Do PISA data justify PISA-based education policy? *International Journal of Comparative Education and Development*, *19(1)*, 1-17.
- Archer-Bradshaw, R. (2017). Teaching for Scientific Literacy? An Examination of Instructional Practices in Secondary Schools in Barbados. *Research in Science Education*, *47*, 67-93.
- Babenko, O., Alves, C. B., & Bahry, L. M. (2012). Using Structural Equation Modeling to Investigate Students' Career Awareness in Science. *Canadian Journal for New Scholars in Education*, *4(1)*, 1-11.
- Barber, N. (2006). Is the Effect of National Wealth on Academic Achievement Mediated by Mass Media and Computers? *Cross-Cultural Research*, *40(2)*, 130-151.
- Barelli, E., Branchetti, L., Tasquier, G., Albertazzi, L., & Levrini, O. (2018). Science of Complex Systems and Citizenship Skills: A Pilot Study with Adult Citizens. *EUR-ASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14(4)*, 1533-1545.
- Bao, L., et al. (2009). Learning and Scientific Reasoning. *Science*, *323*, 586-587.
- Βελέντζας, Α., & Χαλκιά, Κ. (2015). Ανάλυση των ασκήσεων των εργαστηριακών οδηγών του Λυκείου στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης, & Μ. Καλλέρη (Επιμ.), *9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, 8-10 Μαΐου 2015* (σσ. 858-865). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Bell, R. L. (2006). Perusing Pandora's box: Exploring the What, When, and How of Nature of Science Instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher*

- Education* (pp. 427-446). Dordrecht, The Netherlands: *Kluwer Academic Publishers*.
- Benjamin, T. E. et al. (2017). Development and Validation of Scientific Literacy Scale for College Preparedness in STEM with Freshmen from Diverse Institutions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 607-623.
- Bennett, W. L., Wells, C., & Rank, A. (2009). Young citizens and civic learning: two paradigms of citizenship in the digital age. *Citizenship Studies*, 13(2), 105-120.
- Βεστάκης, Ε. (2014). *Διερεύνηση όψεων του επιστημονικού γραμματισμού των εν ενεργεία εκπαιδευτικών* (Αδημοσίευτη Διπλωματική εργασία. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-72.
- Brickman, P., Gormally, C., Armstrong, N. & Hallar, B. (2009). Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2), 1-22.
- Bursal, M. (2013). Longitudinal Investigation of Elementary Students' Science Academic Achievement in 4-8th Grades: Grade Level and Gender Differences. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(2), 1151-1156.
- Bybee, W. R. (2006). Scientific Inquiry and Scientific Teaching. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 1-12). Dordrecht, The Netherlands: *Kluwer Academic Publishers*.
- Bybee, R., & McCrae, B. (2011). Scientific Literacy and Student Attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7-26.
- Γεωργιάδου, Τ. (2008). Αναλυτικά Προγράμματα στην Ελλάδα. Στο Π. Κουμαράς, & Φ. Σέρογλου (Επιμ.), *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης για την Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, 9-11 Μάη 2008* (σσ. 52-53). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.

- Chalmers, A. F. (1998). *Τι είναι αυτό που το λέμε Επιστήμη;* (3^η έκδ.). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6th ed.). London: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Creswell, J. (2016). *Η Έρευνα στην Εκπαίδευση. Σχεδιασμός, Διεξαγωγή και Αξιολόγηση Ποσοτικής και Ποιοτικής Έρευνας* (μτφ. Ν. Κουβαράκου) (2^η έκδ.). Αθήνα: Εκδοτικός Όμιλος Ίων.
- DeBoer, G. E. (2011). The Globalization of Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 567-591.
- Drechsel, B., Carstensen, C., & Prenzel, M. (2011). The Role of Content and Context in PISA Interest Scales: A study of the embedded interest items in the PISA 2006 science assessment. *International Journal of Science Education*, 33(1), 73-95.
- Duschl, R. (2007). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32, 268-291.
- El Masri, Y. H., Baird, J. A., & Graesser, A. (2016). Language effects in international testing: the case of PISA 2006 science items. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 23(4), 427-45.
- Else-Quest, N. M., Mineo, C. C., & Higgins, A. (2013). Math and Science Attitudes and Achievement at the Intersection of Gender and Ethnicity. *Psychology of Women Quarterly*, 37(3), 293-309.
- Fensham, P. J. (2002). Time to change drivers for scientific literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 9-24.
- Fernandez-Cano, A. (2016). A Methodological Critique of the PISA Evaluations. *RELIEVE*, 22(1), 1-16.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: SAGE.

