

# PISA 4U

## Διδακτική μεθοδολογία και επίδοση στις φυσικές επιστήμες στο πρόγραμμα PISA

v.1



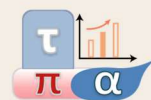
Πανεπιστήμιο  
Ιωαννίνων



Εργαστήριο  
Διδακτικής  
& Σχολικής  
Παιδαγωγικής  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Εθνικό  
Πρόγραμμα  
Ανάπτυξης  
2021-2025



Τομεακό  
Πρόγραμμα  
Ανάπτυξης  
2021 - 2025

Η εκπόνηση του παραδοτέου εντάσσεται στο Έργο «Δημιουργία Ερευνητικών Υποδομών, Επεξεργασία Ερευνητικού Υλικού και Επικοινωνία Αποτελεσμάτων Διεθνών Εκπαιδευτικών Ερευνών» με Επιστημονικό Υπεύθυνο τον Καθηγητή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων Αναστάσιο Εμβαλωτή. Χρηματοδοτήθηκε βάσει της Προγραμματικής Σύμβασης του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων μέσω του Τομεακού Προγράμματος Ανάπτυξης 2021-2025.

**Επιστημονικός Υπεύθυνος:**

Αναστάσιος Εμβαλωτής, Καθηγητής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων  
Διευθυντής Εργαστηρίου Διδακτικής & Σχολικής Παιδαγωγικής

**Επιστημονικοί Συνεργάτες:**

Αναστάσιος Καρακολίδης, Επιστημονικός Συνεργάτης Εργαστηρίου  
Διδακτικής & Σχολικής Παιδαγωγικής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Βασιλική Πίτσια, Επιστημονική Συνεργάτιδα Εργαστηρίου Διδακτικής &  
Σχολικής Παιδαγωγικής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Το υλικό PISA4U διατίθεται με άδεια 'Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0'. [ελεύθερη χρήση, αναπαραγωγή, αναδιανομή, παρουσίαση και αξιοποίηση, με την προϋπόθεση να μην υπάρχει πρόθεση εμπορικής εκμετάλλευσης. Απαιτείται αναφορά του δημιουργού ή του δικαιούχου της άδειας. Οποιοδήποτε παράγωγο έργο μπορεί να διανεμηθεί μόνο με την ίδια ή παρόμοια άδεια] <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



## Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή .....	4
Θεωρητικό πλαίσιο .....	4
Μεθοδολογία .....	9
Δειγματοληπτικός σχεδιασμός του PISA .....	9
Πολυεπίπεδα μοντέλα.....	9
Άλλες μεθοδολογικές πληροφορίες .....	11
Αποτελέσματα .....	12
Περιγραφικά στοιχεία .....	12
Διακύμανση μεταξύ μαθητριών/ητών και μεταξύ σχολείων.....	13
Πολυεπίπεδα μοντέλα – Φυσικές επιστήμες.....	13
Ενδεικτικές προτάσεις πολιτικής .....	16
Βιβλιογραφία .....	18

## Διδακτική μεθοδολογία και επίδοση στις φυσικές επιστήμες στο πρόγραμμα PISA

### Εισαγωγή

Η παρούσα έκθεση εξετάζει την επίδοση μαθητριών/ητών στις φυσικές επιστήμες, αξιοποιώντας δεδομένα από το διεθνές πρόγραμμα Programme for International Student Assessment (PISA) για τον κύκλο 2015 για την Ελλάδα. Μέσω ενός ιεραρχικού πολυεπίπεδου μοντέλου, αναλύονται οι σχέσεις παραγόντων που αφορούν τη διδακτική μεθοδολογία με την επίδοση στο γνωστικό αντικείμενο των φυσικών επιστημών. Στόχος της μελέτης είναι να αναδείξει τους παράγοντες που συνδέονται συστηματικά με την επίδοση και να προσφέρει τεκμηριωμένη βάση για την ανάπτυξη πολιτικών που βελτιώνουν τη διδακτική μεθοδολογία.

Η έκθεση δομείται σε τέσσερα μέρη:

- (α) Θεωρητικό πλαίσιο – παρουσίαση της σχετικής βιβλιογραφίας και της θεωρητικής προσέγγισης που ακολουθείται στην παρούσα έκθεση,
- (β) Μεθοδολογία – παρουσίαση της προσέγγισης, των δεδομένων και των στατιστικών εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν,
- (γ) Αποτελέσματα – παρουσίαση και ερμηνεία των ευρημάτων ανά κύκλο και ανά γνωστικό αντικείμενο,
- (δ) Ενδεικτικές προτάσεις πολιτικής – προτάσεις που απορρέουν από τα συμπεράσματα της μελέτης και στοχεύουν στη μείωση των εκπαιδευτικών ανισοτήτων και στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

### Θεωρητικό πλαίσιο

Οι διεθνείς εκπαιδευτικές αξιολογήσεις μεγάλης κλίμακας, όπως το πρόγραμμα PISA, έχουν αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία τα τελευταία χρόνια στην αναλυτική και συγκριτική μελέτη των εκπαιδευτικών συστημάτων. Η αξιοποίησή τους ξεπερνά τη στενή ερευνητική αξιοποίηση και επεκτείνεται στη διαμόρφωση εκπαιδευτικών πολιτικών, στη χάραξη στρατηγικών βελτίωσης της μάθησης και στον δημόσιο διάλογο γύρω από την ποιότητα της εκπαίδευσης (Hopfenbeck et al., 2018; Meyer & Benavot, 2013). Οι κατατάξεις των χωρών και οι διακυμάνσεις των επιδόσεων τους διαχρονικά αποτελούν αντικείμενο εντατικής προβολής, συχνά λειτουργώντας ως βασικός δείκτης των επιδόσεων ενός εκπαιδευτικού συστήματος. Παρόλα αυτά, οι μέσοι όροι επίδοσης σε εθνικό επίπεδο δεν αποτυπώνουν την εσωτερική ετερογένεια, ούτε αποκαλύπτουν τους μηχανισμούς που παράγουν ανισότητες μεταξύ διαφορετικών ομάδων του μαθητικού πληθυσμού (Dronkers & de Heus, 2012; Rowley et al., 2020). Για τον λόγο αυτόν, υπογραμμίζεται η ανάγκη αναλυτικότερων μελετών που εστιάζουν στους παράγοντες που φαίνεται να συνδέονται συστηματικά με τις επιδόσεις των μαθητριών/ητών.

Το PISA δεν περιορίζεται στη μέτρηση επιδόσεων σε μαθηματικά, κατανόηση κειμένου και φυσικές επιστήμες. Συλλέγει εκτεταμένα στοιχεία για τις συνθήκες μάθησης, το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο των μαθητριών/ητών, τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών, τα χαρακτηριστικά των σχολείων και τις

διαφοροποιήσεις στο οικογενειακό περιβάλλον, επιτρέποντας μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των παραγόντων που σχετίζονται με τις επιδόσεις σε αυτά τα γνωστικά αντικείμενα.

Η βιβλιογραφία έχει αναδείξει συστηματικές σχέσεις διαφόρων χαρακτηριστικών του σχολείου και της τάξης με τις μαθησιακές επιδόσεις (OECD, 2023; Wang et al., 2023). Η σύνθεση της τάξης και, ευρύτερα, του σχολείου, οι διδακτικές πρακτικές, ο τρόπος οργάνωσης της μαθησιακής διαδικασίας και οι παιδαγωγικές στρατηγικές που υιοθετούνται στην τάξη θεωρούνται κρίσιμοι μοχλοί βελτίωσης της ποιότητας της μάθησης και της ισότητας των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων.

Στο πλαίσιο της παρούσας έκθεσης εξετάζονται ειδικότερα παράγοντες που αφορούν τη διδακτική μεθοδολογία στις φυσικές επιστήμες και η σχέση τους με τις επιδόσεις των μαθητριών/ητών στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο. Η ανάλυση βασίζεται σε δεδομένα του κύκλου PISA 2015, ο οποίος αποτελεί τον πιο πρόσφατο κύκλο της έρευνας PISA για τον οποίο διατίθενται αναλυτικά δεδομένα σχετικά με τη διδακτική μεθοδολογία στις φυσικές επιστήμες, δεδομένου ότι οι φυσικές επιστήμες αποτέλεσαν το βασικό γνωστικό αντικείμενο αξιολόγησης.

