

Ενότητα 6η:

Εκπαιδευτική/Διδακτική

Αξιοποίηση της Έρευνας PISA



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.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	2
6.1 Μετάφραση των ευρημάτων PISA σε προτεραιότητες διδασκαλίας	3
6.1.1. Η υπάρχουσα κατάσταση με βάση τα διδακτικά εγχειρίδια.....	3
6.1.2 Ερμηνεία δεδομένων από αυθεντικά περιβάλλοντα	6
6.1.3. Αξιοποίηση πληροφοριών από συνδυασμό πηγών	7
6.1.4 Ενίσχυση της επιχειρηματολογίας και της τεκμηριωμένης κρίσης	10
6.1.5 Διαδικαστική γνώση - Διερευνητική διδασκαλία και μάθηση	12
6.1.5.1 Δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας.....	12
6.1.5.2 Το πλαίσιο της διερευνητικής διδασκαλία και μάθησης	14
6.1.6 Επιστημική γνώση.....	16
6.2 Πώς φτιάχνω μια δραστηριότητα τύπου PISA και πώς αλλάζω τη δυσκολία της.....	21
6.2.1 Παραλλαγές μιας δραστηριότητας	22
6.2.2 Πώς χρησιμοποιώ σκαλωσιές μάθησης για τους πιο αδύναμους μαθητές	24
6.3 Σύντομη παρουσίαση αποθετηρίων με θέματα και υλικό για το PISA.....	26
Ενδεικτική βιβλιογραφία.....	28

6.1 Μετάφραση των ευρημάτων PISA σε προτεραιότητες διδασκαλίας

Από τις ενότητες που προηγήθηκαν γίνεται φανερό ότι για να προσεγγίσει η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών τους στόχους του επιστημονικού εγγραμματισμού, χρειάζεται η διδασκαλία και η μάθηση να μετατοπιστεί από την αναπαραγωγή τυποποιημένης γνώσης προς τη σύνδεση με δεδομένα και ερωτήματα του πραγματικού κόσμου, την ενίσχυση της διερευνητικής διδασκαλίας και μάθησης, της διαδικαστικής και επιστημικής γνώσης, της αξιοποίησης συνδυασμού πηγών και της ενίσχυσης της επιχειρηματολογίας και της τεκμηριωμένης κρίσης των μαθητών.

6.1.1. Η υπάρχουσα κατάσταση με βάση τα διδακτικά εγχειρίδια

Στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, όπως για παράδειγμα στην Α' Λυκείου, κυριαρχεί συνήθως η παραγωγική προσέγγιση της διδασκαλίας. Οι νέες έννοιες, οι νόμοι και οι αρχές παρουσιάζονται στους μαθητές ως ήδη διαμορφωμένες και αδιαμφισβήτητες αλήθειες, τις οποίες εκείνοι καλούνται να κατανοήσουν, να απομνημονεύσουν και στη συνέχεια να εφαρμόσουν σε ερωτήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης. Σε αρκετές περιπτώσεις, η διαδικασία αυτή συνοδεύεται και από εργαστηριακές δραστηριότητες, όχι όμως με στόχο τη διερεύνηση ή την ανακάλυψη, αλλά κυρίως για να επιβεβαιωθεί πειραματικά ότι όσα διδάχθηκαν θεωρητικά «ισχύουν και στην πράξη».

Μια τέτοια προσέγγιση βρίσκεται σε έντονη αντίθεση με τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσεται η ίδια η επιστήμη. Η επιστημονική γνώση δεν προκύπτει ως έτοιμο και αμετάβλητο οικοδόμημα, αλλά ως αποτέλεσμα παρατήρησης, διατύπωσης ερωτημάτων, υπόθεσης, πειραματισμού, αναθεώρησης και κριτικής συζήτησης. Με άλλα λόγια, η επιστήμη προχωρά μέσα από μια δυναμική και συχνά μη γραμμική πορεία διερεύνησης, ενώ στο σχολείο παρουσιάζεται πολλές φορές ως ένα κλειστό σύστημα βεβαιοτήτων.

Η απόσταση αυτή ανάμεσα στη σχολική διδασκαλία και στη φύση της επιστημονικής διαδικασίας έχει σημαντικές παιδαγωγικές συνέπειες. Οι μαθητές συνηθίζουν να αντιλαμβάνονται τη γνώση ως κάτι που παραδίδεται από τον εκπαιδευτικό ή το σχολικό εγχειρίδιο και όχι ως κάτι που μπορεί να διερευνηθεί, να ελεγχθεί και να οικοδομηθεί ενεργητικά. Έτσι, περιορίζεται η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της επιστημονικής περιέργειας και της ικανότητας διατύπωσης ερωτημάτων, δηλαδή δεξιοτήτων που αποτελούν τον πυρήνα της επιστημονικής παιδείας.

Επιπλέον, οι ερωτήσεις και οι ασκήσεις που συνοδεύουν τη διδασκαλία είναι συχνά «αποκομμένες» από τα φαινόμενα του πραγματικού κόσμου. Παρουσιάζουν ιδανικές συνθήκες, έτοιμα δεδομένα και μονοσήμαντες απαντήσεις, με αποτέλεσμα η νέα γνώση να παραμένει εγκλωβισμένη στο

σχολικό πλαίσιο και να μην μεταφέρεται εύκολα σε καθημερινές καταστάσεις. Οι μαθητές ενδέχεται να λύνουν με επιτυχία μια τυπική άσκηση του βιβλίου, αλλά να δυσκολεύονται να χρησιμοποιήσουν την ίδια γνώση για να ερμηνεύσουν ένα φυσικό φαινόμενο που παρατηρούν στην καθημερινή τους ζωή.

Ακολουθούν ενδεικτικά παραδείγματα από τα βιβλία της Α΄ Λυκείου:

1^ο παράδειγμα: Στην υποενότητα «1.2.4. Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα ή Θεμελιώδης νόμος της μηχανικής» περιγράφεται ένα υποθετικό πείραμα μέσω του οποίου επιχειρείται να «θεμελιωθεί» η καθολική ισχύς του δεύτερου νόμου του Νεύτωνα. Ακολουθούν οι σχετικές ασκήσεις π.χ. 12, 13 και 14 (σελ. 108), οι οποίες δεν συνδέονται με καταστάσεις προσιτές στην καθημερινότητα των μαθητών. Έτσι, χάνεται η δυνατότητα να συζητηθούν ζητήματα με άμεσο πρακτικό ενδιαφέρον, όπως η οδική ασφάλεια και η δυναμική των οχημάτων για παράδειγμα η απόσταση φρεναρίσματος ή θέματα ενεργειακής κατανάλωσης και περιβαλλοντικού αποτυπώματος, καθώς η μεγαλύτερη μάζα ενός οχήματος απαιτεί μεγαλύτερη δύναμη για την επιτάχυνσή του, γεγονός που συνδέεται με αυξημένη κατανάλωση καυσίμου και, κατά συνέπεια, με αυξημένες εκπομπές ρύπων.

2^ο παράδειγμα: Με ανάλογο τρόπο, μέσω ενός υποθετικού πειράματος παρουσιάζεται και η παράγραφος «1.3.7 Ο νόμος της Τριβής». Και εδώ, οι σχετικές ασκήσεις, όπως οι 9, 11 και 12 (σελ. 157-158), δεν συνδέονται ουσιαστικά με εμπειρίες και καταστάσεις οικείες στους μαθητές. Έτσι, χάνεται η δυνατότητα να συζητηθούν θέματα πρακτικού ενδιαφέροντος, όπως ο ρόλος της τριβής στην ασφαλή κίνηση πεζών, ποδηλάτων και οχημάτων, η σημασία της πρόσφυσης των ελαστικών και της κατάστασης του οδοστρώματος, η χρήση αντιολισθητικών υλικών σε δρόμους και πεζοδρόμια, αλλά και η ανάγκη μείωσης της τριβής σε μηχανές και κινούμενα μέρη με τη χρήση λιπαντικών. Με τέτοιες συνδέσεις, ο νόμος της τριβής θα μπορούσε να παρουσιαστεί όχι μόνο ως τυπική σχολική γνώση, αλλά και ως εργαλείο ερμηνείας καθημερινών φαινομένων και τεχνολογικών εφαρμογών.

3^ο παράδειγμα: Στην υποενότητα «Εκφράσεις περιεκτικότητας» δίνονται οι σχετικοί ορισμοί και ακολουθούν ασκήσεις εφαρμογής τους, όπως οι ασκήσεις 84 και 85 (σελ. 38) που είναι της μορφής: Πόσα g ουσίας Α περιέχονται σε Ψ g διαλύματος της ουσίας Α περιεκτικότητας X % w/w ή w/v.

Είναι προφανές ότι με αυτόν τον τρόπο περιορίζεται σημαντικά η δυνατότητα να αναδειχθούν όψεις της γνώσης που συνδέονται ουσιαστικά με την καθημερινή ζωή. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν να συζητηθούν οι διατροφικές δηλώσεις στις συσκευασίες τροφίμων, οι ημερήσιες συνιστώμενες ποσότητες πρόσληψης διαφόρων ουσιών π.χ. καφεΐνη, αλάτι κ.ά.), αλλά και ζητήματα περιβαλλοντικής επιβάρυνσης με ποσοτική διάσταση, όπως η

συγκέντρωση CO₂ σε ppm ή η παρουσία αιωρούμενων μικροσωματιδίων σε μg/m³ αέρα.

4ο παράδειγμα: Στις υποενότητες «Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης», «Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης» και «Εξουδετέρωση» η έμφαση δίνεται κυρίως στον μηχανισμό αντιμετάθεσης των χημικών ειδών, για παράδειγμα του μετάλλου με το θετικό ιόν στις αντιδράσεις απλής αντικατάστασης και των ιόντων στις αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης και εξουδετέρωσης. Παράλληλα, η διδασκαλία εστιάζει στη δεξιότητα χρήσης της σειράς δραστηριότητας των μετάλλων και των πινάκων διαλυτότητας, ιζημάτων και αερίων. Αντίστοιχα, στις ασκήσεις ζητείται κυρίως η συμπλήρωση χημικών εξισώσεων, δηλαδή ο προσδιορισμός των προϊόντων και η εύρεση των συντελεστών. Υπάρχουν βέβαια και ορισμένες ερωτήσεις που επιχειρούν μια περιορισμένη σύνδεση με την πραγματική ζωή, όπως η ερώτηση 80 (σελ. 122), όμως αυτές παραμένουν μάλλον εξαιρέσεις.

Έτσι, χάνεται αφενός η δυνατότητα μιας πιο διερευνητικής προσέγγισης, κατά την οποία οι μαθητές θα μπορούσαν, μέσα από απλά πειράματα και παρατηρήσεις, να οικοδομήσουν οι ίδιοι μια στοιχειώδη σειρά δραστηριότητας των μετάλλων ή έναν μικρό πίνακα ιζημάτων. Αφετέρου, παραμερίζονται ισχυρές συνδέσεις με την πραγματική ζωή, όπως η διάβρωση και η προστασία των μετάλλων, η απομάκρυνση αλάτων και επικαθίσεων με όξινα καθαριστικά, η χρήση αντιόξινων σκευασμάτων για την εξουδετέρωση του γαστρικού οξέος καθώς και η επεξεργασία νερού και αποβλήτων. Με αυτόν τον τρόπο, η Χημεία παρουσιάζεται ως ένα κλειστό σύστημα συμβολικών μετασχηματισμών και όχι ως επιστήμη που βοηθά στην κατανόηση φαινομένων, υλικών και πρακτικών της καθημερινής ζωής.

