

PISA 4 U

Τα κενά επίδοσης των μαθητών/τριών στην Ελλάδα στην έρευνα PISA: Μια ανάλυση σε επίπεδο ερωτημάτων



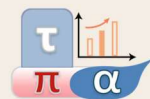
Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων



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 Εμβλωτή. 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

Συγγραφική Ομάδα:

Δημόπουλος Κώστας (Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου),

Εμβαλωτής Αναστάσιος (Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων),

Φαλιάγκα Εύη (Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου),

Κάλφας Στέφανος (Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών),

Κουτσαμπέλας Χρήστος (Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου) και

Μαλάνος Γιώργος (Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)

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/>



Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	3
Περίληψη	4
Εισαγωγή	5
Θεωρητικό Πλαίσιο: Το Αναλυτικό Πλαίσιο Αξιολόγησης του PISA στα Μαθηματικά, την Κατανόηση Κειμένου και τις Φυσικές Επιστήμες.....	8
Μαθηματικά	8
Κατανόηση Κειμένου.....	9
Φυσικές Επιστήμες	10
Η υποεπίδοση των μαθητών/τριών στην Ελλάδα: δεδομένα, ερμηνεία και συνέπειες.....	12
Μεθοδολογία της έρευνας.....	16
Εμπειρικά Αποτελέσματα.....	22
Βασικά χαρακτηριστικά για την υποεπίδοση στα Μαθηματικά	22
Βασικά χαρακτηριστικά για την υποεπίδοση στην Κατανόηση Κειμένου	24
Βασικά χαρακτηριστικά για την υποεπίδοση στις Φυσικές Επιστήμες..	26
Συμπεράσματα-Συζήτηση	28
Βιβλιογραφία	31
Παράρτημα.....	33

Τα κενά επίδοσης των μαθητών/τριών στην Ελλάδα στην έρευνα PISA: Μια ανάλυση σε επίπεδο ερωτημάτων

Περίληψη

Η μελέτη εξετάζει το φαινόμενο της χαμηλής επίδοσης των μαθητών/τριών στην Ελλάδα στα Μαθηματικά, στην Κατανόηση Κειμένου και στις Φυσικές Επιστήμες στο διεθνές πρόγραμμα PISA. Ο στόχος είναι η ανίχνευση συγκεκριμένων μαθησιακών αδυναμιών που μπορεί να σχετίζονται με το είδος της γνώσης, τις γνωστικές διεργασίες και τις δεξιότητες που απαιτούνται για την επίλυση των θεμάτων ή ακόμα και τον τρόπο παρουσιάσής τους.

Η ανάλυση αξιοποιεί τα μικροδεδομένα του PISA (2015, 2018, 2022) και πραγματοποιεί συγκρίσεις σε επίπεδο ερωτήματος μεταξύ της Ελλάδας και του ευρωπαϊκού μέσου όρου, με στόχο να εντοπιστούν συγκεκριμένοι τύποι ερωτήσεων στους οποίους οι μαθητές/τριες στην Ελλάδα δυσκολεύονται συστηματικά. Συγκεκριμένα, οι ερωτήσεις κωδικοποιήθηκαν ως προς τα διάφορα χαρακτηριστικά τους (όπως το περιεχόμενο, οι γνωστικές διεργασίες που απαιτούνται για την επίλυση, το είδος κειμένου, η μορφή παρουσίασης, η δυσκολία, το επίπεδο εξειδίκευσης, η χρήση γραφημάτων κ.ά.) από ομάδες ειδικών. Στη συνέχεια, για την αναζήτηση μοτίβων υποαπόδοσης των μαθητών/τριών, εφαρμόστηκαν τεχνικές μηχανικής μάθησης (machine learning), οι οποίες επιτρέπουν τον εντοπισμό σύνθετων, ενδεχομένως μη γραμμικών σχέσεων, που είναι δυσκολότερο να αποτυπωθούν με παραδοσιακές στατιστικές μεθόδους.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δείχνουν ότι τα κενά επίδοσης των μαθητών/τριών στην Ελλάδα δεν συνδέονται τόσο με εξωτερικά ή επιφανειακά χαρακτηριστικά των θεμάτων (π.χ. εικονογράφηση, μορφή απάντησης) ή με τη συνάφεια των θεμάτων με το αναλυτικό πρόγραμμα, όσο με βαθύτερες γνωστικές απαιτήσεις στις οποίες οι μαθητές/τριες δυσκολεύονται να ανταποκριθούν. Στα Μαθηματικά, οι σημαντικότεροι παράγοντες υποεπίδοσης εντοπίζονται στις μαθηματικές δεξιότητες και κυρίως σε γνωστικές διεργασίες υψηλής τάξης, όπως ο μαθηματικός συλλογισμός και η ικανότητα «μετάφρασης» ενός προβλήματος της καθημερινής ζωής σε μαθηματικό πρόβλημα. Στην Κατανόηση Κειμένου, ο ισχυρότερος προβλεπτικός παράγοντας υποεπίδοσης είναι ο τύπος του κειμένου, με τα κείμενα αλληλεπίδρασης ή επιχειρηματολογίας να δυσκολεύουν τους μαθητές/τριες, ιδιαίτερα όταν το περιεχόμενό τους είναι λιγότερο οικείο ή συνοδεύεται από σύνθετες εικόνες/διαγράμματα. Στις Φυσικές Επιστήμες, ο βαθμός δυσκολίας και το περιεχόμενο (ιδίως όταν αφορά σύγχρονα επιστημονικά θέματα) αποτελούν βασικούς παράγοντες, ενώ η έκταση των κειμένων των ερωτήσεων φαίνεται επίσης να ασκεί αρνητική επίδραση.

Εισαγωγή

Η έρευνα PISA (Programme for International Student Assessment) είναι ένα διεθνές πρόγραμμα αξιολόγησης που οργανώνεται από τον ΟΟΣΑ, με στόχο την αποτίμηση της ικανότητας των 15χρονων μαθητών/τριών να εφαρμόζουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους στην Κατανόηση Κειμένου, τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες. Δεδομένου ότι η βασική λογική του PISA είναι να επικεντρώνεται όχι απλώς σε αυτά που γνωρίζουν οι μαθητές/τριες, αλλά στο πόσο αποτελεσματικά μπορούν να αξιοποιήσουν τις γνώσεις τους σε πλαίσια που προσομοιάζουν με πραγματικές συνθήκες ζωής, η έρευνα παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τα δυνατά και αδύναμα σημεία των εκπαιδευτικών συστημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο.

Σήμερα, το PISA έχει εξελιχθεί στο παγκόσμιο σημείο αναφοράς για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών συστημάτων, διότι όχι μόνο παρέχει χρήσιμα ποσοτικά δεδομένα, αλλά επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο με τον οποίο οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής ορίζουν και νοηματοδοτούν τα εκπαιδευτικά προβλήματα, θέτουν στόχους και προωθούν μεταρρυθμίσεις (Breakspear, 2012). Σε πολλές χώρες, όπως η Γερμανία, η Δανία και η Ιαπωνία, τα αποτελέσματα του PISA έχουν καταστεί η βάση για σημαντικές μεταρρυθμίσεις που άλλαξαν το πεδίο της εκπαίδευσης (Breakspear, 2014). Συνεπώς, το PISA πέρα από ένα εργαλείο διεθνούς σύγκρισης, λειτουργεί ως εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού, καθώς επιτρέπει στα εκπαιδευτικά συστήματα να εντοπίζουν με ακρίβεια σε ποιες δεξιότητες υστερούν οι μαθητές/τριες, ποιοι μαθητικοί πληθυσμοί κινδυνεύουν περισσότερο από σχολικό αποκλεισμό και υποεπίδοση και ποιες πρακτικές οδηγούν σε καλύτερα αποτελέσματα. Με αυτόν τον τρόπο προσφέρει ένα κοινό, αξιόπιστο και συγκρίσιμο πλαίσιο δεδομένων πάνω στο οποίο μπορούν να στηριχθούν στοχευμένες μεταρρυθμίσεις, οι οποίες ποικίλουν από τον ανασχεδιασμό των αναλυτικών προγραμμάτων και την αναβάθμιση της επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών μέχρι και την ανάπτυξη μηχανισμών αξιολόγησης και υποστήριξης των σχολικών μονάδων.

Η Ελλάδα συμμετέχει σταθερά ανά τριετία σε όλες τις έρευνες PISA από την έναρξή τους το 2000. Παρότι αυτή η μακροχρόνια συμμετοχή έχει προσφέρει πολύτιμα δεδομένα και συγκρίσεις σχετικά με την εξέλιξη των σχολικών επιδόσεων και έχει τροφοδοτήσει σημαντικές συζητήσεις στο δημόσιο πεδίο, η επίδραση των ερευνών PISA στη διαμόρφωση εκπαιδευτικών πολιτικών υπήρξε πιο περιορισμένη σε σύγκριση με άλλες χώρες (OECD, 2017). Όντως, κάθε κύκλος αποτελεσμάτων πυροδοτεί έντονο δημόσιο διάλογο γύρω από τη χαμηλή επίδοση των μαθητών/τριών, δίχως όμως οι συζητήσεις αυτές να μεταφράζονται σε ανασχεδιασμό του αναλυτικού προγράμματος ή σε άλλες δομικές μεταρρυθμίσεις βασισμένες στα δεδομένα, οι οποίες θα μπορούσαν να βελτιώσουν το σύστημα μακροχρόνια. Μεταξύ άλλων παραγόντων, αυτή η περιορισμένη επίδραση μπορεί να αποδοθεί στην απουσία κουλτούρας χάραξης πολιτικής βασισμένης σε επιστημονικά τεκμήρια (Ladī, 2013· OECD, 2020). Έτσι, οι αναλύσεις δεδομένων, ακόμη και όταν είναι υψηλής ποιότητας και προσφέρουν σαφείς κατευθύνσεις, συχνά δεν ενσωματώνονται με ουσιαστικό τρόπο στον σχεδιασμό μεταρρυθμίσεων. Αντίθετα, η εκπαιδευτική πολιτική τείνει να διαμορφώνεται υπό το βάρος των πολιτικών κύκλων, των πιέσεων συμφερόντων ή διάφορων επειγουσών συγκυριακών αναγκών. Αναπόδραστα αυτό οδηγεί σε αποσπασματικές παρεμβάσεις, περιορισμένη συνέχεια στην άσκηση της πολιτικής και αδυναμία αξιοποίησης των επιστημονικών ευρημάτων για τον μακροπρόθεσμο στρατηγικό σχεδιασμό.

Ωστόσο, είναι θετικό ότι την τελευταία δεκαετία έχει παρατηρηθεί αυξανόμενο ακαδημαϊκό ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των δεδομένων του PISA στην Ελλάδα (Anagnostopoulou et al., 2013· Karakolidis et al., 2016· Pitsia et al., 2017· Vricki et al., 2023· Tzora et al., 2025). Αυτό το

αυξανόμενο ενδιαφέρον της ελληνικής ακαδημαϊκής κοινότητας τροφοδοτεί τον ευρύτερο διάλογο γύρω από την ποιότητα, την ισότητα και τη συνολική απόδοση του εκπαιδευτικού συστήματος. Υπό αυτήν την έννοια, ένας ζωντανός επιστημονικός διάλογος μπορεί, μεσοπρόθεσμα, να συμβάλει στη διαμόρφωση μιας κουλτούρας χάραξης πολιτικής που θα βασίζεται περισσότερο στα στοιχεία και λιγότερο στην ιδεολογία και τα συμφέροντα.

Μια τέτοια μετατόπιση στον προσανατολισμό της πολιτικής θα μπορούσε να αποδειχθεί καθοριστικής σημασίας, δεδομένης της χαμηλής επίδοσης των μαθητών/τριών στην Ελλάδα στο PISA. Πράγματι, σε διαδοχικούς κύκλους, η Ελλάδα κατατάσσεται σημαντικά κάτω από τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ στην Κατανόηση Κειμένου, στα Μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες. Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έρευνα PISA, η Ελλάδα κατατάσσεται 44η στα Μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες και 41η στην Κατανόηση Κειμένου μεταξύ των συμμετεχουσών χωρών (OECD, 2023). Πρόκειται για μια αναιμική επίδοση, χαμηλότερη από εκείνη της πλειονότητας των ανεπτυγμένων οικονομιών, η οποία θα έπρεπε να προβληματίζει τόσο την εκπαιδευτική κοινότητα όσο και τους διαμορφωτές εκπαιδευτικής πολιτικής. Η εικόνα αυτή αποτελεί επίσης ιδιαίτερα ανησυχητικό προμήνυμα για το μέλλον του ανθρώπινου κεφαλαίου της χώρας, σε ένα παγκόσμιο οικονομικό περιβάλλον που εξαρτάται ολοένα και περισσότερο από τη γνώση και την τεχνολογική καινοτομία. Πλήθος μελετών έχουν δείξει ότι η σχολική επίδοση συνδέεται στενά με την οικονομική αποτελεσματικότητα, επηρεάζοντας τον μακροχρόνιο ρυθμό οικονομικής ανάπτυξης (Hanushek, 2015). Πέρα όμως από τη διάσταση της αποτελεσματικότητας, το γεγονός ότι ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών/τριών δυσκολεύεται να φτάσει ακόμη και το βασικό επίπεδο δεξιοτήτων (OECD, 2023) αναδεικνύει κρίσιμα ζητήματα ανισοτήτων. Είναι αυτονόητο ότι αυτοί/ές οι μαθητές/τριες, όταν ενηλικιωθούν, θα διατρέχουν κίνδυνο περιθωριοποίησης, καθώς δεν θα διαθέτουν τις βασικές δεξιότητες που απαιτούνται για να ανταποκριθούν στους ολοένα πιο σύνθετους χώρους εργασίας, για να κατανοήσουν την πολυπλοκότητα και τον τρόπο λειτουργίας των σύγχρονων θεσμών και για να προσαρμοστούν στις τεχνολογικές αλλαγές του μέλλοντος.

Αντλώντας από αυτό το πλαίσιο πολιτικής, η κατανόηση των βαθύτερων αιτιών της υποεπίδοσης των μαθητών/τριών είναι κρίσιμη για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της ισότητας του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Μελέτες όπως των Karakolidis et al. (2016), οι οποίες βασίζονται στην ανάλυση συνολικών βαθμολογιών, είναι εξαιρετικά πολύτιμες, καθώς έχουν αναδείξει κοινωνικό-δημογραφικούς παράγοντες που συνδέονται με την υποεπίδοση (όπως το φύλο, το μεταναστευτικό υπόβαθρο και το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο της οικογένειας του μαθητή). Παρότι ιδιαίτερα χρήσιμες για διεθνείς συγκρίσεις αλλά και για την άσκηση εκπαιδευτικής πολιτικής στο μακρο-επίπεδο, αυτές οι προσεγγίσεις δεν μπορούν, εκ των πραγμάτων, να αποκαλύψουν πιθανές διαφοροποιήσεις στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/τριες ανταποκρίνονται σε διαφορετικούς τύπους ερωτημάτων και γνωστικών απαιτήσεων.

Χωρίς τον εντοπισμό των *συγκεκριμένων μαθησιακών λόγων εξαιτίας των οποίων οι μαθητές/τριες αποτυγχάνουν*, οι πολιτικές παρεμβάσεις κινδυνεύουν να μην αγγίξουν τον πυρήνα της σχολικής λειτουργίας και, τελικά, να αποδειχθούν αναποτελεσματικές. Το ακόλουθο παράδειγμα είναι ενδεικτικό. Έστω ότι διαπιστώνουμε ότι οι επιδόσεις των μαθητών/τριών στα Μαθηματικά είναι χαμηλές και πρέπει να ενισχυθούν. Μια γενική πολιτική, όπως η προσφορά περισσότερων ωρών διδασκαλίας και περισσότερων τεστ αξιολόγησης, χωρίς όμως να έχουν εντοπιστεί οι συγκεκριμένοι λόγοι μαθησιακής αποτυχίας, κινδυνεύει να αποδειχθεί αναποτελεσματική. Αν, για παράδειγμα, στην πραγματικότητα, οι μαθητές/τριες δυσκολεύονται κυρίως σε ερωτήματα που απαιτούν ερμηνεία δεδομένων και πιθανολογικό συλλογισμό (και όχι απλά αριθμητικούς χειρισμούς), τότε οι επιπλέον ώρες διδασκαλίας πιθανότατα θα αναλωθούν σε επανάληψη πράξεων και τα περισσότερα τεστ θα καταγράψουν απλώς το ίδιο αποτέλεσμα, χωρίς να θεραπεύεται η πηγή της δυσκολίας.

Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, απαιτείται μια λεπτομερής ανάλυση σε επίπεδο ερωτήματος (*item-level analysis*), η οποία θα φωτίσει συγκεκριμένα μαθησιακά ελλείμματα και θα καθοδηγήσει παιδαγωγικές μεταρρυθμίσεις που στοχεύουν στις πραγματικές πηγές δυσκολίας και όχι στα συγκεντρωτικά τους «συμπτώματα». Μια τέτοια ανάλυση μπορεί επίσης να αναδείξει κενά του αναλυτικού προγράμματος και να προσφέρει πιο συγκεκριμένη καθοδήγηση για τις τρέχουσες διδακτικές πρακτικές.

Σε αυτήν τη βάση, στόχος της παρούσας μελέτης είναι να εισαγάγει μια αναλυτική προσέγγιση «ανά ερώτημα» ως μια καινοτόμο μέθοδο εξέτασης της επίδοσης των μαθητών/τριών στο PISA. Σε αντίθεση με τις συνήθεις αναλύσεις, οι οποίες στηρίζονται σε συγκεντρωτικές βαθμολογίες ανά γνωστικό πεδίο, η μικρο-αναλυτική αυτή προσέγγιση αποσυνθέτει τις απαντήσεις των μαθητών/τριών και αξιολογεί την επίδοση στο επίπεδο των επιμέρους δοκιμίων. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται ο εντοπισμός «κρυφών» αδυναμιών που ενδέχεται να συγκαλύπτονται από τους μέσους όρους, όπως συστηματικές δυσκολίες σε ορισμένες μορφές περιεχομένου, γνωστικές διεργασίες ή μορφές ερωτήματος. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για την Ελλάδα, όπου η επίμονη υποεπίδοση στο PISA υποδηλώνει βαθύτερα ζητήματα στους μηχανισμούς μάθησης και όχι μόνο μεμονωμένες ελλείψεις στην κάλυψη της ύλης ή γενικούς παράγοντες που συνδέονται με τη χαμηλή σχολική επίδοση (π.χ. κοινωνικό-οικονομικό υπόβαθρο).

Σε εννοιολογικούς όρους, η μελέτη εδράζεται στο αναλυτικό πλαίσιο του OECD PISA, το οποίο ορίζει τον γραμματισμό όχι ως αναπαραγωγή σχολικής γνώσης, αλλά ως ικανότητα εφαρμογής γνώσεων και δεξιοτήτων σε πραγματικά πλαίσια (OECD, 2006). Αυτό επιτρέπει στην ανάλυση να εντοπίζει όχι μόνον αδυναμίες που αφορούν συγκεκριμένες περιοχές γνώσης (π.χ. κατανόηση δεδομένων και πιθανότητας στα Μαθηματικά), αλλά και να αξιολογεί δεξιότητες ανώτερης τάξης, όπως η ερμηνεία πληροφοριών, η αξιολόγηση επιχειρημάτων ή η εφαρμογή συλλογισμού σε προβλήματα της καθημερινής ζωής (OECD, 2006).

Η εμπειρική ανάλυση βασίζεται σε μικροδεδομένα του PISA σε επίπεδο ερωτήματος, τα οποία καλύπτουν τις απαντήσεις των μαθητών/τριών στα Μαθηματικά, την Κατανόηση Κειμένου και τις Φυσικές Επιστήμες. Κάθε ερώτημα ταξινομείται ως προς την κατηγορία περιεχομένου, τη γνωστική διαδικασία και το συγκεκριμένο/πεδίο εφαρμογής, όπως ορίζονται στο πλαίσιο αξιολόγησης του PISA. Προκειμένου να αποτυπωθούν οι σύνθετες σχέσεις και αλληλεπιδράσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών των ερωτημάτων και της επίδοσης των μαθητών/τριών, υιοθετείται μια προσέγγιση μηχανικής μάθησης. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει να αναγνωρίσουμε στατιστικά μοτίβα απευθείας από τα δεδομένα, δίχως περιοριστικές λειτουργικές υποθέσεις που χαρακτηρίζουν άλλες στατιστικές προσεγγίσεις. Η λογική της εν λόγω μεθοδολογικής επιλογής είναι να εντοπιστούν θεωρητικά άγνωστες σχέσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά των ερωτημάτων και στην επίδοση των μαθητών/τριών.

Η διάρθρωση της μελέτης έχει ως εξής: Στην Ενότητα 2 παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της μελέτης, ενώ η Ενότητα 3 τοποθετεί την ανάλυση στο πλαίσιο της υφιστάμενης εμπειρικής και θεωρητικής βιβλιογραφίας για την υποεπίδοση των μαθητών/τριών. Η Ενότητα 4 περιγράφει αναλυτικά τον μεθοδολογικό σχεδιασμό, καθώς η προτεινόμενη προσέγγιση, αν και ήδη έχει αξιοποιηθεί σε σχετικές έρευνες, είναι καινοτόμος και απαιτεί εκτενέστερη τεκμηρίωση και επεξήγηση. Στην Ενότητα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εμπειρικής ανάλυσης και η Ενότητα 6 ολοκληρώνει τη μελέτη συνοψίζοντας τα βασικά ευρήματα και συζητώντας τις συνέπειές τους για την εκπαιδευτική πρακτική και τη χάραξη εκπαιδευτικής πολιτικής.

Θεωρητικό Πλαίσιο: Το Αναλυτικό Πλαίσιο Αξιολόγησης του PISA στα Μαθηματικά, την Κατανόηση Κειμένου και τις Φυσικές Επιστήμες

Το Αναλυτικό Πλαίσιο Αξιολόγησης (Assessment Framework) του PISA αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο ο ΟΟΣΑ ορίζει, αξιολογεί και ερμηνεύει την επίδοση των μαθητών/τριών στους βασικούς γνωστικούς τομείς των Μαθηματικών, της Κατανόησης Κειμένου και των Φυσικών Επιστημών. Η βασική παιδαγωγική λογική του πλαισίου αυτού είναι να μη βασίζεται στην αξιολόγηση του κατά πόσο οι μαθητές/τριες απλώς ανακαλούν σχολικές γνώσεις (δηλαδή στην αναπαραγωγή) αλλά, αντίθετα, να αποτιμά την ικανότητά τους να εφαρμόζουν γνώσεις και δεξιότητες σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου (OECD, 2006). Το πλαίσιο εστιάζει στον γραμματισμό στους τρεις αυτούς κεντρικούς τομείς, που αποτελούν τον πυρήνα της ανθρώπινης γνώσης, ενώ σε κάθε κύκλο μπορεί να εξετάζονται και ορισμένοι πρόσθετοι καινοτόμοι τομείς. Στον πιο πρόσφατο κύκλο της έρευνας PISA (2022), ο ΟΟΣΑ συμπεριέλαβε έναν νέο καινοτόμο πεδίο (τη δημιουργική σκέψη) και αξιολόγησε επίσης προαιρετικά μια νεότερη μορφή γραμματισμού, τον χρηματοοικονομικό γραμματισμό, ο οποίος αποκτά ολοένα μεγαλύτερη σημασία στις σύγχρονες κοινωνίες (OECD, 2022). Το πλαίσιο αξιολόγησης του PISA οργανώνεται γύρω από περιοχές γνώσης ή κατηγορίες περιεχομένου (π.χ. «αβεβαιότητα» στα Μαθηματικά), γνωστικές διεργασίες (π.χ. εντοπισμός και ανάκτηση πληροφοριών στην Κατανόηση Κειμένου) και πλαίσια εφαρμογής (δηλαδή τις καταστάσεις μέσα στις οποίες εφαρμόζεται η γνώση). Στη συνέχεια παρουσιάζουμε συνοπτικά τη λογική και τη δομή του αναλυτικού πλαισίου αξιολόγησης για καθένα από τα τρία βασικά γνωστικά πεδία της έρευνας ξεχωριστά.

Μαθηματικά

Στο πλαίσιο του PISA, ο μαθηματικός γραμματισμός ορίζεται ως η ικανότητα του ατόμου να κατανοεί και να αξιοποιεί τα Μαθηματικά σε καθημερινά συμφραζόμενα, να διατυπώνει τεκμηριωμένες κρίσεις ως απάντηση σε προβλήματα που συναντά, και να εφαρμόζει μαθηματικές γνώσεις ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της καθημερινής ζωής (OECD, 2006). Επομένως, ο μαθηματικός γραμματισμός υπερβαίνει την απλή απόκτηση μαθηματικών όρων, εννοιών, διαδικασιών και μεθόδων. Η θεωρητική γνώση θεωρείται αναγκαία βάση για όλους/ες τους/τις μαθητές/τριες, όμως ο μαθηματικός γραμματισμός προϋποθέτει την ανάπτυξη της ικανότητας να εφαρμόζονται οι μαθηματικές έννοιες με ουσιαστικό τρόπο, για την επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου.

Ο μαθηματικός γραμματισμός συγκροτείται από τρία βασικά στοιχεία: το πλαίσιο (context), το περιεχόμενο (content) και τις γνωστικές διεργασίες (cognitive processes) (OECD, 2006). Το πλαίσιο αφορά το πεδίο μέσα στο οποίο εντάσσεται ένα μαθηματικό πρόβλημα, όπως για παράδειγμα καταστάσεις της καθημερινής ζωής που απαιτούν απλούς μαθηματικούς υπολογισμούς (π.χ. η διαχείριση των προσωπικών οικονομικών). Το περιεχόμενο αναφέρεται σε θεμελιώδεις κατηγορίες μαθηματικών εννοιών, όπως ο χώρος και το σχήμα, οι μεταβολές, οι σχέσεις, η ποσότητα και η αβεβαιότητα. Τέλος, οι γνωστικές διεργασίες αντιστοιχούν στις μαθηματικές ικανότητες που απαιτούνται για την επίλυση ενός προβλήματος, οι οποίες εκτείνονται από απλές γνώσεις και δεξιότητες (π.χ. χρήση προπαίδειας) έως πιο σύνθετες μορφές συλλογισμού (όπως η αναγνώριση μαθηματικών σχέσεων ή η γενίκευση συμπερασμάτων). Στην πράξη, τα τρία αυτά στοιχεία δεν λειτουργούν μεμονωμένα, αλλά αλληλεπιδρούν, όταν οι μαθητές/τριες επιχειρούν να λύσουν ένα μαθηματικό πρόβλημα. Στο ακόλουθο Παράδειγμα 1 η γνωστική διεργασία που απαιτείται είναι η «διατύπωση καταστάσεων μαθηματικά», εφόσον τα παιδιά καλούνται να κατανοήσουν τα σχήματα που δίνονται και να συμπεράνουν τον αριθμό των κύβων. Το μαθηματικό περιεχόμενο είναι ο «χώρος και το σχήμα», αφού το πρόβλημα εστιάζει στην οπτικοποίηση στερεών (τριών διαστάσεων) που είναι σχεδιασμένα σε δύο διαστάσεις. Τέλος το πλαίσιο είναι «προσωπικό», αφού αναφέρεται σε δραστηριότητα (ενδιαφέροντα) του ατόμου.

Παράδειγμα 1

Skills4Life
SYNΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΚΥΒΟΥΣ

Ερώτηση 1/3


Να λάβεις υπόψη το κείμενο στα δεξιά. Πληκτρολόγησε την απάντησή σου στην ερώτηση, χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα των αριθμών. Στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Πόσους μικρούς κύβους θα χρειαστεί η Σούζαν, για να κατασκευάσει τη σύνθεση του σχήματος Β, και πόσους, για να κατασκευάσει τη σύνθεση του σχήματος Γ;

Για το Σχήμα Β:

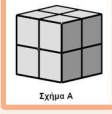
Για το Σχήμα Γ:

Στη Σούζαν αρέσει να κάνει συνθέσεις με μικρούς κύβους σαν αυτόν που βλέπεις στο σχήμα:



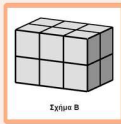
μικρός κύβος

Έχει πολλούς μικρούς κύβους και χρησιμοποιεί κόλλα για να τους ενώνει και να κάνει άλλες συνθέσεις. Πρώτα κολλάει οκτώ κύβους μαζί, για να κάνει τη σύνθεση που φαίνεται στο σχήμα Α:

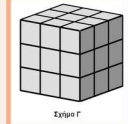


Σχήμα Α

Στη συνέχεια κατασκευάζει τις συνθέσεις που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα Β και Γ:



Σχήμα Β



Σχήμα Γ

ΥΠΟΒΟΛΗ

Κατανόηση Κειμένου

Στο ίδιο πλαίσιο, η Κατανόηση Κειμένου ορίζεται ως η ικανότητα των μαθητών/τριών να κατανοούν γραπτά κείμενα, να στοχάζονται πάνω σε αυτά και να εμπλέκονται με ποικίλες μορφές γραπτού λόγου. Με αυτήν την έννοια, οι μαθητές/τριες καλούνται να έχουν ενεργό ρόλο ως αναγνώστες/τριες: να αποδίδουν νόημα και να δρουν με βάση το γραπτό περιεχόμενο που συναντούν. Η Κατανόηση Κειμένου οργανώνεται γύρω από τρία αλληλένδετα στοιχεία: τη *μορφή και τον τύπο των κειμένων*, τις *γνωστικές διεργασίες που εμπλέκονται στην επεξεργασία τους* και το *επικοινωνιακό πλαίσιο*. Ως προς τη μορφή, τα κείμενα διακρίνονται σε συνεχή (με προτάσεις οργανωμένες σε παραγράφους) και σε πολυτροπικά, τα οποία ενσωματώνουν οπτικά ή γραφικά στοιχεία που δημιουργούν ένα περιβάλλον ανάγνωσης το οποίο, θεωρητικά, ευνοεί την κατανόηση. Παράλληλα, τα κείμενα ταξινομούνται ανάλογα με τον σκοπό τους σε περιγραφικά, αφηγηματικά, πληροφοριακά, κατευθυντικά, επιχειρηματολογικά και διαδραστικά. Η λογική είναι ότι κάθε τύπος κειμένου κινητοποιεί τους/τις μαθητές/τριες με διαφορετικό τρόπο και απαιτεί διαφορετικές δεξιότητες γραμματισμού ώστε να επιτευχθεί ορθή κατανόηση, ερμηνεία και ανταπόκριση στο κείμενο. Για να ανταποκριθούν οι μαθητές/τριες επιστρατεύουν γνωστικές διεργασίες όπως:

- (α) εντοπισμό και εξαγωγή πληροφοριών,
- (β) κατανόηση και ερμηνεία του κειμένου και
- (γ) αναστοχασμό και αξιολόγηση.

Ο στόχος είναι η καλλιέργεια δεξιοτήτων ανάγνωσης ανώτερης τάξης, που υπερβαίνουν την απλή απομνημόνευση και ανάκτηση πληροφοριών. Το ακόλουθο Παράδειγμα 2 είναι ένα απλό παράδειγμα επιχειρηματολογικού κειμένου, το οποίο απαιτεί την ενεργοποίηση της γνωστικής διεργασίας του αναστοχασμού και της αξιολόγησης, το οποίο τοποθετείται στο επικοινωνιακό πλαίσιο του δημόσιου πεδίου.