Η ανάλυση εστιάζει σε ένα σύνολο μεταβλητών που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με τη διδακτική μεθοδολογία, όπως ο βαθμός στον οποίο η διδασκαλία είναι κατευθυνόμενη από την/ον εκπαιδευτικό, η προσαρμογή της διδασκαλίας στις ανάγκες των μαθητριών/ητών, η αξιοποίηση διαλόγου και διερευνητικών πρακτικών, η παροχή υποστήριξης και ανατροφοδότησης από την/ον εκπαιδευτικό, το κλίμα πειθαρχίας στην τάξη, καθώς και συμπεριφορές εκπαιδευτικών που ενδέχεται να παρεμποδίζουν τη μαθησιακή διαδικασία. Παράλληλα, λαμβάνονται υπόψη σχολικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τις διδακτικές πρακτικές, όπως το κοινωνικοοικονομικό προφίλ των μαθητριών/ητών και του σχολείου, ο τύπος σχολείου (δημόσιο ή ιδιωτικό), το μέγεθος του σχολείου, το μέσο μέγεθος της τάξης και η αναλογία μαθητριών/ητών ανά εκπαιδευτικό. Το φύλο των μαθητριών/ητών περιλαμβάνεται επίσης ως βασική δημογραφική μεταβλητή, δεδομένης της διαχρονικής σημασίας της στη μελέτη των μαθησιακών επιδόσεων.

Μια πρώτη συστηματική διερεύνηση των παραπάνω παραγόντων στο ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο πραγματοποιήθηκε μέσω των εθνικών εκθέσεων των Σοφianoπούλου κ.συν. (2017, 2019), οι οποίες βασίστηκαν σε αναλύσεις των δεδομένων του PISA 2015. Οι εκθέσεις αυτές αποτέλεσαν σημαντικό σημείο αναφοράς για την κατανόηση της σχέσης μεταξύ διδακτικών πρακτικών στις φυσικές επιστήμες και μαθησιακών επιδόσεων στην Ελλάδα, προσφέροντας εμπειρικά τεκμήρια προσαρμοσμένα στις ιδιαιτερότητες του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Σύμφωνα με τα βασικά ευρήματα των εκθέσεων αυτών, στην Ελλάδα, οι μαθήτριες/ητές που αντιλαμβάνονται ότι η διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι κυρίως κατευθυνόμενη από τον εκπαιδευτικό τείνουν να επιτυγχάνουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες επιδόσεις στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο. Ειδικότερα, υψηλότερες επιδόσεις συνδέονται με διδακτικές πρακτικές στις οποίες η/ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει και εξηγεί με σαφήνεια τις επιστημονικές έννοιες, συζητά τις ερωτήσεις που προκύπτουν κατά τη διάρκεια του μαθήματος και ενθαρρύνει τον διάλογο. Τα ευρήματα αυτά ευθυγραμμίζονται σε μεγάλο βαθμό με τα διεθνή αποτελέσματα της έρευνας PISA για τις χώρες του ΟΟΣΑ, επιβεβαιώνοντας ότι οι κατευθυνόμενες από την/ον εκπαιδευτικό διδακτικές πρακτικές συνδέονται, κατά μέσο όρο, με υψηλότερα επίπεδα μαθησιακής επίδοσης στις φυσικές επιστήμες. Επιπλέον, σχετικά διεθνή ευρήματα καταδεικνύουν ότι, κατά μέσο όρο στις χώρες του ΟΟΣΑ, οι εκπαιδευτικοί που υπηρετούν σε σχολεία με ευνοϊκότερο κοινωνικοοικονομικό προφίλ τείνουν να αξιοποιούν συχνότερα τέτοιου είδους πρακτικές, όπως η εξήγηση και η επίδειξη επιστημονικών εννοιών, σε σύγκριση με εκπαιδευτικούς σε σχολεία λιγότερο ευνοϊκού κοινωνικοοικονομικού προφίλ (OECD, 2016a).

Η προσαρμογή της διδασκαλίας στις ανάγκες, τις δεξιότητες και τις μαθησιακές δυσκολίες των μαθητριών/ητών αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα που έχει διερευνηθεί σε σχέση με τις επιδόσεις στις φυσικές επιστήμες (Σοφianoπούλου κ.συν., 2017, 2019). Η διαφοροποίηση της διδασκαλίας και η ευαισθησία

της/ου εκπαιδευτικού ως προς την ετερογένεια του μαθητικού πληθυσμού θεωρούνται βασικές προϋποθέσεις για τη δημιουργία ενός υποστηρικτικού και αποτελεσματικού μαθησιακού περιβάλλοντος, ιδίως σε γνωστικά αντικείμενα αυξημένων εννοιολογικών απαιτήσεων, όπως οι φυσικές επιστήμες. Στο ελληνικό δείγμα του PISA 2015, η συγκεκριμένη μεταβλητή εμφανίζει στατιστικά σημαντική, αν και σχετικά ασθενή, συσχέτιση με την επίδοση. Ειδικότερα, οι μαθήτριες/ητές που δηλώνουν ότι η/ο εκπαιδευτικός τους προσαρμόζει τη διδασκαλία στις ανάγκες της τάξης τείνουν να επιτυγχάνουν ελαφρώς υψηλότερες επιδόσεις σε σύγκριση με τις/ους συνομήλικές/ηλικούς τους. Σε διεθνές επίπεδο, τα αποτελέσματα της έρευνας PISA καταδεικνύουν ισχυρότερες και πολυδιάστατες συσχετίσεις. Οι μαθήτριες/ητές που αναφέρουν συχνότερη εφαρμογή πρακτικών προσαρμοσμένης διδασκαλίας όχι μόνο επιτυγχάνουν, κατά μέσο όρο, υψηλότερες επιδόσεις στις φυσικές επιστήμες, αλλά εμφανίζουν και ισχυρότερες πεποιθήσεις σχετικά με την αξία της επιστημονικής διερεύνησης και μεγαλύτερη πιθανότητα να προσδοκούν μελλοντική επαγγελματική σταδιοδρομία σε επιστημονικούς κλάδους (OECD, 2016a). Τα ευρήματα αυτά αναδεικνύουν τον ρόλο της προσαρμοσμένης διδασκαλίας όχι μόνο ως παράγοντα ακαδημαϊκής επίδοσης, αλλά και ως κρίσιμου μηχανισμού ενίσχυσης της επιστημονικής ταυτότητας και των μελλοντικών προσδοκιών των μαθητριών/ητών.

Τα αποτελέσματα της έρευνας PISA 2015 στο ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο καταδεικνύουν ότι οι μαθήτριες/ητές συχνά έχουν περιορισμένες ευκαιρίες για ενεργό συμμετοχή σε πειραματικές δραστηριότητες, για σχολιασμό και ερμηνεία αποτελεσμάτων πειραμάτων, καθώς και για τεκμηριωμένη συζήτηση επιστημονικών ζητημάτων στην τάξη. Η περιορισμένη αυτή έκθεση σε πρακτικές διερεύνησης και πειραματισμού ενδέχεται να λειτουργεί περιοριστικά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικού συλλογισμού (Σοφianoπούλου κ.συν., 2019). Στο ίδιο πλαίσιο, η αξιοποίηση του διαλόγου και της διερεύνησης κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών αναδείχθηκε ως παράγοντας με στατιστικά σημαντική αλλά αρνητική συσχέτιση με την επίδοση των μαθητριών/ητών στο ελληνικό δείγμα (Σοφianoπούλου κ.συν., 2017). Το εύρημα αυτό δεν υποδηλώνει κατ' ανάγκην ότι τέτοιου είδους πρακτικές είναι εγγενώς αναποτελεσματικές, αλλά πιθανόν αντανακλά τον τρόπο και το πλαίσιο εφαρμογής τους στο ελληνικό σχολείο. Ενδέχεται, για παράδειγμα, οι πρακτικές αυτές να εφαρμόζονται αποσπασματικά, χωρίς επαρκή δομή και σαφείς μαθησιακούς στόχους, ή χωρίς την αναγκαία υποστήριξη και καθοδήγηση από την/ον εκπαιδευτικό, με αποτέλεσμα να μην συνδέονται με βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα.