5ο παράδειγμα: Στην ενότητα «Κεντρικό Νευρικό Σύστημα» οι οδηγίες του ΙΕΠ ζητούν από τους εκπαιδευτικούς να εστιάσουν στα παρακάτω μαθησιακά αποτελέσματα: Οι μαθητές να μπορούν να:

- ονομάζουν τα όργανα που αποτελούν το ΚΝΣ,
- εξηγούν το ρόλο των μηνίγγων και του εγκεφαλονωτιαίου υγρού στην εύρυθμη λειτουργία του ΚΝΣ,
- περιγράφουν τη δομή του Νωτιαίου Μυελού ονομάζοντας φαιά και λευκή ουσία,
- εξηγούν τις λειτουργίες του Νωτιαίου Μυελού,
- εξηγούν τις λειτουργίες του εγκεφάλου,
- περιγράφουν τον εγκέφαλο του ανθρώπου ονομάζοντας το στέλεχος, την παρεγκεφαλίδα, τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, τους λοβούς, τις έλικες, τις αύλακες, την επιμήκη σχισμή, τον φλοιό των ημισφαιρίων, αναγνωρίζοντας την πολυπλοκότητά του εγκεφάλου και συνδέοντας κάθε ένα από τα προαναφερθέντα τμήματα του εγκεφάλου με τις βασικές του λειτουργίες.

Οι οδηγίες του ΙΕΠ εστιάζουν κυρίως στη γνώση περιεχομένου ανατομίας και φυσιολογίας, σε πλήρη συμφωνία με τη στόχευση της αντίστοιχης ενότητας του σχολικού εγχειριδίου. Ακόμη και οι υποενότητες «Μνήμη», «Μάθηση» και «Συμπεριφορά» (σελ. 162–164), παρότι προσφέρονται για ευρύτερους παιδαγωγικούς και κοινωνικούς συσχετισμούς, παρουσιάζονται κυρίως με επεξηγηματικό χαρακτήρα, χωρίς ουσιαστικές πρακτικές προεκτάσεις. Αντίστοιχα, οι σχετικές ερωτήσεις περιορίζονται σχεδόν αποκλειστικά σε ζητήματα ανατομίας και φυσιολογίας. Υπάρχουν βέβαια ορισμένα ενδιαφέροντα ένθετα, όπως το «Νόσος Alzheimer», όμως αυτά βρίσκονται εκτός διδακτέας και εξεταστέας ύλης.

Και σε αυτή την περίπτωση περιορίζεται σημαντικά η δυνατότητα να αναδειχθούν όψεις της γνώσης που συνδέονται ουσιαστικά με την καθημερινή ζωή των μαθητών. Θα μπορούσαν, για παράδειγμα, να συζητηθούν ζητήματα όπως η θεωρία του γνωστικού φορτίου στη μάθηση, η σημασία της προσοχής, της μνήμης εργασίας και της επαναληπτικής εξάσκησης, η επίδραση του ύπνου, του άγχους και της χρήσης οθονών στη μάθηση και στη συμπεριφορά, αλλά και θέματα που αφορούν την πρόληψη νευροεκφυλιστικών ασθενειών. Με τέτοιες συνδέσεις, η συγκεκριμένη ενότητα θα μπορούσε να αποκτήσει μεγαλύτερη προσωπική και κοινωνική σημασία για τους μαθητές, αντί να περιορίζεται κυρίως στην απομνημόνευση ονομασιών και λειτουργιών.

6.1.2 Ερμηνεία δεδομένων από αυθεντικά περιβάλλοντα

Τα ευρήματα και το πλαίσιο του PISA δείχνουν ότι ο επιστημονικός εγγραμματισμός δεν αφορά στην απλή απομνημόνευση επιστημονικών γνώσεων ή την κατάκτηση μεθοδολογιών επίλυσης σχολικών ασκήσεων. Αφορά την ικανότητα των μαθητών να χρησιμοποιούν επιστημονικές ιδέες, να αναγνωρίζουν ερωτήματα που μπορούν να διερευνηθούν επιστημονικά και να διατυπώνουν τεκμηριωμένα συμπεράσματα με βάση δεδομένα και αποδείξεις. Στο PISA, η επιστήμη συνδέεται συστηματικά με προσωπικά, τοπικά/εθνικά και παγκόσμια συμφραζόμενα, ώστε οι μαθητές να καλούνται να ερμηνεύουν καταστάσεις που προσομοιάζουν σε πραγματικά ζητήματα ζωής, υγείας, περιβάλλοντος και τεχνολογίας.

Από αυτή την οπτική, μία βασική διδακτική προτεραιότητα είναι η καλλιέργεια της ικανότητας των μαθητών να εργάζονται με **αυθεντικά δεδομένα** και με τις **αναπαραστάσεις** τους. Στον επιστημονικό εγγραμματισμό, οι αναπαραστάσεις —πίνακες, γραφήματα, διαγράμματα, εικόνες, χάρτες, συμβολικά μοντέλα ή σύντομες περιγραφές πειραματικών διαδικασιών— δεν αποτελούν απλό συνοδευτικό υλικό, αλλά βασικό μέσο σκέψης. Οι μαθητές χρειάζεται να μάθουν να διαβάζουν προσεκτικά τέτοιες αναπαραστάσεις, να εντοπίζουν τάσεις και σχέσεις, να συγκρίνουν σύνολα δεδομένων, να αναγνωρίζουν μεταβλητές και να

ελέγχουν αν ένα συμπέρασμα υποστηρίζεται πράγματι από τα διαθέσιμα στοιχεία.

Η λογική αυτή βρίσκεται στον πυρήνα των επιστημονικών ικανοτήτων που το PISA αξιολογεί, όπως η ερμηνεία δεδομένων και αποδείξεων, αλλά και η αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο σχεδιάζεται μια επιστημονική διερεύνηση.

Η διδασκαλία, επομένως, οφείλει να μετακινηθεί από τις κλειστές, τυπικές ασκήσεις σε δραστηριότητες όπου οι μαθητές επεξεργάζονται δεδομένα από ρεαλιστικά περιβάλλοντα: για παράδειγμα, μετρήσεις θερμοκρασίας, κατανάλωσης ενέργειας, διατροφικών συνηθειών, περιβαλλοντικών δεικτών ή δεδομένων υγείας. Σε τέτοιες δραστηριότητες δεν αρκεί να «βρουν τη σωστή απάντηση», αλλά χρειάζεται να αιτιολογούν, να διατυπώνουν υποθέσεις, να ελέγχουν την αξιοπιστία μιας πηγής, να διακρίνουν ανάμεσα σε παρατήρηση και ερμηνεία και να αναγνωρίζουν ότι τα επιστημονικά συμπεράσματα στηρίζονται σε τεκμήρια, αλλά παραμένουν ανοιχτά σε αναθεώρηση όταν προκύπτουν νέα δεδομένα. Άλλωστε, ο ΟΟΣΑ διαπιστώνει ότι

η ικανότητα επιστημονικής διερεύνησης συνδέεται θετικά με την επίδοση των μαθητών στην επιστήμη.

Συνεπώς, η ερμηνεία δεδομένων από αυθεντικά περιβάλλοντα πρέπει να αποτελεί κεντρικό στόχο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Η προτεραιότητα δεν είναι μόνο να γνωρίζουν οι μαθητές επιστημονικά γεγονότα, αλλά να μπορούν να χρησιμοποιούν αναπαραστάσεις, να αξιολογούν αποδείξεις και να λαμβάνουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις ως μελλοντικοί πολίτες. Έτσι, ο επιστημονικός εγγραμματισμός μετατρέπεται από σχολική ύλη σε ουσιαστική ικανότητα κατανόησης και ερμηνείας του σύγχρονου κόσμου.

6.1.3. Αξιοποίηση πληροφοριών από συνδυασμό πηγών

Η αξιοποίηση πληροφοριών από συνδυασμό πηγών αποτελεί βασική διάσταση του επιστημονικού εγγραμματισμού, γιατί στις σύγχρονες επιστημονικές και κοινωνικές συνθήκες οι μαθητές δεν έρχονται αντιμέτωποι με μία μόνο πληροφορία ή ένα μόνο κείμενο, αλλά με δεδομένα που προέρχονται από διαφορετικές αναπαραστάσεις και πηγές.

Στις Φυσικές Επιστήμες αυτό μπορεί να σημαίνει ότι χρειάζεται να συνδυάσουν ένα σύντομο επεξηγηματικό κείμενο με ένα γράφημα, έναν πίνακα μετρήσεων, ένα διάγραμμα, μια εικόνα ή ακόμη και αποτελέσματα από προσομοίωση.

Η ικανότητα αυτή δεν περιορίζεται στην «ανάγνωση» κάθε πηγής ξεχωριστά, αλλά περιλαμβάνει τη σύγκριση, τη συσχέτιση και την ενοποίηση πληροφοριών, ώστε οι μαθητές να μπορούν να διατυπώνουν τεκμηριωμένα συμπεράσματα. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύεται όχι μόνο η κατανόηση εννοιών, αλλά και η επιχειρηματολογία, η αξιολόγηση ισχυρισμών και η λήψη αποφάσεων σε αυθεντικά

Ενδεικτικά παραδείγματα από ερωτήσεις PISA που μπορούν να αξιοποιηθούν:

Α) ΠΥΘΜΙΖΟΜΕΝΑ ΓΥΑΛΙΑ: Για παράδειγμα στην ερώτηση 4 οι μαθητές πρέπει να αξιοποιήσουν:

- πληροφορίες από το εισαγωγικό κείμενο,
- οδηγίες για την εφαρμογή της προσομοίωσης που περιλαμβάνουν την άντληση πληροφοριών κείμενο και εικόνες και
- δεδομένα που παράγουν οι ίδιοι από την προσομοίωση,

για να ερμηνεύσουν πώς αλλάζει η όραση όταν μεταβάλλονται συγκεκριμένοι παράγοντες.

Skills4Life

Ερώτηση 3/5

ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΑ ΓΥΑΛΙΑ

Να εκτελέσεις την προσομοίωση και να συλλέξεις δεδομένα με βάση τις παρακάτω πληροφορίες, ακολουθώντας τις ΟΔΗΓΙΕΣ. Να επιλέξεις τη σωστή φράση, για να συμπληρώσεις τις προτάσεις. Στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Η Άννα, χωρίς γυαλιά, βλέπει τόσο τα κοντινά όσο και τα μακρινά αντικείμενα εστιασμένα.

Πώς επηρεάζουν την όραση της Άννας οι ρυθμίσεις στα γυαλιά;

Η προσθήκη υγρού στον φακό κάνει τα μακρινά αντικείμενα να εμφανίζονται .

εστιασμένα
/
μη εστιασμένα

Η αφαίρεση υγρού από τον φακό κάνει τα κοντινά αντικείμενα να εμφανίζονται .

εστιασμένα
/
μη εστιασμένα

➡
ΟΔΗΓΙΕΣ

Β) ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΙΚΙΑΣ ΜΕΛΙΣΣΩΝ. Για παράδειγμα στην 4^η ερώτηση οι μαθητές πρέπει να αξιοποιήσουν:

- σύντομο εισαγωγικό κείμενο,
- γραφική παράσταση
- και πληροφορίες από μελέτη,

για να ερμηνεύσουν τη σχέση ανάμεσα σε εντομοκτόνο και κατάρρευση αποικιών μελισσών.

