PiSA 4U

ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ



v.3

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων

Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης 2021-2025

Τομεακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης 2021 - 2025

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

Επιστημονικός Υπεύθυνος:

Αναστάσιος Εμβαλωτής, Καθηγητής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Διευθυντής Εργαστηρίου Διδακτικής & Σχολικής Παιδαγωγικής

Επιστημονικοί Συνεργάτες:

Δρ Κ. Αποστολόπουλος, Σύμβουλος Εκπαίδευσης ΠΕ04

Χ. Παπακωνσταντινόπουλος, Εκπαιδευτικός ΠΕ04.01

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

Εισαγωγή 7

Κεφάλαιο 1. Γενικά στοιχεία για το PISA 8

1.1 Τι είναι το PISA 9

1.2 Ο σκοπός του PISA 9

1.3 Ποιες χώρες συμμετέχουν στο PISA 10

1.4 Κύκλοι και εφαρμογές του PISA 11

1.5 Η μεθοδολογία της έρευνας 12

Κεφάλαιο 2. Το πλαίσιο της αξιολόγησης του PISA για τις Φυσικές Επιστήμες 19

2.1 Η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού 19

2.2 Το πλαίσιο εφαρμογής των θεμάτων 20

2.2.1 Το προσωπικό πλαίσιο εφαρμογής 21

2.2.2 Το τοπικό και εθνικό πλαίσιο εφαρμογής 22

2.2.3 Το παγκόσμιο πλαίσιο εφαρμογής 23

2.3 Οι επιστημονικές ικανότητες που αξιολογεί το PISA 23

2.3.1 Ερμηνεία φαινομένων με επιστημονικό τρόπο 24

2.3.2 Κατασκευή και αξιολόγηση σχεδίων επιστημονικής έρευνας, ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και κριτηρίων με επιστημονικό τρόπο 25

2.3.3 Διερεύνηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικών πληροφοριών για λήψη απόφαση και ανάληψη δράσης 26

2.3.4 Ενδεικτικά παραδείγματα θεμάτων/ερωτήσεων σχετικά με την αξιολόγηση των επιστημονικών ικανοτήτων 27

2.4 Τα είδη γνώσης που είναι απαραίτητα για την κατανόηση και εφαρμογή της επιστήμης 34

2.4.1 Η γνώση περιεχομένου 34

2.4.2 Η γνώση των επιστημονικών διαδικασιών (διαδικαστική γνώση) 36

2.4.3. Η επιστημική γνώση....37

2.5 Οι περιβαλλοντικές ικανότητες που αξιολογεί το PISA....40

2.5.1 Εξήγηση του αντίκτυπου των ανθρώπινων παρεμβάσεων στα συστήματα της Γης....41

2.5.2. Επίδειξη σεβασμού σε διαφορετικές οπτικές και πνεύμα αισιοδοξίας και επιμονής κατά την αναζήτηση λύσεων σε κοινωνικο-οικολογικές κρίσεις....41

2.5.3. Λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και δράση, με αξιολόγηση ποικίλων πηγών τεκμηρίων και με εφαρμογή δημιουργικής και συστημικής σκέψης, για την αποκατάσταση και τη βιώσιμη διατήρηση του περιβάλλοντος....42

2.5.4 Ικανότητες δράσης στην Ανθρωπόκαινο....43

2.6 Η επιστημονική ταυτότητα....43

2.7 Η κλίμακα ικανοτήτων επιστημονικού εγγραμματισμού του PISA....45

2.8 Παραδείγματα ερωτήσεων με διαφορετικούς βαθμούς δυσκολίας....49

2.8.1 Επίπεδο 1....49

2.8.2 Επίπεδο 2....52

2.8.3 Επίπεδο 3....53

2.8.4 Επίπεδο 4....56

2.8.5 Επίπεδο 5....58

2.8.6 Επίπεδο 6....60

Κεφάλαιο 3. Τι μας δείχνουν τα αποτελέσματα του PISA στον επιστημονικό εγγραμματισμό για την Ελλάδα;....64

3.1 Η γενική εικόνα των επιδόσεων....64

3.2 Το «χάσμα επίδοσης»....67

3.2.1 Διαφορές επίδοσης ανάλογα με το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο....67

3.2.2 Διαφορές επίδοσης ανάλογα με το φύλο....69

3.2.3 Διαφορές επίδοσης ανάλογα με το μεταναστευτικό υπόβαθρο....69

3.2.4 Διαφορές επίδοσης ανάλογα με τις στάσεις των μαθητών αναφορικά με τις Φυσικές Επιστήμες 71

3.2.5 Διαφορές επίδοσης ανάλογα με τον τρόπο διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών 72

3.3 Οι αδυναμίες των Ελλήνων μαθητών όπως αναδεικνύονται στην έρευνα PISA 74

Κεφάλαιο 4. Προτάσεις αξιοποίησης του PISA στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών 81

4.1 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα τρέχοντα ΠΣ και στη διδακτική πράξη 81

4.1.1 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα ΠΣ του Γυμνασίου 82

4.1.2 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα ΠΣ της Α Γενικού Λυκείου 86

4.1.3 Οι διδακτικές πρακτικές και η αξιολόγηση του μαθητή στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση 86

4.1.4 Συμπεράσματα για τα τρέχοντα ΠΣ 89

4.2 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα νέα ΠΣ 90

4.2.1 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα νέα ΠΣ Φυσικής 90

4.2.2 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα νέα ΠΣ Χημείας 92

4.2.3 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα νέα ΠΣ Βιολογίας 96

4.2.4 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα νέα ΠΣ Γεωλογίας - Γεωγραφίας 100

4.2.5 Συμπεράσματα για τα Νέα ΠΣ 100

4.3. Ενδεικτικές προτάσεις αξιοποίησης θεμάτων PISA ή τύπου PISA στη διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών 101

4.3.1 Ενδεικτικά θέματα/ερωτήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν για ενίσχυση της επιστημικής γνώσης 102

4.3.2 Ενδεικτικά θέματα/ερωτήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν για ενίσχυση της διαδικαστικής γνώσης 107

4.3.3 Ενδεικτικά θέματα/ερωτήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία του περιεχομένου της Φυσικής 112

4.3.4 Ενδεικτικά θέματα/ερωτήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία του περιεχομένου της Χημείας 120

4.3.5 Ενδεικτικά θέματα/ερωτήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία του περιεχομένου της Βιολογίας 127

Κεφάλαιο 5: Δύο βασικά εργαλεία για την υποστήριξη της διδασκαλίας με στόχο τον αναγνωστικό εγγραμματισμό 137

Εισαγωγή 137

5.1 Τι είναι η Τράπεζα Θεμάτων skills4life; 137

5.2 Τι είναι το περιβάλλον προσομοίωσης skills4life; 142

Βιβλιογραφικές Αναφορές 147

Εισαγωγή

Σκοπός του παρόντος οδηγού είναι να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς[1] του Γενικού και του Επαγγελματικού Λυκείου που διδάσκουν μαθήματα Φυσικών Επιστημών να κατανοήσουν με πληρότητα την έρευνα **PISA** (Programme for the International Student Assessment - Πρόγραμμα για τη Διεθνή Αξιολόγηση των Μαθητών) του Οργανισμού για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (ΟΟΣΑ).

Αρχικά επιδιώκει να περιγράψει, με σχετική απλότητα, πώς το PISA ορίζει και αξιολογεί τον επιστημονικό[2] **εγγραμματισμό**, όπως ορίζεται στο θεωρητικό πλαίσιο του PISA. Ο βαθμός κατάκτησής του από τους μαθητές αποτελεί ένα από τα βασικότερα κριτήρια αποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών συστημάτων στην έρευνα PISA. Ο εγγραμματισμός διέπει, επίσης, σε μεγάλο βαθμό και τα Προγράμματα Σπουδών (ιδίως τα νέα) στο ελληνικό σχολείο.

Δεύτερον, στόχος του Οδηγού είναι η εξοικείωση με την ίδια την έρευνα, τα αποτελέσματά της και τις δυνατότητες αξιοποίησής τους στο ελληνικό σχολείο από τους εκπαιδευτικούς οι οποίοι διδάσκουν μαθήματα Φυσικών Επιστημών.

Στο 1ο κεφάλαιο γίνεται η γενική περιγραφή της έρευνας PISA (πού/πότε/πώς γίνεται).

Στο 2ο κεφάλαιο αρχικά αναλύεται η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού. Εν συνεχεία παρουσιάζεται αναλυτικά το πλαίσιο αξιολόγησης του PISA στις Φυσικές Επιστήμες (πλαίσιο εφαρμογής, αξιολογούμενες ικανότητες [competences],[3] γνωστικές περιοχές, περιεχόμενο, κλίμακα εγγραμματισμού και επίπεδα δυσκολίας ερωτήσεων, μορφή και τύπος θεμάτων) σε συνδυασμό με πολυάριθμα θέματα, ώστε να γίνουν μέσω πολλαπλών παραδειγμάτων σαφείς οι βασικές διαστάσεις του πλαισίου αξιολόγησης PISA.

[1] Για λόγους απλοποίησης του κειμένου εφεξής, όπου δεν απαιτείται διαφοροποίηση λόγω φύλου, ο όρος «εκπαιδευτικός» αναφέρεται στους/στις εκπαιδευτικούς, ο όρος «διευθυντής» στους διευθυντές και στις διευθύντριες, ο όρος «καθηγητής» στους καθηγητές και στις καθηγήτριες, ο όρος «μαθητής» στους μαθητές και στις μαθήτριες.

[2] Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινιστεί ότι οι όροι «επιστήμες» και «επιστημονικός» στην ελληνική γλώσσα χρησιμοποιούνται για πολλά πεδία γνώσης π.χ. Φυσικές, Κοινωνικές, Νομικές, Οικονομικές επιστήμες. Στον παρόντα οδηγό ο όρος «επιστημονικός» χρησιμοποιείται με τη στενή του έννοια, η οποία παραπέμπει αποκλειστικά στις Φυσικές Επιστήμες (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Επιστήμες Γης και Διαστήματος), σε ευθυγράμμιση με την ορολογία του πλαισίου PISA.

[3] Ο όρος competence συνδυάζει γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις, επομένως αποτελεί ικανότητα και όχι δεξιότητα.

Στο 3ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας διαχρονικά, κυρίως όμως με εστίαση στο παρόν, όσον αφορά τις επιδόσεις των μαθητών στην Ελλάδα, οι οποίες υστερούν στατιστικά σημαντικά έναντι του διεθνούς μέσου όρου. Με βάση αυτά, αλλά και ευρύτερα ερευνητικά δεδομένα, παρουσιάζονται στη συνέχεια περιγραφικά οι αδυναμίες των μαθητών του ελληνικού σχολείου ως προς τον επιστημονικό εγγραμματισμό.

Στο 4ο κεφάλαιο ο οδηγός συμπληρώνεται με την ανάλυση τόσο των υφιστάμενων όσο και των νέων Π.Σ. ως προς τον βαθμό συμβατότητά τους με το πλαίσιο αξιολόγησης της έρευνας PISA καθώς και τη διατύπωση προτάσεων για τη διδασκαλία, ώστε να ενσωματωθεί κατά το δυνατόν ο επιστημονικός εγγραμματισμός στη διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών στο ελληνικό σχολείο. Πρόκειται για προτάσεις που δεν περιορίζονται σε επίπεδο γενικών αρχών, αλλά συγκεκριμενοποιούνται σε πρακτικές διδακτικές προτάσεις.

Τέλος, στο 5ο κεφάλαιο, ο Οδηγός ολοκληρώνεται με την παρουσίαση συγκεκριμένων ψηφιακών εργαλείων, τα οποία έχουν αναπτυχθεί με χρηματοδότηση του Υπουργείου Παιδείας και υποστηρίζουν τις προτάσεις διδασκαλίας που παρουσιάζονται στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 1. Γενικά στοιχεία για το PISA

1.1 Τι είναι το PISA

Το PISA (Program for the International Student Assessment - Πρόγραμμα για την Διεθνή Αξιολόγηση των Μαθητών) δημιουργήθηκε το 1997 και αποτελεί, κυρίως, μια πρωτοβουλία των χωρών μελών του ΟΟΣΑ και αρκετών συνεργαζόμενων χωρών, που αποσκοπεί στην παρακολούθηση των εκπαιδευτικών τους συστημάτων με όρους επίδοσης μαθητών, και στη διαμόρφωση προτάσεων για τη βελτίωση της ποιότητάς τους (OECD, 1999 σελ. 7, OECD, 2002, σελ. 12, OECD, 2006, σελ. 3).

Το PISA αξιολογεί πόσο καλά προετοιμάζουν οι συμμετέχουσες χώρες τους μαθητές σε τρεις βασικούς εγγραμματισμούς: την **Κατανόηση Κειμένου** (Reading), τα **Μαθηματικά** (Mathematics) και τις **Φυσικές Επιστήμες** (Science).

Σε κάθε συμμετέχουσα χώρα υπάρχει ένα Εθνικό Κέντρο το οποίο είναι υπεύθυνο για την υλοποίηση της έρευνας. Στην Ελλάδα την ευθύνη για τη διεξαγωγή της έρευνας είχε το ΚΕΕ (Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας) από το 2000 (χρονιά πρώτης εφαρμογής του προγράμματος) έως το 2011 και στη συνέχεια τον ρόλο αυτό ανέλαβε το ΙΕΠ (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής).

1.2 Ο σκοπός του PISA

Κύριος στόχος του προγράμματος PISA είναι η αξιολόγηση των μαθητών που βρίσκονται στο τέλος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης,[4] σε γνώσεις και δεξιότητες οι οποίες αποτελούν σε μεγάλο βαθμό προϋπόθεση για την ουσιαστική και ισότιμη συμμετοχή τους στις σύγχρονες κοινωνίες. Με άλλα λόγια, οι εν λόγω γνώσεις και δεξιότητες προσδιορίζουν στις σημερινές συνθήκες εάν ένας μαθητής στο τέλος της υποχρεωτικής του εκπαίδευσης είναι **λειτουργικά εγγράμματος** ή μη.

[4] Στις περισσότερες χώρες μέλη του ΟΟΣΑ, το τέλος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης συμπίπτει με το τέλος της κατώτερης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, το οποίο στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα συμπίπτει με το τέλος του Γυμνασίου. Ωστόσο το κριτήριο συμμετοχής των μαθητών στην έρευνα PISA δεν είναι η φοίτησή τους σε συγκεκριμένη τάξη αλλά η ηλικία τους, το να είναι δηλαδή 15 χρόνων ανεξάρτητα από την τάξη στην οποία φοιτούν. Βέβαια, στην Ελλάδα η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών αυτής της ηλικίας φοιτά στην Α' Λυκείου και δευτερευόντως στη Γ Γυμνασίου.

Σκοπός του PISA, δηλαδή, είναι να αξιολογεί κατά πόσο οι 15χρονοι μπορούν να εφαρμόζουν γνώσεις και ικανότητες για την επίλυση προβλημάτων πραγματικού κόσμου και για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Τα αποτελέσματα χρησιμοποιούνται για σύγκριση και αποτίμηση της ποιότητας και της ισότητας που παρέχουν τα εκπαιδευτικά συστήματα και για τον σχεδιασμό τεκμηριωμένων πολιτικών βελτίωσης.

Το PISA δεν αξιολογεί Προγράμματα Σπουδών, σχολεία, άτομα ή εκπαιδευτικούς. Μάλιστα, καθώς το PISA διεξάγεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, επιτρέπει την παρακολούθηση των τάσεων με την πάροδο του χρόνου. Αυτό βοηθά τις χώρες να αξιολογούν την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων που εφαρμόζουν.

1.3 Ποιες χώρες συμμετέχουν στο PISA

Στην έρευνα λαμβάνουν μέρος οι χώρες του ΟΟΣΑ και πολλές ακόμα χώρες ή τοπικές οικονομίες από όλον τον κόσμο. Σε κάθε κύκλο της έρευνας προστίθενται ολοένα και περισσότερες νέες χώρες/οικονομίες, καθιστώντας την έρευνα τη μεγαλύτερη διεθνώς εκπαιδευτική έρευνα, η οποία αποτελεί μια πολύτιμη πηγή για την παροχή έγκυρων και αξιόπιστων διεθνών συγκρίσιμων στοιχείων. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι στο PISA 2022 συμμετείχαν 81 χώρες/οικονομίες με 690.000 15χρονους μαθητές, οι οποίοι εκπροσωπούν περίπου 29.000.000 15χρονων μαθητών.



Εικόνα 1: Γεωγραφική κάλυψη – PISA 2022
*(Με **γκρι** χρώμα οι χώρες/οικονομίες-μέλη του ΟΟΣΑ, με **μπλε** χρώμα οι συνεργαζόμενες χώρες)*

Την Ελλάδα εκπροσώπησαν στην κύρια έρευνα του PISA 2022, 6.578 μαθητές γεννημένοι το 2006, από 242 σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Γυμνάσια, Γενικά Λύκεια και ΕΠΑΛ) όλης της χώρας.

1.4 Κύκλοι και εφαρμογές του PISA

Κάθε εφαρμογή του PISA αξιολογεί τον εγγραμματισμό των μαθητών στην Κατανόηση Κειμένου, στα Μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες. Σε κάθε εφαρμογή ο ένας από τους τρεις εγγραμματισμούς αποτελεί το κύριο αντικείμενο της έρευνας, δηλαδή το μεγαλύτερο ποσοστό των θεμάτων αξιολογούν τις γνώσεις και τις δεξιότητες των μαθητών σε αυτόν τον εγγραμματισμό. Ένας κύκλος PISA περιλαμβάνει τρεις εφαρμογές της έρευνας, ώστε να αξιολογούνται ως κύριο αντικείμενο και οι τρεις γραμματισμοί, και ολοκληρώνεται σε εννέα χρόνια. Συχνά σε κάθε εφαρμογή αξιολογείται και ένα τέταρτο γνωστικό πεδίο, σχετικά καινοτόμο, το οποίο διαφέρει από κύκλο σε κύκλο. Για παράδειγμα, το 2018 αξιολογήθηκε το πεδίο «Γνώσεις και Δεξιότητες του Πολίτη του Κόσμου», όπου διερευνήθηκαν οι γνώσεις των μαθητών σε παγκόσμια ζητήματα, όπως για παράδειγμα οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην καθημερινότητα των ανθρώπων, οι επιπτώσεις της μαζικής παραγωγής ρούχων, καθώς και οι δεξιότητες που απαιτούνται για τη ζωή σε πολυπολιτισμικές κοινωνίες. Αντίστοιχα, το 2022 αξιολογήθηκε το πεδίο «Δημιουργική Σκέψη», η οποία ορίστηκε ως η ικανότητα να παράγει κανείς και να αξιολογεί ένα πλήθος πρωτότυπων και αποτελεσματικών ιδεών, λύσεων ή προϊόντων.

Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται όλοι οι κύκλοι του PISA από την αρχή της εφαρμογής του, το 2000. Σε κάθε κύκλο, με το κόκκινο χρώμα εμφανίζεται το κύριο αντικείμενο, δηλαδή αυτό στο οποίο δόθηκε έμφαση.

1ος Κύκλος	2000	Κατανόηση Κειμένου	Μαθηματικά	Φυσικές Επιστήμες	
	2003	Κατανόηση Κειμένου	Μαθηματικά	Φυσικές Επιστήμες	Επίλυση Προβλήματος
	2006	Κατανόηση Κειμένου	Μαθηματικά	Φυσικές Επιστήμες	
2ος κύκλος	2009	Κατανόηση Κειμένου	Μαθηματικά	Φυσικές Επιστήμες	
	2012	Κατανόηση Κειμένου	Μαθηματικά	Φυσικές Επιστήμες	
	2015	Κατανόηση Κειμένου	Μαθηματικά	Φυσικές Επιστήμες	Συνεργατική Επίλυση Προβλήματος
3ος κύκλος	2018	Κατανόηση Κειμένου	Μαθηματικά	Φυσικές Επιστήμες	Γνώσεις και Δεξιότητες του Πολίτη του Κόσμου
	2022	Κατανόηση Κειμένου	Μαθηματικά	Φυσικές Επιστήμες	Δημιουργική Σκέψη
	2025	Κατανόηση Κειμένου	Μαθηματικά	Φυσικές Επιστήμες	• Μαθαίνοντας για έναν ψηφιακό κόσμο • Η αξιολόγηση στην Ξένη Γλώσσα - Αγγλικά

Πίνακας 1: Τα κύρια αντικείμενα ανά φάση και κύκλο της έρευνας PISA (2000-2025)

Επισημαίνεται ότι η Ελλάδα έχει λάβει μέρος σε όλες τις εφαρμογές της έρευνας, από το 2000.

1.5 Η μεθοδολογία της έρευνας

Οι μαθητές του δείγματος απαντούν σε έναν αριθμό θεμάτων (items) που περιλαμβάνουν ένα εισαγωγικό κείμενο ερέθισμα (stimulus), το οποίο θέτει το πλαίσιο για τις ερωτήσεις που θα ακολουθήσουν, και μια σειρά από ερωτήσεις κλειστού τύπου ή σύντομης απάντησης. Σε ορισμένες περιπτώσεις κάποιες ερωτήσεις μπορεί να έχουν πρόσθετο κείμενο ερέθισμα.

Τα θέματα αυτά έχουν διαμορφωθεί και εμπλουτίζονται με τη διάρκεια των χρόνων, δεν είναι όμως διαθέσιμα στο κοινό, γιατί είναι σταθμισμένα ως προς τη δυσκολία τους και επαναχρησιμοποιούνται. Σε κάθε κύκλο το κυρίως αντικείμενο εμπλουτίζεται με νέα θέματα, η ποιότητα των οποίων ελέγχεται κατά την πιλοτική έρευνα. Κατά την ανακοίνωση των αποτελεσμάτων της κυρίως έρευνας ανακοινώνονται και κάποια θέματα, για τον κυρίως εξεταζόμενο εγγραμματισμό, προς ενημέρωση του κοινού και των ερευνητών. Στις Φυσικές

Επιστήμες αυτό έγινε κατά την ανακοίνωση των αποτελεσμάτων της κυρίως έρευνας του 2015.

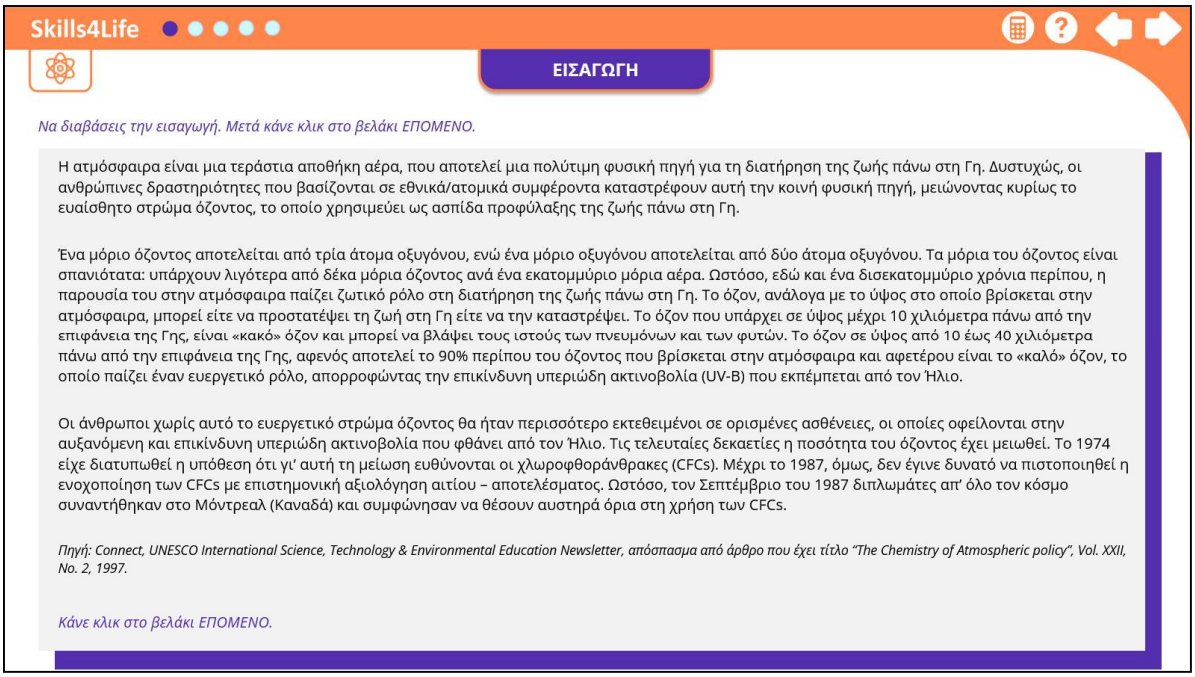
Για παράδειγμα, όλες οι ερωτήσεις του θέματος ΚΛΩΝΟΠΟΙΗΣΗ (θέμα που δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2000 και στο PISA 2003), έχουν το ίδιο εισαγωγικό κείμενο ερέθισμα, αυτό που φαίνεται στα δεξιά της ερώτησης με τίτλο «Μια μηχανή που αντιγράφει ζωντανούς οργανισμούς».



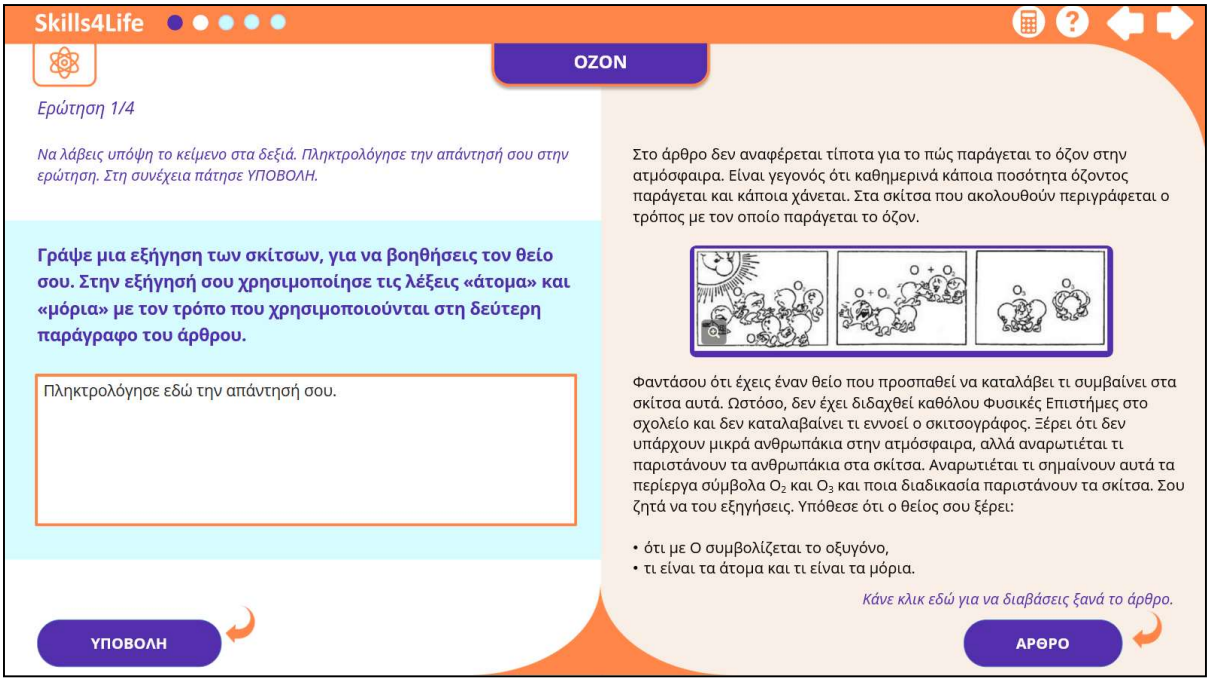
Όπως είναι εμφανές, πρόκειται για ερώτηση πολλαπλής επιλογής.

Επισημαίνεται ότι κάποιες από τις ερωτήσεις ενός θέματος, μπορεί να έχουν και το δικό τους πρόσθετο κείμενο ερέθισμα, όπως φαίνεται στο θέμα OZON που ακολουθεί:

Εισαγωγικό κείμενο του θέματος OZON (θέμα που δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2000).



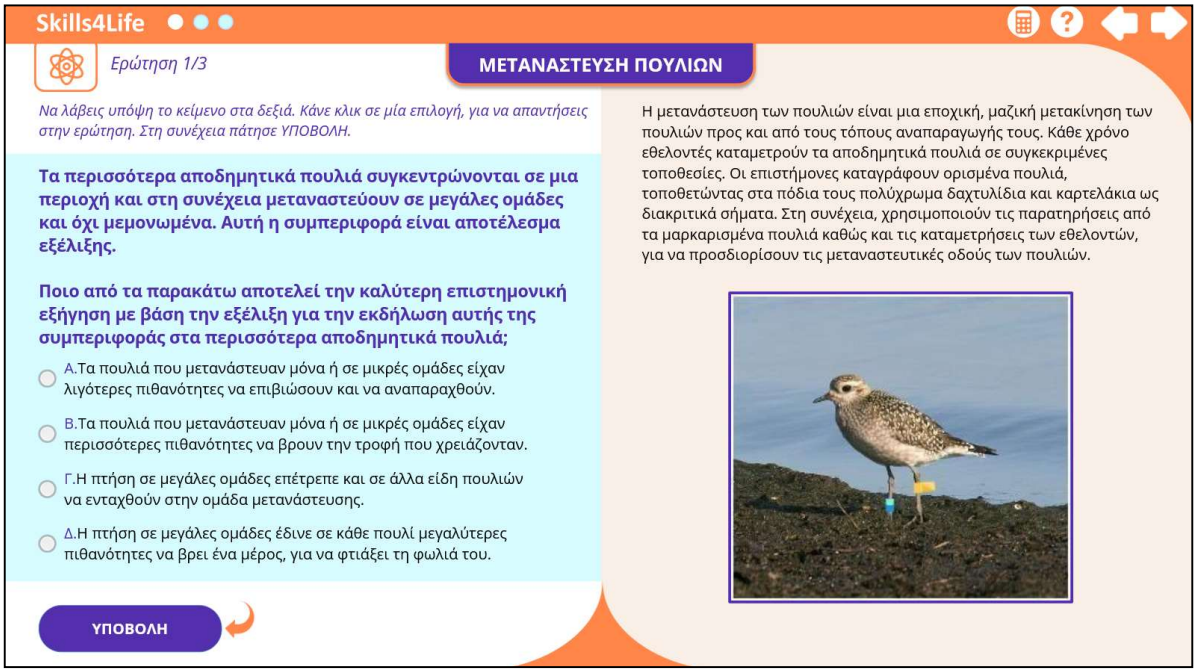
Η 1η ερώτηση του θέματος βασίζεται σε πρόσθετο κείμενο ερέθισμα, το οποίο φαίνεται στα δεξιά της ερώτησης. Ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να διαβάσει ξανά το εισαγωγικό κείμενο, αν κρίνει ότι το χρειάζεται.



