

Ενότητα 3η:

Επιστημονικός εγγραμματισμός:

Εννοιολογήσεις και Θεωρητική

Πλαισίωση



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.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	2
Εισαγωγή.....	3
3.1 Ορισμός του επιστημονικού εγγραμματισμού στο PISA 2025.....	3
3.2 Διαστάσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού	4
3.3 Σύγκριση των ορισμών από το PISA 2000 έως το PISA 2025.....	8
3.4 Επιστήμη, Τεχνολογία, Κοινωνία: Ο Ρόλος του «Ενημερωμένου Πολίτη»	12
Ενδεικτική Βιβλιογραφία	13

Εισαγωγή

Τι σημαίνει να είναι κανείς «επιστημονικά εγγράμματος» στον 21ο αιώνα; Η ερώτηση αυτή βρίσκεται στο επίκεντρο της σύγχρονης συζήτησης για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, τόσο σε επίπεδο θεωρίας όσο και σε επίπεδο εκπαιδευτικής πολιτικής. Σε μια κοινωνία που μεταβάλλεται ταχύτατα υπό την επίδραση της επιστημονικής και τεχνολογικής προόδου, η ικανότητα κατανόησης και αξιολόγησης επιστημονικών πληροφοριών αποτελεί βασική προϋπόθεση για ενεργό και τεκμηριωμένη συμμετοχή στα κοινά (DeBoer, 2000; Holbrook & Rannikmae, 2009).

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός δεν ταυτίζεται με την κατοχή επιστημονικών γνώσεων. Αποτελεί μια σύνθετη ικανότητα που περιλαμβάνει γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες και εκφράζεται στη δυνατότητα του πολίτη να ερμηνεύει φαινόμενα, να αξιολογεί πληροφορίες, να συμμετέχει σε τεκμηριωμένες συζητήσεις και να λαμβάνει αποφάσεις για ζητήματα που αφορούν την επιστήμη, την τεχνολογία και το περιβάλλον. Υπό αυτή την οπτική, ο επιστημονικός εγγραμματισμός δεν αποτελεί αποκλειστικά εκπαιδευτικό στόχο, είναι ταυτόχρονα κοινωνικό και πολιτικό αίτημα (Laugksch, 2000; Roberts, 2007).

Το πρόγραμμα PISA (Programme for International Student Assessment) του ΟΟΣΑ αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα διεθνή πλαίσια αξιολόγησης του επιστημονικού εγγραμματισμού. Από το 2000 έως σήμερα, το PISA έχει θέσει τον επιστημονικό εγγραμματισμό στο επίκεντρο της εκπαιδευτικής συζήτησης παγκοσμίως, προτείνοντας ένα συνεχώς εξελισσόμενο πλαίσιο αξιολόγησης που αντικατοπτρίζει τις εκάστοτε κοινωνικές και επιστημολογικές απαιτήσεις της εποχής. Το παρόν κεφάλαιο εξετάζει αυτή την εξέλιξη: αναλύει τον ορισμό του επιστημονικού εγγραμματισμού όπως έχει διαμορφωθεί στο PISA 2025, παρουσιάζει τις βασικές διαστάσεις του, ανιχνεύει τις αλλαγές που έχουν σημειωθεί από το 2000 έως σήμερα, και τοποθετεί την έννοια στο ευρύτερο πλαίσιο της σχέσης επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας.

3.1 Ορισμός του επιστημονικού εγγραμματισμού στο PISA 2025

Σύμφωνα με το πλέον πρόσφατο πλαίσιο αξιολόγησης του PISA (OECD, 2023), ο επιστημονικός εγγραμματισμός (science literacy) ορίζεται ως η ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί τη φυσικο-επιστημονική γνώση με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί να διατυπώνει και να εξετάζει ερωτήματα, να κατανοεί δεδομένα και να εξάγει συμπεράσματα, με σκοπό να αντιλαμβάνεται τον φυσικό κόσμο και να λαμβάνει αποφάσεις για την επίδραση που ασκεί σε αυτόν η ανθρώπινη δραστηριότητα (Αποστολόπουλος & Παπακωνσταντινόπουλος, 2024).

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο ορισμός του PISA 2025 εισάγει ρητά τη διάσταση της περιβαλλοντικής και κλιματικής ευαισθητοποίησης. Η αναφορά στην «επίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας» στον φυσικό κόσμο δεν είναι τυχαία: αντανακλά τις

προτεραιότητες της εποχής, όπου η κλιματική αλλαγή, η απώλεια βιοποικιλότητας και οι περιβαλλοντικές κρίσεις καθιστούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό άμεσα συνδεδεμένο με ζητήματα βιωσιμότητας και κοινωνικής δράσης (OECD, 2023).

Από θεωρητική άποψη, ο ορισμός του PISA 2025 συγκλίνει με πολλές από τις σύγχρονες προσεγγίσεις στη βιβλιογραφία. Ο Holbrook και η Rannikmae (2009) υπογραμμίζουν ότι ο επιστημονικός εγγραμματισμός πρέπει να συνδέεται με νόημα για τον μαθητή, δηλαδή να αφορά ζητήματα που συνδέονται με την καθημερινή του ζωή. Ο Osborne (2014) τονίζει τη σημασία της επιχειρηματολογίας και της κριτικής σκέψης. Ο Duschl (2008) προσθέτει ότι ο εγγραμματισμός πρέπει να περιλαμβάνει κατανόηση της φύσης της επιστημονικής γνώσης, όχι μόνο των περιεχομένων της. Το πλαίσιο PISA 2025 ενσωματώνει όλες αυτές τις διαστάσεις.