6.1.4 Ενίσχυση της επιχειρηματολογίας και της τεκμηριωμένης κρίσης

Στις Φυσικές Επιστήμες δεν αρκεί οι μαθητές να γνωρίζουν επιστημονικά δεδομένα. Χρειάζεται να μπορούν να τα αξιοποιούν για να ερμηνεύουν φαινόμενα, να αξιολογούν ισχυρισμούς και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις. Η επιχειρηματολογία καλλιεργείται όταν οι μαθητές στο τέλος μιας δραστηριότητας καλούνται να διατυπώσουν θέση και να εμπλακούν σε συζήτηση με ανταλλαγή επιχειρημάτων προκειμένου να υποστηρίξουν με στοιχεία το συμπέρασμά τους ή να εξετάσουν εναλλακτικές ερμηνείες.

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα για τη Βιολογία είναι να δοθεί ένας ισχυρισμός από τα κοινωνικά δίκτυα, όπως ότι «τα εμβόλια είναι πιο επικίνδυνα από τις ασθένειες που προλαμβάνουν». Στο πλαίσιο μιας μελέτης περίπτωσης, οι μαθητές καλούνται να εργαστούν σε ομάδες για να ελέγξουν την αξιοπιστία της πηγής, να αξιοποιήσουν δεδομένα για τις παρενέργειες και την αποτελεσματικότητα των εμβολίων.

Αντίστοιχο παράδειγμα από τα θέματα PISA είναι η **2^η ερώτηση** από το θέμα [ΤΟ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΤΟΥ ΣΕΜΜΕΛΒΑΙΣ](#). Προτείνεται να διατυπωθεί ως ερώτηση σύντομης απάντησης (όχι ως κλειστού τύπου που είναι στο PISA), ώστε οι μαθητές να υποστηρίξουν με επιχειρήματα την άποψή τους και θα αναπτυχθεί και η σχετική συζήτηση.

Skills4Life ● ● ● ●

ΤΟ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΤΟΥ ΣΕΜΜΕΛΒΑΙΣ

Ερώτηση 2/4

Αφού ανατρέξεις στα δυο κείμενα στα δεξιά, κάνε κλικ σε μια επιλογή για να απαντήσεις στην ερώτηση και στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Η νέα ιδέα του Σεμμελβάις σχετιζόταν με το υψηλό ποσοστό θανάτων των γυναικών στις δύο πτέρυγες μαιευτικής και τη συμπεριφορά των φοιτητών. Ποια ήταν αυτή η ιδέα;

- ☐ Α. Η απολύμανση των ιδίων των φοιτητών μετά τις νεκροψίες αναμενόταν να οδηγήσει στη μείωση του επιλόχειου πυρετού.
- ☐ Β. Οι φοιτητές δεν έπρεπε να συμμετέχουν στις νεκροψίες, διότι θα μπορούσαν να αυτοτραυματιστούν.
- ☐ Γ. Οι φοιτητές μύριζαν επειδή δεν πλενότουσαν μετά τη νεκροψία.
- ☐ Δ. Οι φοιτητές ήθελαν να δείξουν ότι είναι εργατικοί, και αυτό τους έκανε απρόσεκτους κατά την εξέταση των γυναικών.

Κείμενο 1 **Κείμενο 2**

Ημερολόγιο του Σεμμελβάις

«Ιούλιος 1846. Την ερχόμενη εβδομάδα θα αναλάβω τη θέση του «Επιμελητή Α» στην Πρώτη Πτέρυγα της μαιευτικής κλινικής του Γενικού Νοσοκομείου της Βιέννης. Τρόμαξα όταν άκουσα το ποσοστό των ασθενών που πεθαίνουν σ' αυτήν την κλινική. Αυτό το μήνα 36 από τις 208 μητέρες πέθαναν εκεί, όλες από επιλόχειο πυρετό. Το να φέρεις στη ζωή ένα παιδί είναι τόσο επικίνδυνο όσο η πνευμονία πρώτου βαθμού».

Αυτό το κείμενο από το ημερολόγιο του Ιγνάτιου Σεμμελβάις (1818-1865) περιγράφει τις καταστροφικές συνέπειες του επιλόχειου πυρετού, μιας μεταδοτικής ασθένειας, που προκάλεσε το θάνατο πολλών γυναικών μετά τον τοκετό. Ο Σεμμελβάις συνέλεξε στοιχεία για τον αριθμό των θανάτων που οφείλονταν στον επιλόχειο πυρετό και από την Πρώτη και από τη Δεύτερη Πτέρυγα (βλέπε το διάγραμμα).

Οι γιατροί, μεταξύ των οποίων και ο Σεμμελβάις, αγνοούσαν την αιτία που προκαλούσε τον επιλόχειο πυρετό. Πάλι από το ημερολόγιο του Σεμμελβάις διαβάζουμε: «Δεκέμβριος 1846. Γιατί τόσες πολλές γυναίκες πεθαίνουν από αυτόν

Διάγραμμα: Αριθμός θανάτων από επιλόχειο πυρετό (1841-1847)

Χρόνος	Πρώτη Πτέρυγα	Δεύτερη Πτέρυγα
1841	~10	~2
1842	~12	~2
1843	~15	~2
1844	~18	~2
1845	~20	~2
1846	~36	~2
1847	~25	~2

Ενδεικτικό παράδειγμα για τη Χημεία είναι να αξιοποιηθεί μια διαφήμιση καλλυντικού που προβάλλεται ως “δεν περιέχει καθόλου χημικά” ή ενός ενεργειακού ποτού που χαρακτηρίζεται “απολύτως υγιεινό”. Οι μαθητές καλούνται να αναλύσουν τα συστατικά του προϊόντος, να συζητήσουν τι σημαίνουν έννοιες όπως χημική ουσία, συγκέντρωση, πρόσθετα και πιθανές επιδράσεις στον οργανισμό, και να επιχειρηματολογήσουν για το αν ο σχετικός ισχυρισμός είναι επιστημονικά βάσιμος ή παραπλανητικός.

διαμορφώνουν υπεύθυνη στάση απέναντι σε κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα. Έτσι, οι Φυσικές Επιστήμες δεν διδάσκονται μόνο ως σώμα γνώσεων, αλλά και ως πεδίο κριτικής σκέψης, διαλόγου και τεκμηριωμένης συμμετοχής του πολίτη.

6.1.5 Διαδικαστική γνώση - Διερευνητική διδασκαλία και μάθηση

Η καλλιέργεια επιστημονικού γραμματισμού δεν προϋποθέτει μόνο γνώση εννοιών και θεωριών, αλλά και διαδικαστική μάθηση, δηλαδή εξοικείωση των μαθητών με τις πρακτικές μέσω των οποίων παράγεται, ελέγχεται και τεκμηριώνεται η επιστημονική γνώση.

Η ερευνητική πρακτική στις Φυσικές Επιστήμες παρόλο που δεν ακολουθεί μια μοναδική «επιστημονική μέθοδο», χαρακτηρίζεται από κοινές παραμέτρους, που στην εκπαιδευτική πρακτική αναφέρονται ως επιστημονικές διαδικασίες. Αυτές βοηθούν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως παρατήρηση, ταξινόμηση, μέτρηση, εξαγωγή συμπερασμάτων από δεδομένα κ.ά. που είναι χρήσιμες όχι μόνο στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών, αλλά και στην καθημερινή ζωή (Duschl et al., 2007; Χαλκιά, 2010).

Οι δεξιότητες αυτές αναφέρονται ως δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας και είναι κατάλληλες για τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών.

6.1.5.1 Δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας

Οι δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας συνήθως ιεραρχούνται σε δύο επίπεδα, το βασικό και το ολοκληρωμένο (NARST 1990, Brotherton & Preece 1995, Derilo 2019).

Στην κατηγορία των βασικών δεξιοτήτων εντάσσονται συνήθως οι δεξιότητες:

Παρατήρηση. Η παρατήρηση αποτελεί το ερέθισμα για την δραστηριοποίηση της επιστημονικής σκέψης. Γίνεται με χρήση των αισθήσεων. Με κατάλληλη εξάσκηση οι μαθητές/τριες αποκτούν τη δεξιότητα να κάνουν ακριβείς και αμερόληπτες παρατηρήσεις όσον αφορά ένα φαινόμενο, ένα γεγονός ή μια κατάσταση. Για παράδειγμα, οι μαθητές/τριες παρατηρούν και περιγράφουν τι συμβαίνει κατά την καύση ταινίας μαγνησίου.

Ταξινόμηση. Πρόκειται για τη δεξιότητα ομαδοποίησης αντικειμένων ή φαινομένων με βάση ομοιότητες και διαφορές ή με βάση κάποιο κριτήριο. Για παράδειγμα, η ταξινόμηση διαφόρων υλικών ως προς την ιδιότητα της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, δηλαδή σε αγωγούς και μονωτές.

Ερμηνεία παρατήρησης. Αφορά στη διατύπωση μιας λογικής ερμηνείας που βασίζεται σε δεδομένα παρατήρησης καθώς και σε κάποια υπάρχουσα γνώση για ένα φαινόμενο/κατάσταση/γεγονός. Για παράδειγμα, ερμηνεύουμε ότι ένα διάλυμα είναι βασικό γιατί αλλάζει το χρώμα της φαινολοφθαλείνης από άχρωμο σε ροζ.

Μέτρηση. Είναι η δεξιότητα να προσδιορίζει κανείς ποσοτικά μεγέθη όπως το μήκος, η μάζα, ο όγκος, η θερμοκρασία και ο χρόνος με τη χρήση κατάλληλων μετρητικών μέσων και μονάδων. Για παράδειγμα ο προσδιορισμός του μήκους και του πλάτους του θρανίου σε εκατοστά με έναν χάρακα. Στη δεξιότητα της μέτρησης εντάσσονται επίσης η ακρίβεια (accuracy) και η πιστότητα (precision) των μετρήσεων.

Πρόβλεψη. Αφορά στην εκτίμηση μελλοντικού αποτελέσματος ενός φαινομένου με βάση μοτίβα που παρατηρούνται σε δεδομένα ή/και με βάση τη γνώση επιστημονικών αρχών. Για παράδειγμα, η πρόβλεψη ότι με την πρόοδο του χρόνου αναμένεται να μειώνεται σταδιακά το πλάτος ταλάντωσης ενός απλού εκκρεμούς λόγω τριβών.

Διατύπωση υπόθεσης. Πρόκειται για μια πρόταση δοκιμαστικής εξήγησης του τρόπου λειτουργίας ενός γεγονότος ή φαινομένου με βάση τις παρατηρήσεις και την προηγούμενη γνώση. Για παράδειγμα, τα φυτά θα αναπτύσσονται γρηγορότερα όταν τους παρέχεται περισσότερο φως, υπόθεση που βασίζεται σε προηγούμενες παρατηρήσεις ανάπτυξης φυτών. Συνήθως η υπόθεση οδηγεί στη διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος ή ερευνητικών ερωτημάτων.

Επικοινωνία των ευρημάτων. Αφορά στη δεξιότητα προφορικής ή γραπτής επικοινωνίας των μαθητών/τριών κατά τον σχεδιασμό της διερεύνησης, κατά την εξαγωγή των συμπερασμάτων και κατά την παρουσίαση των πειραματικών δεδομένων και των συμπερασμάτων σε τρίτους.

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλής τάξης, όπως ο σχεδιασμός και η διεξαγωγή έρευνας, η ανάλυση δεδομένων και η εξαγωγή συμπερασμάτων, αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία των μαθητών, ακόμα και όσων έχουν χαμηλότερες επιδόσεις (Zohar & Dori, 2003). Οι δεξιότητες αυτές συνήθως αναφέρονται ως ολοκληρωμένες δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας.