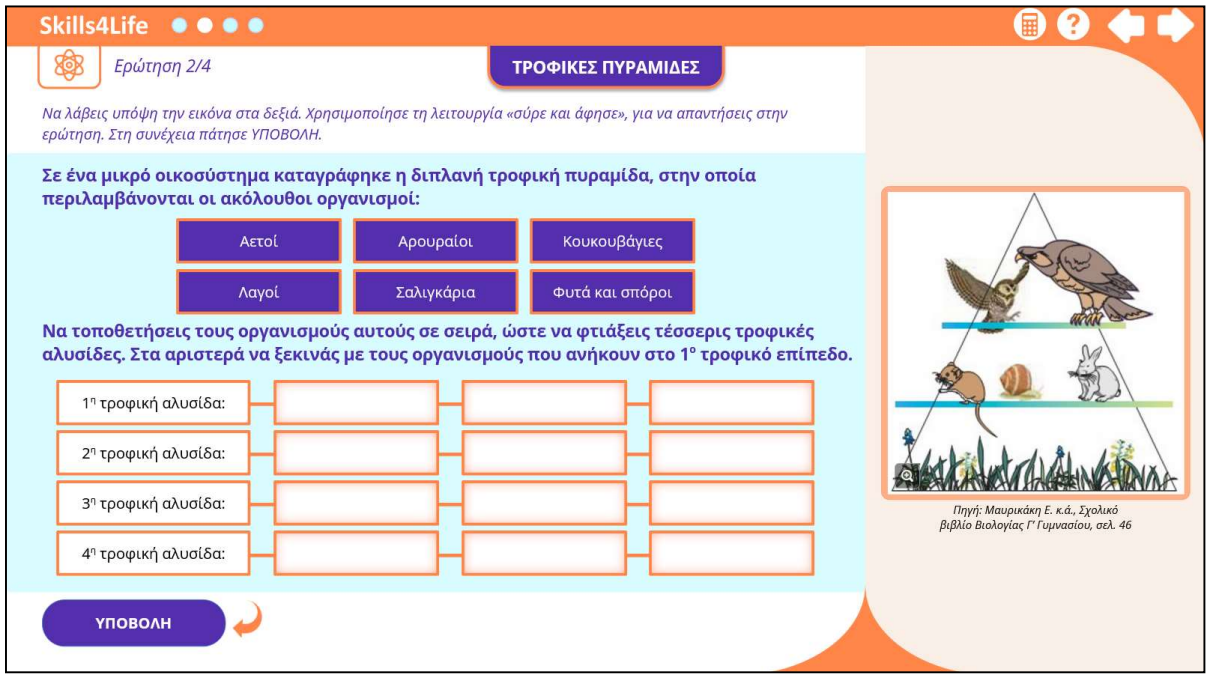
Προφανώς πρόκειται για ερώτηση σύντομης απάντησης.

Γενικά, οι ερωτήσεις των θεμάτων διακρίνονται σε κειμενικού τύπου, διαδραστικού τύπου και προσομοίωσης. Για παράδειγμα,

α) **Κειμενικού τύπου** ήταν οι δύο ερωτήσεις που είδαμε καθώς και η 1η ερώτηση του θέματος ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ ΠΟΥΛΙΩΝ (θέμα που δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2015).

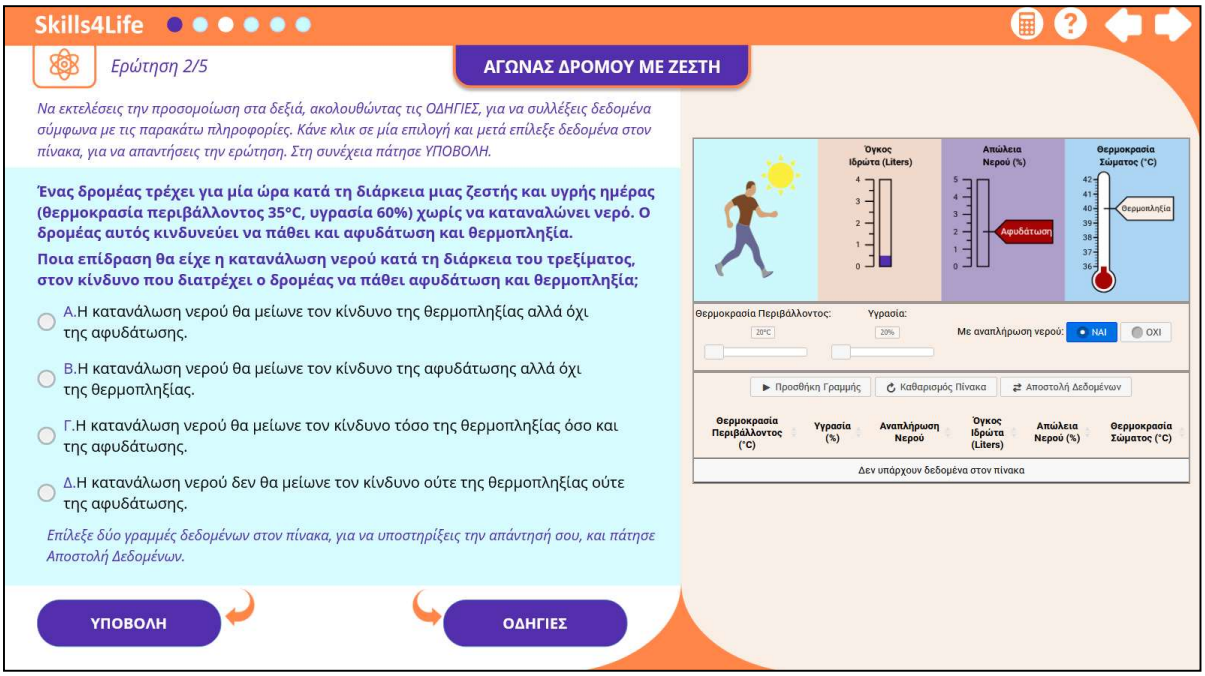


β) **Διαδραστικού τύπου** (σύνθετη πολλαπλής επιλογής) είναι η 2η ερώτηση στο θέμα ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΠΥΡΑΜΙΔΕΣ.



γ) **Προσομοίωσης** (σύνθετη πολλαπλής επιλογής, γιατί πέρα από την πολλαπλή επιλογή ζητάει να παραχθούν μέσω της προσομοίωσης γραμμές δεδομένων και να επισημανθούν

αυτές που αναδεικνύουν τη σωστή επιλογή) είναι η 2η ερώτηση στο θέμα ΑΓΩΝΑΣ ΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΖΕΣΤΗ (θέμα που δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2015).



Η συνολική διάρκεια του γνωστικού αυτού μέρους της έρευνας είναι δύο ώρες και οι ερωτήσεις αφορούν όλα τα αξιολογούμενα γνωστικά αντικείμενα (Κατανόηση κειμένου, Μαθηματικά και Φυσικές Επιστήμες), οι περισσότερες όμως αφορούν το κύριο αντικείμενο για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Από το PISA 2018 και μετά αξιοποιείται η τεχνική της προσαρμοσμένης αξιολόγησης (adaptive testing design) για κάθε μαθητή. Σύμφωνα με αυτή την τεχνική, κάθε μαθητής καλείται να απαντήσει σε διαφορετικό «πακέτο» ερωτήσεων ανάλογα με το επίπεδο των ικανοτήτων του. Έτσι το τεστ ξεκινάει για όλους τους μαθητές με μεσαίας δυσκολίας ερωτήσεις και, ανάλογα με το πώς ανταποκρίνονται σε αυτές οι μαθητές, συνεχίζει με πιο εύκολες ή πιο δύσκολες επόμενες ερωτήσεις. Με βάση ειδικά στατιστικά μοντέλα και τεχνικές οι τελικές επιδόσεις των μαθητών είναι τελικά συγκρίσιμες, ακόμα και αν διαφορετικοί μαθητές απάντησαν διαφορετικές ερωτήσεις.[5]

Στη συνέχεια, οι μαθητές απαντούν σε ερωτηματολόγια με ερωτήσεις σχετικά με την οικογένεια και την προέλευσή τους, τις μαθησιακές τους συνήθειες, τις στάσεις τους

[5] Η αναφορά στις εν λόγω στατιστικές διαδικασίες και τεχνικές εκφεύγει του σκοπού του παρόντος οδηγού. Ωστόσο οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να ανατρέξουν στα Τεχνικά Εγχειρίδια της Έρευνας (PISA Technical Reports) τα οποία βρίσκονται αναρτημένα στην ιστοσελίδα το προγράμματος (https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa.html).

απέναντι στο κύριο αντικείμενο της αξιολόγησης, καθώς και τη συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και τα κίνητρά τους για τη μάθηση.

Ένα αντίστοιχο ερωτηματολόγιο συμπληρώνουν και οι διευθυντές των σχολείων του δείγματος με ερωτήσεις που αφορούν –μεταξύ άλλων – το μέγεθος και τον τύπο του σχολείου, την πολιτική υποδοχής και κατάταξης των μαθητών, τις διοικητικές δομές, τις συγκεκριμένες παιδαγωγικές πρακτικές που εφαρμόζονται στο σχολείο καθώς και τους οικονομικούς και εκπαιδευτικούς πόρους που διαθέτει το σχολείο.

Όλες οι ερωτήσεις, και στα δύο σκέλη (γνωστικό τεστ και ερωτηματολόγια), είναι μεταφρασμένες στη γλώσσα κάθε χώρας. Η μετάφραση γίνεται με συνεργασία ανάμεσα στον κεντρικό (διεθνή) φορέα PISA και το Εθνικό Κέντρο PISA κάθε συμμετέχουσας χώρας, μέσα από μια διαδικασία αλλεπάλληλων παρατηρήσεων/διορθώσεων και με ιδιαίτερη μέριμνα για την ορθή απόδοση νοημάτων και όρων σε κάθε γλώσσα, ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε παρανόηση σε οποιονδήποτε όρο, λόγω ειδικών σημασιολογικών φορτίων των λέξεων ανά γλώσσα, αλλά και οποιαδήποτε διαφορά στην πρόσληψη των νοημάτων λόγω πολιτισμικής ταυτότητας. Αυτονόητα, είναι εξασφαλισμένο ότι οι ερωτήσεις στα γνωστικά αντικείμενα βασίζονται σε γνώσεις και δεξιότητες που αναμένεται να έχουν αναπτύξει οι περισσότεροι 15χρονοι σε όλες τις χώρες.

Σε κάθε φάση του PISA, η ανωτέρω διαδικασία επαναλαμβάνεται δύο φορές: μία κατά την Πιλοτική εφαρμογή της έρευνας (Field trial), της οποίας ο στόχος είναι να δοκιμαστούν τα εργαλεία της έρευνας (π.χ. νέα θέματα) χωρίς να ανακοινώνονται αποτελέσματα, και την Κύρια Έρευνα (Main Study). Τα σχολεία τα οποία συμμετέχουν στην Κύρια Έρευνα είναι **αντιπροσωπευτικά του συνόλου των σχολείων της χώρας στα οποία φοιτούν 15χρονοι μαθητές**.

Η επιλογή των σχολείων γίνεται κεντρικά από την επιτελική ομάδα PISA σε επίπεδο ΟΟΣΑ, με κριτήριο να αντιπροσωπεύεται σωστά η γεωγραφική κατανομή και η κοινωνική διαστρωμάτωση του μαθητικού πληθυσμού κάθε χώρας. Σε κάθε σχολείο του δείγματος συμμετέχουν όλοι οι 15χρονοι μαθητές, εκτός αν υπερβαίνουν τους 57. Σε αυτήν την περίπτωση επιλέγονται τυχαία (μέσω αλγορίθμου) οι 57 15χρονοι μαθητές που θα συμμετάσχουν στην έρευνα.

Η αξιολόγηση των απαντήσεων που δίνουν οι μαθητές στο γνωστικό σκέλος του τεστ γίνεται με δύο τρόπους: στις μεν ερωτήσεις κλειστού τύπου γίνεται αυτόματα, από την πλατφόρμα PISA, κεντρικά, από τον διεθνή φορέα δηλαδή, χωρίς μεσολάβηση του κάθε εθνικού φορέα PISA. Στις δε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, η αξιολόγηση γίνεται από πιστοποιημένους βαθμολογητές σε κάθε εθνικό φορέα. Οι βαθμολογητές σε αυτή την κατηγορία ερωτήσεων προβαίνουν στις αξιολογήσεις τους βάσει ειδικού οδηγού βαθμολόγησης, που εκδίδεται από τον διεθνή φορέα PISA και επικαιροποιείται με βάση την εμπειρία και τις αναφορές/παρατηρήσεις των βαθμολογητών στους εθνικούς φορείς PISA. Ο οδηγός βαθμολόγησης περιλαμβάνει τα κριτήρια ώστε μια απάντηση σε ερώτηση ανοικτού τύπου να αξιολογείται ως «Αποδεκτή» (εφόσον πληροί όλα τα κριτήρια) ή «Μη αποδεκτή» (εφόσον δεν πληροί τα κριτήρια). Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχει και η επιλογή «Μερικώς αποδεκτή» (εφόσον η απάντηση περιλαμβάνει ορισμένα αποδεκτά στοιχεία, αλλά δεν είναι πλήρης).

Κάθε ερώτηση αξιολογείται ταυτόχρονα από πολλούς βαθμολογητές και, προκειμένου να καταχωριστεί η αξιολόγηση της κάθε ερώτησης στην ψηφιακή πλατφόρμα, θα πρέπει να υπάρχει σύγκλιση ανάμεσα στις αξιολογήσεις των επιμέρους βαθμολογητών σε ποσοστά που μεσοσταθμικά ορίζονται στο 90%.

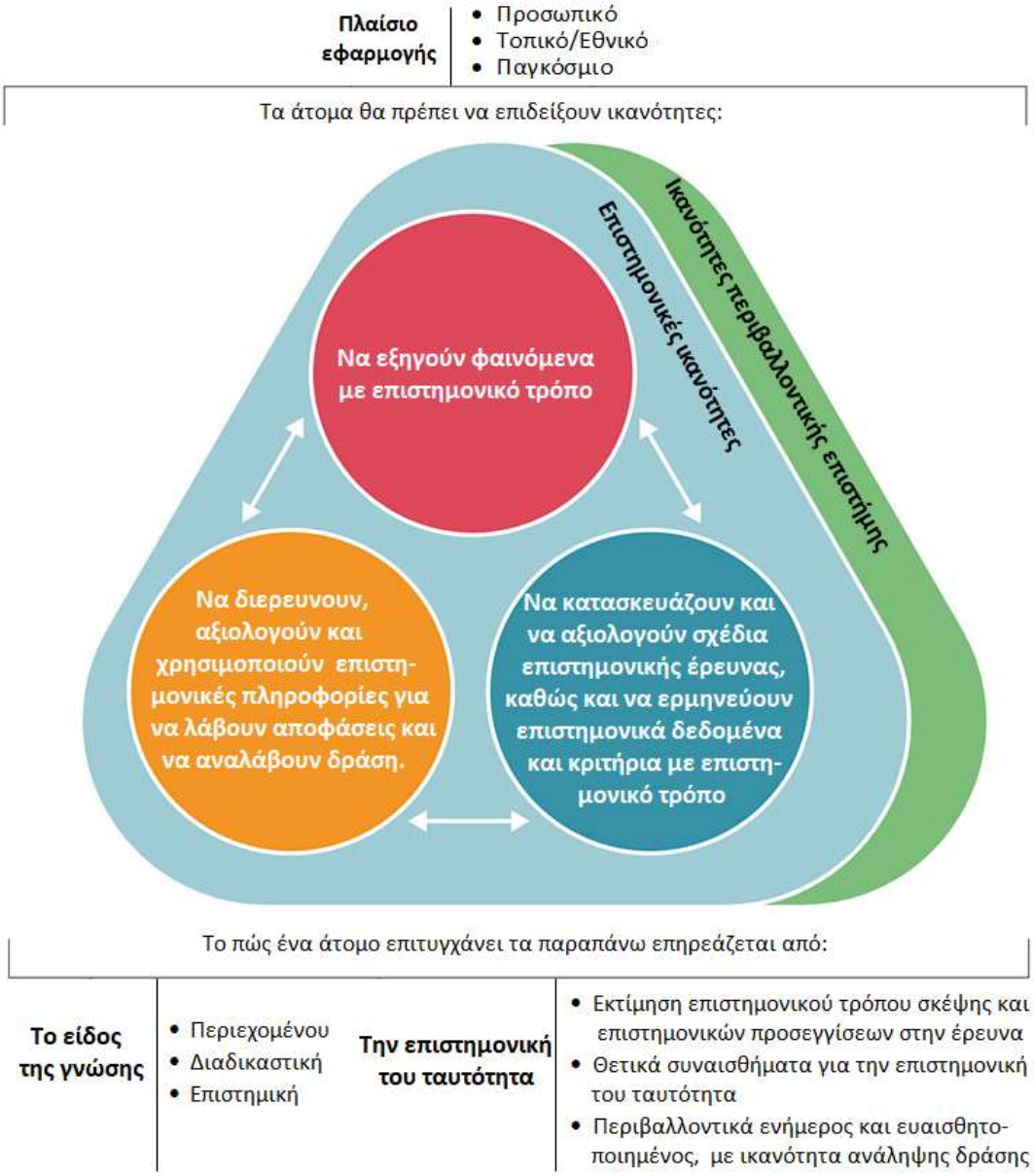
Κεφάλαιο 2. Το πλαίσιο της αξιολόγησης του PISA για τις Φυσικές Επιστήμες

2.1 Η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού

Σύμφωνα με τον πλέον πρόσφατο ορισμό για τις *Φυσικές Επιστήμες* (OECD 2023α) ο εγγραμματισμός (science literacy) αναφέρεται «*στην ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί την φυσικό-επιστημονική γνώση με τέτοιο τρόπο, που το καθιστά ικανό 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 επιρροή που έχει σε αυτόν η ανθρώπινη δραστηριότητα*».

Το πλαίσιο της αξιολόγησης που αξιοποιήθηκε κατά την εφαρμογή της έρευνας το 2025 (OECD 2023α), δηλαδή κατά την πλέον πρόσφατη εφαρμογή όπου οι Φυσικές Επιστήμες ήταν το κύριο αντικείμενο, περιλαμβάνει τέσσερις διαστάσεις για την αξιολόγηση του επιστημονικού εγγραμματισμού, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1:

- Το πλαίσιο εφαρμογής που χρησιμοποιεί το PISA για τη διαμόρφωση θεμάτων
- Τις επιστημονικές ικανότητες που αξιολογεί το PISA
- Το είδος της εξεταζόμενης γνώσης
- Την επιστημονική ταυτότητα



Σχήμα 1: Το πλαίσιο αξιολόγησης των επιστημονικών ικανοτήτων στο PISA 2025

Στις ενότητες που ακολουθούν αναλύεται καθεμία από τις εν λόγω τέσσερις διαστάσεις, σύμφωνα με το πλαίσιο που έχει διαμορφώσει το PISA.

2.2 Το πλαίσιο εφαρμογής των θεμάτων

Το PISA 2025 αξιολογεί δεξιότητες και γνώσεις με θέματα που δίνουν τη δυνατότητα να τεθούν ζητήματα και να γίνουν επιλογές σχετικές με τις Επιστήμες και την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Τα θέματα δεν περιορίζονται στο σχολικό μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Επιλέγονται με βάση τη γνώση και την κατανόηση που είναι πιθανό να έχουν αποκτήσει οι

15χρονοι μαθητές, ενώ παράλληλα έχουν χαρακτηριστικά που θεωρούνται σχετικά με τα ενδιαφέροντα των μαθητών και την πραγματική ζωή.

Εστιάζουν σε καταστάσεις, ζητήματα και επιλογές σχετικές με:

- Το άτομο, την οικογένεια και τους συνομηλίκους (προσωπικό πλαίσιο) (βλ. την 1η ερώτηση του θέματος ΦΩΤΟΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ)
- Την κοινότητα (τοπικό και εθνικό πλαίσιο) (βλ. την 4η ερώτηση του θέματος ΕΜΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ)
- Τη ζωή σε παγκόσμια κλίμακα (παγκόσμιο πλαίσιο) (βλ. την 1η ερώτηση του θέματος ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΗΜΕΡΑΣ).

Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και θέματα που συνδέονται με τεχνολογικές εφαρμογές, με το περιβάλλον, καθώς και με ιστορικά πλαίσια, προκειμένου να αξιολογηθεί η κατανόηση των μαθητών σχετικά με τις διαδικασίες και πρακτικές μέσω των οποίων προάγεται η επιστημονική γνώση. Οι εφαρμογές της επιστήμης και της τεχνολογίας σε προσωπικά, τοπικά, εθνικά και παγκόσμια πλαίσια αφορούν τα εξής θεματικά πεδία:

- Υγεία και νόσος
- Φυσικοί πόροι
- Ποιότητα του περιβάλλοντος (συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της κλιματικής αλλαγής)
- Κίνδυνοι
- Σύνορα της επιστήμης και της τεχνολογίας (συμπεριλαμβανομένων σύγχρονων προόδων και προκλήσεων).

2.2.1 Το προσωπικό πλαίσιο εφαρμογής

Το προσωπικό πλαίσιο εφαρμογής περιλαμβάνει επιστημονικά θέματα που σχετίζονται άμεσα με τη ζωή και τις επιλογές του ατόμου (του μαθητή/πολίτη), όπως είναι:

- η διατήρηση της υγείας
- τα ατυχήματα
- η διατροφή
- ο εμβολιασμός
- η προσωπική κατανάλωση υλικών, τροφίμων και ενέργειας
- η κατανάλωση τροφίμων που παράγονται τοπικά

- η επιλογή διατροφής χωρίς γαλακτοκομικά και χορτοφαγική διατροφή
- οι βιώσιμες πρακτικές ανακύκλωσης και μείωσης της χρήσης πόρων
- οι αξιολογήσεις του κινδύνου που ενέχουν ορισμένες επιλογές τρόπου ζωής
- οι επιστημονικές πτυχές της χρήσης νέων τεχνολογιών, π.χ. γονιδιακή επεξεργασία, εικονική πραγματικότητα.

2.2.2 Το τοπικό και εθνικό πλαίσιο εφαρμογής

Το τοπικό και εθνικό πλαίσιο εφαρμογής είναι ευρύτερο και περιλαμβάνει επιστημονικά θέματα, όπως είναι:

- ο έλεγχος ασθενειών
- η κοινωνική μετάδοση (εξάπλωση πληροφοριών μέσω κοινωνικών δικτύων ή μετάδοση ιδεών και συμπεριφορών μεταξύ ατόμων σε ένα κοινωνικό σύνολο)
- οι επιλογές τροφίμων
- η παχυσαρκία
- η κοινοτική υγεία
- η διατήρηση του ανθρώπινου πληθυσμού
- η ποιότητα ζωής
- η ασφάλεια, η παραγωγή και η διανομή τροφίμων
- το περιβάλλον και οι πόροι
- ο ενεργειακός εφοδιασμός (παραγωγή και μεταφορά ενέργειας)
- οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εξόρυξης και εκμετάλλευσης πόρων
- η παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας
- η κατανομή πληθυσμού
- η διαχείριση αποβλήτων
- η χρήση αναγεννητικής γεωργίας
- οι ραγδαίες αλλαγές (π.χ. σεισμοί, ακραία καιρικά φαινόμενα)
- οι αργές και προοδευτικές αλλαγές (π.χ. διάβρωση ακτών, ιζηματογένεση)
- η αξιολόγηση κινδύνου
- η αναγνώριση προσώπου
- τα νέα υλικά
- οι συσκευές και οι διαδικασίες

- οι γενετικές τροποποιήσεις
- η τεχνολογία υγείας
- οι μεταφορές
- η χρήση τεχνητής νοημοσύνης

2.2.3 Το παγκόσμιο πλαίσιο εφαρμογής

Το παγκόσμιο πλαίσιο εφαρμογής είναι ακόμη ευρύτερο και περιλαμβάνει επιστημονικά θέματα, όπως είναι:

- οι πανδημίες
- η ασφάλεια τροφίμων
- οι υγιεινοί τρόποι ζωής
- οι ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- τα φυσικά συστήματα
- η αύξηση πληθυσμού
- η βιώσιμη χρήση φυτικών και ζωικών ειδών και γης
- η αξία της βιοποικιλότητας
- η περιβαλλοντική βιωσιμότητα
- η διαχείριση της ρύπανσης και της ποιότητας του αέρα
- η απώλεια εδάφους / βιομάζας
- η μαζική εξαφάνιση ειδών
- η οξίνιση των ωκεανών
- οι απειλές που θέτει η κλιματική αλλαγή
- ο αντίκτυπος των σύγχρονων μορφών επικοινωνίας
- η ενέργεια και παραγωγή ενέργειας
- η εξερεύνηση του διαστήματος
- η προέλευση και δομή του σύμπαντος

2.3 Οι επιστημονικές ικανότητες που αξιολογεί το PISA

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1, ο επιστημονικός εγγραμματισμός στο PISA 2025 (OECD, 2023α) συγκροτείται και αξιολογείται με βάση τις εξής τρεις ικανότητες:

- Ερμηνεία φαινομένων με επιστημονικό τρόπο

- Κατασκευή και αξιολόγηση σχεδίων επιστημονικής έρευνας, καθώς και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και κριτηρίων με επιστημονικό τρόπο
- Διερεύνηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικών πληροφοριών προκειμένου κάποιος να λάβει αποφάσεις και να αναλάβει δράση.

2.3.1 Ερμηνεία φαινομένων με επιστημονικό τρόπο

Οι Φυσικές Επιστήμες έχουν διαχρονικά συγκροτήσει ένα σύνολο ερμηνευτικών θεωριών που μετασχημάτισαν την κατανόησή μας για τον φυσικό κόσμο. Επομένως, η ικανότητα να εξηγούμε φαινόμενα του υλικού κόσμου εξαρτάται από τη γνώση των μεγάλων ιδεών της επιστήμης.

Οι μαθητές χρειάζεται να αναγνωρίζουν, να παράγουν, να εφαρμόζουν και να αξιολογούν επιστημονικές εξηγήσεις και λύσεις για ποικίλα φυσικά και τεχνολογικά φαινόμενα/προβλήματα, δείχνοντας ικανότητα:

- Να ανακαλούν και να εφαρμόζουν κατάλληλη επιστημονική γνώση.
- Να χρησιμοποιούν πολλαπλές αναπαραστάσεις (κείμενο, εξισώσεις, γραφήματα, διαγράμματα) και να μετατρέπουν τη μία μορφή στην άλλη.
- Να διατυπώνουν και τεκμηριώνουν κατάλληλες επιστημονικές προβλέψεις και λύσεις.
- Να προσδιορίζουν, να κατασκευάζουν και να αξιολογούν μοντέλα.
- Να αναγνωρίζουν και να αναπτύσσουν ερμηνευτικές υποθέσεις για φαινόμενα του υλικού κόσμου.
- Να εξηγούν τις πιθανές επιπτώσεις της επιστημονικής γνώσης στην κοινωνία.

Ωστόσο, **η διατύπωση επιστημονικών εξηγήσεων απαιτεί περισσότερα από απλή ανάκληση και χρήση περιεχομένου** (θεωρίες, έννοιες, πληροφορίες, γεγονότα). Προϋποθέτει, επίσης, κατανόηση για το πώς παράγεται αυτή η γνώση και πόση βεβαιότητα μπορεί να δικαιολογείται σχετικά με την ισχύ του κάθε ισχυρισμού. Άρα, το άτομο χρειάζεται επιπλέον:

- Διαδικαστική γνώση, δηλαδή γνώση των τυπικών διαδικασιών και πρακτικών της επιστημονικής διερεύνησης (ερευνητικά ερωτήματα, μεταβλητές, έλεγχοι, ποιότητα δεδομένων).
- Επιστημική γνώση, δηλαδή κατανόηση του ρόλου και της λειτουργίας των επιστημονικών διαδικασιών στην τεκμηρίωση/δικαιολόγηση της επιστημονικής γνώσης και της θέσης της ως κοινωνικο-πολιτισμικής διαδικασίας.

Επίσης, όπου απαιτείται, αξιοποιούνται και βασικά μαθηματικά εργαλεία για ανάλυση ή συνοπτική παρουσίαση δεδομένων. Μπορείτε να δείτε παραδείγματα ερωτήσεων που αξιολογούν τη σχετική ικανότητα σε αυτή την ενότητα του παρόντος Οδηγού.

2.3.2 Κατασκευή και αξιολόγηση σχεδίων επιστημονικής έρευνας, ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και κριτηρίων με επιστημονικό τρόπο

Η γνώση της επιστήμης περιλαμβάνει όχι μόνον έννοιες και γεγονότα αλλά και κατανόηση του πώς παράγεται και ελέγχεται η επιστημονική γνώση. Με άλλα λόγια, περιλαμβάνει κατανόηση ζητημάτων όπως: η διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων, ο σχεδιασμός έρευνας, η συλλογή/ανάλυση δεδομένων, η κριτική αξιολόγηση τεκμηρίων, η κρίση από ομοτίμους και η επιστημονική δημοσίευση.

Οι μαθητές καλούνται να σχεδιάζουν, να αξιολογούν και να εκτιμούν επιστημονικές έρευνες και να ερμηνεύουν δεδομένα, επιδεικνύοντας ικανότητα:

- Να προσδιορίζουν το ερευνητικό ερώτημα μιας μελέτης.
- Να προτείνουν κατάλληλο πειραματικό/διερευνητικό σχεδιασμό (μεταβλητές, ελέγχους, αξιοπιστία).
- Να κρίνουν αν ο σχεδιασμός είναι επαρκής για να απαντήσει στο ερώτημα, και να εντοπίζουν περιορισμούς/μεροληψίες.
- Να ερμηνεύουν δεδομένα σε ποικίλες αναπαραστάσεις (πίνακες, γραφήματα, διαγράμματα, εικόνες), να εξάγουν τεκμηριωμένα συμπεράσματα και να αξιολογούν τη βαρύτητα των κριτηρίων.

