ePublishing

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Research in Science & Technology Education

Vol 4, No 2 (2024)

Special Issue of Selected Papers

Ελληνική Απόδοση του Ερωτηματολογίου TOSRA για τη Μελέτη των Στάσεων Μαθητών/τριών Λυκείου Απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες

Vasileios Gkagkas, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης

doi: 10.12681/riste.37367

To cite this article:

Gkagkas, V., & Χατζηκρανιώτης Ε. (2024). Ελληνική Απόδοση του Ερωτηματολογίου TOSRA για τη Μελέτη των Στάσεων Μαθητών/τριών Λυκείου Απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες. *Research in Science & Technology Education*, *4*(2), 15–50. https://doi.org/10.12681/riste.37367

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 24/01/2026 18:42:02

Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία
Ειδικό Τεύχος, 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο, (2024), Τόμος 4, Αρ. 2, σελ. 15-50

Ελληνική Απόδοση του Ερωτηματολογίου TOSRA για τη Μελέτη των Στάσεων Μαθητών/τριών Λυκείου Απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες

Βασίλειος Γκάγκας[1] και Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης[2]
[1]Υποψήφιος διδάκτορας, Τμήμα Φυσικής,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
vgkagk@auth.gr

[2]Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
evris@auth.gr

Περίληψη

Οι θετικές στάσεις προς τις Φυσικές Επιστήμες έχουν σημαντική εκπαιδευτική αξία. Στη μελέτη αυτή παρουσιάζεται η ελληνική απόδοση και ανάλυση πέντε κλιμάκων του ερωτηματολογίου TOSRA σε 662 μαθητές/τριες Α' και Β' Λυκείου. Η δομή του TOSRA επιβεβαιώθηκε με διερευνητική και επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση, διαπιστώνοντας την καλή προσαρμογή της ελληνικής απόδοσης του ερωτηματολογίου στη θεωρητική δομή του Fraser. Οι μαθητές/τριες εμφάνισαν υψηλότερη αποδοχή στις κλίμακες της επιστημονικής διερεύνησης και της απόλαυσης των πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής, ενώ η κλίμακα του μελλοντικού επαγγελματικού ενδιαφέροντος προσανατολισμένο στην επιστήμη είχε τη χαμηλότερη αποδοχή. Επίσης, καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάλογα με το φύλο, με τα αγόρια να εμφανίζουν υψηλότερες στάσεις απέναντι στην επιστήμη έναντι των κοριτσιών σχετικά με το ενδιαφέρον ενασχόλησης τους με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο. Τα ευρήματα μπορούν να αξιοποιηθούν στο σχεδιασμό και στην αξιολόγηση διδακτικών παρεμβάσεων που στοχεύουν στην ενίσχυση θετικών στάσεων των μαθητών προς τις Φυσικές Επιστήμες.

Λέξεις κλειδιά: δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ερωτηματολόγιο TOSRA, στάσεις απέναντι στην επιστήμη.

Abstract

Positive attitudes towards science hold significant educational value. This study presents the Greek adaptation and analysis of five scales from the TOSRA questionnaire in a sample of 662 upper secondary school students (grades 10 and 11). The structure of TOSRA was confirmed through

exploratory and confirmatory factor analysis, demonstrating a good fit of the Greek version to Fraser's theoretical model. Students exhibited higher acceptance on the scales related to scientific inquiry and enjoyment of experimental physics activities, while the scale measuring future science-oriented career interest showed the lowest acceptance. Additionally, a statistically significant gender difference was noted, with boys displaying more positive attitudes towards science than girls, especially regarding their interest in engaging with science during their free time. The findings can inform the design and evaluation of educational interventions aimed at enhancing students' positive attitudes towards science..

Key words: attitudes toward Science, secondary education, TOSRA questionnaire

Εισαγωγή

Οι στάσεις προσεγγίζονται από την κοινωνική ψυχολογία ως οι θετικές ή αρνητικές αξιολογήσεις ενός αντικειμένου ή γεγονότος, που διαθέτουν ανθεκτικότητα στο χρόνο και που σε συνδυασμό με τις πεποιθήσεις (οι οποίες αφορούν σταθερές γνώσεις σχετικά με ένα αντικείμενο ή γεγονός) επηρεάζουν σχεδόν κάθε καθημερινή πράξη (Schacter et al., 2012). Στον τομέα της εκπαίδευσης, οι στάσεις προς την επιστήμη (attitudes toward science) προσεγγίζονται, ως οι υποκειμενικές συναισθηματικές αντιδράσεις οι οποίες δείχνουν ευμένεια ή δυσμένεια απέναντι σε γεγονότα, αντικείμενα, ανθρώπους ή και σχολικά μαθήματα (Albarracin et al., 2014· Osborne et al., 2003). Απλοποιώντας περισσότερο τους παραπάνω ορισμούς και συνδέοντας τους με τη σχολική καθημερινότητα και πρακτική, οι στάσεις υποδεικνύουν στους μαθητές το «τι» να κάνουν ενώ οι πεποιθήσεις υποδεικνύουν το «πως» πρέπει να το κάνουν.

Ένα παράδειγμα θετικής στάσης είναι η φράση «*Μου αρέσει να παρακολουθώ το μάθημα της Φυσικής*» και ένα παράδειγμα αρνητικής στάσης είναι «*Δεν μου αρέσει το μάθημα της Φυσικής*». Εξειδικεύοντας περεταίρω τις στάσεις, αυτές διαθέτουν γνωστική (cognitive) και συναισθηματική (affective) συνιστώσα. Η γνωστική συνιστώσα επηρεάζεται από τις διαδικασίες νοητικής επεξεργασίας των πληροφοριών προς κατασκευή νοήματος και γνώσης ενώ η συναισθηματική συνιστώσα επηρεάζεται από τα συναισθήματα που δημιουργούνται στους μαθητές και δημιουργούνται συλλογικά από τη μαθησιακή διαδικασία (Osborne et al., 2003). Στο τελευταίο έχουν καταλήξει ποικίλες μελέτες οι οποίες έχουν διερευνήσει την επίδραση της μαθησιακής διαδικασίας στις στάσεις των μαθητών. Συγκεκριμένα η Anghelache (2013) κατέληξε στο ότι οι στάσεις των μαθητών διαμορφώνονται από παράγοντες όπως η συμμετοχή, ο σκοπός και η επίτευξη και οι Winberg & Hedman (2008) περαιτέρω ανέδειξαν ότι οι προηγούμενες γνώσεις των μαθητών και ο τύπος εκπαίδευσης μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τις συναισθηματικές αντιδράσεις των μαθητών επηρεάζοντας τις στάσεις τους.

Μια σαφής διάκριση μεταξύ των στάσεων είναι η διάκριση τους σε επιστημονικές στάσεις (Scientific Attitudes) και σε στάσεις απέναντι στην επιστήμη (Attitudes Towards Science) (Gardner, 1975). Οι πρώτες βασίζονται στην ειλικρίνεια, στην επιστημονική σκέψη

και στον σκεπτικισμό αλλά και σε επιστημονικές πρακτικές όπως η επιθυμία για γνώση και κατανόηση μέσω της επιβεβαίωσης των επιστημονικών δηλώσεων από τα δεδομένα. Οι δεύτερες αφορούν τις προδιαθέσεις των μαθητών απέναντι στην επιστήμη, στα χρησιμοποιούμενα επιστημονικά εργαλεία και στον αντίκτυπο της επιστήμης στην κοινωνία (Osborne et al., 2003). Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα κάποιοι ερευνητές να τοποθετούν τις στάσεις στον συναισθηματικό τομέα, κάποιοι στον γνωστικό τομέα και κάποιοι άλλοι να τις χρησιμοποιούν εναλλακτικά (Aydeniz & Kotowski, 2014).

Ο Klopfer (1971) παρείχε μια ταξινομία σχετική με τις στάσεις και τα ενδιαφέροντα των μαθητών απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες (η οποία στηρίζεται στην ταξινομία του Krathwohl) συμπεριλαμβάνοντας και τους τρεις τομείς συμπεριφοράς των μαθητών (γνωστικό, συναισθηματικό και ψυχοκινητικό) καθώς και τη μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών. Η κατηγοριοποίηση που παρείχε «Στάσεις και Ενδιαφέροντα» (Attitudes and Interests) τοποθετεί τις στάσεις των συναισθηματικό τομέα και είναι η εξής (Ζησιμόπουλος et al., 2002):

- Θετική στάση απέναντι στην επιστήμη (Manifestation of favorable attitudes toward science and scientists),
- Αποδοχή της μεθόδου στην επιστημονική έρευνα σαν μιας μεθόδου σκέψης (Acceptance of scientific inquiry as a way of thought),
- Υιοθέτηση της επιστημονικής μεθοδολογίας (Adoption of “scientific attitudes”),
- Ευχαρίστηση από τη μάθηση της επιστήμης (Enjoyment of science learning experiences),
- Ανάπτυξη ενδιαφέροντος για επιστημονικές δραστηριότητες εκτός μαθημάτων (Development of interests in science and science-related activities), και
- Ανάπτυξη ενδιαφέροντος για καριέρα στην επιστήμη (Development of interest in pursuing a career in science).

Η παρούσα έρευνα εστιάζει στη συναισθηματική πλευρά των στάσεων και υιοθετεί την ταξινομία του Klopfer της οποίας τα στοιχεία θεωρείται ότι επηρεάζονται και εν τέλη διαμορφώνονται κατά τη διάρκεια της εφηβείας του ανθρώπου (Osborne et al., 2003). Υπό αυτήν την οπτική οι στάσεις (ιδωμένες ως αντιδράσεις οδηγούμενες από τα συναισθήματα, τις πεποιθήσεις και τις αξίες) βασίζονται εν γένει σε ένα πολυδιάστατο κατασκεύασμα που αποτελείται από διάφορες πτυχές οι οποίες μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν: (α) τις αντιλήψεις των μαθητών για το δάσκαλο, (β) τον φόβο αποτυχίας στο μάθημα, (γ) την αξία της επιστήμης, (δ) την απόλαυση της μάθησης της επιστήμης, και (ε) το περιβάλλον της διδασκαλίας (Osborne et al., 2003).

Η ανάγκη μελέτης και προώθησης θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη θεωρείται από τους ερευνητές και τους διεθνείς οργανισμούς ιδιαίτερα σημαντική στην εκπαίδευση, καθώς αυτές συνδέονται θετικά με τον επιστημονικό αλφαβητισμό των μαθητών (Genc,

2015), βελτιώνουν τις σχολικές τους επιδόσεις (Ahuja, 2017), ενθαρρύνουν την επιστημονική περιέργεια (NRC, 2009), ενισχύουν τη βούληση για μάθηση (George, 2006), και μπορούν να προδιαθέσουν θετικά τους μελλοντικούς πολίτες απέναντι στην επιστήμη (Stilgoe et al., 2014).

Το ερωτηματολόγιο TOSRA

Διεθνώς, έχουν υλοποιηθεί αρκετές έρευνες για την ανάπτυξη ερωτηματολογίων ως προς τη διερεύνηση των στάσεων απέναντι στις φυσικές επιστήμες με τα διάφορα εργαλεία που συναντώνται στη βιβλιογραφία να στοχεύουν στη μελέτη διαφορετικών πτυχών των στάσεων, όπως των πεποιθήσεων για τη φύση της επιστήμης (Chen, 2006), ή των αντιλήψεων για τον κοινωνικό αντίκτυπο της επιστήμης (Xiao & Sandoval, 2017). Ένα από αυτά είναι το ερωτηματολόγιο Στάσεων απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες (Test of Science-Related Attitudes, TOSRA) του Fraser, το οποίο χρησιμοποιεί την ταξινομία του Klopfer (1971) «Στάσεις και Ενδιαφέροντα για τις Φυσικές Επιστήμες» (Attitudes and Interests) και σχεδιάστηκε να μετρά τις Στάσεις των μαθητών/τριών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίες σχετίζονται με την επιστήμη (Fraser, 1978, 1981). Ο Fraser (1978) διαίρεσε το πρώτο στοιχείο της ταξινομίας του Klopfer σε δυο κλίμακες: «Κοινωνικές επιπτώσεις της επιστήμης» και «Κανονικότητα των επιστημόνων», με αποτέλεσμα το εν λόγω ερωτηματολόγιο να περιλαμβάνει επτά (7) κλίμακες, καθεμία από τις οποίες μετρά μια συγκεκριμένη στάση των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης απέναντι στην επιστήμη. Έτσι, το ερωτηματολόγιο TOSRA αποτελείται από 70 ερωτήσεις, χωρισμένες σε 7 κλίμακες, οι οποίες ανιχνεύουν:

- τις κοινωνικές επιπτώσεις της επιστήμης (social implications of science),
- την κανονικότητα των επιστημόνων (normality of scientists),
- τις στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση (attitude to scientific inquiry),
- την υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων (adoption of scientific attitudes),
- την απόλαυση των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών (enjoyment of science lessons),
- το ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο (leisure interest in science) και,
- το επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη (career interest in science).

Η απόδοση (ή προσαρμογή) του ερωτηματολογίου Στάσεων απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες (TOSRA) σε διαφορετικές γλώσσες έχει αποτελέσει αντικείμενο ερευνητικού ενδιαφέροντος αρκετών ερευνητών χαρακτηρίζοντας τες από διαφορετικές γλωσσικές και πολιτισμικές προσεγγίσεις. Στην περίπτωση της ισπανικής έκδοσης (Navarro et al., 2016), η μετάφραση του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε διατηρώντας σε μεγάλο βαθμό τη δομή του πρωτοτύπου ερωτηματολογίου με τους ερευνητές αρχικά να μεταφράζουν πρώτα όλες τις ερωτήσεις στα ισπανικά και έπειτα να πραγματοποιούν αξιολόγηση με δίγλωσσο

φυσικό ομιλητή των αγγλικών. Τα κριτήρια της μετάφρασης περιλάμβαναν διατήρηση του αρχικού νοήματος, χρήση κατάλληλης γλώσσας για την ηλικία, κοινά αποδεκτά ισπανικά και διατήρηση της αρχικής μορφής του ερωτηματολογίου (κλίμακα Likert). Οι πολιτισμικές τροποποιήσεις ήταν ελάχιστες και η ισπανική έκδοση διατήρησε πλήρως την αρχική δομή με 7 κλίμακες και 70 ερωτήσεις, χωρίς προσθήκες ή αφαιρέσεις. Η μετέπειτα παραγοντική ανάλυση επιβεβαίωσε τις επτά διαστάσεις, υποστηρίζοντας την εγκυρότητα του ερωτηματολογίου. Επίσης η εσωτερική συνοχή και η εγκυρότητα του ισπανικού TOSRA παρέμειναν υψηλές, με δείκτη Cronbach's α περίπου στο .90, διατηρώντας έτσι την επιτυχημένη αξιοπιστία του αρχικού ερωτηματολογίου.