Σχεδιασμός και διεξαγωγή έρευνας. Ικανότητα σχεδιασμού πειράματος με προσδιορισμό των μεταβλητών που επηρεάζουν το φαινόμενο, του τρόπου διαχείρισής τους, της επιλογής κατάλληλου εξοπλισμού και των κατάλληλων διαδικασιών, συμπεριλαμβανομένων και των ζητημάτων ασφάλειας στο εργαστήριο.

Ανεξάρτητη μεταβλητή: Είναι το μέγεθος που μεταβάλλεται σκόπιμα από τον/την ερευνητή/τρια, με σκοπό να παρατηρηθεί η επίδρασή του στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Εξαρτημένη μεταβλητή: Είναι ο παράγοντας τις τιμές του οποίου επιδιώκουμε να μετρήσουμε σε ένα πείραμα, ώστε να δούμε πώς επηρεάστηκαν από τις μεταβολές που κάναμε στις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής.

Μεταβλητές που κρατάμε σταθερές: Είναι παράγοντες ή συνθήκες που διατηρούνται αμετάβλητες/σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια ενός πειράματος.

Κρατώντας τους παράγοντες ή τις συνθήκες σταθερές ελαχιστοποιούμε την επιρροή/επίδραση αυτών των παραγόντων στην εξαρτημένη μεταβλητή, και έτσι διασφαλίζεται ότι οι παρατηρούμενες αλλαγές στην εξαρτημένη μεταβλητή οφείλονται αποκλειστικά στον χειρισμό που κάνουμε στην ανεξάρτητη μεταβλητή. Με άλλα λόγια εντοπίζεται μια σχέση αιτίας και αποτελέσματος μεταξύ τους.

Συλλογή και οργάνωση δεδομένων. Ικανότητα λήψης μετρήσεων, καταγραφής τους και οργάνωσης των δεδομένων.

Ανάλυση δεδομένων. Χρήση εργαλείων και μεθόδων για την κατανόηση κανονικοτήτων ή αποκλίσεων στα δεδομένα.

Εξαγωγή συμπερασμάτων από πειραματικά δεδομένα. Αξιοποίηση των κανονικοτήτων ή των αποκλίσεων στα δεδομένα σε συνδυασμό με επιστημονικές θεωρίες και αρχές για την εξαγωγή έγκυρων και τεκμηριωμένων συμπερασμάτων.

Αναστοχασμός και αξιολόγηση διαδικασιών. Κριτική αξιολόγηση της ερευνητικής διαδικασίας για τον εντοπισμό πιθανών σφαλμάτων ή μεροληψιών ή περιθωρίων βελτίωσης.

Τα χαρακτηριστικά και ο βαθμός ελευθερίας της “διερευνητικής ερευνητικής αυτονομίας” των μαθητών εξαρτάται από το βαθμό που οι μαθητές έχουν εξασκηθεί σε τέτοιας μορφής επιστημονικές δεξιότητες και από την ηλικία τους.

6.1.5.2 Το πλαίσιο της διερευνητικής διδασκαλία και μάθησης

Στη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση η ενότητα ξεκινά με την παρατήρηση ενός ενδιαφέροντος φαινομένου και μετά από κάποια συζήτηση διατυπώνεται ένα κατάλληλο ερευνητικό ερώτημα/πρόβλημα. Πρόκειται για ένα ερώτημα απλό, προσιτό, συναφές με όσα έχουν μέχρι στιγμής διδαχθεί και εμπεδώσει οι μαθητές, το οποίο καλό είναι να συνδέεται με την καθημερινή ζωή των μαθητών με τρόπο που να τους διεγείρει το ενδιαφέρον. Στη συνέχεια, οι μαθητές διεξάγουν μια μάλλον σύντομη έρευνα για να βρουν μια απάντηση στο ερώτημα/πρόβλημα.

Γενικότερα, η διερευνητική διδασκαλία εξελίσσεται σε φάσεις. Υπάρχουν αρκετές διαφορετικές προσεγγίσεις ως προς τις επιμέρους φάσεις και τη διάρθρωσή τους. Ενδεικτικά αναφέρουμε τις εξής:

α) Οι Καλκάνης και συνεργάτες (2013) προτείνουν τις ακόλουθες πέντε φάσεις, ως ακριβώς αντίστοιχα με τα βήματα της επιστημονικής μεθόδου:

- παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι
- συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω
- ενεργώ, πειραματίζομαι,
- συμπεραίνω, καταγράφω
- εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω

β) Η Χαλκιά (2010) περιγράφει τα εξής τρία βήματα:

- Σχεδιασμός της διερεύνησης ενός ερωτήματος: Κατάλληλη τροποποίηση του αρχικού ερωτήματος, προσδιορισμό των ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών, διατύπωση προβλέψεων, επιλογή και χρήση κατάλληλων εργαστηριακών υλικών και εξοπλισμού γνώση των κανόνων ασφαλείας και έλεγχο των πιθανών κινδύνων στο εργαστήριο.
- Λήψη και παρουσίαση των δεδομένων: Με προσδιορισμό μεθόδου συλλογής δεδομένων, πραγματοποίηση μετρήσεων στο εργαστήριο ή σε εικονικό εργαστήριο, καταγραφή των δεδομένων.
- Αξιολόγηση των δεδομένων: Με αναζήτηση κανονικοτήτων και συσχετίσεων, ερμηνεία των δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων και αξιολόγηση της διαδικασίας (σπουδαιότητα ευρημάτων και περιορισμοί).

γ) Οι Pedaste et al. (2015) περιγράφουν πέντε γενικές φάσεις με ισχυρή σύνδεση μεταξύ τους και με έμφαση στην επικοινωνία και τον αναστοχασμό:

- Προσανατολισμός. Επιδιώκεται η διέγερση του ενδιαφέροντος και τις περιέργειας των μαθητών σε σχέση με το θέμα που θα μελετηθεί.
- Σχεδιασμός. Περιλαμβάνει τη διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων και την επιλογή της υπόθεσης που θα διερευνηθεί.
- Έρευνα. Οι μαθητές εξερευνούν το πεδίο, σχεδιάζουν και υλοποιούν πείραμα και συλλέγουν δεδομένα και τέλος τα ερμηνεύουν ώστε να φθάσουν στη νέα γνώση. Αν χρειαστεί μπορεί να υπάρξει επάνοδος στα ερευνητικά ερωτήματα και τις υποθέσεις.
- Συμπεράσματα. Οι μαθητές διατυπώνουν τα τελικά τους συμπεράσματα σε σχέση με το ερευνητικό ερώτημα.
- Συζήτηση. Η διαδικασία παρουσίασης των ευρημάτων συγκεκριμένων φάσεων ή ολόκληρου του κύκλου της έρευνας μέσω της επικοινωνίας με άλλους ή/και του ελέγχου ολόκληρης της μαθησιακής διαδικασίας ή των φάσεων της μέσω της συμμετοχής σε δραστηριότητες αναστοχασμού.

Η διερευνητική προσέγγιση όταν συνδέεται με την καθημερινή εμπειρία των μαθητών, έχει μια σειρά από θετικές επιδράσεις στην διδακτικο-μαθησιακή διαδικασία, όπως (Mao, Chang, & Barufaldi 1988; Anderson, 2002; Yager & AcKay 2010; Pathway, 2012; Friesen & Scott, 2013; Harlen, 2013; Salinitri, Palazzolo, et al., 2018)

- την αύξηση της κατανόησης εννοιών,
- την καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας
- την ανάπτυξη πιο θετικής στάσης σχετικά με τις φυσικές επιστήμες,
- την αύξηση της ικανότητας μεταφοράς γνώσης,
- την παρακίνηση των μαθητών να εξερευνούν και να ερμηνεύουν τα φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω τους με διαδικασίες ορθολογικές και επιστημονικές,

- την κατάκτηση δεξιοτήτων επιστημονικής μεθοδολογίας
- την ενίσχυση των δεξιοτήτων συνεργασίας και επικοινωνίας.

Πρέπει να αναφερθεί ότι τα ευρήματα του PISA 2015 (OECD 2016:36&64, Cairns 2019) δείχνουν ότι:

- οι διδακτικές πρακτικές που περιελάμβαναν ισχυρή καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό συσχετίστηκαν με υψηλές επιδόσεις των μαθητών, ενώ
- οι διδακτικές πρακτικές που εστίαζαν στη συστηματική ενασχόληση των μαθητών με την δημιουργία των δικών τους ερευνητικών ερωτήσεων, πειραμάτων και συμπερασμάτων (ελεύθερη διερεύνηση) συσχετίστηκαν είτε με χαμηλές επιδόσεις είτε δεν είχαν σημαντική συσχέτιση.

Πίνακας 1. Τα επίπεδα διερεύνησης στο εργαστήριο

	Πόση πληροφορία δίνεται στους μαθητές			
Επίπεδο διερεύνησης	Ερώτηση	Οδηγίες	Αποτελέσματα	Υλικά
Επιβεβαίωση Οι μαθητές επιβεβαιώνουν κάτι εκ των προτέρων γνωστό	ναι	ναι	ναι	ναι
Δομημένη διερεύνηση Οι μαθητές έχουν πλήρεις οδηγίες για να διερευνήσουν το ερώτημα που δόθηκε, μόνο το αποτέλεσμα της διερεύνησης δεν είναι γνωστό	ναι	ναι	όχι	ναι
Καθοδηγούμενη διερεύνηση Δίνεται το ερώτημα και ίσως ο εξοπλισμός/αναλώσιμα, οι μαθητές πρέπει να σχεδιάσουν την πειραματική διαδικασία και να απαντήσουν στο ερώτημα.	ναι	όχι	όχι	ναι/όχι
Ανοιχτή διερεύνηση Οι μαθητές θέτουν το ερώτημα, σχεδιάζουν την πειραματική διαδικασία, προσδιορίζουν τον αναγκαίο εξοπλισμό/αναλώσιμα και απαντούν στο ερώτημα.	όχι	όχι	όχι	όχι

6.1.6 Επιστημική γνώση

Η επιστημική γνώση αφορά την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο παράγεται, οργανώνεται και δικαιολογείται η επιστημονική γνώση, καθώς και

των λόγων για τους οποίους οι επιστημονικοί ισχυρισμοί θεωρούνται αξιόπιστοι. Περιλαμβάνει την κατανόηση:

- της φύσης των επιστημονικών παρατηρήσεων, γεγονότων, υποθέσεων, μοντέλων και θεωριών.
- του σκοπού και των στόχων της επιστήμης (παραγωγή αξιόπιστων εξηγήσεων για τον φυσικό κόσμο και πρόβλεψη μελλοντικών γεγονότων) και της διάκρισής τους από την τεχνολογία (παραγωγή βέλτιστης λύσης για κάλυψη ανθρώπινων αναγκών).
- των αξιών της επιστήμης, όπως η αντικειμενικότητα, ο περιορισμός της μεροληψίας και η αξιολόγηση από ομοτίμους.

Η επιστημική γνώση αξιολογείται συνήθως μέσα από πλαίσια όπου ο μαθητής πρέπει να ερμηνεύσει και να απαντήσει σε ερώτημα που απαιτεί τέτοια γνώση: για παράδειγμα, μπορεί να του ζητηθεί να εντοπίσει αν τα συμπεράσματα δικαιολογούνται από τα δεδομένα ή ποιο τεκμήριο υποστηρίζει καλύτερα μια διατυπωμένη υπόθεση, και γιατί.

Στον πυρήνα της, η επιστημική γνώση έχει τέσσερα στοιχεία:

- τον ρόλο των μοντέλων στην επιστήμη,
- τον ρόλο των δεδομένων και των τεκμηρίων,
- τη φύση του επιστημονικού συλλογισμού,
- τον συνεργατικό και κοινοτικό χαρακτήρα της επιστημονικής διερεύνησης.