Η ικανότητα αυτή στηρίζεται σε:

- Γνώση περιεχομένου και διαδικαστική γνώση (χαρακτηριστικά και πρακτικές της επιστημονικής διερεύνησης)
- Επιστημική γνώση: κατανόηση της φύσης της επιστήμης ως τρόπου θεμελίωσης/δικαιολόγησης της γνώσης και ως κοινωνικο-πολιτισμικής διαδικασίας.

Σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτείται επιπλέον η γνώση βασικών μαθηματικών εργαλείων για ανάλυση, σύνοψη και έλεγχο. Μπορείτε να δείτε παραδείγματα ερωτήσεων που αξιολογούν τη σχετική ικανότητα σε αυτή την ενότητα του παρόντος οδηγού.

2.3.3 Διερεύνηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικών πληροφοριών για λήψη απόφασης και ανάληψη δράσης

Η τελευταία δεκαετία χαρακτηρίζεται από μια έκρηξη στην ποσότητα και τη ροή των πληροφοριών, καθώς και από μια διευρυνόμενη ευκολία πρόσβασης σε αυτές. Δυστυχώς, παράλληλα με τη ροή έγκυρων και αξιόπιστων πληροφοριών, παρατηρείται και μία αυξανόμενη ροή λανθασμένων πληροφοριών και, ακόμη χειρότερα, παραπληροφόρησης. Όλοι οι πολίτες χρειάζονται ικανότητα κριτικής αποτίμησης της αξιοπιστίας και της αξίας της πληροφορίας που πλαισιώνει κάθε επιστημονικό θέμα.

Στις σύγχρονες κοινωνίες, υπάρχει αυξανόμενη ανησυχία για την ευκολία με την οποία οι άνθρωποι αποδέχονται απόψεις που φέρονται ως «επιστημονικές» και αναπτύσσουν πεποιθήσεις χωρίς επαρκή τεκμήρια ή παρά την ύπαρξη ισχυρών ενδείξεων για το αντίθετο. Ένα επιστημονικά εγγράμματο άτομο πρέπει να διατηρεί έναν **υγιή σκεπτικισμό**: να εξετάζει αν υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων, αν υπάρχει τεκμηριωμένη επιστημονική συναίνεση και αν η πηγή διαθέτει τη σχετική εξειδίκευση.

Στον πυρήνα αυτής της ικανότητας βρίσκεται η κατανόηση ότι η επιστήμη είναι ένα κοινοτικό εγχείρημα και δεν είναι αλάθητη: μεμονωμένοι επιστήμονες ή ομάδες μπορεί να σφάλλουν, όμως η συναίνεση της επιστημονικής κοινότητας είναι πολύ πιο αξιόπιστη, επειδή είναι προϊόν εκτεταμένης κριτικής από ομοτίμους και αντιπροσωπεύει γνώση που έχει ελεγχθεί και επανελεγχθεί πολλές φορές.

Οι μαθητές χρειάζεται να αναζητούν, να αξιολογούν και να χρησιμοποιούν επιστημονικές πληροφορίες, ισχυρισμούς και επιχειρήματα σε ποικίλες μορφές και περιβάλλοντα και να εξάγουν κατάλληλα συμπεράσματα, επιδεικνύοντας ικανότητα:

- Να αναζητούν, να αξιολογούν και να επικοινωνούν τη σχετική αξία διαφόρων πηγών πληροφόρησης (επιστημονικών, κοινωνικών, οικονομικών και ηθικών), που μπορεί να έχουν σημασία για τη λήψη αποφάσεων σε θέματα σχετικά με την επιστήμη, και στην υποστήριξη ενός επιχειρήματος ή μίας λύσης.
- Να διακρίνουν ισχυρισμούς που βασίζονται σε ισχυρά επιστημονικά τεκμήρια ειδικών από απόψεις μη ειδικών και να αιτιολογούν αυτή τη διάκριση.
- Να δομούν ένα επιχείρημα που πηγάζει έγκυρα από ένα σύνολο δεδομένων προκειμένου να υποστηρίξουν ένα κατάλληλο επιστημονικό συμπέρασμα.

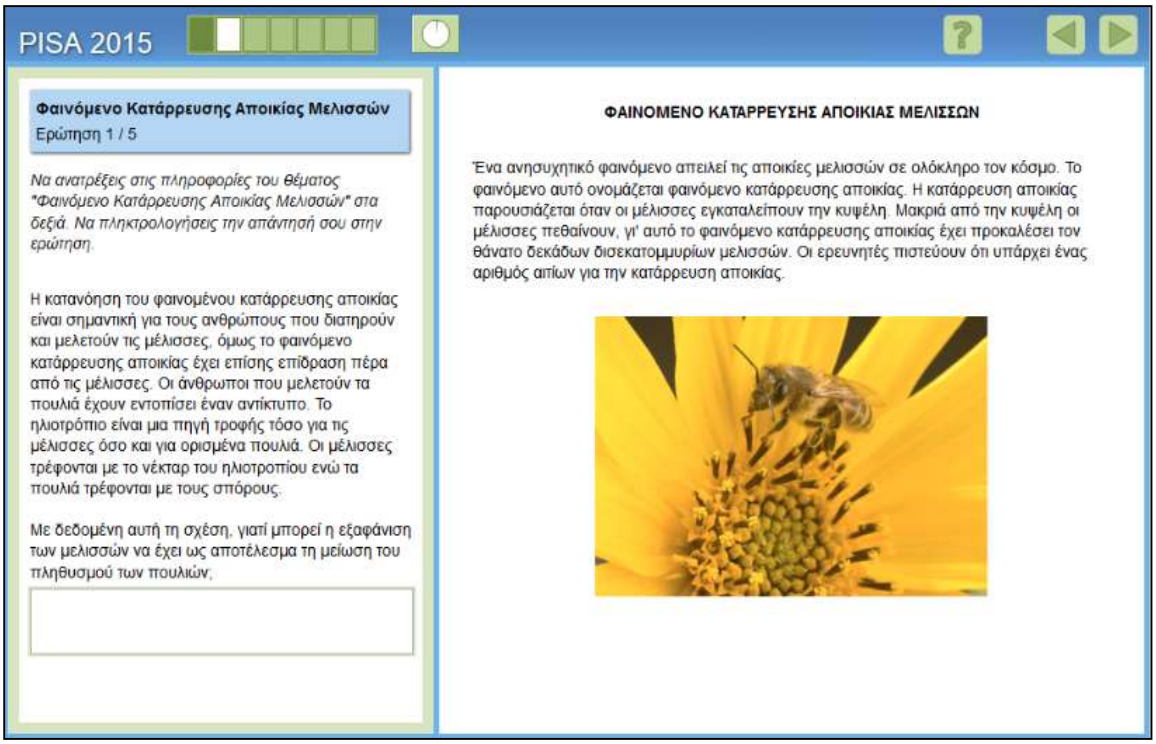
- Να ασκούν κριτική σε συνηθισμένα σφάλματα επιχειρηματολογίας π.χ. φτωχή τεκμηρίωση, σύγχυση συσχέτισης με αιτιότητα, εσφαλμένες ερμηνείες, γενικεύσεις από περιορισμένα δείγματα.
- Να αιτιολογούν αποφάσεις χρησιμοποιώντας επιστημονικά επιχειρήματα, είτε ατομικά είτε συλλογικά, που συμβάλλουν στην επίλυση σύγχρονων ζητημάτων ή στη βιώσιμη ανάπτυξη.

Αυτή η ικανότητα απαιτεί από τους μαθητές να διαθέτουν τόσο διαδικαστική όσο και επιστημική γνώση, αλλά μπορεί επίσης να βασίζεται, σε ποικίλους βαθμούς, και στη γνώση περιεχομένου της επιστήμης. Μπορείτε να δείτε παραδείγματα ερωτήσεων που αξιολογούν τη σχετική ικανότητα σε αυτή την ενότητα του παρόντος Οδηγού.

2.3.4 Ενδεικτικά παραδείγματα θεμάτων/ερωτήσεων σχετικά με την αξιολόγηση των επιστημονικών ικανοτήτων

Εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο

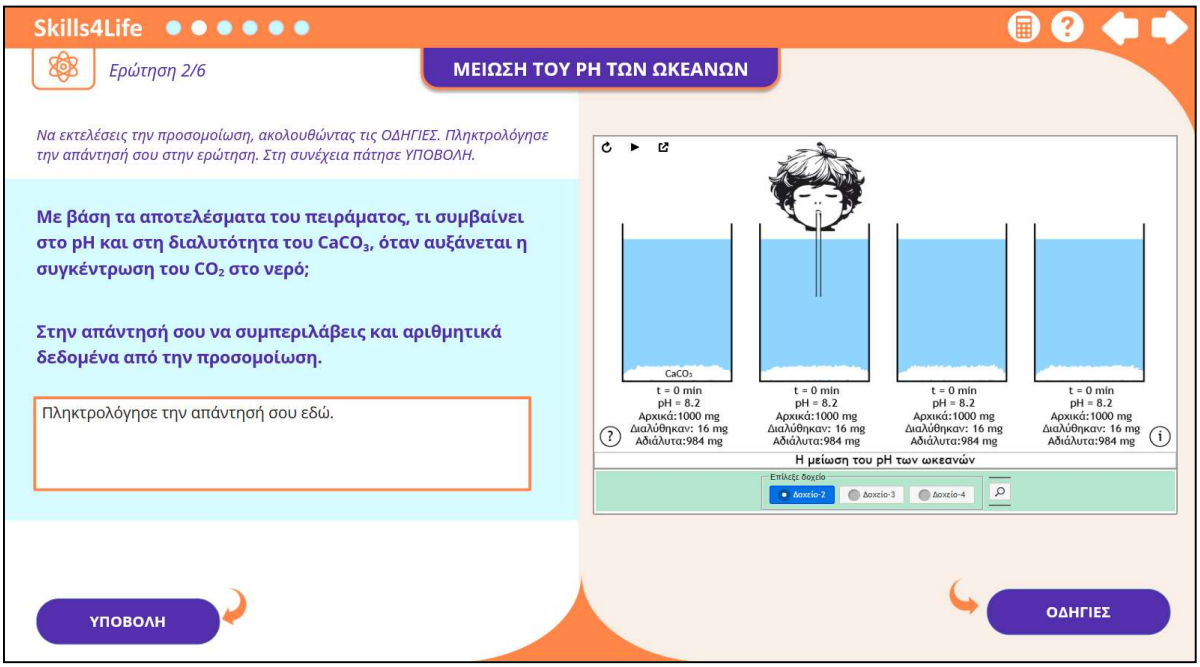
1ο Παράδειγμα: Η 1η ερώτηση του θέματος ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΙΚΙΑΣ ΜΕΛΙΣΣΩΝ (δόθηκε στους μαθητές στην πιλοτική φάση της έρευνας PISA 2015).



☛ Οι μαθητές καλούνται να **εξηγήσουν το φαινόμενο με επιστημονικό τρόπο, συνδέοντας την κατάρρευση των αποικιών με την κατάρρευση της επικονίασης στα φυτά.**

Επιστημονική Ικανότητα Εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Κίνδυνοι	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2ο Παράδειγμα: Η 2η ερώτηση του θέματος ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ pH ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ (από τη συγγραφική ομάδα Φ.Ε.).



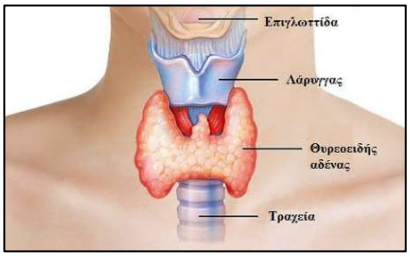
☛ Οι μαθητές καλούνται να εκτελέσουν πειράματα που εμπλέκουν δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές (συγκέντρωση CO_2, pH, διαλυτότητα $CaCO_3$) και, με βάση τα δεδομένα της προσομοίωσης, να **εξηγήσουν το φαινόμενο με επιστημονικό τρόπο**.

Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Περιβαλλοντικές Συνέπειες & Κλιματική Αλλαγή	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	

Κατασκευή και αξιολόγηση σχεδίων επιστημονικής έρευνας και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και κριτηρίων

1ο Παράδειγμα: Η 5η ερώτηση του θέματος Η ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ: ΤΟ ΙΩΔΙΟ 131 (από τη συγγραφική ομάδα Φυσικών Επιστημών).

Εισαγωγικό κείμενο



Η Μαρία διαγνώστηκε με καρκίνο του θυρεοειδούς. Ο γιατρός τής εξήγησε τον τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος υγείας που αντιμετωπίζει. Αρχικά θα πρέπει να αφαιρεθεί ο θυρεοειδής αδένας. Συχνά μέσα από αυτόν, περνά το νεύρο που ελέγχει τις φωνητικές χορδές και βρίσκονται οι παραθυρεοειδείς αδένες. Για να μην τραυματίσει ο χειρουργός τα ζωτικά αυτά όργανα, μπορεί να χρειαστεί να αφήσει μικρά υπολείμματα θυρεοειδούς στο λαιμό.

Τα υπολείμματα αυτά, όπως και οι γειτονικοί λεμφαδένες, μπορεί να έχουν καρκινικές μικροεστίες και πρέπει να καταστραφούν.

Έχει βρεθεί μετά από μελέτες ότι ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος είναι η λήψη του ραδιενεργού ιωδίου-131 (πιο σωστά $^{131}_{53}\mathrm{I}$).



Επειδή, η Μαρία με το που άκουσε για ραδιενέργεια ταράχτηκε, ο γιατρός τής εξηγεί:

«Η ραδιενεργός ακτινοβολία πράγματι επηρεάζει καταστροφικά τα κύτταρα, όμως αυτό εξαρτάται από τη δόση, το είδος των κυττάρων και την διάρκεια έκθεσης. Θα χρησιμοποιήσουμε ένα ισότοπο του ιωδίου, το ιώδιο-131, σε υπολογισμένη με ακρίβεια δοσολογία. Το ισότοπο αυτό έχει μικρό χρόνο ημιζωής και απορροφάται εκλεκτικά από τον θυρεοειδή αδένα».

Εξηγεί ότι ο χρόνος ημιζωής είναι μια βασική ιδιότητα των ραδιενεργών ισοτόπων. Σε κάθε συγκεκριμένο χρόνο ημιζωής, η μισή αρχική ποσότητα του στοιχείου παραμένει άθικτη, ενώ η άλλη μισή έχει διασπαστεί.

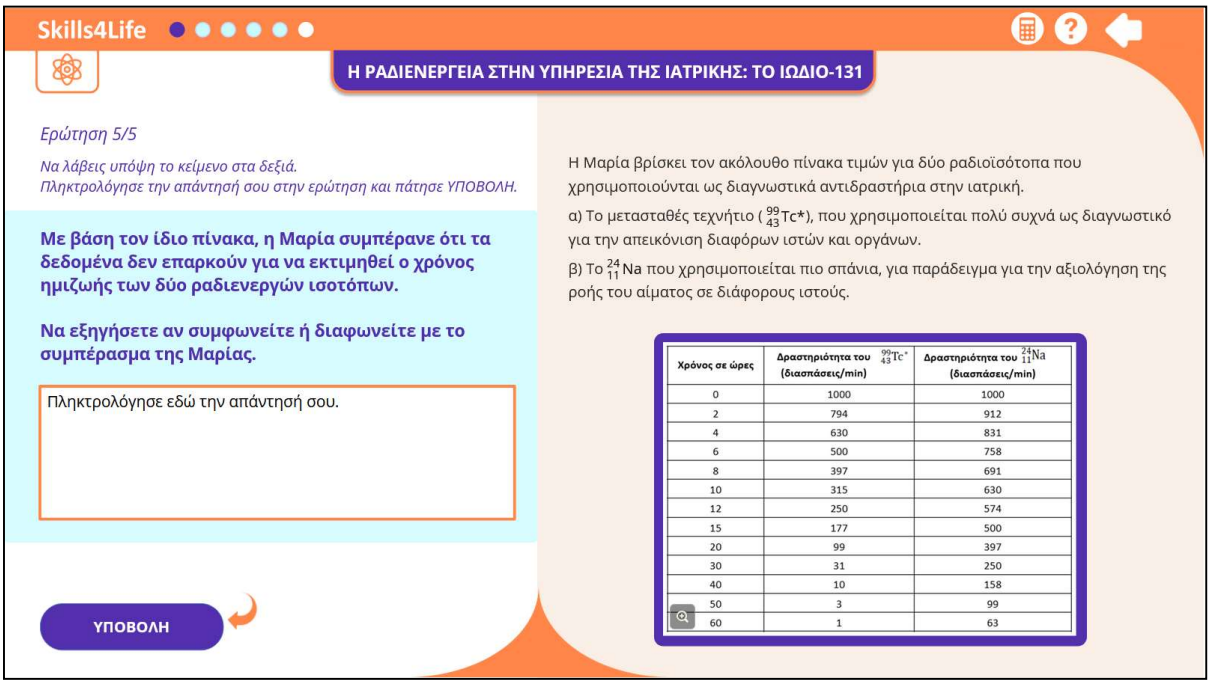
Τέλος, επισημαίνει ότι «Σαφώς μεγαλύτερη ευαισθησία στην έκθεση σε ραδιενεργό ακτινοβολία εμφανίζουν τα κύτταρα/ιστοί που διαιρούνται και πολλαπλασιάζονται γρήγορα και τα καρκινικά κύτταρα έχουν αυτό το χαρακτηριστικό».

Η Μαρία μετά από έρευνα στο διαδίκτυο βρήκε ότι:

α) Πολλά στοιχεία έχουν ισότοπα που οι πυρήνες τους δεν είναι σταθεροί. Οι πυρήνες αυτοί για να σταθεροποιηθούν εκπέμπουν ραδιενεργό ακτινοβολία.

β) Το $^{131}_{53}\mathrm{I}$ έχει χρόνο ημιζωής 8 ημέρες, που σημαίνει ότι κάθε 8 ημέρες το μισό $^{131}_{53}\mathrm{I}$ μεταστοιχειώνεται στο $^{131}_{54}\mathrm{Xe}$) , το οποίο είναι σταθερό ισότοπο του ευγενούς αερίου "Ξένο".

γ) Υπάρχουν και άλλα ραδιενεργά ισότοπα στοιχείων που χρησιμοποιούνται στην ιατρική, όπως το μετασταθές τεχνήτιο (Tc-99m ή $^{99}_{43}\mathrm{I}^*$), το οποίο χρησιμοποιείται ως διαγνωστικό αντιδραστήριο π.χ. σε παθήσεις των οστών και άλλων οργάνων.



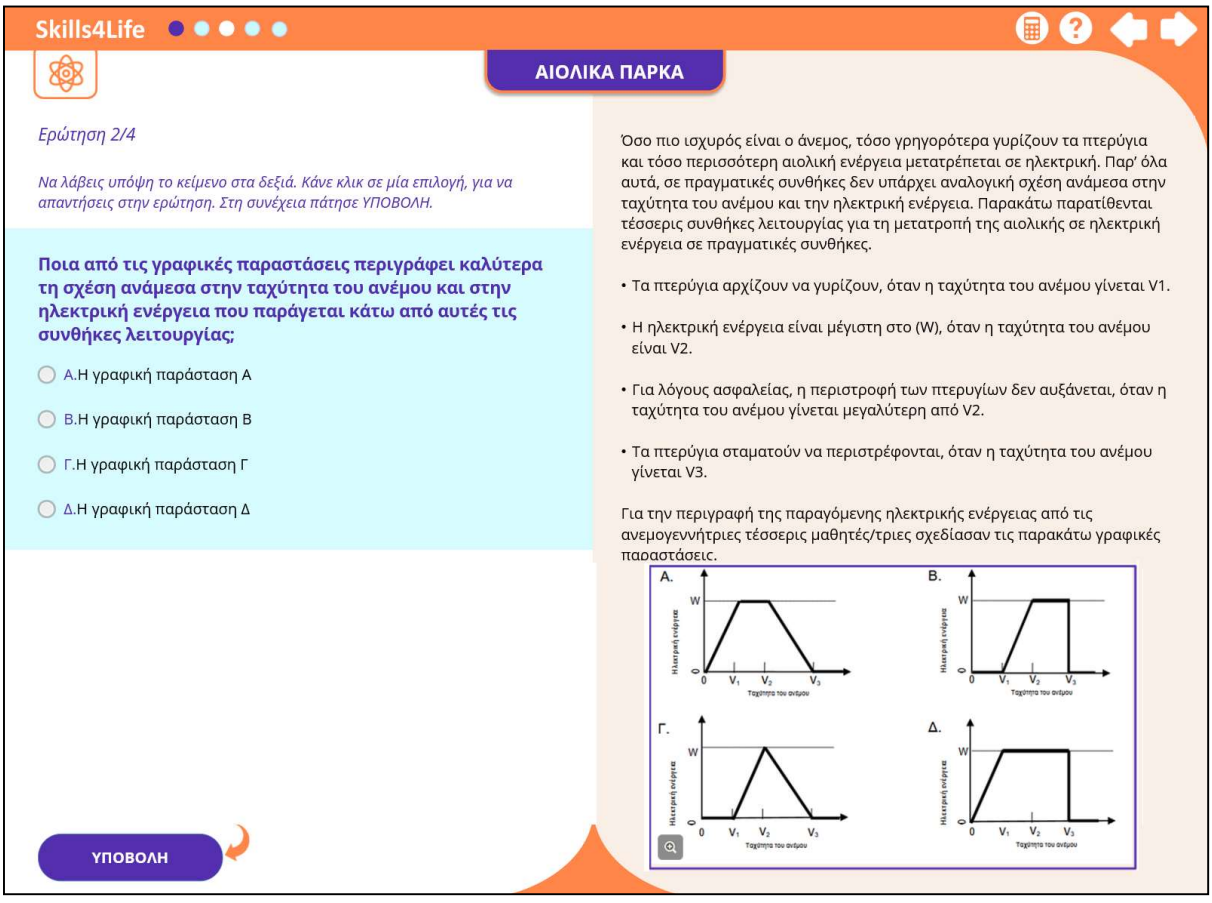
Χρόνος σε ώρες	Δραστηριότητα του $^{99}_{43}\mathrm{Tc}^*$ (διασπάσεις/min)	Δραστηριότητα του $^{24}_{11}\mathrm{Na}$ (διασπάσεις/min)
0	1000	1000
2	794	912
4	630	831
6	500	758
8	397	691
10	315	630
12	250	574
15	177	500
20	99	397
30	31	250
40	10	158
50	3	99
60	1	63

☛ Οι μαθητές προσδιορίζουν κανονικότητες στα πειραματικά δεδομένα με βάση θεωρητικά στοιχεία που τους δόθηκαν, μέτριας έως υψηλής γνωστικής απαίτησης, και αξιολογούν ερμηνείες τρίτων που βασίζονται σε αυτά τα δεδομένα.

Επιστημονική Ικανότητα Ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων για επιστημονική διερεύνηση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και τεκμηρίων με κριτικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Σύγχρονες Επιστημονικές και Τεχνολογικές Πρόοδοι	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας **4**	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2ο Παράδειγμα: Η 2η ερώτηση του θέματος ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ (δόθηκε στους μαθητές στην πιλοτική φάση της έρευνας PISA 2006).





☛ Οι μαθητές αξιοποιούν δεδομένα κειμενικά και δεδομένα από αναπαραστάσεις μέτριων γνωστικών απαιτήσεων, για να αναγνωρίσουν την επιστημονική ερμηνεία που απορρέει από αυτά.

Επιστημονική Ικανότητα Ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων για επιστημονική διερεύνηση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και τεκμηρίων με κριτικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Τοπικό και εθνικό	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

Διερεύνηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικών πληροφοριών για λήψη απόφασης και ανάληψη δράσης

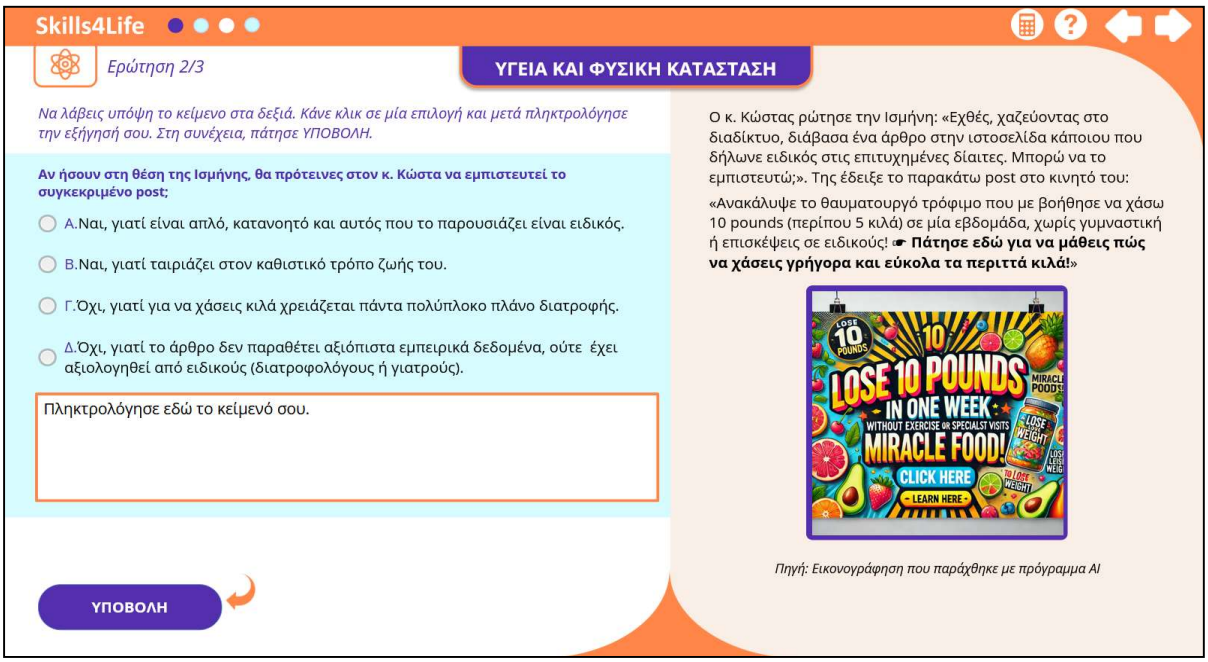
1ο Παράδειγμα: Η 3η ερώτηση του θέματος ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΝΕΛ (της συγγραφικής ομάδας Φ.Ε.).



☛ Οι μαθητές επιλέγουν κατάλληλη μέθοδο διαχείρισης της θερμοκρασίας των φωτοβολταϊκών πάνελ, βασιζόμενοι σε γνώσεις περιεχομένου και διαδικαστικές γνώσεις μέτριων γνωστικών απαιτήσεων.

Επιστημονική Ικανότητα Αναζήτηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικής πληροφορίας για λήψη απόφασης και δράση	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Τοπικό και εθνικό	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2ο Παράδειγμα: Η 2η ερώτηση του θέματος ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (της συγγραφικής ομάδας Φυσικών Επιστημών).



☛ Οι μαθητές, όταν χρειάζονται πληροφορίες για λήψη απόφασης ή ανάληψη δράσης και αυτές παρέχονται από πηγές μέτριων γνωστικών απαιτήσεων, αναγνωρίζουν ποιες είναι σχετικές και παραθέτουν τα επιχειρήματά τους.

Επιστημονική Ικανότητα Αναζήτηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικής πληροφορίας για λήψη απόφασης και δράση	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Επιστημική γνώση	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Πολλαπλής επιλογής και Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2.4 Τα είδη γνώσης που είναι απαραίτητα για την κατανόηση και εφαρμογή της επιστήμης

Η αξιολόγηση του επιστημονικού εγγραμματισμού το PISA 2025 (OECD 2023α) συνδυάζει τρεις αλληλένδετους τύπους γνώσης:

- τη γνώση του περιεχομένου.
- τη γνώση των επιστημονικών διαδικασιών (διαδικαστική γνώση).
- την επιστημική γνώση.

2.4.1 Η γνώση περιεχομένου

Η γνώση περιεχομένου που αξιολογείται επιλέγεται από τα κύρια πεδία της Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας, Γης και Διαστήματος, ώστε η γνώση:

- Να έχει συνάφεια με πραγματικές καταστάσεις.
- Να αντιπροσωπεύει μια σημαντική επιστημονική έννοια ή μια ισχυρή ερμηνευτική θεωρία που είναι καλά εδραιωμένη και έχει διαχρονική χρησιμότητα.
- Να είναι κατάλληλη για το αναπτυξιακό επίπεδο των 15χρονων μαθητών.

Επισημαίνεται ότι το PISA χρησιμοποιεί τον όρο «συστήματα» αντί για «επιστήμες», για να αποδώσει την ιδέα ότι οι πολίτες πρέπει να κατανοούν έννοιες από τις φυσικές και τις βιολογικές επιστήμες, τις επιστήμες της Γης και του Διαστήματος, καθώς και την εφαρμογή τους σε συμφραζόμενα όπου τα στοιχεία της γνώσης είναι αλληλεξαρτώμενα και διεπιστημονικά.

Έτσι, το περιεχόμενο το οποίο αξιολογείται στο πλαίσιο της έρευνας PISA εμπίπτει σε ένα από τα παρακάτω «συστήματα» ή συνδυασμούς τους.

Φυσικά Συστήματα

Περιλαμβάνουν τα πεδία:

- Δομή και ιδιότητες της ύλης (π.χ. σωματιδιακό μοντέλο, δεσμοί, μεταβολές φυσικής κατάστασης, θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα)
- Χημικές αντιδράσεις (π.χ. χημικές αντιδράσεις, μεταφορά ενέργειας, οξέα και βάσεις)
- Κίνηση και δυνάμεις (π.χ. ταχύτητα, επιτάχυνση, τριβή) και δράση από απόσταση (π.χ. μαγνητικές, βαρυτικές και ηλεκτροστατικές δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις)
- Ενέργεια και τη μεταφορά της (π.χ. διατήρηση, διάχυση/απώλειες, χημικές αντιδράσεις)

- Αλληλεπίδραση ύλης – ενέργειας (π.χ. φως και ραδιοκύματα, ήχος και σεισμικά κύματα, απορρόφηση ενέργειας από το διοξείδιο του άνθρακα).