3.2 Διαστάσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού

Το πλαίσιο αξιολόγησης του PISA 2025 για τις Φυσικές Επιστήμες οργανώνεται γύρω από πέντε αλληλοσυνδεόμενες διαστάσεις: τη γνώση, τις δεξιότητες, τις στάσεις, τα πλαίσια εφαρμογής καθώς και την έννοια της ικανότητας στο PISA.

Γνώση

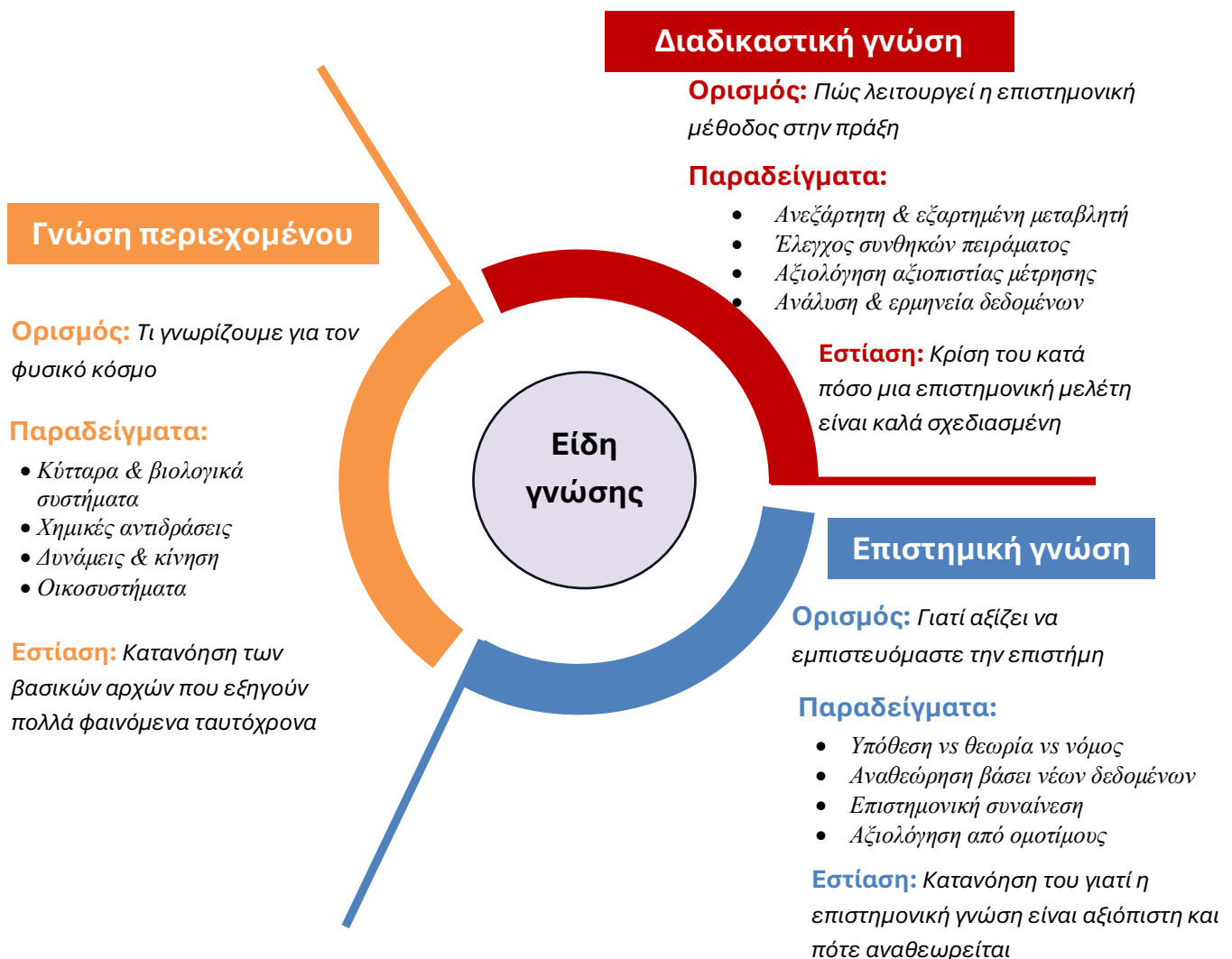
Η γνώση αποτελεί βασική διάσταση του εγγραμματισμού. Το PISA 2025 διακρίνει τρία είδη γνώσης που θεωρεί αναγκαία (OECD, 2023), τα οποία δεν είναι ισοδύναμα και δεν έχουν τον ίδιο βαθμό πολυπλοκότητας (Εικόνα 1).