Αντίστοιχες προσεγγίσεις υλοποιήθηκαν και από ερευνητές στις κινεζικές και κορεατικές εκδόσεις του ερωτηματολογίου. Συγκεκριμένα, οι Sivan & Chan (2013) μετέφρασαν και ενέταξαν μία κλίμακα από το TOSRA στα κινέζικα για χρήση σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο Χονγκ Κονγκ, χρησιμοποιώντας άμεση μετάφραση με τροποποιήσεις αντικαθιστώντας τη λέξη "Science" με τη λέξη "Subject". Η κινεζική έκδοση παρουσίασε πολύ καλή εσωτερική συνοχή με τιμή Cronbach's α ίση με .92, γεγονός που επιβεβαίωσε την αξιοπιστία της. Η κορεατική έκδοση των Fraser & Lee (2015) υλοποιήθηκε για έρευνες σε μαθητές στη Νότια Κορέα, εφαρμόζοντας αυστηρή διαδικασία μετάφρασης-αντίστροφης μετάφρασης με πιλοτικό έλεγχο. Η δομή του ερωτηματολογίου επίσης διατηρήθηκε πλήρως συμπεριλαμβάνοντας και 7 κλίμακες με 70 ερωτήσεις, υλοποιώντας μικρές γλωσσικές προσαρμογές. Η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των εν λόγω εκδόσεων επιβεβαιώθηκαν, καθώς η εσωτερική συνοχή ήταν υψηλή (Cronbach's α≈0,80+), υποστηρίζοντας τη σταθερότητα της δομής του εργαλείου. Και στις δύο περιπτώσεις οι πολιτισμικές διαφορές περιορίστηκαν με την αντικατάσταση όρων με αντίστοιχους στην κινέζικη και κορεάτικη κουλτούρα, διατηρώντας πλήρως τη δομή του πρωτοτύπου (7 κλίμακες, 70 ερωτήσεις).

Σε αντίθεση με τις προηγούμενες προσεγγίσεις, η έκδοση στα Πακιστανικά ουρντού των Ali et al. (2013) και η ινδονησιακή έκδοση του Adolphe (2002) περιείχαν σημαντικότερες τροποποιήσεις, τόσο στο πλήθος των ερωτήσεων, όσο και στη δομή και την απόδοση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου, κυρίως λόγω των πολιτισμικών διαφορών. Συγκεκριμένα, στην έκδοση ουρντού η μετάφραση έγινε με άμεση προσέγγιση, αλλά περιλάμβανε αρκετές προσαρμογές και αφαίρεση κλιμάκων με αποτέλεσμα η τελική έκδοση του ερωτηματολογίου να περιλαμβάνει 25 ερωτήσεις και 4 κλίμακες. Ωστόσο παρόλες τις αλλαγές, η τελική έκδοση παρουσίασε καλή εγκυρότητα και αξιοπιστία, με τιμή δείκτη Cronbach's α, α= .84.

Στην ινδονησιακή έκδοση Adolphe (2002) ακολουθήθηκε επιλεκτική προσέγγιση, με τροποποιήσεις σε συγκεκριμένες κλίμακες και απλοποίηση της γλώσσας ώστε να είναι περισσότερο κατανοητή από μικρότερες ηλικίες μαθητών/τριών. Η δομή του ερωτηματολογίου άλλαξε, με τις ερωτήσεις να μειώνονται στις 20-30 (αναλόγως της εκάστοτε ηλικιακής ομάδας) ενώ οι γλωσσικές εκφράσεις απλοποιήθηκαν με στόχο τη μεγαλύτερη σαφήνεια τους. Παρόμοια με προηγουμένως, και παρά αυτές τις προσαρμογές, η ινδονησιακή έκδοση παρουσίασε αξιόπιστα αποτελέσματα, με τιμή δείκτη Cronbach's α=.80.

Το TOSRA είναι ένα εργαλείο επικαιροποιημένο διεθνώς και χρησιμοποιείται σε πολλές έρευνες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Agunbiade, 2021· Brown et al., 2020· Sharma et al., 2021). Στον ελλαδικό χώρο, εξ όσων γνωρίζουμε, δεν έχει γίνει χρήση του TOSRA. Παράλληλα επειδή οι πρόσφατες αλλαγές στα αναλυτικά προγράμματα των Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα προσανατολίζονται προς περισσότερο εποικοδομητικές προσεγγίσεις, όπως η διερευνητική μάθηση (inquiry-based learning), υπό αυτήν την προσέγγιση το TOSRA μπορεί να λειτουργήσει ως ένα εργαλείο αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας αυτών των προσεγγίσεων, διερευνώντας τις στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστήμη και παρέχοντας δεδομένα για τη διαμόρφωση και κατ' επέκταση τη βελτίωση της διδασκαλίας των θετικών επιστημών.

Τα ερευνητικά ερωτήματα

Το ερωτηματολόγιο TOSRA έχει αναπτυχθεί στην αγγλική γλώσσα, και προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σε Έλληνες μαθητές πρέπει να μεταφραστεί και να προσαρμοστεί στα ελληνικά. Στην παρούσα έρευνα περιγράφονται οι διαδικασίες της απόδοσης (rendering), χορήγησης και ανάλυσης του ερωτηματολογίου TOSRA στην ελληνική γλώσσα, για χρήση στο εκπαιδευτικό αντικείμενο της Φυσικής ειδικότερα (και των Φυσικών επιστημών γενικότερα), στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση σε μαθητές/τριες του Γενικού Λυκείου (ΓΕ.Λ.). Τα ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας είναι τα εξής:

1) Ποια είναι η αξιοπιστία και η διακριτική εγκυρότητα της ελληνικής απόδοσης του ερωτηματολογίου TOSRA;
2) Ποια είναι η αποδοχή των κλιμάκων του ερωτηματολογίου από τους μαθητές/τριες;
3) Διαφοροποιούνται οι στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστήμη ανάλογα με το φύλο τους;

Μεθοδολογία

Περιγραφή των κλιμάκων του ερωτηματολογίου TOSRA

Το ερωτηματολόγιο TOSRA (όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω) αποτελείται από 70 ερωτήσεις, χωρισμένες σε 7 κλίμακες, καθεμία από τις οποίες διερευνά μια συγκεκριμένη στάση των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης απέναντι στην επιστήμη.

Περισσότερο συγκεκριμένα, η πρώτη κλίμακα, κοινωνικές επιπτώσεις της επιστήμης, ανιχνεύει την εκδήλωση ευνοϊκών στάσεων απέναντι στην επιστήμη και τους επιστήμονες και περιλαμβάνει ερωτήσεις σχετικά με τις στάσεις των μαθητών αναφορικά με τα κοινωνικά οφέλη και τα προβλήματα τα οποία συσχετίζονται με την επιστημονική έρευνα και πρόοδο.

Η δεύτερη κλίμακα, κανονικότητα των επιστημόνων, διερευνά τις ιδέες των μαθητών υπό την έννοια του πως οι μαθητές αντιλαμβάνονται τους επιστήμονες ως άτομα. Ειδικότερα

διερευνά τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών σχετικά με το εάν θεωρούν ότι οι επιστήμονες είναι φυσιολογικοί άνθρωποι ή εκκεντρικές προσωπικότητες καθώς εάν θεωρούν ότι διάγουν έναν φυσιολογικό τρόπο ζωής.

Η τρίτη κλίμακα, στάσεις των μαθητών απέναντι στην επιστημονική έρευνα, διερευνά εάν οι μαθητές/τριες αποδέχονται την επιστημονική έρευνα ως τρόπο σκέψης. Συγκεκριμένα, διερευνά τις στάσεις τους απέναντι στον επιστημονικό πειραματισμό και την αποδοχή της διερεύνησης ως μια μέθοδο απόκτησης πληροφοριών για τον φυσικό κόσμο.

Η τέταρτη κλίμακα, υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων, διερευνά το πόσο ανοιχτόμυαλοι είναι οι μαθητές/τριες καθώς και το πόσο πρόθυμοι είναι να αντιστρέψουν τις απόψεις τους όταν έρχονται αντιμέτωποι με επιστημονικές αποδείξεις.

Η πέμπτη κλίμακα, απόλαυση των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών, διερευνά την απόλαυση που βιώνουν οι μαθητές/τριες μέσω της συμμετοχής τους σε μαθήματα Φυσικών Επιστημών.

Η έκτη κλίμακα, ενδιαφέρον αναψυχής στην επιστήμη, έχει σχεδιαστεί ώστε να αντικατοπτρίζει τα ενδιαφέροντα των μαθητών/τριών αναφορικά με τα χόμπι τους και τις εξωσχολικές τους δραστηριότητες οι οποίες σχετίζονται με την επιστήμη.

Τέλος, στην έβδομη κλίμακα, ενδιαφέρον σταδιοδρομίας στην επιστήμη, επιχειρείται να ανιχνευθεί το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών αναφορικά με την επιδίωξη μιας καριέρας σχετικής με την επιστήμη.

Δείγμα και διαδικασία χορήγησης

Το ερωτηματολόγιο αρχικά δόθηκε σε ένα δείγμα 707 μαθητών/τριών των Α και Β Λυκείου προερχόμενο από σχολεία δύο γεωγραφικών περιοχών της Ελλάδας (Αθήνα, Λάρισα), που φοιτούσαν σε δημόσια σχολεία, κατά το πρώτο τρίμηνο του 2022. Δόθηκε προσοχή ώστε οι μαθητές/τριες που κλήθηκαν να συμμετέχουν στην έρευνα να είχαν προηγούμενη πειραματική εμπειρία στις φυσικές επιστήμες. Έτσι οι συνεργαζόμενοι εκπαιδευτικοί που χορήγησαν το ερωτηματολόγιο στα τμήματά τους ανέφεραν ότι τόσο αυτοί όσο και οι προηγούμενοι εκπαιδευτικοί από αυτούς είχαν διενεργήσει πειράματα σχετικά με τις φυσικές επιστήμες.

Η διαδικασία χορήγησης του ερωτηματολογίου ήταν συνεπής με την περιγραφή χορήγησης του Fraser (1981). Οι μαθητές/τριες αρχικά ενημερώθηκαν για τον σκοπό της έρευνας και κλήθηκαν να συμμετάσχουν σε αυτή εθελοντικά, χωρίς κάποια χρηματική αποζημίωση. Ταυτόχρονα τους γνωστοποιήθηκε ότι θα τηρηθεί η ανωνυμία τους και ότι είχαν δυνατότητα απόσυρσης από την έρευνα οποιαδήποτε στιγμή επιθυμούσαν. Επιπλέον, τους παρασχέθηκαν σύντομες οδηγίες για τη σωστή χρήση της πενταβάθμιας κλίμακας Likert Καθόλου αληθινό (1), Λίγο αληθινό (2), Μέτρια αληθινό (3), Αρκετά αληθινό (4), Πολύ αληθινό (5), και έγινε παράκληση ώστε οι μαθητές να μην απαντήσουν σε ερωτήσεις που δεν κατανοούσαν. Επιπλέον, ενθαρρύνθηκε η υποβολή ερωτήσεων ώστε να αποφευχθούν τυχόν παρερμηνείες και

έτσι να μειωθεί περεταίρω η πιθανότητα αναπάντητων ερωτήσεων. Δεν υπήρχε χρονικό όριο για τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Ο μέσος χρόνος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου ήταν περίπου 20 λεπτά (με μέγιστο παρατηρούμενο χρόνο τα 30 λεπτά), κάτι το οποίο είναι σύμφωνο με τα χρονικά όρια που έχει αναφέρει ο Fraser (1981).

Διαδικασία απόδοσης του ερωτηματολογίου στην ελληνική γλώσσα

Η απόδοση του TOSRA στα ελληνικά επιχειρήθηκε με σκοπό την αξιοποίηση του σε Έλληνες μαθητές/τριες, διατηρώντας τη δομή και τη φιλοσοφία του πρωτοτύπου. Όπου κρίθηκε απαραίτητο, η ορολογία αποδόθηκα κατάλληλα ώστε να διασφαλιστεί η σαφήνεια και η πολιτισμική καταλληλότητα του, χωρίς να διακυβεύεται η συγκρισιμότητα και η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου.

Για τη μετάφραση του ερωτηματολογίου στην ελληνική γλώσσα, συνεργάστηκαν δύο καθηγητές, ένας Φυσικός (και συν-συγγραφέας της έρευνας) και μία καθηγήτρια της Αγγλικής Φιλολογίας. Η μετάφραση έγινε με γνώμονα την κατανόηση των μαθητών/τριών ηλικίας 16-17 ετών. Από τις επτά κλίμακες του αρχικού ερωτηματολογίου επιλέχθηκαν πέντε - δεν συμπεριλήφθηκαν οι κλίμακες “κοινωνικές επιπτώσεις της επιστήμης” και “κανονικότητα των επιστημόνων”. Η απόφαση για εξαίρεση αυτών των κλιμάκων σχετίζεται με τις ερευνητικές προτεραιότητες της παρούσας μελέτης, η οποία εστιάζει κυρίως στις στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στη Φυσική ως μάθημα, απέναντι στις πειραματικές δραστηριότητες και απέναντι στη διερευνητική μάθηση. Έτσι οι εν λόγω κλίμακες που εξαιρέθηκαν αφορούσαν περισσότερο τις κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης και λιγότερο την εκπαιδευτική πρακτική που βρίσκεται στο επίκεντρο της τρέχουσας μελέτης. Επιπλέον, η απόφαση για την εξαίρεση των δύο αυτών κλιμάκων σχετίζεται και με ένα πρακτικό λόγο: η αυξημένη έκταση του ερωτηματολογίου (70 ερωτήσεις) ενδέχεται να λειτουργούσε αποθαρρυντικά για τους μαθητές/τριες, αυξάνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης αναπάντητων ερωτήσεων και μειώνοντας έτσι την εγκυρότητα των δεδομένων.

Κατά τη διαδικασία της απόδοσης του ερωτηματολογίου στα ελληνικά, οι ερωτήσεις της κλίμακας «Enjoyment of Science lessons» (Απόλαυση των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών) προσαρμόστηκαν ώστε να αναδείξουν την πειραματική φύση της διδασκαλίας των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών δίνοντας ταυτόχρονα έμφαση στο μάθημα της Φυσικής. Συγκεκριμένα ο όρος «Science», που υπήρχε στο αγγλόφωνο ερωτηματολόγιο, στις ερωτήσεις της κλίμακας αποδόθηκε ως «πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική» αφενός με στόχο να κατευθύνει πιο άμεσα τη σκέψη των μαθητών/τριών προς το μάθημα της Φυσικής και αφετέρου να προσδώσει και τη διάσταση της πειραματικής πρακτικής του μαθήματος. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων προσαρμογών είναι οι ερωτήσεις «Science lessons are fun» και «School should have more science lessons each week», οι οποίες προσαρμόστηκαν αντίστοιχα ως «Οι πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική είναι διασκεδαστικές» και «Στο σχολείο θα έπρεπε να πραγματοποιούνται περισσότερες πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική».