Έμβια Συστήματα

Περιλαμβάνουν τα πεδία:

- Συστήματα φυτικών και ζωικών οργανισμών καθώς και τις αλληλεπιδράσεις τους
- Εξέλιξη
- Οικοσυστήματα
- Βιόσφαιρα
- Αλληλεπιδράσεις των ανθρώπων με έμβια συστήματα
- Την έννοια του οργανισμού (ζώα, φυτά) και των μικροοργανισμών (π.χ. ιοί, βακτήρια)
- Γονίδια (π.χ. έκφραση, κληρονομικότητα/μετάδοση, βιοτεχνολογία) και την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον
- Κύτταρα (δομή και λειτουργία, ενέργεια, αναπνοή – οξείδωση άνθρακα, φωτοσύνθεση – δέσμευση άνθρακα, ανάπτυξη κ.ά.)
- Συστήματα φυτών και ζώων (π.χ. κυκλοφορικό, αναπαραγωγή, αναπνοή, μεταφορά [δια μέσου μεμβρανών ή στο μικρο-περιβάλλον των ιστών], απέκκριση, πέψη/θρέψη) και τις μεταξύ τους σχέσεις
- Βιολογική εξέλιξη (βιοποικιλότητα, γενετική ποικιλότητα, προσαρμογή και φυσική επιλογή)
- Οικοσυστήματα (π.χ. ροή ύλης και ενέργειας, τροφικές αλυσίδες, βιότοπος, διαταραχές όπως η ρύπανση)
- Τη βιόσφαιρα (π.χ. βιωσιμότητα στο παγκόσμιο οικοσύστημα)
- Αλληλεπιδράσεις ανθρώπων και τον αντίκτυπό τους στο περιβάλλον, σε άλλα είδη και στη βιωσιμότητα.

Γη και Διάστημα

Περιλαμβάνουν τα εξής πεδία:

- Τις δομές των συστημάτων της Γης (π.χ. ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα, γεώσφαιρα· τεκτονικές πλάκες, σεισμολογία)

- Την πεπερασμένη φύση των ορυκτών πόρων, τη χρήση τους και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εκμετάλλευσής τους
- Την ενέργεια στα συστήματα της Γης (π.χ. πηγές, υπερθέρμανση του πλανήτη, τεκτονικές πλάκες, γεωλογικοί κύκλοι, υδρολογικός κύκλος)
- Νερό, παροχή και προστασία (π.χ. γλυκό νερό, υπόγεια υδροφόρα στρώματα)
- Αλληλεπιδράσεις και μεταβολές μεταξύ των συστημάτων της Γης (π.χ. κλιματική αλλαγή, γεωχημικοί κύκλοι, δημιουργικές & καταστροφικές δυνάμεις, οξίνιση των ωκεανών)
- Ιστορία της Γης (π.χ. απολιθώματα, προέλευση & εξέλιξη, διάβρωση και απόθεση)
- Τη Γη στο Διάστημα (π.χ. φάσεις της Σελήνης, πλανητικά συστήματα, γαλαξίες)
- Προέλευση του Σύμπαντος και του Ηλιακού Συστήματος (π.χ. εξέλιξη των άστρων, σχηματισμός πλανητών, θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης).

2.4.2 Η γνώση των επιστημονικών διαδικασιών (διαδικαστική γνώση)

Μπορεί κανείς να θεωρήσει τη διαδικαστική γνώση ως τη γνώση των τυπικών διαδικασιών και πρακτικών που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για να λαμβάνουν αξιόπιστα και έγκυρα δεδομένα. Αυτή η γνώση χρειάζεται τόσο για τη σωστή διεξαγωγή μιας επιστημονικής έρευνας, όσο και για να κριθεί αν τα συμπεράσματα/ισχυρισμοί υποστηρίζονται από τα υπάρχοντα δεδομένα.

Παραδείγματα διαδικαστικής γνώσης που μπορεί να αξιολογηθούν περιλαμβάνουν:

- Την έννοια των μεταβλητών (εξαρτημένη, ανεξάρτητη και ελεγχόμενες)
- Έννοιες σχετικές με την μέτρηση (ποσοτικές μετρήσεις, ποιοτικές παρατηρήσεις, χρήση κλίμακας, κατηγορικές και συνεχείς μεταβλητές)
- Τρόπους αποτίμησης και ελαχιστοποίησης της αβεβαιότητας, όπως η επανάληψη και ο μέσος όρος μετρήσεων.
- Μηχανισμούς διασφάλισης της ακρίβειας (accuracy) των μετρήσεων με την έννοια της εγγύτητας των μετρήσεων στην πραγματική ή την αποδεκτή τιμή και της πιστότητας (precision) των μετρήσεων με την έννοια της εγγύτητας των μετρήσεων μεταξύ τους
- Συνήθεις τρόπους αναπαράστασης δεδομένων με πίνακες, γραφήματα και διαγράμματα και την κατάλληλη χρήση τους

- Τον έλεγχο των μεταβλητών στον πειραματικό σχεδιασμό ή τη χρήση τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων δοκιμών (RCTs) για αποφυγή συγχυτικών παραγόντων και τον προσδιορισμό πιθανών αιτιωδών μηχανισμών
- Την ανάπτυξη κατάλληλου σχεδιασμού διερεύνησης (π.χ. πειραματικός, έρευνας πεδίου ή αναζήτησης κανονικοτήτων) για ένα δεδομένο ερώτημα και τον ρόλο του ελέγχου των μεταβλητών στη θεμελίωση αιτιώδους σχέσης
- Το ποιες διαδικασίες αξιολόγησης από ομοτίμους χρησιμοποιεί η επιστημονική κοινότητα για να διασφαλίσει ότι οι εκάστοτε ισχυρισμοί είναι αξιόπιστοι.

Παραδείγματα ερωτήσεων που απαιτούν για την απάντησή τους διαδικαστικού τύπου γνώσεις και ικανότητες παρουσιάζονται στην ενότητα 4.3.2.

2.4.3. Η επιστημική γνώση

Η επιστημική γνώση αφορά την κατανόηση του πώς δομείται η επιστημονική γνώση, ποιες διαδικασίες και κανόνες την παράγουν και τη δικαιολογούν, και γιατί οι ισχυρισμοί της επιστήμης είναι αξιόπιστοι. Αυτό 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, π.χ. δέσμευση στην αξιολόγηση των ευρημάτων από ομότιμους επιστήμονες (peer review), στην αντικειμενικότητα και στην εξάλειψη της μεροληψίας.

Η επιστημική γνώση είναι πιθανότερο να αξιολογηθεί πραγματολογικά σε 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 κριτηρίων,
- τη φύση του επιστημονικού συλλογισμού,
- τον συνεργατικό και κοινοτικό χαρακτήρα της επιστημονικής διερεύνησης.

Στη συνέχεια αναλύεται περαιτέρω καθένα από τα τέσσερα αυτά στοιχεία προκειμένου να γίνει κατανοητό με ποιον τρόπο εντάσσονται στο πλαίσιο αξιολόγησης του PISA για τις Φυσικές Επιστήμες.

Μοντέλα

- Τα μοντέλα συνεισφέρουν στην κατανόηση, δεδομένου ότι η επιστήμη ερμηνεύει τον υλικό κόσμο χρησιμοποιώντας μοντέλα (φυσικά, εννοιολογικά, συστημικά, μαθηματικά).
- Επιτρέπουν προβλέψεις και εξηγήσεις που μπορούν να ελεγχθούν με δεδομένα.
- Δεν συνιστούν την πραγματικότητα. Ένα μοντέλο είναι μια αναπαράσταση η οποία μας βοηθά να σκεφτούμε οντότητες που είναι πολύ μικρές (π.χ. άτομα) ή υπερβολικά μεγάλες ή σύνθετες (π.χ. κλίμα).
- Η χρησιμότητα ενός μοντέλου εξαρτάται από τους περιορισμούς του (ποιες μεταβλητές περιλαμβάνει, πόσο απλό/σύνθετο είναι, ποια είναι η ποιότητα ή το εύρος των δεδομένων).

Δεδομένα, τεκμήρια και επιστημονικοί ισχυρισμοί

- Πώς οι επιστημονικοί ισχυρισμοί υποστηρίζονται από δεδομένα, μεθόδους, συλλογισμό και αξιολόγηση στην επιστήμη.
- Πώς παράγονται τα επιστημονικά τεκμήρια, π.χ. η φύση των πρακτικών που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες.
- Πώς το σφάλμα μέτρησης επηρεάζει τον βαθμό βεβαιότητας στην επιστημονική γνώση.

Η φύση του επιστημονικού συλλογισμού

Η φύση του επιστημονικού συλλογισμού περιλαμβάνει:

- Τις διαφορετικές μορφές εμπειρικής διερεύνησης (πείραμα, εργασία πεδίου, ελεγχόμενα πειράματα, αναζήτηση κανονικοτήτων)
- Τους τύπους συλλογισμού (παραγωγικός, απαγωγικός, επαγωγικός, πιθανολογικός) που χρησιμοποιούνται για τη θεμελίωση γνώσης και τον στόχο τους (να ελεγχθούν ερμηνευτικές υποθέσεις ή να προσδιοριστούν κανονικότητες ή οντότητες)· π.χ.: Νόμοι Κίνησης του Νεύτωνα (παραγωγή), Μεντελική Γενετική (επαγωγή), Θεωρία της Εξέλιξης (απαγωγή).
- Τα ηθικά διλήμματα που εγείρονται στην επιστημονική πρακτική, π.χ. πειράματα σε ζώα, συγκρούσεις συμφερόντων.
- 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

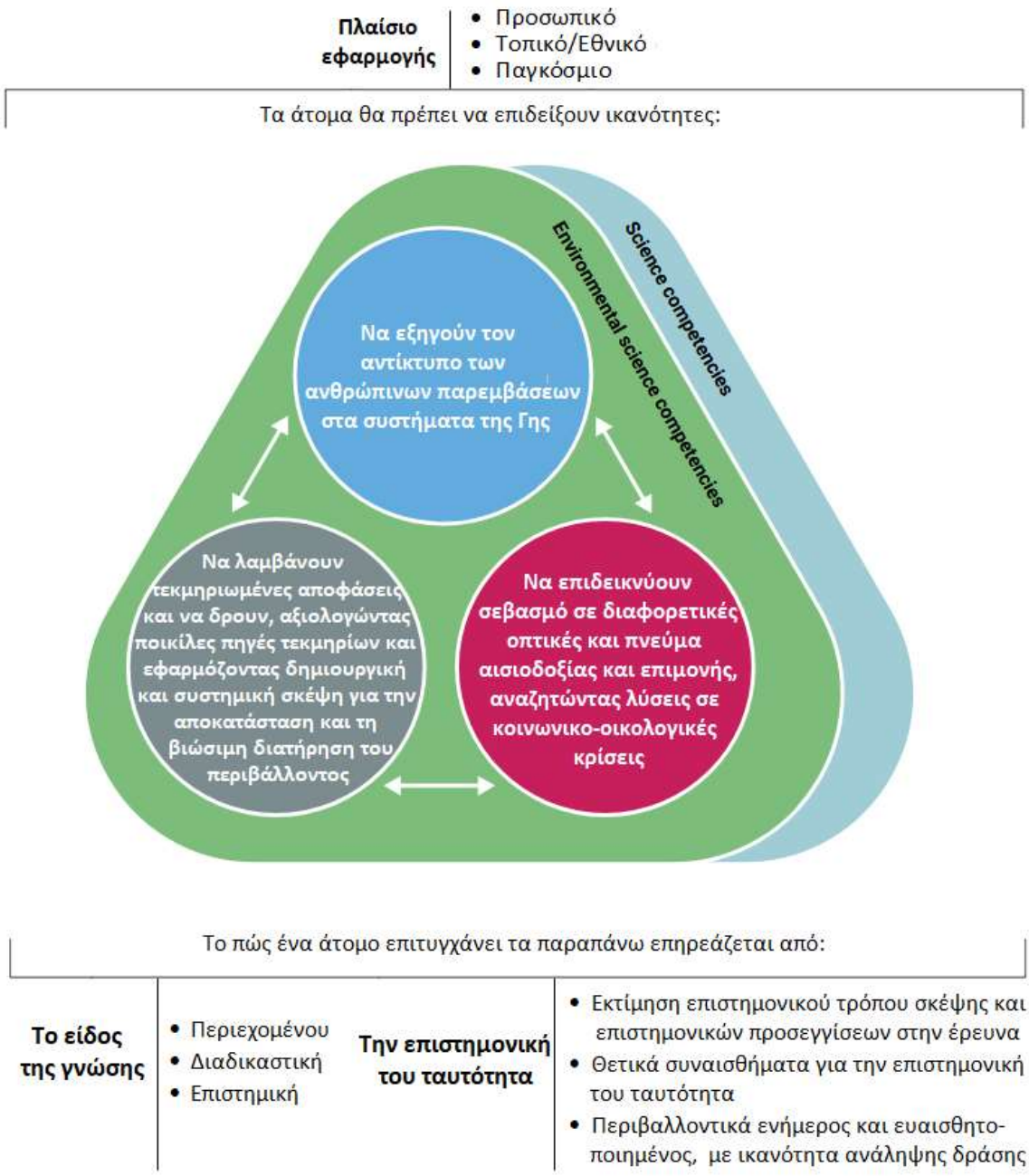
Ο συνεργατικός και κοινοτικός χαρακτήρας της επιστήμης αναλύεται στα εξής:

- Στο πώς χρηματοδοτείται η έρευνα (με δημόσια ή ιδιωτικά κεφάλαια) και με ποιους μηχανισμούς λαμβάνονται οι αποφάσεις.
- Στη σημασία της επιστημονικής συναίνεσης στη διασφάλιση της εγκυρότητας της γνώσης.
- Στην αξιολόγηση από ομοτίμους· αυτή η διαδικασία της επιστημονικής κοινότητας αυξάνει την αξιοπιστία των επιστημονικών ισχυρισμών.
- Τις βασικές επιστημονικές πρακτικές για να παραχθεί διαμοιραζόμενη γνώση, και τη συνεργατική φύση αυτών.
- Τα όρια βεβαιότητας και εμπιστοσύνης στα επιστημονικά ευρήματα, πώς εκφράζονται και την πρόοδο της βεβαιότητας και τον ρόλο της συναίνεσης.
- Πώς επικοινωνούνται τα επιστημονικά ευρήματα εντός της επιστημονικής κοινότητας, αλλά και προς το κοινό (π.χ. προδημοσιεύσεις, περιοδικά με κριτές, πρακτικά συνεδρίων, δημόσια επικοινωνία).

Παραδείγματα ερωτήσεων που απαιτούν για την απάντησή τους επιστημικού τύπου γνώσεις και ικανότητες παρουσιάζονται στην ενότητα 4.3.1.

2.5 Οι περιβαλλοντικές ικανότητες που αξιολογεί το PISA

Για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιστημονικών ικανοτήτων το PISA 2025 διατηρεί το ίδιο γενικό πλαίσιο, αντικαθιστώντας τις επιστημονικές ικανότητες σε **περιβαλλοντικές επιστημονικές ικανότητες**, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2:



Σχήμα 2: : Το πλαίσιο αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιστημονικών ικανοτήτων στο PISA 2025

Στις ενότητες που ακολουθούν επεξηγείται το περιεχόμενο των επιμέρους περιβαλλοντικών ικανοτήτων, τις οποίες καλούνται να επιδείξουν οι μαθητές στο πλαίσιο της έρευνας PISA.

2.5.1 Εξήγηση του αντίκτυπου των ανθρώπινων παρεμβάσεων στα συστήματα της Γης

Ένας μαθητής που επιδεικνύει αυτή την ικανότητα μπορεί:

- Να εξηγεί ότι τα φυσικά, τα έμβια και τα γήινα συστήματα συνδέονται στενά με το περιβάλλον και πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.
- Να ερευνά και να εφαρμόζει γνώση σχετική με τις ανθρώπινες αλληλεπιδράσεις με αυτά τα συστήματα στον χρόνο.
- Να εφαρμόζει αυτή τη γνώση και να εξηγεί τόσο τις αρνητικές όσο και τις θετικές ανθρώπινες επιδράσεις στα συστήματα στο χρόνο.
- Να εξηγεί πώς οι κοινωνικοί, πολιτισμικοί ή οικονομικοί παράγοντες συμβάλλουν σε αυτές τις επιδράσεις.

Στοιχεία αυτής της ικανότητας αξιολογούνται από την Επιστημονική Ικανότητα 1: *Εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο*. Η ικανότητα αυτή απαιτεί γνώση περιεχομένου και διαδικαστική γνώση.

2.5.2. Επίδειξη σεβασμού σε διαφορετικές οπτικές και πνεύμα αισιοδοξίας και επιμονής κατά την αναζήτηση λύσεων σε κοινωνικο-οικολογικές κρίσεις

Ένας μαθητής που επιδεικνύει αυτή την ικανότητα μπορεί:

- Να αξιολογεί ενέργειες με βάση μια ηθική μέριμνας για όλους τους ανθρώπους και όλα τα είδη, υιοθετώντας μια οικουμενική θεώρηση, στην οποία οι άνθρωποι είναι μέρος του περιβάλλοντος και όχι χωριστοί από αυτό.
- Να αναγνωρίζει τρόπους με τους οποίους οι κοινωνίες δημιούργησαν αδικίες και να εργάζεται για την ενδυνάμωση όλων, ώστε να συμβάλλει στην ευημερία της κοινότητας και του οικοσυστήματος.
- Να επιδεικνύει ανθεκτικότητα, ρεαλιστική αισιοδοξία και αποτελεσματικότητα, ατομικά και συλλογικά, όταν πρέπει να ανταποκριθεί σε κοινωνικο-οικολογικές κρίσεις.
- Να σέβεται τις ποικίλες οπτικές σε ζητήματα και να αναζητά λύσεις για την αποκατάσταση δοκιμαζόμενων κοινοτήτων και οικοσυστημάτων.

Η ικανότητα περιλαμβάνει στοιχεία που αποτυπώνονται στην Επιστημονική Ταυτότητα, όπως οι επιστημικές πεποιθήσεις, οι στάσεις μέριμνας και ενδιαφέροντος προς τους ανθρώπους, τα άλλα είδη και τον πλανήτη. Επίσης, περιλαμβάνει συναισθήματα αποτελεσματικότητας και ανάληψης δράσης για την αντιμετώπιση κοινωνικο-οικολογικών κρίσεων. Η ικανότητα αυτή απαιτεί γνώση περιεχομένου, διαδικαστική και επιστημική γνώση.

2.5.3. Λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και δράση, με αξιολόγηση ποικίλων πηγών τεκμηρίων και με εφαρμογή δημιουργικής και συστημικής σκέψης, για την αποκατάσταση και τη βιώσιμη διατήρηση του περιβάλλοντος

Ένας μαθητής που επιδεικνύει αυτή την ικανότητα μπορεί:

- Να αναζητά και να αξιολογεί τεκμήρια από ποικίλα συστήματα γνώσης και πηγές.
- Να αξιολογεί και να σχεδιάζει λύσεις για κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικολογικά ζητήματα, με δημιουργική και συστημική σκέψη, λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις για τις σημερινές και μελλοντικές γενιές.
- Να συμμετέχει ατομικά και συλλογικά σε κοινοτικές και δημοκρατικές διαδικασίες για τη λήψη ενημερωμένων, συναινετικών αποφάσεων.
- Να θέτει στόχους, να συνεργάζεται με άλλους, νέους και ενήλικες και να δρα για την αναγεννητική και διαρκή κοινωνικο-οικολογική αλλαγή, από το τοπικό έως το παγκόσμιο επίπεδο.

Στοιχεία αυτής της ικανότητας μετρώνται από την Επιστημονική Ικανότητα 2: *Κατασκευή και αξιολόγηση σχεδίων επιστημονικής έρευνας, καθώς και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και κριτηρίων με επιστημονικό τρόπο*, και την Επιστημονική Ικανότητα 3: *Διερεύνηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικών πληροφοριών για λήψη αποφάσεων και ανάληψη δράσης*. Η ικανότητα αυτή απαιτεί γνώση περιεχομένου, διαδικαστική και επιστημική γνώση.

2.5.4 Ικανότητες δράσης στην Ανθρωπόκαινο[6]

Η Δράση στην Ανθρωπόκαινο προϋποθέτει κατανόηση ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν ήδη μεταβάλει σημαντικά τα συστήματα της Γης και συνεχίζουν να τα επηρεάζουν. Αναφέρεται σε τρόπους ύπαρξης και δράσης που τοποθετούν τους ανθρώπους ως μέρος (όχι ως ξεχωριστή οντότητα) των οικοσυστημάτων, με αναγνώριση και σεβασμό προς τα άλλα είδη και την αλληλεξάρτηση της ζωής. Οι νέοι και οι νέες με ανεπτυγμένη **ικανότητα αυτενέργειας/δράσης** στην Ανθρωπόκαινο:

- Πιστεύουν ότι οι ενέργειές τους μετρούν και είναι αποτελεσματικές, καθώς εργάζονται για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, της απώλειας βιοποικιλότητας, της λειψυδρίας και άλλων σύνθετων κρίσεων.
- Αναγνωρίζουν τους τρόπους με τους οποίους οι κοινωνίες παράγουν αδικίες και εργάζονται για την ενδυνάμωση όλων των ανθρώπων, ώστε να συμβάλλουν στην ευημερία της κοινότητας και του οικοσυστήματος.
- Επιδεικνύουν ανθεκτικότητα, αισιοδοξία, επιμονή και αποτελεσματικότητα απέναντι σε κοινωνικο-οικολογικές κρίσεις.
- Σέβονται και αξιολογούν πολλαπλές οπτικές και διαφορετικά συστήματα γνώσης.
- Συμμετέχουν με άλλους νέους και ενήλικες σε πολιτικές/κοινοτικές διαδικασίες, οδηγώντας σε προαγωγή της ευημερίας στην κοινότητα και σε βιώσιμες πρακτικές.
- Δρουν ατομικά και συλλογικά, σε διάφορα επίπεδα, από το τοπικό έως το παγκόσμιο, για να κατανοήσουν και να αντιμετωπίσουν σύνθετες προκλήσεις που αφορούν όλα τα έμβια όντα στις κοινότητές μας.

2.6 Η επιστημονική ταυτότητα

Η ένταξη της ταυτότητας ως βασικής διάστασης στο πλαίσιο PISA 2025 για τις Φυσικές Επιστήμες βασίζεται στην αρχή ότι, πέρα από τη γνώση και τις ικανότητες, εξίσου κρίσιμα είναι και τα αποτελέσματα ταυτότητας για τη στήριξη της δράσης (agency) και της ενεργού ιδιότητας του πολίτη σε έναν ραγδαία μεταβαλλόμενο κόσμο.

[6] Η Ανθρωπόκαινος (Anthropocene) είναι ένας προτεινόμενος όρος που περιγράφει τη σύγχρονη γεωλογική εποχή, στην οποία ο κύριος παράγοντας αλλαγής στο κλίμα και το περιβάλλον της Γης είναι ο Άνθρωπος. Είναι, με απλά λόγια, η «Εποχή του Ανθρώπου».

Από πλευράς αξιολόγησης, οι μη γνωστικοί παράγοντες, όπως η επιστημονική ταυτότητα, οι στάσεις και τα κίνητρα των μαθητών, εκτιμώνται μέσω των ερωτηματολογίων που συμπληρώνουν οι μαθητές (μέσα από δηλώσεις που έχουν τη μορφή της κλίμακας Likert, ή επιλογές συχνότητας κλπ.) και όχι μέσω των θεμάτων του γνωστικού τεστ.

Το PISA 2025 εξετάζει τα ακόλουθα στοιχεία της επιστημονικής ταυτότητας, τα οποία θεωρεί σημαντικά γνωρίσματα ενός επιστημονικά μορφωμένου ατόμου:

Επιστημονικό κεφάλαιο

- Επιστημικές πεποιθήσεις – γενικές αξίες για την επιστήμη και την επιστημονική διερεύνηση
- Επιστημονικό κεφάλαιο (γνώσεις, στάσεις, διαθέσεις, πόροι, συμπεριφορές και κοινωνικές επαφές σχετικές με την επιστήμη)

Στάσεις

- Αυτοαντίληψη για την επιστήμη (η πεποίθηση/αίσθηση του ατόμου ότι μπορεί να είναι καλός στην επιστήμη και ότι η επιστήμη είναι σχετική με την ταυτότητά του και το μέλλον του)
- Αυτο-αποτελεσματικότητα στην επιστήμη (η αυτοαντίληψη σχετικά με την ικανότητα εκτέλεσης συγκεκριμένων επιστημονικών εργασιών).
- Απόλαυση/ευχαρίστηση από την επιστήμη
- Εργαλειακή (ωφελιμιστική) παρακίνηση (το κίνητρο του ατόμου να ασχοληθεί με την επιστήμη, επειδή θεωρεί ότι είναι χρήσιμη για την επίτευξη κάποιου εξωτερικού στόχου, όπως μια καλή μελλοντική εργασία ή ένας υψηλός μισθός).

Περιβάλλον:

- Περιβαλλοντική επίγνωση
- Περιβαλλοντική ανησυχία
- Περιβαλλοντική δράση (agency)

Τα παραπάνω συνθέτουν τρεις κύριες διαστάσεις της ταυτότητας:

- Αξιολόγηση/εκτίμηση των επιστημονικών οπτικών και προσεγγίσεων διερεύνησης
- Συναισθηματικά στοιχεία της επιστημονικής ταυτότητας
- Περιβαλλοντική επίγνωση, ανησυχία και δράση.

2.7 Η κλίμακα ικανοτήτων επιστημονικού εγγραμματισμού του PISA

Τα αποτελέσματα της έρευνας του PISA για τις Φυσικές Επιστήμες αποτιμώνται σε μία εξάβαθμη κλίμακα επιστημονικής επάρκειας (OECD, 2023α), με το χαμηλότερο επίπεδο (επίπεδο 1) να υποδιαιρείται σε τρία υποεπίπεδα (1γ, 1β και 1α). Ο επόμενος πίνακας (2) περιγράφει την κλίμακα ικανοτήτων επιστημονικού εγγραμματισμού που χρησιμοποιεί το PISA 2025 ξεκινώντας από το υψηλότερο επίπεδο (επίπεδο 6).

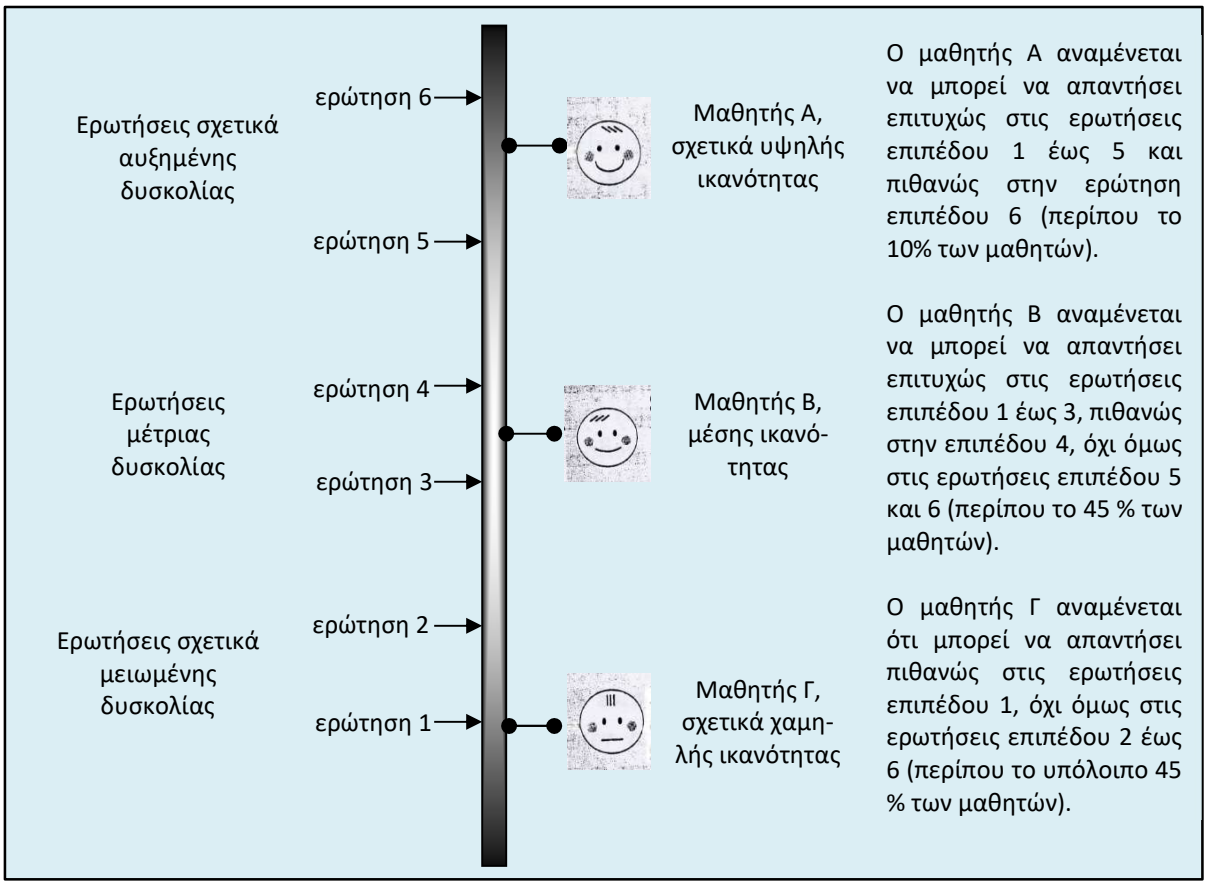
Επίπεδο	Τι μπορούν τυπικά να κάνουν οι μαθητές
6	• Σε μη οικεία πλαίσια εφαρμογής αξιοποιούν ένα ευρύ φάσμα απαιτητικών επιστημονικών ιδεών από διαφορετικούς κλάδους για: 1. Να κατασκευάζουν μοντέλα και να αναγνωρίζουν τους περιορισμούς τους. 2. Να χρησιμοποιούν τα μοντέλα για να κατασκευάσουν ή να αξιολογήσουν εξηγήσεις σύνθετων φαινομένων. 3. Να εφαρμόζουν αυτές τις εξηγήσεις για να κάνουν προβλέψεις τόσο για τα φαινόμενα όσο και για πιθανές μελλοντικές εξελίξεις ή επιπτώσεις στην κοινωνία. • Αναγνωρίζουν και εξηγούν τον σκοπό διαφορετικών τύπων διερεύνησης και το συγκεκριμένο ερώτημα που απαντούν. • Εφαρμόζουν επιστημική και διαδικαστική γνώση, για να αξιολογήσουν ανταγωνιστικούς σύνθετους σχεδιασμούς έρευνας (πειράματα, μελέτες πεδίου, προσομοιώσεις), και τεκμηριώνουν την επιλογή τους. • Μετατρέπουν δεδομένα από μία αναπαράσταση σε άλλη και ερμηνεύουν ορθά σύνθετα σύνολα δεδομένων. • Αξιολογούν ερμηνείες δεδομένων, στηριζόμενοι σε διαδικαστική και επιστημική γνώση και διατυπώνουν τεκμηριωμένες κρίσεις για την ακρίβεια και την πιστότητά τους. • Από πολλαπλές απαιτητικές πηγές πληροφοριών (κειμενικές και γραφικές), υψηλών γνωστικών απαιτήσεων εντοπίζουν τις πιο αξιόπιστες με βάση επιστημονικά κριτήρια ή εξελιγμένες διαδικασίες επαλήθευσης/διασταύρωσης. Αιτιολογούν την επιλογή τους, βασιζόμενοι σε γνώση περιεχομένου, διαδικαστική και επιστημική γνώση, και όπου αρμόζει σε κοινωνικές, ηθικές, οικονομικές παραμέτρους. • Εντοπίζουν αδυναμίες ή σφάλματα σε πηγές επιστημονικών πληροφοριών (αξιοπιστία, χρήση δεδομένων ή καταλληλότητα συμπερασμάτων με βάση τα δεδομένα) και με βάση την αξιολόγησή τους αυτή παρέχουν τεκμηρίωση σχετικά με δυνατές αποφάσεις και ανάληψη δράσης. Παραδείγματα ερωτήσεων αυτού του επιπέδου μπορείτε να βρείτε σε αυτή την ενότητα του παρόντος Οδηγού.
5	• Αξιοποιούν φάσμα επιστημονικών ιδεών μέτριας έως υψηλής γνωστικής απαίτησης για να αναγνωρίζουν και να συνθέτουν ερμηνείες οικείων φαινομένων σε διαφορετικά πλαίσια εφαρμογής. Επίσης, χρησιμοποιούν αυτές τις ερμηνείες για να κάνουν προβλέψεις. • Αναγνωρίζουν τα δυνατά σημεία και τους περιορισμούς μοντέλων. • Διακρίνουν επιστημονικά από μη επιστημονικά ερωτήματα και αναγνωρίζουν και εξηγούν τον σκοπό διαφορετικών τύπων διερεύνησης. • Αξιολογούν εναλλακτικούς σχεδιασμούς (πειραματικούς/διερευνητικούς) και τεκμηριώνουν την επιλογή τους.