Μοντέλα. Βοηθούν στην κατανόηση του φυσικού κόσμου και μπορεί να είναι φυσικά, εννοιολογικά ή μαθηματικά. Επιτρέπουν εξηγήσεις και προβλέψεις που ελέγχονται με δεδομένα. Δεν αποτελούν την ίδια την πραγματικότητα, αλλά αναπαραστάσεις της που μας βοηθούν να σκεφτούμε οντότητες που είναι πολύ μικρές (π.χ. άτομα) ή υπερβολικά μεγάλες ή σύνθετες (π.χ. κλίμα).

Δεδομένα, τεκμήρια και επιστημονικοί ισχυρισμοί. Οι επιστημονικοί ισχυρισμοί στηρίζονται σε δεδομένα, μεθόδους και συλλογισμό. Τα τεκμήρια παράγονται μέσα από τις ερευνητικές πρακτικές των επιστημόνων. Το σφάλμα μέτρησης επηρεάζει τη βεβαιότητα της επιστημονικής γνώσης.

Η φύση του επιστημονικού συλλογισμού. Η φύση του επιστημονικού συλλογισμού περιλαμβάνει τις διαφορετικές μορφές εμπειρικής διερεύνησης (καθοδηγούμενο πείραμα, ελεύθερο πείραμα, εργασία πεδίου, αναζήτηση κανονικοτήτων), τους τύπους συλλογισμού:

- Παραγωγικός: ξεκινά από έναν γενικό νόμο ή αρχή και οδηγεί σε ειδικό συμπέρασμα για μια συγκεκριμένη περίπτωση.
- Επαγωγικός: ξεκινά από ένα φαινόμενο ή ένα σύνολο δεδομένων και προτείνει την πιθανότερη εξήγηση που θα μπορούσε να το ερμηνεύσει.
- Απαγωγικός: ξεκινά από ένα φαινόμενο ή ένα σύνολο δεδομένων και προτείνει την πιθανότερη εξήγηση που θα μπορούσε να το ερμηνεύσει.

- Πιθανολογικός: οδηγεί σε συμπεράσματα με βαθμό πιθανότητας και όχι βεβαιότητας, με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα και την αβεβαιότητά τους.

Οι εκάστοτε συλλογισμοί που χρησιμοποιούνται για τη θεμελίωση γνώσης και τον στόχο τους (να ελεγχθούν ερμηνευτικές υποθέσεις ή να προσδιοριστούν κανονικότητες ή οντότητες), τα ηθικά διλήμματα που εγείρονται στην επιστημονική πρακτική π.χ. πειράματα σε ζώα, συγκρούσεις συμφερόντων και τον ρόλο της επιστημονικής γνώσης, μαζί με άλλες μορφές γνώσης, στην αναγνώριση και αντιμετώπιση κοινωνικών και τεχνολογικών ζητημάτων και τα όριά της.

Ο συνεργατικός και κοινοτικός χαρακτήρας της επιστήμης.

Περιλαμβάνει:

- Το πώς χρηματοδοτείται η έρευνα (με δημόσια ή ιδιωτικά κεφάλαια) γιατί συνδέεται με ζητήματα αντικειμενικότητας.
- Τη σημασία της διαφάνειας και της συναίνεσης για τη διασφάλιση της εγκυρότητας της επιστημονικής γνώσης (διαφάνεια της έρευνας, αξιολόγηση από ομοτίμους και αναπαραγωγή των αποτελεσμάτων από ανεξάρτητους ερευνητές), ως πρακτικές που οδηγούν σε υψηλή αξιοπιστία των επιστημονικών ισχυρισμών.
- Τα όρια βεβαιότητας και εμπιστοσύνης στα επιστημονικά ευρήματα.
- Τον τρόπο που επικοινωνούνται τα επιστημονικά ευρήματα εντός της επιστημονικής κοινότητας, αλλά και προς το κοινό (π.χ. προδημοσιεύσεις, περιοδικά με κριτές, πρακτικά συνεδρίων, δημόσια επικοινωνία).

Ενδεικτικά παραδείγματα ερωτήσεων που απαιτούν για την απάντησή τους επιστημικού τύπου γνώσεις και ικανότητες είναι τα εξής:

1^ο Παράδειγμα: Ερώτηση 1 του θέματος ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Κείμενο ερέθισμα

Φαντάσου ότι ζεις κοντά σε ένα μεγάλο εργοστάσιο χημικών που παράγει γεωργικά λιπάσματα. Τα τελευταία χρόνια καταγράφηκαν στην περιοχή αρκετές περιπτώσεις ανθρώπων που υποφέρουν από μακροχρόνια αναπνευστικά προβλήματα. Πολλοί ντόπιοι πιστεύουν ότι αυτά τα προβλήματα προκαλούνται από τα τοξικά αέρια που εκπέμπει το κοντινό εργοστάσιο χημικών λιπασμάτων.

Για να συζητηθούν οι πιθανοί κίνδυνοι που διατρέχει η υγεία των κατοίκων της περιοχής από το εργοστάσιο χημικών, έγινε μια δημόσια συνάντηση. Κατά τη διάρκεια της συνάντησης, οι επιστήμονες έκαναν τις παρακάτω ανακοινώσεις.

Ανακοίνωση των επιστημόνων που εργάζονται για την εταιρεία χημικών

«Κάναμε μια μελέτη για την τοξικότητα του εδάφους στην περιοχή. Δεν βρήκαμε στοιχεία τοξικών χημικών στα δείγματα που πήραμε».

Ανακοίνωση των επιστημόνων που εργάζονται για τους πολίτες της τοπικής κοινότητας που ανησυχούν

«Εξετάσαμε τον αριθμό των περιστατικών με μακροχρόνια αναπνευστικά προβλήματα στην περιοχή και τον συγκρίναμε με τον αριθμό των περιστατικών σε περιοχές μακριά από το εργοστάσιο χημικών. Εμφανίζονται περισσότερα περιστατικά στην περιοχή κοντά στο εργοστάσιο χημικών».

Skills4Life

ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Ερώτηση 1/2

Να λάβεις υπόψη το κείμενο στα δεξιά. Πληκτρολόγησε την απάντησή σου στην ερώτηση. Στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Ο ιδιοκτήτης του εργοστασίου χημικών χρησιμοποίησε την ανακοίνωση των επιστημόνων που εργάζονται για την εταιρεία, για να υποστηρίξει ότι: «η εκπομπή αερίων από το εργοστάσιο δεν αποτελεί κίνδυνο για την υγεία των κατοίκων της περιοχής».

Να αναφέρεις ένα επιχειρήμα γιατί η ανακοίνωση των επιστημόνων που εργάζονται για το εργοστάσιο δεν επαρκεί για να στηρίξει την άποψη του ιδιοκτήτη του εργοστασίου.

Πληκτρολόγησε εδώ την απάντησή σου.

ΥΠΟΒΟΛΗ

Φαντάσου ότι ζεις κοντά σε ένα μεγάλο εργοστάσιο χημικών που παράγει γεωργικά λιπάσματα. Τα τελευταία χρόνια καταγράφηκαν στην περιοχή αρκετές περιπτώσεις ανθρώπων που υποφέρουν από μακροχρόνια αναπνευστικά προβλήματα. Πολλοί ντόπιοι πιστεύουν ότι αυτά τα προβλήματα προκαλούνται από τα τοξικά αέρια που εκπέμπει το κοντινό εργοστάσιο χημικών λιπασμάτων.

Για να συζητηθούν οι πιθανοί κίνδυνοι που διατρέχει η υγεία των κατοίκων της περιοχής από το εργοστάσιο χημικών, έγινε μια δημόσια συνάντηση. Κατά τη διάρκεια της συνάντησης, οι επιστήμονες έκαναν τις παρακάτω ανακοινώσεις.

Ανακοίνωση των επιστημόνων που εργάζονται για την εταιρεία χημικών

«Κάναμε μια μελέτη για την τοξικότητα του εδάφους στην περιοχή. Δεν βρήκαμε στοιχεία τοξικών χημικών στα δείγματα που πήραμε».

Ανακοίνωση των επιστημόνων που εργάζονται για τους πολίτες της τοπικής κοινότητας που ανησυχούν

➡ Οι μαθητές καλούνται να προσδιορίσουν περιορισμούς στην επιστημονική διερεύνηση ενός ερωτήματος (μη εξέταση όλων των παραγόντων που επηρεάζουν το φαινόμενο) και σε παράγοντες που επηρεάζουν την ερμηνεία των επιστημονικών δεδομένων (έλλειψη αντικειμενικότητας – διασφάλιση μη ύπαρξης μεροληψιών).

ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Ερώτηση 2/2

Να λάβεις υπόψη το κείμενο στα δεξιά. Πληκτρολόγησε την απάντησή σου στην ερώτηση. Στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Οι επιστήμονες που εργάζονται για τους πολίτες που ανησυχούν συγκρίναν τον αριθμό των ατόμων με μακροχρόνια αναπνευστικά προβλήματα που κατοικεί κοντά στο εργοστάσιο χημικών με εκείνον που κατοικεί σε περιοχές μακριά από το εργοστάσιο.

Να περιγράψεις μια πιθανή διαφορά ανάμεσα στις δύο περιοχές που θα σε έκανε να σκεφτείς ότι η σύγκριση δεν ήταν αξιόπιστη.

Πληκτρολόγησε εδώ την απάντησή σου.

➡ Οι μαθητές καλούνται να προσδιορίσουν παράγοντες που δημιουργούν περιορισμούς στην ερμηνεία δεδομένων.

2° Παράδειγμα: Ερωτήσεις 4 και 5 του θέματος [ΕΜΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ](#)

Skills4Life

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αφού διαβάσεις το κείμενο, απάντησε στις ερωτήσεις που ακολουθούν.

Μία ισχυρή αμφισβήτηση της ασφάλειας των εμβολίων παρουσιάστηκε το 1998, όταν ο Δρ Α. W. και η ομάδα του δημοσίευσαν σε έγκυρο επιστημονικό περιοδικό τα ερευνητικά τους δεδομένα από τα οποία συμπεράναν ότι το τριπλό εμβόλιο, δηλαδή το εμβόλιο για ιλαρά, παρωτίτιδα και ερυθρά (Measles - Mumps - Rubella ή MMR) μπορεί να προκαλέσει αυτισμό στα παιδιά (η πρώτη δόση του εμβολίου αυτού συνιστάται από τους γιατρούς να γίνεται σε ηλικία 15 μηνών).

Η έρευνα αυτή προκάλεσε ευρεία δημοσιότητα από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης και τα κοινωνικά δίκτυα, εγείροντας ανησυχία και αρνητικές αντιδράσεις σε ένα σημαντικό μέρος του πληθυσμού, όχι μόνο απέναντι στο εμβόλιο MMR, αλλά και σχετικά με την ασφάλεια των εμβολίων συνολικά.

Στη συνέχεια διαπιστώθηκε ότι η έρευνα στην οποία βασίστηκε η δημοσίευση αυτή είχε σοβαρά μεθοδολογικά προβλήματα και μεροληψίες, οι οποίες οδήγησαν στην απόσυρσή της από το επιστημονικό περιοδικό, στην καταδίκη της από την επιστημονική κοινότητα και στην αφαίρεση της άδειας άσκησης του ιατρικού επαγγέλματος από τον Α. W.

Τα σημαντικότερα προβλήματα της έρευνας ήταν τα εξής:

α) Εξαιρετικά μικρό δείγμα. Η έρευνα βασίστηκε σε μόλις 12 παιδιά, ένα εξαιρετικά μικρό μέγεθος δείγματος που δεν επιτρέπει την εξαγωγή γενικών ισχυρισμών για τον πληθυσμό.