Οι αλλαγές αυτές κρίθηκαν απαραίτητες για τη διασφάλιση της εννοιολογικής συνάφειας και της καταλληλότητας του ερωτηματολογίου στο ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο. Το ερωτηματολόγιο TOSRA σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε για να χρησιμοποιηθεί στα εκπαιδευτικά συστήματα των Ηνωμένων Πολιτειών και της Αυστραλίας στα οποία η έννοια του όρου «Science» στο σχολικό πλαίσιο δεν περιορίζεται μόνο στη θεωρητική διδασκαλία εννοιών, αλλά συνήθως περιλαμβάνει και εκτενή χρήση πρακτικών εργαστηριακών ασκήσεων, πειραμάτων, καθώς και ερευνητικών δραστηριοτήτων που ενισχύουν τη βιωματική μάθηση και την ενεργό συμμετοχή των μαθητών/τριών (NRC, 2012). Πιο συγκεκριμένα, ήδη από τις πρώτες τάξεις του δημοτικού, οι μαθητές εξοικειώνονται με εργαστηριακές διαδικασίες και hands-on πειραματικές δραστηριότητες, ενώ στο γυμνάσιο και το λύκειο η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών πραγματοποιείται συχνά σε αίθουσες ειδικά διαμορφωμένες για εργαστηριακή χρήση, με πολλές φορές σχεδόν αποκλειστικά (ή αποκλειστικά) την πειραματική προσέγγιση (Hofstein & Lunetta, 2004). Συνεπώς, η απόδοση του όρου «Science» ως «πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική» θεωρείται κατάλληλη, καθώς αντανακλά αυτήν την πρακτική προσέγγιση, με σκοπό να συνεισφέρει στην εννοιολογική συνάφεια της απόδοσης των ελληνικών ερωτήσεων του ερωτηματολογίου με αυτών του αυθεντικού.

Μετά τη μετάφραση του, το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε μια καθηγήτρια της ελληνικής φιλολογίας για ορθογραφικό και συντακτικό έλεγχο. Στη συνέχεια, πιλοτικά χορηγήθηκε σε ένα μικρό δείγμα μαθητών/τριών για σημασιολογικό έλεγχο μέσω δύο συνεδριών διάρκειας 45 λεπτών η κάθε μία σε δείγμα 5 μαθητών/τριών της Α Λυκείου. Κατά τη διάρκεια αυτών των συνεδριών, η κάθε ερώτηση διαβάστηκε δυνατά και στη συνέχεια ζητήθηκε από τους μαθητές/τριες να ερμηνεύσουν με δικά τους λόγια τι καταλάβαιναν από την κάθε ερώτηση. Αυτή η διαδικασία οδήγησε σε μικρές αναδιατυπώσεις ορισμένων ερωτήσεων προκειμένου να καταστούν περισσότερο κατανοητές. Οι ερωτήσεις που αναδιατυπώθηκαν υποβλήθηκαν ξανά στη φιλόλογο καθηγήτρια για τον τελικό ορθογραφικό και συντακτικό τους έλεγχο. Το τελικό ερωτηματολόγιο που προέκυψε παρατίθεται στο παράρτημα (TOSRA-GR).

Διαδικασία αποτίμησης του ερωτηματολογίου

Από τη στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων, αφαιρέθηκαν οι απαντήσεις πέντε (5) μαθητών/τριών καθώς δήλωσαν έλλειψη προηγούμενης πειραματικής εμπειρίας στα πλαίσια της Φυσικής ή κάποιου άλλου μαθήματος Φυσικών Επιστημών. Επίσης, αφαιρέθηκαν 40 απαντήσεις μαθητών/τριών που δεν συμπλήρωσαν πλήρως το ερωτηματολόγιο. Το τελικό δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 662 συμπληρωμένα ερωτηματολόγια. Το φύλο του δείγματος ήταν 332 (50.2%) αγόρια και 330 (49.8%) κορίτσια. Στη συνέχεια, το δείγμα διαχωρίστηκε τυχαία σε δύο ομάδες (ομάδα Α, N_A=331 & ομάδα Β, N_B=331) με ίδιο πλήθος αγοριών/κοριτσιών, μαθητών Α/Β Λυκείου και μαθητών Αττικής/Επαρχίας. Στη πρώτη ομάδα διενεργήθηκε διερευνητική παραγοντική ανάλυση (Exploratory Factor Analysis,

EFA), ενώ στη δεύτερη ομάδα επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση (Confirmatory Factor Analysis, CFA). Για την ομοιομορφία στην ανάλυση των δεδομένων, οι αρνητικά διατυπωμένες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου κωδικοποιήθηκαν αντίστροφα, έτσι ώστε όλες οι απαντήσεις να έχουν την ίδια κατεύθυνση. Συγκεκριμένα, η κωδικοποίηση έγινε ως εξής: 1□5, 2□4, 3□3, 4□2, 5□1, με στόχο οι υψηλότερες τιμές να υποδηλώνουν πιο θετικές στάσεις των μαθητών απέναντι στην επιστήμη.

Η διερευνητική παραγοντική ανάλυση (EFA)

Η EFA είναι μια τεχνική μείωσης μεταβλητών που επιτρέπει την εκτίμηση του αριθμού και της δομής λανθανουσών δομών (latent variables ή constructs) που επηρεάζουν τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σε έναν αριθμό μετρούμενων μεταβλητών (manifest variables) (Watson, 2017). Για να υλοποιηθεί μια ανάλυση EFA, αρχικά προσδιορίζεται ο αριθμός των λανθανουσών δομών (δομικών παραγόντων) και στη συνέχεια προσδιορίζεται η υποκείμενη δομή τους (η κατάταξη των ερωτήσεων-μεταβλητών στους δομικούς παράγοντες). Στα πλαίσια της EFA, επιχειρείται να εξηγηθεί το υψηλότερο ποσοστό της κοινής διακύμανσης με τον λιγότερο αριθμό επεξηγηματικών όρων. Αυτοί οι όροι, γνωστοί ως παράγοντες, είναι ουσιαστικά συστάδες ερωτήσεων με υψηλό βαθμό συσχέτισης μεταξύ τους. Η ανάλυση EFA στην παρούσα μελέτη κρίνεται σκόπιμο να υλοποιηθεί, καθώς χρησιμοποιείται ένα ερωτηματολόγιο που υποβάλλεται σε διαφορετικό δείγμα από εκείνο για το οποίο σχεδιάστηκε το οποίο έχει υποστεί τροποποιήσεις (Field, 2013).

Κατά την ανάλυση EFA επιδιώκεται η απλοποίηση του μοντέλου και η εξήγηση του μέγιστου ποσοστού της κοινής διακύμανσης στις απαντήσεις, χρησιμοποιώντας τον ελάχιστο αριθμό εξηγητικών δομών, μέσω της αφαίρεσης ερωτήσεων που δεν συμβάλλουν ουσιαστικά στην κατανόηση της δομής των δεδομένων (Field, 2013). Οι τρεις στρατηγικές αφαίρεσης ερωτήσεων που συναντώνται στη βιβλιογραφία είναι οι εξής (Güvendir & Özkan, 2022):

1) Στην πρώτη στρατηγική, εντοπίζονται οι ερωτήσεις που φορτίζουν υψηλά σε δύο ή περισσότερους παράγοντες και η διαφορά των φορτίσεων τους είναι μικρότερη από .10. Στη συνέχεια, αφαιρείται η ερώτηση με τη μικρότερη διαφορά μεταξύ των φορτίσεων μεταξύ των παραγόντων. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να μην υπάρχει πλέον ερώτηση που να φορτίζει σε περισσότερους από έναν παράγοντα.

2) Η δεύτερη στρατηγική προσδιορίζει όλες τις ερωτήσεις που φορτίζουν υψηλά σε δύο παράγοντες και η διαφορά των φορτίσεων είναι μικρότερη από .10. Αυτές οι ερωτήσεις αφαιρούνται μονομιάς από την ανάλυση, και η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Στη συνέχεια εάν υπάρχουν ακόμα ερωτήσεις οι οποίες φορτώνουν ταυτόχρονα σε δυο ή και περισσότερους παράγοντες, τότε αφαιρούνται. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου δεν υπάρχουν ερωτήσεις οι οποίες να φορτώνουν ταυτόχρονα σε περισσότερους από έναν παράγοντες.

3) Κατά την τρίτη στρατηγική, εντοπίζονται όλες οι ερωτήσεις που φορτίζουν υψηλά σε περισσότερους από δύο παράγοντες, και η διαφορά των φορτίσεων τους είναι μικρότερη από .10. Αυτές οι ερωτήσεις αφαιρούνται, και η διαδικασία επαναλαμβάνεται χρησιμοποιώντας την πρώτη στρατηγική.

Στην παρούσα έρευνα, επιλέχθηκε η τρίτη στρατηγική καθώς φαίνεται να παρουσιάζει ελαφρώς αυξημένους δείκτες αξιοπιστίας έναντι των άλλων δύο στρατηγικών (Güvendir & Özkan, 2022).

Κατά την εκτίμηση του πλήθους των παραγόντων, συναντώνται αρκετές τεχνικές και δοκιμές με τις περισσότερο συνηθισμένες να είναι: ο αριθμός των παραγόντων να καθορίζεται από τον δείκτη της ιδιοτιμής Eigenvalue (Eigenvalue index) (Larsen & Warne, 2010), από την επιθεώρηση του διαγράμματος διασποράς (Scree Plot) (Cattel, 1966), από τη δοκιμή χ2 του Bartlett (Bartlett's χ2 test) (Bartlett, 1950) και από τη δοκιμή παράλληλης ανάλυσης (Parallel Analysis test) (Horn, 1965). Ωστόσο, καθεμία από αυτές ενδεχομένως να εξάγει διαφορετικό πλήθος παραγόντων δίνοντας χώρο στον ερευνητή να έχει τον τελευταίο λόγο. Αυτό οφείλεται στο ότι η κάθε τεχνική έχει τις δικές της ιδιαιτερότητες και συνάμα αδυναμίες. Για παράδειγμα, ο προσδιορισμός των παραγόντων μέσω των ιδιοτιμών Eigenvalue συνήθως υπερεκτιμά τον αριθμό των παραγόντων (Hayton et al., 2004) και η ακρίβεια της επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως το μέγεθος του δείγματος, ο τύπος συρρίκνωσης των δεδομένων και ο αριθμός των μεταβλητών στον πίνακα συσχέτισης (Bobko & Schemmer, 1984). Το διάγραμμα Scree Plot είναι σε κάποιες περιπτώσεις ασαφές καθώς το πλήθος των παραγόντων επιλέγεται υποκειμενικά από τον ερευνητή (Ledesma et al., 2015), και τέλος, το τεστ χ^2 είναι ευαίσθητο σε μικρά μεγέθη δείγματος (Ma et al., 2015).

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε το Scree Plot και επιβεβαιωτικά η Parallel Analysis για τον προσδιορισμό του αριθμού των παραγόντων. Το Scree Plot, για τον προσδιορισμό του αριθμού των παραγόντων, θεωρείται ικανό μέτρο αφού το μέγεθος του δείγματος της έρευνας είναι N>200 (Yong & Pearce, 2013). Στην τεχνική αυτή αρχικά κατασκευάζεται μια γραφική παράσταση των εξαγόμενων παραγόντων σε σχέση με τις ιδιοτιμές τους σε φθίνουσα τάξη μεγέθους (DeVellis, 2012) και ο ερευνητής εντοπίζει ένα «σπάσιμο» στο οποίο η απότομη κλίση των μεγαλύτερων ιδιοτιμών τελειώνει και αρχίζουν οι μικρότερες ιδιοτιμές. Οι παράγοντες στα αριστερά του σπασίματος διατηρούνται, και όσοι βρίσκονται στα δεξιά αφαιρούνται. Η τεχνική της Parallel Analysis είναι μια τεχνική Monte Carlo κατά την οποία συγκρίνονται οι ιδιοτιμές των πραγματικών δεδομένων με αυτές των δεδομένων που δημιουργούνται τυχαία, λαμβάνοντας υπόψη το δειγματοληπτικό σφάλμα. Η τεχνική αυτή θεωρείται ιδιαίτερα χρήσιμη καθώς παρέχει περισσότερο ακριβείς και αξιόπιστες προσεγγίσεις σε σύγκριση με τις υπόλοιπες τεχνικές (Ledesma & Valero-Mora, 2007). Η τιμή αποκοπής των παραγόντων (cutoff factors loading point) ορίστηκε στην τιμή .35. Η μέθοδος εξαγωγής των παραγόντων έγινε μέσω της Principal Axis Factoring η οποία είναι κατάλληλη για την ανάλυση EFA (Field, 2013) και ως μέθοδος περιστροφής επιλέχθηκε η Direct Oblimin η οποία είναι κατάλληλη για δεδομένα που αφορούν την ανθρώπινη συμπεριφορά

(αποδεχόμενοι την ύπαρξη κάποιου βαθμού συσχέτισης μεταξύ των εξαγόμενων παραγόντων) (Asparouhov & Muthén, 2009).

Η επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση (CFA)

Η CFA είναι μια τεχνική ανάλυσης που χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς των κοινωνικών επιστημών, και επιτρέπει την εξέταση των αιτιακών σχέσεων μεταξύ κρυφών και παρατηρούμενων μεταβλητών μέσα από εκ των προτέρων καθορισμένα θεωρητικά μοντέλα (Smelser & Baltes, 2001). Έτσι σε αντίθεση με την ανάλυση EFA, στην οποία η κάθε ερώτηση του ενός ερωτηματολογίου είναι ελεύθερη να φορτώσει σε οποιονδήποτε παράγοντα, στη CFA οι ερωτήσεις ελέγχονται για να εξεταστεί εάν ταιριάζουν σε μια προκαθορισμένη θεωρητική δομή. Επομένως, η CFA είναι μια διαδικασία αξιολόγησης της καλής προσαρμογής των δεδομένων σε ένα θεωρητικό μοντέλο και έτσι μπορεί να επιβεβαιώσει ή να απορρίψει μια προϋπάρχουσα δομή (Γιαλαμάς κ.ά., 2024).