Η υποστήριξη που παρέχει η/ο εκπαιδευτικός στις/ους μαθήτριες/ητές κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών αναδεικνύεται επίσης ως παράγοντας που παρουσιάζει στατιστικά σημαντική, αλλά ασθενή, αρνητική συσχέτιση με την επίδοση στο ελληνικό δείγμα. Το εύρημα αυτό, αν και εκ πρώτης όψεως μπορεί να εκληφθεί ως αντιφατικό, είναι πιθανό να αντανακλά μηχανισμούς αντισταθμιστικής παρέμβασης εντός της τάξης, καθώς η αυξημένη υποστήριξη συχνά παρέχεται συχνότερα σε μαθήτριες/ητές που αντιμετωπίζουν μαθησιακές δυσκολίες ή εμφανίζουν χαμηλότερα επίπεδα επιδόσεων. Σε διεθνές επίπεδο, τα αποτελέσματα της έρευνας PISA καταδεικνύουν ότι ,μετά τον στατιστικό έλεγχο του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου μαθητριών/ητών και των σχολείων, η σχέση μεταξύ της υποστήριξης της/ου εκπαιδευτικού και της επίδοσης καθίσταται θετική στις περισσότερες χώρες του ΟΟΣΑ (OECD, 2016c). Το εύρημα αυτό υπογραμμίζει τον ρόλο του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου ως κρίσιμου διαμεσολαβητικού παράγοντα και αναδεικνύει τη σημασία της ποιοτικής, έγκαιρης και παιδαγωγικά στοχευμένης υποστήριξης, ιδίως σε περιβάλλοντα με αυξημένες εκπαιδευτικές ανισότητες.

Αντίστοιχα, η συχνή παροχή ανατροφοδότησης από τις/ους εκπαιδευτικούς στις φυσικές επιστήμες, όπως σχόλια σχετικά με τα δυνατά σημεία των μαθητριών/ητών ή τομείς που χρήζουν βελτίωσης, εμφανίζεται στο ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο να συνδέεται με χαμηλότερες επιδόσεις. Το εύρημα αυτό, όπως και σε άλλες περιπτώσεις διδακτικών πρακτικών, δεν θα πρέπει να ερμηνεύεται ως ένδειξη αναποτελεσματικότητας της

ανατροφοδότησης καθεαυτής, αλλά μάλλον ως αντανάκλαση του πλαισίου στο οποίο αυτή παρέχεται και των μαθησιακών αναγκών στις οποίες απευθύνεται. Είναι πιθανό η συχνή ανατροφοδότηση να παρέχεται κυρίως σε μαθήτριες/ητές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών ή παρουσιάζουν χαμηλότερες επιδόσεις, λειτουργώντας ως μέσο υποστήριξης και καθοδήγησης. Επιπλέον, η φύση της ανατροφοδότησης, δηλαδή κατά πόσο είναι συγκεκριμένη, διαμορφωτική και προσανατολισμένη στη βελτίωση της μάθησης ή πιο γενική και διορθωτική, ενδέχεται να επηρεάζει καθοριστικά τη σχέση της με τις μαθησιακές επιδόσεις, χωρίς αυτό να αποτυπώνεται πλήρως στους δείκτες της έρευνας PISA. Παρόμοια μοτίβα καταγράφονται και σε διεθνές επίπεδο. Στις χώρες του ΟΟΣΑ, η συχνή παροχή ανατροφοδότησης συνδέεται, κατά μέσο όρο, αρνητικά με την επίδοση στις φυσικές επιστήμες, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τις επιστημονικές πεποιθήσεις και τις επαγγελματικές προσδοκίες των μαθητριών/ητών (OECD, 2016c).

Αντίθετα, το κλίμα πειθαρχίας στην τάξη αναδεικνύεται συστηματικά ως ένας από τους ισχυρότερους παράγοντες που σχετίζονται θετικά με την επίδοση στις φυσικές επιστήμες (Σοφianoπούλου κ.συν., 2017, 2019). Μαθήτριες/ητές που φοιτούν σε τάξεις όπου επικρατεί ησυχία και ομαλή έναρξη του μαθήματος τείνουν να επιτυγχάνουν υψηλότερες επιδόσεις, εύρημα που επιβεβαιώνεται και σε διεθνές επίπεδο. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η διαχείριση της τάξης και η διασφάλιση ενός θετικού κλίματος πειθαρχίας δεν αποτελούν απλώς οργανωτικούς παραμέτρους της διδασκαλίας, αλλά κρίσιμους παιδαγωγικούς παράγοντες που συνδέονται άμεσα τη μαθησιακή διαδικασία και τα γνωστικά αποτελέσματα.

Τέλος, σχολικοί παράγοντες φαίνεται επίσης να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των επιδόσεων στις φυσικές επιστήμες. Αν και οι μαθήτριες/ητές ιδιωτικών σχολείων επιτυγχάνουν υψηλότερες επιδόσεις στις φυσικές επιστήμες τόσο στην Ελλάδα όσο και, γενικότερα, στις χώρες του ΟΟΣΑ, η διαφορά αυτή φαίνεται να αντιστρέφεται υπέρ των δημόσιων σχολείων όταν ληφθεί υπόψη το κοινωνικοοικονομικό προφίλ των μαθητριών/ητών και των σχολείων στις περισσότερες χώρες του ΟΟΣΑ (OECD, 2016c). Το εύρημα αυτό αναδεικνύει τον καθοριστικό ρόλο του κοινωνικοοικονομικού πλαισίου στη διαμόρφωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων και υπογραμμίζει ότι οι διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ τύπων σχολείων αντανακλούν σε μεγάλο βαθμό τις άνισες αφετηρίες των μαθητικών πληθυσμών που εξυπηρετούν. Συνεπώς, οι υψηλότερες επιδόσεις των μαθητριών/ητών ιδιωτικών σχολείων πριν από τον έλεγχο του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή, αποφεύγοντας απλουστευτικά συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των σχολικών μονάδων. Επιπλέον, οι μαθήτριες/ητές που φοιτούν σε μεγαλύτερα σχολεία εμφανίζουν, κατά μέσο όρο, υψηλότερες επιδόσεις στις φυσικές επιστήμες, ενώ οι μαθήτριες/ητές σε μικρότερα σχολεία τείνουν να αναφέρουν καλύτερο κλίμα πειθαρχίας. Στο ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο, τα σχολεία είναι κατά μέσο όρο μικρότερα από τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ, με μικρότερα τμήματα και ευνοϊκότερη αναλογία μαθητριών/ητών ανά εκπαιδευτικό. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να λειτουργήσουν υποστηρικτικά για τη μαθησιακή διαδικασία, καθώς διευκολύνουν την εξατομικευμένη προσέγγιση, την αποτελεσματικότερη διαχείριση της τάξης και την ανάπτυξη θετικότερων σχέσεων μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητριών/ητών.

Συνολικά, η υπάρχουσα βιβλιογραφία αναδεικνύει ότι οι διδακτικές πρακτικές στις φυσικές επιστήμες συνδέονται με τις μαθησιακές επιδόσεις με τρόπους σύνθετους, γεγονός που καθιστά αναγκαία την αποφυγή απλουστευτικών ερμηνειών. Οι σχέσεις μεταξύ διδακτικής μεθοδολογίας και επίδοσης διαμορφώνονται από το ευρύτερο σχολικό και κοινωνικοοικονομικό πλαίσιο, τα χαρακτηριστικά των μαθητριών/ητών, καθώς και από τον τρόπο και τη συχνότητα εφαρμογής των επιμέρους διδακτικών πρακτικών. Τα ευρήματα υπογραμμίζουν την ανάγκη περαιτέρω πολυπαραγοντικών και πολυεπίπεδων αναλύσεων, οι οποίες θα λαμβάνουν υπόψη ταυτόχρονα ατομικούς και σχολικούς παράγοντες, προκειμένου να αποτυπωθεί με

μεγαλύτερη ακρίβεια η δυναμική των διδακτικών πρακτικών και ο ρόλος τους στη διαμόρφωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων και προσεκτικής ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

## Μεθοδολογία

### Δειγματοληπτικός σχεδιασμός του PISA

Το πρόγραμμα PISA αξιοποιεί έναν σύνθετο δειγματοληπτικό σχεδιασμό, ο οποίος περιλαμβάνει δειγματοληψία δύο σταδίων με στρωματοποίηση. Στο πρώτο στάδιο, επιλέγεται ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα σχολικών μονάδων, χρησιμοποιώντας στρωματοποιημένη δειγματοληψία με πιθανότητα επιλογής ανάλογη προς το μέγεθος του σχολείου (δηλ. τα μεγαλύτερα σχολεία έχουν αυξημένη πιθανότητα να επιλεγούν). Στο δεύτερο στάδιο, επιλέγεται τυχαίο δείγμα μαθητριών/ητών ηλικίας 15 και 16 ετών από κάθε επιλεγμένο σχολείο.