Γνώση περιεχομένου (content knowledge): αφορά αυτό που γνωρίζουμε για τον φυσικό κόσμο όπως για παράδειγμα κύτταρα και βιολογικά συστήματα, χημικές αντιδράσεις, δυνάμεις και κίνηση, λειτουργίες οικοσυστημάτων, δομή της ύλης, φυσικά συστήματα της Γης και του σύμπαντος. Στη σχολική πράξη, αυτό είναι το είδος γνώσης που παραδοσιακά διδάσκεται και αξιολογείται πιο συχνά. Ωστόσο, η σύγχρονη προσέγγιση δεν αρκείται στην απομνημόνευση γεγονότων, επιδιώκει την κατανόηση βασικών αρχών που εξηγούν ταυτόχρονα πολλά διαφορετικά φαινόμενα και αποτελούν γνωστικά πλαίσια κατανόησης (Harlen, 2010). Για παράδειγμα, η κατανόηση ότι «η ύλη αποτελείται από σωματίδια» επιτρέπει στον μαθητή να ερμηνεύει φαινόμενα τόσο στη χημεία (ανάλυση και σύνθεση ενώσεων) όσο και στη φυσική (θερμική διαστολή) ή στη βιολογία (διάχυση ουσιών στα κύτταρα).

Διαδικαστική γνώση (procedural knowledge): αφορά την κατανόηση της επιστημονικής μεθοδολογίας στην πράξη: πώς λειτουργεί η επιστημονική διερεύνηση, ποιες διαδικασίες ακολουθούνται για να παραχθεί αξιόπιστη γνώση. Περιλαμβάνει δεξιότητες όπως η διαχείριση μεταβλητών, ο τρόπος σχεδιασμού πειραμάτων, η συλλογή και αναπαράσταση δεδομένων, η χρήση πινάκων και διαγραμμάτων, η εκτίμηση της αξιοπιστίας μετρήσεων και η λογική που συνδέει τα δεδομένα με τα συμπεράσματα (Millar, 2006). Ένας μαθητής με διαδικαστική γνώση μπορεί, μεταξύ

άλλων, να σχεδιάσει ένα πείραμα για να ελέγξει μια υπόθεση, αλλά και να αξιολογήσει αν ένα δοσμένο ερευνητικό σχέδιο είναι μεθοδολογικά έγκυρο.

Επιστημική γνώση (epistemic knowledge): είναι η πιο σύνθετη από τα τρία είδη. Αφορά στην κατανόηση της φύσης της επιστημονικής γνώσης ως ανθρώπινο και κοινωνικό εγχείρημα: πώς δομείται, πώς παράγεται, πώς δικαιολογείται και γιατί αξίζει να την εμπιστευόμαστε (Duschl, 2008). Ένας μαθητής με επιστημική γνώση κατανοεί τη διαφορά μεταξύ μιας παρατήρησης, μιας υπόθεσης, ενός μοντέλου, μιας θεωρίας και ενός νόμου. Αντιλαμβάνεται ότι τα επιστημονικά μοντέλα δεν είναι «αλήθειες» αλλά αναπαραστάσεις που βοηθούν να σκεφτούμε και που αναθεωρούνται όταν νέα δεδομένα το απαιτούν. Γνωρίζει ότι η επιστημονική κοινότητα λειτουργεί βάσει κανόνων (κρίση από ειδικούς, αντικειμενικότητα, δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων) που αυξάνουν την αξιοπιστία της γνώσης. Και κατανοεί γιατί η «επιστημονική συναίνεση» για ένα θέμα (π.χ. η κλιματική αλλαγή) είναι ισχυρότερη από την άποψη ενός μεμονωμένου ερευνητή, ανεξαρτήτως τίτλων. Αυτό το είδος γνώσης είναι εκείνο που επιτρέπει στον πολίτη να αξιολογεί κριτικά επιστημονικές πληροφορίες, να αναγνωρίζει την παραπληροφόρηση και να τοποθετείται σε σύνθετα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα.



Εικόνα 1. Είδη γνώσης που αξιολογεί το PISA

Δεξιότητες

Βασικές επιμέρους δεξιότητες που αναπτύσσονται στο πλαίσιο της επιστημονικής εκπαίδευσης περιλαμβάνουν την ανάγνωση και ερμηνεία γραφημάτων, πινάκων και διαγραμμάτων, την παρατήρηση και καταγραφή φαινομένων με ακρίβεια, τον εντοπισμό και τον ορισμό μεταβλητών σε ένα πείραμα (ανεξάρτητες, εξαρτημένες), τη χρήση κατάλληλων οργάνων μέτρησης και την εκτίμηση σφάλματος, τη σύνταξη επιστημονικής αναφοράς και την επικοινωνία αποτελεσμάτων, την αναζήτηση επιστημονικών πληροφοριών σε αξιόπιστες πηγές και τη χρήση επιστημονικής ορολογίας για την περιγραφή φαινομένων (Millar, 2006).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατοχή επιμέρους δεξιοτήτων αποτελεί αναγκαία αλλά όχι ικανή συνθήκη για την ανάπτυξη επιστημονικού εγγραμματισμού. Ένας μαθητής μπορεί να διαβάζει άριστα ένα γράφημα (δεξιότητα), χωρίς να είναι ικανός να αξιολογήσει κριτικά τι αποδεικνύουν τα δεδομένα σε ένα ευρύτερο επιστημονικό πλαίσιο (ικανότητα). Γι' αυτό το PISA δεν αξιολογεί δεξιότητες απομονωμένα, αλλά μέσα από σύνθετα σενάρια που απαιτούν τον συνδυασμό τους.