Για την αξιολόγηση της προσαρμογής του μοντέλου που προέκυψε από την ανάλυση EFA, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση CFA και υπολογίστηκαν αρκετοί δείκτες. Ο πρώτος δείκτης ήταν ο δείκτης CMIN/DF, του οποίου η συνιστώμενη τιμή είναι χαμηλότερη τιμή από 5.0 (Hu & Bentler, 1999). Ο δεύτερος δείκτης ήταν ο δείκτης συγκριτικής προσαρμογής (CFI), που εκτιμά πόσο καλύτερα ταιριάζει το υποθετικό μοντέλο σε ένα μοντέλο στο οποίο όλες οι ερωτήσεις του είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, με τιμή πάνω από .95 να υποδηλώνει καλή εφαρμογή (Padget & Morgan, 2019). Ο τρίτος δείκτης ήταν ο δείκτης Tucker-Lewis Index (TLI), ο οποίος παρέχει πληροφορίες για την προσαρμογή του θεωρητικού μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα, με τιμές που όταν πλησιάζουν στην τιμή 1 υποδεικνύουν καλή προσαρμογή και τιμές άνω του .90 να θεωρούνται αποδεκτές (Cai et al., 2023). Ο τέταρτος δείκτης που υπολογίστηκε ήταν ο δείκτης Goodness of Fit Index (GFI), ο οποίος παρέχει μια ποσοτικοποίηση των αποκλίσεων συνδιακύμανσης μεταξύ των συνδιακυμάνσεων του δείγματος και αυτών που προέρχονται από τις παραμέτρους, με τιμή αποκοπής περίπου στο .93 για δείγματα με πλήθος N>100, στον οποίο κάθε τιμή υψηλότερη από .93 υποδεικνύει πιο αποδεκτή προσαρμογή στο θεωρητικό μοντέλο (Cho et al., 2020). Ο πέμπτος δείκτης που υπολογίστηκε ήταν ο Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), ο οποίος περιγράφει πόσο καλά τα παρατηρούμενα δεδομένα αντιπροσωπεύουν το υποθετικό μοντέλο και πρέπει να έχει μια τιμή αποκοπής κοντά στο 0.06 ώστε να υποδηλώνεται καλή προσαρμογή μεταξύ των υποθετικών και των παρατηρούμενων δεδομένων (Hu & Bentler, 1999).

Κατά τη διεξαγωγή της ανάλυσης CFA, η τιμή αποκοπής (λ□□) των παραγόντων (cutoff factors loading point) ορίστηκε σε .35. Μετά την εξαγωγή των παραγόντων, υπολογίστηκε η εσωτερική αξιοπιστία μέσω του δείκτη Cronbach's α τόσο συνολικά όσο και κατά παράγοντα, προκειμένου να διαπιστωθεί πόσο στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους ήταν οι απαντήσεις στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Στη συνέχεια, υλοποιήθηκε έλεγχος διακριτικής εγκυρότητας μέσω των δεικτών "Mean inter item Correlation" ώστε να εκτιμηθεί η μέση συσχέτιση κάθε παράγοντα με τους υπόλοιπους παράγοντες. Τέλος, διενεργήθηκε στατιστικός έλεγχος

ανεξάρτητων δειγμάτων (Independent Samples t-test) για τη διερεύνηση της επίδρασης του φύλου των μαθητών/τριών στις στάσεις τους. Η ανάλυση των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των στατιστικών πακέτων IBM SPSS (ver.28.0) και JASP (ver.0.16.4).

Αποτελέσματα

Αποτελέσματα EFA ανάλυσης (ομάδα Α, N=331)

Διαπιστώθηκε ότι μόνο η ερώτηση Q17 "Το να ανακαλύπτω καινούρια πράγματα δεν είναι σημαντικό για εμένα" διέθετε τιμές λοξότητας (-2.09) και κύρτωσης (4.07), οι οποίες βρίσκονταν έξω από το διάστημα κανονικότητας [-2,2] (George & Mallery, 2019), συνεπώς αφαιρέθηκε από την ανάλυση. Η μεταβλητή Q12 "Έχω περιέργεια για τον κόσμο στον οποίο ζούμε" βρέθηκε ότι διέθετε τιμές λοξότητας (-1.59) και κύρτωσης (2.01) και έτσι θεωρήθηκε μέσα στο όρια κανονικότητας. Η παραγωγή του Boxplot σε κάθε ερώτηση δεν αποκάλυψε ακραίες τιμές, και η επιθεώρηση των Q-Q plots αποκάλυψε ότι όλες οι υπόλοιπες ερωτήσεις ενέπιπταν μέσα στα όρια κανονικότητας. Η δοκιμή σφαιρικότητας του Bartlett πήρε τιμές ($\chi2=6785.255$, $df=1176$, $p<.001$), δείχνοντας ότι οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου σχετίζονται μεταξύ τους και επομένως θεωρούνται κατάλληλες για ανίχνευση υποκείμενης δομής. Παράγοντας το Scree Plot εντοπίστηκε 1 σημείο καμπής στον 7ο παράγοντα, επομένως μπορούσαν να εξαχθούν 6 παράγοντες από τα δεδομένα.

Εφαρμόστηκε η τρίτη στρατηγική αφαίρεσης μεταβλητών, σύμφωνα με τη μεθοδολογία, χρησιμοποιώντας το κριτήριο αποκοπής του .35 για τις φορτίσεις των ερωτήσεων, και χρειάστηκε να επαναληφθεί πέντε (5) φορές μέχρις ότου να μην υπάρχει ερώτηση που να φορτώνει ταυτόχρονα σε περισσότερους από έναν παράγοντες. Στο τέλος του ελέγχου για πιθανές διασταυρώσεις, βρέθηκε ότι ο 6ος παράγοντας αποτελούταν μόνο από δυο ερωτήσεις, καθιστώντας τον ασταθή (Costello & Osborne, 2005), και έτσι αφαιρέθηκε από τη μετέπειτα ανάλυση. Οι παραπάνω διαδικασίες είχαν ως αποτέλεσμα τη διαδοχική αφαίρεση 17 ερωτήσεων και την τελική παραγωγή ενός μοντέλου 32 ερωτήσεων-μεταβλητών οι οποίες φόρτωναν σε 5 παράγοντες (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Πίνακας μοτίβων ανάλυσης EFA με τους συντελεστές φόρτωσης κάθε ερώτησης (τα Qxx και τα Fx αναφέρονται στον αριθμό της κάθε ερώτησης και στον αριθμό του κάθε παράγοντα αντίστοιχα). Δίπλα από κάθε πρόταση έχει σημειωθεί με + εάν η διατύπωση της ερώτησης είναι θετική ή με – εάν η διατύπωση είναι αρνητική

	F1	F2	F3	F4	F5
Παράγοντας 1. Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση (Ι)					
Q36. Είναι προτιμότερο να ρωτήσω το δάσκαλο για μια απάντηση παρά να τη βρω κάνοντας μια πειραματική δραστηριότητα (-)	**.593**	.022	-.047	.238	-.004
Q26. Προτιμώ να ανακαλύψω πράγματα ρωτώντας έναν ειδικό παρά κάνοντας ένα πείραμα (-)	**.592**	-.189	.025	.113	-.192
Q46. Είναι προτιμότερο να σου λένε τα επιστημονικά δεδομένα παρά να τα ανακαλύπτεις μέσα από πειράματα (-)	**.539**	.068	.082	.019	.101
Q21. Προτιμώ να κάνω πειράματα παρά να μαθαίνω πληροφορίες από το δάσκαλο (+)	**.481**	-.135	.086	-.290	.006
Q31. Προτιμώ να λύσω ένα πρόβλημα με το να κάνω ένα πείραμα παρά να μου πουν την απάντηση (+)	**.433**	.181	-.040	-.038	.228
Q41. Προτιμώ να κάνω πείραμα σχετικά με ένα θέμα παρά να διαβάσω σχετικά με αυτό σε ένα επιστημονικό περιοδικό (+)	**.407**	.083	.001	-.217	.099
Q16. Προτιμώ να συμφωνήσω με τη γνώμη των άλλων, παρά να κάνω μια πειραματική δραστηριότητα για να το διαπιστώσω μόνος μου (-)	**.385**	.231	-.003	.088	.095
Παράγοντας 2. Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων (Α)					
Q22. Μου αρέσει να ακούω διαφορετικές απόψεις από τις δικές μου (+)	-.072	**.579**	-.017	.067	-.172
Q47. Δεν μου αρέσει να ακούω τη γνώμη των άλλων όταν εκτελώ πειράματα (-)	-.058	**.521**	.149	-.006	-.085
Q27. Το βρίσκω βαρετό να ακούω για καινούριες ιδέες (-)	.123	**.457**	.216	.108	.032
Q37. Δεν είμαι πρόθυμος να αλλάζω τις ιδέες που έχω σχετικά με ένα θέμα όταν οι αποδείξεις δείχνουν ότι αυτές δεν είναι καλές (-)	-.025	**.424**	-.060	.013	.119
Q2. Μου αρέσει να διαβάζω πράγματα που είναι αντίθετα με τις ιδέες που έχω (+)	-.115	**.356**	-.071	.164	-.036

Παράγοντας 3. Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής (E)					
Q38. Τα θέματα των πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής δεν είναι ενδιαφέροντα (-)	-.015	-.031	**.623**	.118	.126
Q8. Δεν μου αρέσουν οι πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής (-)	.032	.058	**.609**	.127	-.078
Q48. Θα απολάμβανα περισσότερο το σχολείο εάν δεν υπήρχαν πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής (-)	.080	.144	**.469**	-.012	.017
Q18. Οι πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική με κάνουν να βαριέμαι (-)	.128	.148	**.468**	.090	-.007
Q23. Οι πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική είναι ένα από τα πιο ενδιαφέροντα θέματα (+)	.126	.043	**.457**	.078	.044
Q13. Στο σχολείο θα έπρεπε να γίνονται περισσότερες πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική (+)	.001	.237	**.450**	-.284	.138
Παράγοντας 4. Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο (L)					
Q19. Δεν μου αρέσει να διαβάζω βιβλία σχετικά με επιστήμη κατά τη διάρκεια των διακοπών μου (-)	.018	-.040	.098	**.598**	.140
Q29. Είναι βαρετό να μιλάω με τους φίλους μου μετά το σχολείο σχετικά με την επιστήμη (-)	.055	.032	.168	**.592**	.057
Q39. Βρίσκω βαρετό να ακούω στο ραδιόφωνο να μιλούν για επιστήμη (-)	.054	.106	.046	**.572**	.036
Q9. Βαριέμαι όταν είμαι σπίτι να παρακολουθώ προγράμματα επιστήμης στην τηλεόραση (-)	.050	.084	-.064	**.530**	.108
Q49. Δεν μου αρέσει να διαβάζω άρθρα που έχουν σχέση με την επιστήμη (-)	.035	.164	.182	**.413**	.212
Παράγοντας 5. Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη (C)					
Q50. Θα ήθελα να γίνω επιστήμονας όταν τελειώσω το σχολείο (+)	.040	-.003	-.077	.022	**.820**
Q30. Θα ήθελα να διδάσκω επιστήμη όταν τελειώσω το σχολείο (+)	-.026	-.016	-.098	.037	**.705**
Q10. Όταν τελειώσω το σχολείο θα ήθελα να δουλεύω με ανθρώπους που κάνουν επιστημονικές ανακαλύψεις (+)	.084	-.036	.014	-.011	**.691**

Q40. Το να εργάζομαι ως επιστήμονας θα ήταν ενδιαφέρον (+)	-.085	.102	.093	-.019	**.682**
Q15. Δεν θα μου άρεσε να εργάζομαι σε επιστημονικό εργαστήριο όταν τελειώσω το σχολείο (-)	-.043	-.130	.269	.164	**.505**
Q45. Δεν θα μου άρεσε να γίνω ένας επιστήμονας διότι χρειάζεται να μορφωθώ πολύ (-)	.056	.030	.143	.116	**.492**
Q5. Δεν θα ήθελα να γίνω επιστήμονας όταν τελειώσω το σχολείο (-)	.007	-.117	.110	.097	**.462**
Q20. Η εργασία σε ένα επιστημονικό εργαστήριο θα ήταν ένας ενδιαφέρον τρόπος για να βγάζω χρήματα (+)	-.064	-.049	.164	-.114	**.449**
Q35. Το να εργάζομαι ως επιστήμονας θα ήταν βαρετό (-)	.011	.019	.253	.265	**.418**

Έπειτα από την αλλαγή της φοράς στις αρνητικά διατυπωμένες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, όσοι μαθητές/τριες αρχικά δήλωναν χαμηλή συμφωνία (1 ή 2 στην κλίμακα Likert) π.χ. στην αρνητικά διατυπωμένη ερώτηση Q26 «Προτιμώ να ανακαλύψω πράγματα ρωτώντας έναν ειδικό παρά κάνοντας ένα πείραμα», μετά από την αντίστροφη κωδικοποίηση των απαντήσεων της ερώτησης, οι απαντήσεις τους καταγράφηκαν με υψηλές τιμές (5 ή 4 αντίστοιχα). Αυτό σημαίνει πως οι στάσεις των μαθητών/τριών αποδίδονται πλέον ως θετικές προς την επιστημονική διερεύνηση, δηλαδή οι μαθητές/τριες πλέον θεωρείται ότι δηλώνουν ότι «προτιμούν να ανακαλύψουν πράγματα κάνοντας ένα πείραμα παρά ρωτώντας έναν ειδικό».

Αποτελέσματα CFA ανάλυσης (ομάδα Β, N=331) και αξιοπιστία κλιμάκων

Το μοντέλο που προέκυψε από την ανάλυση EFA, υποβλήθηκε σε ανάλυση CFA προκειμένου να εξεταστεί η ποιότητα του. Εφαρμόζοντας το κριτήριο αποκοπής του λik=.35, δεν αφαιρέθηκε καμία ερώτηση. Οι δείκτες προσαρμογής βρέθηκαν: CMIN/DF=2.04, CFI=.969, TLI=.966, GFI=.966, και RMSEA=.064 υποδεικνύοντας, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, μια καλή έως πολύ καλή προσαρμογή στο μοντέλο της ανάλυσης EFA. Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι συνδιακυμάνσεις των παραγόντων (Πίνακας 2). Με βάση τα ευρήματα του πίνακα εντοπίζονται ελαφρώς υψηλές συνδιακυμάνσεις μεταξύ των παραγόντων I E, E L και L C κάτι που είναι σχετικά αναμενόμενο έως ένα βαθμό.

Η συνολική αξιοπιστία των 5 κλιμάκων (32 ερωτήσεων) της ελληνικής απόδοσης του ερωτηματολογίου TOSRA-GR βρέθηκε ίση με α=.89 και οι επιμέρους δείκτες αξιοπιστίας κυμάνθηκαν από .58 έως .87 (Πίνακας 3).