Ο δειγματοληπτικός σχεδιασμός του PISA πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την ανάλυση, καθώς οι μαθήτριες/ητές εντός του ίδιου σχολείου ενδέχεται να είναι πιο όμοιες/οι μεταξύ τους συγκριτικά με τις/ους μαθήτριες/ητές των άλλων σχολείων και τον γενικό πληθυσμό. Αυτή η έλλειψη ανεξαρτησίας των μονάδων ανάλυσης μπορεί να οδηγήσει σε υποεκτίμηση των τυπικών σφαλμάτων, μικρότερες τιμές  $p$  και, κατά συνέπεια, αυξημένο κίνδυνο σφάλματος Τύπου I (Field, 2017). Η χρήση επαναληπτικών βαρών (replicate weights) στις μονοεπίπεδες αναλύσεις, καθώς και η εφαρμογή πολυεπίπεδης μοντελοποίησης, επιτρέπουν την ενσωμάτωση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του δείγματος του PISA στην εκάστοτε ανάλυση (Woltman et al., 2012).

### Πολυεπίπεδα μοντέλα

Η ιεραρχική δομή των δεδομένων του PISA μπορεί να ληφθεί υπόψη στις στατιστικές αναλύσεις με δύο κυρίως τρόπους. Σε βασικές αναλύσεις που περιλαμβάνουν μόνο μεταβλητές ενός επιπέδου (π.χ. μεταβλητές σε επίπεδο μαθήτριας/ητή, όπως η επίδοση στα μαθηματικά ή το φύλο), η ιεραρχική δομή των δεδομένων του PISA μπορεί να ληφθεί υπόψη μέσω της χρήσης επαναληπτικών βαρών που επιτρέπουν τον ακριβή υπολογισμό της δειγματοληπτικής διακύμανσης. Ακολουθεί μια ενδεικτική εξίσωση απλής γραμμικής παλινδρόμησης ενός επιπέδου που αποτυπώνει τη σχέση της επίδοσης των μαθητριών/ητών στο PISA με μια ανεξάρτητη μεταβλητή  $A$  για κάθε μονάδα (μαθήτρια/ητή)  $i$ :

$$\text{Επίδοση}_i = \beta_0 + \beta A_i + \epsilon_i$$

Όπου:  $\beta_0$  είναι ο σταθερός όρος (intercept) που αποτυπώνει τη μέση σχολική επίδοση αφού ληφθεί υπόψη η συσχέτιση της ανεξάρτητης μεταβλητής  $A$  που εξετάζεται στο μοντέλο.  $\beta A_i$  είναι ο μη τυποποιημένος συντελεστής συσχέτισης της μεταβλητής  $A$  με την επίδοση.  $A_i$  είναι η τιμή της μεταβλητής  $A$  για κάθε μαθήτρια/ητή  $i$ .  $\epsilon_i$  είναι η απόκλιση (ή το σφάλμα) της προβλεπόμενης τιμής της εξίσωσης για την επίδοση κάθε μαθήτριας/ητή  $i$  από την πραγματική επίδοση.

Σε πιο σύνθετες αναλύσεις που εξετάζονται μεταβλητές όχι μόνο στο κατώτατο επίπεδο (μαθήτριας/ητή) αλλά και σε ανώτερα επίπεδα (όπως το σχολείο), η εφαρμογή πολυεπίπεδων μοντέλων παλινδρόμησης μας επιτρέπει να εξάγουμε πιο ακριβή και χρήσιμα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόζοντας διακριτά μοντέλα παλινδρόμησης για κάθε μονάδα του ανώτερου επιπέδου, τα πολυεπίπεδα μοντέλα μας επιτρέπουν να εξετάσουμε με ακρίβεια την σχέση ανώτερων επιπέδων με τα κατώτερα. Για παράδειγμα, σε ένα πρόγραμμα όπως το PISA όπου επιχειρούμε να εξετάσουμε τους παράγοντες που σχετίζονται με την επίδοση των μαθητριών/ητών που έχουν επιλεγεί να πάρουν μέρος από συγκεκριμένα σχολεία εφαρμόζοντας πολυεπίπεδες αναλύσεις, είμαστε σε θέση να εξετάσουμε το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης των επιδόσεων των μαθητριών/ητών που οφείλεται στη διακύμανση της επίδοσης μεταξύ σχολείων – δηλαδή, το κατά πόσο το σχολείο που παρακολουθεί η/ο κάθε μαθήτρια/ητής μπορεί να εξηγήσει την επίδοσή της/ου.

Επιπλέον, τα πολυεπίπεδα μοντέλα μας επιτρέπουν να εξετάσουμε τις σχέσεις μεταξύ μεταβλητών διαφορετικών επιπέδων. Για παράδειγμα, είμαστε σε θέση να εξερευνήσουμε τον τρόπο με τον οποίο συγκεκριμένες μεταβλητές σε επίπεδο σχολείου, όπως ο τύπος ή το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο του σχολείου, συνδέονται με την επίδοση των μαθητριών/ητών.

Στην πολυεπίπεδη ανάλυση της παρούσας έκθεσης, οι μονάδες ανάλυσης ήταν οι μαθήτριες/ητές στο πρώτο επίπεδο και τα σχολεία στο δεύτερο. Ακολουθεί μια ενδεικτική εξίσωση που αποτυπώνει τη σχέση της επίδοσης των μαθητριών/ητών στο PISA με μια ανεξάρτητη μεταβλητή A (σε επίπεδο μαθήτριας/ητή) καθώς και μια μεταβλητή B (σε επίπεδο σχολείου) για κάθε μονάδα (μαθήτρια/ητή)  $i$  του σχολείου  $j$ :

$$\text{Επίδοση}_{ij} = \beta_0 + u_{0j} + BA * \text{Μεταβλητή}_{Aij} + BB * \text{Μεταβλητή}_{Bj} + e_{ij}$$

Όπου  $\beta_0 + u_{0j}$  είναι ο σταθερός όρος (intercept) που αποτυπώνει τη μέση σχολική επίδοση αφού ληφθεί υπόψη η συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών A και B που εξετάζονται στο μοντέλο. Λόγω της εφαρμογής πολυεπίπεδης ανάλυσης, ο σταθερός όρος μπορεί να διαφέρει για κάθε σχολείο  $j$  ( $u_{0j}$ ). BA είναι ο μη τυποποιημένος συντελεστής συσχέτισης της μεταβλητής A με την επίδοση. Μεταβλητή  $A_{ij}$  είναι η τιμή της μεταβλητής A για κάθε μαθήτρια/ητή  $i$  στο σχολείο  $j$ . BB είναι ο μη τυποποιημένος συντελεστής συσχέτισης της μεταβλητής B με την επίδοση. Μεταβλητή  $B_j$  είναι η τιμή της μεταβλητής B για κάθε σχολείο  $j$ .  $e_{ij}$  είναι η απόκλιση (ή το σφάλμα) της προβλεπόμενης τιμής της εξίσωσης για την επίδοση κάθε μαθήτριας/ητή  $i$  κάθε σχολείου  $j$  από την πραγματική επίδοση.