Στάσεις

Η τρίτη διάσταση αφορά τις στάσεις απέναντι στην επιστήμη ή αλλιώς, την επιστημονική ταυτότητα. Το PISA 2025 αναγνωρίζει ότι ο εγγραμματισμός δεν εξαντλείται στις γνωστικές επιδόσεις: τα κίνητρα, το ενδιαφέρον, η αυτοπεποίθηση και η αίσθηση του «ανήκω στην επιστήμη» επηρεάζουν καθοριστικά τόσο τη μαθησιακή πορεία του μαθητή όσο και τη μελλοντική του σχέση με την επιστήμη ως πολίτης (Archer et al., 2010).

Στο πλαίσιο PISA 2025, η επιστημονική ταυτότητα αξιολογείται μέσω ερωτηματολογίων που μετρούν τρεις βασικές διαστάσεις: την εκτίμηση των επιστημονικών προσεγγίσεων (π.χ. αν ο μαθητής αντιλαμβάνεται την αξία της επιστημονικής μεθόδου), τα συναισθηματικά στοιχεία (απόλαυση από την επιστήμη, αίσθηση αυτο-αποτελεσματικότητας) και την περιβαλλοντική επίγνωση και προδιάθεση για δράση (OECD, 2023). Η τελευταία αυτή διάσταση αποκτά ολοένα μεγαλύτερη σημασία στο πλαίσιο των κλιματικών και οικολογικών προκλήσεων.

Πλαίσια

Η τέταρτη διάσταση αφορά στα πλαίσια εφαρμογής: τις πραγματικές καταστάσεις μέσα στις οποίες ο μαθητής καλείται να αξιοποιήσει τον εγγραμματισμό του. Το PISA 2025 διακρίνει τρία επίπεδα πλαισίων:

- Το **προσωπικό πλαίσιο**, δηλαδή τα ζητήματα που σχετίζονται με τον ίδιο τον μαθητή και την οικογένειά του, όπως η υγεία, η διατροφή, η προσωπική ασφάλεια.
- Το **τοπικό και εθνικό πλαίσιο**, δηλαδή τα ζητήματα που αφορούν στην κοινότητα, όπως ο έλεγχος ασθενειών, η ποιότητα περιβάλλοντος, η ενεργειακή πολιτική),

- Το **παγκόσμιο πλαίσιο**, δηλαδή τα διεθνή ζητήματα, όπως η κλιματική αλλαγή, η βιοποικιλότητα, οι πανδημίες, η εξερεύνηση του διαστήματος.

Αυτή η ιεράρχηση πλαισίων διασφαλίζει ότι τα θέματα αξιολόγησης δεν εξετάζουν απομονωμένες ακαδημαϊκές γνώσεις, αλλά δεξιότητες που έχουν άμεση σημασία για τη ζωή του πολίτη.

Η έννοια της ικανότητας στο PISA — Διάκριση ικανότητας και δεξιότητας

Στην καθημερινή εκπαιδευτική γλώσσα, οι όροι «ικανότητα» και «δεξιότητα» χρησιμοποιούνται συχνά εναλλακτικά. Στο πλαίσιο του PISA, ωστόσο, οι δύο αυτοί όροι δεν είναι ταυτόσημοι και η διάκρισή τους έχει σημαντικές παιδαγωγικές συνέπειες.

Η δεξιότητα (skill) αναφέρεται σε κάτι που μπορεί να ασκηθεί και να αξιολογηθεί σχετικά απομονωμένα. Είναι κάτι που «μαθαίνεται» μέσω επανάληψης και εξάσκησης: για παράδειγμα, η δεξιότητα ανάγνωσης ενός γραφήματος, η δεξιότητα εκτέλεσης ενός πειράματος, ή η δεξιότητα χρήσης επιστημονικής ορολογίας. Μία δεξιότητα αξιολογείται στο επίπεδο της εκτέλεσης: μπορεί ο μαθητής να το κάνει; Το πλαίσιο PISA, ακολουθώντας τον Rychen και Salganik (2003), χρησιμοποιεί τον όρο «δεξιότητα» για να αναφερθεί σε τέτοιες εκτελεστικές δυνατότητες, οι οποίες αποτελούν δομικά στοιχεία, αλλά όχι το σύνολο, του επιστημονικού εγγραμματισμού.

Η ικανότητα (competency), αντίθετα, είναι μια σύνθετη, ολιστική και πλαισιωμένη έννοια. Σύμφωνα με τον ΟΟΣΑ (OECD, 2023), μια ικανότητα δεν είναι απλώς κάτι που «ξέρεις» ή «μπορείς να κάνεις» είναι η επιδεξιότητα να κινητοποιείς και να συνδυάζεις γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες για να αντιμετωπίσεις αποτελεσματικά μια σύνθετη, νέα και πραγματική κατάσταση. Η ικανότητα δεν εκφράζεται σε απομονωμένες ασκήσεις, εκφράζεται στη δράση μέσα σε πλαίσιο. Για παράδειγμα, η ικανότητα «αξιολόγησης επιστημονικών πληροφοριών» δεν είναι απλώς η δεξιότητα ανάγνωσης ενός άρθρου. Είναι η ικανότητα να αναλύει κανείς έναν αμφισβητούμενο επιστημονικό ισχυρισμό, να εξετάζει τις πηγές, να ελέγχει αν υπάρχει επιστημονική συναίνεση, να λαμβάνει υπόψη πιθανές συγκρούσεις συμφερόντων και να καταλήγει σε τεκμηριωμένη θέση.