- Fonseca, J., Valente, M. O., & Conboy, J. (2011). Student characteristics and PISA science performance: Portugal in cross-national comparison. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, *12*, 322-329.
- Ford, M. J., & Wargo, B. M. (2012). Dialogic Framing of Scientific Content for Conceptual and Epistemic Understanding. *Science Education*, *96*(3), 369-391.
- Froese-Germain, B. (2010). *The OECD, PISA and the Impacts on Educational Policy*. Ottawa, Canada: Canadian Teachers' Federation.
- George, R., & Kaplan, D. (1998). A Structural Model of Parent and Teacher Influences on Science Attitudes of Eighth Graders: Evidence from NELS: 88. *Science Education*, *82*(1), 93-109.
- Gillece, L., Cosgrove, J., & Sofroniou, N. (2010). Equity in mathematics and science outcomes: Characteristics associated with high and low achievement on PISA 2006 in Ireland. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *8*(3), 475-496.
- Goldstein, H. (2017). Measurement and evaluation issues with PISA. In L. Volante (Ed.), *The PISA effect on global educational governance*. New York and London, Routledge.
- Gummer, E., & Champagne, A. (2006). Classroom assessment of opportunity to learn science through inquiry. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 263-297). Dordrecht, The Netherlands: *Kluwer Academic Publishers*.
- Hacıeminoğlu, E., Ertepinar, H., Yılmaz-Tüzün, Ö., & Çakır, H. (2015). Students and school characteristics related to elementary school students' views of the nature of science. *Education 3-13*, *43*(6), 698-719.
- Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and Disciplinary Differences in Personal Epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, *25*(4), 378-405.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The Development of Epistemological Theories: Beliefs about Knowledge and Knowing and their Relation to Learning. *Review of Educational Research*, *67*(1), 88-140.

- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (2002). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Holden, I. I. (2010). Science Literacy and Lifelong Learning in the Classroom: A Measure of Attitudes among University Students. *Journal of Library Administration*, 50, 265-282.
- Hutchison, D., & Schagen, I. (2007). Comparison between PISA and TIMSS – are we the man with two watches? In T. Loveless (Ed.), *Lesson learned: What international assessments tell us about math achievement*. Washington, DC: Brookings Institution Press, pp. 227-261.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- Howson, G. (2002). TIMSS, Common Sense, and the Curriculum. In D. F. Robitaitte & A. E. Beaton (Eds.), *Secondary Analysis of the TIMSS Data* (pp.95-111). New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic Publishers.
- IEA. (2009). *TIMSS 2007 User Guide for the International Database: Released Items Science – Eighth Grade*. United States: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- IEA. (2011a). *About TIMSS and PIRLS*. Retrieved from http://timssandpirls.bc.edu/home/pdf/TP_About.pdf.
- IEA. (2011b). *TIMSS and PIRLS Achievement Scaling Methodology*. Retrieved from https://timssandpirls.bc.edu/methods/pdf/TP11_Scaling_Methodology.pdf.
- IEA. (2013). *TIMSS 2011 User Guide for the International Database: Released Items Science – Eighth Grade*. United States: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College & International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- ΙΕΠ. (2014). *Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο»*, Αθήνα.