Παράδειγμα 2

Skills4Life
Ερώτηση 7/7
ΤΑ ΝΗΣΙΑ ΓΚΑΛΑΠΑΓΚΟΣ

Να λάβεις υπόψη τις διάφορες ιστοσελίδες του ιστότοπου στα δεξιά. Κάνε κλικ στο Ναι ή στο Όχι για κάθε δήλωση και στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Ποιες από τις αλλαγές που παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα καθιστούν την ιστοσελίδα πιο αξιόπιστη για τους ανθρώπους που θέλουν να μάθουν για τα νησιά και την Εταιρεία Προστασίας των Γκαλαπάγκος;

Βελτιώνει αυτή η αλλαγή την αξιοπιστία του ιστότοπου;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
A. Παρέχετε μαρτυρίες από τουρίστες που έχουν επισκεφθεί τα νησιά Γκαλαπάγκος.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B. Συμπεριλάβετε περισσότερες υπο-επικεφαλίδες.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Γ. Αναφέρετε έγκυρες πηγές.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Δ. Περιλάβετε μια περιγραφή της Εταιρείας Προστασίας των Γκαλαπάγκος και της αποστολής της.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ΥΠΟΒΟΛΗ

Μετά τον έλεγχο των σελίδων αποφασίζεις να στείλεις στον Αλεχάντρο και την Κριστίνα έναν κατάλογο προτάσεων για τη βελτίωση της αξιοπιστίας του ιστότοπου.

Σχετικά
Ζωά
Διατήρηση
Εθελοντισμός

Σε απόσταση 1000 χιλιομέτρων δυτικά των ακτών της Νότιας Αμερικής βρίσκονται τα νησιά Γκαλαπάγκος – ένα από τα πιο συναρπαστικά μέρη του κόσμου.

Σήμερα υπάρχουν 95 ιθαγενή είδη ζώων που ζουν αποκλειστικά στα διάφορα νησιά του αρχιπελάγους. Πολλοί άνθρωποι ταξιδεύουν στα νησιά Γκαλαπάγκος, για να παρατηρήσουν αυτά τα ξεχωριστά ζώα στο φυσικό τους περιβάλλον. Τα νησιά συχνά χαρακτηρίζονται ως «ζωντανό εργαστήριο», επειδή προσφέρουν στους επιστήμονες μεγάλες δυνατότητες έρευνας. Καθώς βρίσκονται κοντά στον Ισημερινό, τα νησιά είναι ηλιόλουστα, ενώ τα ισχυρά ωκεάνια ρεύματα δημιουργούν συχνά δροσερό αέρα. Πολλά φυτά και ζώα αναπτύσσονται σε αυτό το περιβάλλον. Οι τουρίστες και οι επιστήμονες γοητεύονται από τα ζώα, τα οποία δείχνουν για εμάς τους ανθρώπους την ίδια περιέργεια που έχουμε κι εμείς γι' αυτά. Τα ζώα των Γκαλαπάγκος εξελίχθηκαν για αιώνες χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση ή θηρευτή, και κατά συνέπεια, όταν τα πλησιάζει ο άνθρωπος, δεν φοβούνται όπως τα περισσότερα ζώα σε όλο τον κόσμο. Συχνά μάλιστα πλησιάζουν τους επισκέπτες! Η συμπεριφορά αυτή των ζώων προσφέρει καταπληκτικές ευκαιρίες για φωτογραφίες, αλλά τα έχει κάνει πολύ ευάλωτα.

Φυσικές Επιστήμες

Ο επιστημονικός γραμματισμός αναφέρεται στην ικανότητα των μαθητών/τριών να κατανοούν και να εξηγούν φυσικά φαινόμενα αξιοποιώντας την επιστήμη. Περιλαμβάνει όχι μόνο την απόκτηση νέων γνώσεων, αλλά και την εφαρμογή επιστημονικού συλλογισμού και την εξαγωγή συμπερασμάτων με βάση επιστημονικές αρχές και τεκμήρια. Υπό αυτήν την έννοια, η επιστήμη νοείται ως μορφή ανθρώπινης γνώσης που προκύπτει από συστηματική διερεύνηση και είναι ενταγμένη στις υλικές, πολιτισμικές και διανοητικές όψεις της κοινωνίας. Και εδώ, η έμφαση δίνεται περισσότερο στην εφαρμογή και λιγότερο στην αναπαραγωγή αποσπασματικών πραγματολογικών γνώσεων.

Η αξιολόγηση του επιστημονικού γραμματισμού στηρίζεται στα εξής στοιχεία: πλαίσιο, δεξιότητες/ικανότητες, γνώσεις και στάσεις απέναντι στην επιστήμη. Το συγκεκριμένο αφορά τις καταστάσεις στις οποίες εντάσσεται η γνώση, είτε σε προσωπικό επίπεδο (π.χ. υγεία) είτε σε ζητήματα της κοινότητας, όπως η περιβαλλοντική ρύπανση. Σε κάθε περίπτωση, η αντιμετώπιση αυτών των καταστάσεων απαιτεί έναν βασικό βαθμό κατανόησης της επιστήμης και της τεχνολογίας. Οι επιστημονικές δεξιότητες, τέλος, αφορούν τις ικανότητες που χρειάζεται ένας μαθητής για να απαντήσει σε ένα ερώτημα με επιστημονικό τρόπο, όπως: η επιστημονική εξήγηση φαινομένων, η αξιολόγηση της ποιότητας μιας επιστημονικής διερεύνησης και η ερμηνεία δεδομένων με επιστημονικό τρόπο. Το Παράδειγμα 3 αντιστοιχεί σε μια ερώτηση του θέματος με τίτλο «Μείωση του pH των ωκεανών» η οποία έχει εφαρμογή σε παγκόσμιο πλαίσιο, και απαιτεί τη δεξιότητα της επιστημονικής ερμηνείας φαινομένων.

Παράδειγμα 3

Skills4Life ●●●●●
Ερώτηση 2/6
ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΡΗ ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ

Να εκτελέσεις την προσομοίωση, ακολουθώντας τις ΟΔΗΓΙΕΣ. Πληκτρολόγησε την απάντησή σου στην ερώτηση. Στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος, τι συμβαίνει στο pH και στη διαλυτότητα του CaCO_3 , όταν αυξάνεται η συγκέντρωση του CO_2 στο νερό;

Στην απάντησή σου να συμπεριλάβεις και αριθμητικά δεδομένα από την προσομοίωση.

Πληκτρολόγησε την απάντησή σου εδώ.

ΥΠΟΒΟΛΗ
ΟΔΗΓΙΕΣ

Ο παρακάτω Πίνακας παρουσιάζει πώς οι τρεις βασικές συνιστώσες (περιεχόμενο, γνωστική διεργασία, συγκεκριμένο) αλληλεπιδρούν στα βασικά γνωστικά πεδία του PISA.

Πίνακας 1. Ενδεικτική χαρτογράφηση και παραδείγματα κατηγοριών περιεχομένου, γνωστικών διεργασιών και πλαισίων εφαρμογής στους τρεις τομείς γραμματισμού του PISA

Πεδίο	Περιεχόμενο	Γνωστικές διεργασίες	Παράδειγμα πλαισίου
Μαθηματικά	Αβεβαιότητα	Ερμηνεία αποτελεσμάτων / συλλογισμός με βάση τα δεδομένα	Αξιολογώντας την πιθανότητα να βρέξει από το δελτίο καιρού
Κατανόηση Κειμένου	Αφηγηματικό κείμενο	Αναστοχασμός και αξιολόγηση	Ανάγνωση ενός σύντομου αποσπάσματος από μυθιστόρημα για να αποτιμηθεί ο σκοπός του συγγραφέα
Φυσικές Επιστήμες	Γη και περιβαλλοντικές επιστήμες	Εξηγώντας τα φυσικά φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο	Αποδάσωση και επίδραση στη βιοποικιλότητα

Η υποεπίδοση των μαθητών/τριών στην Ελλάδα: δεδομένα, ερμηνεία και συνέπειες

Οι μαθητές/τριες στην Ελλάδα παρουσιάζουν διαχρονικά χαμηλότερες επιδόσεις σε σχέση με τον μέσο όρο των χωρών του ΟΟΣΑ στις αξιολογήσεις της έρευνας PISA. Η απογοητευτική αυτή τάση, που επιβαρύνθηκε περαιτέρω από το κλείσιμο των σχολείων κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, καθιστά τα αποτελέσματα του PISA 2022 ιδιαίτερα ανησυχητικά. Ο Πίνακας 2 συνοψίζει τη μέση βαθμολογία των μαθητών/τριών στην Ελλάδα στους τρεις βασικούς τομείς (Μαθηματικά, Κατανόηση Κειμένου και Φυσικές Επιστήμες) και τη συγκρίνει με τους αντίστοιχους μέσους όρους του ΟΟΣΑ. Το 2022 η μέση επίδοση στην Ελλάδα ήταν 430 στα Μαθηματικά (δηλαδή 9,7% χαμηλότερη από τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ), 438 στην Κατανόηση Κειμένου (8,7% κάτω από τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ) και 441 στις Φυσικές Επιστήμες (10% κάτω από τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ).

Πίνακας 2. Μέση επίδοση στα Μαθηματικά, Κατανόηση Κειμένου και Φυσικές Επιστήμες: Ελλάδα και ΟΟΣΑ (2022)

	Μέση επίδοση (Ελλάδα)	Μέση επίδοση (ΟΟΣΑ)	% ποσοστιαία διαφορά	Θέση της Ελλάδας (σε 80 χώρες)
Μαθηματικά	430	472	-9.7%	44
Κατανόηση Κειμένου	438	476	-8.7%	41
Φυσικές Επιστήμες	441	485	-10%	44

Πηγή: OECD (2023).

Οι επιδόσεις αυτές κατατάσσουν την Ελλάδα περίπου στη μέση της κατάταξης των χωρών του ΟΟΣΑ και κάτω από τις περισσότερες χώρες της Ε.Ε ή άλλες ανεπτυγμένες οικονομίες. Ακόμα πιο ανησυχητικό, όμως, είναι το γεγονός ότι οι μαθητές/τριες στην Ελλάδα δεν εμφανίζουν υψηλές επιδόσεις ούτε σε απόλυτους όρους. Ειδικότερα, ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών/τριών δεν επιτυγχάνει το ελάχιστο επίπεδο επάρκειας στα Μαθηματικά (επίπεδο 2 σύμφωνα με την ορολογία της έρευνας PISA), στην Κατανόηση Κειμένου και στις Φυσικές Επιστήμες, ενώ ελάχιστοι/ες μαθητές/τριες επιδεικνύουν υψηλές δεξιότητες (επίπεδο 5 και 6). Συγκεκριμένα, μόλις το 2% των μαθητών/τριών παρουσίασε υψηλές επιδόσεις στα μαθηματικά και στην Κατανόηση Κειμένου. Στις Φυσικές Επιστήμες, το ποσοστό των κορυφαίων επιδόσεων είναι μόλις 1,5% (European Commission, 2024).

Η σχολική υποεπίδοση είναι διακριτή σε όλο το κοινωνικοοικονομικό φάσμα, και αφορά όχι μόνο τους/τις μη προνομιούχους/ες αλλά και τους/τις προνομιούχους/ες μαθητές/τριες. Τα στοιχεία του Πίνακα 3, που αποτυπώνουν την υποεπίδοση στα Μαθηματικά ανά κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο, είναι ενδεικτικά της έκτασης του προβλήματος. Το 2012, το ποσοστό των προνομιούχων μαθητών/τριών στην Ελλάδα που υποαπέδιδαν στα Μαθηματικά ανερχόταν σε 16,2%. Το ποσοστό αυτό αυξήθηκε κατά 10,5 ποσοστιαίες μονάδες μεταξύ 2012 και 2022. Αντίστοιχα, το 2012 το ποσοστό υποεπίδοσης των μη προνομιούχων μαθητών/τριών ήταν ήδη ιδιαίτερα υψηλό (54,3%) και αυξήθηκε περαιτέρω κατά περίπου 10 ποσοστιαίες μονάδες το 2022, φθάνοντας το 64%, επίπεδο σαφώς υψηλότερο από το ό,τι ισχύει διεθνώς. Ενδεχομένως θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι το σχετικό χάσμα μεταξύ προνομιούχων και μη προνομιούχων μαθητών/τριών μειώνεται. Πράγματι, σε έναν βαθμό αυτό συμβαίνει, όμως δεν αποτελεί εξέλιξη η οποία θα ήταν σωστό να αναδειχθεί ως θετική, καθώς η μείωση του χάσματος οφείλεται κυρίως στο ότι η υποεπίδοση των προνομιούχων μαθητών/τριών έγινε εντονότερη κατά την περίοδο 2012 - 2022.

Πίνακας 3. Υποεπίδοση στα Μαθηματικά ανά κοινωνικοοικονομικό επίπεδο, 2012-2022 (%)

	Προνομιούχοι/ες μαθητές/τριες		Μη προνομιούχοι/ες	
	EU	GR	EU	GR
2012	7.6	16.2	38	54.3
2018	8.6	18.4	38.2	52.8
2022	10.9	26.7	48.0	64.0

Πηγή: European Commission (2024). Σημειώσεις: Στο PISA, το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο αποτυπώνεται μέσω ενός σύνθετου δείκτη, του ESCS (Economic, Social and Cultural Status). Πρόκειται για τυποποιημένο μέτρο που κατασκευάζεται με ανάλυση κύριων συνιστωσών (principal component analysis – PCA), με βάση τα χαρακτηριστικά των μαθητών/τριών και των γονέων τους.

Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόμοιες τάσεις υποεπίδοσης παρατηρούνται διεθνώς, δεν είναι δηλαδή μόνο ελληνικό φαινόμενο. Συγκεκριμένα, τα ποσοστά των μαθητών/τριών που υποαποδίδουν (τόσο των προνομιούχων όσο και των μη προνομιούχων) αυξήθηκαν κατά 3,3 και 10 ποσοστιαίες μονάδες αντίστοιχα στην ΕΕ κατά την υπό εξέταση περίοδο. Το βασικό συμπέρασμα είναι ότι η Ελλάδα αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης τάσης υποχώρησης των σχολικών επιδόσεων, που προβληματίζει τους διαμορφωτές εκπαιδευτικής πολιτικής διεθνώς, ωστόσο, η ένταση του προβλήματος είναι μεγαλύτερη στην ελληνική περίπτωση.

Γενικότερα, η υποεπίδοση στο PISA έχει συνδεθεί με πληθώρα παραγόντων, με σημαντικότερους το χαμηλό κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο, την ασθενή εμπλοκή και παρακίνηση των μαθητών/τριών, τη χαμηλή αυτοπεποίθηση/αυτο-αντίληψη ικανότητας, την περιορισμένη πρόσβαση σε ποιοτική προσχολική εκπαίδευση και την πιθανότητα επανάληψης τάξης (OECD, 2016). Σε επίπεδο σχολικής μονάδας, οι μαθητές/τριες χαμηλής επίδοσης συχνά συγκεντρώνονται σε κοινωνικοοικονομικά μειονεκτούντα σχολεία. Παράλληλα, παρατηρείται σημαντική διακύμανση μεταξύ χωρών: σε ορισμένες χώρες η συχνότητα υποεπίδοσης είναι πολύ χαμηλή (π.χ. Νότια Κορέα, Φινλανδία και Σιγκαπούρη), ενώ σε άλλες φτάνει σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα (ιδίως σε χώρες της Λατινικής Αμερικής, της Μέσης Ανατολής και της Αφρικής). Επιπλέον, η σχετική συμβολή των διάφορων παραγόντων διαφέρει ανά χώρα: σε ορισμένα εκπαιδευτικά συστήματα η επίδραση του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου είναι πολύ έντονη, ενώ σε άλλα πιο περιορισμένη. Τέλος, τα εκπαιδευτικά συστήματα αντιμετωπίζουν με διαφορετικούς τρόπους την υποεπίδοση, με πρακτικές όπως ο ακαδημαϊκός διαχωρισμός/κατάταξη (tracking), τα ποσοστά επανάληψης τάξης και το σχολικό κλίμα να επηρεάζουν σε διαφορετικό βαθμό τα επίπεδα υποεπίδοσης (OECD, 2016).