β) Μη τυχαίο δείγμα. Οι συμμετέχοντες δεν επιλέχθηκαν τυχαία, αλλά μετά από υπόδειξη δικηγόρου που προετοίμαζε αγωγή κατά των εταιρειών που παρασκευάζουν εμβόλια.

γ) Παραποίηση δεδομένων. Αρκετά παιδιά που πήραν μέρος στην έρευνα αναφέρθηκε ότι εμφάνισαν συμπτώματα αυτισμού λίγο μετά τη λήψη του εμβολίου MMR, ενώ δεν εμφάνισαν ποτέ τέτοια προβλήματα ή είχαν εμφανίσει αναπτυξιακές διαταραχές πριν τον εμβολιασμό τους με το MMR.

δ) Αδυναμία επιβεβαίωσης των αποτελεσμάτων της έρευνας από άλλους επιστήμονες αναγνωρισμένου κύρους στο ίδιο επιστημονικό πεδίο. Καμία παρόμοια έρευνα από τις πολλές που ακολούθησαν δεν κατέληξε σε ευρήματα ανάλογα της έρευνας του Α. W. Για παράδειγμα, έρευνα που έγινε στη Δανία και περιελάμβανε 537.303 παιδιά διαπίστωσε ότι τα ανεμβολίαστα παιδιά είχαν ακριβώς τις ίδιες πιθανότητες να αναπτύξουν αυτισμό, όπως τα εμβολιασμένα.

Γενικά, όλες οι μετέπειτα έρευνες διαπίστωσαν ότι δεν υπήρχε καμία σχέση μεταξύ του εμβολίου MMR και του αυτισμού, επιβεβαιώνοντας την ασφάλεια του εμβολίου.



Υποδόρια χορήγηση εμβολίου MMR

Skills4Life

ΕΜΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ

Ερώτηση 3/4

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

Ποιος από τους ακόλουθους τρόπους είναι ο καλύτερος για να διαπιστώσει κανείς αν τα εμβόλια, όπως το MMR, είναι ασφαλή για τα παιδιά;

☐ Α. Να ρωτήσει φίλους και συγγενείς για τις εμπειρίες τους από το εμβόλιο.

☐ Β. Να αναζητήσει απαντήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και σε ενημερωτικές ιστοσελίδες.

☐ Γ. Να μελετήσει επιστημονικές δημοσιεύσεις ή/και ανακοινώσεις ιατρικών οργανισμών που έχουν αξιολογηθεί από άλλους επιστήμονες αναγνωρισμένου κύρους στο ίδιο επιστημονικό πεδίο.

☐ Δ. Να μελετήσει βιβλία σχετικά με τον αυτισμό.

ΥΠΟΒΟΛΗ

Μία ισχυρή αμφισβήτηση της ασφάλειας των εμβολίων παρουσιάστηκε το 1998, όταν ο Δρ Α. W. και η ομάδα του δημοσίευσαν σε έγκυρο επιστημονικό περιοδικό τα ερευνητικά τους δεδομένα από τα οποία συμπεράναν ότι το τριπλό εμβόλιο, δηλαδή το εμβόλιο για ιλαρά, παρωτίτιδα και ερυθρά (Measles - Mumps - Rubella ή MMR) μπορεί να προκαλέσει αυτισμό στα παιδιά (η πρώτη δόση του εμβολίου αυτού συνιστάται από τους γιατρούς να γίνεται σε ηλικία 15 μηνών).

Η έρευνα αυτή προκάλεσε ευρεία δημοσιότητα από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης και τα κοινωνικά δίκτυα, εγείροντας ανησυχία και αρνητικές αντιδράσεις σε ένα σημαντικό μέρος του πληθυσμού, όχι μόνο απέναντι στο εμβόλιο MMR, αλλά και σχετικά με την ασφάλεια των εμβολίων συνολικά.

Στη συνέχεια διαπιστώθηκε ότι η έρευνα στην οποία βασίστηκε η δημοσίευση αυτή είχε σοβαρά μεθοδολογικά προβλήματα και μεροληψίες, οι οποίες οδήγησαν στην απόσυρσή της από το επιστημονικό περιοδικό, στην καταδίκη της από την επιστημονική κοινότητα και στην αφαίρεση της άδειας άσκησης του ιατρικού επαγγέλματος από τον Α. W.

Τα σημαντικότερα προβλήματα της έρευνας ήταν τα εξής:

➡ Οι μαθητές καλούνται να διακρίνουν ανάμεσα σε διάφορες ερμηνείες αυτή που έχει επιστημονικό υπόβαθρο (βασίζεται σε αξιόπιστες επιστημονικές διαδικασίες).

ΕΜΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ

Ερώτηση 4/4

Αφού διαβάσεις το κείμενο στα δεξιά, πληκτρολόγησε την απάντησή σου στην ερώτηση και στη συνέχεια πάτησε ΥΠΟΒΟΛΗ.

Να εξηγήσετε γιατί είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ασφάλειας των εμβολίων, όπως το MMR, έρευνες μεγάλης κλίμακας, οι οποίες αξιολογούνται από ομότιμους (άλλους επιστήμονες αναγνωρισμένου κύρους στο ίδιο επιστημονικό πεδίο). Να αναφέρετε έναν λόγο για την ανάγκη ερευνών μεγάλης κλίμακας και έναν λόγο για την ανάγκη αξιολόγησης των ερευνών από ομοτίμους.

Πληκτρολόγησε εδώ την απάντησή σου...

- Οι μαθητές καλούνται να αναφέρουν ένα πλεονέκτημα των μεγάλων ερευνών (π.χ. αυξημένη αξιοπιστία – γενικευσιμότητα) και της αξιολόγησης από ομοτίμους (π.χ. αποφυγή μεθοδολογικών ατελειών ή μεροληψιών).

6.2 Πώς φτιάχνω μια δραστηριότητα τύπου PISA και πώς αλλάζω τη δυσκολία της

Μια καλά σχεδιασμένη δραστηριότητα με αυθεντικά δεδομένα πρέπει να περιλαμβάνει τρία βασικά στοιχεία: ένα σαφές πλαίσιο, μια αναπαράσταση δεδομένων (π.χ. γράφημα) και μια ακολουθία ερωτήσεων που κλιμακώνονται ως προς τη γνωστική απαίτηση.

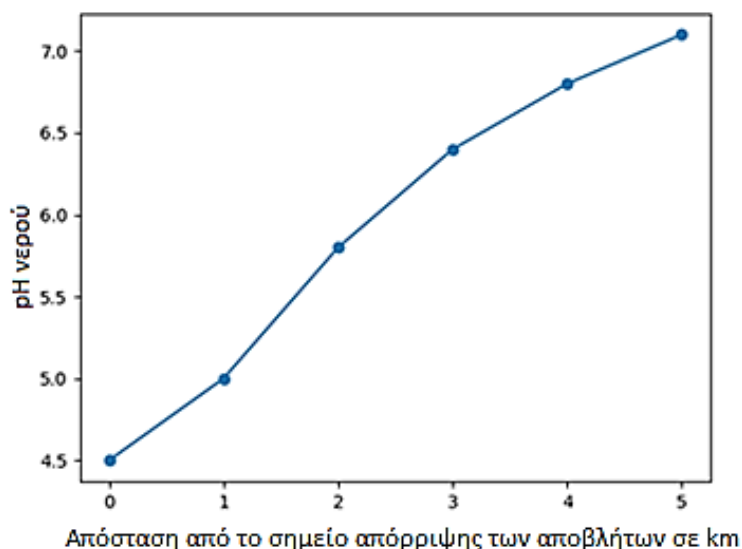
Η αξιοποίηση αυθεντικών δεδομένων και αναπαραστάσεων στη διδακτική πράξη, όπως προτείνεται στο πλαίσιο του PISA, συνδέεται άμεσα με την επαγωγική προσέγγιση, η οποία υπάρχει και στα νέα Προγράμματα Σπουδών. Στην προσέγγιση αυτή η μαθησιακή διαδικασία δεν ξεκινά από τη θεωρία, αλλά από την παρατήρηση ενός φαινομένου, τη διεξαγωγή ενός πειράματος ή την ανάλυση δεδομένων, όπως πίνακες και γραφήματα. Μέσα από τη συστηματική επεξεργασία αυτών των στοιχείων, οι μαθητές καλούνται να εντοπίσουν κανονικότητες στα δεδομένα και σχέσεις μεταξύ μεταβλητών. Η διαδικασία αυτή οδηγεί σταδιακά στη διατύπωση γενικεύσεων και, τελικά, στη θεμελίωση μιας επιστημονικής έννοιας ή θεωρίας. Αντίστοιχα, στις δραστηριότητες τύπου PISA, το γράφημα ή ο πίνακας δεν αποτελεί απλώς υποστηρικτικό υλικό, αλλά λειτουργεί ως αφετηρία της σκέψης: ο μαθητής καλείται να ερμηνεύσει δεδομένα, να συνδέσει παρατηρήσεις με έννοιες και να διαμορφώσει τεκμηριωμένες κρίσεις. Έτσι, τόσο η επαγωγική διδασκαλία όσο και η

προσέγγιση του PISA συγκλίνουν σε μια κοινή παιδαγωγική λογική, όπου η γνώση οικοδομείται ενεργητικά από τον μαθητή, μέσα από τη διερεύνηση.

6.2.1 Παραλλαγές μιας δραστηριότητας

Παράδειγμα για τη Χημεία της Γ΄ Γυμνασίου ή της Α΄ Λυκείου με θέμα την οξίνιση του νερού μιας λίμνης.

Οι κάτοικοι υποψιάζονται ότι η απόρριψη ρύπων από τη βιομηχανική μονάδα έχει επηρεάσει το pH του νερού. Μια ομάδα μαθητών μετρά το pH σε διαφορετικές αποστάσεις από το σημείο απόρριψης των απόβλητων της βιομηχανίας. Με βάση τις μετρήσεις τους κατασκευάζουν το παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Μεταβολή του pH του νερού της λίμνης σε σχέση με την απόσταση από το σημείο απόρριψης των αποβλήτων.

Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει το παραπάνω πλαίσιο. Στόχος του δεν είναι η ανάκληση από τους μαθητές της θεωρίας για το pH, αλλά η σωστή ερμηνεία της αναπαράστασης και η εξαγωγή κατάλληλων συμπερασμάτων για το τι συμβαίνει και ποιες επιπτώσεις μπορεί να έχει. Στο πλαίσιο αυτό θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν διάφορες ερωτήσεις κλιμακούμενης δυσκολίας, όπως:

α) Ερώτηση 1 (Επιπέδου 2/Απλό επιστημονικό συμπέρασμα): Τι συμπέρασμα βγάξε-τε για την οξύτητα του νερού, όσο αυξάνεται η απόσταση από το σημείο εκροής;

i) Αυξάνεται, ii) Μειώνεται, iii) Παραμένει σταθερή, iv) Αλλού αυξάνεται και αλλού μειώνεται

Ζητούμενο είναι ο μαθητής να μπορεί να εξάγει την πληροφορία από το γράφημα.

β) Ερώτηση 2 (Επιπέδου 3/Σύνδεση δεδομένων και επιστημονική εξήγηση): Πώς εξηγείτε τη μεταβολή του pH καθώς απομακρυνόμαστε από το σημείο απόρριψης του νερού;

Η ερώτηση απαιτεί σύντομη ανάπτυξη από την πλευρά των μαθητών. Οι μαθητές θα πρέπει να συνδέσουν την αρχική τιμή ($\text{pH} \approx 4,5$) με την είσοδο όξινου διαλύματος στο νερό. Επίσης, να αναφέρουν ότι καθώς απομακρυνόμαστε από το το σημείο απόρριψης, το νερό της λίμνης το pH αυξάνεται τείνοντας προς το 7.