- Jack, B. M., Lee, L., Yang, K. K., & Lin, H. S. (2017). A Science for Citizenship Model: Assessing the Effects of Benefits, Risks, and Trust for Predicting Students' Interest in and Understanding of Science-Related Content. *Research in Science Education*, 47(5), 965-988.
- Jones, R. L., Wheeler, G., Centurino, V. A. S. (2013). TIMSS 2015 Science Framework. In I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.), *TIMSS 2015 Assessment Frameworks* (pp. 29-59). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Kankaraš, M. (2017). Personality matters: Relevance and assessment of personality characteristics. *OECD Education Working Papers, No. 157*, Paris: OECD Publishing.
- Καράογλου, Γ., & Κώτσης, Κ. (2015). Επιστημονικός εγγραμματισμός ενήλικων πολιτών και ο ρόλος της κατεύθυνσης σπουδών στο Λύκειο. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 8(1-2), 21-33.
- Καράογλου, Γ., & Κώτσης, Κ. (2017). Η επίδραση του φύλου στον επιστημονικό εγγραμματισμό. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), *10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης, 7-9 Απριλίου 2017* (σσ. 623-630). Ρέθυμνο: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Καριώτογλου, Π. Π., Σπύρτου, Α., Πνευματικός, Δ., & Ζουπίδης, Α. (2012). Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα “Materials Science”, *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 5(1-2), 153-164.
- Κατσή, Α., Σιδερίδης, Γ., & Εμβαλωτής, Α. (2010). *Στατιστικές μέθοδοι στις Κοινωνικές Επιστήμες*. Αθήνα: Τόπος.
- Kauertz, A., Neumann, K., & Haertig, H. (2012). Competence in Science Education. In B. J. Fraser, K. J. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (vol. 1, part V, pp. 711-721). New York: Springer.

- Khishfe, R. (2017). Consistency of nature of science views across scientific and socio-scientific contexts. *International Journal of Science Education*, 39(4), 1-30.
- Κιμιωνής, Γ. (2009). Η Προσέγγιση Θεμάτων Γεωγραφίας-Γεωλογίας από την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Δυνατότητες και Προοπτικές. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου, & Α. Ζουπίδης, 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των φυσικών επιστημών, 7-10 Μαΐου 2009 (σσ. 384-391). Φλώρινα: Παιδαγωγική Σχολή Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.
- Kim, S. (2018). Literacy skills gaps: A cross-level analysis on international and inter-generational variations. *International Review of Education*, 64, 85-110.
- Κιζοğlu, M., Gürbüz, H., Erkol, M., Akar, M. S., & Akilli, M. (2010). Prospective Turkish elementary science teachers' knowledge level about the greenhouse effect and their views on environmental education in university. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 2(2), 217-236.
- Κίτσιου, Ε., & Κώτσης, Κ. (2017). Στάση φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης ως προς τις Φυσικές Επιστήμες. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης, 7-9 Απριλίου 2017 (σσ. 881-888). Ρέθυμνο: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Κολιούλης, Δ., & Τσαπαρλής, Γ. (2007). Χημεία β' γυμνασίου, με έμφαση στη μακροσκοπική-εποικοδομητική προσέγγιση και στη νοηματική εισαγωγή των εννοιών του μορίου και του ατόμου – Διδακτικό βιβλίο και προκαταρκτική αξιολόγησή του από εκπαιδευτικούς. Στο Α. Κασίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, & Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», 15-18 Μαρτίου 2008 (σσ. 680-689). Ιωάννινα: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Τμήμα Χημείας, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Κουμαράς, Π. (2017). *Διδάσκοντας Φυσική αύριο ...με στόχο την καλλιέργεια γνώσεων και ικανοτήτων για τη ζωή*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.

- Kuhn, D. (2010). Teaching and Learning Science as Argument. *Science Education*, 94(5), 810-824.
- Kuhn, D., Cheney, R., & Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive Development*, 15(3), 309-328.
- Kuhn, J. T., & Holling, H. (2009). Gender, reasoning ability, and scholastic achievement: A multilevel mediation analysis. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 229-233.
- Κυριαζή, Π., & Μαυρικάκη, Ε. (2015). Οι γνώσεις των αποφοίτων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ως συνιστώσα του περιβαλλοντικού εγγραμματισμού. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης, & Μ. Καλλέρη (Επιμ.), *9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, 8-10 Μαΐου 2015* (σσ. 654-660). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Lai, F. (2010). Are boys left behind? The evolution of the gender achievement gap in Beijing's middle schools. *Economics of Education Review*, 29(3), 383-399.
- LaRoche, S., Joncas, M., & Foy, P. (2016). Sample Design in TIMSS 2015. In M. O. Martin, I. V. S. Mullis, & M. Hooper (Eds.), *Methods and Procedures in TIMSS 2015* (pp. 3.1-3.37). Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timss.bc.edu/publications/timss/2015-methods/chapter-3.html>.
- Lau, K. (2009). A critical examination of PISA's assessment on scientific literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 1061-1088.
- Lau, K., & Lam, T. Y. (2017). Instructional practices and science performance of 10 top-performing regions in PISA 2015. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2128-2149.
- Leblebicioglu, G., Metin, D., Capkinoglu, E., Cetin, P. S., Dogan, E., E., & Schwartz, R. (2017). Changes in Students' Views about Nature of Scientific Inquiry at a Science Camp. *Science & Education*, 26, 889-917.