	• Ερμηνεύουν σύνθετες αναπαραστάσεις δεδομένων, αξιολογούν τεκμηριωμένα αν μια ερμηνεία είναι ανεπαρκής, και προτείνουν καταλληλότερη. • Από πολλαπλές πηγές μετρίων έως υψηλών απαιτήσεων (κειμενικές και γραφικές) εντοπίζουν τις πιο αξιόπιστες με επιστημονικά κριτήρια ή τυπικές διαδικασίες επαλήθευσης/διασταύρωσης. Αιτιολογούν την επιλογή τους βασιζόμενοι σε γνώση περιεχομένου ή διαδικαστική ή επιστημική γνώση, και όπου αρμόζει σε κοινωνικές, ηθικές, οικονομικές παραμέτρους. Εντοπίζουν ένα ουσιώδες σφάλμα σε πηγή επιστημονικών πληροφοριών (αξιοπιστία, χρήση δεδομένων ή καταλληλότητα συμπερασμάτων με βάση τα δεδομένα) και με βάση την αξιολόγησή τους αυτή παρέχουν τεκμηρίωση σχετικά με δυνατές αποφάσεις και ανάληψη δράσης. Παραδείγματα ερωτήσεων αυτού του επιπέδου μπορείτε να βρείτε σε αυτή την ενότητα του παρόντος Οδηγού.
4	• Συνθέτουν και αξιολογούν ερμηνείες φαινομένων, αξιοποιώντας ένα εύρος επιστημονικών αρχών και ποικίλες αναπαραστάσεις μέτριας έως υψηλής γνωστικής απαίτησης. • Σε δοσμένο μοντέλο εντοπίζουν ένα δυνατό σημείο ή έναν περιορισμό. • Με διαδικαστική και επιστημική γνώση προτείνουν εργαστηριακό ή διερευνητικό σχεδιασμό που αφορά δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές σε περιορισμένο πλαίσιο. • Ερμηνεύουν απλές αναπαραστάσεις δεδομένων (πίνακες, γραφήματα) και αξιολογούν την εγκυρότητα επιστημονικών ισχυρισμών που βασίζονται σε αυτά. • Όταν χρειάζονται πληροφορίες για λήψη απόφασης ή ανάληψη δράσης, και αυτές παρέχονται από ποικιλία πηγών μέτριων γνωστικών απαιτήσεων σε κειμενική μορφή και σε μορφή γραφήματος, μπορούν να εντοπίσουν ποια είναι η πιο αξιόπιστη, χρησιμοποιώντας κάποιο κατάλληλο επιστημονικό κριτήριο, και να αιτιολογούν την επιλογή τους. • Δεδομένων πολλαπλών πιθανών σφαλμάτων σε μια πηγή δεδομένων ή στην ερμηνεία τους, επιλέγουν ένα ουσιώδες αδύναμο σημείο και εξηγούν το σφάλμα. Παραδείγματα ερωτήσεων αυτού του επιπέδου μπορείτε να βρείτε σε αυτή την ενότητα του παρόντος Οδηγού.
3	• Συνθέτουν ή αξιολογούν επιστημονικές εξηγήσεις και μοντέλα φαινομένων με σχετική καθοδήγηση/υποστήριξη, αξιοποιώντας επιστημονικές αρχές και αναπαραστάσεις μέτριων γνωστικών απαιτήσεων. • Σε δοσμένο απλό μοντέλο εντοπίζουν ένα δυνατό σημείο ή έναν περιορισμό. • Μπορούν να τεκμηριώσουν έναν απλό σχέδιο έρευνας που περιλαμβάνει έλεγχο μεταβλητών ή δειγματοληψία πληθυσμού, χρησιμοποιώντας στοιχεία διαδικαστικής και επιστημικής γνώσης. • Αν τους δοθεί μια ερμηνεία δεδομένων, μπορούν να εντοπίσουν σφάλμα στην ερμηνεία αξιοποιώντας τη διαδικαστική ή την επιστημική γνώση. Εναλλακτικά, αν τους δοθούν απλά δεδομένα (πίνακας/γράφημα), μπορούν να παράγουν μια έγκυρη ερμηνεία. • Όταν χρειάζονται πληροφορίες για λήψη απόφασης ή ανάληψη δράσης και αυτές παρέχονται από πηγές μέτριων γνωστικών απαιτήσεων, αναγνωρίζουν ποιες είναι σχετικές και παραθέτουν τα επιχειρήματά τους. • Χρησιμοποιούν ένα ή περισσότερα κριτήρια, για να κρίνουν αν μια πηγή είναι αξιόπιστη, και αιτιολογούν την επιλογή τους. Παραδείγματα ερωτήσεων αυτού του επιπέδου μπορείτε να βρείτε σε αυτή την ενότητα του παρόντος Οδηγού.

2	• Εντοπίζουν μια κατάλληλη επιστημονική εξήγηση έναντι μιας μη επιστημονικής για καθημερινά/κοινά επιστημονικά φαινόμενα σε οικεία προσωπικά, τοπικά ή παγκόσμια πλαίσια, βασιζόμενοι σε κατάλληλη γνώση περιεχομένου χαμηλών έως μεσαίων γνωστικών απαιτήσεων. • Παρέχουν μια απλή εξήγηση ενός καθημερινού ή οικείου επιστημονικού φαινομένου (π.χ. γιατί μπορεί να είναι απαραίτητη μια ισορροπημένη διατροφή), που βασίζεται σε βασικές σχολικές έννοιες των Φυσικών Επιστημών. • Είναι ικανοί να αξιολογούν σχέδια απλών ερευνών αξιοποιώντας στοιχεία διαδικαστικής γνώσης, να εντοπίζουν κατάλληλες ερμηνείες δεδομένων με απλές σχέσεις και να αναγνωρίζουν ακραίες τιμές και πιθανούς λόγους για την εμφάνισή τους. Επίσης, χρησιμοποιώντας επιστημική γνώση μπορούν να εντοπίζουν κατάλληλες ερμηνείες για τις αποκλίσεις στις μετρήσεις. • Όταν απαιτείται πληροφόρηση για τη λήψη απόφασης ή ανάληψη δράσης, οι μαθητές μπορούν να εντοπίσουν σχετικές πηγές πληροφοριών ανάμεσα σε πολλές, για ερωτήσεις χαμηλών έως μέτριων γνωστικών απαιτήσεων. • Χρησιμοποιώντας ένα μόνο κριτήριο (π.χ. σχετική εμπειρογνωμοσύνη ή επιστημονική συναίνεση), είναι ικανοί να αναγνωρίσουν εάν η πηγή είναι αξιόπιστη. Παραδείγματα ερωτήσεων αυτού του επιπέδου μπορείτε να βρείτε σε αυτή την ενότητα του παρόντος Οδηγού.
1α	• Σε οικεία προσωπικά, τοπικά ή παγκόσμια πλαίσια εφαρμογής, μπορούν να εντοπίζουν έναν ισχυρισμό ή μια εξήγηση για ένα απλό φαινόμενο, αξιοποιώντας επιστημονικές πληροφορίες ή τεκμήρια χαμηλών γνωστικών απαιτήσεων. • Μπορούν να επιλέγουν την κατάλληλη πηγή πληροφόρησης ανάμεσα σε πολλές, η οποία είναι απαραίτητη για να ενημερωθεί μια δράση σε ένα δεδομένο επιστημονικό ζήτημα, και να εντοπίζουν το κύριο εύρημα ή επιχείρημα. • Μπορούν να επιλέγουν τον καταλληλότερο πειραματικό σχεδιασμό, όταν αυτός περιλαμβάνει τον έλεγχο μίας μεταβλητής ανάμεσα σε πολλές, αξιοποιώντας χαμηλών απαιτήσεων διαδικαστική γνώση.
1β	• Σε καθημερινά προσωπικά ή τοπικά πλαίσια εφαρμογής, μπορούν να αναγνωρίζουν έναν ισχυρισμό ή μια εξήγηση για ένα μακροσκοπικό φαινόμενο που διατυπώνεται με απλή επιστημονική γλώσσα, ανακαλώντας καθημερινές επιστημονικές πληροφορίες ή παρατηρήσεις. • Μπορούν να εντοπίζουν πηγές επιστημονικής πληροφόρησης ανάμεσα σε άλλες και να τις χρησιμοποιούν για τον σχεδιασμό απαραίτητων ενεργειών. • Αξιοποιώντας βασική διαδικαστική γνώση, μπορούν να επιλέξουν ανάμεσα σε δύο πειραματικούς σχεδιασμούς ποιος είναι καλύτερος προκειμένου να απαντήσουν σε ένα ερώτημα. • Μπορούν επίσης να επιλέξουν την καταλληλότερη ανάμεσα σε αρκετές ερμηνείες ενός απλού συνόλου δεδομένων, χαμηλής γνωστικής απαίτησης.
1γ	• Σε καθημερινά προσωπικά πλαίσια εφαρμογής, μπορούν να αναγνωρίζουν μια εξήγηση για ένα σύνηθες μακροσκοπικό φαινόμενο που διατυπώνεται σε καθημερινή γλώσσα, ανακαλώντας στοιχεία από καθημερινές επιστημονικές πληροφορίες ή παρατηρήσεις πολύ χαμηλής γνωστικής απαίτησης. • Δοθέντος ενός απλού ερωτήματος, μπορούν να αναγνωρίζουν μία μόνο πηγή επιστημονικής πληροφορίας που ενδέχεται να είναι σχετική. Είναι επίσης σε θέση να επιλέξουν ποια από δύο ερμηνείες ενός απλού συνόλου δεδομένων είναι η καλύτερη.

Πίνακας 2: κλίμακα ικανοτήτων επιστημονικού εγγραμματισμού που χρησιμοποιεί το PISA 2025

Η σχέση μεταξύ «δυσκολίας» των ερωτήσεων του γνωστικού τεστ της έρευνας PISA και κλίμακας επιστημονικού εγγραμματισμού παρουσιάζεται στο Σχήμα 3 που ακολουθεί.



Σχήμα 3: Η σχέση μεταξύ της κλίμακας εγγραμματισμού του PISA και της «δυσκολίας» των ερωτήσεων και (OECD 2005, σελ. 251)

Η ανάπτυξη μιας κλίμακας εγγραμματισμού του PISA περιλαμβάνει μια σειρά από στάδια (OECD, 2005), από τα οποία αναφέρουμε μόνο τα εξής:

- Προσδιορισμός της θέσης των ερωτήσεων στην κλίμακα, που αρχικά γίνεται μέσα από τις εκτιμήσεις των ειδικών του κάθε γνωστικού πεδίου.
- Ανάλυση των δεδομένων από την πιλοτική εφαρμογή της έρευνας (Field trial). Με στατιστική επεξεργασία του ποσοστού επιτυχίας των μαθητών σε κάθε ερώτηση προσδιορίζεται πιο αντικειμενικά η θέση της κάθε ερώτησης στην κλίμακα
- Ανασκόπηση και βελτίωση της κλίμακας με δεδομένα από την Κύρια Έρευνα του PISA (Main Study).
- Εγκυροποίηση. Χρησιμοποιούνται δύο κύριες προσεγγίσεις εγκυροποίησης. Η πρώτη μέθοδος συνίσταται στην παροχή υλικού σε ειδικούς του γνωστικού πεδίου (π.χ.

εκπαιδευτικούς), για να κρίνουν αν οι ερωτήσεις του PISA αντιστοιχίζονται στις περιγραφές γνώσεων, δεξιοτήτων, βαθμολογικών μορίων και δυσκολίας που τους έχει αποδοθεί. Η δεύτερη μέθοδος περιλαμβάνει τη εκτεταμένη διαβούλευση σχετικά με τις περιγραφείσες κλίμακες σε επίπεδο Εθνικών Διαχειριστών Προγράμματος όλων των συμμετεχουσών χωρών.

Τέλος, επισημαίνεται ότι οι κλίμακες εγγραμματισμού του PISA έχουν ρυθμιστεί να έχουν μέση τιμή 500 και τυπική απόκλιση 100.

2.8 Παραδείγματα ερωτήσεων με διαφορετικούς βαθμούς δυσκολίας

Ακολουθούν παραδείγματα θεμάτων σε καθένα από τα έξι (6) επίπεδα επιστημονικού εγγραμματισμού του PISA, αυτή τη φορά ξεκινώντας από το χαμηλότερο και σταδιακά προχωρώντας προς τα ανώτερα επίπεδα.

2.8.1 Επίπεδο 1

Παράδειγμα επιπέδου 1β: Η 1η ερώτηση του θέματος ΦΩΤΟΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ (της συγγραφικής ομάδας για τις Φυσικές Επιστήμες)

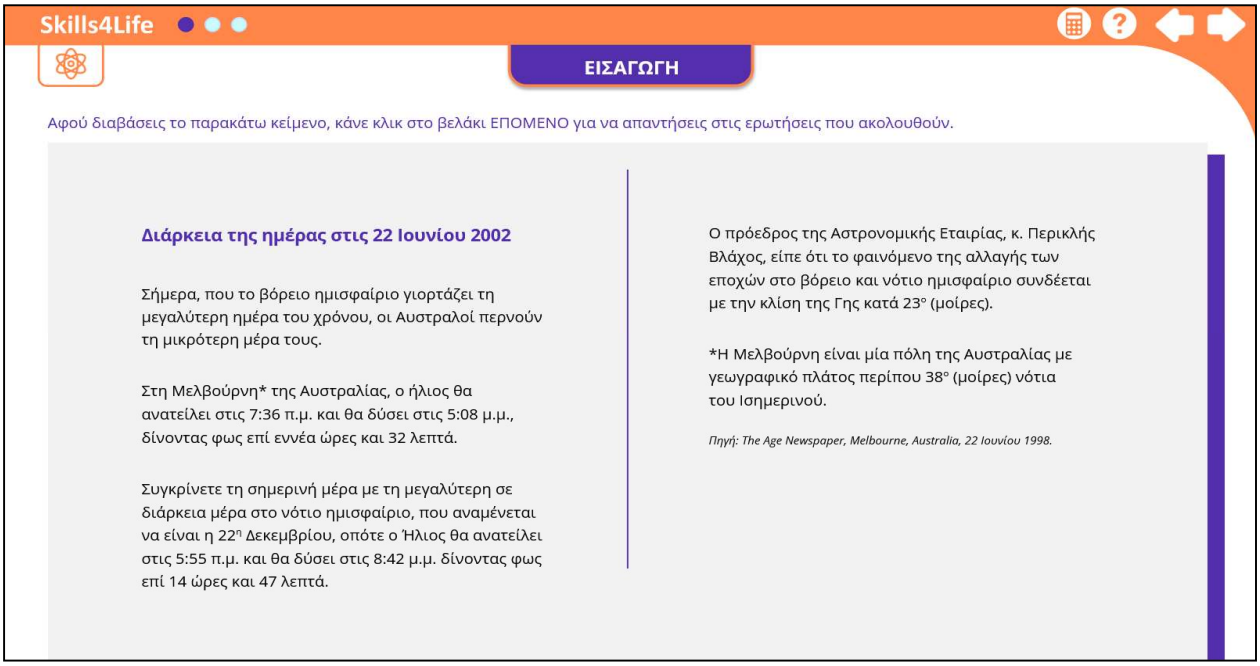


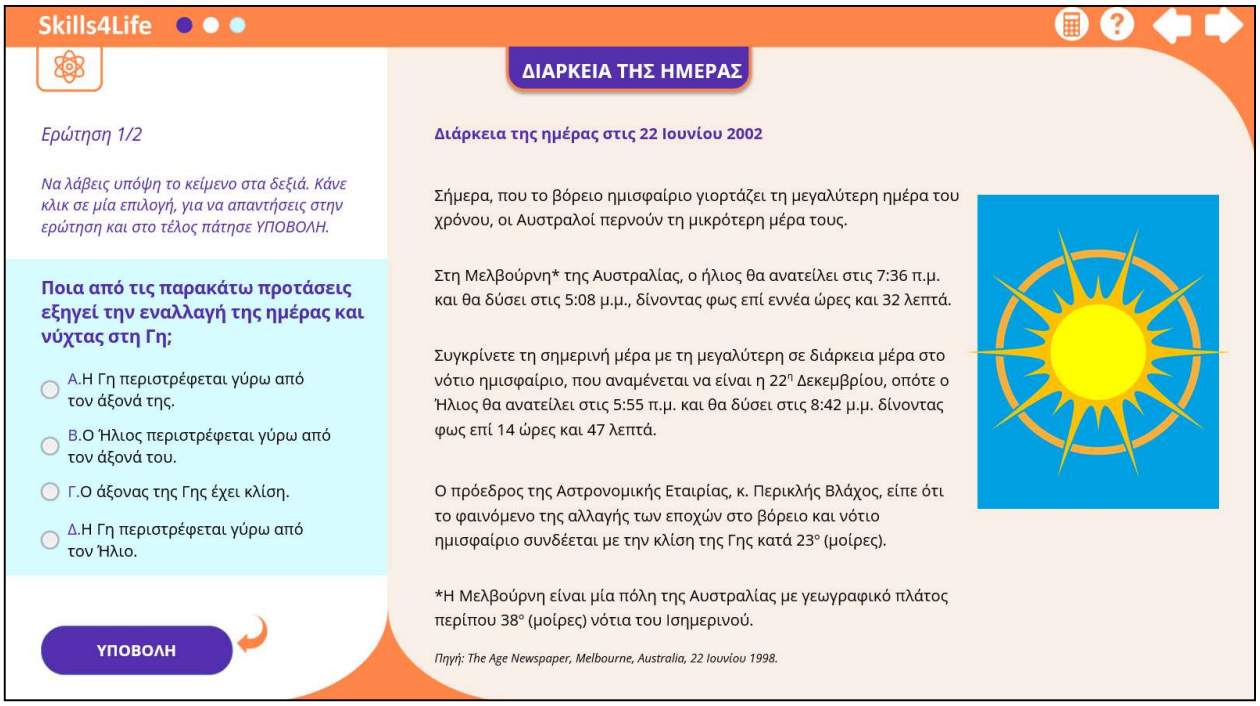


☛ Οι μαθητές επιλέγουν τον βέλτιστο φανοστάτη για τον φωτισμό των δρόμων το βράδυ με βάση συγκεκριμένα κριτήρια.

Επιστημονική Ικανότητα Αναζήτηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικής πληροφορίας για λήψη απόφασης και δράση	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Γη και Διάστημα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 1β	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

Παράδειγμα επιπέδου 1α: Η 1η ερώτηση του θέματος ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ (δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2003 – ελαφρώς τροποποιημένη εκδοχή).



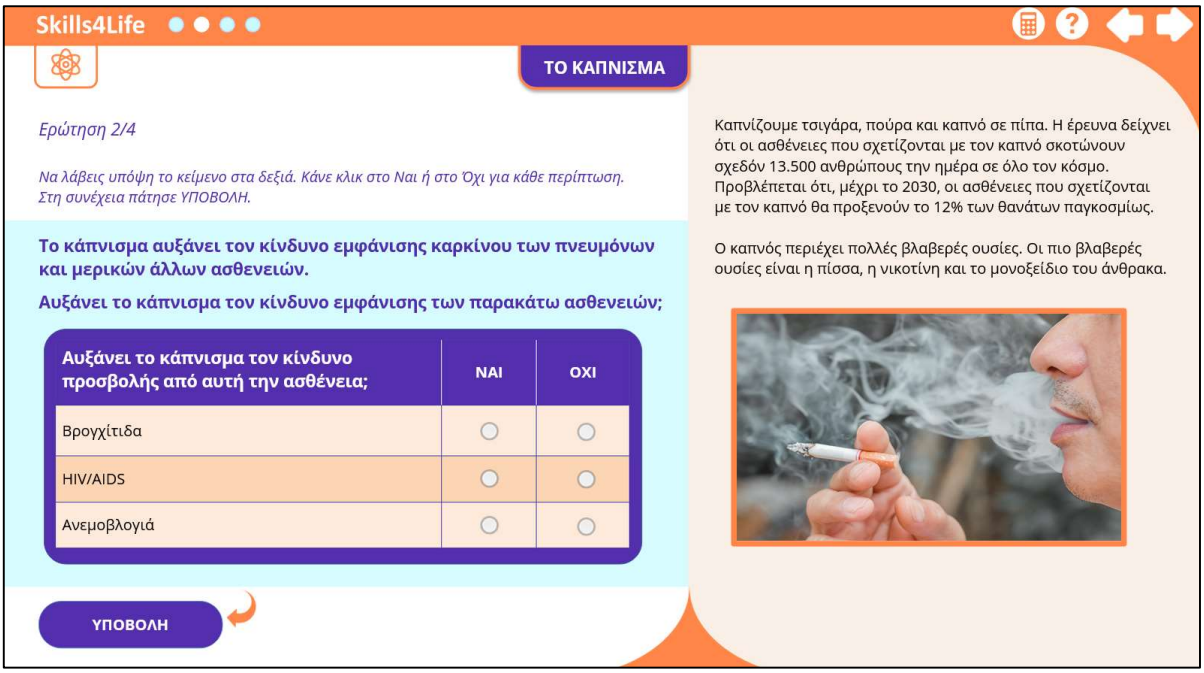


☛ Οι μαθητές εντοπίζουν μια εξήγηση για ένα απλό και οικείο φαινόμενο (το φαινόμενο της ημέρας και της νύχτας), αξιοποιώντας επιστημονικές γνώσεις χαμηλών γνωστικών απαιτήσεων.

Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Γη και Διάστημα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 1α	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2.8.2 Επίπεδο 2

1ο Παράδειγμα: Η 2η ερώτηση του θέματος ΤΟ ΚΑΠΝΙΣΜΑ (δόθηκε στους μαθητές στην πιλοτική φάση της έρευνας PISA 2006).



☛ Οι μαθητές εντοπίζουν μια κατάλληλη επιστημονική εξήγηση για τον κίνδυνο ανάπτυξης ασθενειών από το κάπνισμα, με κριτήριο την άμεση επαφή του καπνού με το αναπνευστικό σύστημα (ενώ οι άλλες δύο ασθένειες αφορούν άλλα οργανικά συστήματα) και γενικές γνώσεις περιεχομένου χαμηλών έως μεσαίων γνωστικών απαιτήσεων.

Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Σύνθετη πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 2	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2ο Παράδειγμα: Η 1η ερώτηση του θέματος ΖΥΜΗ ΓΙΑ ΨΩΜΙ (δόθηκε στους μαθητές στην πιλοτική φάση της έρευνας PISA 2006).

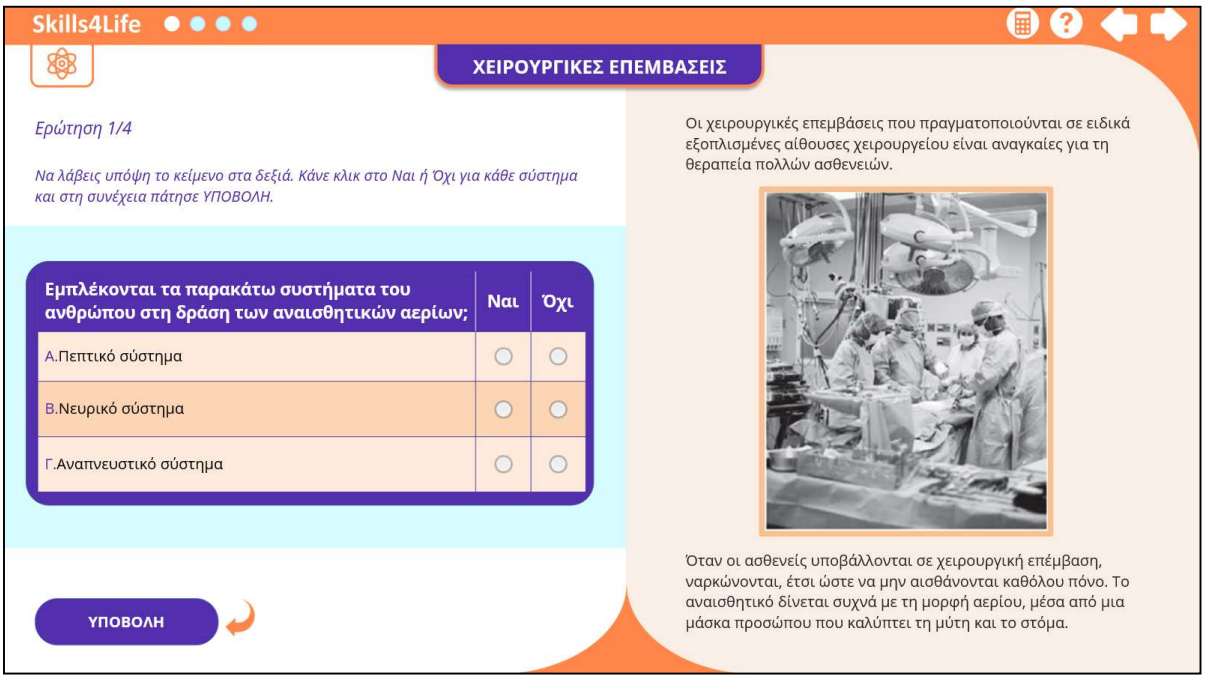


☛ Οι μαθητές παρέχουν μια απλή εξήγηση ενός καθημερινού ή οικείου επιστημονικού φαινομένου αξιοποιώντας πληροφορίες του κειμένου και βασικές επιστημονικές γνώσεις, εν προκειμένω τη σύνδεση του παραγόμενου αερίου (CO_2) με το φούσκωμα της ζύμης.

Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσια Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 2	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2.8.3 Επίπεδο 3

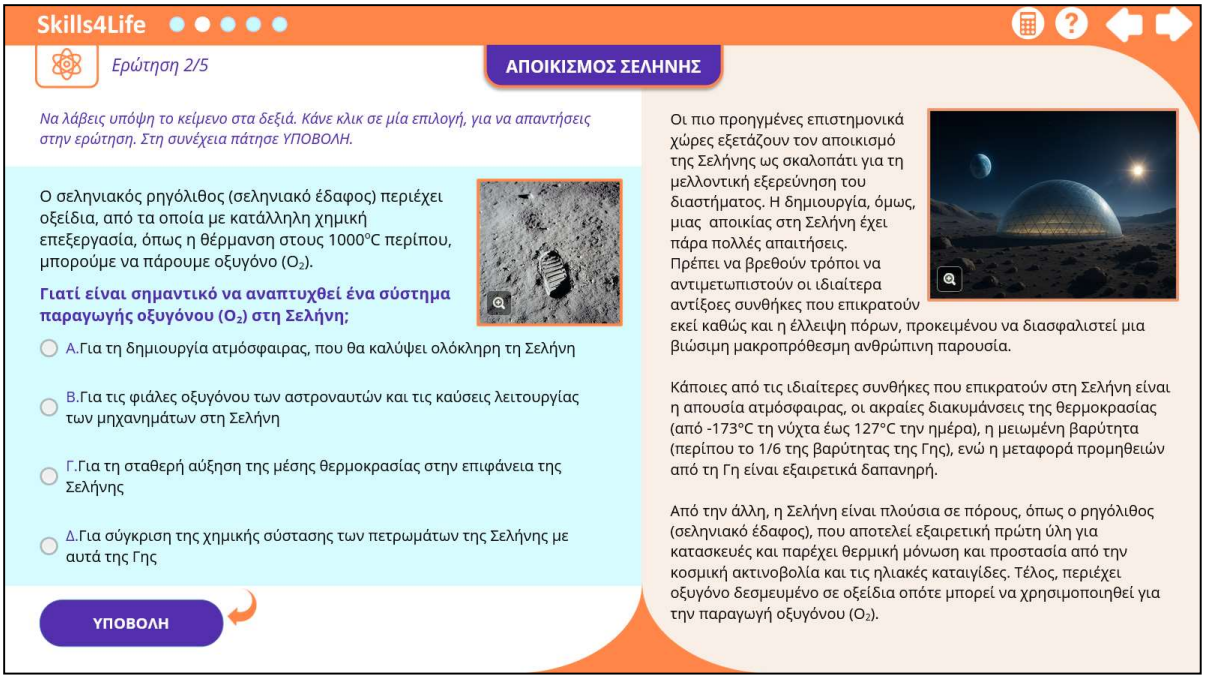
1ο Παράδειγμα: Η 1η ερώτηση του θέματος ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ (δόθηκε στους μαθητές στην πιλοτική φάση της έρευνας PISA 2006).