Ίσως η πιο ολοκληρωμένη μελέτη για την υποεπίδοση στην Ελλάδα είναι των Karakolidis et al. (2016). Η μελέτη εστιάζει στα Μαθηματικά, ωστόσο είναι εύλογο να υποτεθεί ότι τα βασικά ευρήματά της μπορούν, σε έναν βαθμό, να γενικευτούν και στα άλλα πεδία. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το φύλο, το μεταναστευτικό καθεστώς, το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο, η συμμετοχή στην προσχολική εκπαίδευση, καθώς και οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών σε σχέση με τα Μαθηματικά (αυτο-αποτελεσματικότητα, αυτοαντίληψη, άγχος) αποτελούν στατιστικά σημαντικούς προβλεπτικούς παράγοντες χαμηλής επίδοσης. Σε επίπεδο σχολικής μονάδας, ο μέσος κοινωνικοοικονομικός δείκτης του σχολείου αναδείχθηκε ως ο ισχυρότερος προγνωστικός παράγοντας, ενώ η ποιότητα των εκπαιδευτικών πόρων του σχολείου δεν βρέθηκε να έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στις επιδόσεις. Οι συγγραφείς καταλήγουν ότι η υποεπίδοση στα Μαθηματικά στην Ελλάδα αντανakλά εν τέλει τόσο κοινωνικές ανισότητες όσο και ψυχολογικούς μηχανισμούς.

Πιο πρόσφατα στοιχεία επιβεβαιώνουν σε γενικές γραμμές αυτήν την εικόνα: οι έμφυλες διαφορές εξακολουθούν να έχουν σημασία (κυρίως στην Κατανόηση Κειμένου), ενώ το μεταναστευτικό υπόβαθρο αποτελεί ιδιαίτερα κρίσιμο παράγοντα, δεδομένου ότι ένα σχετικά υψηλό ποσοστό μαθητών/τριών (περίπου 13%) είναι παιδιά μεταναστών, εκ των οποίων ένα σημαντικό ποσοστό παρουσιάζει χαμηλές επιδόσεις σε

όλα τα πεδία. Για παράδειγμα, στα Μαθηματικά, η μέση διαφορά επίδοσης μεταξύ μαθητών/τριών με και χωρίς μεταναστευτικό υπόβαθρο ανέρχεται σε περίπου 40 μονάδες.

Αυτού του τύπου οι αναλύσεις είναι πολύ χρήσιμες. Ωστόσο, απαντούν πρωτίστως στο ερώτημα ποιοι μαθητές/τριες είναι πιο πιθανό να εμφανίσουν χαμηλές επιδόσεις, όχι όμως πού εντοπίζονται οι μαθησιακές τους αδυναμίες. Η κατανόηση του τι ακριβώς δεν κατακτούν οι μαθητές/τριες με συστηματικό τρόπο προϋποθέτει μια μικρο-αναλυτική προσέγγιση σε επίπεδο ερωτήματος.

Μια γενική ερμηνεία της υποεπίδοσης των μαθητών/τριών στην Ελλάδα, η οποία προβάλλεται συχνά στον δημόσιο λόγο από πολλούς φορείς, όπως πολιτικά κόμματα, ενώσεις εκπαιδευτικών και δημοσιογράφους, εστιάζει στον διαφορετικό προσανατολισμό του εθνικού αναλυτικού προγράμματος. Δηλαδή, στις ουσιαστικές αποκλίσεις προσανατολισμού και εμφάσεων μεταξύ του ελληνικού προγράμματος σπουδών και του αναλυτικού πλαισίου του PISA (βλέπε σχετικά ενότητα 2). Η μελέτη των Anagnostopoulou, Hatzikraniotis και Salta (2013) συγκαταλέγεται ανάμεσα στις μελέτες που συνδέουν άμεσα την υποεπίδοση των μαθητών/τριών στην Ελλάδα στο PISA με ασυμφωνίες σε επίπεδο αναλυτικού προγράμματος και αξιολόγησης. Συγκρίνοντας ερωτήματα του PISA στις Φυσικές Επιστήμες με σχολικού τύπου εξετάσεις βιολογίας στην Ελλάδα, εντόπισαν μια θεμελιώδη αναντιστοιχία μεταξύ των δύο πλαισίων αξιολόγησης: ενώ τα ερωτήματα του PISA μεταδίδουν το επιστημονικό νόημα κυρίως μέσω οπτικών και συμπραζόμενων στοιχείων, δίνοντας έμφαση στην εφαρμογή και την ερμηνεία της γνώσης, οι ελληνικές εξετάσεις βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στη γλωσσική και τυπική διατύπωση εξειδικευμένου περιεχομένου, προτάσσοντας την απομνημόνευση/ανάκληση γνώσεων και τη θεωρητική ακρίβεια. Παρόμοια εικόνα προκύπτει και από τα αποτελέσματα και διαφόρων άλλων ερευνών, τα οποία δείχνουν ότι η γενική κατεύθυνση των διαδικασιών αξιολόγησης των μαθητών/τριών στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, και στο Λύκειο ειδικότερα, αφορούν τον έλεγχο περισσότερο ακαδημαϊκού τύπου εξειδικευμένων και αποπλαισιωμένων (decontextualized) θεωρητικού χαρακτήρα γνώσεων, παρά τη δυνατότητα εφαρμογής των εν λόγω γνώσεων σε πλαίσια καθημερινών περιστάσεων (Hatzinikita, Dimopoulos, & Christidou, 2008; Anagnostopoulou et al., 2013; Nolka & Sofianopoulou, 2021). Ειδικότερα, οι αξιολογικές διαδικασίες στην Ελλάδα δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην αναπαραγωγή της γνώσης, στην εφαρμογή κανόνων ή αλγοριθμικών διαδικασιών ή σε κάποιο βαθμό της εφαρμογής της γνώσης σε ασκήσεις-προβλήματα που δεν σχετίζονται συνήθως ούτε με την καθημερινή ζωή ούτε και με τις ειδικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων (π.χ. πειραματικές και εμπειρικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες). Παρόμοια εικόνα προκύπτει και από ορισμένες αναλύσεις στο πεδίο των Μαθηματικών. Συγκεκριμένα στην έρευνα των Schmidt et al., (2019) στην οποία αναλύθηκαν τα προγράμματα σπουδών Μαθηματικών της πρωτοβάθμιας και της κατώτερης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και τα αντίστοιχα σχολικά εγχειρίδια σε 19 χώρες του ΟΟΣΑ, βρέθηκε ότι στην Ελλάδα το βιβλίο της Γ΄ Γυμνασίου περιλαμβάνει σε ποσοστό 69,9% ασκήσεις υπολογιστικού τύπου, ενώ μόλις 0,3% των ασκήσεων αφορούσαν εφαρμογές των Μαθηματικών σε προβλήματα της πραγματικής ζωής τα οποία απαιτούν ανώτερης τάξης μαθηματικές δεξιότητες/συλλογισμούς. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξε και συναφής έρευνα του ΙΕΠ, (2019).

Επίσης, παρά το γεγονός ότι στα νέα προγράμματα σπουδών έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση πέρα από το πεδίο των γνώσεων και σε αυτό των δεξιοτήτων, οι εν λόγω δεξιότητες σε μικρό βαθμό εξετάζονται με συστηματικό τρόπο.

Η απόκλιση αυτή υποδηλώνει ότι οι μαθητές/τριες στην Ελλάδα εκτίθενται σε παιδαγωγικές προσεγγίσεις που διαφέρουν ουσιαστικά από το πλαίσιο «εφαρμοσμένου γραμματισμού» του PISA.

Παρότι η υπόθεση της ασυμφωνίας του αναλυτικού προγράμματος αποτελεί μια εύλογη εξήγηση για τη διαχρονικά χαμηλή επίδοση της Ελλάδας στο PISA, συνεχίζει να μη μας προσφέρει μια σαφή χαρτογράφηση των συγκεκριμένων αδυναμιών: δηλαδή, ποια ακριβώς περιεχόμενα, δεξιότητες ή γνωστικές διεργασίες είναι εκείνα που οι μαθητές/τριες αποτυγχάνουν συστηματικά να κατακτήσουν;

Η εκπαιδευτική υποεπίδοση συνεπάγεται μακροπρόθεσμα οικονομικά και κοινωνικά κόστη τόσο για τα άτομα όσο και για τις οικονομίες. Τα κοινωνικά κόστη, όπως η μειωμένη κοινωνική συνοχή και η γενικότερη υποβάθμιση της ανθρώπινης ευημερίας, είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν. Ωστόσο, ένα σημαντικό ρεύμα της βιβλιογραφίας των οικονομικών της εκπαίδευσης έχει δείξει ότι τα οικονομικά κόστη, τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο, είναι μετρήσιμα και ιδιαίτερα υψηλά. Οι Hanushek και Woessmann (2010) υποστηρίζουν ότι οι γνωστικές δεξιότητες του πληθυσμού, όπως αποτυπώνονται από το PISA και παρόμοιες

έρευνες, συνδέονται ισχυρά και αιτιακά με τη μακροχρόνια οικονομική ανάπτυξη. Διαπιστώνουν ότι ακόμη και σχετικά εφικτές βελτιώσεις στις επιδόσεις (π.χ. αύξηση κατά 25 μονάδες στο PISA) μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές αυξήσεις στο ΑΕΠ στο διάστημα που αντιστοιχεί στη «διάρκεια ζωής» μιας γενιάς. Για τις χώρες του ΟΟΣΑ συνολικά, μια τέτοια αύξηση της μαθητικής επίδοσης θα μπορούσε να μεταφραστεί σε επιπλέον οικονομική παραγωγή ύψους 115 τρισ. δολαρίων. Πιο φιλόδοξοι στόχοι, όπως να επιτευχθούν οι επιδόσεις των μαθητών/τριών της Φινλανδίας ή να διασφαλιστεί ότι όλοι/ες οι μαθητές/τριες πετυχαίνουν ένα βασικό επίπεδο επάρκειας, θα μπορούσαν να αποδώσουν ακόμη υψηλότερα οφέλη (που έχουν εκτιμηθεί από τους συγγραφείς να προσεγγίζουν τα 260 τρισ. δολάρια).

Πίνακας 4. Εκτιμώμενος οικονομικός αντίκτυπος από τη βελτίωση της μαθητικής επίδοσης στην Ελλάδα σε διαφορετικά σενάρια

Σενάρια	Οικονομική Αξία της Μεταρρύθμισης (σε δισ. δολάρια, PPP)	Ως ποσοστό του ΑΕΠ	Μόνιμη αύξηση στον ετήσιο ρυθμό οικονομικής ανάπτυξης
Σενάριο I: +25 PISA πόντοι	996	268% του ΑΕΠ ΟΟΣΑ	0.43 π.μ. (μ.ό. ΟΟΣΑ)
Σενάριο II: Προσεγγίζουμε το μέσο επίπεδο της Φινλανδίας	3,996	1,073% του εθνικού ΑΕΠ	1.48 π.μ.
Σενάριο III: Όλοι/ες οι μαθητές/τριες επιτυγχάνουν το βασικό επίπεδο	2,508	673% του εθνικού ΑΕΠ	1.00 π.μ.

Πηγή: Hanushek και Woessmann (2010). *Σημειώσεις:* Η οικονομική αξία των εναλλακτικών σεναρίων μεταρρύθμισης υπολογίζεται ως η παρούσα αξία όλων των μελλοντικών αυξήσεων του ΑΕΠ (από το 2010 έως το 2090), που προκύπτουν από τη βελτίωση των γνωστικών δεξιοτήτων ως αποτέλεσμα της μεταρρύθμισης, σε σύγκριση με την πορεία του ΑΕΠ που θα αναμενόταν χωρίς μεταρρύθμιση.

Τα υψηλά σχετικά οφέλη για την Ελλάδα σε αυτά τα υποθετικά σενάρια οφείλονται στο γεγονός ότι η χώρα εκκινεί από ένα συγκριτικά χαμηλό επίπεδο μέσης επίδοσης στο PISA σε σχέση με άλλες ανεπτυγμένες οικονομίες και, ως εκ τούτου, το οριακό όφελος των βελτιώσεων στις σχολικές επιδόσεις είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Αξίζει να τονιστεί ότι οι εκτιμήσεις αυτές είναι ενδεικτικές και βασίζονται σε ένα σύνολο απαιτητικών υποθέσεων, συνεπώς δεν μπορούν να ενσωματώσουν τις αβεβαιότητες που συνοδεύουν έναν τόσο μεγάλο χρονικό ορίζοντα (αν και, από την άλλη πλευρά, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι ούτε αποτιμούν τα πολλαπλά μη οικονομικά οφέλη που απορρέουν από ένα εκπαιδευτικό σύστημα υψηλής ποιότητας). Παρ' όλα αυτά, παραμένουν ιδιαίτερα χρήσιμες, διότι αναδεικνύουν ότι το κόστος της μη αντιμετώπισης της μαθητικής υποεπίδοσης μπορεί να είναι τεράστιο, τόσο για τους/τις ίδιους/ες τους/τις μαθητές/τριες όσο και για την κοινωνία στο σύνολό της.

Μεθοδολογία της έρευνας

Η βάση δεδομένων της PISA παρέχει διεθνώς συγκρίσιμα στοιχεία για τη σχολική επίδοση 15χρονων μαθητών/τριών στα Μαθηματικά, την Κατανόηση Κειμένου και τις Φυσικές Επιστήμες. Η έρευνα υλοποιείται ανά τριετία σε περισσότερες από 80 χώρες και περιλαμβάνει εκτεταμένες πληροφορίες για τα δημογραφικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά των μαθητών/τριών, των οικογενειών και των σχολείων. Το δείγμα του 2022 περιλάμβανε 700.000 μαθητές/τριες. Η ανάλυση της παρούσας έκθεσης αξιοποιεί τα ελληνικά δεδομένα του PISA για τους κύκλους 2015, 2018 και 2022, ώστε να εξεταστεί η επίδοση των μαθητών/τριών στα τρία βασικά γνωστικά πεδία (Μαθηματικά, Κατανόηση Κειμένου και Φυσικές Επιστήμες). Αυτό έχει σημασία, γιατί σε κάθε κύκλο του PISA υπάρχει ένα «κύριο πεδίο», στο οποίο δίνεται μεγαλύτερη έμφαση (περισσότερα ερωτήματα και λεπτομερέστερο πλαίσιο μέτρησης), και το κύριο πεδίο εναλλάσσεται από κύκλο σε κύκλο. Επομένως, η χρήση τριών διαδοχικών κύκλων επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της επίδοσης της Ελλάδας σε όλα τα πεδία, λαμβάνοντας υπόψη ότι το εύρος μέτρησης δεν είναι το ίδιο σε κάθε κύκλο.

Το ελληνικό δείγμα του 2022 περιλαμβάνει δεδομένα για περίπου 6.578 μαθητές/τριες, που προέρχονται από 242 σχολικές μονάδες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το 2018, το ελληνικό δείγμα περιλάμβανε 6.403 μαθητές/τριες από 256 σχολεία. Τέλος, το 2015 το δείγμα περιλάμβανε περίπου 5.500 μαθητές/τριες από 212 δημόσια και ιδιωτικά σχολεία. Η δειγματοληψία του PISA ακολουθεί έναν στρωματοποιημένο σχεδιασμό σε δύο στάδια. Αρχικά επιλέγεται ένα δείγμα σχολείων με πιθανότητα ανάλογη του μεγέθους τους (όπου το μέγεθος ορίζεται με βάση τον αριθμό των μαθητών/τριών). Στο δεύτερο στάδιο επιλέγεται τυχαία ένας αριθμός μαθητών/τριών από κάθε σχολείο. Η χρήση στάθμισης στο επίπεδο του μαθητή (sampling weight) εξασφαλίζει ότι τα αποτελέσματα αντανακλούν με ακρίβεια τον υποκείμενο μαθητικό πληθυσμό.