Στην παρούσα έκθεση, το πρώτο στάδιο του μοντέλου περιλαμβάνει ανεξάρτητες μεταβλητές σε επίπεδο μαθήτριας/ητή που σχετίζονται με τη διδακτική μεθοδολογία. Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει ανεξάρτητες μεταβλητές σε επίπεδο σχολείου που σχετίζονται με χαρακτηριστικά του σχολείου συνδεδεμένα άμεσα ή έμμεσα με τη διδακτική μεθοδολογία. Στο τελικό μοντέλο ενσωματώνονται οι μεταβλητές του φύλου των μαθητριών/ητών και του κοινωνικοοικονομικού υποβάθρου τόσο σε επίπεδο μαθήτριας/ητή όσο και σε επίπεδο σχολείου. Συνολικά, οι ανεξάρτητες μεταβλητές που έχουν συμπεριληφθεί στο πολυεπίπεδο μοντέλο της έκθεσης είναι οι εξής:

- Επίπεδο μαθήτριας/ητή:
  - (i) φύλο
  - (ii) κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο
  - (iii) διδασκαλία φυσικών επιστημών κατευθυνόμενη από την/ον εκπαιδευτικό
  - (iv) προσαρμογή της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στις ανάγκες των μαθητριών/ητών
  - (v) αξιοποίηση διαλόγου και διερεύνησης κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών
  - (vi) παροχή υποστήριξης από την/ον εκπαιδευτικό κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών
  - (vii) παροχή ανατροφοδότησης από την/ον εκπαιδευτικό στο πλαίσιο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών
  - (viii) κλίμα πειθαρχίας στην τάξη κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών
- Επίπεδο σχολείου:
  - (i) σχολικό κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο
  - (ii) τύπος σχολείου
  - (iii) μέγεθος σχολείου
  - (iv) μέσο μέγεθος τάξης
  - (v) αναλογία μαθητριών/ητών ανά εκπαιδευτικό
  - (vi) συμπεριφορές εκπαιδευτικών που παρεμποδίζουν τη μάθηση

Στο πολυεπίπεδο μοντέλο χρησιμοποιήθηκαν βάρη δειγματοληψίας και στα δύο επίπεδα: στο πρώτο επίπεδο, τα συνολικά βάρη των μαθητριών/ητών κλιμακώθηκαν ώστε να αθροίζουν στο μέγεθος του δείγματος ανά σχολείο, ενώ στο δεύτερο επίπεδο, χρησιμοποιήθηκε το άθροισμα των βαρών των

μαθητριών/ητών ανά σχολείο, σύμφωνα με τις οδηγίες του ΟΟΣΑ (Karakolidis et al., 2022; Mang et al., 2021; OECD, 2019). Για την ενσωμάτωση των (λίγων) περιπτώσεων με ελλιπή δεδομένα στο πολυεπίπεδο μοντέλο, εφαρμόστηκε η μέθοδος της Πλήρους Πληροφορίας Μέγιστης Πιθανοφάνειας (Full Information Maximum Likelihood).

Στον πίνακα αποτελεσμάτων παρουσιάζονται οι μη τυποποιημένοι (B) και οι τυποποιημένοι συντελεστές (β) κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής, συνοδευόμενοι από τα τυπικά τους σφάλματα (SE). Επίσης, παρατίθενται ο σταθερός όρος (intercept) του μοντέλου, καθώς και τα ποσοστά διακύμανσης που εξηγούνται συνολικά και ανά επίπεδο.

### Άλλες μεθοδολογικές πληροφορίες

Στο πρόγραμμα PISA, κάθε μαθήτρια/ητής απαντά σε ένα υποσύνολο των ερωτήσεων από την τράπεζα θεμάτων κάθε γνωστικού αντικείμενου, λόγω περιορισμών χρόνου. Ως εκ τούτου, διαφορετικές ομάδες μαθητριών/ητών απαντούν σε διαφορετικά, αν και εν μέρει επικαλυπτόμενα, σύνολα ερωτήσεων. Συνεπώς, οι επιδόσεις των μαθητριών/ητών δεν παρατηρούνται άμεσα αλλά αποτελούν ελλιπή δεδομένα που πρέπει να εκτιμηθούν με βάση τις υπάρχουσες απαντήσεις τους στα ερωτήματα που τους έχουν ανατεθεί. Δεδομένου αυτού του σχεδιασμού και με στόχο την εξαγωγή εκτιμήσεων για τις επιδόσεις σε επίπεδο πληθυσμού, το πρόγραμμα PISA χρησιμοποιεί τη μεθοδολογία αναπλήρωσης των πιθανοφανών τιμών (plausible values). Οι πιθανοφανείς τιμές αποτελούν τυχαίους αριθμούς που αντλούνται από την κατανομή των βαθμολογιών που θα μπορούσαν εύλογα να αποδοθούν σε κάθε μαθήτρια/ητή (Wu, 2005). Στον κύκλο του προγράμματος PISA κατά το 2015, που αποτελεί τον κύκλο στον οποίο εστιάζει η παρούσα έκθεση, για κάθε μαθήτρια/ητή εκτιμήθηκαν δέκα πιθανοφανείς τιμές για κάθε γνωστικό αντικείμενο. Αυτές οι τιμές ελήφθησαν υπόψη στην ανάλυση.

Η πολυεπίπεδη ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Mplus 8 (Muthén & Muthén, 2017).

## Αποτελέσματα

### Περιγραφικά στοιχεία

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει περιγραφικά στοιχεία (ποσοστά [%], μέσους όρους [ΜΟ] και τυπικές αποκλίσεις [σ]) για τις ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων.

**Πίνακας 1. Περιγραφικά στοιχεία ανεξάρτητων μεταβλητών, PISA 2015-2022**

Μεταβλητή	2015(%)
Φύλο (ST004D01T)	
Αγόρια	52,0
Κορίτσια	48,0
Τύπος σχολείου (SC013)	
Δημόσιο	95,1
Ιδιωτικό	4,9
	<b>ΜΟ (σ)</b>
Διδασκαλία φυσικών επιστημών κατευθυνόμενη από την/ον εκπαιδευτικό (TDTEACH)	0,22 (1,07)
Προσαρμογή της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στις ανάγκες των μαθητριών/ητών (ADINST)	0,56 (1,05)
Αξιοποίηση διαλόγου και διερεύνησης κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (IBTEACH)	-0,07 (1,04)
Παροχή υποστήριξης από την/ον εκπαιδευτικό κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (TEACHSUP)	0,05 (1,00)
Παροχή ανατροφοδότησης από την/ον εκπαιδευτικό στο πλαίσιο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (PERFEED)	0,07 (1,02)
Κλίμα πειθαρχίας στην τάξη – Φυσικές επιστήμες (DISCLISCI)	-0,23 (0,85)
Κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο μαθητριών/ητών (ESCS)	-0,25 (0,97)
Μέγεθος σχολείου (SCHSIZE)	267,15 (126,96)
Μέσο μέγεθος τάξης (CLSIZE)	23,52 (6,20)
Αναλογία μαθητριών/ητών ανά εκπαιδευτικό (STRATIO)	9,58 (2,77)
Συμπεριφορές εκπαιδευτικών που παρεμποδίζουν τη μάθηση (TEACHBEHA)	-0,55 (1,04)
Σχολικό κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο (μέσος όρος ESCS ανά σχολείο)	-0,25 (0,51)

## Διακύμανση μεταξύ μαθητριών/ητών και μεταξύ σχολείων

Ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης intra-class correlation (ICC) αποτυπώνει το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης ενός αποτελέσματος (π.χ. επίδοση μαθητριών/ητών) που αποδίδεται σε διαφορές μεταξύ ομάδων (π.χ. σχολείων) και όχι μεταξύ ατόμων εντός της ίδιας ομάδας. Υψηλότερες τιμές ICC συνδέονται συνήθως με μεγαλύτερες ανισότητες μεταξύ σχολείων, και επομένως και μεταξύ μαθητριών/ητών διαφορετικών σχολείων. Η ενδοταξική συσχέτιση (ICC) για την επίδοση των Ελλήνων μαθητριών/ητών στις φυσικές επιστήμες του κύκλου PISA 2015 ήταν ίσος με 0,356, τιμή υψηλότερη σε σχέση με τον αντίστοιχο μέσο όρο του ΟΟΣΑ (OECD, 2016). Αυτό σημαίνει ότι το 35,6% της διακύμανσης στην επίδοση των Ελλήνων μαθητριών/ητών στις φυσικές επιστήμες το 2015 οφείλεται σε διαφορές μεταξύ σχολείων, ενώ το υπόλοιπο 64,4% οφείλεται σε διαφορές μεταξύ μαθητριών/ητών εντός των σχολείων