☛ Οι μαθητές διακρίνουν σε ποια ανθρώπινα οργανικά συστήματα δρουν τα αναισθητικά αέρια, αξιοποιώντας γνώσεις περιεχομένου μετρίων γνωστικών απαιτήσεων.

Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Σύνθετη πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2ο Παράδειγμα: Η 2η ερώτηση του θέματος ΑΠΟΙΚΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ (της συγγραφικής ομάδας για τις Φυσικές Επιστήμες).

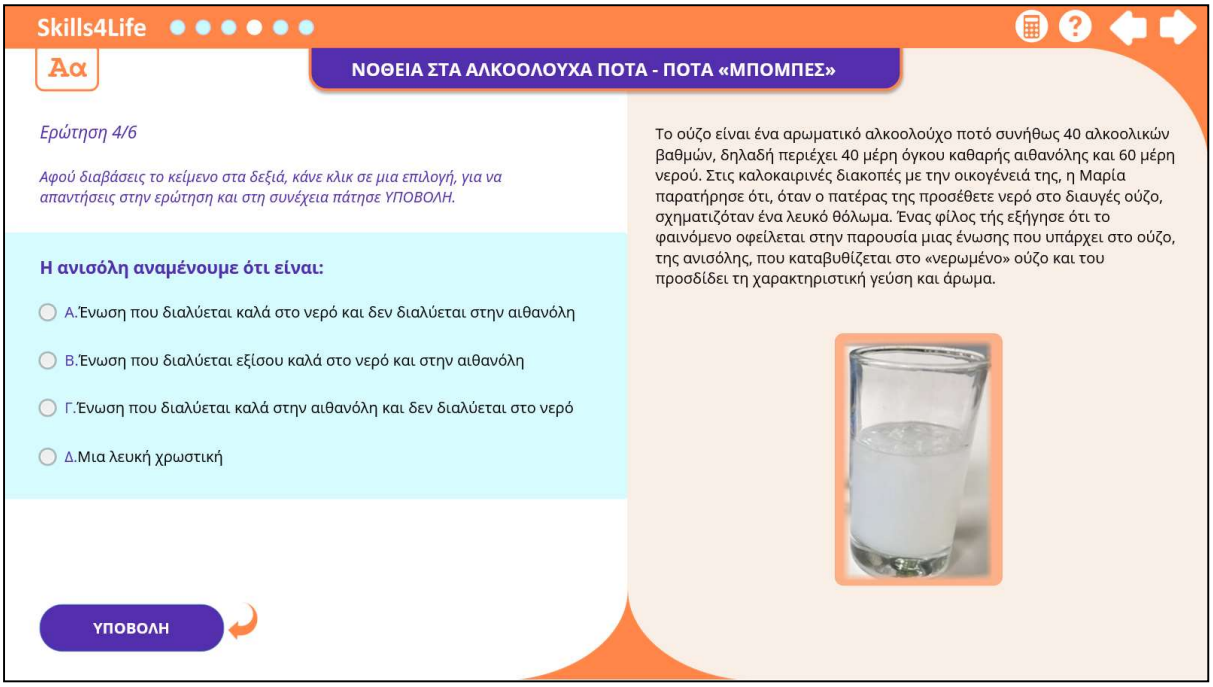


☛ Οι μαθητές αξιολογούν τη σημασία και τα όρια ανάπτυξης ενός συστήματος παραγωγής O_2 στη σελήνη, αξιοποιώντας γνώσεις περιεχομένου και συσχετίσεις μεγέθους, μετρίων γνωστικών απαιτήσεων.

Επιστημονική ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Γη και Διάστημα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Σύγχρονες Επιστημονικές και Τεχνολογικές Πρόοδοι και Προκλήσεις	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2.8.4 Επίπεδο 4

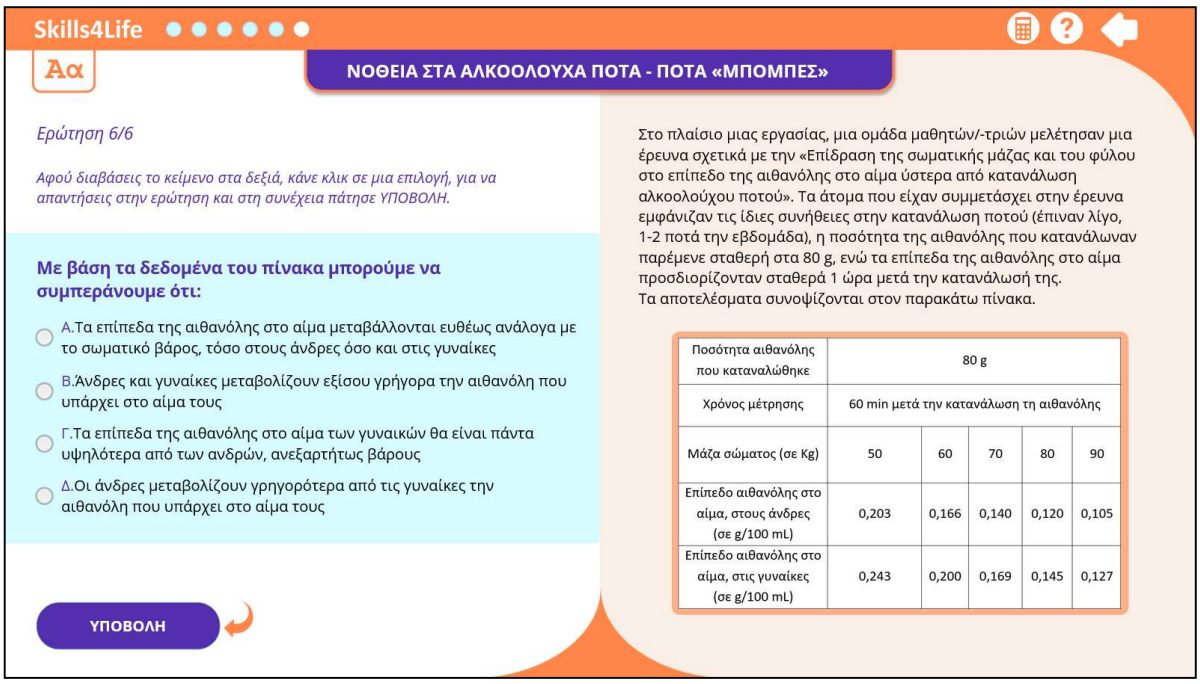
1ο Παράδειγμα: Η 4η ερώτηση του θέματος ΝΟΘΕΙΑ ΣΤΑ ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΑ ΠΟΤΑ-ΠΟΤΑ "ΜΠΟΜΠΕΣ" (της συγγραφικής ομάδας για τις Φυσικές Επιστήμες).



☛ Οι μαθητές αξιολογούν ερμηνείες για το θόλωμα του ούζου, όταν προστίθεται σε αυτό νερό, αξιοποιώντας γνώσεις διαλυτότητας (οι οποίες είναι μέτριας έως υψηλής γνωστικής απαίτησης).

Επιστημονική ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Φυσικοί πόροι	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2ο Παράδειγμα: Η 6η ερώτηση του ίδιου θέματος ΝΟΘΕΙΑ ΣΤΑ ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΑ ΠΟΤΑ-ΠΟΤΑ "ΜΠΟΜΠΕΣ" (της συγγραφικής ομάδας για τις Φυσικές Επιστήμες).

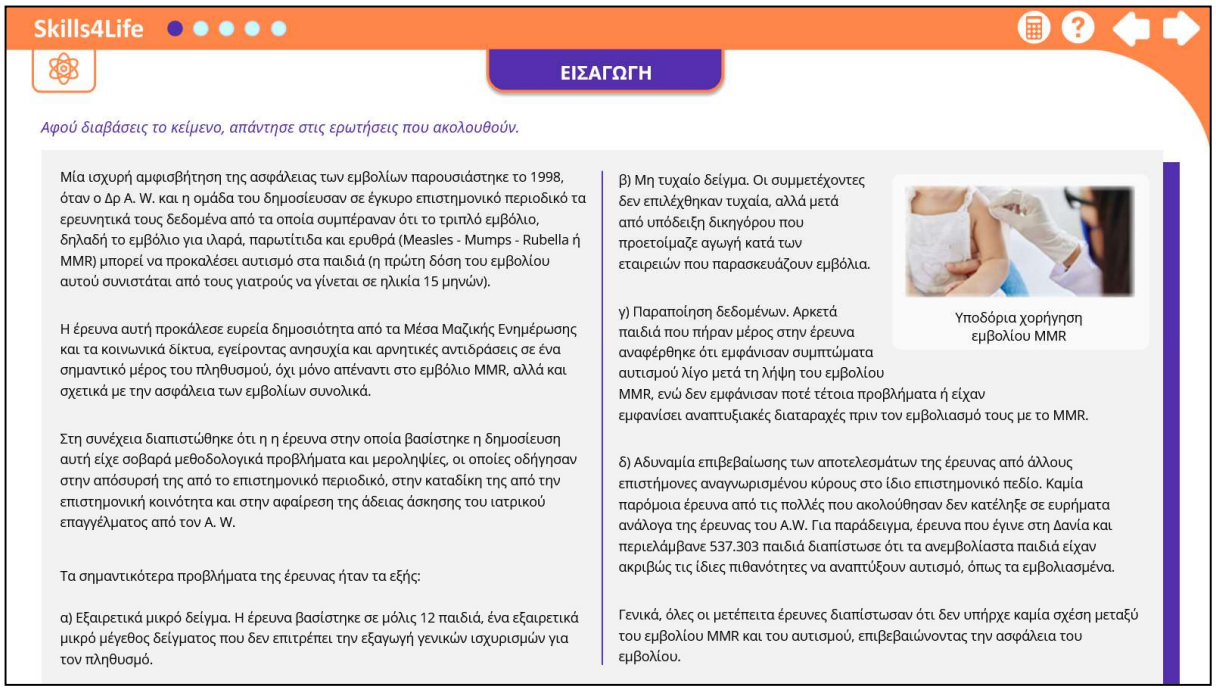


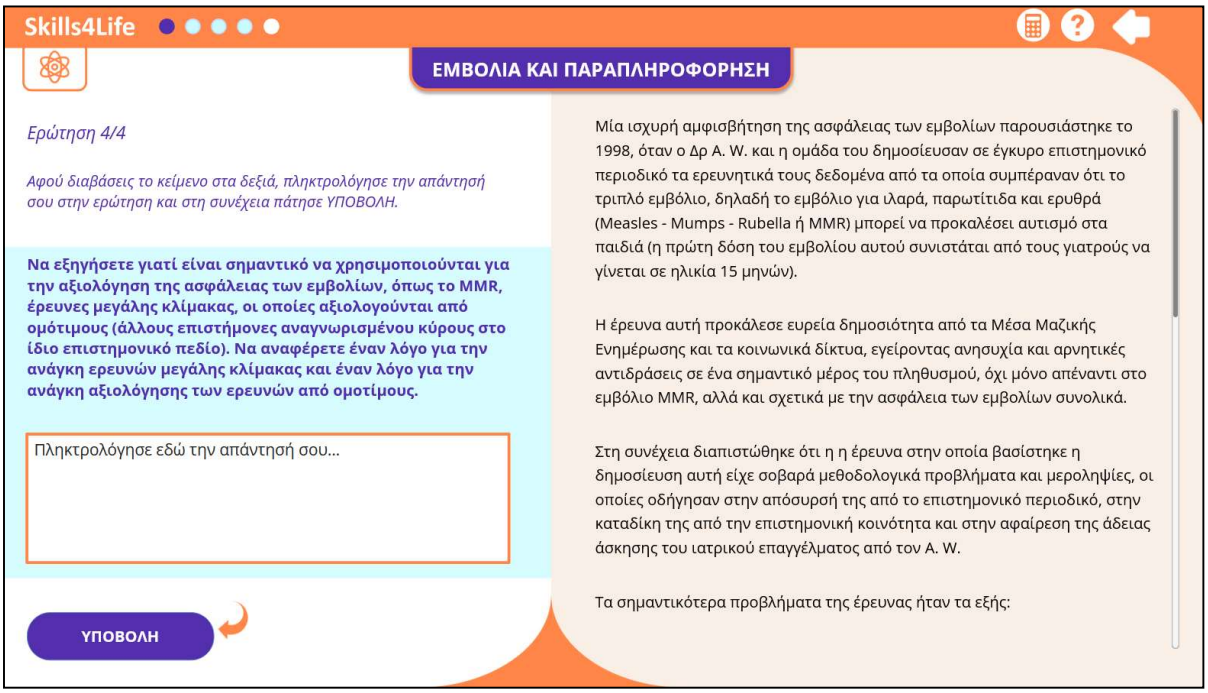
☛ Οι μαθητές ερμηνεύουν απλές αναπαραστάσεις δεδομένων (πίνακες, γραφήματα) και αξιολογούν την εγκυρότητα επιστημονικών ισχυρισμών που βασίζονται σε αυτά.

Επιστημονική ικανότητα Αναζήτηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικής πληροφορίας για λήψη απόφασης και δράση	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2.8.5 Επίπεδο 5

1ο Παράδειγμα: Η 4η ερώτηση του θέματος ΕΜΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ (της συγγραφικής ομάδας για τις Φ.Ε.).

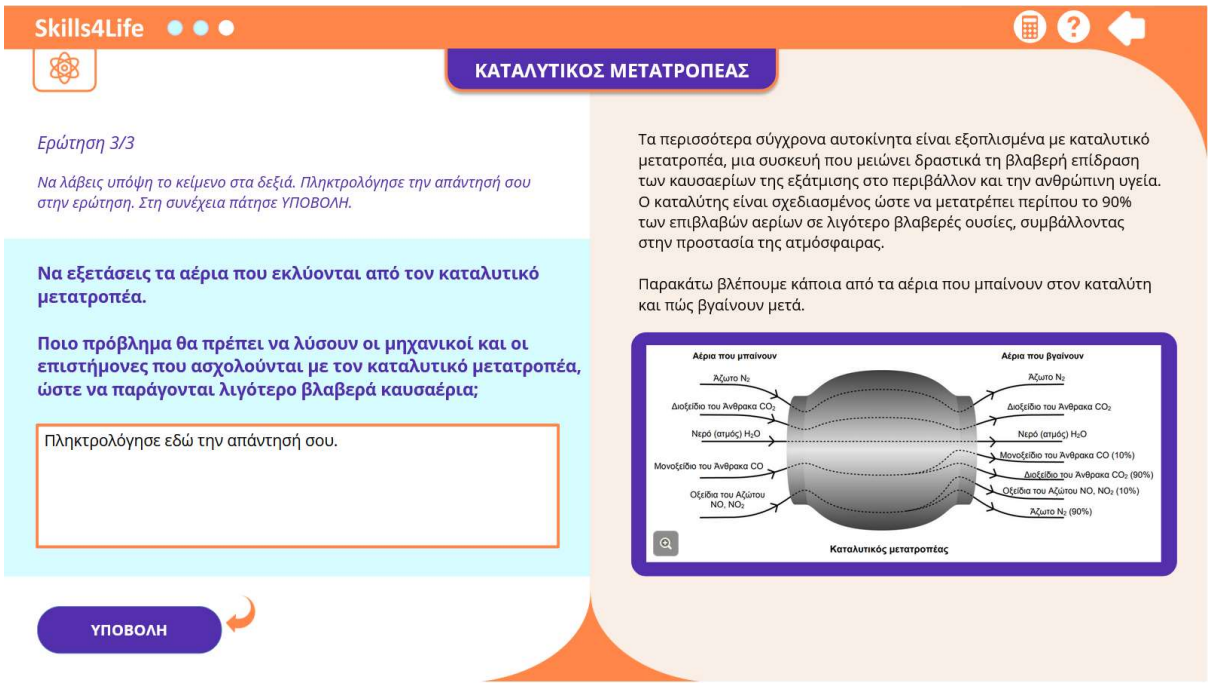




☛ Οι μαθητές περιγράφουν πλεονεκτήματα του τρόπου με τον οποίο γίνεται έγκυρη και αξιόπιστη η επιστημονική γνώση, ειδικότερα, όσον αφορά τον τομέα των εμβολίων, τις έρευνες με μεγάλο δείγμα και την αξιολόγηση μεταξύ ομοτίμων.

Επιστημονική Δεξιότητα Αναζήτηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικής πληροφορίας για λήψη απόφασης και δράση	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Επιστημική γνώση	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσια Εφαρμογής Τοπικό και εθνικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 5	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2ο Παράδειγμα: Η 3η ερώτηση του θέματος ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ (δόθηκε στους μαθητές στην πιλοτική φάση του PISA 2006).



☛ Οι μαθητές αξιοποιούν σύνθετες αναπαραστάσεις δεδομένων σχετικά με μία τεχνολογική εφαρμογή, για να προτείνουν βελτιώσεις.

Επιστημονική Δεξιότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσια Εφαρμογής Τοπικό και εθνικό	**Περιεχόμενο** Περιβαλλοντικές Συνέπειες & Κλιματική Αλλαγή	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 5	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

2.8.6 Επίπεδο 6

1ο Παράδειγμα: Η 3η ερώτηση του θέματος ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ (δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2000, 2003 και 2006).

Κείμενο ερέθισμα
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου: μύθος ή πραγματικότητα;

Τα έμβια όντα χρειάζονται ενέργεια για να επιβιώσουν. Η ενέργεια που υποστηρίζει τη ζωή στη Γη προέρχεται από τον Ήλιο, που ακτινοβολεί ενέργεια στο διάστημα, επειδή είναι πολύ καυτός. Ένα πολύ μικρό ποσοστό αυτής της ενέργειας φτάνει στη Γη.

Η ατμόσφαιρα της Γης λειτουργεί σαν ένα προστατευτικό κάλυμμα πάνω από την επιφάνεια του πλανήτη μας, αποτρέποντας τις διακυμάνσεις στη θερμοκρασία, οι οποίες θα υπήρχαν σε έναν κόσμο χωρίς αέρα.

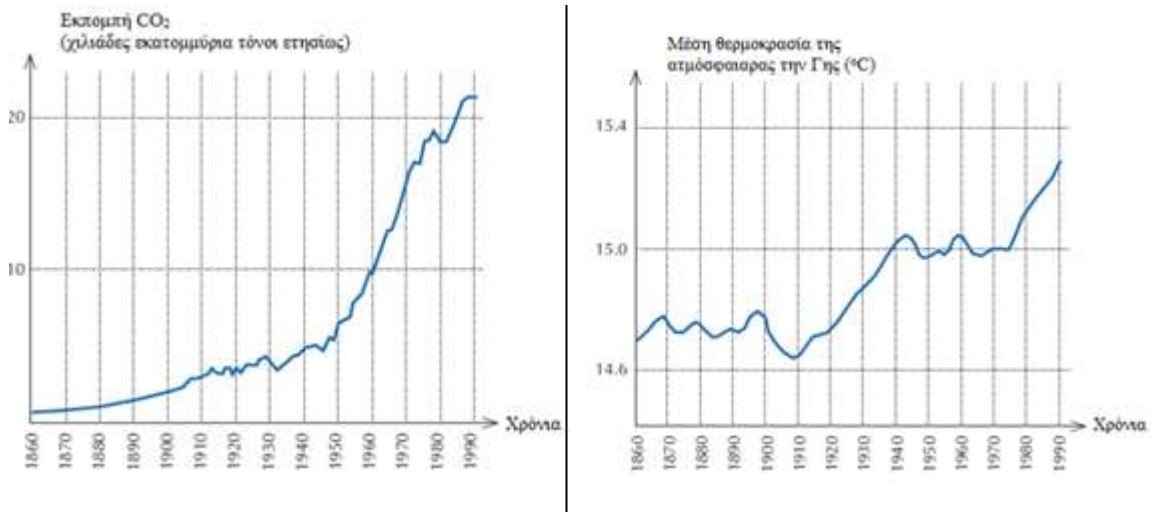
Το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολούμενης ενέργειας που προέρχεται από τον Ήλιο περνά μέσα από την ατμόσφαιρα της Γης. Η Γη απορροφά μερική από αυτή την ενέργεια, και μερική ανακλάται πίσω από την επιφάνεια της Γης. Μέρος αυτής της ανακλώμενης ενέργειας απορροφάται από την ατμόσφαιρα.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η μέση θερμοκρασία πάνω από την επιφάνεια της Γης να είναι υψηλότερη από αυτή που θα μπορούσε να είναι, αν δεν υπήρχε η ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα της Γης μοιάζει να λειτουργεί όπως ένα θερμοκήπιο, και ως εκ τούτου προκύπτει ο όρος *φαινόμενο του θερμοκηπίου*. Λέγεται ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει γίνει πιο φανερό κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα.

Είναι γεγονός ότι η μέση θερμοκρασία της ατμόσφαιρας της Γης έχει αυξηθεί. Η αυξανόμενη εκπομπή CO_2 συχνά αναφέρεται στις εφημερίδες και τα περιοδικά ως η κύρια πηγή της αύξησης της θερμοκρασίας στον 20ό αιώνα.

Ένας μαθητής, ο Αντρέας, ενδιαφέρεται για την πιθανή σχέση ανάμεσα στη μέση θερμοκρασία της ατμόσφαιρας της Γης και στην εκπομπή CO_2 στη Γη.

Σε μια βιβλιοθήκη βρίσκει τις ακόλουθες γραφικές παραστάσεις:



Πηγή: CSTI Environmental Information Paper 1, 1992.

Από αυτές τις δύο γραφικές παραστάσεις ο Αντρέας καταλήγει στο συμπέρασμα πως είναι βέβαιο ότι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της Γης οφείλεται στην αύξηση της εκπομπής CO_2.



☛ Οι μαθητές βασίζονται σε ένα σύνολο αλληλοσχετιζόμενων επιστημονικών ιδεών από διαφορετικά μεταξύ τους πεδία (μεταβολές στην εκπεμπόμενη ηλιακή ακτινοβολία, παράγοντες της ατμόσφαιρας που επηρεάζουν την απορρόφηση της ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα) και, χρησιμοποιώντας γνώση περιεχομένου και διαδικαστική γνώση, διατυπώνουν τεκμηριωμένες κρίσεις για την ακρίβεια και την πιστότητά τους.

Επιστημονική Ικανότητα Ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων για επιστημονική διερεύνηση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και τεκμηρίων με κριτικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Γη και Διάστημα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Περιβαλλοντικές Συνέπειες & Κλιματική Αλλαγή	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 6	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

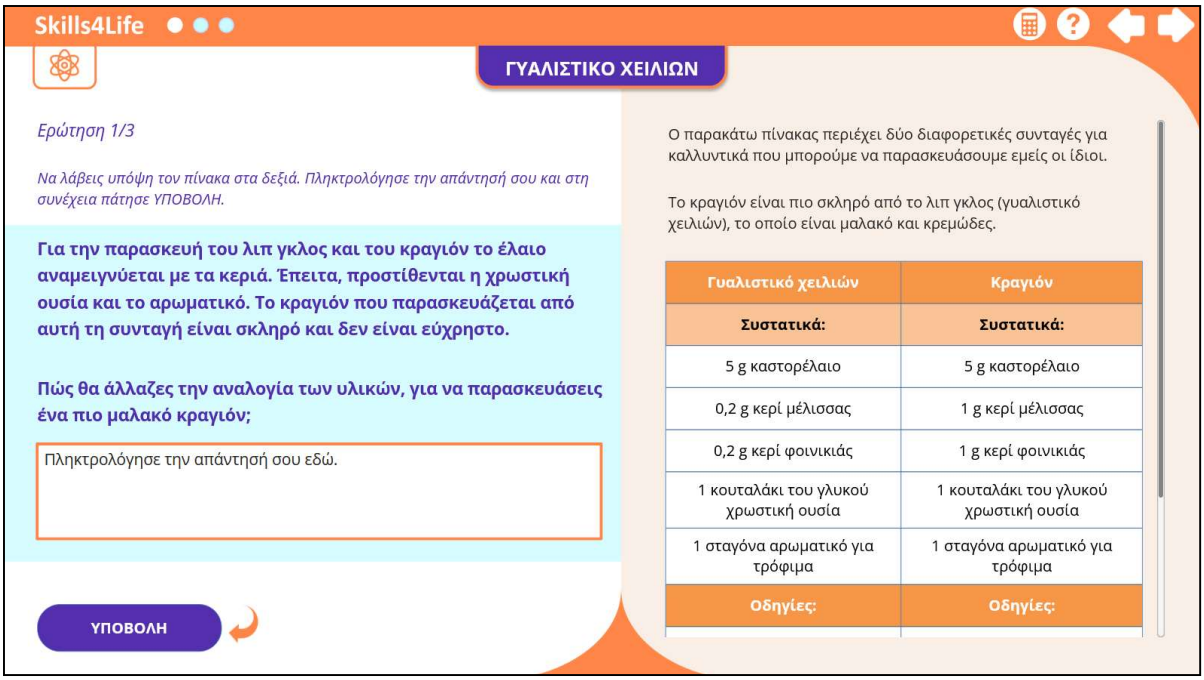
2ο Παράδειγμα: Η 1η ερώτηση του θέματος ΓΥΑΛΙΣΤΙΚΟ ΧΕΙΛΙΩΝ (δόθηκε στους μαθητές στην πιλοτική φάση της έρευνας PISA 2006).

Κείμενο ερέθισμα

Ο παρακάτω πίνακας περιέχει δύο διαφορετικές συνταγές για καλλυντικά που μπορούμε να παρασκευάσουμε εμείς οι ίδιοι.

Το κραγιόν είναι πιο σκληρό από το lip gloss (γυαλιστικό χειλιών), το οποίο είναι μαλακό και κρεμώδες.

Γυαλιστικό χειλιών	**Κραγιόν**
Συστατικά:	**Συστατικά:**
5 g καστορέλαιο	5 g καστορέλαιο
0,2 g κερί μέλισσας	1 g κερί μέλισσας
0,2 g κερί φοινικιάς	1 g κερί φοινικιάς
1 κουταλάκι του γλυκού χρωστική ουσία	1 κουταλάκι του γλυκού χρωστική ουσία
1 σταγόνα αρωματικό για τρόφιμα	1 σταγόνα αρωματικό για τρόφιμα
Οδηγίες:	**Οδηγίες:**
Ζεσταίνουμε το έλαιο και τα δύο είδη κεριών σε δοχείο βυθισμένο σε νερό, μέχρι το μείγμα να γίνει ομοιόμορφο. Έπειτα, προσθέτουμε τη χρωστική ουσία και το αρωματικό και τα αναμειγνύουμε.	Ζεσταίνουμε το έλαιο και τα δύο είδη κεριών σε δοχείο βυθισμένο σε νερό, μέχρι το μείγμα να γίνει ομοιόμορφο. Έπειτα, προσθέτουμε τη χρωστική ουσία και το αρωματικό και τα αναμειγνύουμε.



☛ Οι μαθητές σε μη οικεία πλαίσια εφαρμογής αξιοποιούν γνώση περιεχομένου και διαδικαστική γνώση (πώς τα φυσικά χαρακτηριστικά των συστατικών που αναμειγνύονται επηρεάζουν τα φυσικά χαρακτηριστικά του μείγματος), για να διατυπώσουν τεκμηριωμένες προτάσεις.

Επιστημονική Ικανότητα Ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων για επιστημονική διερεύνηση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και τεκμηρίων με κριτικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Σύγχρονες Επιστημονικές και Τεχνολογικές Πρόοδοι και Προκλήσεις	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας **6**	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

Κεφάλαιο 3. Τι μας δείχνουν τα αποτελέσματα του PISA στον επιστημονικό εγγραμματισμό για την Ελλάδα;

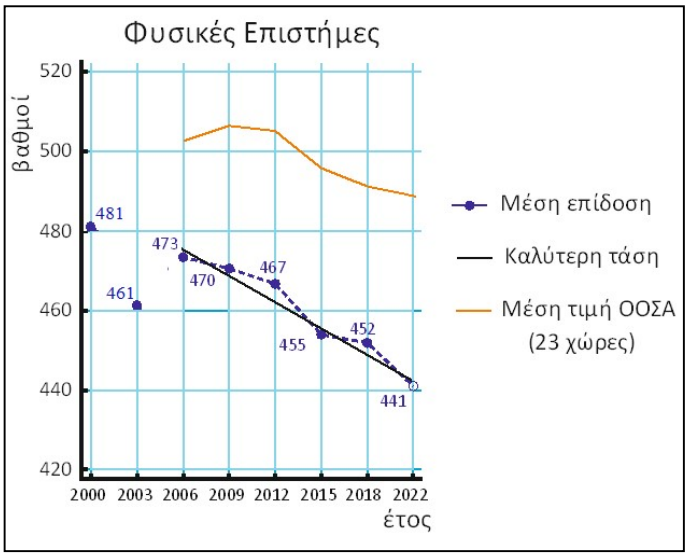
3.1 Η γενική εικόνα των επιδόσεων

Το PISA κατατάσσει τις συμμετέχουσες χώρες σε τρία επίπεδα, και συγκεκριμένα στις χώρες που οι επιδόσεις των μαθητών τους:

- Είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερες από τον Μ.Ο. των χωρών που πήραν μέρος.
- Δεν διαφοροποιούνται στατιστικά από τον Μ.Ο. των χωρών που πήραν μέρος.
- Είναι στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες από τον Μ.Ο. των χωρών που πήραν μέρος.

Δυστυχώς, σε όλες τις έρευνες PISA από το 2000 έως το 2022 η Ελλάδα κατατάσσεται στην τρίτη και τελευταία ομάδα χωρών στον επιστημονικό εγγραμματισμό.[7] Το PISA αποτυπώνει το επίπεδο του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών στις επιμέρους χώρες μέσω αριθμητικών τιμών επίδοσης, ώστε να μπορούν να συγκριθούν οι επιδόσεις των χωρών με τις παλαιότερες επιδόσεις τους και συγκριτικά με άλλες χώρες.

Με βάση τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι η επίδοση των μαθητών στην Ελλάδα από το 2000 έως το 2022 παρουσιάζει, διαχρονικά, ανησυχητικά πτωτική πορεία. Επίσης, φαίνεται να μένουμε πίσω ως εκπαιδευτικό σύστημα από τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες αλλά και από αρκετές βαλκανικές, όπως φαίνεται και στα Σχήματα 4 και 5.