Πίνακας 2. Οι συνδιακυμάνσεις των παραγόντων της ανάλυσης CFA

	Estimate	Std. Error	z-value	p	Lower	Upper
I ↔ A	.357	.035	10.286	< .001	.289	.425
I ↔ E	.720	.026	27.178	< .001	.668	.772
I ↔ L	.354	.025	14.352	< .001	.305	.402
I ↔ C	.424	.018	23.513	< .001	.388	.459
A ↔ E	.488	.036	13.513	< .001	.417	.558
A ↔ L	.354	.035	10.233	< .001	.286	.421
A ↔ C	.265	.025	10.784	< .001	.217	.314
E ↔ L	.669	.025	26.793	< .001	.620	.718
E ↔ C	.582	.018	32.933	< .001	.547	.617
L ↔ C	.705	.018	39.452	< .001	.670	.740

Σημείωση: I=Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση, A=Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων, E=Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής, L=Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο, C=Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη

Στα αποτελέσματα του πίνακα 3, παρατηρούμε ότι η κλίμακα *Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων (A)* εμφανίζει τον χαμηλότερο δείκτη Cronbach's α, ο οποίος είναι επίσης ο χαμηλότερος στην έρευνα του Fraser (1981). Επιπλέον, παρατηρείται ότι οι υπόλοιπες τιμές αξιοπιστίας των κλιμάκων είναι ελαφρώς μειωμένες σε σύγκριση με την έρευνα του Fraser. Παρ' όλα αυτά, οι τιμές των δεικτών αξιοπιστίας και της διακριτικής εγκυρότητας παραμένουν αποδεκτές έως πολύ καλές (DeVellis, 2012).

Άλλες έρευνες που έχουν χρησιμοποιήσει το ερωτηματολόγιο TOSRA σε μαθητές/τριες παρόμοιου ηλικιακού εύρους καταλήγουν επίσης σε μειωμένες τιμές αξιοπιστίας για την κλίμακα A. Συγκεκριμένα ο Khatoon (2021) παρουσιάζει αποτελέσματα από μια έρευνα 315 μαθητών/τριών (Years 11 & 12), όπου η τιμή αξιοπιστίας της αντίστοιχης κλίμακας ανέρχεται σε .60. Ωστόσο, όταν το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε ένα μεγαλύτερο δείγμα (N=1097), η αξιοπιστία βελτιώθηκε σημαντικά, φτάνοντας στην τιμή .80. Οι Anwer et al., (2012) παρουσιάζουν αντίστοιχα αποτελέσματα από έρευνα με 3526 μαθητών/τριών στο Πακιστάν, όπου η τιμή αξιοπιστίας της αντίστοιχης κλίμακας ανέρχεται σε .66. Επίσης, η έρευνα των Naiker et al. (2020) σε 641 μαθητές της 11ης τάξης (Year 11) αναφέρει τιμή .58 και υπόλοιπες τιμές αξιοπιστίας που κυμαίνονται από.48 έως .85. Άλλες έρευνες που αφορούν σε παρόμοιο ηλικιακό επίπεδο μαθητών/τριών αναφέρουν παρόμοιες τιμές αξιοπιστίας (Ali et al., 2013), ενώ υπάρχουν και μελέτες που αναφέρουν ακόμα υψηλότερες (Navarro et al., 2016· Sharma et al., 2021).

Πίνακας 3. Συντελεστές αξιοπιστίας Cronbach's α για κάθε κλίμακα και αντιπαραβολή τους με τα ευρήματα του πρωτότυπου ερωτηματολογίου (Fraser, 1981)

Κλίμακα (ερωτήσεις)	Όνομα κλίμακας	TOSRA-GR Years 10-11 N=662	Original TOSRA Year 10 (Fraser, 1981) N=324
I (16, 21, 26, 31, 36, 41, 46)	Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση	.73	.86
A (2, 22, 27, 37, 47)	Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων	.58	.67
E (8, 13, 18, 23, 28, 48)	Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής	.78	.93
L (9, 19, 29, 39, 49)	Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο	.79	.89
C (5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, 45, 50)	Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη	.87	.91

Οι μέσες συσχετίσεις μεταξύ των κλιμάκων κλίμακας με τις υπόλοιπες κλίμακες (Διακριτική Εγκυρότητα - Discriminant Validity) κυμάνθηκαν από .24 έως .45 (Πίνακας 4). Συγκεκριμένα, οι τιμές της μέσης συσχέτισης της κάθε κλίμακας με τις υπόλοιπες (mean inter item correlation index) έλαβαν αποδεκτά μικρές τιμές, της ίδιας τάξης μεγέθους με αυτές του αυθεντικού ερωτηματολογίου TOSRA για το περίπου ίδιο ηλικιακό εύρος μαθητών/τριών (Fraser, 1981), με εξαίρεση την κλίμακα *Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση (I)* η οποία φαίνεται ότι συσχετίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό με τις υπόλοιπες κλίμακες.

Σε παρόμοια ευρήματα κυμαίνονται και αντίστοιχες έρευνες στη βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα η έρευνα του Khatoon (2021) αναφέρει τιμές μέσης συσχέτισης από .49 έως .57, η έρευνα των Naiker et al. (2020) αναφέρει τιμές μέσης συσχέτισης από .38 έως .60. Σε ίδια επίπεδα τιμών κυμαίνονται και άλλες έρευνες οι οποίες αναφέρουν τιμές παρόμοιας τάξης μεγέθους με της παρούσας έρευνας (Ali et al., 2013· Sharma et al., 2021).

Οι διαφοροποιήσεις στις παρατηρήσεις ενδέχεται να σχετίζονται με τις διαφορετικές εμπειρίες των μαθητών/τριών στη διδασκαλία της πειραματικής Φυσικής, γεγονός που μπορεί να επηρεάζει τις τιμές αξιοπιστίας. Επιπλέον, οι διαφορές ενδέχεται να συνδέονται με παράγοντες όπως οι διαφορετικές σχολικές πρακτικές στις χώρες όπου έχει εφαρμοστεί το ερωτηματολόγιο (Ελλάδα έναντι ΗΠΑ & Αυστραλίας), οι πολιτισμικές διαφοροποιήσεις, οι ελαφρώς διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, οι διαφορές στα εκπαιδευτικά συστήματα, καθώς και η γλωσσική απόδοση του ερωτηματολογίου.

Ανάλυση αποδοχής κλιμάκων ερωτηματολογίου

Μελετώντας τις μέσες τιμές των στάσεων ανά κλίμακα (Πίνακας 5) εμφανίζονται υψηλότερες μέσες τιμές στις πρώτες τρεις κλίμακες του ερωτηματολογίου *Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση (I), Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων (A),* και *Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής (E),* σε αντίθεση με τις υπόλοιπες δύο κλίμακες του ερωτηματολογίου *Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο (L),* και *Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη (C).*

Πίνακας 4. Σύγκριση της μέσης συσχέτισης των κλιμάκων ερωτηματολογίου TOSRA-GR με το πρωτότυπο ερωτηματολόγιο (Fraser, 1981)

Κλίμακα (ερωτήσεις)	Όνομα κλίμακας	Μέση συσχέτιση με άλλες κλίμακες Years 10-11 (TOSRA-GR, 32 ερωτήσεις) N=662	Μέση συσχέτιση με άλλες κλίμακες Years 7-10 (Fraser, 1981, 50 ερωτήσεις) N=1337
I (16, 21, 26, 31, 36, 41, 46)	Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση	.30	.13
A (2, 22, 27, 37, 47)	Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων	.24	.33
E (8, 13, 18, 23, 28, 48)	Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής	.45	.39
L (9, 19, 29, 39, 49)	Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο	.39	.39
C (5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, 45, 50)	Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη	.39	.40
	Σύνολο	.35	.33

Συγκεκριμένα, οι μέσες τιμές των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο (Likert 1-5) κυμάνθηκαν ως εξής: οι στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση ήταν μέτριες προς υψηλές (Μ.Τ.=3.50, Τ.Α.=.75), ενώ η υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων ήταν υψηλή (Μ.Τ.=3.77, Τ.Α.=.72) όπως και η απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής (Μ.Τ.=4.06, Τ.Α.=.78). Το ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο βρέθηκε μέτριο (Μ.Τ.=2.97, Τ.Α.=1.03) και το επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη βρέθηκε μέτριο προς χαμηλό (Μ.Τ.=2.68, Τ.Α.=.87).

Καθώς οι απαντήσεις στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ήταν τακτικές (Ordinal), υλοποιήθηκε η μη παραμετρική ανάλυση συσχέτισης Spearman (Spearman's rho Correlation) (Σταμοβλάσης, 2016). Σύμφωνα με τους Dancey & Reidy (2007) τιμές του συντελεστή συσχέτισης από .01 έως .19 υποδηλώνουν καθόλου ή αμελητέα συσχέτιση (negligible relationship), τιμές από .20 έως .29 υποδηλώνουν αδύναμη συσχέτιση (weak relationship), τιμές από .30 έως .39 υποδηλώνουν μέτρια συσχέτιση (moderate relationship), τιμές από .40 έως .69 υποδηλώνουν ισχυρή συσχέτιση (strong relationship), και τιμές από .7 έως 1.0 υποδηλώνουν πολύ ισχυρή συσχέτιση (very strong relationship). Η ανάλυση αποκάλυψε συσχετίσεις θετικής φοράς οι οποίες ήταν στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο του p=.01 (Πίνακας 6).

Πίνακας 5. Οι μέσες τιμές των στάσεων για κάθε κλίμακα

Όνομα κλίμακας	**Μέση τιμή (τυπική απόκλιση)**	**Λοξότητα (τυπικό σφάλμα)**	**Κύρτωση (τυπικό σφάλμα)**
Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση (I)	3.50 (.75)	-.23 (.09)	-.01 (.19)
Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων (A)	3.77 (.72)	-.42 (.09)	-.30 (.19)
Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής (E)	4.06 (.78)	-.92 (.09)	.38 (.19)
Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο (L)	2.97 (1.03)	-.02 (.09)	-.81 (.19)
Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη (C)	2.68 (.87)	.09 (.09)	-.66 (.19)

Συγκεκριμένα, ισχυρή (strong) θετική συσχέτιση εντοπίστηκε μεταξύ των κλιμάκων I-E, E-L, E-C, και L-C και μέτρια (moderate) συσχέτιση εντοπίστηκε μεταξύ των κλιμάκων I-C, και A-E. Η ισχυρή θετική σχέση μεταξύ της πρώτης κλίμακας *(στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστημονική έρευνα)* και της τρίτης κλίμακας *(απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής)* υποδηλώνει ότι οι μαθητές που έχουν θετική γνώμη για την επιστημονική διερεύνηση ως τρόπο σκέψης και ως μέθοδο απόκτησης πληροφοριών σχετικά με το φυσικό κόσμο, είναι πιθανότερο να απολαμβάνουν τις πειραματικές επιστημονικές δραστηριότητες, και το αντίστροφο. Η ισχυρή θετική σχέση μεταξύ της τρίτης κλίμακας *(απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής)* και της τέταρτης κλίμακας *(ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο)*, υποδηλώνει ότι οι μαθητές που απολαμβάνουν τις πειραματικές επιστημονικές δραστηριότητες είναι πιθανότερο να εκδηλώσουν ενδιαφέρον για εξωσχολικές δραστηριότητες που σχετίζονται με την επιστήμη, και το αντίστροφο. Η ισχυρή θετική σχέση μεταξύ της τρίτης κλίμακας *(απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής)* και της πέμπτης κλίμακας *(επαγγελματικό ενδιαφέρον για*

την επιστήμη), υποδηλώνει ότι οι μαθητές που απολαμβάνουν τις πειραματικές δραστηριότητες είναι πιθανότερο να εκδηλώσουν ενδιαφέρον για μια καριέρα σχετική με την επιστήμη, και το αντίστροφο. Τέλος, η ισχυρή θετική σχέση μεταξύ της τέταρτης κλίμακας *(ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο)* και της πέμπτης κλίμακας *(επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη)* υποδηλώνει ότι οι μαθητές που δείχνουν ενδιαφέρον για εξωσχολικές δραστηριότητες που σχετίζονται με την επιστήμη είναι πιθανότερο να εκδηλώσουν επίσης ενδιαφέρον για μια καριέρα σχετική με την επιστήμη, και το αντίστροφο. Οι παραπάνω συσχετίσεις υποδηλώνουν γενικά ότι η θετική στάση των μαθητών/τριών προς την επιστήμη και οι θετικές εμπειρίες που αποκτούν μέσω των πειραματικών δραστηριοτήτων ενδεχομένως να αποτελούν παράγοντες που ενισχύουν το ενδιαφέρον τους για μελλοντικές σταδιοδρομίες σχετικές με την επιστήμη.

Τέλος, αδύναμη συσχέτιση εντοπίστηκε μεταξύ των κλιμάκων I-L, A-L, και A-C, και αμελητέα συσχέτιση μεταξύ των κλιμάκων I-A. Οι αδύναμες εν γένει συσχετίσεις μεταξύ της δεύτερης κλίμακας *(υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων)* και των υπολοίπων κλιμάκων υποδεικνύουν ότι η ανοιχτότητα των μαθητών/τριών στην αποδοχή νέων ιδεών βάσει επιστημονικών αποδείξεων δεν συσχετίζεται στενά με την απόλαυση τους από τις πειραματικές δραστηριότητες επιστήμης ή από το ενδιαφέρον τους για μια καριέρα σχετική με την επιστήμη. Μια ερμηνεία αναφορικά με αυτό το εύρημα ίσως εντοπίζεται στο ίδιο το περιεχόμενο των ερωτήσεων των κλιμάκων. Συγκεκριμένα, η πρώτη κλίμακα αξιολογεί τις στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστημονική έρευνα και στον επιστημονικό πειραματισμό με ερωτήσεις που επικεντρώνονται στο πώς αντιμετωπίζουν οι μαθητές την επιστημονική διαδικασία και το ενδιαφέρον τους απέναντι στις πειραματικές μεθόδους. Αντιθέτως η δεύτερη κλίμακα περιέχει ερωτήσεις που εστιάζουν περισσότερο στην υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων και στο πόσο ανοιχτόμυαλοι είναι οι μαθητές στην αποδοχή νέων ιδεών βάσει επιστημονικών αποδείξεων (δηλαδή αφορά τις πεποιθήσεις τους). Έτσι αν και οι δύο αυτές κλίμακες είναι σχετικές με την επιστημονική σκέψη, ωστόσο επικεντρώνονται σε διαφορετικές πτυχές αυτής και έτσι έως έναν βαθμό μπορεί να θεωρηθεί λογικό να μην υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους.

Πίνακας 6. Ανάλυση συσχέτισης (Spearman's rho) μεταξύ των πέντε κλιμάκων του ερωτηματολογίου

Κλίμακα	I	A	E	L
I				
A	.169**			
E	.483**	.349**		
L	.242**	.268**	.477**	
C	.315**	.191**	.473**	.569**

Σημείωση: I=Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση, A=Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων, E=Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής, L=Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο, C=Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη, **p<.01

Επίδραση του φύλου στις στάσεις των μαθητών/τριών

Μελετώντας τις μέσες τιμές των στάσεων (Πίνακας 7) παρατηρούμε ότι γενικά τα αγόρια εμφανίζουν υψηλότερες μέσες τιμές απ' ότι τα κορίτσια, όμως οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές, εκτός από την κλίμακα *Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο (L)*, στην οποία τα αγόρια (Μ.Τ.=3.05, Τ.Α.=.99) σε σχέση με τα κορίτσια (Μ.Τ.=2.89, Τ.Α.=1.07) εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες στάσεις t(2.029, 660), p=.043 με 95% διάστημα εμπιστοσύνης από .01 έως .32.