## Πολυεπίπεδα μοντέλα – Φυσικές επιστήμες

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει το μοντέλο για την επίδοση στις φυσικές επιστήμες του κύκλου PISA 2015. Στο Στάδιο 1, οι μαθήτριες/ητές που δηλώνουν ότι στην τάξη τους η διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι περισσότερο κατευθυνόμενη από την/ον εκπαιδευτικό, προσαρμόζεται περισσότερο στις ανάγκες των μαθητριών/ητών και κατά τη διάρκειά της επικρατεί θετικότερο κλίμα πειθαρχίας τείνουν να έχουν και υψηλότερη επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Συγκεκριμένα, κάθε αύξηση κατά μία τυπική απόκλιση στις εν λόγω μεταβλητές συνδέεται με στατιστικά σημαντική αύξηση 10, οκτώ και επτά μονάδων, αντίστοιχα, στην επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Από την άλλη, η συχνότερη αξιοποίηση διαλόγου και διερεύνησης και η συχνότερη παροχή ανατροφοδότησης από την/ον εκπαιδευτικό στο πλαίσιο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών συνδέονται με στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Συγκεκριμένα, κάθε αύξηση κατά μία τυπική απόκλιση σε αυτές τις μεταβλητές σχετίζεται με μείωση 13 και εννέα μονάδων, αντίστοιχα, στην επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Η παροχή υποστήριξης από την/ον εκπαιδευτικό κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών δεν σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με την επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Το μοντέλο εξηγεί το 8,2% της διακύμανσης στην επίδοση σε επίπεδο μαθήτριας/ητή.

Στο Στάδιο 2, προστίθενται μεταβλητές σε επίπεδο σχολείου, οι οποίες αφορούν χαρακτηριστικά του σχολείου που σχετίζονται με τη διδακτική μεθοδολογία. Οι μαθήτριες/ητές που φοιτούν σε ιδιωτικά σχολεία και σε τάξεις με υψηλότερη αναλογία μαθητριών/ητών ανά εκπαιδευτικό τείνουν να σημειώνουν υψηλότερη επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Συγκεκριμένα, κάθε αύξηση κατά μία τυπική απόκλιση στην αναλογία μαθητριών/ητών ανά εκπαιδευτικό σχετίζεται με αύξηση κατά 89 και εννέα μονάδες, αντίστοιχα, στην επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Αντιθέτως, οι μαθήτριες/ητές που φοιτούν σε σχολεία με περισσότερες/ους μαθήτριες/ητές τείνουν να έχουν χαμηλότερη επίδοση, με κάθε αύξηση κατά μία τυπική απόκλιση στη μεταβλητή του μεγέθους σχολείου να συνδέεται με μείωση 0,11 μονάδων στην επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Το μέσο μέγεθος τάξης και οι συμπεριφορές εκπαιδευτικών που παρεμποδίζουν τη μάθηση δεν αναδεικνύονται ως στατιστικά σημαντικοί παράγοντες στο Στάδιο 2. Η συμπερίληψη αυτών των μεταβλητών δεν μεταβάλλει ουσιωδώς τους συντελεστές ή τη στατιστική σημαντικότητα των υπόλοιπων μεταβλητών. Το μοντέλο εξηγεί το 13,7% της συνολικής διακύμανσης στην επίδοση (8,2% σε επίπεδο μαθήτριας/ητή και 26,9% σε επίπεδο σχολείου).

Στο τελικό μοντέλο (Στάδιο 3), τα κορίτσια σημειώνουν κατά μέσο όρο χαμηλότερη επίδοση στις φυσικές επιστήμες κατά 14 μονάδες σε σύγκριση με τα αγόρια, ακόμα και αφού ληφθούν υπόψη οι υπόλοιποι παράγοντες στο μοντέλο, δηλαδή ακόμη και όταν ελέγχεται στατιστικά η σχέση των υπόλοιπων ανεξάρτητων

μεταβλητών με την εξαρτημένη μεταβλητή, την επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Επιπλέον, κάθε αύξηση κατά μία τυπική απόκλιση στον ατομικό δείκτη κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου σχετίζεται με αύξηση 15 μονάδων στην επίδοση στις φυσικές επιστήμες, ενώ η αντίστοιχη αύξηση στον δείκτη του σχολικού κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου σχετίζεται με αύξηση 61 μονάδων. Οι διαφορές αυτές είναι στατιστικά σημαντικές, υποδεικνύοντας ότι δεν είναι πιθανό να οφείλονται απλώς σε τυχαία διακύμανση στο δείγμα. Η συμπερίληψη αυτών των μεταβλητών δεν μεταβάλλει ουσιωδώς τους συντελεστές ή τη στατιστική σημαντικότητα των υπόλοιπων μεταβλητών, με εξαίρεση τη μεταβλητή του τύπου σχολείου, η οποία παύει να είναι στατιστικά σημαντική. Το μοντέλο εξηγεί το 25,9% της συνολικής διακύμανσης στην επίδοση (14,4% σε επίπεδο μαθήτριας/ητή και 60,1% σε επίπεδο σχολείου).

Συνολικά, τα αγόρια, οι μαθήτριες/ητές με υψηλότερο κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο και οι μαθήτριες/ητές που φοιτούν σε σχολεία με υψηλότερο κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο, όπως και οι μαθήτριες/ητές σε τάξεις όπου η διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι περισσότερο κατευθυνόμενη από την/ον εκπαιδευτικό, προσαρμόζεται περισσότερο στις ανάγκες των μαθητριών/ητών και κατά τη διάρκειά της επικρατεί θετικότερο κλίμα πειθαρχίας τείνουν να έχουν υψηλότερη επίδοση στις φυσικές επιστήμες σε σχέση με τις/ους συμμαθήτριές/ητές τους. Από την άλλη, η συχνότερη αξιοποίηση διαλόγου και διερεύνησης και η συχνότερη παροχή ανατροφοδότησης από την/ον εκπαιδευτικό στο πλαίσιο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών συνδέονται με στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη επίδοση στις φυσικές επιστήμες.

**Πίνακας 2. Ιεραρχικό πολυεπίπεδο μοντέλο για την επίδοση Ελλήνων μαθητριών/ητών στις φυσικές επιστήμες με εστίαση στη διδακτική μεθοδολογία, PISA 2015**