Ως εκ τούτου, η ανάλυση πραγματοποιεί σταθμισμένες συγκρίσεις της επίδοσης σε επίπεδο ερωτήματος μεταξύ μαθητών/τριών στην Ελλάδα και μαθητών/τριών στην ΕΕ. Ως σημείο αναφοράς επιλέγεται ο μέσος όρος της ΕΕ, καθώς αποτελεί μια σύγκριση πιο συναφή για τη χάραξη πολιτικής και ταυτόχρονα μια πιο συγκρίσιμη ομάδα αναφοράς, στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Για κάθε ερώτημα υπολογίζεται, χωριστά για την Ελλάδα και για την ΕΕ, το σταθμισμένο ποσοστό σωστών απαντήσεων. Ως υπεραπόδοση ορίζεται η περίπτωση όπου το ποσοστό σωστών απαντήσεων στην Ελλάδα είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερο από το αντίστοιχο ποσοστό στην ΕΕ, ενώ ως υποεπίδοση η αντίστροφη περίπτωση. Η στατιστική σημαντικότητα της διαφοράς μεταξύ των δύο ποσοστών εξετάζεται με τον z-έλεγχο για διαφορές αναλογιών (z-test για αναλογίες), ενώ η πρακτική σημαντικότητα αποτιμάται με τη χρήση του δείκτη Cohen's h (Cohen, 1988):

$$h = 2 * (\arcsin(\sqrt{p1}) - \arcsin(\sqrt{p2}))$$

όπου p1 και p2 είναι τα ποσοστά σωστών απαντήσεων, ανά ερώτημα, για την Ελλάδα και την ΕΕ αντίστοιχα. Ο δείκτης Cohen's h χρησιμοποιείται συνήθως για τη μέτρηση του μεγέθους επίδρασης της διαφοράς μεταξύ δύο αναλογιών και, συνεπώς, είναι ιδιαίτερα χρήσιμος όταν αναλύονται διαφορές σε κατηγορικά δεδομένα. Είναι μέτρο ανάλογο ως προς τον σκοπό του με τον δείκτη Cohen's d (ο οποίος χρησιμοποιείται για τη σύγκριση του μεγέθους επίδρασης διαφορών μέσων τιμών). Στη βάση αυτή ορίζουμε την υποεπίδοση των μαθητών/τριών στην Ελλάδα ως διαφορά που είναι τόσο στατιστικά όσο και πρακτικά σημαντική, με την πρακτική σημαντικότητα να ορίζεται ως $h > 0,20$.

Το επόμενο βήμα της ανάλυσης εστιάζει στο πώς τα ερωτήματα στα οποία παρατηρείται υποεπίδοση διαφέρουν από τα υπόλοιπα ως προς τα χαρακτηριστικά τους. Τα χαρακτηριστικά των επιμέρους ερωτημάτων χωρίζονται στις εξής δυο κατηγορίες:

α) χαρακτηριστικά τα οποία υπό τη μορφή μεταδεδομένων έχουν αποδοθεί από τους σχεδιαστές της έρευνας σε κάθε θέμα και τα οποία μεταφορτώθηκαν από την πλατφόρμα PISA Connect (<https://connect.pisa.acer.org>) (κατηγορία Α) και

β) πρόσθετα χαρακτηριστικά με βάση τα οποία αναλύθηκαν περαιτέρω τα θέματα από έμπειρους κωδικοποιητές (κατηγορία Β).

Η διαδικασία κωδικοποίησης για τα χαρακτηριστικά της κατηγορίας B πραγματοποιήθηκε ανεξάρτητα από δύο εκπαιδευμένους και έμπειρους κωδικοποιητές ανά πεδίο οι οποίοι είχαν τη δυνατότητα πιστοποιημένης πρόσβασης στην πλατφόρμα PISA Connect.

Η τυπική μορφή μιας ερώτησης (μονάδα ανάλυσης) στο γνωστικό τεστ της έρευνας PISA αποτελείται από ένα εισαγωγικό κείμενο-ερέθισμα (stimulus text) με βάση την επεξεργασία του οποίου καλούνται οι μαθητές/τριες να απαντήσουν σε μια ερώτηση (item). Πολλές ερωτήσεις μαζί, συνήθως 3-4, συναποτελούν ένα θέμα, το οποίο έχει μια κοινή θεματική εστίαση (π.χ. στο παράδειγμα 4, που ακολουθεί, παρουσιάζεται στο θέμα με τίτλο «Συγκέντρωση Φαρμάκων» η δεύτερη από τις τρεις ερωτήσεις του θέματος και στα δεξιά σε υποκίτρινο φόντο παρουσιάζεται το κείμενο-ερέθισμα της συγκεκριμένης ερώτησης).

Παράδειγμα 4

Skills4Life ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΟ ΑΙΜΑ

Ερώτηση 2/3

Να λάβεις υπόψη το κείμενο στα δεξιά. Κάνε κλικ σε μία επιλογή, για να απαντήσεις στην ερώτηση. Στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Πόσο φάρμακο παραμένει ενεργό στο αίμα του Πέτρου στο τέλος της πρώτης ημέρας;

Α.6 mg

Β.12 mg

Γ.26 mg

Δ.32 mg

ΥΠΟΒΟΛΗ

Ο Πέτρος πρέπει να πάρει 80 mg από ένα φάρμακο, για να ελέγξει την πίεση στο αίμα του. Η παρακάτω γραφική παράσταση δείχνει την αρχική ποσότητα φαρμάκου και την ποσότητα που παραμένει ενεργή στο αίμα του ύστερα από μία, δύο, τρεις και τέσσερις ημέρες.

Χρόνος (σε ημέρες) μετά τη λήψη του φαρμάκου	Ενεργή ποσότητα φαρμάκου (σε mg)
0	80
1	32
2	12.8
3	4.912
4	1.9648

Οι τελικές κωδικοποιήσεις ως προς τα χαρακτηριστικά της κατηγορίας B παρουσίασαν υψηλή διακωδικοποιητική αξιοπιστία (intercoder reliability) με ελάχιστη τιμή 0,81 στην περίπτωση της συνάφειας του περιεχομένου των ερωτήσεων με το περιεχόμενο των προγραμμάτων σπουδών.

Σε όλους τους τομείς (πεδία), τα ερωτήματα ταξινομήθηκαν ως προς τη μορφή, την παρουσίαση του ερωτήματος, το μέγεθος του κειμένου-ερεθίσματος, την αναγκαιότητα ανάγνωσης της εικόνας του κειμένου ερεθίσματος για την απάντηση της ερώτησης, τον βαθμό εξειδίκευσης του κειμένου, τον τύπο εικονογράφησης, τη συνάφεια με το αναλυτικό πρόγραμμα ως προς το περιεχόμενο (βαθμός κάλυψης του περιεχομένου του θέματος στο Π.Σ.) και τη μορφή (βαθμός εξοικείωσης των μαθητών/τριών με τη μορφή και τον τρόπο παρουσίασης του θέματος στα σχολικά βιβλία και τις σχολικές εξετάσεις) και το επίπεδο δυσκολίας. Επιπλέον, εφαρμόστηκαν και πιο εξειδικευμένες κατηγοριοποιήσεις ανά γνωστικό πεδίο με βάση τις κατηγορίες του πλαισίου αξιολόγησης του PISA: περιεχόμενο, πλαίσιο και γνωστικές δεξιότητες στα Μαθηματικά· γνωστικές διαδικασίες (διεργασίες), τύπος κειμένου, μορφή κειμένου, πλαίσιο στην Κατανόηση Κειμένου· γνωστικές δεξιότητες, τύπος γνώσης, γνωστικές περιοχές, πλαίσιο εφαρμογής, επιστημονικό περιεχόμενο στις Φυσικές Επιστήμες. Ο Πίνακας 5 περιγράφει συνοπτικά το σχήμα κατηγοριοποίησης που υιοθετήθηκε, όπου σε κάθε περίπτωση αναφέρεται εάν το χαρακτηριστικό είναι της κατηγορίας Α (μεταδεδомένο έτοιμο στη βάση της τράπεζας θεμάτων του PISA) ή της κατηγορίας Β (χαρακτηριστικό κωδικοποίησης πιστοποιημένων κωδικοποιητών). Όπως φαίνεται και από την αποτύπωση του Πίνακα 5, η

συντριπτική πλειοψηφία των χαρακτηριστικών των θεμάτων είχαν τον χαρακτήρα μεταδεδομένων και μόνο για λίγα από αυτά απαιτήθηκε πρόσθετη κωδικοποίηση.

Πίνακας 5. Σχήμα κατηγοριοποίησης ερωτημάτων (κοινά και ειδικά χαρακτηριστικά ανά πεδίο)

Κοινά χαρακτηριστικά	
Διάσταση	Κατηγορίες / Περιγραφή
Μορφή ερωτήματος (A)	απλή πολλαπλής επιλογής, σύνθετη πολλαπλής επιλογής, ανοικτή απάντηση
Παρουσίαση ερωτήματος (A)	κείμενο, διαδραστικό, προσομοίωση
Μέγεθος κειμένου (B)	αριθμός λέξεων του κειμένου στο οποίο βασίζεται το ερώτημα
Αναγκαιότητα ανάγνωσης εικόνας (B)	ναι/όχι (αν απαιτείται ή όχι ανάγνωση οπτικού στοιχείου/εικόνας για την απάντηση)
Εξειδίκευση κειμένου (B)	υψηλή/χαμηλή (ομοιότητα με σχολικά ή καθημερινά κείμενα)
Τύπος εικονογράφησης (B)	ρεαλιστική, συμβατική (σχέδιο), συμβατική (πίνακας δεδομένων), συμβατική (γράφημα), συμβατική (διάγραμμα), συμβατική (άλλο), υβριδική
Συνάφεια με Αναλυτικό Πρόγραμμα ως προς το Περιεχόμενο (B)	χαμηλή/μέτρια/υψηλή (βάσει συχνότητας εμφάνισης στο Εθνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα)
Συνάφεια με ΑΠ – Μορφή & συγκείμενο (B)	χαμηλή/μέτρια/υψηλή (βάσει συχνότητας εμφάνισης σε σχολικές εξετάσεις)
Επίπεδο δυσκολίας (A)	1–6

Ειδικά χαρακτηριστικά ανά γνωστικό πεδίο

Πεδίο	Διάσταση	Κατηγορίες / Περιγραφή
Μαθηματικά	Γνωστικές δεξιότητες (A)	(α) μαθηματικός συλλογισμός, (β) διατύπωση καταστάσεων μαθηματικά & εφαρμογή εννοιών/γεγονότων/διαδικασιών, (γ) ερμηνεία/εφαρμογή/αξιολόγηση μαθηματικών αποτελεσμάτων
	Περιεχόμενο (A)	ποσότητα, χώρος, μεταβολή & σχέσεις, αβεβαιότητα
	Πλαίσιο (A)	προσωπικό, επαγγελματικό, κοινωνικό, επιστημονικό
Κατανόηση Κειμένου	Γνωστικές δεξιότητες (A)	(α) εντοπισμός πληροφοριών, (β) κατανόηση, (γ) αναστοχασμός & αξιολόγηση
	Τύπος κειμένου (A)	πληροφοριακό, επιχειρηματολογικό, περιγραφικό, οδηγίων/κατευθυντικό, αφηγηματικό, διαδραστικό
	Μορφή κειμένου (A)	συνεχές, μη συνεχές, μικτό
Φυσικές Επιστήμες	Πλαίσιο (A)	δημόσιο, προσωπικό, εκπαιδευτικό, επαγγελματικό
	Γνωστικές δεξιότητες (A)	(α) επιστημονική ερμηνεία φυσικών φαινομένων, (β) ανάπτυξη/αξιολόγηση σχεδίων διερεύνησης & κριτική ερμηνεία δεδομένων/τεκμηρίων, (γ) αξιολόγηση/χρήση επιστημονικής πληροφορίας για αποφάσεις & δράση
	Γνωστικές περιοχές (A)	φυσικά συστήματα, έμβια συστήματα, γη & διάστημα
	Τύπος επιστημονικής γνώσης (A)	γνώση περιεχομένου, διαδικαστική γνώση, επιστημολογική γνώση
	Πλαίσιο Εφαρμογής (A)	προσωπικό, τοπικό/εθνικό, παγκόσμιο
	Επιστημονικό περιεχόμενο (θεματικές) (A)	υγεία & ασθένεια, φυσικοί πόροι, περιβαλλοντικές συνέπειες & κλιματική αλλαγή, κίνδυνοι, σύγχρονες επιστημονικές/τεχνολογικές εξελίξεις & προκλήσεις

Σημειώνεται ότι αρκετές από τις παραπάνω μεταβλητές επανακωδικοποιήθηκαν σε ευρύτερες κατηγορίες (π.χ. τα έξι επίπεδα δυσκολίας ομαδοποιήθηκαν σε δύο κατηγορίες: «λιγότερο δύσκολα» (1-3) και «δύσκολα» (4-6), με στόχο την απλούστευση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων και την ενίσχυση της σταθερότητας των στατιστικών μοντέλων. Δηλαδή, η λογική της επανακωδικοποίησης ήταν να μειωθεί ο τυχαίος «θόρυβος» που προκαλείται από πολύ μικρές συχνότητες σε ορισμένα «κελιά», χωρίς όμως να χαθεί ουσιαστική πληροφορία (ο Πίνακας A1 στο Παράρτημα περιγράφει αναλυτικά τη διαδικασία επανακωδικοποίησης).

Κατά το τελικό στάδιο της ανάλυσης διερευνήθηκε κατά πόσο συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των ερωτημάτων του PISA συσχετίζονται στατιστικά με την υποεπίδοση των μαθητών/τριών. Για τον σκοπό αυτόν υιοθετήθηκε μια προσέγγιση μηχανικής μάθησης που επιτρέπει την ευέλικτη μοντελοποίηση σύνθετων και δυναμικών μη γραμμικών σχέσεων, χωρίς να απαιτείται εκ των προτέρων η υιοθέτηση μιας συγκεκριμένης παραμετρικής μορφής ή ενός εκτεταμένου συνόλου όρων αλληλεπίδρασης (όπως θα απαιτούσε για παράδειγμα ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης). Ιδίως τα μοντέλα τύπου random forest μπορούν να ανιχνεύσουν αλληλεπιδράσεις υψηλής τάξης¹ και φαινόμενα κατωφλίου² μεταξύ των

¹ Δηλαδή η επίδραση ενός χαρακτηριστικού πάνω στην πιθανότητα επιτυχίας/αποτυχίας να εξαρτάται ταυτόχρονα από πολλά άλλα χαρακτηριστικά.

² Δηλαδή η επίδραση μιας μεταβλητής να μην αλλάζει ομαλά, αλλά να εμφανίζει ένα «σκαλοπάτι»: π.χ. μέχρι ένα σημείο η επίδοση να είναι περίπου ίδια, και μόλις περάσει ένα όριο (κατώφλι) η πιθανότητα επιτυχίας/αποτυχίας να αλλάζει απότομα.

χαρακτηριστικών. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται εφικτός ο εντοπισμός συνδυασμών χαρακτηριστικών που διαφοροποιούν συστηματικά τα ερωτήματα υποεπίδοσης από εκείνα υψηλότερης επίδοσης, στο πλαίσιο μιας συσχετιστικής ανάλυσης όπως η παρούσα.