Το PISA 2025 ορίζει τρεις κεντρικές επιστημονικές ικανότητες που αντικατοπτρίζουν αυτή την ολιστική προσέγγιση (Αποστολόπουλος & Παπακωνσταντινόπουλος, 2024· OECD, 2023): την ικανότητα ερμηνείας φαινομένων με επιστημονικό τρόπο, την ικανότητα κατασκευής και αξιολόγησης ερευνητικών σχεδίων καθώς και την ικανότητα αναζήτησης, αξιολόγησης και χρήσης επιστημονικών πληροφοριών για τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων.

Ικανότητα ερμηνείας φαινομένων με επιστημονικό τρόπο: να εφαρμόζει ο μαθητής γνώσεις σε νέες καταστάσεις, να συνδυάζει πολλαπλές αναπαραστάσεις, να διατυπώνει προβλέψεις και να αξιολογεί μοντέλα. Ένας μαθητής που βλέπει γράφημα CO₂ και θερμοκρασίας δεν αρκεί να το «διαβάσει» (δεξιότητα), πρέπει να αξιολογήσει αν τα δεδομένα τεκμηριώνουν αιτιώδη σχέση και να εξηγήσει τους περιορισμούς του συμπεράσματος (ικανότητα).

Ικανότητα κατασκευής και αξιολόγησης ερευνητικών σχεδίων: να κατανοεί ο μαθητής ολόκληρο τον κύκλο της επιστημονικής διερεύνησης. Από τη διατύπωση υπόθεσης ως την κριτική αξιολόγηση της μεθοδολογίας και όχι απλώς να εκτελεί πειράματα (Millar, 2006).

Ικανότητα αναζήτησης, αξιολόγησης και χρήσης επιστημονικών πληροφοριών για τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων: να αξιολογεί ταυτόχρονα την αξιοπιστία πηγών, να αναγνωρίζει επιστημονική συναίνεση, να διακρίνει συσχέτιση από αιτιότητα και να διατυπώνει τεκμηριωμένο επιχείρημα, ικανότητα άμεσα συνδεδεμένη με την ενεργό ιδιότητα του πολίτη (Osborne, 2014).

Η διάκριση αυτή έχει άμεσες συνέπειες για τη διδασκαλία. Οι δεξιότητες μπορούν να διδαχθούν και να εξασκηθούν μεμονωμένα στα πλαίσια της μαθησιακής διαδικασίας. Οι ικανότητες, όμως, αναπτύσσονται μέσα από αυθεντικές, σύνθετες εμπειρίες που απαιτούν τον συνδυασμό πολλαπλών στοιχείων. Αυτός ακριβώς είναι ο λόγος για τον οποίο το PISA δεν αξιολογεί απομνημονευμένες γνώσεις ή αποσπασματικές δεξιότητες, αλλά την ικανότητα του μαθητή να τις ενεργοποιεί ολιστικά μπροστά σε σενάρια που προσομοιώνουν πραγματικές καταστάσεις.

3.3 Σύγκριση των ορισμών από το PISA 2000 έως το PISA 2025

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός όπως τον ορίζει το PISA δεν παρέμεινε αμετάβλητος από το 2000 έως σήμερα. Η εξέλιξή του αντανάκλα τόσο τις αλλαγές στη θεωρητική έρευνα για τη φύση της επιστήμης και της μάθησης, όσο και τις μεγάλες κοινωνικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις που αναδύθηκαν στις πρώτες δεκαετίες του 21ου αιώνα (DeBoer, 2000· Laugksch, 2000).

Στο **PISA 2000 και 2003**, ο επιστημονικός εγγραμματισμός οριζόταν ως η ικανότητα χρήσης επιστημονικής γνώσης για την κατανόηση φυσικών φαινομένων και για τη λήψη αποφάσεων (OECD, 1999). Το πλαίσιο εκείνης της περιόδου εστίαζε κυρίως στη γνώση περιεχομένου και στη λογική της επιστημονικής διερεύνησης. Η αξιολόγηση αφορούσε σε μεγάλο βαθμό στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών και ικανότητα ερμηνείας δεδομένων. Χαρακτηριστικό δείγμα αυτής της εποχής είναι το θέμα με τίτλο: [ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ](#) που δόθηκε στο PISA 2000 και 2003. Το θέμα είχε ένα κείμενο-ερέθισμα σχετικά με τη διάρκεια της ημέρας στις 22 Ιουνίου 2002 στο Βόρειο και το Νότιο ημισφαίριο και η πρώτη ερώτησή του ήταν η εξής:

Ερώτηση: Ποια από τις παρακάτω προτάσεις εξηγεί την εναλλαγή της ημέρας και νύχτας στη Γη;

- A. Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της.
- B. Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του.
- Γ. Ο άξονας της Γης έχει κλίση.

Δ. Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο.