Πίνακας 7. Οι μέσες τιμές των στάσεων για κάθε φύλο

Όνομα κλίμακας	**Αγόρια Μ.Τ. (Τ.Α.)**	**Κορίτσια Μ.Τ. (Τ.Α.)**
Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση (I)	3.51(.71)	3.49(.78)
Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων (A)	3.77(.70)	3.77(.73)
Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής (E)	4.11(.75)	4.01(.81)
Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο (L)*	3.05(.99)	2.89(1.07)
Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη (C)	2.71(.81)	2.66(.93)

Σημείωση: *p<.05

Άλλες έρευνες αναφέρουν μικτά αποτελέσματα σχετικά με την επίδραση του φύλου, όμως οι περισσότερες αναφέρουν αυξημένες στάσεις υπέρ των κοριτσιών σε κάποιες μεταβλητές (Navarro et al., 2016) ή γενικά στις περισσότερες μεταβλητές (Anwer et al., 2012· Naiker et al., 2020· Sharma et al., 2021).

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της βιβλιογραφίας με την κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα αποκαλύπτει σε κάποιες περιπτώσεις μια διαφορετική τάση ανάμεσα στα φύλα ως προς τη στάση τους απέναντι στην επιστήμη. Οι όποιες διαφορές μπορεί να αντανακλούν τις διαφορετικές κοινωνικο-πολιτισμικές πραγματικότητες κάθε χώρας αλλά και τους ρόλους που έχουν τα φύλα σε αυτές. Πιθανώς, στην Ελλάδα, οι κοινωνικές προσδοκίες και οι παραδοσιακοί ρόλοι να επηρεάζουν την αντίληψη των αγοριών για την επιστήμη και να ενθαρρύνουν περεταίρω το ενδιαφέρον τους σε σχέση με αυτήν. Επίσης, οι κοπέλες στην Ελλάδα ενδέχεται να αντιμετωπίζουν συγκεκριμένους κοινωνικούς ρόλους που τις απομα-

κρύνουν από το πεδίο της επιστήμης, επηρεάζοντας τις στάσεις τους. Οι όποιες διαφορές μεταξύ των χωρών αναδεικνύουν τη σημασία του να εξετάζονται οι πολιτισμικές και κοινωνικές συνθήκες της κάθε χώρας ώστε να κατανοηθούν πλήρως οι διαφορές στις στάσεις προς την επιστήμη ανάμεσα στα φύλα.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκαν οι διαδικασίες απόδοσης, χορήγησης και ανάλυσης ενός ερωτηματολογίου στάσεων απέναντι στην επιστήμη βασισμένου στο πρωτότυπο ερωτηματολόγιο TOSRA (Test of Science-Related Attitudes) του Fraser (1981) το οποίο χορηγήθηκε σε δείγμα N=662 μαθητών/τριών των Α΄ και Β΄ τάξεων, που φοιτούσαν σε σχολεία της Λάρισας και της Αττικής. Από τις επτά αρχικές κλίμακες του TOSRA επιλέχθηκαν για απόδοση πέντε από αυτές (συνολικά 50 ερωτήσεις), με κριτήριο τη συνάφεια τους με τους σκοπούς της παρούσης έρευνας αλλά και με τις ιδιαιτερότητες του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Η διερευνητική παραγοντική ανάλυση (EFA) οδήγησε σε μείωση του αριθμού των ερωτήσεων και επιβεβαίωση της αρχικής δομής του ερωτηματολογίου, το οποίο κατέληξε σε μια τελική εκδοχή 5 κλιμάκων – 32 ερωτήσεων. Οι πέντε κλίμακες που αναδείχθηκαν ήταν:

1. Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση,
2. Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων,
3. Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής,
4. Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο, και
5. Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη.

Υλοποιώντας επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση (CFA) βρέθηκε ότι η ελληνική απόδοση του ερωτηματολογίου TOSRA-GR (5 κλίμακες, 32 ερωτήσεις) παρουσιάζει μια καλή (έως πολύ καλή) προσαρμογή στη δομή που αναδείχθηκε από την ανάλυση EFA καθώς διαθέτει καλούς (έως πολύ καλούς) δείκτες προσαρμογής εμφανίζοντας υψηλή αξιοπιστία Cronbach's α από 0.74 έως 0.90 και τιμές μέσης συσχέτισης με τις υπόλοιπες κλίμακες από 0.13 έως 0.40. Παρά τη μείωση του αριθμού των ερωτήσεων, οι διαστάσεις του ερωτηματολογίου παρέμειναν εννοιολογικά συνεπείς, γεγονός που υποδηλώνει ότι η ελληνική έκδοση του ερωτηματολογίου πρόκειται για μία συντομευμένη αλλά δομικά ισοδύναμη εκδοχή του αρχικού εργαλείου.

Τα αποτελέσματα είναι σε μεγάλο βαθμό συμβατά αυτά άλλων διεθνών ερευνητών, όπως των Ali et al. (2013) οι οποίοι χρησιμοποίησαν τέσσερις κλίμακες και εντόπισαν τιμές αξιοπιστίας Cronbach's α από 0.67 έως 0.88 και τιμές μέσης συσχέτισης με τις υπόλοιπες κλίμακες από 0.19 έως 0.34, κοντά στις τιμές της παρούσης έρευνας. Οι Navarro et al. (2016) και οι Sharma et al. (2021), διατηρώντας και τις επτά κλίμακες του TOSRA, εντόπισαν υψηλές τιμές αξιοπιστίας Cronbach's α από 0.63 έως 0.90 και από 0.81 έως 0.86 οι οποίες είναι

αρκετά υψηλές και παρόμοιες με τις τιμές της παρούσης έρευνας. Στη μελέτη των Ali et al. (2013) υπήρξε συγχώνευση κάποιων κλιμάκων (όπως η κλίμακα της απόλαυσης από τα μαθήματα επιστήμης και της κλίμακας του ενδιαφέροντος ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο), ενισχύοντας τη διαπίστωση ότι αυτές οι διαστάσεις είναι στενά συνδεδεμένες όπως εντοπίστηκε και στην παρούσα έρευνα έπειτα από την ανάλυση συσχέτισης Spearman. Τέλος οι Anwer & Harrison (2012), χρησιμοποιώντας και τις επτά κλίμακες του TOSRA, κατέγραψαν σχετικά χαμηλότερες τιμές αξιοπιστίας (από 0.47 έως 0.78), ειδικά στην κλίμακα των στάσεων απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση.

Από τη μελέτη των μέσων τιμών των απαντήσεων των μαθητών/τριών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, εντοπίστηκαν σημαντικές ενδείξεις για τις στάσεις των μαθητών/τριών και τα ενδιαφέροντα τους τα οποία σχετίζονται με την επιστήμη. Τα ευρήματα αποκάλυψαν μέτριες προς υψηλές θετικές στάσεις στις πρώτες τρεις κλίμακες του ερωτηματολογίου:

1. Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση (Μ.Τ.=3.50, Τ.Α.=.75),
2. Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων (Μ.Τ.=3.77, Τ.Α.=.72), και
3. Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής (Μ.Τ.=4.06, Τ.Α.=.78)

Αυτές οι κλίμακες διερευνούν α) κατά πόσο οι μαθητές/τριες αποδέχονται την επιστημονική έρευνα ως τρόπο σκέψης, ανιχνεύοντας τις στάσεις τους απέναντι στον επιστημονικό πειραματισμό και την αποδοχή της διερεύνησης ως μεθόδου απόκτησης πληροφοριών σχετικά με το φυσικό κόσμο, β) κατά πόσο οι μαθητές/τριες υιοθετηθούν επιστημονικές στάσεις, υπό την έννοια του ότι κατά πόσο ανοιχτόμυαλοι είναι καθώς και πόσο πρόθυμοι είναι να αντιστρέψουν τις απόψεις τους σχετικά με τον κόσμο όταν έρχονται αντιμέτωποι με επιστημονικές αποδείξεις, και γ) τον βαθμό απόλαυσης που βιώνουν οι μαθητές/τριες από τις εμπειρίες τους μέσω της εκμάθησης της επιστήμης οι οποίες περιλαμβάνουν τη συμμετοχή τους σε πειραματικές δραστηριότητες.

Χαμηλότερες στάσεις των μαθητών/τριών εντοπίστηκαν στις υπόλοιπες δυο κλίμακες του ερωτηματολογίου:

4. Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο (Μ.Τ.=2.97, Τ.Α.=1.03), και
5. Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη (Μ.Τ.=2.68, Τ.Α.=.87).

Αυτές οι κλίμακες διερευνούν δ) κατά πόσο τα εξωσχολικά ενδιαφέροντα και τα χόμπι των μαθητών/τριών σχετίζονται με την επιστήμη, και ε) κατά πόσο οι μαθητές/τριες τρέφουν ενδιαφέρον αναφορικά με την επιδίωξη μιας καριέρας σχετική με την επιστήμη.

Αντίστοιχα ευρήματα με τα αποτελέσματα της παρούσης έρευνας διαπιστώνονται και σε διεθνείς μελέτες που χρησιμοποίησαν το TOSRA, αποκαλύπτοντας κοινές τάσεις αναφορικά με τις στάσεις των μαθητών/τριών σε συγκεκριμένες κλίμακες του ερωτηματολογίου. Συγκεκριμένα, οι Ali et al. (2013) εντόπισαν επίσης τις υψηλότερες μέσες τιμές στις κλίμακες που

σχετίζονται άμεσα με τη σχολική εμπειρία και τις χαμηλότερες μέσες τιμές στις κλίμακες που συνδέονται με τα επαγγελματικά ενδιαφέροντα των μαθητών/τριών. Οι Navarro et al. (2016) επίσης ανέφεραν υψηλότερες τιμές στην κλίμακα της απόλαυσης του μαθήματος και χαμηλότερες στο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για την επιστήμη στον ελεύθερό τους χρόνο. Σε ανάλογες παρατηρήσεις κατέληξαν και οι Sharma et al. (2021) και οι Anwer & Harrison (2012), οι οποίοι εντόπισαν ότι οι στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση ήταν πιο θετικές σε σύγκριση με το ενδιαφέρον τους για μια επαγγελματική σταδιοδρομία σχετική με την επιστήμη.

Αυτά τα ευρήματα ενισχύουν την εικόνα ότι οι μαθητές τείνουν να απολαμβάνουν τη «σχολική επιστημονική εμπειρία», χωρίς απαραίτητα να επιθυμούν στον αντίστοιχο βαθμό ταυτόχρονα μια επαγγελματική ενασχόληση με αυτήν. Επίσης, η παρατήρηση ότι οι μαθητές/τριες φαίνεται να μην εκδηλώνουν έντονο ενδιαφέρον για την επιστήμη στον ελεύθερο τους χρόνο ή για μελλοντικές επαγγελματικές επιστημονικές προοπτικές, υποδεικνύει την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα προκειμένου οι εκπαιδευτικοί, και οι φορείς λήψης αποφάσεων, να εξετάσουν πιθανούς τρόπους κινητοποίησης και ενθάρρυνσης όσων μαθητών/τριών δεν ενδιαφέρονται αρκετά για την επιστήμη.

Ο τρόπος με τον οποίο συσχετίζονται οι διάφορες κλίμακες του ερωτηματολογίου μεταξύ τους (πίνακας 6), παρέχουν επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τις στάσεις των μαθητών απέναντι στην επιστήμη. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αποκαλύπτουν ότι η θετική στάση των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση και οι θετικές εμπειρίες που αποκτούν μέσω των πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής, ενδεχομένως αποτελούν παράγοντες που λειτουργούν ενισχυτικά για το ενδιαφέρον τους για σπουδές και επαγγελματικές σταδιοδρομίες σχετικές με τις επιστήμες. Αυτό αναδεικνύει περεταίρω τη σημασία της εμπειρίας και της επαφής των μαθητών/τριών με τις πειραματικές επιστημονικές δραστηριότητες στη διαμόρφωση αυτών των στάσεων. Σύμφωνα με τον ΟΟΣΑ, η έκθεση των παιδιών σε επιστημονικές δραστηριότητες διαμορφώνει θετικές στάσεις απέναντι στην επιστήμη (European Commission, 2007). Επιπλέον, εμπειρικές μελέτες δείχνουν ότι η ενεργή συμμετοχή των μαθητών/τριών σε εργαστηριακές ασκήσεις μπορεί να πυροδοτήσει το ενδιαφέρον τους για τις φυσικές επιστήμες στο σχολείο. Συνεπώς, βιωματικές εμπειρίες, όπως για παράδειγμα η υλοποίηση πειραματικών ερευνών, οι επιστημονικές κατασκηνώσεις και προγράμματα μέντορινγκ, μπορούν να ενισχύσουν τις πιθανότητες μελλοντικής επαγγελματικής ενασχόλησης των μαθητών/τριών στον χώρο του STEM (VanMeter-Adams et al., 2014) μέσω της αύξησης των στάσεων τους απέναντι στην επιστήμη.

Η χαμηλή συσχέτιση της δεύτερης κλίμακας του ερωτηματολογίου με τις υπόλοιπες υποδεικνύει ότι η προθυμία των μαθητών/τριών να αποδεχθούν νέες ιδέες δεν σχετίζεται απαραίτητα με την ευχαρίστηση που αντλούν από τις πειραματικές δραστηριότητες ή με το ενδιαφέρον τους για μια μελλοντική σταδιοδρομία στις επιστήμες. Η παρατήρηση αυτή αναδεικνύει την πολυδιάστατη φύση των παραγόντων που επηρεάζουν τις στάσεις και τα επαγγελματικά ενδιαφέροντα των μαθητών/τριών για την επιστήμη, επισημαίνοντας ενδεχομένως

την ανάγκη για την υιοθέτηση ολιστικών προσεγγίσεων στην εκπαιδευτική διαδικασία. Πράγματι βιβλιογραφικά, οι λόγοι για τους οποίους οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν (η δεν αναπτύσσουν) θετικές στάσεις προς την επιστήμη είναι πολύπλοκοι και δεν μπορούν να αναχθούν σε μία μοναδική αιτία (European Commission, 2007) αλλά διαμορφώνονται από ένα πολύπλοκο πλέγμα παραγόντων. Έρευνες ανασκόπησης έχουν αναδείξει ότι οι παράγοντες όπως το φύλο, η προσωπικότητα, οι συνθήκες του σχολείου, τα χαρακτηριστικά του αναλυτικού προγράμματος (Osborne et al., 2003) αλλά και ο τρόπος διδασκαλίας της επιστήμης (European Commission, 2007) συνεισφέρουν συλλογικά στις στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστήμη. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των στάσεων απέναντι στην επιστήμη φαίνεται να παίζουν και οι οικογενειακές επιρροές των μαθητών/τριών. Σύμφωνα με την έρευνα των DeWitt & Archer (2015), οι θετικές στάσεις των γονέων προς την επιστήμη, καθώς και η ύπαρξη ενός οικογενειακού περιβάλλοντος που δρα υποστηρικτικά στην ενασχόληση των μαθητών/τριών με την επιστήμη (π.χ. μέσω επισκέψεων σε μουσεία, επιστημονικών συζητήσεων στο σπίτι, πρόσβαση σε επιστημονικό υλικό), ενισχύουν την πιθανότητα οι μαθητές να αναπτύξουν ενδιαφέρον για την επιστήμη.