Περαιτέρω, για να ενισχυθεί η ανθεκτικότητα (robustness) των αποτελεσμάτων και, ενδεχομένως, η γενικευσιμότητά τους, η ανάλυση βασίστηκε σε πέντε διαφορετικούς αλγόριθμους μηχανικής μάθησης: CatBoost, Random Forest, Group Lasso σε συνδυασμό με Random Forest, καθώς και Random Forest (permutation-based feature importance). Κάθε αλγόριθμος διαθέτει πλεονεκτήματα και περιορισμούς. Συγκεκριμένα, τα μοντέλα τύπου Random Forest και το CatBoost, αποτυπώνουν αποτελεσματικά μη γραμμικότητες και αλληλεπιδράσεις υψηλής τάξης μεταξύ κατηγορικών και συνεχών προβλεπτικών μεταβλητών, ενώ ο υβριδικός συνδυασμός Group Lasso και Random Forest εισάγει ένα στάδιο κανονικοποίησης (regularisation) που ενισχύει την επιλογή μεταβλητών και πιθανώς περιορίζει την υπερπροσαρμογή του μοντέλου (overfitting). Το μοντέλο που χρησιμοποιεί τεχνικές permutation importance λειτουργεί ως πρόσθετος έλεγχος ανθεκτικότητας. Συνολικά, η βασική ιδέα της συνδυαστικής αξιοποίησης των αποτελεσμάτων από διαφορετικά υποδείγματα είναι να εντοπιστούν συνεπή δομικά μοτίβα στα χαρακτηριστικά των ερωτημάτων.

Για την παραγωγή ενός συνολικού δείκτη σημαντικότητας χαρακτηριστικών μεταξύ υποδειγμάτων, εφαρμόστηκε μια μέθοδος βαθμολόγησης βάσει κατάταξης. Σε κάθε υπόδειγμα, τα πέντε υψηλότερα καταταγμένα χαρακτηριστικά έλαβαν πόντους σε φθίνουσα σειρά από 5 έως 1 (δηλαδή 1ο = 5 μονάδες, 2ο = 4, 3ο = 3, 4ο = 2, 5ο = 1). Τα χαρακτηριστικά που δεν εμφανίζονταν στην πρώτη πεντάδα έλαβαν μηδενική βαθμολογία. Η τελική βαθμολογία κάθε χαρακτηριστικού προκύπτει ως το άθροισμα των πόντων του σε όλα τα μοντέλα, αποτυπώνοντας έτσι τόσο τη συχνότητα όσο και τη σχετική «εμφάνισή» του στις επιμέρους κατατάξεις. Παρόμοιες προσεγγίσεις έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία με στόχο τον εντοπισμό χαρακτηριστικών που αναδεικνύονται συστηματικά ως επιδραστικά ανεξάρτητα από το χρησιμοποιούμενο υπόδειγμα (Seijo-Pardo et al., 2015).

Συνολικά, όλα τα μοντέλα παρουσίασαν αποδεκτό επίπεδο ακρίβειας (άνω του 70%). Ωστόσο, το σχετικά μικρό μέγεθος του δείγματος (και, κατά συνέπεια, ο υψηλός λόγος χαρακτηριστικών προς παρατηρήσεις) επηρέασε την ανάλυση SHAP,³ η οποία αποδείχθηκε ιδιαίτερα ασταθής στα πέντε μοντέλα, παρότι το καθένα παρήγαγε εκτιμήσεις SHAP που ήταν κατά βάση αποδεκτές. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η αστάθεια σε συνθήκες μικρού αριθμού παρατηρήσεων (N) σε επίπεδο ερωτημάτων PISA (όπου, επιπλέον, τα περισσότερα χαρακτηριστικά είναι κατηγορικά με πολλές κατηγορίες χαμηλής συχνότητας), υιοθετήσαμε μια υβριδική προσέγγιση που συνδυάζει μηχανική μάθηση και εμπειρική κρίση ειδικών.

Η προσέγγιση αυτή μπορεί να περιγραφεί ως εξής: πρώτον, εντοπίστηκαν τα τρία χαρακτηριστικά που αναδείχθηκαν σημαντικότερα με τη μεγαλύτερη συνέπεια σε όλα τα μοντέλα. Δεύτερον, ζητήθηκε από ομάδα εμπειρών κωδικοποιητών οι οποίοι έχουν συμμετάσχει στην κωδικοποίηση των απαντήσεων των μαθητών/τριών σε πολλαπλούς κύκλους της έρευνας PISA (έξι στα μαθηματικά, τέσσερις στην Κατανόηση Κειμένου και δεκατρείς στις Φυσικές Επιστήμες) να εξετάσουν, για κάθε γνωστικό πεδίο, όλες τις κατηγορίες που αντιστοιχούν στα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και να ψηφίσουν ανεξάρτητα ποια επιμέρους επίπεδα/τιμές κάθε χαρακτηριστικού είναι πιθανότερο να δυσχεραίνουν την επίδοση των μαθητών/τριών. Η κρίση των ειδικών μάς επιτρέπει να συναγάγουμε τις πιθανές πηγές δυσκολίας σε επίπεδο κατηγοριών, ενώ τα μοντέλα μηχανικής μάθησης αξιοποιούνται για την επιλογή των σημαντικότερων χαρακτηριστικών σε πιο «συνολικό» επίπεδο. Τέλος, η υψηλή συμφωνία μεταξύ ειδικών ενίσχυσε την ερμηνευσιμότητα των ευρημάτων της μηχανικής μάθησης. Το ακόλουθο διάγραμμα (Σχήμα 1) περιγράφει τη διαδικασία.

³ Οι τιμές SHAP (SHapley Additive exPlanations) αποτελούν μέτρο ερμηνευσιμότητας που ποσοτικοποιεί τη συμβολή κάθε μεταβλητής στην πρόβλεψη ενός μοντέλου για μια συγκεκριμένη παρατήρηση, με βάση την προσέγγιση των τιμών Sharpley. Με απλά λόγια, δείχνουν πόσο και προς ποια κατεύθυνση (αύξηση ή μείωση) κάθε χαρακτηριστικό αλλάζει την προβλεπόμενη πιθανότητα σε σχέση με μια βασική τιμή αναφοράς.

Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής της υβριδικής διαδικασίας μηχανικής μάθησης και αξιολόγησης από ειδικούς



Εμπειρικά Αποτελέσματα

Ακολούθως παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τα χαρακτηριστικά που φάνηκε να συνεισφέρουν περισσότερο στην υποεπίδοση των μαθητών/τριών στην Ελλάδα σε καθένα από τα τρία βασικά αντικείμενα τα οποία αξιολογούνται στο πλαίσιο της έρευνας PISA.

Βασικά χαρακτηριστικά για την υποεπίδοση στα Μαθηματικά

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 6 συνοψίζουν τη σχετική σημασία των χαρακτηριστικών των ερωτημάτων στην πρόβλεψη της υποεπίδοσης των μαθητών/τριών στα Μαθηματικά. Και στα πέντε μοντέλα, οι γνωστικές περιοχές αναδεικνύονται σταθερά ως ο πιο ισχυρός προβλεπτικός παράγοντας, καταλαμβάνοντας τις υψηλότερες θέσεις κατάταξης σχεδόν σε όλα τα μοντέλα, συγκεντρώνοντας τη μεγαλύτερη συνολική βαθμολογία (23 μονάδες). Εντός αυτού του χαρακτηριστικού, οι κωδικοποιητές κατέληξαν σε μέτρια συμφωνία ότι η «αβεβαιότητα» (δηλαδή απλοί πιθανολογικοί και στατιστικοί συλλογισμοί) αποτελεί περιοχή στην οποία δυσκολεύονται ιδιαίτερα οι μαθητές/τριες στην Ελλάδα.

Παράδειγμα προβλήματος διαδικαστικής γνώσης: Υπολόγισε την τιμή της παράστασης:

$$(6,4-1,9)^2$$

Ο μαθητής ακολουθεί μια γνωστή διαδικασία για να φτάσει στο αποτέλεσμα.

Παράδειγμα προβλήματος συλλογιστικής γνώσης:

Ένα λεωφορείο χρεώνει σταθερό ποσό 2€ για την είσοδο και 1,5€ ανά στάση που διανύεις. Ένας επιβάτης πλήρωσε συνολικά 11€. Πόσες στάσεις έκανε;

Ο μαθητής πρέπει να μεταφράσει το πρόβλημα σε μαθηματικούς όρους (εξίσωση) για να φτάσει στο αποτέλεσμα.

Οι μαθηματικές δεξιότητες και το επίπεδο δυσκολίας εμφανίζονται επίσης ως συστηματικά ισχυροί προγνωστικοί παράγοντες της υποεπίδοσης των μαθητών/τριών στα Μαθηματικά. Φυσικά, δεν προκαλεί ιδιαίτερη έκπληξη ότι η εγγενής πολυπλοκότητα ενός μαθηματικού ερωτήματος συμβάλλει ουσιαστικά στα

μοτίβα υποεπίδοσης. Ωστόσο είναι χαρακτηριστικό πως το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό φαίνεται να επηρεάζει συγκριτικά περισσότερο τους/τις μαθητές/τριες στην Ελλάδα από ό,τι τους/τις μαθητές/τριες στις άλλες χώρες της Ε.Ε.

Επιπλέον, οι κωδικοποιητές εμφάνισαν ισχυρό βαθμό συμφωνίας ότι οι συλλογισμοί ανώτερης τάξης, σε αντίθεση με την καθαρά διαδικαστική/αλγοριθμική εκτέλεση πράξεων, μπορεί να αποτελεί βασικό εμπόδιο για τους/τις μαθητές/τριες: για παράδειγμα, όταν απαιτείται να διατυπώσουν ένα πρόβλημα της καθημερινότητας σε μαθηματικούς όρους και να το μετατρέψουν σε μια επιλύσιμη μαθηματική έκφραση (βλέπε επόμενο παράδειγμα).

Αντίθετα, χαρακτηριστικά όπως το πλαίσιο εφαρμογής, η χρήση εικονογράφησης, η μορφή της ερώτησης και ο βαθμός εξειδίκευσης του κειμένου συγκεντρώνουν σχετικά χαμηλές συνολικές βαθμολογίες. Αυτό υποδηλώνει ότι, όταν ληφθούν υπόψη οι γνωστικές απαιτήσεις του ερωτήματος, η παρουσίαση ή η μορφή του ερωτήματος ασκούν ασθενέστερη επίδραση στα παρατηρούμενα χάσματα επίδοσης. Ενδιαφέρον έχει επίσης ότι η συνάφεια με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών (ένας παράγοντας που συχνά προβάλλεται ως κεντρικός στη σχετική βιβλιογραφία) δεν εμφανίζεται να έχει τόσο ισχυρή επίδραση όσο θα αναμενόταν. Συνολικά, η σύγκλιση των αποτελεσμάτων και στα πέντε μοντέλα ενισχύει το εξής βασικό συμπέρασμα: η υποεπίδοση στα Μαθηματικά εστιάζεται περισσότερο σε δυσκολίες σε γνωστικές περιοχές και δεξιότητες ανώτερης τάξης, και λιγότερο σε επιφανειακά χαρακτηριστικά ή στη συνάφεια με τα Π.Σ. των ερωτημάτων του PISA.

Πίνακας 6. Κατάταξη χαρακτηριστικών (features) των ερωτημάτων στα Μαθηματικά ως προς τη συνεισφορά τους στην υποεπίδοση των μαθητών/τριών στην Ελλάδα

Χαρακτηριστικό	Μοντέλο 1	Μοντέλο 2	Μοντέλο 3	Μοντέλο 4	Μοντέλο 5	Συνολικό Σκορ
	CatBoost Ακρίβεια 72%	Random Forest Ακρίβεια 78%	Random Forest Ακρίβεια 72,5%	Group Lasso + Random Fores Ακρίβεια 73,8%	Random Forest + Permutation Importance Ακρίβεια 72,5%	
Γνωστικές περιοχές	3	5	5	5	5	23
Μαθηματικές δεξιότητες	4	4	4	4	0	16
Δυσκολία	5	3	3	2	2	15
Πλαίσιο εφαρμογής	2	2	0	0	1	5
Συνάφεια με ΑΠ (περιεχόμενο)	0	0	2	0	3	5
Εικονογράφηση	1	0	1	3	0	5
Ανάγνωση εικόνας	0	0	0	0	4	4
Μορφή ερώτησης	0	1	0	0	0	1
Εξειδίκευση κειμένου	0	0	0	1	0	1

Βασικά χαρακτηριστικά για την υποεπίδοση στην Κατανόηση Κειμένου

Τα αποτελέσματα για την Κατανόηση Κειμένου δείχνουν ότι ο τύπος κειμένου αποτελεί μακράν το πιο καθοριστικό χαρακτηριστικό στην πρόβλεψη της υποεπίδοσης των μαθητών/τριών, καθώς κατατάσσεται σταθερά στις κορυφαίες θέσεις και στα πέντε μοντέλα και συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη συνολική βαθμολογία (22 μονάδες). Επιπλέον, οι κωδικοποιητές αξιολόγησαν με συνέπεια τα διαδραστικά, τα κατευθυντικά και τα επιχειρηματολογικά κείμενα ως αισθητά δυσκολότερα για τους/τις μαθητές/τριες σε σύγκριση με τα περιγραφικά ή αφηγηματικά. Ένα βασικό γνώρισμα των πρώτων τύπων κειμένων είναι ότι η επεξεργασία τους απαιτεί υψηλότερες γνωστικές απαιτήσεις: τα διαδραστικά κείμενα προϋποθέτουν πλοήγηση, επιλογή σχετικών πληροφοριών και σύνθεση περιεχομένου για τη σωστή απάντηση, τα κατευθυντικά κείμενα απαιτούν ακριβή κατανόηση διαδικασιών, ενώ τα επιχειρηματολογικά κείμενα προϋποθέτουν κριτική σκέψη ανώτερης τάξης και όχι απλή ανάγνωση και εντοπισμό πληροφοριών.

Αντίθετα, τα περιγραφικά και τα αφηγηματικά κείμενα ακολουθούν πιο οικείες, καθημερινές γλωσσικές δομές και είναι γενικά πιο κατανοητά και ευκολότερα στην επεξεργασία τους (βλ. ακόλουθο παράδειγμα).

Βεβαίως, μια εύλογη ερμηνεία η οποία είναι πιθανόν να ερμηνεύει αυτό το εύρημα αφορά τον βαθμό σοβαρότητας με τον οποίο οι μαθητές/τριες αντιμετωπίζουν το PISA. Δεδομένου ότι η αξιολόγηση δεν έχει άμεσες συνέπειες για τους ίδιους, ορισμένοι μαθητές/τριες ενδέχεται να συμμετέχουν με μειωμένη προσοχή. Αυτή η «λογική χαμηλού διακυβεύματος» μπορεί να επιδρά αρνητικά στην επίδοση, ιδίως σε ερωτήματα με υψηλότερες γνωστικές απαιτήσεις. Πράγματι, υπάρχουν ενδείξεις ότι η μη σοβαρή συμμετοχή των μαθητών/τριών μπορεί να επηρεάζει ουσιαστικά τα αποτελέσματα και ότι το φαινόμενο διαφοροποιείται μεταξύ χωρών (Akyol, Krishna και Wang, 2018). Σύμφωνα με τους Michaelides & Ivanova, (2022) η Ελλάδα ανάμεσα σε 56 χώρες κατατάσσεται στην 5η υψηλότερη θέση ως προς το ποσοστό των μαθητών/τριών που ανήκουν στην κατηγορία αυτών που απαντούν με μη σοβαρό τρόπο στην εξέταση PISA (rapid guessers). Ως εκ τούτου, μια εύλογη υπόθεση είναι ότι η πιθανότητα απροσεξίας αυξάνεται όσο αυξάνεται και το γνωστικό

Παράδειγμα επιχειρηματολογικού κειμένου

Η ανακύκλωση δεν είναι απλώς μια «καλή πράξη», αλλά ένας πρακτικός τρόπος να μειώνονται τα σκουπίδια και να εξοικονομούνται πρώτες ύλες. Όταν πετάμε όλα τα υλικά μαζί, αυξάνεται ο όγκος των απορριμμάτων και επιβαρύνονται οι χώροι ταφής, ενώ χάνονται υλικά που θα μπορούσαν να ξαναχρησιμοποιηθούν. Βέβαια, για να έχει αποτέλεσμα η ανακύκλωση, χρειάζεται σωστή διαλογή: αν ρίχνουμε βρόμικα ή ακατάλληλα υλικά, υποβαθμίζεται όλη η διαδικασία.