- Lederman, N. G. (2006). Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 301-317). Dordrecht, The Netherlands: *Kluwer Academic Publishers*.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2012). Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Instructional Capacity Through Professional Development. In B. J. Fraser, K. J. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (vol. 1, part III, pp. 711-721). New York: Springer.
- Levy, M., & Germonprez, M. (2017). The Potential for Citizen Science in Information Systems Research. *Communications of the Association for Information Systems*, 40(2), 22-39.
- Li, M., & Frieze, I. H. (2016). Developing civic engagement in university education: predicting current and future engagement in community services. *Social Psychology of Education*, 19(4), 775-792.
- Lofaso, A. M. (2006). Does Changing the Definition of Science Solve the Establishment Clause Problem for Teaching Intelligent Design as Science in Public Schools? Doing an End-Run Around the Constitution. *Pierce Law Review*, 4(2), 219-278.
- Louis, R. A., & Mistele, J. M. (2012). The Differences in Scores and Self-Efficacy by Student Gender in Mathematics and Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(5), 1163-1190.
- Marchand, G. C., & Taasobshirazi, G. (2013). Stereotype Threat and Women's Performance in Physics. *International Journal of Science Education*, 35(18), 3050-3061.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Science*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>.

- Mason, L. et al. (2012), Besides knowledge: A cross-sectional study on the relations between epistemic beliefs, achievement goals, self-beliefs, and achievement in science. *Instructional Science*, 41(1), 49-79.
- Matovu, M. (2012). Academic Self-Concept and Academic Achievement among University Students. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(1), 107-116.
- McComas, W. F. (2017). Understanding how science works: the nature of science as the foundation for science teaching and learning. *School Science Review*, 98(365), 71-76.
- Michel, H., & Neumann, I. (2016). Nature of Science and Science Content Learning: The Relation Between Students' Nature of Science Understanding and Their Learning About the Concept of Energy. *Science & Education*, 25, 951-975.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Mohammadpour, E. (2012). A multilevel study on trends in Malaysian secondary school students' achievement and associated school and student predictors. *Science Education*, 96(6), 1013-1046.
- Μπαίτελμαν, Α., & Κωνσταντίνου, Κ. (2015). Η διερεύνηση των πεποιθήσεων υποψήφιων δασκάλων για τη φύση της γνώσης και της μάθησης. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης, & Μ. Καλλέρη (Επιμ.), 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, 8-10 Μαΐου 2015 (σσ. 707-715). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Mullis, I.V.S (2013). TIMSS framework Introduction. Στο Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.) (2013). *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/frameworks.html>

- Nentwig, P., Roennebeck, S., Schoeps, K., Rumann, S., & Cartensen, C. (2009). Performance and Levels of Contextualization in a Selection of OECD Countries in PISA 2006. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 897-908.
- Neumann, I., Neumann, K., & Nehm, R. (2011). Evaluating Instrument Quality in Science Education: Rasch-based analyses of a Nature of Science test. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1373-1405.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How Literacy in Its Fundamental Sense Is Central to Scientific Literacy. *Science education*, 87(2), 224-240.
- NRC. (2000). *Global Perspectives for Local Action: Using TIMSS to Improve U.S. Mathematics and Science Education*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2009). *Take the Test – Sample Questions from OECD’s PISA Assessments*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2016a). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. PISA. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2016b). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education, PISA*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2016c). *PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools, PISA*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2016d). *PISA 2015 Technical Report*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2016e). *Skills Matter: Further Results from the Survey of Adult Skills, OECD Skills Studies*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2017). *PISA 2015 Results (Volume III): Students’ Well-Being*. Paris: OECD Publishing.