Παράλληλα, οι στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστήμη επηρεάζονται και από τις αντιλήψεις τους αναφορικά με το ποιος μπορεί να γίνει επιστήμονας. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι μαθητές συχνά δεν αναγνωρίζουν την επιστήμη ως "καριέρα για αυτούς", ακόμα και εάν πράγματι απολαμβάνουν το μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Αυτό σχετίζεται με κοινωνικο-πολιτισμικούς παράγοντες, όπως τα πρότυπα που προβάλλονται στα ΜΜΕ και τα μηνύματα που λαμβάνουν από το σχολικό τους περιβάλλον, τα οποία διαμορφώνουν στερεότυπα σχετικά με το ποιοι άνθρωποι είναι "κατάλληλοι" για την επιστήμη DeWitt & Archer (2015).

Σύμφωνα με τα παραπάνω αντιλαμβανόμαστε οι παράγοντες που διαμορφώνουν τις στάσεις των μαθητών/τριών έχουν βάσεις σε αλληλεπίδρασεις γνωστικές, παιδαγωγικές και κοινωνικο-πολιτισμικές – το σχολείο, η οικογένεια και η κοινωνία δρουν συλλογικά διαμορφώνοντας ένα γενικό δίκτυο επιρροών που επιδρά στο πώς οι μαθητές θα αναπτύξουν φιλοδοξίες και ενδιαφέρον για τις επιστήμες.

Από την περαιτέρω ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών, εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αρχικά στην επίδραση του φύλου, καθώς τα αγόρια εμφάνισαν γενικά υψηλότερες μέσες τιμές στο ενδιαφέρον ενασχόλησης τους με την επιστήμη στον ελεύθερο τους χρόνο, σε σύγκριση με τα κορίτσια. Επίσης, αναφορικά με την επίδραση της τάξης, οι μαθητές της Β' Λυκείου εμφάνισαν υψηλότερες μέσες τιμές στην υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων απ' ότι οι μαθητές της Α' Λυκείου. Τέλος, στην επίδραση της πόλης, οι μαθητές της επαρχίας εμφάνισαν υψηλότερες μέσες τιμές στο ενδιαφέρον σταδιοδρομίας στην επιστήμη σε σύγκριση με τους μαθητές της πρωτεύουσας.

Η επίδραση του φύλου στις στάσεις, σε συνδυασμό με αντίστοιχα αποτελέσματα ερευνών άλλων χωρών, αναδεικνύει την πολυπλοκότητα των παραγόντων που επηρεάζουν τις στάσεις των μαθητών/τριών προς την επιστήμη. Μελέτες και μετα-αναλύσεις έχουν αποκαλύψει ότι

τα αγόρια τείνουν να εμφανίζουν συνολικά πιο θετικές στάσεις προς τις επιστήμες σε σχέση με τα κορίτσια (Osborne et al., 2003). Επίσης, σε διεθνείς αξιολογήσεις (όπως η PISA του ΟΟΣΑ) έχει αναδειχθεί ότι τα κορίτσια αποδίδουν σημαντικά λιγότερο ενδιαφέρον για επιστημονικά αντικείμενα όπως η φυσική ή τα μαθηματικά σε σύγκριση με τα αγόρια (OECD, 2016). Όμως οι διαφορές αυτές δεν μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά σε βιολογικούς παράγοντες, καθώς υπεισέρχονται τόσο κοινωνικές όσο και πολιτισμικές επιρροές.

Πιο συγκεκριμένα, η κοινωνική πλευρά της κάθε χώρας φαίνεται ότι διαμορφώνει τις προσδοκίες και τους ρόλους των φύλων, επηρεάζοντας τον τρόπο που οι νέοι/νεες αντιλαμβάνονται και εκτιμούν την επιστήμη (European Commission, 2007). Αυτές οι κοινωνικές επιρροές όπως π.χ. η έλλειψη θετικών γυναικείων προτύπων στον τομέα του STEM, η διαφορετική κοινωνικοποίηση αγοριών και κοριτσιών, αλλά και τα στερεότυπα που επιβάλλονται από το κοινωνικό τους περιβάλλον, επηρεάζουν το ενδιαφέρον των μαθητριών για τις επιστήμες (Brickhouse et al., 2000). Ωστόσο, μελέτες έχουν δείξει ότι εκπαιδευτικές προσεγγίσεις όπως η διερευνητική μάθηση (Inquiry-based science education) μπορούν να μετριάσουν αυτές τις διαφορές, δημιουργώντας ένα πιο συμπεριληπτικό περιβάλλον μάθησης για τα κορίτσια και αυξάνοντας τη συμμετοχή και το ενδιαφέρον τους για τις επιστημονικές δραστηριότητες (European Commission, 2007· OECD, 2016). Συνεπώς, αναγνωρίζοντας τον ρόλο των κοινωνικών προσδοκιών, οι παιδαγωγικές πρακτικές μπορούν να προσαρμοστούν ώστε να ενθαρρύνουν εξίσου και τα δύο φύλα, παρέχοντας θετικά πρότυπα και ίσες ευκαιρίες χωρίς διακρίσεις (Osborne et al., 2003).

Περιορισμοί-Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα μελέτη συνοδεύεται από συγκεκριμένους περιορισμούς οι οποίοι οφείλουν να αναφερθούν. Αρχικά, το δείγμα της έρευνας αποτέλεσε ένα σύνολο μαθητών/τριών των Α και Β τάξεων ΓΕ.Λ. προερχόμενο από δύο γεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας (Λάρισα και Αττική). Αυτό σημαίνει ότι τα αποτελέσματα ενδέχεται να μην μπορούν να γενικευτούν πλήρως στο σύνολο του ελληνικού μαθητικού πληθυσμού, ιδιαίτερα σε περιοχές με διαφορετικά κοινωνικοοικονομικά και πολιτισμικά χαρακτηριστικά. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η υλοποίηση μελλοντικών ερευνών οι οποίες θα συμπεριλάβουν ένα ευρύτερο και κατ' επέκταση περισσότερο αντιπροσωπευτικό δείγμα μαθητών/τριών, το οποίο θα περιλαμβάνει και έτερες γεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας με διαφορετικά κοινωνικοοικονομικά και πολιτισμικά χαρακτηριστικά. Αυτό θα βοηθήσει στη γενικευσιμότητα των αποτελεσμάτων και ενδέχεται να αναδείξει πιθανές διαφοροποιήσεις στις στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστήμη.

Επιπλέον περιορισμοί έγκεινται στις διαδικασίες της απόδοσης του ερωτηματολογίου στα ελληνικά. Αρχικά, μόνο πέντε από τις επτά κλίμακες του ερωτηματολογίου TOSRA επιλέχθηκαν για απόδοση στην ελληνική γλώσσα. Παρότι η απόφαση αυτή ήταν σκόπιμη και σε ευθυγράμμιση με τους στόχους της ευρύτερης έρευνας στην οποία ανήκει η παρούσα μελέτη, ωστόσο οδήγησε στην απουσία μετρήσεων σχετικών με τις υπόλοιπες δυο κλίμακες

του ερωτηματολογίου TOSRA (κοινωνικές επιπτώσεις της επιστήμης, και κανονικότητα των επιστημόνων). Μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να εξετάσουν τη συμπερίληψη αυτών των κλιμάκων στην ελληνική απόδοση του ερωτηματολογίου, παρέχοντας μια πληρέστερη εικόνα των στάσεων των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστήμη.

Τα αποτελέσματα της επιβεβαιωτικής παραγοντικής ανάλυσης (CFA) του ερωτηματολογίου αποκάλυψαν σχετικά υψηλές συσχετίσεις μεταξύ ορισμένων κλιμάκων, γεγονός που ενδέχεται να υποδηλώνει κάποια έλλειψη σαφούς διαχωρισμού μεταξύ των μετρούμενων διαστάσεων των ερωτηματολογίου. Επάνω σε αυτό το εύρημα θα μπορούσαν να εστιάσουν μελλοντικές έρευνες διερευνώντας περαιτέρω τις κλίμακες αυτές, πιθανά μέσω της προσθήκης επιπλέον ερωτήσεων οι οποίες θα εξειδικεύονται περισσότερο στις διαφορές μεταξύ των κλιμάκων.

Παροτρύνεται η περαιτέρω διερεύνηση της αξίας του ερωτηματολογίου TOSRA-GR από την ερευνητική κοινότητα μέσω της περεταίρω εφαρμογής του στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα. Μια κατεύθυνση για σχετική μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να είναι η μελέτη της επίδρασης στοχευμένων διδακτικών παρεμβάσεων όπως π.χ. η διερευνητική μάθηση ή γενικότερα οι πειραματικές δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών στις στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στη φυσική ή στις φυσικές επιστήμες. Επιπλέον, έχει ενδιαφέρον η μελέτη της διαχρονικής εξέλιξης των στάσεων των μαθητών/τριών, από το γυμνάσιο έως και την ολοκλήρωση του λυκείου, με στόχο την καταγραφή πιθανών μεταβολών κατά την πορεία της σχολικής τους ζωής.

Τέλος, μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να εξετάσουν περαιτέρω τις επιπτώσεις του κοινωνικοοικονομικού υποβάθρου των μαθητών/τριών αλλά και έτερων παραγόντων, όπως π.χ. οι επιδόσεις των μαθητών/τριών στη φυσική ή η στάση των γονέων τους ως προς τις φυσικές επιστήμες, προσφέροντας βαθύτερη κατανόηση σχετικά με το πώς μπορούν να διαμορφωθούν θετικότερες στάσεις προς τις φυσικές επιστήμες.

Βιβλιογραφία

Γιαλαμάς, Β., Λαβίδας, Κ., & Μάνεσης, Δ. (2024). *Στατιστικές μέθοδοι και τεχνικές στις κοινωνικές επιστήμες με τη χρήση SPSS* [Μεταπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. https://dx.doi.org/10.57713/kallipos-439

Σταμοβλάσης, Δ. (2016). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας με Στοιχεία Στατιστικής*. Ζυγός.

Ζησιμόπουλος, Κ., Καφετζόπουλος, Κ., Μουτζούρη-Μανούσου, Ε., & Παπασταματίου, Ν. (2002). *Θέματα διδακτικής για τα μαθήματα των φυσικών επιστημών*. Πατάκης.

Schacter, D. L., Gilbert, D. T., & Wegner, D. M. (2012). *Ψυχολογία* (Επιστ. Επιμ. Σ. Βοσνιάδου, Α.-Σ. Αντωνίου, Ζ. Μπαμπλέκου, Μ. Δαφέρμος, Η. Μπεζεβέγγης, Μ. Ζαφειροπούλου κ.ά.). Gutenberg.

Adolphe, F. S. G. (2002). *A cross-national study of classroom environment and attitudes among junior secondary science students in Australia and in Indonesia (Doctoral dissertation, Curtin University)*. Curtin University Institutional Repository. https://hdl.handle.net/20.500.11937/547

Agunbiade, A. E. (2021). *Exploring learners' proficiency in stoichiometry and attitudes towards science through Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) intervention* [Doctoral dissertation, Rhodes University]. University Repository. Ανακτήθηκε από http://hdl.handle.net/10962/174402

Ahuja, A. (2017). Study of scientific attitude in relation to science achievement scores among secondary school students. *Educational Quest: An International Journal of Education and Applied Social Sciences, 8*(1), 9-16. https://doi.org/10.5958/2230-7311.2017.00002.2

Albarracin, D., Johnson, B., & Zanna, M. (2014). *The handbook of attitudes* (2nd ed.). Psychology Press.

Ali, M. S., Mohsin, M. N., & Iqbal, M. Z. (2013). The discriminant validity and reliability for Urdu version of Test of Science-Related Attitudes (TOSRA). *International Journal of Humanities and Social Science, 3*(2), 29-39. Ανακτήθηκε από http://www.ijhssnet.com/journal/index/1557

Anghelache, V. (2013). Determinant factors of students' attitudes toward learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 93, 478-482. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.09.223

Anwer, M., Iqbal, H. M., & Harrison, C. (2012). Students' attitude towards science: A case of Pakistan. *Pakistan Journal of Social and Clinical Psychology, 9*(2), 3-9. Ανακτήθηκε από https://www.proquest.com/docview/1019053772

Asparouhov, T., & Muthén, B. (2009). Exploratory structural equation modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 16*(3), 397-438. https://doi.org/10.1080/10705510903008204

Aydeniz, M., & Kotowski, M. R. (2014). Conceptual and methodological issues in the measurement of attitudes towards science. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education, 18*(3). Ανακτήθηκε από https://ejrsme.icrsme.com/article/view/8531

Bartlett, M. S. (1950). Tests of significance in factor analysis. *British Journal of Psychology, 3*, 77–85. https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1950.tb00285.x

Bobko, P., & Schemmer, F. M. (1984). Eigenvalue shrinkage in principal components based factor analysis. *Applied Psychological Measurement, 8*(4), 439-451. https://doi.org/10.1177/014662168400800408

Brickhouse, N. W., Lowery, P., & Schultz, K. (2000). What kind of a girl does science? The construction of school science identities. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(5), 441–458. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200005)37:5<441::AID-TEA4>3.0.CO;2-3

Brown, S., Naiker, M., Sharma, B., Wakeling, L., Johnson, J., Mani, J., ... & Khan, N. (2020). Attitudes towards science among senior secondary students in Fiji. *Waikato Journal of Education, 25*(1), 57-72. https://doi.org/10.15663/wje.v25i0.704

Cai, L., Chung, S. W., & Lee, T. (2023). Incremental Model Fit Assessment in the Case of Categorical Data: Tucker–Lewis Index for Item Response Theory Modeling. *Prevention Science, 24*(3), 455-466. https://doi.org/10.1007/s11121-021-01253-4

Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate behavioral research, 1*(2), 245-276. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10

Chen, S. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science Education, 90*(5), 803-819. https://doi.org/10.1002/sce.20147

Cho, G., Hwang, H., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2020). Cutoff criteria for overall model fit indexes in generalized structured component analysis. *Journal of marketing analytics, 8*(4), 189-202. https://doi.org/10.1057/s41270-020-00089-1

Costello, A. B., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical assessment, research, and evaluation, 10*(1), 7. https://doi.org/10.7275/jyj1-4868

Dancey, C. P., & Reidy, J. (2007). *Statistics without maths for psychology* (4th ed.). Pearson Education.