Στο **PISA 2006**, για πρώτη φορά οι **Φυσικές Επιστήμες** αποτέλεσαν αντικείμενο αξιολόγησης, και το πλαίσιο εμπλουτίστηκε σημαντικά (OECD, 2006). Εισήχθησαν τρεις διακριτές επιστημονικές ικανότητες: η ερμηνεία φαινομένων, η διερεύνηση, και η χρήση επιστημονικών τεκμηρίων και δόθηκε έμφαση στις στάσεις και αξίες των μαθητών απέναντι στην επιστήμη. Η **ενσωμάτωση στάσεων** στο πλαίσιο αξιολόγησης σηματοδότησε μια σημαντική στροφή: η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες δεν στοχεύει μόνο στη μεταφορά γνώσεων, αλλά και στη διαμόρφωση επιστημονικά συνειδητών πολιτών. Παράδειγμα ενσωμάτωσης ερώτησης καταγραφής στάσης έχουμε στο θέμα με τίτλο [ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ](#) (Εικόνα 2). Επισημαίνεται ότι οι ερωτήσεις αυτές κωδικοποιούνταν διακριτά από τις συνήθεις ερωτήσεις κάθε θέματος.

Ερώτηση 4 (Καταγραφή στάσης)

Πόσο ενδιαφέρεσαι για τις παρακάτω πληροφορίες;

Να σημειώσεις Χ σε ένα μόνο τετράγωνο σε κάθε σειρά.

	Ενδιαφέρομαι πολύ	Ενδιαφέρομαι μέτρια	Ενδιαφέρομαι λίγο	Δεν ενδιαφέρομαι καθόλου
Να γνωρίσεις πώς διαφοροποιούνται τα καύσιμα των αυτοκινήτων ως προς τις ποσότητες των τοξικών αερίων που παράγουν.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
Να κατανοήσεις καλύτερα τι συμβαίνει μέσα σε έναν καταλυτικό μετατροπέα.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
Να μάθεις για τα οχήματα που δεν εκπέμπουν τοξικά καυσαέρια.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

Εικόνα 2. Ερώτηση από το PISA 2006 που διερευνά τη στάση των μαθητών.

Στο **PISA 2015**, το πλαίσιο αναθεωρήθηκε εκ νέου με βαθύτερη θεωρητική θεμελίωση (OECD, 2016). Η έννοια της «**επιστημικής γνώσης**» εισήχθη ρητά για πρώτη φορά, αναδεικνύοντας τη σημασία της κατανόησης της φύσης της επιστήμης: πώς παράγεται η γνώση, γιατί είναι αξιόπιστη, ποιος είναι ο ρόλος της αξιολόγησης από ομοτίμους. Παράλληλα, αναθεωρήθηκε η κλίμακα ικανοτήτων, διευρύνθηκε η ποικιλία τύπων ερωτήσεων, και εισήχθησαν διαδραστικά θέματα και προσομοιώσεις. Σε επίπεδο στάσεων, αναδείχθηκε ο ρόλος της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.

Παράδειγμα θέματος με προσομοίωση αποτελεί το θέμα με τίτλο: [ΑΓΩΝΑΣ ΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΖΕΣΤΗ](#). Σε αυτό οι μαθητές μαθαίνουν να εργάζονται με την προσομοίωση και μετά πρέπει να την τρέξουν σε συγκεκριμένες συνθήκες για να συλλέξουν δεδομένα μέσα από τα οποία θα απαντήσουν στις πέντε (5) ερωτήσεις του θέματος. Στην Εικόνα 3 απεικονίζεται η 1^η ερώτηση του συγκεκριμένου θέματος.

Skills4Life

Ερώτηση 1/5

ΑΓΩΝΑΣ ΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΖΕΣΤΗ

Να εκτελέσεις την προσομοίωση ακολουθώντας τις ΟΔΗΓΙΕΣ, για να συλλέξεις δεδομένα. Κάνε κλικ στις σωστές λέξεις, για να συμπληρώσεις τις προτάσεις. Στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Ένας δρομέας τρέχει για μία ώρα κατά τη διάρκεια μιας ζεστής και ξηρής ημέρας (θερμοκρασία περιβάλλοντος 40°C, υγρασία 20%). Ο δρομέας δεν καταναλώνει νερό.

Ποιον κίνδυνο διατρέχει η υγεία του δρομέα, όταν τρέχει κάτω από αυτές τις συνθήκες;

Ο κίνδυνος που διατρέχει η υγεία του δρομέα είναι η

αφυδάτωση / θερμότητα

Αυτό φαίνεται από

τον όγκο του ιδρώτα / την απώλεια νερού / τη θερμοκρασία του σώματος

ΥΠΟΒΟΛΗ

ΟΔΗΓΙΕΣ

Η 1^η ερώτηση από το θέμα «ΑΓΩΝΑΣ ΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΖΕΣΤΗ», που χρησιμοποιήθηκε στον κύκλο του PISA 2015. Το θέμα παρουσιάζεται όπως έχει αναπτυχθεί στην τράπεζα θεμάτων skills4life.

Στο **PISA 2025**, το πλαίσιο υιοθετεί μια νέα και φιλόδοξη κατεύθυνση. Για πρώτη φορά ενσωματώνονται ρητά οι «**περιβαλλοντικές επιστημονικές ικανότητες**» ένα σύνολο ικανοτήτων που αφορούν την κατανόηση και αντιμετώπιση των σύνθετων κοινωνικο-οικολογικών κρίσεων. Ενδεικτικό παράδειγμα αυτής της κατεύθυνσης είναι το θέμα: [ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΕΙΣ ΥΦΑΛΟΙ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ](#).