Παράδειγμα αφηγηματικού κειμένου

Χθες το απόγευμα, καθώς γύριζα από το σχολείο, άρχισε να βρέχει ξαφνικά. Έτρεξα να προφυλαχτώ κάτω από ένα μπαλκόνι, αλλά είδα μια γάτα να τρέμει δίπλα στον κάδο. Της άφησα λίγο από το σάντουιτς που είχα στην τσάντα και, σαν να το κατάλαβε, με ακολούθησε μέχρι την είσοδο της πολυκατοικίας. Όταν έφτασα σπίτι, της έβαλα φαγητό. Από τότε, κάθε φορά που ανοίγω την πόρτα, την βλέπω να με περιμένει στην πόρτα.

φορτίο που απαιτεί το κείμενο.

Η συνάφεια με το αναλυτικό πρόγραμμα ως προς το περιεχόμενο και η εικονογράφηση εμφανίζονται επίσης ως σχετικά ισχυροί προγνωστικοί παράγοντες, γεγονός που υποδηλώνει ότι η θεματική οικειότητα του κειμένου, καθώς και η παρουσία ή η απουσία υποστηρικτικών οπτικών στοιχείων, μπορούν να επηρεάζουν την κατανόηση. Ειδικότερα, οι ειδικοί επισήμαναν ότι γραφήματα και τεχνικά διαγράμματα, όπως η ερμηνεία αξόνων και η εξαγωγή σχέσεων από οπτικά δεδομένα, δυσκολεύουν ιδιαίτερα τους/τις πιο αδύναμους/ες μαθητές/τριες, επειδή απαιτούν δεξιότητες που υπερβαίνουν τη βασική κατανόηση γραπτού λόγου.

Αντίθετα, άλλα χαρακτηριστικά, όπως η μορφή της ερώτησης, η συνάφεια του πλαισίου και της μορφής των ερωτημάτων με το αναλυτικό πρόγραμμα και το πλαίσιο εφαρμογής, συγκεντρώνουν χαμηλές βαθμολογίες, υποδηλώνοντας ότι η μορφή της απάντησης και το συγκείμενο επηρεάζουν λιγότερο τα χάσματα επίδοσης, όταν ληφθούν υπόψη ο τύπος και το περιεχόμενο του κειμένου. Συνολικά, η σταθερή ανάδειξη του τύπου κειμένου και των μεταβλητών που σχετίζονται με το περιεχόμενο δείχνει ότι η υποεπίδοση στην Κατανόηση Κειμένου στην Ελλάδα συνδέεται περισσότερο με τη σημασιολογική πολυπλοκότητα των κειμένων και λιγότερο με επιφανειακά χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 7. Κατάταξη χαρακτηριστικών ερωτημάτων (features) στην Κατανόηση Κειμένου ως προς τη συνεισφορά τους στην υποεπίδοση των μαθητών/τριών στην Ελλάδα

Χαρακτηριστικό	Μοντέλο 1	Μοντέλο 2	Μοντέλο 3	Μοντέλο 4	Μοντέλο 5	Συνολικό Σκορ
	CatBoost Ακρίβεια 77%	Random Forest Ακρίβεια 62%	Random Forest Ακρίβεια 77%	Group Lasso + Random Forest Ακρίβεια 75%	Random Forest + Permutation Importance Ακρίβεια 77%	
Τύπος κειμένου	3	5	5	5	4	22
Συνάφεια με ΑΠ (περιεχόμενο)	4	1	3	4	3	15
Εικονογράφηση	5	2	4	0	2	13
Γνωστικές δεξιότητες	1	0	2	0	2	8
Μορφή ερώτησης	0	4	0	0	0	4
Συνάφεια (συγκείμενο)	2	0	0	0	0	2
Δυσκολία	0	3	0	0	0	3
Συγκείμενο εφαρμογής	0	0	1	0	0	1
Εξειδίκευση κειμένου	0	0	0	0	1	1

Βασικά χαρακτηριστικά για την υποεπίδοση στις Φυσικές Επιστήμες

Τέλος, στον τομέα των Φυσικών Επιστημών, η δυσκολία του ερωτήματος αναδεικνύεται ως ο ισχυρότερος προγνωστικός παράγοντας της υποεπίδοσης, καθώς κατατάσσεται πρώτη σε δύο από τα πέντε μοντέλα και εμφανίζεται σταθερά στις υψηλότερες θέσεις, συγκεντρώνοντας συνολικά 17 μονάδες. Το εύρημα αυτό διαφοροποιεί τις Φυσικές Επιστήμες από τα άλλα δύο γνωστικά αντικείμενα, όπου η επίδραση του βαθμού δυσκολίας των ερωτήσεων δεν ήταν τόσο έντονη. Τα αμέσως επόμενα χαρακτηριστικά σε σημασία, το περιεχόμενο και το μέγεθος κειμένου, εμφανίζουν επίσης σχετικά υψηλές συνολικές βαθμολογίες (12 και 11 μονάδες αντίστοιχα), γεγονός που υποδηλώνει ότι τόσο το εύρος/είδος του επιστημονικού περιεχομένου όσο και η έκταση του κειμενικού υλικού που συνοδεύει τα ερωτήματα επηρεάζουν ουσιαστικά την ικανότητα των μαθητών/τριών να επεξεργαστούν την πληροφορία η οποία περιλαμβάνεται στα ερωτήματα των Φυσικών Επιστημών και να απαντήσουν σωστά. Οι ειδικοί, με μέτριο βαθμό συμφωνίας, επισήμαναν ως ιδιαίτερα απαιτητικές θεματικές τις σύγχρονες επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις/προκλήσεις και τους φυσικούς πόρους. Επίσης συμφώνησαν με υψηλό βαθμό συμφωνίας ότι όσο πιο εκτενή είναι τα κείμενα τα οποία χρησιμοποιούνται ως ερέθισμα στις ερωτήσεις των Φυσικών Επιστημών τόσο περισσότερο αυτό φαίνεται να δυσκολεύει τους/τις μαθητές/τριες. Παράλληλα, η γνωστική περιοχή και η μορφή της ερώτησης συμβάλλουν στις διαφορές επίδοσης, αλλά σε μικρότερο βαθμό. Ως προς τη γνωστική περιοχή οι κωδικοποιητές συμφώνησαν σε αρκετά μεγάλο βαθμό ότι οι μαθητές/τριες φαίνεται να δυσκολεύονται περισσότερο στις περιοχές της «Γης και του Διαστήματος» και των «Φυσικών Συστημάτων» από ό,τι στην περιοχή των «Εμβίων Συστημάτων», ενώ ως προς τη μορφή της ερώτησης φαίνεται ότι οι μαθητές/τριες δυσκολεύονται περισσότερο στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου στις οποίες πρέπει να εξηγήσουν τον τρόπο σκέψης τους ή/και να τεκμηριώσουν τις επιλογές τους.

Αντίθετα, χαρακτηριστικά όπως η εικονογράφηση, η μορφή της ερώτησης, η εξειδίκευση του κειμένου και η συνάφεια με το περιεχόμενο του αναλυτικού προγράμματος εμφανίζουν πιο περιορισμένη επίδραση, υποδηλώνοντας ότι τα «επιφανειακά» στοιχεία ή το πλαίσιο παρουσίασης του ερωτήματος έχει δευτερεύοντα ρόλο σε σχέση με τη δυσκολία και την πολυπλοκότητα του περιεχομένου. Συνολικά, η σύγκλιση των ευρημάτων στα διαφορετικά μοντέλα στηρίζει την άποψη ότι η υποεπίδοση στις Φυσικές Επιστήμες καθορίζεται πρωτίστως από γνωστικά και δομικά χαρακτηριστικά των ερωτημάτων και λιγότερο από οπτικές πτυχές της παρουσίασής τους.

Πίνακας 8. Κατάταξη χαρακτηριστικών ερωτημάτων (features) στις Φυσικές Επιστήμες ως προς τη συνεισφορά τους στην υποεπίδοση των μαθητών/τριών στην Ελλάδα

Χαρακτηριστικό	Μοντέλο 1	Μοντέλο 2	Μοντέλο 3	Μοντέλο 4	Μοντέλο 5	Συνολικό Σκορ
	CatBoost Ακρίβεια 81%	Random Forest Ακρίβεια 77%	Random Forest Ακρίβεια 76.2%	Group Lasso + Random Forest Ακρίβεια 76.2%	Random Forest + Permutation Importance Ακρίβεια 76.2%	
Δυσκολία	5	0	4	3	5	17
Επιστημονικό περιεχόμενο (θεματικές)	0	2	5	5	0	12
Μέγεθος κειμένου	1	3	3	4	0	11
Γνωστικές περιοχές	4	1	1	0	4	10
Μορφή ερώτησης	0	5	2	1	0	8
Εικονογράφιση	0	4	0	0	2	6
Τύπος του ερωτήματος	2	0	0	0	3	5
Εξειδίκευση κειμένου	3	0	0	0	0	3
Συνάφεια με το αναλυτικό πρόγραμμα-περιεχόμενο	0	0	0	0	1	1

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει τα χαρακτηριστικά των ερωτημάτων που συμβάλλουν στην υποεπίδοση των μαθητών/τριών στην Ελλάδα, όπως αυτή αποτυπώνεται στα αποτελέσματα της έρευνας PISA. Υπερβαίνοντας τις συγκρίσεις που βασίζονται σε συγκεντρωτικές βαθμολογίες, η μελέτη υιοθετεί μια ανάλυση σε επίπεδο ερωτήματος, ώστε να εξετάσει ποια επιμέρους χαρακτηριστικά ερωτημάτων τα οποία καλούνται να απαντήσουν οι μαθητές/τριες στο πλαίσιο της έρευνας PISA αποδεικνύονται συστηματικά πιο απαιτητικά για τους/τις μαθητές/τριες στην Ελλάδα σε σύγκριση με τους/τις μαθητές/τριες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Συνδέοντας τις συστηματικές διαφορές στα ποσοστά αποτυχίας με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των ερωτημάτων (όπως ενδεικτικά η γνωστική διεργασία που απαιτείται για την απάντηση του ερωτήματος, το περιεχόμενο, το πλαίσιο και η δυσκολία), η ανάλυση αποσκοπεί στον εντοπισμό μοτίβων υποεπίδοσης που μπορούν να αξιοποιηθούν στον σχεδιασμό των αναλυτικών προγραμμάτων, στον επαναπροσανατολισμό των διδακτικών πρακτικών και στην ανάπτυξη μεθόδων αξιολόγησης των μαθητών/τριών.

Η ανάλυση δείχνει ότι στα Μαθηματικά η υποεπίδοση συνδέεται πρωτίστως με τις γνωστικές περιοχές που εξετάζονται και με χαρακτηριστικά δεξιοτήτων που απαιτούνται για την επίλυση των προβλημάτων, ενώ το πλαίσιο των ερωτημάτων και τα πιο επιφανειακά χαρακτηριστικά (όπως τα οπτικά βοηθήματα ή ο τύπος απάντησης) έχουν σαφώς μικρότερη επίδραση. Αυτό υποδηλώνει ότι τα σχετικά χαμηλότερα αποτελέσματα των μαθητών/τριών στην Ελλάδα δεν οφείλονται τόσο σε ανοίξεις μορφές ερωτήσεων, όσο στις εννοιολογικές και γνωστικές απαιτήσεις, όπως ο μαθηματικός συλλογισμός ή τα στοχαστικά Μαθηματικά, που ενσωματώνονται στα ερωτήματα και ενδεχομένως δεν καλλιεργούνται επαρκώς από το εθνικό αναλυτικό πρόγραμμα. Σύμφωνα με το αναλυτικό πλαίσιο αξιολόγησης του PISA, ο μαθηματικός συλλογισμός μπορεί να νοηθεί ως η ικανότητα να «δομεί» κανείς μαθηματικά ένα πρόβλημα, να εφαρμόζει κατάλληλα μαθηματικά εργαλεία και συλλογισμούς για την επίλυσή του και, στη συνέχεια, να αξιολογεί και να ερμηνεύει το αποτέλεσμα. Υπό αυτήν την έννοια, ο μαθηματικός συλλογισμός δεν περιορίζεται σε διαδικαστικούς υπολογισμούς, δηλαδή την εκτέλεση τυποποιημένων βημάτων και αλγορίθμων που ο μαθητής έχει διδαχθεί και εξασκήσει, αλλά απαιτεί κατανόηση, σύνθεση και κριτική αποτίμηση, δηλαδή δεξιότητες σκέψης ανώτερης τάξης. Προφανώς, η σωστή εφαρμογή μαθηματικών κανόνων και πράξεων (σωστή σειρά πράξεων, χειρισμός δεκαδικών/κλασμάτων, μετασχηματισμοί κ.λπ.) είναι απαραίτητη βάση, όμως από μόνη της δεν εγγυάται επιτυχία σε ερωτήματα τύπου PISA, όπου συχνά απαιτείται να επιλεγεί η κατάλληλη μαθηματική αναπαράσταση, να ερμηνευτεί ένα αποτέλεσμα ή να ελεγχθεί αν είναι λογικό το αποτέλεσμα σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο.

Στην Κατανόηση Κειμένου, η ανάλυση δείχνει ότι ο τύπος του κειμένου αποτελεί τον ισχυρότερο προγνωστικό παράγοντα της υποεπίδοσης. Οι μαθητές/τριες στην Ελλάδα δυσκολεύονται περισσότερο σε σύνθετα κείμενα (όπως τα διαδραστικά, τα κατευθυντικά/οδηγιών ή τα επιχειρηματολογικά), τα οποία απαιτούν να πλοηγηθούν στο κείμενο, να επιλέξουν και να συνδέσουν πληροφορίες από διαφορετικά σημεία και, στη συνέχεια, να ενεργοποιήσουν σκέψη ανώτερης τάξης για την εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων. Παράλληλα, ρόλο φαίνεται να παίζουν τόσο η θεματική εξοικείωση με το περιεχόμενο όσο και η φύση της εικονογράφησης, καθώς το μη οικείο περιεχόμενο και ορισμένες σύνθετες οπτικές αναπαραστάσεις μπορεί να προκαλούν σύγχυση και να εντείνουν τα χάσματα επίδοσης σε σχέση με τους συνομηλικούς τους στην ΕΕ. Στις Φυσικές Επιστήμες, κυριαρχούν ως προγνωστικοί παράγοντες της υποεπίδοσης η δυσκολία και το επιστημονικό περιεχόμενο των ερωτημάτων. Είναι πιθανό ότι τα ερωτήματα που συνδυάζουν εκτενές κείμενο με συγκεκριμένους τύπους επιστημονικού περιεχομένου είναι εκείνα που οδηγούν συχνότερα σε υποεπίδοση. Οι γνωστικές περιοχές και η μορφή των ερωτήσεων φαίνεται να έχουν μέτρια συμβολή, ενώ στοιχεία παρουσίασης, όπως η εικονογράφηση, ασκούν ακόμα πιο περιορισμένη επίδραση.