DeVellis, R. F. (2012). *Scale development: Theory and applications* (3rd ed.). Sage.

DeWitt, J., & Archer, L. (2015). Who aspires to a science career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education, 37*(13), 2170-2192. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1071899

European Commission. Directorate-General for Research. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Office for Official Publications of the European Communities. Ανακτήθηκε από https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf

Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). Sage.

Fraser, B. J. (1978). Development of a test of science□related attitudes. *Science Education, 62(*4), 509-515. https://doi.org/10.1002/sce.3730620411

Fraser, B. J. (1981). *Tosra: Test of science-related attitudes: Handbook*. Australian Council for Educational Research.

Fraser, B. J., & Lee, S. (2015). Use of Test of Science-Related Attitudes (TOSRA) in Korea. In M. Khine (Ed.), *Attitude measurements in science education: Classic and contemporary approaches* (pp. 293-308). Information Age Publishing.

Gardner, P. L. (1975) Attitudes to Science: A Review. Studies in Science Education, 2(1), 1-41. https://doi.org/10.1080/03057267508559818

Genc, M. (2015). The effect of scientific studies on students' scientific literacy and attitude. Ondokuz Mayis University Journal of Education Faculty, 34(1), 141-152. https://doi.org/10.7822/omuefd.34.1.8

George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference* (16th ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429056765

George, R. (2006). A cross□domain analysis of change in students' attitudes toward science and attitudes about the utility of science. *International journal of science education, 28*(6), 571-589. https://doi.org/10.1080/09500690500338755

Güvendir, M. A., & Özkan, Y. Ö. (2022). Item removal strategies conducted in exploratory factor analysis: A comparative study. *International Journal of Assessment Tools in Education, 9*(1), 165-180. https://doi.org/10.21449/ijate.827950

Hayton, J.C., Allen, D.G., & Scarpello, V. (2004). Factor retention decisions in exploratory factor analysis: A tutorial on parallel analysis. *Organizational Research Methods, 7*(2), 191-205. https://doi.org/10.1177/1094428104263675

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty□first century. Science Education, 88(1), 28-54. https://doi.org/10.1002/sce.10106

Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika, 30*(2), 179-185. https://doi.org/10.1007/BF02289447

Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal, 6*(1), 1-55. https://doi.org/10.1080/10705519909540118

Khatoon, Z. (2021). Development of TOSRA (Test of Science Related Attitudes) Instrument for Science Related Attitude Studies in Sindh Province. *International Journal of Innovation in Teaching and Learning (IJITL), 7*(1), 79-94. https://doi.org/10.35993/ijitl.v7i1.1327

Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of learning in science. *In Handbook on summative and formative evaluation of student learning* (S. Bloom, J.T. Hastings, & G.F. Madaus, eds.), 559-642, New York, NY: McGraw-Hill. https://archive.org/details/handbookonformat00bloo/page/n13/mode/2up

Larsen, R., & Warne, R. T. (2010). Estimating confidence intervals for eigenvalues in exploratory factor analysis. Behavior research methods, 42, 871-876. https://doi.org/10.3758/BRM.42.3.871

Ledesma, R. D. & Valero-Mora, P., (2007) "Determining the Number of Factors to Retain in EFA: An easy-to-use computer program for carrying out Parallel Analysis". *Practical Assessment, Research, and Evaluation 12*(1). https://doi.org/10.7275/wjnc-nm63

Ledesma, R. D., Valero-Mora, P., & Macbeth, G. (2015). The scree test and the number of factors: a dynamic graphics approach. The Spanish journal of psychology, 18, E11. https://doi.org/10.1017/sjp.2015.13

Ma, X. B., Lin, F. C., & Zhao, Y. (2015). An adjustment to the Bartlett's test for small sample size. Communications in Statistics-Simulation and Computation, 44(1), 257-269. https://doi.org/10.1080/03610918.2013.773347

Naiker, M., Sharma, B., Wakeling, L., Johnson, J. B., Mani, J., Kumar, B., Naidu, A., Khan, NMGM., & Brown, S. (2020). Attitudes towards science among senior secondary students in Fiji. *Waikato Journal of Education, 25*(1), 57-72. https://doi.org/10.15663/wje.v25i0.704

National Research Council. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. National Academies Press. Ανακτήθηκε από https://nap.nationalacademies.org/catalog/12190/

National Research Council, NRC. (2012). *A framework for K-12 science education*. National Academies Press eBooks. https://doi.org/10.17226/13165

Navarro, M., Förster, C., González, C., & González-Pose, P. (2016). Attitudes toward science: Measurement and psychometric properties of the Test of Science-Related Attitudes for its use in Spanish-speaking classrooms. International Journal of Science Education, 38(9), 1459-1482. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1195521

OECD. (2016). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264266490-en

Osborne, J. Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. International journal of science education, 25(9), 1049-1079. https://doi.org/10.1080/0950069032000032199

Padgett, R. N., & Morgan, G. B. (2019). ML-CFA fit: Online supplemental material. Ανακτήθηκε από https://noah-padgett.github.io/mcfa-fit/

Sharma, B., Narayan, S., Khan, M. G. M., Kumar, B., Havea, R., Johnson, J. B., & Naiker, M. (2021). The Attitudes of Tongan Senior Secondary Students Toward Science. *New Zealand Journal of Educational Studies*, 1-24. https://doi.org/10.1007/s40841-021-00203-6

Sivan, A., & Chan, D. W. (2013). Teacher interpersonal behaviour and secondary students' cognitive, affective and moral outcomes in Hong Kong. *Learning Environments Research, 16*(1), 23-36. https://doil.org/10.1007/s10984-012-9123-5

Smelser, N. J., & Baltes, P. B. (2001). *International encyclopedia of the social and behavioral sciences*. Elsevier.

Stilgoe, J., Lock, S. J., & Wilsdon, J. (2014). Why should we promote public engagement with science? *Public understanding of science, 23*(1), 4-15. https://doi.org/10.1177/0963662513518154

VanMeter-Adams, A., Frankenfeld, C. L., Bases, J., Espina, V., & Liotta, L. A. (2014). Students who demonstrate strong talent and interest in STEM are initially attracted to STEM through extracurricular experiences. *CBE-Life Sciences Education, 13*(4), 687-697. https://doi.org/10.1187/cbe.13-11-0213

Watson, J. C. (2017). Establishing evidence for internal structure using exploratory factor analysis. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 50*(4), 232-238. https://doi.org/10.1080/07481756.2017.1336931

Winberg, T. M., & Hedman, L. (2008). Student attitudes toward learning, level of pre-knowledge and instruction type in a computer-simulation: Effects on flow experiences and perceived learning outcomes. *Instructional Science, 36,* 269-287. https://doi.org/10.1007/s11251-007-9030-9

Xiao, S., & Sandoval, W. A. (2017). Associations between attitudes towards science and children's evaluation of information about socioscientific issues. *Science & Education, 26,* 247-269. Ανακτήθηκε από https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-017-9888-0

Yong, A. G., & Pearce, S. (2013). A beginner's guide to factor analysis: Focusing on exploratory factor analysis. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology, 9*(2), 79-94. https://doi.org/10.20982/tqmp.09.2.p079

Παράρτημα

Ελληνική απόδοση του ερωτηματολογίου TOSRA (για τις 5 από τις 7 κλίμακες) - TOSRA-GR

Q1.	Προτιμώ να ανακαλύψω γιατί συμβαίνει κάτι κάνοντας μια πειραματική δραστηριότητα παρά να μου το περιγράψουν προφορικά (+)
Q2.	Μου αρέσει να διαβάζω πράγματα που είναι αντίθετα με τις ιδέες που έχω (+)
Q3.	Οι πειραματικές δραστηριότητες είναι διασκεδαστικές (+)
Q4.	Θα ήθελα να ανήκω σε ένα σύλλογο Φυσικής (+)
Q5.	Δεν θα ήθελα να γίνω επιστήμονας όταν τελειώσω το σχολείο (-)
Q6.	Το να κάνω πειράματα για να ανακαλύψω πληροφορίες δεν είναι τόσο καλό όσο το να μου δίνουν τις πληροφορίες οι δάσκαλοι (-)
Q7.	Δεν μου αρέσει να εκτελώ ξανά ένα πείραμα για να ελέγξω εάν προκύπτει το ίδιο αποτέλεσμα (-)
Q8.	Δεν μου αρέσουν οι πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής (-)
Q9.	Βαριέμαι όταν είμαι σπίτι να παρακολουθώ προγράμματα επιστήμης στην τηλεόραση (-)
Q10.	Όταν τελειώσω το σχολείο θα ήθελα να δουλεύω με ανθρώπους που κάνουν επιστημονικές ανακαλύψεις (+)
Q11.	Προτιμώ να κάνω τα πειράματα από το να τα διαβάζω (+)
Q12.	Έχω περιέργεια για τον κόσμο στον οποίο ζούμε (+)
Q13.	Στο σχολείο θα έπρεπε να γίνονται περισσότερες πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική (+)
Q14.	Θα ήθελα να μου κάνουν δώρο ένα επιστημονικό βιβλίο ή ένα κομμάτι επιστημονικού εξοπλισμού (+)
Q15.	Δεν θα μου άρεσε να εργάζομαι σε επιστημονικό εργαστήριο όταν τελειώσω το σχολείο (-)
Q16.	Προτιμώ να συμφωνήσω με τη γνώμη των άλλων, παρά να κάνω μια πειραματική δραστηριότητα για να το διαπιστώσω μόνος μου (-)
Q17.	Το να ανακαλύπτω καινούρια πράγματα δεν είναι σημαντικό για εμένα (-)
Q18.	Οι πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική με κάνουν να βαριέμαι (-)
Q19.	Δεν μου αρέσει να διαβάζω βιβλία σχετικά με επιστήμη κατά τη διάρκεια των διακοπών μου (-)
Q20.	Η εργασία σε ένα επιστημονικό εργαστήριο θα ήταν ένας ενδιαφέρον τρόπος για να βγάζω χρήματα (+)

Q21.	Προτιμώ να κάνω πειράματα παρά να μαθαίνω πληροφορίες από το δάσκαλο (+)
Q22.	Μου αρέσει να ακούω διαφορετικές απόψεις από τις δικές μου (+)
Q23.	Οι πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική είναι ένα από τα πιο ενδιαφέροντα θέματα (+)
Q24.	Θα μου άρεσε να κάνω πειράματα Φυσικής στο σπίτι (+)
Q25.	Μια καριέρα στις επιστήμες θα ήταν βαρετή (-)
Q26.	Προτιμώ να ανακαλύψω πράγματα ρωτώντας έναν ειδικό παρά κάνοντας ένα πείραμα (-)
Q27.	Το βρίσκω βαρετό να ακούω για καινούριες ιδέες (-)
Q28.	Οι πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική είναι χάσιμο χρόνου (-)
Q29.	Είναι βαρετό να μιλάω με τους φίλους μου μετά το σχολείο σχετικά με την επιστήμη (-)
Q30.	Θα ήθελα να διδάσκω επιστήμη όταν τελειώσω το σχολείο (+)
Q31.	Προτιμώ να λύσω ένα πρόβλημα με το να κάνω ένα πείραμα παρά να μου πουν την απάντηση (+)
Q32.	Στις πειραματικές δραστηριότητες μου αρέσει να χρησιμοποιώ καινούριες μεθόδους που δεν έχω ξαναχρησιμοποιήσει (+)
Q33.	Πραγματικά απολαμβάνω να συμμετέχω σε πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής (+)
Q34.	Θα μου άρεσε να δουλεύω σε ένα επιστημονικό εργαστήριο κατά τη διάρκεια των σχολικών διακοπών μου (+)
Q35.	Το να εργάζομαι ως επιστήμονας θα ήταν βαρετό (-)
Q36.	Είναι προτιμότερο να ρωτήσω το δάσκαλο για μια απάντηση παρά να τη βρω κάνοντας μια πειραματική δραστηριότητα (-)
Q37.	Δεν είμαι πρόθυμος να αλλάζω τις ιδέες που έχω σχετικά με ένα θέμα όταν οι αποδείξεις δείχνουν ότι αυτές δεν είναι καλές (-)
Q38.	Τα θέματα των πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής δεν είναι ενδιαφέροντα (-)
Q39.	Βρίσκω βαρετό να ακούω στο ραδιόφωνο να μιλούν για επιστήμη (-)
Q40.	Το να εργάζομαι ως επιστήμονας θα ήταν ενδιαφέρον (+)
Q41.	Προτιμώ να κάνω πείραμα σχετικά με ένα θέμα παρά να διαβάσω σχετικά με αυτό σε ένα επιστημονικό περιοδικό (+)
Q42.	Στις πειραματικές δραστηριότητες αναφέρω τα απροσδόκητα αποτελέσματα καθώς επίσης και τα αναμενόμενα αποτελέσματα (+)
Q43.	Περιμένω με ανυπομονησία τις πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής (+)
Q44.	Θα μου άρεσε να επισκεφθώ ένα μουσείο επιστήμης το Σαββατοκύριακο (+)
Q45.	Δεν θα μου άρεσε να γίνω ένας επιστήμονας διότι χρειάζεται να μορφωθώ πολύ (-)
Q46.	Είναι προτιμότερο να σου λένε τα επιστημονικά δεδομένα παρά να τα ανακαλύπτεις μέσα από πειράματα (-)

Q47.	Δεν μου αρέσει να ακούω τη γνώμη των άλλων όταν εκτελώ πειράματα (-)
Q48.	Θα απολάμβανα περισσότερο το σχολείο εάν δεν υπήρχαν πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής (-)
Q49.	Δεν μου αρέσει να διαβάζω άρθρα που έχουν σχέση με την επιστήμη (-)
Q 50.	Θα ήθελα να γίνω επιστήμονας όταν τελειώσω το σχολείο (+)

Σημείωση: Στην κλίμακα «Στάσεις απέναντι στην επιστημονική διερεύνηση (I)» αντιστοιχούν οι ερωτήσεις Q1, Q6, Q11, Q16, Q21, Q26, Q31, Q36, Q41, Q46. Στην κλίμακα «Υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων (A)» αντιστοιχούν οι ερωτήσεις Q2, Q7, Q12, Q17, Q22, Q27, Q32, Q37, Q42, Q47. Στην κλίμακα «Απόλαυση πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής (E)» αντιστοιχούν οι ερωτήσεις Q3, Q8, Q13, Q18, Q23, Q28, Q33, Q38, Q43, Q48. Στην κλίμακα «Ενδιαφέρον ενασχόλησης με την επιστήμη στον ελεύθερο χρόνο (L)» αντιστοιχούν οι ερωτήσεις Q4, Q9, Q14, Q19, Q24, Q29, Q34, Q39, Q44, Q49. Στην κλίμακα «Επαγγελματικό ενδιαφέρον για την επιστήμη (C)» αντιστοιχούν οι ερωτήσεις Q5, Q10, Q15, Q20, Q25, Q30, Q35, Q40, Q45, Q50.