- Olsen, R. V., Lie, S. (2011). Profiles of Students' Interest in Science Issues around the World: Analysis of Data from PISA 2006. *International Journal of Science Education*, 33(1), 978-120.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Ozel, M., Caglak, S., & Erdogan, M. (2013). Are affective factors a good predictor of science achievement? Examining the role of affective factors based on PISA 2006. *Learning and Individual Differences*, 24, 73-82.
- Παπαδόπουλος, Δ. Π., & Σκούλλος, Μ. (2007). Η γνώμη των εκπαιδευτικών και των μαθητών για τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την εφαρμογή προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, & Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», 15-18 Μαρτίου 2008* (σσ. 869-877). Ιωάννινα: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Τμήμα Χημείας, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Pavešić, B. J. (2008). Science achievement, gender differences, and experimental work in classes in Slovenia as evident in TIMSS studies. *Studies in Educational Evaluation*, 34(2), 94-104.
- Πράμας, Χ., & Κουμαράς, Π. (2008). Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Ε' και Στ' δημοτικού στην κατεύθυνση της ανάπτυξης "Γνώσεων και ικανοτήτων για τη ζωή". Στο Π. Κουμαράς, & Φ. Σέρογλου (Επιμ.), *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης για την Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, 9-11 Μάη 2008* (σσ. 58-64). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.
- Prenzel, M., Seidel, T., & Kobarg, M. (2012). Science Teaching and Learning: An International Comparative Perspective. In B. J. Fraser, K. J. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (vol. 1, part V, pp. 667-678). New York: Springer.

- Ράπτη, Α., & Λυμπεροπούλου-Καραλιώτα, Α. (2007). Διερεύνηση της δυνατότητας αποφοίτων Λυκείου να εφαρμόζουν βασικές έννοιες Χημείας σε θέματα τροφίμων. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, & Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», 15-18 Μαρτίου 2008* (σσ. 793-800). Ιωάννινα: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Τμήμα Χημείας, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Ρεκούμη, Χ., & Καλογιαννάκης, Μ. (2008). Διαχρονική μελέτη του μαθήματος της Γεωλογίας στο Ελληνικό σχολείο μέσα από τα Αναλυτικά Προγράμματα και τα σχολικά εγχειρίδια: Μια πρώτη προσέγγιση. Στο Π. Κουμαράς, & Φ. Σέρογλου (Επιμ.), *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης για την Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, 9-11 Μάη 2008* (σσ. 184-190). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.
- Rizopoulos, D. (2006). ltm: An R Package for Latent Variable Modeling and Item Response Theory Analyses. *Journal of Statistical Software*, *17*, 1-25.
- 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, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, *28*(12), 1463-1488.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Scientific Literacy, PISA, and Socioscientific Discourse: Assessment for Progressive Aims of Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 909-921.
- Σάλτα, Κ. (2017). Προγράμματα σπουδών Χημείας: Ανάλυση του προσανατολισμού και δομικών στοιχείων τους. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), *10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης, 7-9 Απριλίου 2017* (σσ. 439-445). Ρέθυμνο: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Σάλτα, Κ., & Κουλουγλιώτης, Δ. (2017). Διερεύνηση κινήτρων μάθησης Χημείας και Φυσικής μεταξύ φοιτητών τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), *10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών*

- Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης, 7-9 Απριλίου 2017* (σσ. 614-622). Ρέθυμνο: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Scandurra, R., & Calero, J. (2017). Modelling adult skills in OECD countries. *British Educational Research Journal*, 43(4), 781-804.
- Schommer, M. (1994). An emerging conceptualization of epistemological beliefs and their role in learning. In R. Garner & P. A. Alexander (Eds.), *Beliefs about text and instruction with text* (pp.25-40). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Schwartz, R., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2008). An Instrument to Assess Views of Scientific Inquiry: The VOSI Questionnaire. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, 30 March – 2 April, Baltimore, MD.*
- Schwarz, R. S., & Crawford, B. A. (2006). Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 331-355). Dordrecht, The Netherlands: *Kluwer Academic Publishers.*
- Serder, M., & Ideland, M. (2016). PISA truth effects: the construction of low performance. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 37(3), 341-357.
- Shi, W. Z. (2012). Gender, perception of learning physics and performance in university physics: A case study from China. *Journal of Baltic Science Education*, 11(3), 267-274.
- Sjøberg, S. (2015). PISA and Global Educational Governance – A Critique of the Project, its Uses and Implications. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 111-127.
- Skrondal, A., & Rabe-Hesketh, S. (2007). Latent Variable Modelling: A Survey. *Scandinavian Journal of Statistics*, 34, 712-745.
- Σοφianoπούλου, Χ. (2011). *Ανάλυση της εκπαιδευτικής επίδοσης: Μελέτη Περίπτωσης: Το Διεθνές Πρόγραμμα για την αξιολόγηση των μαθητών PISA 2006*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