Σχήμα 4: Η διαχρονική πορεία των επιδόσεων των μαθητών στην Ελλάδα στον επιστημονικό εγγραμματισμό (OECD 2023β, 2004, 2001)

[7] Το ίδιο ισχύει και για τους εγγραμματισμούς στην Κατανόηση Κειμένου και στα Μαθηματικά.

Οι επιδόσεις των χωρών σε Μαθηματικά, Κατανόηση Κειμένου και Επιστήμες, στο PISA 2022

Χώρες/οικονομίες με μέση επίδοση στατιστικά σημαντικά υψηλότερη του μέσου όρου

Χώρες/οικονομίες με μέση επίδοση που στατιστικά δεν διαφοροποιείται από τον μέσο όρο

Χώρες/οικονομίες με μέση επίδοση στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη του μέσου όρου

	Mean score in PISA 2022		
	Mathematics Mean	Reading Mean	Science Mean
OECD average	472	476	485
Singapore	575	543	561
Japan	536	516	547
Korea	527	515	528
Estonia	510	511	526
Switzerland	508	483	503
Canada*	497	507	515
Netherlands*	493	459	488
Ireland*	492	516	504
Belgium	489	479	491
Denmark*	489	489	494
United Kingdom*	489	494	500
Poland	489	489	499
Austria	487	480	491
Australia*	487	498	507
Czech Republic	487	489	498
Slovenia	485	469	500
Finland	484	490	511
Latvia*	483	475	494
Sweden	482	487	494
New Zealand*	479	501	504
Lithuania	475	472	484
Germany	475	480	492
France	474	474	487
Spain	473	474	485
Hungary	473	473	486
Portugal	472	477	484
Italy	471	482	477
Viet Nam**	469	462	472
Norway	468	477	478
Malta	466	445	466
United States*	465	504	499
Slovak Republic	464	447	462
Croatia	463	475	483
Iceland	459	436	447
Israel	458	474	465
Türkiye	453	456	476
Brunei Darussalam	442	429	446
Serbia	440	440	447
United Arab Emirates	431	417	432
Greece	430	438	441
Romania	428	428	428
Kazakhstan	425	386	423
Mongolia	425	378	412

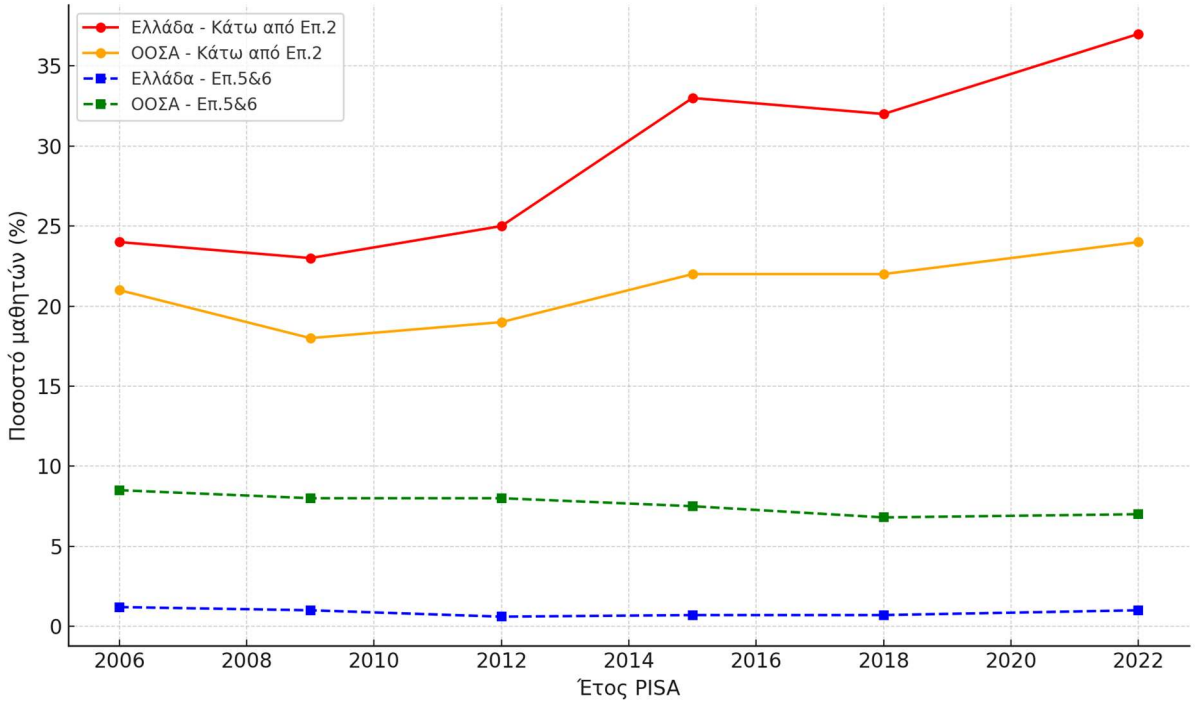
	Mean score in PISA 2022		
	Mathematics Mean	Reading Mean	Science Mean
Bulgaria	417	404	421
Moldova	414	411	417
Qatar	414	419	432
Chile	412	448	444
Uruguay	409	430	435
Malaysia	409	388	416
Montenegro	406	405	403
Mexico	395	415	410
Thailand	394	379	409
Peru	391	408	408
Georgia	390	374	384
Saudi Arabia	389	383	390
North Macedonia	389	359	380
Costa Rica	385	415	411
Colombia	383	409	411
Brazil	379	410	403
Argentina	378	401	406
Jamaica*	377	410	403
Albania	368	358	376
Indonesia	366	359	383
Morocco	365	339	365
Uzbekistan	364	336	355
Jordan	361	342	375
Panama*	357	392	388
Philippines	355	347	356
Guatemala	344	374	373
El Salvador	343	365	373
Dominican Republic	339	351	360
Paraguay	338	373	368
Cambodia	336	329	347
Macao (China)	552	510	543
Chinese Taipei	547	515	537
Hong Kong (China)*	540	500	520
Ukrainian regions (18 of 27)	441	428	450
Cyprus	418	381	411
Baku (Azerbaijan)	397	365	380
Palestinian Authority	366	349	369
Kosovo	355	342	357

Σχήμα 5: Η κατάταξη των χωρών με βάση τις μέσες επιδόσεις των μαθητών τους στο PISA 2022 (OECD, 2023γ)

Στο PISA 2022 (OECD, 2023γ) η Ελλάδα κατατάχθηκε κάτω από όλες τις χώρες τις Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης συμπεριλαμβανομένων και αυτών που ανήκαν στο πρώην Ανατολικό Μπλοκ (χωρίς τις βαλκανικές). Επίσης, φαίνεται να χάνει έδαφος και στα Βαλκάνια, αφού υστερεί πλέον, εκτός από τη Σλοβενία και την Κροατία (που είχαν από παλαιότερα σταθερά καλύτερες επιδόσεις από την Ελλάδα στον επιστημονικό εγγραμματισμό), και από την

Τουρκία (από το 2018 με διαφορά 16 μονάδες, που το 2022 έγινε 35 μονάδες) και τη Σερβία (από το 2022).

Γενικά, οι επιδόσεις των μαθητών μας φαίνεται να ακολουθούν μια **διαχρονικά φθίνουσα πορεία**, με **τους μαθητές υψηλών επιδόσεων** (μαθητές με επιδόσεις επιπέδου 5 και 6) να **μειώνονται** και τους **μαθητές χαμηλών επιδόσεων** (μαθητές με επιδόσεις κάτω από 2) να **αυξάνονται** σε σχέση με τον μέσο όρο των αντίστοιχων επιδόσεων του ΟΟΣΑ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 6. Επιπλέον ιδιαίτερα ανησυχητική τάση αποτελεί το **διαρκώς διευρυνόμενο χάσμα του επιπέδου επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών στην Ελλάδα από το αντίστοιχο μέσο επίπεδο στις χώρες μέλη του ΟΟΣΑ**.



Σχήμα 6: Διαχρονική εξέλιξη των ποσοστών των μαθητών με υψηλές και χαμηλές επιδόσεις στις Φυσικές Επιστήμες στο πλαίσιο της έρευνας PISA στην Ελλάδα και τον ΟΟΣΑ

Συνοψίζοντας, σύμφωνα με τα στοιχεία της πλέον πρόσφατης έρευνας PISA 2022 (OECD, 2023β) περίπου το 63% των μαθητών στην Ελλάδα πέτυχε Επίπεδο Ικανότητας 2 ή υψηλότερο στις Φυσικές Επιστήμες (μέσος όρος ΟΟΣΑ: 76%). Κατ' ελάχιστον, οι μαθητές αυτοί μπορούν να αναγνωρίσουν τη σωστή εξήγηση για οικεία επιστημονικά φαινόμενα και να χρησιμοποιήσουν αυτή τη γνώση για να διαπιστώσουν, σε απλές περιπτώσεις, εάν ένα συμπέρασμα είναι έγκυρο βάσει των δεδομένων που παρέχονται. Αντίθετα, το 37% των

μαθητών στην Ελλάδα (περίπου δηλαδή ένας στους τρεις) δεν καταφέρνει να επιτύχει το ελάχιστο επίπεδο επίδοσης 2, ώστε να μπορεί να χαρακτηριστεί στοιχειωδώς επιστημονικά εγγράμματο (το αντίστοιχο ποσοστό σε επίπεδο ΟΟΣΑ είναι 24%). Αυτό σημαίνει ότι ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών στην Ελλάδα στο τέλος της υποχρεωτικής του εκπαίδευσης δεν έχει αποκτήσει ούτε εκείνες τις ελάχιστες ικανότητες οι οποίες θα του επιτρέψουν να κατανοεί στοιχειωδώς την Επιστήμη, ζώντας σε ένα κόσμο ο οποίος εξαρτάται ολοένα και περισσότερο από τις επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις.

3.2 Το «χάσμα επίδοσης»

Το PISA παρέχει ζωτικής σημασίας δεδομένα όχι μόνο για τη μέση επίδοση των μαθητών, αλλά και για το πόσο δίκαια λειτουργεί ένα εκπαιδευτικό σύστημα. Το «χάσμα επίδοσης» μετριέται (α) ως διαφορά ανάμεσα στα «πάνω» και «κάτω» τμήματα της κατανομής (π.χ. το ποσοστό κάτω από Επίπεδο 2 σε σχέση με το ποσοστό στα Επίπεδα 5–6, ή διαφορά μεταξύ ανώτερου και κατώτερου δεκατημόριου σε μονάδες PISA) και/ή (β) ως διαφορά μεταξύ ομάδων μαθητών, π.χ. επιδόσεις σε σχέση με την Οικονομική, Κοινωνική και Πολιτιστική Κατάσταση (economic, social and cultural status – ESCS), το φύλο ή την ύπαρξη μεταναστευτικού υπόβαθρου.

Με αυτόν τον τρόπο, το PISA επιτρέπει να δούμε πόσοι μαθητές μένουν πίσω, πόσοι έχουν πολύ υψηλές επιδόσεις, και πώς κατανέμονται οι ευκαιρίες μάθησης μεταξύ κοινωνικών ομάδων, δηλαδή όχι μόνο πόσο καλά πάει το σύστημα, αλλά και για ποιους.

3.2.1 Διαφορές επίδοσης ανάλογα με το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο

Η μείωση ή η ενίσχυση του χάσματος των επιδόσεων ανάλογα με το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο της οικογένειας των μαθητών αποτελεί βασικό δείκτη της εκπαιδευτικής ισότητας και της συνολικής αποτελεσματικότητας ενός συστήματος. Εκπαιδευτικά συστήματα που θεωρούνται επιτυχημένα (όπως συχνά αναδεικνύονται χώρες της Ανατολικής Ασίας ή η Εσθονία) χαρακτηρίζονται συχνά από υψηλές μέσες επιδόσεις ταυτόχρονα με ένα σχετικά μικρό χάσμα επιδόσεων, γεγονός που υποδηλώνει ότι όλοι οι μαθητές, ανεξαρτήτως κοινωνικο-οικονομικού υπόβαθρου, μπορούν να επιτύχουν υψηλά επίπεδα επιστημονικού εγγραμματισμού. Αντίθετα, η διεύρυνση του χάσματος, που συχνά

συνδέεται με τη χαμηλότερη επίδοση των μαθητών από μειονεκτούντα κοινωνικο-οικονομικά στρώματα, σηματοδοτεί σημαντικές προκλήσεις για την κοινωνική κινητικότητα και την οικονομική ανάπτυξη. Ως εκ τούτου, η ανάλυση των τάσεων του PISA είναι κρίσιμη για τη χάραξη πολιτικών που στοχεύουν στη στήριξη των πιο ευάλωτων ομάδων μαθητών και στην προώθηση της δικαιοσύνης στην εκπαίδευση.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας PISA 2015, που είναι η πλέον πρόσφατη εφαρμογή της έρευνας όπου το κύριο αντικείμενο ήταν οι Φυσικές Επιστήμες,[8] η διαφορά των επιδόσεων ανάμεσα σε όσους μαθητές προέρχονται από το ανώτερο 25% και το κατώτερο 25% της κοινωνικο-οικονομικής κλίμακας είναι 84 μονάδες υπέρ των πρώτων. Η αντίστοιχη διαφορά σε επίπεδο ΟΟΣΑ είναι 97 μονάδες. Κατά συνέπεια η κοινωνική ανισότητα στις επιδόσεις είναι ελαφρώς μικρότερη στην Ελλάδα από τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ — αλλά με γενικά χαμηλότερες επιδόσεις για όλα τα κοινωνικά στρώματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι, κατά μέσο όρο, 20-30 μονάδες διαφορές στην επίδοση στην κλίμακα PISA, αντιστοιχούν σε περίπου ένα έτος φοίτησης στο σχολείο (Avvisati & Givord 2021, OECD 2009, 2021) και αυτό, σε γενικές γραμμές, ισχύει και για τον επιστημονικό εγγραμματισμό.

Επιπλέον, σύμφωνα με τα δεδομένα τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί, το κοινωνικό χάσμα στις επιδόσεις στις Φυσικές Επιστήμες αποτυπώνεται και από τη σύγκριση των ποσοστών μαθητών από διαφορετικά κοινωνικο-οικονομικά υπόβαθρα οι οποίοι επιτυγχάνουν υψηλές (επιπέδου 5 & 6) και χαμηλές (έως επιπέδου 2) επιδόσεις αντίστοιχα.

Πίνακας 2: Ποσοστά μαθητών ανά κοινωνικο-οικονομικό υπόβαθρο οι οποίοι επιτυγχάνουν υψηλές (επιπέδου 5&6) και χαμηλές επιδόσεις (επιπέδου 1&2) στις Φυσικές Επιστήμες (PISA 2015)

Ομάδα μαθητών PISA 2015	Ποσοστό με υψηλές επιδόσεις, Ελλάδα	Ποσοστό με υψηλές επιδόσεις, μέσος όρος ΟΟΣΑ
Από μειονεκτικό κοινωνικο-οικονομικό υπόβαθρο	0,4	2,1
Από προνομιούχο κοινωνικο-οικονομικό υπόβαθρο	4,0	15,4

[8] Επίσης οι Φυσικές Επιστήμες ήταν το κύριο αντικείμενο και στην έρευνα PISA 2025, η οποία έχει μεν ολοκληρωθεί κατά τον χρόνο συγγραφής του παρόντος Οδηγού, αλλά τα αποτελέσματά της αναμένεται να ανακοινωθούν τον Σεπτέμβριο του 2026.

Με βάση τα ποσοστά του ανωτέρω Πίνακα προκύπτει ότι, ενώ στην Ελλάδα η αναλογία ποσοστού μαθητών από μειονεκτικό κοινωνικο-οικονομικό υπόβαθρο προς το ποσοστό μαθητών από προνομιούχο κοινωνικο-οικονομικό υπόβαθρο που επιτυγχάνουν υψηλές επιδόσεις στις Φυσικές Επιστήμες είναι 1:10, η αντίστοιχη μέση αναλογία για τις χώρες του ΟΟΣΑ είναι 1:7,3.

Κατά συνέπεια, αν ληφθεί υπόψη η κοινωνικο-οικονομική προέλευση των μαθητών στα άκρα του φάσματος των επιδόσεων, φαίνεται το εκπαιδευτικό μας σύστημα να είναι λιγότερο αποτελεσματικό ως προς την εκπαιδευτική δικαιοσύνη, δηλαδή τη μείωση της εκπαιδευτικής ανισότητας με την οποία έρχονται τα παιδιά στο σχολείο, σε σύγκριση με τον μέσο όρο των χωρών που συμμετέχουν στην έρευνα.

3.2.2 Διαφορές επίδοσης ανάλογα με το φύλο

Τα πληρέστερα στοιχεία που έχουμε σχετικά με τον επιστημονικό εγγραμματισμό προέρχονται από το PISA 2015 (OECD, 2016), όπου οι Φυσικές Επιστήμες ήταν το κυρίως εξεταζόμενο αντικείμενο.

Σύμφωνα με αυτά, η διαφορά επιδόσεων κατά φύλο δεν ήταν στατιστικά σημαντική, δηλαδή τα αγόρια και τα κορίτσια είχαν παρόμοιες μέσες βαθμολογίες. Επίσης και στο PISA 2022 τα αποτελέσματα φαίνεται να παραμένουν ισορροπημένα ανάμεσα στα δύο φύλα.[9] Συνολικά, στον επιστημονικό εγγραμματισμό, η Ελλάδα ακολουθεί την τάση του ΟΟΣΑ, όπου οι διαφορές στην επίδοση μεταξύ αγοριών και κοριτσιών είναι πολύ μικρές έως ανύπαρκτες.

3.2.3 Διαφορές επίδοσης ανάλογα με το μεταναστευτικό υπόβαθρο

Σύμφωνα με την έκθεση του PISA 2015 για τον επιστημονικό εγγραμματισμό, η διαφορά μεταξύ των γηγενών μαθητών και των μαθητών με μεταναστευτικό υπόβαθρο (πρώτης ή δεύτερης γενιάς) στην Ελλάδα ήταν μεγάλη, παρόμοια ωστόσο με τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ (OECD, 2016) (βλ. Πίνακα 3).

[9] Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα Μαθηματικά, όπου παραδοσιακά παρατηρούνται μικρές διαφορές υπέρ των αγοριών, και την Κατανόηση Κειμένου, όπου παρατηρούνται σημαντικές διαφορές υπέρ των κοριτσιών, τόσο στον ΟΟΣΑ όσο και στην Ελλάδα.

Ομάδα Μαθητών	Μέση Βαθμολογία (PISA 2015)	Διαφορά από μη Μετανάστες
Μη μετανάστες (χωρίς μεταναστευτικό υπόβαθρο)	**462**	-
Μετανάστες 1ης Γενιάς (γεννημένοι στο εξωτερικό)	**405**	**57 μονάδες**
Μετανάστες 2ης Γενιάς (γεννημένοι στην Ελλάδα, αλλά με γονείς μετανάστες)	**423**	**13 μονάδες**
Μέσος όρος ΟΟΣΑ (χάσμα)	-	**55 μονάδες** (μη μετανάστες από μετανάστες 1ης γενιάς)

Πίνακας 3: Διαφορές στις επιδόσεις στις Φυσικές Επιστήμες μεταξύ γηγενών και μαθητών από μεταναστευτικό υπόβαθρο (PISA 2015)

Από τα δεδομένα αυτά γίνεται φανερό ένα σημαντικό εκπαιδευτικό χάσμα όσον αφορά τους μαθητές με μεταναστευτικό υπόβαθρο και ειδικότερα τους μετανάστες 1ης γενιάς, μεγαλύτερο από τον αντίστοιχο μέσο όρο του ΟΟΣΑ.

Επίσης, παρατηρείται μια σημαντική μείωση του χάσματος στους μαθητές μετανάστες 2ης Γενιάς, οι οποίοι εμφάνισαν πολύ καλύτερη προσαρμογή, με τη διαφορά επιδόσεων από τους γηγενείς μαθητές να μειώνεται σημαντικά στις 13 μονάδες. Αυτό υποδηλώνει μια αρκετά επιτυχή ενσωμάτωση της 2ης γενιάς μεταναστών στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, τουλάχιστον όσον αφορά τις επιδόσεις τους στις Φυσικές Επιστήμες.

Με βάση τα πιο πρόσφατα δεδομένα του PISA 2022, το χάσμα στην επίδοση μεταξύ των μαθητών μεταναστευτικού υπόβαθρου και των γηγενών μαθητών εξακολουθεί να υφίσταται, με τις ίδιες τάσεις για την Ελλάδα, αλλά και διεθνώς.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η επίδοση των μαθητών με μεταναστευτικό υπόβαθρο συχνά συνδέεται στενά με τον κοινωνικο-οικονομικό δείκτη (socio-economical standard), καθώς και με τη γλώσσα που ομιλείται στο σπίτι. Όταν ελέγχεται η διαφορά επίδοσης σε σχέση με τους παράγοντες αυτούς, το καθαρό χάσμα που οφείλεται μόνο στο μεταναστευτικό υπόβαθρο, μειώνεται κατά πολύ (σε 21 μονάδες, εάν ληφθεί υπόψη μόνον η γλώσσα η οποία ομιλείται στο σπίτι, και σε στατιστικά μη σημαντικές διαφορές, εάν ληφθεί υπόψη τόσο η γλώσσα όσο και το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο).[10]

[10] Οι διαφορές αυτές αφορούν τα δεδομένα του PISA 2015 και αντιστοιχούν στη σύγκριση ανάμεσα σε γηγενείς μαθητές και μαθητές μετανάστες 1ης γενιάς.

3.2.4 Διαφορές επίδοσης ανάλογα με τις στάσεις των μαθητών αναφορικά με τις Φυσικές Επιστήμες

Στο πλαίσιο της έρευνας PISA 2015, όπου οι Φυσικές Επιστήμες αποτέλεσαν το κύριο γνωστικό αντικείμενο αξιολόγησης, εξετάστηκαν όχι μόνο οι γνωστικές δεξιότητες των μαθητών, αλλά και οι **στάσεις** τους απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες. Η αξιολόγηση αυτή εστίασε σε **τρεις κύριες διαστάσεις στάσεων**:

1. **Ενδιαφέρον για την επιστήμη** – ο βαθμός στον οποίο οι μαθητές δηλώνουν ότι επιθυμούν να μαθαίνουν για επιστημονικά θέματα, να παρακολουθούν σχετικές ειδήσεις ή να ασχολούνται με επιστημονικά ζητήματα στην καθημερινή τους ζωή.
2. **Απόλαυση της επιστημονικής μάθησης** – η ευχαρίστηση που αντλούν οι μαθητές από τη μελέτη και την κατανόηση επιστημονικών εννοιών ή την εκτέλεση πειραματικών δραστηριοτήτων.
3. **Πεποιθήσεις σχετικά με την αξία της επιστήμης για την κοινωνία** – ο βαθμός στον οποίο οι μαθητές θεωρούν ότι η επιστήμη συμβάλλει στην πρόοδο, στην ευημερία και στην επίλυση κοινωνικών προβλημάτων.

Παράλληλα, εξετάστηκαν επιπλέον ψυχοκοινωνικοί παράγοντες που σχετίζονται με τη συμμετοχή στην επιστήμη, όπως η **αυτο-αποτελεσματικότητα** (δηλαδή η αυτοπεποίθηση του μαθητή ότι μπορεί να επιλύει επιστημονικά προβλήματα) και το **εργαλειακό κίνητρο** (η πεποίθηση ότι η γνώση της επιστήμης είναι χρήσιμη για το μέλλον και τις επαγγελματικές του προοπτικές).

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας PISA 2015 αναφορικά με τις στάσεις των μαθητών στην Ελλάδα συγκριτικά με αυτές των μαθητών στον ΟΟΣΑ προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Οι μαθητές στην Ελλάδα εκφράζουν **ελαφρώς λιγότερο θετικές στάσεις απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες**.
- Τα μεγαλύτερα χάσματα εντοπίζονται στην **απόλαυση της επιστήμης (–0,28)** και στην **αυτο-αποτελεσματικότητα (–0,22)** — κάτι που σημαίνει ότι οι μαθητές στην Ελλάδα **απολαμβάνουν λιγότερο την ενασχόληση με τις Φυσικές Επιστήμες** και **αισθάνονται λιγότερη αυτοπεποίθηση** στις ικανότητές τους στον τομέα αυτό.
- Ωστόσο, οι **στάσεις σχετικά με την κοινωνική αξία των Φυσικών Επιστημών** βρίσκονται **πολύ κοντά στον μέσο όρο του ΟΟΣΑ** (–0,04), γεγονός που υποδηλώνει

σχετικά υψηλή κοινωνική εκτίμηση και αναγνώριση της σημασίας της επιστήμης από τους μαθητές στην Ελλάδα (βλ. Πίνακα 4).

Δείκτης στάσεων	Μέσος όρος Ελλάδας
Ενδιαφέρον για γενικά επιστημονικά θέματα	–0.16
Απόλαυση της επιστήμης	–0.28
Αξία της επιστήμης (η συμβολή της στην κοινωνία)	–0.04
Αυτο-αποτελεσματικότητα σε επιστημονικά έργα	–0.22
Εργαλειακό κίνητρο (χρησιμότητα της επιστήμης για το μέλλον)	–0.10

Πίνακας 4: Στάσεις των μαθητών στην Ελλάδα απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες (συγκριτικά με το μέσο όρο του ΟΟΣΑ ο οποίος λαμβάνει την τιμή 0)

Τόσο στην Ελλάδα, όσο και στις υπόλοιπες χώρες του ΟΟΣΑ, έχει διαπιστωθεί ότι οι στάσεις των μαθητών απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες επηρεάζουν τις επιδόσεις τους στο αντίστοιχο πεδίο. Συγκεκριμένα οι μαθητές που **έχουν πιο θετικές στάσεις απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες** και **αισθάνονται μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση** σχετικά με την ικανότητά τους να εκτελούν επιστημονικές εργασίες, **σημειώνουν σημαντικά υψηλότερες επιδόσεις**. Η **ισχυρότερη συσχέτιση** των επιδόσεων παρατηρείται με την **αυτο-αποτελεσματικότητα** (την πίστη στις ίδιες τις ικανότητες του ατόμου), γεγονός που δείχνει ότι **όσο μεγαλύτερη είναι η αυτοπεποίθηση των μαθητών στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, τόσο καλύτερες είναι και οι επιδόσεις τους**.

Οι συσχετίσεις για τους Έλληνες μαθητές είναι **παρόμοιες ή ελαφρώς ασθενέστερες** σε σχέση με τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ — κάτι που υποδηλώνει ότι οι **θετικές στάσεις απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες έχουν εξίσου σημαντική επίδραση και στην Ελλάδα**.

3.2.5 Διαφορές επίδοσης ανάλογα με τον τρόπο διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών

Η έρευνα PISA 2015 ανέδειξε σημαντικά στοιχεία για τον τρόπο με τον οποίο οι διάφορες διδακτικές προσεγγίσεις που ακολουθούνται στο πλαίσιο των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών επηρεάζουν τις επιδόσεις των μαθητών.

Σε επίπεδο ΟΟΣΑ η έρευνα έδειξε ότι:

- Όταν εφαρμόζεται με μέτρο η διδασκαλία που βασίζεται στη διερευνητική μάθηση (inquiry based learning) και το πείραμα (π.χ. οι μαθητές κάνουν πειράματα, συζητούν

τα δεδομένα και εξάγουν συμπεράσματα), μπορεί να ενισχύεται η κατανόηση και το ενδιαφέρον των μαθητών.

- Ωστόσο, όταν χρησιμοποιείται υπερβολικά ή χωρίς καθοδήγηση, συνδέεται αρνητικά με τις επιδόσεις, ειδικά σε συστήματα όπως το ελληνικό, όπου οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν επαρκή υποστήριξη ή εργαστηριακούς πόρους.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΟΟΣΑ, η **διδασκαλία που βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά στη διερευνητική μάθηση σχετίζεται κατά μέσο όρο με –17 μονάδες χαμηλότερες επιδόσεις στις Φυσικές Επιστήμες** (μετά τον έλεγχο κοινωνικο-οικονομικών παραγόντων).

Αντίθετα, **οι δομημένες διδασκαλίες, όπου ο εκπαιδευτικός εξηγεί ρητά τις έννοιες και κατευθύνει τη μάθηση (teacher directed instruction), έχουν θετική συσχέτιση με τις επιδόσεις**.

Οι μαθητές που δηλώνουν ότι οι εκπαιδευτικοί εξηγούν συχνά επιστημονικές ιδέες σημειώνουν κατά μέσο όρο 20–30 μονάδες υψηλότερες επιδόσεις (στην Ελλάδα ειδικά η διαφορά των επιδόσεων είναι μεγαλύτερη κατά 27 μονάδες).

Επιπλέον, όταν οι εκπαιδευτικοί **προσαρμόζουν τα μαθήματα στις ανάγκες των μαθητών**, παρέχουν **εποικοδομητική ανατροφοδότηση** και **ενθαρρύνουν τον στοχασμό**, παρατηρείται **θετική σχέση με τις επιδόσεις και το κίνητρο μάθησης**. Ωστόσο, στην Ελλάδα, οι μαθητές ανέφεραν λιγότερη συμμετοχή σε πρακτικές διερευνητικές δραστηριότητες και λιγότερη ανατροφοδότηση σε σχέση με τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ, γεγονός που συνάδει με τις χαμηλότερες επιδόσεις.

Παράλληλα, ένα **καλό κλίμα πειθαρχίας στην τάξη** (χωρίς διακοπές, με σεβασμό και ομαλή ροή του μαθήματος) είναι από τους πιο ισχυρούς παράγοντες επίδρασης στις επιδόσεις: οι μαθητές σε τάξεις με υψηλό κλίμα πειθαρχίας επιτυγχάνουν κατά μέσο όρο 20–30 μονάδες υψηλότερες επιδόσεις στις Φυσικές Επιστήμες (η θετική διαφορά για την Ελλάδα ανέρχεται σε 31 μονάδες).

Τέλος, η **κάλυψη ενός ευρέος φάσματος θεμάτων** και η **συμμετοχή σε πειραματικές δραστηριότητες** βοηθούν τους μαθητές μόνον όταν συνδέονται με σαφή καθοδήγηση και θεωρητική ερμηνεία από τον εκπαιδευτικό.