γ) Ερώτηση 3 (Επιπέδου 4): Πώς μπορεί η μεταβολή του pH να επηρεάσει τους οργανισμούς της λίμνης; Εδώ οι μαθητές/ριες συσχετίζουν έννοιες της χημείας με αντίστοιχες της βιολογίας και της οικολογίας. Ενδεχομένως, ορισμένες πληροφορίες προς αυτή την κατεύθυνση να δίνονται στο εισαγωγικό κείμενο.

δ) Ερώτηση 4 (Επιπέδου 5): Κατά τη γνώμη σας, απαιτείται παρέμβαση από τις αρμόδιες αρχές; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα δεδομένα του γραφήματος όσο και πιθανούς περιορισμούς των μετρήσεων. Πιθανές απαντήσεις των μαθητών από τη συζήτηση που θα προκύψει είναι: «το pH είναι επικίνδυνα χαμηλό κοντά στην εκροή», «θα πρέπει να ελεγχθεί η βιομηχανία» «θα πρέπει η βιομηχανία να εξουδετερώνει τα απόβλητά της πριν τα αποχύσει στη λίμνη», ακόμη και «δεν γνωρίζουμε αν η μέτρηση είναι αξιόπιστη». Η εν λόγω συζήτηση είναι σημαντική, καθώς μεταφέρει τη δραστηριότητα από την απλή απάντηση ερωτήσεων στην ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης. Με άλλα λόγια οι μαθητές θα έχουν την ευκαιρία να διαπιστώσουν ότι η Χημεία δεν είναι απλώς ένα σύνολο γνώσεων, αλλά είναι ένα εργαλείο κατανόησης και παρέμβασης στον κόσμο.

Μια απλοποιημένη μορφή των επιπέδων επιστημονικού εγγραμματισμού που μπορεί να αξιοποιηθεί στη σχολική τάξη είναι η εξής:

Επίπεδο 1	Ο μαθητής αναγνωρίζει μια απλή επιστημονική πληροφορία ή μια προφανή εξήγηση σε οικείο πλαίσιο.
Επίπεδο 2:	Ο μαθητής επιλέγει μια βασική επιστημονική εξήγηση, διαβάζει απλά δεδομένα και βγάζει ένα απλό συμπέρασμα.
Επίπεδο 3:	Ο μαθητής συνδέει δεδομένα με μια εξήγηση, εντοπίζει βασικές σχέσεις και στηρίζει ένα συμπέρασμα με στοιχεία.
Επίπεδο 4:	Ο μαθητής εξηγεί πιο σύνθετα φαινόμενα, ερμηνεύει δεδομένα σε λιγότερο οικεία πλαίσια και αιτιολογεί την απάντησή του.
Επίπεδο 5:	Ο μαθητής αξιολογεί δεδομένα ή πειραματικούς σχεδιασμούς, συγκρίνει εναλλακτικές εξηγήσεις, προτείνει κάποια βελτίωση και αναγνωρίζει περιορισμούς ή αβεβαιότητες.
Επίπεδο 6:	Ο μαθητής συνθέτει ιδέες από διαφορετικά πεδία, διακρίνει τα ισχυρά τεκμήρια από τα αδύναμα και διατυπώνει τεκμηριωμένη κρίση λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλές μεταβλητές και περιορισμούς.

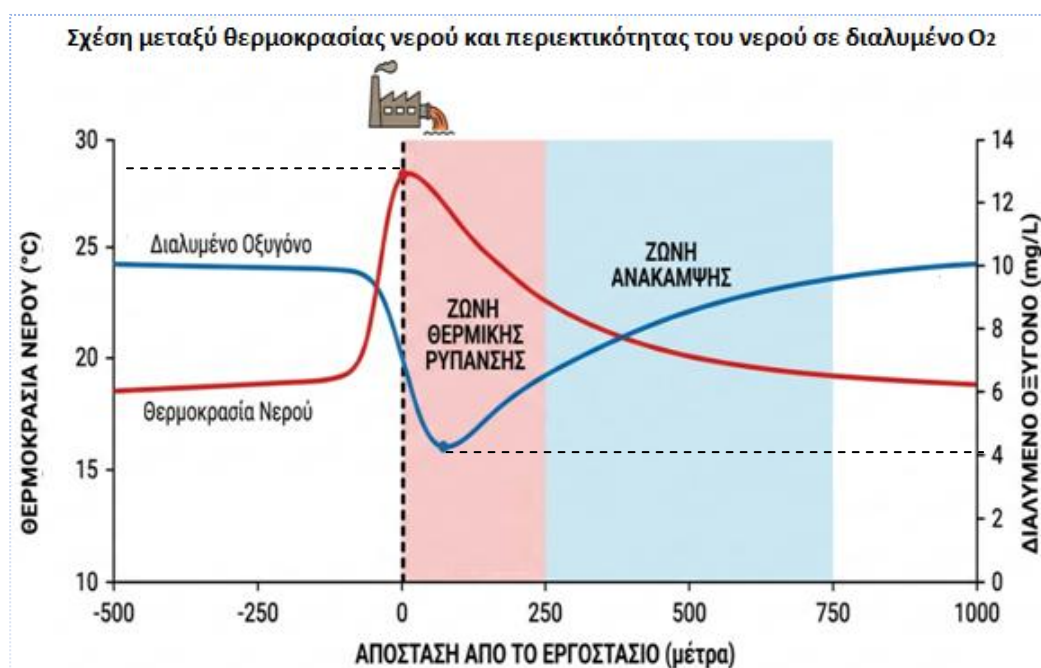
6.2.2 Πώς χρησιμοποιώ σκαλωσιές μάθησης για τους πιο αδύναμους μαθητές

Η σκαλωσιά μάθησης είναι μια διδακτική τεχνική όπου ο εκπαιδευτικός παρέχει προσωρινή υποστήριξη στον μαθητή, βοηθώντας τον να γεφυρώσει το χάσμα ανάμεσα σε αυτό που ήδη γνωρίζει και σε αυτό που καλείται να επιτύχει. Οι πιο συνηθισμένες σκαλωσιές μάθησης είναι:

- Οι γέφυρες γνώσης, δηλαδή η υπενθύμιση βασικών εννοιών (ενεργοποίηση προϋπάρχουσας γνώσης ή παράθεσή της αν υπάρχουν μαθησιακά κενά), οι οποίες απαιτούνται για την επίλυση ενός σύνθετου προβλήματος.
- Τα νοητικά στηρίγματα, δηλαδή οι ερωτήσεις ή οι νύξεις που κατευθύνουν την προσοχή σε κρίσιμες λεπτομέρειες.
- Η μείωση του γνωστικού φορτίου, δηλαδή ο τεμαχισμός μιας πολυεπίπεδης ερώτησης σε απλούστερα βήματα.
- Οι συνεργατικές μορφές υποστήριξης, όπως η ομαδική εργασία.

Η χρήση σκαλωσιών μάθησης ενισχύει την αυτοπεποίθηση των αδύναμων μαθητών, καθιστά πιο διάφανη τη δομή της επιστημονικής σκέψης και αξιοποιεί την αξιολόγηση ως μάθηση, καθώς οι ερωτήσεις PISA παύουν να είναι «τεστ» και γίνονται εργαλεία διερεύνησης του κόσμου. Ας δούμε ένα παράδειγμα με σκαλωσιές μάθησης στο θέμα της θερμικής ρύπανσης των υδάτων ποταμού.

Κείμενο ερέθισμα: Παρουσιάζεται ένα σύντομο κείμενο για τη θερμική ρύπανση και πώς η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει το διαλυμένο οξυγόνο (O_2) που είναι απολύτως απαραίτητο για τα υδρόβια ζώα και φυτά. Ακολουθεί ένα διάγραμμα που απεικονίζει τη θερμοκρασία του νερού σε διάφορα σημεία του ποταμού. Στον άξονα Χ φαίνεται η απόσταση από ένα εργοστάσιο που ρίχνει θερμό νερό στον ποταμό (χρησιμοποιεί το νερό του ποταμού ως παράγοντα ψύξης των αντιδραστήρων που έχει) και στον άξονα Υ η θερμοκρασία του νερού του ποταμού.



α) Ερώτηση 1 (Επιπέδου 1/ ανάγνωση δεδομένων): Πόσο μειώνεται το διαλυμένο O_2 μεταξύ της περιοχής που είναι 50 m πιο πριν από το σημείο απόρριψης σε σχέση με ένα σημείο λίγα μέτρα μετά το σημείο απόρριψης;

☛ Για έναν αδύναμο μαθητή, το διάγραμμα αυτό είναι αρκετά περίπλοκο.

Ενδεικτική σκαλωσιά 1 (νοητικό στήριγμα): Εστιάστε την προσοχή σας στην μπλε καμπύλη και στον δεξιά κατακόρυφο άξονα. Εντοπίστε την τιμή της μπλε καμπύλης στη μέγιστη και στην ελάχιστη τιμή της και διαβάστε τις τιμές της στον δεξιά άξονα.

β) Ερώτηση 2 (Επιπέδου 2/αναγνώριση παράγοντα): Η λειτουργία του εργοστασίου ποιον αβιοτικό παράγοντα επηρεάζει στο οικοσύστημα;

☛ Για έναν αδύναμο μαθητή, η λέξη «αβιοτικός παράγοντας» ή η σύνδεση ανάμεσα στο εργοστάσιο, τη θερμοκρασία του νερού και την έννοια του αβιοτικού παράγοντα έχει κάποιες απαιτήσεις. Ενδεικτικές σκαλωσιές:

- Σκαλωσιά 1 (ενεργοποίηση προϋπάρχουσας γνώσης): Θυμηθείτε ότι αβιοτικοί παράγοντες είναι τα μη ζωντανά στοιχεία του οικοσυστήματος, όπως η θερμοκρασία, το φως, η διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, η διαθεσιμότητα O_2 , ο άνεμος κ.ά.

- Σκαλωσιά 2 (νοητικό στήριγμα): Εστιάστε την προσοχή σας στους παράγοντες που μελετά το διάγραμμα.

γ) Ερώτηση 3 (Επιπέδου 3/σύνδεση με βιολογικές συνέπειες): Τι μπορεί να αλλάξει για τα ψάρια όταν το νερό ζεσταθεί;

Ενδεικτικές σκαλωσιές:

- Σκαλωσιά 1 (νοητικό στήριγμα): Σκεφτείτε πρώτα αβιοτικούς παράγοντες, όπως τα διαλυμένα αέρια στο νερό.

- Σκαλωσιά 2 (γέφυρα γνώσης): Θα μπορούσε να υπάρχει ένα βοηθητικό κείμενο με δύο παραγράφους. Η μία να περιγράφει τον κύκλο ζωής ενός ψαριού, στον οποίο αναφέρεται ότι το ψάρι γεννά τα αβγά του σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες, ώστε όταν εκκολαφθούν να υπάρχει διαθέσιμη τροφή π.χ. άφθονο φυτοπλαγκτόν. Η άλλη να περιγράφει τη θετική επίδραση της θερμοκρασίας στον πολλαπλασιασμό των θαλάσσιων μικροοργανισμών και των φυκιών, που με τη σήψη τους καταναλώνουν και το ήδη περιορισμένο διαλυμένο O_2 (ευτροφισμός).