	Στάδιο 1		Στάδιο 2		Στάδιο 3	
	B (SE)	β (SE)	B (SE)	β (SE)	B (SE)	β (SE)
Επίπεδο μαθήτριας/ητή						
Διδασκαλία φυσικών επιστημών κατευθυνόμενη από την/ον εκπαιδευτικό	10.250 (1.329)*	0.148 (0.019)*	10.232 (1.328)*	0.147 (0.019)*	10.020 (1.365)*	0.142 (0.019)*
Προσαρμογή της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στις ανάγκες των μαθητριών/ητών	8.459 (1.574)*	0.120 (0.022)*	8.489 (1.575)*	0.121 (0.022)*	8.823 (1.552)*	0.124 (0.022)*
Αξιοποίηση διαλόγου και διερεύνησης κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών	-12.944 (1.343)*	-0.178 (0.018)*	-13.009 (1.339)*	-0.179 (0.018)*	-14.164 (1.282)*	-0.193 (0.017)*
Παροχή υποστήριξης από την/ον εκπαιδευτικό κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών	-2.381 (1.604)	-0.032 (0.022)	-2.335 (1.605)	-0.032 (0.022)	-1.037 (1.561)	-0.014 (0.021)
Παροχή ανατροφοδότησης από την/ον εκπαιδευτικό στο πλαίσιο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών	-9.025 (1.406)*	-0.124 (0.019)*	-9.074 (1.405)*	-0.125 (0.019)*	-10.583 (1.417)*	-0.143 (0.019)*
Κλίμα πειθαρχίας στην τάξη – Φυσικές επιστήμες	7.429 (1.543)*	0.085 (0.017)*	7.474 (1.541)*	0.086 (0.017)*	7.460 (1.508)*	0.085 (0.017)*
Κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο					14.931 (1.606)*	0.190 (0.020)*
Φύλο (Αγόρι)						
Κορίτσι					-13.562 (2.369)*	-0.181 (0.031)*
Επίπεδο σχολείου						
Τύπος σχολείου (Δημόσιο)						
Ιδιωτικό			88.670 (11.162)*	0.403 (0.075)*	-11.418 (10.449)	-0.057 (0.050)
Μέγεθος σχολείου			-0.113 (0.040)*	-0.302 (0.106)*	-0.093 (0.025)*	-0.272 (0.074)*
Μέσο μέγεθος τάξης			0.555 (0.585)	0.072 (0.069)	0.206 (0.311)	0.029 (0.042)
Αναλογία μαθητριών/ητών ανά εκπαιδευτικό			8.613 (1.922)*	0.504 (0.086)*	4.183 (1.169)*	0.269 (0.073)*
Συμπεριφορές εκπαιδευτικών που παρεμποδίζουν τη μάθηση			1.948 (3.624)	0.042 (0.078)	1.396 (2.350)	0.033 (0.056)
Σχολικό κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο					61.183 (6.910)*	0.722 (0.046)*
Σταθερός όρος (Intercept)	455.123 (4.040)	9.488 (0.701)	386.635 (18.834)	8.130 (0.805)	461.558 (12.255)	10.657 (0.816)
Ενδοταξική συσχέτιση (ICC)						
Εξηγημένη διακύμανση (R <sup>2</sup> )				35,6%		
Επίπεδο μαθήτριας/ητή:		8,2%		8,2%		14,4%
Επίπεδο σχολείου:				26,9%		60,1%
Συνολική:				13,7%		25,9%

Σημείωση. Κατηγορία αναφοράς των κατηγορικών μεταβλητών σε παρένθεση.

\* Η ανεξάρτητη μεταβλητή σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με την εξαρτημένη μεταβλητή,  $p < ,05$ .

## Ενδεικτικές προτάσεις πολιτικής

Με βάση τα ευρήματα του πολυεπίπεδου μοντέλου για τις φυσικές επιστήμες, προκύπτουν ορισμένες ενδεικτικές προτάσεις πολιτικής:

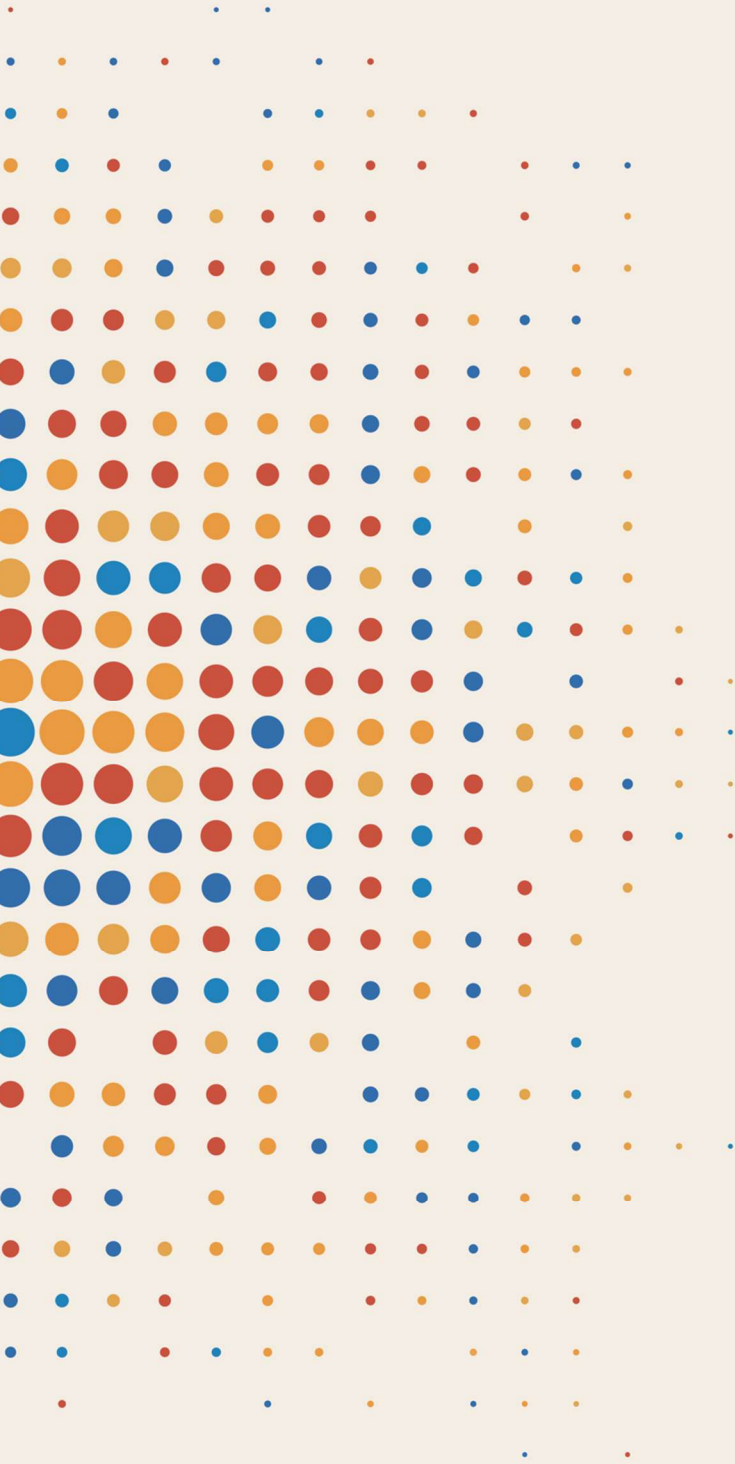
- I. Ενίσχυση στοχευμένης και προσαρμοστικής καθοδήγησης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: Δεδομένου ότι η περισσότερο κατευθυνόμενη και προσαρμοσμένη στις ανάγκες των μαθητριών/ητών διδασκαλία συνδέεται θετικά με την επίδοση, προτείνονται:
  - i. ανάπτυξη επιμορφωτικών προγραμμάτων για εκπαιδευτικούς σχετικά με το σχεδιασμό μαθημάτων με σαφή στόχο και καθοδηγούμενη διδασκαλία, αξιοποίηση δομημένων διδακτικών στρατηγικών για τις φυσικές επιστήμες (π.χ. μοντελοποίηση, καθοδηγούμενη πειραματική εργασία) και διαφοροποίηση της διδασκαλίας με βάση τις μαθησιακές ανάγκες,
  - ii. καθιέρωση πλαισίου ενδοσχολικής καθοδήγησης, με παρατηρήσεις μαθήματος εστιασμένες στην εφαρμογή αποτελεσματικών μορφών καθοδήγησης και παροχή εποικοδομητικής ανατροφοδότησης στους εκπαιδευτικούς.
- II. Αναστοχαστική χρήση διερευνητικών μεθόδων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: Καθώς η αυξημένη χρήση διαλόγου και διερεύνησης σχετίζεται με χαμηλότερη επίδοση, προτείνονται:
  - i. επιμόρφωση εκπαιδευτικών στη στοχευμένη και παιδαγωγικά κατάλληλη αξιοποίηση διερευνητικών προσεγγίσεων, με έμφαση στην ισορροπία μεταξύ καθοδήγησης και αυτονόμησης των μαθητριών/ητών, στη διαχείριση του χρόνου και στη δομή της διερεύνησης και στη χρήση ερωτήσεων που ενισχύουν τη σκέψη χωρίς να αποπροσανατολίζουν,
  - ii. διαμόρφωση εργαλείων υποστήριξης για εκπαιδευτικούς (π.χ. σενάρια διδασκαλίας με δομημένη διερεύνηση), που διασφαλίζουν τη σαφή στόχευση και τη γνωστική καθοδήγηση κατά τη διερεύνηση,
  - iii. παρακολούθηση της επίδρασης διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων, μέσω αξιολόγησης των αποτελεσμάτων μάθησης ανά μοντέλο διδασκαλίας και συλλογής δεδομένων αναστοχασμού από εκπαιδευτικούς και μαθήτριες/ητές για την αποτελεσματικότητα των μεθόδων.
- III. Καλλιέργεια θετικού κλίματος πειθαρχίας στην τάξη: Δεδομένου ότι το κλίμα πειθαρχίας συνδέεται θετικά με την επίδοση στις φυσικές επιστήμες, προτείνονται:
  - i. συστηματική επιμόρφωση σε θέματα αποτελεσματικής διαχείρισης τάξης,
  - ii. μοντέλο ενδοσχολικής καθοδήγησης με παρατηρήσεις μαθήματος και ανατροφοδότηση,
  - iii. αξιοποίηση δομημένων εργαλείων για σαφείς προσδοκίες συμπεριφοράς και συνεπή, παιδαγωγική αντιμετώπιση παρεκκλίσεων,
  - iv. παρακολούθηση δεικτών κλίματος ανά τμήμα/σχολείο με σύντομες περιοδικές αποτυπώσεις.
- IV. Μείωση των ανισοτήτων μεταξύ σχολείων και μεταξύ μαθητριών/ητών: Δεδομένου ότι η διακύμανση στις επιδόσεις μεταξύ σχολείων (ICC) είναι υψηλή και τόσο το ατομικό όσο και το σχολικό κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο αποτελούν ισχυρούς προβλεπτικούς παράγοντες της επίδοσης, είναι αναγκαίο να ενισχυθούν κατά προτεραιότητα τα σχολεία υψηλής ανάγκης και οι μαθήτριες/ητές χαμηλού κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου μέσω:
  - i. εφαρμογής σταθμισμένης χρηματοδότησης, με προσαύξηση πόρων ανάλογα με το σχολικό κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο,
  - ii. πρόσθετου προσωπικού σε σχολεία μειονεκτικών περιοχών (ενισχυτική διδασκαλία, ψυχολόγοι/κοινωνικοί λειτουργοί, κ.λπ.),
  - iii. δικτύων συνεργασίας «ισχυρών–ευάλωτων» σχολείων,