Ένα ενδιαφέρον συνολικό εύρημα είναι ότι, ενώ οι μεταβλητές «συνάφειας με το περιεχόμενο του αναλυτικού προγράμματος» έχουν μετρήσιμη συμβολή στην ερμηνεία της υποεπίδοσης, η επίδρασή τους είναι λιγότερο

έντονη από όσο θα ανέμενε κανείς, δεδομένης της βαρύτητας που έχει αποκτήσει το επιχείρημα αυτό στον δημόσιο διάλογο αλλά και στην αντίστοιχη ακαδημαϊκή βιβλιογραφία. Τα ευρήματά μας δεν αναιρούν την «υπόθεση της αναντιστοιχίας αναλυτικού προγράμματος», αλλά τη συμπληρώνουν, δείχνοντας ότι η συχνά προβλεβλήμενη ασυμφωνία μεταξύ εθνικού προγράμματος σπουδών και πλαισίου αξιολόγησης του PISA δεν επαρκεί από μόνη της για να εξηγήσει την επιδεινούμενη υποεπίδοση των μαθητών/τριών. Αντίθετα, η υποεπίδοση φαίνεται να τροφοδοτείται και από ελλείμματα σε δεξιότητες ανώτερης τάξης. Με άλλα λόγια, δεν είναι το πρόβλημα η ασυμβατότητα περιεχομένου των ερωτήσεων PISA με το περιεχόμενο του ελληνικού αναλυτικού προγράμματος, αλλά περισσότερο η ασυμβατότητα των δεξιοτήτων που καλλιεργούνται στο πλαίσιο υλοποίησης του αναλυτικού προγράμματος αυτού, δηλαδή με αυτό που αποκαλείται στη βιβλιογραφία υλοποιούμενο αναλυτικό πρόγραμμα (enacted curriculum).

Σε όρους πολιτικής οικονομίας, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι η έντονη δημόσια έμφαση στην «αναντιστοιχία του αναλυτικού προγράμματος», όπως αναπτύσσεται συχνά από συνδικαλιστικούς φορείς, ακαδημαϊκούς και πολιτικούς, λειτουργεί κατά διαστήματα ως ένα «βολικό αφήγημα» που διευκολύνει την αποφυγή βαθύτερων και δυσκολότερων παιδαγωγικών και δομικών μεταρρυθμίσεων ή συζητήσεων που αφορούν περισσότερο το «πώς» παρά το «τι» διδάσκουμε.

Τα ευρήματά μας υποδηλώνουν ότι οι μαθητές/τριες στην Ελλάδα δυσκολεύονται λιγότερο λόγω «κενών» του αναλυτικού προγράμματος και περισσότερο λόγω οριζόντιων, γενικών δεξιοτήτων που διατρέχουν όλα τα γνωστικά αντικείμενα. Οι πολιτικές παρεμβάσεις θα πρέπει, συνεπώς, να εστιάσουν στην ενσωμάτωση της καλλιέργειας αυτών των δεξιοτήτων στην καθημερινή διδακτική πράξη.

Για παράδειγμα, η ενίσχυση του οπτικού γραμματισμού (που φάνηκε ότι έχει κάποια επίδραση) μπορεί να επιτευχθεί με τη συστηματική αξιοποίηση γραφημάτων, πινάκων, διαγραμμάτων και δεδομένων στη διδασκαλία, καθώς και με τη διδασκαλία ρητών στρατηγικών ανάγνωσης, σύγκρισης και σύνθεσης πληροφοριών από πιο τεχνικές μορφές αναπαραστάσεων, όπως είναι οι γραφικές παραστάσεις, τα τεχνικά σχεδιαγράμματα και οι πίνακες δεδομένων. Έμφαση πρέπει να δοθεί και στην κατασκευή τέτοιων αναπαραστάσεων από τους ίδιους τους/τις μαθητές/τριες με ειδική εστίαση στη «μετάφραση» πληροφοριών από μια μορφή αναπαράστασης σε μια άλλη.

Παράλληλα, οι μαθητές/τριες χρειάζεται να εκτίθενται σε μεγαλύτερης ποικιλίας κείμενα συμπεριλαμβανομένων και πολυτροπικών και μη γραμμικών κειμένων (όπως κείμενα που ενσωματώνουν κατευθυντήριες γραμμές στην ανάγνωση και στην κατανόησή τους, επιχειρηματολογικά και ψηφιακά διαδραστικά). Η διδασκαλία, στα γλωσσικά ιδιαίτερα μαθήματα, θα πρέπει να μετακινηθεί από τα συμβατικά κείμενα σε «ψηφιακά κείμενα», με τα οποία έρχονται σε επαφή ολοένα και περισσότερο σήμερα οι μαθητές/τριες και ο κόσμος ευρύτερα. Στα ίδια αυτά μαθήματα, αλλά και ευρύτερα σε όλα τα μαθήματα που περιλαμβάνουν επεξεργασία κειμένων, θα πρέπει να ενισχυθούν ανώτερης τάξης δεξιότητες πέρα από τον εντοπισμό πληροφοριών, όπως είναι η «κατανόηση του νοήματος ενός κειμένου», ο «προβληματισμός γύρω από τις προεκτάσεις αυτού του νοήματος» ή η «αξιολόγηση του περιεχομένου του».

Στα Μαθηματικά, η διδασκαλία θα πρέπει να δώσει μεγαλύτερη έμφαση στον μαθηματικό συλλογισμό, και λιγότερο στην αποκλειστικά διαδικαστική/αλγοριθμική εκτέλεση. Προκειμένου να καλλιεργηθεί η δεξιότητα του «μαθηματικού συλλογισμού» θα πρέπει να: α) διευρυνθεί η έκθεση των μαθητών/τριών σε ανοικτού τύπου και σύνθετα προβλήματα που δεν έχουν μοναδική μέθοδο επίλυσης, β) δοθεί έμφαση στην ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων και στη μαθηματική μοντελοποίηση προβλημάτων του καθημερινού κόσμου, και γ) να εξασκηθούν συστηματικά οι μαθητές/τριες στην εξήγηση και τεκμηρίωση του τρόπου σκέψης τους κατά τη διαδικασία επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων.

Τέλος, οι κατευθύνσεις του προγράμματος σπουδών θα ήταν χρήσιμο να ενθαρρύνουν διαθεματικές εργασίες και την έκθεση των μαθητών/τριών σε ερωτήματα ποικίλης δυσκολίας, ώστε να ενεργοποιούνται πιο σύνθετες γνωστικές διεργασίες.

Ωστόσο, τέτοιες αλλαγές δεν μπορούν να υλοποιηθούν μέσα από ένα άκαμπτο και πλήρως κεντρικά σχεδιασμένο αναλυτικό πρόγραμμα. Στόχοι μάθησης και δεξιότητες όπως οι παραπάνω μπορούν να καλλιεργηθούν ουσιαστικά στο μικρο-επίπεδο, μέσα από καθημερινές αποφάσεις στην τάξη (π.χ. επιλογή κατάλληλου υλικού, διατύπωση ουσιαστικών ερωτήσεων, αντιμετώπιση παρανοήσεων, οργάνωση συζητήσεων που ενεργοποιούν βαθύτερο συλλογισμό, επιλογή του κατάλληλου βηματισμού στη μετάδοση της γνώσης). Χωρίς την παροχή ουσιαστικής αυτονομίας σε εκπαιδευτικούς και σχολικές μονάδες ώστε να

προσαρμόζουν το μάθημα, να πειραματίζονται και να διαφοροποιούν τη διδασκαλία, οι κεντρικά σχεδιασμένες μεταρρυθμίσεις είναι πιθανό να παραμείνουν περιορισμένης αποτελεσματικότητας.

Η ανάλυσή μας δεν στερείται περιορισμών, με πιο προφανή τον σχετικά μικρό αριθμό ερωτημάτων του PISA ανά γνωστικό πεδίο σε σχέση με τον μεγάλο αριθμό χαρακτηριστικών που εξετάζονται. Παρ' όλα αυτά, η προσέγγισή μας εισάγει καινοτόμα μεθοδολογικά στοιχεία και θεωρούμε ότι μπορεί να επεκταθεί με σημαντικές προοπτικές. Ένα πρώτο βήμα θα ήταν η αναπαραγωγή της μεθοδολογίας σε όλες τις χώρες του ΟΟΣΑ ή σε συγκεκριμένες γεωγραφικές ομάδες χωρών, ώστε να εντοπιστούν κοινά και ειδικά ανά χώρα ή ανά περιοχή πρότυπα υποεπίδοσης. Μια τέτοια έρευνα θα επέτρεπε πιο συστηματική διερεύνηση του κατά πόσο τα χαρακτηριστικά των ερωτημάτων που συνδέονται με χαμηλή επίδοση είναι καθολικά ή εξαρτώνται από το εκάστοτε πλαίσιο. Η ανάλυση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική σε ένα παγκόσμιο περιβάλλον όπου οι μαθητικές επιδόσεις εμφανίζουν συνεχώς τάσεις υποχώρησης. Μια δεύτερη, εξίσου υποσχόμενη ερευνητική κατεύθυνση, θα ήταν η σύνδεση των μοτίβων υποεπίδοσης με μεταβλητές σε επίπεδο μαθητή, όπως το φύλο, το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο (SES) και το μεταναστευτικό υπόβαθρο. Η γεφύρωση των μικρο-επιπέδου γνωστικών ή συγκεκριμένων χαρακτηριστικών των ερωτημάτων με δημογραφικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά των μαθητών/τριών θα παρείχε πολύτιμες ενδείξεις τόσο για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής όσο και για τους εκπαιδευτικούς της τάξης.

Βιβλιογραφία

- Akyol, Ş. P., Krishna, K., & Wang, J. (2018). Taking PISA seriously: How accurate are low-stakes exams? (NBER Working Paper No. 24930). National Bureau of Economic Research.
- Anagnostopoulou, K., Hatzikraniotis, E., & Salta, K. (2013). PISA test items and school-based examinations in Greece: A comparison in science (living systems/health/environment). Aristotle University (IKee repository).
- Anagnostopoulou, K., Hatzinikita, V., Christidou, V., & Dimopoulos, K. (2013). PISA Test Items and School-Based Examinations in Greece: Exploring the relationship between global and local assessment discourses. *International Journal of Science Education*, 35(4), 636-662.
- Breakspear, S. (2012). The policy impact of PISA: An exploration of the normative effects of international benchmarking in school system performance (OECD Education Working Papers, No. 71). OECD Publishing.
- Breakspear, S. (2014). How does PISA shape education policy making? Why how we measure learning determines what counts in education (Seminar Series Paper No. 240). Centre for Strategic Education.
- Chiang, T.-H., Thurston, A., & Cockerill, M. (2022). Examining Basil Bernstein's rules of recognition and realization in the case of underachieving students in math tests. *International Journal of Educational Research*, 115, 102021.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- European Commission. (2024). *Education and Training Monitor 2024 – Greece Country Report*.
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2010). The high cost of low educational performance: The long-run economic impact of improving PISA outcomes. OECD Publishing.
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2015). *The knowledge capital of nations: Education and the economics of growth*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hatzinikita, V., Dimopoulos, K., & Christidou, V. (2008). PISA test items and school textbooks related to science: A textual comparison. *Science Education*, 92(4), 664-687.
- ΙΕΠ, (2019). *Ελληνική Μαθηματική Εκπαίδευση και Αξιολόγηση PISA*. Αθήνα.
- Karakolidis, A., Pitsia, V., & Emvalotis, A. (2016). Mathematics low achievement in Greece: A multilevel analysis of the PISA 2012 data. *Themes in Science and Technology Education*, 9(1), 3–24.
- Ladi, S. (2013). Evidence-Based Policy Making in Greece. In P. Sklias and N. Tzifakis (eds.) *Greece's Horizons: Reflecting on the country's assets and capabilities*, Heidelberg: Springer: 71-78.
- Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30.
- Michaelides, M. P., & Ivanova, M. (2022). Response time as an indicator of test-taking effort in PISA: Country and item-type differences. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 64(3), 304-338.
- Nolka, E., & Sofianopoulou, C. (2021). Greek and Portuguese Mathematics education and Performance, through the prism of PISA. In *Proceedings of the international conference on education and new developments* (pp. 116-120). inScience Press.

Nolka, E. & Sofianopoulou, C. (2025). Constructing mathematical literacy problems and assessing students' solving abilities. *International Journal of Studies in Education and Science (IJSES)*, 6(2), 128-148.

OECD. (2016). *Low-performing students: Why they fall behind and how to help them succeed*. OECD Publishing.

OECD (2017). *Education policy in Greece: A preliminary assessment*. Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD. (2020). *Education Policy Outlook in Greece (No. 17)*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f10b95cf-e>

OECD (2023). *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>.

OECD (2023), *PISA 2022 Results: Factsheets, Greece*.

Pitsia, V., Biggart, A., & Karakolidis, A. (2017). The role of students' self-beliefs, motivation and attitudes in predicting mathematics achievement: A multilevel analysis of PISA data. *Learning and Individual Differences*, 55, 163–173.

Seijo-Pardo, B., Bolón-Canedo, V., Porto-Díaz, I., & Alonso-Betanzos, A. (2015). Ensemble Feature Selection for Rankings of Features. In: Rojas, I., Joya, G., Catala, A. (eds) *Advances in Computational Intelligence*. IWANN 2015. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 9095. Springer, Cham.

Schmidt, W.H., Houang, R.T., Sullivan, W.F. & Cogan, L.S. (2019). *When Practice Meets Policy in Mathematics Education: A 19 Country/Jurisdiction Case Study*. OECD Education Working Paper No. 268. Paris.

Tzora, V.-A., Philippas, N., & Sakkas, A. (2023). The financial capability of 15-year-olds in Greece. *Economics Letters*, 228, 111281.

Παράρτημα

Πίνακας Α1: Επανακωδικοποίηση μεταβλητών

Μαθηματικά	
Αρχική μεταβλητή	Νέα μεταβλητή / κατηγορίες (επανακωδικοποίηση)
Επίπεδο δυσκολίας	Χαμηλή (κατηγορίες 1–3) · Υψηλή (κατηγορίες 4–6)
Μορφή ερώτησης	Απλή πολλαπλής επιλογής · Κατασκευασμένη απάντηση (όλες οι λοιπές κατηγορίες)
Συγκείμενο εφαρμογής	Οικείο (προσωπικό ή κοινωνικό) · Μη οικείο (επιστημονικό ή επαγγελματικό)
Συνάφεια με Αναλυτικό Πρόγραμμα (μορφή & συγκείμενο)	Χαμηλή · Υψηλή (συγχώνευση «μέτριας» με «υψηλή»)
Κατανόηση Κειμένου	
Αρχική μεταβλητή	Νέα μεταβλητή / κατηγορίες (επανακωδικοποίηση)
Επίπεδο δυσκολίας	Χαμηλή (1–3) · Υψηλή (4–6)
Τύπος κειμένου (δύο νέες μεταβλητές)	1) Απλό/Σύνθετο: • Απλό κείμενο (όλες οι κατηγορίες εκτός «Multiple») • Σύνθετο κείμενο («Multiple») 2) Τύπος κειμένου: • Κατηγορίες = όλες οι κατηγορίες εκτός «Multiple» • Ελλείπουσες τιμές = «Multiple»
Μορφή ερώτησης	Απλή πολλαπλής επιλογής · Κατασκευασμένη απάντηση (όλες οι λοιπές κατηγορίες)
Φυσικές Επιστήμες	
Αρχική μεταβλητή	Νέα μεταβλητή / κατηγορίες (επανακωδικοποίηση)
Επίπεδο δυσκολίας	Χαμηλή (κατηγορίες 1–3) · Υψηλή (κατηγορίες 4–6)
Μορφή ερώτησης	Απλή πολλαπλής επιλογής · Κατασκευασμένη απάντηση (όλες οι λοιπές κατηγορίες)
Εικονογράφηση	Χαμηλή εξειδίκευση (χωρίς εικόνα ή ρεαλιστική) · Υψηλή εξειδίκευση (συμβατική ή υβριδική)

PISA 4 U



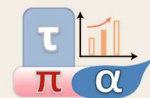
Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων



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.