Εισαγωγικό κείμενο

Ένα πρόσφατο άρθρο σε περιοδικό που ασχολείται με περιβαλλοντικά ζητήματα ανέφερε ότι ο Μεγάλος Κοραλλιογενής Ύφαλος στην Αυστραλία έχει ήδη χάσει το 50% της έκτασής του τα τελευταία 30 χρόνια. Οι κοραλλιογενείς ύφαλοι είναι από τα πιο σημαντικά οικοσυστήματα στον κόσμο, καθώς φιλοξενούν περίπου το 25% της θαλάσσιας ζωής, συμπεριλαμβανομένων ψαριών, οστρακοειδών, σπόγγων, εχινόδερμων, γαστερόποδων και άλλων θαλάσσιων οργανισμών, ενώ στηρίζονται στη συνεργασία ανάμεσα στα κοράλλια και σε φωτοσυνθετικά μονοκύτταρα φύκη που ζουν εντός του ιστού των κοραλλιών και ονομάζονται ζωοξανθέλλα (Zooxanthellae).

Αυτά τα φύκη, μέσω της φωτοσύνθεσης, παράγουν τροφή για τα κοράλλια, ενώ τα κοράλλια τούς προσφέρουν προστασία. Ωστόσο, αυτή η ισορροπία διαταράσσεται λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας της θάλασσας, η οποία προκαλεί το φαινόμενο της λεύκανσης. Κατά τη διάρκεια της λεύκανσης, τα φύκη απομακρύνονται, αφήνοντας τα κοράλλια αδύναμα και χωρίς χρώμα (Εικόνα 4).



Εικόνα 3. Το φαινόμενο της λεύκανσης απειλεί τη βιωσιμότητα του Μεγάλου Κοραλλιογενή Υφάλου της Αυστραλίας.

Πηγή:<https://www.kathimerini.gr/world/561768043/aystralia-o-megalos-koralliogenis-yfalos-kindynevei/>

Παράγοντες όπως η υπερθέρμανση του πλανήτη, η ρύπανση και η υπεραλίευση απειλούν τους κοραλλιογενείς υφάλους. Αν αυτή η κατάσταση συνεχιστεί, οι συνέπειες θα είναι σοβαρές τόσο για τα θαλάσσια οικοσυστήματα, όσο και για τους ανθρώπους που ζουν κοντά στις ακτές. Οι επιστήμονες προειδοποιούν ότι, αν δεν αλλάξει η κατάσταση, το 90% των υφάλων θα έχει καταστραφεί έως το 2030.

Skills4Life

ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΕΙΣ ΥΦΑΛΟΙ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ

Ερώτηση 1/4

Αφού διαβάσεις το κείμενο στα δεξιά κάνε κλικ σε μια επιλογή για να απαντήσεις στην ερώτηση και στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Ποια από τις παρακάτω επιλογές περιγράφει πληρέστερα το πως επηρεάζεται η θαλάσσια ζωή και οι παραθαλάσσιες κοινότητες από την καταστροφή των κοραλλιογενών υφάλων;

☐ Α. Δεν υπάρχουν σημαντικές επιπτώσεις στη θαλάσσια ζωή και τις παραθαλάσσιες κοινότητες.

☐ Β. Μειώνεται η βιοποικιλότητα και οι παραθαλάσσιες κοινότητες επηρεάζονται αρνητικά από οικονομική άποψη.

☐ Γ. Μειώνονται τα κοράλλια αλλά στη θέση τους έρχονται άλλοι θαλάσσιοι οργανισμοί και οι παραθαλάσσιες κοινότητες δεν επηρεάζονται ιδιαίτερα.

☐ Δ. Χωρίς τους κοραλλιογενείς υφάλους η θαλάσσια ζωή απλώς θα μεταφερθεί σε άλλες περιοχές, ενώ θα αυξηθεί ο τουρισμός στην περιοχή.

Ένα πρόσφατο άρθρο σε περιοδικό που ασχολείται με περιβαλλοντικά ζητήματα ανέφερε ότι ο Μεγάλος Κοραλλιογενής Ύφαλος στην Αυστραλία έχει ήδη χάσει το 50% της έκτασής του τα τελευταία 30 χρόνια. Οι κοραλλιογενείς ύφαλοι είναι από τα πιο σημαντικά οικοσυστήματα στον κόσμο, καθώς φιλοξενούν περίπου το 25% της θαλάσσιας ζωής, συμπεριλαμβανομένων ψαριών, οστρακοειδών, σπόγγων, εχινόδερμων, γαστερόποδων και άλλων θαλάσσιων οργανισμών, ενώ στηρίζονται στη συνεργασία ανάμεσα στα κοράλλια και σε φωτοσυνθετικά μονοκύτταρα φύκη που ζουν εντός του ιστού των κοραλλιών και ονομάζονται ζωοξανθέλλα (Zooxanthellae).

Αυτά τα φύκη, μέσω της φωτοσύνθεσης, παράγουν τροφή για τα κοράλλια, ενώ τα κοράλλια τους προσφέρουν προστασία. Ωστόσο, αυτή η ισορροπία διαταράσσεται λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας της θάλασσας, η οποία προκαλεί το φαινόμενο της λεύκανσης. Κατά τη διάρκεια της λεύκανσης, τα φύκη απομακρύνονται, αφήνοντας τα κοράλλια αδύναμα και χωρίς γούμια.