- 
- iv. θέσπιση κινήτρων στελέχωσης (μόρια, επιμόρφωση, κ.λπ.) για έμπειρους/ους εκπαιδευτικούς σε σχολεία υψηλής ανάγκης,
  - v. δωρεάν πρόσβαση σε ψηφιακά εργαλεία και μαθησιακό υλικό για όλα τα παιδιά,
  - vi. υποτροφίες ή κουπόνια μάθησης για συμμετοχή σε δραστηριότητες εκτός σχολείου,
  - vii. στοχευμένα προγράμματα στήριξης εντός σχολείου, ώστε η έλλειψη οικογενειακών πόρων να μην μεταφράζεται σε μαθησιακό έλλειμμα.
- V. Αντιμετώπιση έμφυλων διαφορών στις επιδόσεις: Δεδομένου ότι τα κορίτσια, ακόμα και αφού ληφθούν υπόψη και άλλοι σημαντικοί παράγοντες, σημειώνουν χαμηλότερη επίδοση στις φυσικές επιστήμες, απαιτούνται:
- i. αναθεώρηση του αναλυτικού προγράμματος ώστε να περιλαμβάνει παραδείγματα και πρότυπα που προβάλλουν ισόρροπα γυναίκες και άνδρες,
  - ii. επιμόρφωση εκπαιδευτικών για την αναγνώριση και άρση έμφυλων στερεοτύπων στη διδασκαλία,
  - iii. προγράμματα ενδυνάμωσης και καθοδήγησης για τα κορίτσια στις φυσικές επιστήμες (π.χ. mentoring από γυναίκες σε τομείς STEM).

## Βιβλιογραφία

- Dronkers, J., & de Heus, M. (2012). *Immigrants' children scientific performance in a double comparative design: The influence of origin, destination, and community. Discussion Paper Series CDP No 13/12*. Centre for Research and Analysis of Migration (CReAM).
- Field, Andy. (2017). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE.
- Hopfenbeck, T. N., Lenkeit, J., El Masri, Y., Cantrell, K., Ryan, J., & Baird, J.-A. (2018). Lessons learned from PISA: A systematic review of peer-reviewed articles on the Programme for International Student Assessment. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 62(3), 333–353. <https://doi.org/10.1080/00313831.2016.1258726>
- Karakolidis, A., Pitsia, V., & Cosgrove, J. (2022). Multilevel modelling of international large-scale assessment data. In M. S. Khine (Ed.), *Methodology for Multilevel Modeling in Educational Research* (pp. 141–159). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-9142-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-16-9142-3_8)
- Mang, J., Küchenhoff, H., Meinck, S., & Prenzel, M. (2021). Sampling weights in multilevel modelling: An investigation using PISA sampling structures. *Large-Scale Assessments in Education*, 9(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s40536-021-00099-0>
- Meyer, H.-D., & Benavot, A. (2013). *PISA, power, and policy: The emergence of global educational Governance*. Symposium Books.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2017). *Mplus user's guide* (8th ed.). Muthén & Muthén.
- OECD. (2016a). *PISA 2015 results in focus*. OECD Publishing.
- OECD. (2016b). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- OECD. (2016c). *PISA 2015 results (Volume II): Policies and practices for successful schools*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264267510-en>
- OECD. (2019a). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- OECD. (2019b). *PISA 2018 results (Volume II): Where all students can succeed*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume II): Learning during – and from – disruption*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>
- Rowley, K. J., Edmunds, C. C., Dufur, M. J., Jarvis, J. A., & Silveira, F. (2020). Contextualising the achievement gap: Assessing educational achievement, inequality, and disadvantage in high-income countries. *Comparative Education*, 56(4), 459–483. <https://doi.org/10.1080/03050068.2020.1769928>
- Σοφianoπούλου, Χ., Εμβαλωτής, Α., Καρακολίδης, Α., & Πίτσια, Β. (2019). *Μια ανάλυση των αποτελεσμάτων του PISA 2015: Οι επιδόσεις των Ελλήνων μαθητών και οι παράγοντες που τις επηρεάζουν*. Διανέοσις.
- Σοφianoπούλου, Χ., Εμβαλωτής, Α., Πίτσια, Β., & Καρακολίδης, Α. (2017). *Έκθεση αποτελεσμάτων του διεθνούς προγράμματος PISA 2015 για την αξιολόγηση των μαθητών στην Ελλάδα*. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής.
- Wang, X. S., Perry, L. B., Malpique, A., & Ide, T. (2023). Factors predicting mathematics achievement in PISA: A systematic review. *Large-Scale Assessments in Education*, 11(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40536-023-00174-8>
- Woltman, H., Feldstain, A., MacKay, J. C., & Rocchi, M. (2012). An introduction to hierarchical linear modeling. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 8(1), 52–69. <https://doi.org/10.20982/tqmp.08.1.p052>
- Wu, M. (2005). The role of plausible values in large-scale surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31(2–3), 114–128. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2005.05.005>

# PISA 4 U



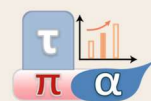
Πανεπιστήμιο  
Ιωαννίνων



Εργαστήριο  
Διδακτικής  
& Σχολικής  
Παιδαγωγικής  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Εθνικό  
Πρόγραμμα  
Ανάπτυξης  
2021-2025



Τομεακό  
Πρόγραμμα  
Ανάπτυξης  
2021 - 2025

Η εκπόνηση του παραδοτέου εντάσσεται στο Έργο «Δημιουργία Ερευνητικών Υποδομών, Επεξεργασία Ερευνητικού Υλικού και Επικοινωνία Αποτελεσμάτων Διεθνών Εκπαιδευτικών Ερευνών» με Επιστημονικό Υπεύθυνο τον Καθηγητή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων Αναστάσιο Εμβαλωτή. Χρηματοδοτήθηκε βάσει της Προγραμματικής Σύμβασης του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων μέσω του Τομεακού Προγράμματος Ανάπτυξης 2021-2025