- Σκαλωσιά 3 (συνεργατική): Αφού σκεφτείτε την απάντησή σας να την συζητήσετε με τον διπλανό σας και μετά με όλη την ομάδα (τεχνική Think-Pair-Share, επιτρέπει στους αδύναμους μαθητές να ακούσουν ιδέες σε ένα ασφαλές περιβάλλον χωρίς να εκτεθούν στην ολομέλεια.)

δ) Ερώτηση 4 (Επιπέδου 4/αλυσιδωτές επιπτώσεις): Με βάση το γράφημα και το κείμενο, να εξηγήσετε γιατί η εκροή θερμού νερού από το εργοστάσιο μπορεί να προκαλέσει αλυσιδωτές μεταβολές στο οικοσύστημα του ποταμού και όχι μόνο αύξηση της θερμοκρασίας.

Ενδεικτικές σκαλωσιές:

- Σκαλωσιά 1. (νοητικό στήριγμα): Όταν αλλάζει η καμπύλη που δείχνει τη θερμοκρασία τι συμβαίνει στην καμπύλη που δείχνει το διαλυμένο O_2 ;
- Σκαλωσιά 2. (μείωση γνωστικού φορτίου): Βρείτε πρώτα τι αλλάζει στο νερό και μετά προσδιορίστε πώς αυτή η αλλαγή επηρεάζει τους υδρόβιους οργανισμούς.
- Σκαλωσιά 3 (συνεργατική): Συγκρίνετε την απάντησή σας με έναν συμμαθητή σας και δείτε αν μπορείτε να προσθέσετε και άλλη συνέπεια.

ε) Ερώτηση 5 (Επιπέδου 5/αξιολόγηση επάρκειας δεδομένων): **Αρκεί το συγκεκριμένο γράφημα, από μόνο του, για να συμπεράνουμε ότι η βιομηχανία ευθύνεται για υποβάθμιση του οικοσυστήματος του ποταμού; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας και να προτείνετε μία επιπλέον μεταβλητή ή μία ακόμη μέτρηση που θα χρειαζόταν.**

- Σκαλωσιά 1 (μείωση γνωστικού φορτίου): Χωρίστε την απάντησή σας σε τρία μέρη: α) Τι μας δείχνει ήδη το γράφημα, β) Τι δεν μας δείχνει το γράφημα; γ1) Ποια επιπλέον μέτρηση θα βοηθούσε να καταλάβουμε πληρέστερα τι συμβαίνει, ή γ2) Σκεφτείτε αν θα ήταν χρήσιμη μια μελέτη για το που ρίχνουν τα απόβλητά τους οι βιοτεχνίες της περιοχής.
- Σκαλωσιά 2 (νοητικό στήριγμα): Σκεφτείτε και άλλους παράγοντες που μας δείχνουν την σταθερότητα ή την ευαλωτότητα του τοπικού οικοσυστήματος όπως ο αριθμός των ψαριών, το pH, του νερού, η θερμοκρασία του νερού σε 24ωρη βάση κ.ά.

6.3 Σύνοψη παρουσίαση αποθετηρίων με θέματα και υλικό για το PISA

Τα θέματα του PISA δεν δημοσιοποιούνται στο σύνολό τους, καθώς σημαντικό μέρος τους παραμένει μη διαθέσιμο στο κοινό, ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα της μέτρησης και η δυνατότητα αξιοποίησης κατάλληλου υλικού σε επόμενους κύκλους της έρευνας.

Παράλληλα, ο ΟΟΣΑ αποδεσμεύει κατά περιόδους επιλεγμένα θέματα, προκειμένου να ενημερώνεται το κοινό και οι εκπαιδευτικοί για τη φιλοσοφία, τη μεθοδολογία και τη φύση των ερωτήσεων του PISA. Τα αποδεσμευμένα αυτά θέματα, τα οποία συνήθως συνοδεύονται από οδηγίες κωδικοποίησης ή παραδείγματα απαντήσεων, συγκροτούν τα βασικά δημόσια αποθετήρια του PISA και μπορούν να αξιοποιηθούν για επιμορφωτικούς και διδακτικούς σκοπούς.

Εύλογο είναι ότι, τα αποδεσμευμένα θέματα αντικαθίστανται από νέο υλικό, το οποίο δοκιμάζεται στις πιλοτικές φάσεις της έρευνας.

Τα σημαντικότερα αποθετήρια στην ελληνική γλώσσα είναι τα ακόλουθα:

A. Η πλατφόρμα Skills4Life. Η πλατφόρμα υπηρετεί τον στόχο της ενίσχυσης του επιπέδου του επιστημονικού εγγραμματισμού, όπως αυτός υπαγορεύεται τόσο από τα νέα Προγράμματα Σπουδών, όσο και από το πλαίσιο αξιολόγησης της έρευνας PISA. Για το λόγο αυτό αξιοποιεί δύο εργαλεία:

- την Τράπεζα Θεμάτων [skills4life](https://skills4life.gr/) και
- την εφαρμογή simulation (<https://simulation.pisa4u.gr/>).

Η τράπεζα θεμάτων περιέχει 80 θέματα Φυσικών Επιστημών τύπου PISA. Τα περισσότερα θέματα της τράπεζας είναι θέματα που έχουν αποδεσμευτεί από τον φορέα διεξαγωγής του PISA. Ένας λίγο μικρότερος αριθμός θεμάτων έχει δημιουργηθεί από την ομάδα έργου. Τέλος ένας μικρός αριθμός θεμάτων προέρχεται από θέματα που έχουν διαμορφώσει άλλοι φορείς του εξωτερικού και μεταφράστηκαν και τροποποιήθηκαν κατάλληλα από την ομάδα έργου.

Η εφαρμογή simulation βασίζεται στο υλικό που είναι διαθέσιμο στην πλατφόρμα skills4life. Είναι ουσιαστικά ένα εργαλείο για δημιουργία δραστηριοτήτων αξιολόγησης και τεστ με επιλεγμένα θέματα ή ερωτήσεις τύπου PISA. Η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί πριν από το μάθημα, ώστε ο διδάσκων να διερευνήσει τι ήδη γνωρίζουν οι μαθητές και ποια κενά έχουν. Μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί κατά τη διάρκεια του μαθήματος, όπου οι ομάδες επεξεργάζονται τις ερωτήσεις, αλλά και μετά το μάθημα ως μικρό κουίζ για το σπίτι.

Το εργαλείο διευκολύνει την προσαρμογή στο επίπεδο ετοιμότητας κάθε μαθητή. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να δώσει πιο εύκολες ή πιο απαιτητικές εκδοχές της ίδιας ερώτησης, να προσθέσει μικρές υποδείξεις, όπου χρειάζεται, και να παρουσιάσει το περιεχόμενο με διαφορετικούς τρόπους (κείμενο, εικόνες, προσομοίωση).

B. Η ιστοσελίδα [Θέματα Φυσικών Επιστημών](#) του ΙΕΠ, η οποία περιέχει 34 αποδεσμευμένα θέματα PISA με τις οδηγίες κωδικοποίησής τους.

Γ. Η ιστοσελίδα [PISA CYPRUS Φυσικές Επιστήμες \(Παραδείγματα Θεμάτων\)](#) του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου Κύπρου, η οποία περιέχει δύο αρχεία με θέματα Φυσικών Επιστημών από παλαιότερους κύκλους π.χ. το αρχείο PISA 2015 ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΦΑΣΗ ΑΠΟΔΕΥΣΜΕΥΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ – ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ (<https://pisa.pi.ac.cy/data/uploads/examples/epistimonikosalfavitismos2015.pdf>)

Δ. Θέματα στα ελληνικά έχουν και στα βιβλία του [Κέντρου Εκπαιδευτικής Έρευνας](#) (2007) και των Εμβαλωτή & Σαργιώτη (2019).

Τέλος, θέματα στην Αγγλική γλώσσα μπορεί κανείς να βρει στην ιστοσελίδα του ΟΟΣΑ (<https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa.html>) και στα βιβλία που ο ΟΟΣΑ εκδίδει για το PISA με τα αποτελέσματα κάθε κύκλου (<https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa.html#publications>).

Ενδεικτική βιβλιογραφία

- Anderson, D.R. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Brotherton, P.N., & Preece P.F.W. (1995). Science Process Skills: their nature and interrelationships. *Research in Science & Technological Education*, 13:1, 5-11.
- Bybee, R. W. (2015). *The BSCS 5E Instructional Model: Creating Teachable Moments*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Cairns, D. (2019). Investigating the relationship between instructional practices and science achievement in an inquiry-based learning environment. *International Journal of Science Education*, 41(15), pp. 2113-2135.
- Derilo, R.C. (2019). Basic and Integrated Science Process Skills Acquisition and Science Achievement of Seven-grade Learners. *European Journal of Education Studies*, 6(1), pp. 281-294.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.) (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Harlen, W. (2013). Inquiry-based learning in science and mathematics. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 7(2), 9-33.
- Καλκάνης, Γ. Θ. και συν. (2013). Η Φυσική με Πειράματα – Α΄ Γυμνασίου. ΙΤΥΕ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ».
- Mao, S-L., Chang, C-Y., & Barufaldi, P.J. (1988). Inquiry Teaching and Its Effects on Secondary-School Students' Learning of Earth Science Concepts. *Journal of Geoscience Education*, 46(4), pp. 363-367.
- NARST (1990). *The Science Process Skills*. Διαθέσιμο στο: <https://narst.org/research-matters/science-process-skills>
- OECD (2016). PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2019α). *Skills Matter: Additional Results from the Survey of Adult Skills, OECD Skills Studies*, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2019β). *Trends Shaping Education 2019*, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2022). *Trends Shaping Education 2022*, OECD Publishing, Paris,
- OECD (2023α). PISA 2025 Science Framework (second draft). Διαθέσιμο στο: https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf
- Pathway (2012). *Διερευνητικές ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ στη Διδασκαλία των Επιστημών. Οδηγός Καθηγητή*. Διαθέσιμο στο: http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/files/d4.3_GREEK.pdf
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L.A., de Jong, T., van Riesen, S.A.N., Kamp, E.T., Manoli, C.C., Zacharia, Z.C., Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, pp 47-61.

Salinitri, G., Palazzolo, S., Nahaiciuc, R., Iacobelli, E., Yuanrong, L., & Zhou, G. (2018). Analysis of Canadian Inquiry-based Science Teaching Practices and its Implications for Reciprocal Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 6(10), pp. 2280-2293.

UNESCO (1999). *Εκπαίδευση. Ο θησαυρός που κρύβει μέσα της*. Αθήνα: Gutenberg.

UNESCO (2021). *Reimagining our futures together: a new social contract for education*. Paris, France

WEF (2025). *Future of Jobs Report 2025* (May 2023). Switzerland. Διαθέσιμο στο: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf

Yager, E.R. & AcKay, H. (2010). The Advantages of an Inquiry Approach for Science Instruction in Middle Grades. *School Science and Mathematics*, 110(1), 5-12.

Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). *Higher Order Thinking Skills and Low-Achieving Students: Are They Mutually Exclusive?* *The Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145–181.

Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας (2007). *Διεθνές Πρόγραμμα για την Αξιολόγηση των Μαθητών. PISA (Programme for International Student Assessment)*. Εκδ. ΕΠΤΑΛΟΦΟΣ. Διαθέσιμο στο: <http://www.kee.gr/attachments/file/PISA/vivlio%20PISA.pdf>

Εμβάλωτης, Α. & Σαργιώτη, Α. (2019). *PISA - Programme for International Student Assessment. Αποδεδειγμένα Θέματα Φυσικών Επιστημών 2000-2015*.

Χαλκιά, Κ (2010). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις, τόμος Α΄*. (Εκδ. 1^η). Πατάκης, Αθήνα.

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.