- Σοφιανοπούλου, Χ., Εμβαλωτής, Α., Πίτσια, Β. & Καρακολίδης, Α. (2017). *Έκθεση Αποτελεσμάτων του Διεθνούς Προγράμματος PISA 2015 για την Αξιολόγηση των Μαθητών στην Ελλάδα*. Αθήνα: Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ).
- Σπυρέλλης, Ν. (2007). Το μάθημα της Χημείας: Δυσχέρειες και προοπτικές. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, & Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», 15-18 Μαρτίου 2008* (σσ. 91-100). Ιωάννινα: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Τμήμα Χημείας, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Στύλος, Γ., Κώτσης, Κ., & Μαυρίδης, Δ. (2016). Ανάπτυξη και αξιολόγηση ενός εργαλείου για τη μέτρηση των στάσεων των φοιτητών στην αξιοποίηση των πειραμάτων στη διδακτική πρακτική. Στο Θ. Πιερράτος, Π. Κουμαράς, & Χ. Πολάτογλου (Επιμ.), *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες», 16-17 Απριλίου 2016* (σσ. 533-541). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Α.Π.Θ., Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ., Πανελλήνια Ένωση Υπευθύνων Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (ΠΑΝΕ.Κ.Φ.Ε.).
- Sun, L., Bradley, K. D., & Akers, K. (2012). A Multilevel Modelling Approach to Investigate Factors Impacting Science Achievement for Secondary School Students: PISA Hong Kong Sample. *International Journal of Science Education*, *34*(14), 2017-2125.
- Tai, R. H., Qi Liu, C., Maltese, A. V., & Fan, X. (2006). Planning Early for Careers in Science. *Science*, *312*, 1143-1144.
- Thomson, S. (2008). Examining the evidence from TIMSS: Gender differences in Year 8 science achievement in Australia. *Studies in Educational Evaluation*, *34*(2), 73-81.
- Thomson, S., Hillman, K., & Wernert, N. (2012). *Monitoring Australian Year 8 student achievement internationally: TIMSS 2011*. Melbourne: ACER.
- Tsai, L. T., & Li, H. C. (2017). International comparative studies in mathematics education: are we obsessed with the international rankings of measured educational outcomes? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *48*(8), 1262-1267.

- Τσαπαρλής, Γ., & PARSEL. (2008). Δημοφιλή και σχετικά με τη ζωή μαθήματα φυσικών επιστημών και Επιστημονικός Αλφαριθμητισμός: Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα PARSEL και η ελληνική συμμετοχή σε αυτό. Στο Π. Κουμαράς, & Φ. Σέρογλου (Επιμ.), *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης για την Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, 9-11 Μάη 2008* (σσ. 74-81). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Χριστοδουσιδίδη.
- Τσαπαρλής, Γ., & Στεργίου, Ε. (2015). Χημεία Γενικής Παιδείας Β΄ Λυκείου: Προκαταρκτική αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού βασισμένου στη σύνδεση με τη ζωή και τις εφαρμογές. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης, & Μ. Καλλέρη (Επιμ.), *9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, 8-10 Μαΐου 2015* (σσ. 847-857). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Tytler, R., Symington, D., & Smith, C. (2011). A Curriculum Innovation Framework for Science, Technology and Mathematics Education. *Research in Science Education, 41(1)*, 19-38.
- Χαρίτος, Κ., Σάλτα, Κ., & Τζουγκράκη, Χ. (2011). Ανάπτυξη και Εφαρμογή Εργαλείου Ανάλυσης Εργαστηριακών Ασκήσεων. Στο Γ. Παπαγεωργίου & Γ. Κουντουριώτης (Επίμ.), *7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 15-17 Απριλίου 2011* (σσ. 332-339). Αλεξανδρούπολη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.
- Yilmaz, H. B. (2009). *Turkish Students' Scientific Literacy Scores: A Multilevel Analysis of Data from Program for International Student Assessment* (Unpublished doctoral dissertation). The Ohio State University, Ohio.
- Zápotočná, O. (2012). Literacy as a tool of civic education and resistance to power. *Human Affairs, 22(1)*, 17-30.
- Zouda, M. (2018). Issues of power and control in STEM education: a reading through the postmodern condition. *Cultural Studies of Science Education, 1-20*.