Η 1^η ερώτηση από το θέμα «ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΕΙΣ ΎΦΑΛΟΙ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ» στο οποίο ενσωματώνονται οι «**περιβαλλοντικές επιστημονικές ικανότητες**». Το θέμα παρουσιάζεται όπως έχει αναπτυχθεί στην τράπεζα θεμάτων skills4life.

Η εισαγωγή της «επιστημονικής ταυτότητας» ως αξιολογούμενης διάστασης υπογραμμίζει ότι ο εγγραμματισμός δεν αφορά μόνο γνώσεις και δεξιότητες, αλλά και ταυτότητα και προδιάθεση για δράση.

Συνοπτικά, η εξέλιξη από το PISA 2000 στο PISA 2025 μπορεί να περιγραφεί ως **μετάβαση από έναν κυρίως γνωστικό ορισμό σε έναν ολιστικό, δυναμικό και κοινωνικά προσανατολισμένο εγγραμματισμό.**

3.4 Επιστήμη, Τεχνολογία, Κοινωνία: Ο Ρόλος του «Ενημερωμένου Πολίτη»

Η σχέση μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας (ETK) αποτελεί έναν από τους θεμελιώδεις άξονες γύρω από τους οποίους έχει οικοδομηθεί η σύγχρονη αντίληψη για τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Η επιστήμη δεν εξελίσσεται στο κενό. Παράγεται από ανθρώπους, χρηματοδοτείται από κοινωνικούς φορείς, και τα αποτελέσματά της επιδρούν άμεσα στη ζωή των πολιτών. Αντίστοιχα, οι κοινωνικές ανάγκες, αξίες και προτεραιότητες επηρεάζουν το ποια ερωτήματα θέτει η επιστήμη και πώς αξιοποιούνται τα ευρήματά της (Hodson, 2003).

Ο Holbrook και η Rannikmae (2009) υποστηρίζουν ότι ένας από τους βασικούς σκοπούς της επιστημονικής εκπαίδευσης είναι η ανάπτυξη «λειτουργικά εγγράμματων» πολιτών. Ατόμων δηλαδή που μπορούν να χρησιμοποιούν την επιστημονική γνώση για να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σε ζητήματα προσωπικής, κοινωνικής και πολιτικής σημασίας. Αυτή η αντίληψη δεν είναι νέα: από τη δεκαετία του 1980, το κίνημα «Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία» (Science-Technology-Society – STS) ανέδειξε την ανάγκη να συνδεθεί η σχολική επιστήμη με πραγματικά κοινωνικά ζητήματα, ώστε οι μαθητές να αναπτύξουν κριτική αντίληψη για τον ρόλο της επιστήμης και της τεχνολογίας στον σύγχρονο κόσμο.

Στο σύγχρονο πλαίσιο, η έννοια του «ενημερωμένου πολίτη» αποκτά πρόσθετη διάσταση: εκτός από τη γνώση και τις δεξιότητες, ο πολίτης πρέπει να είναι σε θέση να αντιμετωπίζει κριτικά την παραπληροφόρηση. Σε μια εποχή όπου τα ψευδή ή παραπλανητικά «επιστημονικά» δεδομένα διαδίδονται με ταχύτητα μέσω των ψηφιακών μέσων, η ικανότητα αξιολόγησης της αξιοπιστίας των πηγών γίνεται στοιχείο επιβίωσης. Τόσο ατομικής (π.χ. αποφάσεις για υγεία) όσο και συλλογικής (π.χ. διαμόρφωση κοινής γνώμης για κλιματική αλλαγή ή εμβολιασμούς). Ο Osborne (2014) τονίζει ότι η επιστημονική επιχειρηματολογία δηλαδή η ικανότητα να εξετάζει κανείς αποδείξεις, να αξιολογεί ισχυρισμούς και να εξάγει τεκμηριωμένα συμπεράσματα είναι κεντρικό στοιχείο του εγγραμματισμού.

Το PISA 2025 αντικατοπτρίζει αυτές τις ανησυχίες με άμεσο τρόπο: συμπεριλαμβάνει θέματα που αφορούν παραπληροφόρηση και εμβόλια, κλιματική αλλαγή και επιστημονική συναίνεση, τεχνητή νοημοσύνη και ηθικά διλήμματα. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, ο μαθητής δεν καλείται απλώς να γνωρίζει επιστημονικά γεγονότα, αλλά να λειτουργεί ως ο «ενημερωμένος πολίτης» που μπορεί να αξιολογεί, να αποφασίζει και να δρα υπεύθυνα σε έναν κόσμο βαθύτατα διαμορφωμένο από επιστήμη και τεχνολογία. Αυτό είναι, τελικά, ο πυρήνας του σύγχρονου επιστημονικού εγγραμματισμού.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). 'Doing' science versus 'being' a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617–639.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601.

Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268–291.

Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Association for Science Education (ASE).

Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670.

Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275–288.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94.

Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521.

OECD (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. OECD Publishing.

OECD (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. OECD Publishing.

OECD (2016). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*. OECD Publishing.

OECD (2023). PISA 2025 science framework (second draft). Διαθέσιμο στο: https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196.

Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy / Science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Lawrence Erlbaum Associates.

Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.) (2003). *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*. Hogrefe & Huber.

Αποστολόπουλος, Κ., & Παπακωνσταντινόπουλος, Χ. (2024). PISA – Οδηγός εκπαιδευτικών για τις Φυσικές Επιστήμες. Διαθέσιμο στην πλατφόρμα PISA4U.

PISA4U



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.