3.3 Οι αδυναμίες των Ελλήνων μαθητών όπως αναδεικνύονται στην έρευνα PISA

Οι διαχρονικοί κύκλοι της έρευνας PISA για τους 15χρονους μαθητές στην Ελλάδα καταδεικνύουν την εδραίωση ενός διττού προβλήματος στην εκπαιδευτική επίδοση: αφενός, ένα διαρκώς υψηλό ποσοστό μαθητών που δεν επιτυγχάνει το ελάχιστο επίπεδο επάρκειας (Επίπεδο 2) σε κανένα γνωστικό αντικείμενο και, αφετέρου, ένα ιδιαίτερα περιορισμένο ποσοστό μαθητών με κορυφαίες επιδόσεις (Επίπεδα 5 και 6).

Οι μεγαλύτερες δυσκολίες δεν εντοπίζονται στην απομνημόνευση, αλλά στις δεξιότητες ανώτερης τάξης, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη σύγχρονη κοινωνία της γνώσης. Αυτές περιλαμβάνουν:

- **Εφαρμογή Γνώσης**: Χρήση γνώσεων και δεξιοτήτων σε νέα και μη οικεία συμφραζόμενα
- **Ερμηνεία και Αξιολόγηση**: Κριτική ερμηνεία πολύπλοκων δεδομένων και γραφικών παραστάσεων και εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων
- **Συλλογισμός:** Ανάπτυξη τεκμηριωμένου συλλογισμού και επίλυση πρωτότυπων προβλημάτων, εκτός των συνηθισμένων προβλημάτων/ασκήσεων που αντιμετωπίζουν συχνά οι μαθητές στο πλαίσιο των σχολικών τους μαθημάτων.

Στην έρευνα PISA 2015 (OECD, 2016), όπου οι Φυσικές Επιστήμες ήταν ο κυρίως διερευνώμενος εγγραμματισμός, προέκυψαν ειδικότερα τα εξής συμπεράσματα:

α) Μεγάλο μέρος των μαθητών στην Ελλάδα δεν κατακτά καν το βασικό επίπεδο εγγραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες (επίπεδο 2). Περίπου το 30% των μαθητών βρέθηκαν κάτω από το επίπεδο 2, ενώ ο μέσος όρος του PISA ήταν 18,5%, στον επιστημονικό εγγραμματισμό.

β) Ελάχιστοι μαθητές στην Ελλάδα επιτυγχάνουν υψηλές επιδόσεις. Στο PISA 2015, το ποσοστό των μαθητών με υψηλές επιδόσεις στις Φυσικές Επιστήμες (επίπεδα 5 ή 6) ήταν πολύ χαμηλό, περίπου 1 έως 2%, συγκριτικά με 8 έως 9% που ήταν ο διεθνής μέσος όρος. Αυτό σημαίνει ότι το εκπαιδευτικό μας σύστημα δεν «παράγει» αρκετούς μαθητές με υψηλού επιπέδου επιστημονικές δεξιότητες.

γ) Οι μαθητές στην Ελλάδα υστερούν σε όλους τους τύπους γνώσεων και δεξιοτήτων Φυσικών Επιστημών που διερευνά το PISA, δηλαδή στις δεξιότητες:

- να εξηγούν φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο,
- να αξιολογούν και να σχεδιάζουν επιστημονικές έρευνες,
- να ερμηνεύουν επιστημονικά δεδομένα και τεκμήρια.

Τα παραπάνω δείχνουν μια γενικευμένη αδυναμία επιστημονικής σκέψης και συλλογισμού, από την κατανόηση βασικών εννοιών μέχρι την επίλυση προβλήματος με επιστημονική μεθοδολογία.

Η ελληνική και διεθνής βιβλιογραφία που εξετάζει την επίδοση των μαθητών στην Ελλάδα στις Φυσικές Επιστήμες του PISA είναι περιορισμένη. Εντοπίζει μια σειρά από βαθύτερες δυσκολίες, πέρα από τη φαινομενική έλλειψη γνώσεων. Μελέτες των Apostolopoulos, Psalidas, Hatzinikita & Katsis, (2008), Psalidas, Apostolopoulos & Hatzinikita, (2008), Hatzinikita, Dimopoulos & Christidou, (2008), Anagnostopoulou, Hatzinikita, & Christidou, (2012) και Anagnostopoulou, Hatzinikita, Christidou & Dimopoulos, (2013) δείχνουν ότι οι μαθητές πιθανώς γνωρίζουν περισσότερα απ' όσα αποτυπώνονται στις γραπτές τους επιδόσεις στο PISA. Όμως, ο τρόπος αξιολόγησης – με μη οικείες μορφές ερωτήσεων – περιορίζει την απόδοσή τους. Οι μαθητές **δυσκολεύονται να απαντήσουν όταν οι ερωτήσεις απαιτούν μεταφορά γνώσης σε μη γνώριμα περιβάλλοντα (καθημερινά ή κοινωνικά) ή όταν πρέπει να συνδυάσουν πληροφορίες από διαφορετικές πηγές** (κείμενα, διαγράμματα, πίνακες και εικόνες).

Επιπλέον, οι θεματικές διαφορές μεταξύ των ερωτήσεων του PISA με αυτές των ελληνικών σχολικών βιβλίων και των αξιολογικών πρακτικών στην Ελλάδα – σε ύφος, λόγο, πολυτροπικότητα, πλαίσιο εφαρμογής της γνώσης – δημιουργούν επιπρόσθετες δυσκολίες. Συνολικά, η βιβλιογραφία αποδίδει τις χαμηλές επιδόσεις, σε μεγάλο βαθμό, στην αναντιστοιχία μεταξύ της ακαδημαϊκο-κεντρικής σχολικής κουλτούρας και των απαιτήσεων του PISA.

Πέρα από την καταγραφή των ανωτέρω αδυναμιών, δώδεκα (12) εκπαιδευτικοί που κωδικοποίησαν εβδομήντα τέσσερις (74) ερωτήσεις σύντομης απάντησης στο PISA 2025 στις Φυσικές Επιστήμες, απάντησαν μετά την ολοκλήρωση της κωδικοποίησης σε ερωτηματολόγιο κλειστού και ανοικτού τύπου. Οι ερωτήσεις κλειστού τύπου λάμβαναν απαντήσεις σε πεντάβαθμη κλίμακα Likert (Καθόλου έως Πάρα πολύ). Οι απαντήσεις των κωδικοποιητών παρουσιάζονται στους Πίνακες 5 και 6 που ακολουθούν.

Ερώτηση	Μ.Ο. Απαντήσεων
1. Πόσο ενδιαφέρουσες θεωρείτε, για τους μαθητές στην Ελλάδα, τις ερωτήσεις Φυσικών Επιστημών του PISA 2025;	3,92
2. Πόσο κατάλληλες για τη μέτρηση διαστάσεων εγγραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες θεωρείτε, για τους μαθητές στην Ελλάδα, τις ερωτήσεις του PISA 2025;	3,75
3. Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι τα θέματα και οι ερωτήσεις Φυσικών Επιστημών του PISA 2025 προάγουν την κριτική σκέψη των μαθητών;	4,17
4. Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι οι ερωτήσεις Φυσικών Επιστημών του PISA 2025 προάγουν τη δεξιότητα επίλυσης προβλημάτων στους μαθητές;	3,75
5. Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι οι ερωτήσεις του PISA διαφέρουν από τις ερωτήσεις που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγησή τους στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών στο ελληνικό σχολείο;	4,58
6. Θεωρείτε ότι η ενασχόληση των μαθητών με τέτοιου είδους ερωτήσεις μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της κατάκτησης των γνώσεων και των δεξιοτήτων που προωθούν τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών;	4,42
7. Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι τα θέματα και οι ερωτήσεις του PISA 2025 ανταποκρίνονται στις ανάγκες της εκπαίδευσης για τον 21ο αιώνα;	4,33

Πίνακας 5: Μέσοι όροι των απαντήσεων των κωδικοποιητών σχετικά με τη διδακτική αξία των ερωτήσεων Φυσικών Επιστημών του PISA 2025

Από τις απαντήσεις στις ερωτήσεις 1 και 2 αναγνωρίζεται ως πολύ θετική, κατά μέσο όρο, η δομή και το περιεχόμενο των ερωτήσεων του PISA στις Φυσικές Επιστήμες και από τις 3, 4 και 7 αναγνωρίζεται η συμβολή τους στην ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλήματος, καθώς και η αντιστοιχία τους με τις δεξιότητες του 21ου αιώνα. Με άλλα λόγια, οι ερωτήσεις του PISA θεωρούνται ισχυρό παιδαγωγικό εργαλείο που ενισχύει κρίσιμες δεξιότητες.

Ακόμη από την απάντηση της 5ης ερώτηση διαπιστώνεται, με μεγάλη συμφωνία μεταξύ των κωδικοποιητών, ότι οι ερωτήσεις PISA διαφέρουν από τις ερωτήσεις αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται στο ελληνικό σχολείο.

Στην 6η ερώτηση διαπιστώνεται, πάλι με μεγάλη συμφωνία μεταξύ των κωδικοποιητών, ότι οι ερωτήσεις PISA μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στην κατάκτηση των επιδιωκόμενων γνώσεων και των δεξιοτήτων στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών.

Συνοψίζοντας, η εμπειρία των κωδικοποιητών αποτυπώνει μια σαφώς θετική στάση ως προς:

- τη διδακτική αξία των θεμάτων PISA,
- τη συνάφειά τους με τις δεξιότητες του 21ου αιώνα, και
- την αναγκαιότητα ενσωμάτωσης παρόμοιων προσεγγίσεων στην ελληνική εκπαιδευτική πρακτική.

Παράλληλα, αναδεικνύεται και ένα σημαντικό χάσμα μεταξύ των πρακτικών αξιολόγησης του ελληνικού σχολείου και της φύσης των ερωτήσεων PISA.

Στον Πίνακα 6, που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι απαντήσεις των κωδικοποιητών σχετικά με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην Ελλάδα στις ερωτήσεις της έρευνας PISA, εστιάζοντας εν προκειμένω στις ερωτήσεις του PISA 2025 στις Φυσικές Επιστήμες.

Ερώτηση	**Μ.Ο. Απαντήσεων**
α. Πόσο νομίζετε ότι δυσκολεύει τους μαθητές η αξιοποίηση πληροφοριών από ένα εκτεταμένο εισαγωγικό κείμενο;	4,33
β. Πόσο νομίζετε ότι δυσκολεύει τους μαθητές η αξιοποίηση πληροφοριών από πίνακα, διάγραμμα ή εικόνα;	4,17
γ. Πόσο νομίζετε ότι δυσκολεύει τους μαθητές η αξιοποίηση πληροφοριών συνδυαστικά από κείμενο και πίνακα ή/και διάγραμμα ή/και εικόνα;	4,58
δ. Πόσο νομίζετε ότι δυσκολεύει τους μαθητές η εξαγωγή συμπερασμάτων από πειραματικά δεδομένα;	3,92
ε. Πόσο νομίζετε ότι δυσκολεύουν τους μαθητές οι ερωτήσεις που ζητούν συγκεκριμένες και όχι γενικόλογες απαντήσεις;	4,17
στ. Πόσο νομίζετε ότι δυσκολεύουν τους μαθητές οι ερωτήσεις που απαιτούν την ανάπτυξη και τη διατύπωση επιστημονικού συλλογισμού;	4,42
ζ. Πόσο νομίζετε ότι δυσκολεύει τους μαθητές η διατύπωση πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων σε επιστημονικές διαδικασίες ή τεχνολογικές εφαρμογές;	4,08
η. Πόσο νομίζετε ότι δυσκολεύουν τους μαθητές ερωτήσεις που συνδέονται με δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας, όπως παρατήρηση, σφάλματα μετρήσεων, αξιοπιστία μετρήσεων, διαχείριση μεταβλητών κ.λπ.;	4,33

Πίνακας 6: Μέσοι όροι των απαντήσεων των κωδικοποιητών σχετικά με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην Ελλάδα στις ερωτήσεις του PISA 2025 στις Φυσικές Επιστήμες

Στην ερώτηση «Άλλες δυσκολίες: παρακαλούμε περιγράψτε» του ίδιου ερωτηματολογίου, οι πιο σημαντικές δυσκολίες που αναφέρθηκαν από τους έμπειρους κωδικοποιητές ήταν ότι το ελληνικό σχολείο:

- Έχει ισχυρό εξετασιοκεντρικό χαρακτήρα. Στο πλαίσιο αυτό οι μαθητές του έχουν συνηθίσει να ακολουθούν νόρμες και μεθοδολογίες. Όταν η ερώτηση ξεφεύγει από τα γνωστά τους πλαίσια, αντί να ασχοληθούν με το θέμα, προτιμούν να γράψουν κάτι γενικόλογο που ήδη ξέρουν.
- Δεν επιδιώκει τη σύνδεση της θεωρίας με την καθημερινότητα
- Δεν επιδιώκει τη μεταφορά της γνώσης σε νέο πλαίσιο.

Παράλληλα, με βάση τις υπόλοιπες απαντήσεις τους, που φαίνονται στον Πίνακα 6, προκύπτει το συμπέρασμα ότι σε πολύ έως πάρα πολύ μεγάλο βαθμό (ερωτήσεις α, β, γ) οι μαθητές μας **δυσκολεύονται να αντλήσουν πληροφορίες από εκτεταμένο κείμενο, πίνακες διαγράμματα και εικόνες και κυρίως στη συνδυαστική αξιοποίηση πληροφοριών**. Με άλλα λόγια, οι μαθητές μας έχουν χαμηλή δεξιότητα πολυτροπικής κατανόησης, δηλαδή συνδυαστικής ερμηνείας πληροφορίας από διαφορετικές πηγές (κειμενικές, οπτικές ή γραφικές). Η δεξιότητα αυτή είναι κεντρική στο PISA, αλλά ελάχιστα καλλιεργημένη στο ελληνικό σχολείο. Επιπλέον, στις σύγχρονες κοινωνίες η πληροφόρηση των πολιτών γίνεται με πολυτροπικά κείμενα, που απαιτούν τη συνδυαστική αξιοποίηση πληροφοριών.

Επιπλέον, σε πολύ έως πάρα πολύ μεγάλο βαθμό (ερωτήσεις ε ,στ ,ζ) οι μαθητές μας **δυσκολεύονται να διατυπώσουν ακριβείς και τεκμηριωμένες απαντήσεις**. Γενικά, οι μαθητές μας δυσκολεύονται στην ανάπτυξη επιστημονικού συλλογισμού και ακόμη περισσότερο στην διατύπωσή του, ιδιαίτερα όταν απαιτείται τεκμηρίωση με βάση δεδομένα ή θεωρία. Υπάρχει προφανής εξάρτηση από «συνταγές απάντησης» και όχι κατανόηση.

Ακόμα, σε πολύ έως πάρα πολύ μεγάλο βαθμό (ερωτήσεις δ και η) **αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες σε ερωτήσεις που συνδέονται με δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας**, όπως η διαχείριση μεταβλητών, η εξαγωγή συμπερασμάτων από δεδομένα κ.ά.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το ελληνικό σχολείο δεν εκπαιδεύει τους μαθητές του με τις διαδικασίες επιστημονικής έρευνας, ούτε τους εξασκεί αναφορικά με την πρακτική πλευρά της επιστήμης (πειράματα, μετρήσεις, παρατήρηση, έλεγχος μεταβλητών κλπ.). Αυτό αντανακλά μια πολύ περιορισμένη εργαστηριακή και διερευνητική διδασκαλία.

Τέλος, οι κωδικοποιητές εντοπίζουν ως βασικές συστημικές αιτίες για τις παραπάνω αδυναμίες τα εξής:

- Τον εξετασιοκεντρικό χαρακτήρας του ελληνικού σχολείου. Οι μαθητές έχουν μάθει να **ακολουθούν τυποποιημένες φόρμουλες και όχι να σκέφτονται δημιουργικά**. Όταν έρθουν αντιμέτωποι με κάποιο νέο τύπο ερώτησης, προτιμούν να δώσουν μια γενική απάντηση «απ' έξω» παρά να προσπαθήσουν να την κατανοήσουν.
- Την **απουσία σύνδεσης θεωρίας με την καθημερινή ζωή**. Οι μαθητές δεν αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα της σχολικής φυσικο-επιστημονικής γνώσης ούτε βλέπουν πώς αυτή συνδέεται με πρακτικά ζητήματα ή εφαρμογές – κάτι που κάνει τις ερωτήσεις PISA πιο δύσκολες γι' αυτούς.
- Την **ανεπάρκεια στη μεταφορά γνώσης σε νέο πλαίσιο**. Οι μαθητές δεν έχουν εκπαιδευτεί να προσαρμόζουν την υπάρχουσα γνώση σε διαφορετικά συμφραζόμενα – μια βασική δεξιότητα στο PISA.

Συμπερασματικά, η χαμηλή επίδοση των μαθητών στην Ελλάδα σχετίζεται περισσότερο με ανεπαρκή εμπειρία και έλλειψη καλλιέργειας δεξιοτήτων απαραίτητων για τον επιστημονικό εγγραμματισμό.

Τέλος, από έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο προγραμματικής συμφωνίας του ΥΠΑΙΘΑ με το Παν/μιο Ιωαννίνων και στην οποία μελετήθηκαν με βάση προηγμένα στατιστικά μοντέλα τα χαρακτηριστικά των θεμάτων της έρευνας PISA στα οποία υστερούν διαφορικά περισσότερο οι μαθητές στην Ελλάδα έναντι των μαθητών στις χώρες της Ε.Ε.25, αναδείχθηκαν επιπρόσθετα οι εξής αδυναμίες των μαθητών στην Ελλάδα:

- Το **είδος της εικονογράφησης των θεμάτων** φαίνεται να δυσκολεύει τους μαθητές. Όσο πιο τεχνικό χαρακτήρα έχουν οι αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται στο εισαγωγικό κείμενο ερέθισμα ή στην εισαγωγή των ερωτήσεων π.χ. τεχνικό σχεδιάγραμμα, γραφική παράσταση/γράφημα, τόσο περισσότερο δυσκολεύουν τους μαθητές. Οι πίνακες παρουσιάζουν μέτρια δυσκολία και οι ρεαλιστικές εικόνες είναι οι πιο προσιτές για τους μαθητές στην Ελλάδα.
- Τα **θεματικά πεδία** στα οποία εμπίπτουν οι ερωτήσεις του PISA στις Φυσικές Επιστήμες δυσκολεύουν γενικά τους μαθητές, καθώς συνήθως αφορούν σύγχρονα ζητήματα τα οποία συχνά μάλιστα βρίσκονται σε θέση υψηλής προβολής στο δημόσιο πεδίο. Ιδιαίτερα φαίνεται να δυσκολεύουν τους μαθητές θέματα που σχετίζονται με

«Σύγχρονες επιστημονικές και τεχνολογικές προόδους και προκλήσεις», τους «Φυσικούς πόρους» και τους «Κινδύνους».

- Το **μέγεθος των κειμένων-ερεθισμάτων, ιδίως όταν είναι μεσαίας και μεγάλης έκτασης,** αποτελεί ένα ακόμα παράγοντα που δυσκολεύει τους μαθητές στην Ελλάδα, γεγονός που πιθανώς οφείλεται στο γεγονός ότι στο πλαίσιο του ελληνικού συστήματος οι μαθητές έχουν μάθει/συνηθίσει να αντιμετωπίζουν θέματα σύντομης εκφώνησης.

Τα παραπάνω αναδεικνύουν χρόνιες αδυναμίες του εκπαιδευτικού μας συστήματος, το οποίο δεν προετοιμάζει επαρκώς τους μαθητές να ανταποκριθούν στις σύνθετες γνωστικές και κοινωνικές απαιτήσεις του 21ου αιώνα.

Κεφάλαιο 4. Προτάσεις αξιοποίησης του PISA στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Σύμφωνα με το πλαίσιο του PISA, ο επιστημονικός εγγραμματισμός αναφέρεται στην ικανότητα ενός ατόμου εντός ρεαλιστικού πλαισίου:

- Να εξηγεί φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο.
- Να κατασκευάζει και να αξιολογεί σχέδια επιστημονικής έρευνας, καθώς και να ερμηνεύει επιστημονικά δεδομένα και κριτήρια με επιστημονικό τρόπο
- Να διερευνά, να αξιολογεί και να χρησιμοποιεί επιστημονικές πληροφορίες για να λάβει αποφάσεις και να αναλάβει δράση.

Τα παραπάνω εκτός από γνώσεις περιεχομένου απαιτούν διαδικαστική και επιστημική γνώση.

Συνδέεται άραγε αυτή η προσέγγιση του επιστημονικού εγγραμματισμού με τα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών του Γυμνασίου και της Α Λυκείου και αφετέρου με την καθημερινή διδακτική πράξη;

Στην ενότητα αυτή θα σκιαγραφηθεί η σχέση του επιστημονικού εγγραμματισμού του πλαισίου PISA με τα ελληνικά Προγράμματα Σπουδών, τρέχοντα και νέα, καθώς και τις καθιερωμένες διδακτικές πρακτικές. Στη συνέχεια θα διατυπωθούν ενδεικτικές προτάσεις αξιοποίησης των ευρημάτων, της εμπειρίας και των θεμάτων του PISA στην καθημερινή διδακτική πράξη.

4.1 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα τρέχοντα ΠΣ και στη διδακτική πράξη

Η διερεύνηση του επιστημονικού εγγραμματισμού στο ελληνικό σχολείο περιλαμβάνει τον τρόπο ενσωμάτωσής του:

α) στα Προγράμματα Σπουδών του Γυμνασίου και της Α Λυκείου και

β) στις διδακτικές πρακτικές και τις μεθόδους αξιολόγησης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εξετάζοντας αν και πώς αυτά ευνοούν την ανάπτυξή του και αναδεικνύοντας την υφιστάμενη κατάσταση.

4.1.1 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα ΠΣ του Γυμνασίου

Τα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών του Γυμνασίου (21072β/Γ2/ΦΕΚ 304 Β/13-03-2003) αν και διαμορφώθηκαν το 2003, και άρα απηχούν μια αρκετά διαφορετική εποχή από τη σημερινή, έχουν αρκετά στοιχεία σύγκλισης με την έρευνα PISA.

Τα στοιχεία αυτά είναι σαφώς πιο εμφανή στους γενικούς στόχους παρά στους ειδικούς στόχους. Επισημαίνεται ότι οι ειδικοί στόχοι περιγράφουν τι επιδιώκει να επιτύχει η διδασκαλία και μπορεί να είναι κάπως γενικά διατυπωμένοι, επειδή εισάγονται με ρήματα τα οποία δεν αντιστοιχούν σε άμεσα ελέγξιμα γνωστικά αποτελέσματα των μαθητών, όπως π.χ. «κατανοήσει», «εξοικειωθεί», «καταλάβει», «γνωρίσει», ή «μάθει». Σήμερα οι ειδικοί στόχοι στα νέα ΠΣ έχουν αντικατασταθεί από τον όρο «προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα», ο οποίος περιγράφει τι αναμένεται να αλλάξει στο μαθητή και μάλιστα με εμπειρικά ελέγξιμο τρόπο ως αποτέλεσμα της μάθησης. Εισάγονται με ρήματα τα οποία αντιστοιχούν σε άμεσα ελέγξιμα γνωστικά αποτελέσματα των μαθητών, όπως «διακρίνει», «προσδιορίσει», «αξιολογήσει», «εξηγήσει», «συσχετίσει», που επιτρέπουν στον διδάσκοντα εύκολα να αποτιμήσει τι κατάφερε και τι δεν κατάφερε να μάθει ο μαθητής.

Οι γενικοί και ειδικοί στόχοι σε Φυσική και Χημεία

Σε επίπεδο Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) εντοπίζονται τέσσερις (4) (από τους δέκα (10) συνολικά) γενικούς στόχους των ΠΣ Φυσικών Επιστημών (Φυσικής και Χημείας, οι οποίοι έχουν κατεύθυνση αντίστοιχη με τον επιστημονικό εγγραμματισμό του PISA. Οι εν λόγω γενικοί στόχοι είναι οι εξής:

- Εξοικείωση του μαθητή με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, την επιστημονική μεθοδολογία (παρατήρηση, συγκέντρωση - αξιοποίηση πληροφοριών, διατύπωση υποθέσεων, πειραματικό έλεγχό τους, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων, ικανότητα γενίκευσης και κατασκευής προτύπων) και με τη χρήση της τεχνολογίας της πληροφορικής, ώστε και ως μελλοντικός επιστήμονας να είναι ικανός για έρευνα και τεχνολογικό σχεδιασμό.
- Δυνατότητα αξιολόγησης των επιστημονικών και τεχνολογικών εφαρμογών, ώστε ο μαθητής, ως μελλοντικός πολίτης, να είναι ικανός να τοποθετείται κριτικά απέναντί τους και να αποφαίνεται για τις θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις τους στην ατομική και κοινωνική υγεία, τη διαχείριση των φυσικών πόρων και το περιβάλλον.

- Γνώση της οργάνωσης και των διαδικασιών του περιβάλλοντος (φυσικού και κοινωνικού) και στην απόκτηση της ικανότητας να συμμετέχει στις προσπάθειες για την επίλυση κοινωνικών προβλημάτων, αξιοποιώντας τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχει αποκτήσει.
- Απόκτηση της ικανότητας να επικοινωνεί, να συνεργάζεται με επιστημονικούς και κοινωνικούς φορείς, να συλλέγει και να ανταλλάσσει πληροφορίες, να παρουσιάζει τις σκέψεις ή τα συμπεράσματα από τις μελέτες του.

Όταν τα παραπάνω εξειδικεύονται σε ειδικούς στόχους, έχουμε **μια μετατόπιση κυρίως προς στόχους γνώσης περιεχομένου που συχνά έχουν χαρακτήρα ανάκλησης**.

Για παράδειγμα, στην ενότητα της Φυσικής της Γ τάξης Γυμνασίου «Ηλεκτρισμός – Απλά ηλεκτρικά κυκλώματα» (με προβλεπόμενο διδακτικό χρόνο 20 διδακτικών ωρών) διαπιστώνει κανείς ότι τα ρήματα που εισάγουν τους ειδικούς στόχους μπορούν να ομαδοποιηθούν ως εξής:

- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με την ικανότητα ανάκλησης: «περιγράφουν» (7), «διατυπώνουν» (7), «αναφέρουν» (2), «γνωρίζουν» (1), «ορίζουν» (1), «δίνουν παραδείγματα» (1).
- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με την κριτική σκέψη/εξήγηση: «εξηγούν» (5), «ερμηνεύουν» (2), «συνδέουν» (2), «εφαρμόζουν» (1).
- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με τη διαδικαστική γνώση: «διαπιστώνουν με πείραμα» (2), «ερμηνεύουν μετά από πείραμα» (1), «σχεδιάζουν πείραμα» (1), «σχεδιάζουν γραφική παράσταση» (1), «σχεδιάζουν ηλεκτρ. κύκλωμα /διάταξη» (3).

Αντίστοιχα δεν εντοπίζεται κανένας στόχος που να συνδέεται με την επιστημική γνώση.

Για την ενότητα της Χημείας της Γ τάξης «Οξέα, βάσεις και άλατα» (με προβλεπόμενο διδακτικό χρόνο 9 διδακτικών ωρών) διαπιστώνει κανείς ότι τα ρήματα που εισάγουν τους ειδικούς στόχους μπορούν να ομαδοποιηθούν ως εξής:

- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με την ικανότητα ανάκλησης: «ορίζουν» (3), «αναγράφουν» (2), «αναφέρουν» (1).
- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με την κριτική σκέψη/εξήγηση: «εκφράζουν με χημ. εξισώσεις» (3), «ερμηνεύουν» (1), «επιλέγουν και χρησιμοποιούν» (1), «συσχετίζουν» (1).
- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με στάσεις: «εκτιμούν» (2).

- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με τη διαδικαστική γνώση: «διαπιστώνουν με πείραμα» (4), «προσδιορίζουν με πείραμα» (2), «παρασκευάζουν» (1), «προβλέπουν» (1), «εκτιμούν τους κινδύνους» (1).

Και σε αυτή την περίπτωση δεν εντοπίζεται κανένας στόχος που να συνδέεται με την επιστημική γνώση.

Οι γενικοί και ειδικοί στόχοι στη Βιολογία

Σε επίπεδο Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) έχουμε και εδώ ομοιότητες με τον επιστημονικό εγγραμματισμό του PISA τόσο σε επίπεδο σκοπού:

«[οι μαθητές] *να αξιοποιούν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που αποκτούν για να ερμηνεύουν φαινόμενα ή καταστάσεις που αφορούν τον εαυτό τους ή το περιβάλλον τους, να αξιολογούν δεδομένα, να προσδιορίζουν τα αίτια πιθανών προβλημάτων και να επιλέγουν λύσεις με βάση την προσωπική τους άποψη..*»,

όσο και σε επίπεδο γενικών στόχων (9 από 8):

<u>Γνώση και μεθοδολογία:</u>

- Να χρησιμοποιούν τις γνώσεις τους προκειμένου να κατανοούν ή να δίνουν απλές ερμηνείες σε φαινόμενα ή διαδικασίες που αφορούν τον εαυτό τους ή το περιβάλλον τους.
- Να συσχετίζουν τους μηχανισμούς άμυνας στους διάφορους παθογόνους παράγοντες με τη διατήρηση της ισορροπίας στον ανθρώπινο οργανισμό και να αιτιολογούν τη σημασία των προσωπικών επιλογών και της έγκαιρης και έγκυρης πληροφόρησης για τη διατήρηση της υγείας.
- Να συσχετίζουν τα προβλήματα του περιβάλλοντος με παρεμβάσεις του ανθρώπου σε αυτό.
- Να παρατηρούν χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις τους, να εκτελούν απλά πειράματα ακολουθώντας συγκεκριμένες οδηγίες, να χειρίζονται απλά όργανα και συσκευές, να καταγράφουν τις παρατηρήσεις ή τα αποτελέσματα των πειραμάτων τους και να συμπεραίνουν.
- Να μελετούν ένα θέμα ακολουθώντας τις αρχές της επιστημονικής μεθόδου και αξιοποιώντας την τεχνολογία και διαφορετικές πηγές πληροφόρησης.

Βιολογία και καθημερινή ζωή:

- Να αιτιολογούν τη σχέση του καταναλωτικού τρόπου ζωής με την ψυχική και σωματική υγεία του ατόμου αφενός και με τη διατήρηση της ισορροπίας στο περιβάλλον (φυσικό και κοινωνικό) αφετέρου.
- Να χρησιμοποιούν γνώσεις που αποκτούν για να ερμηνεύουν, στο μέτρο του δυνατού, φαινόμενα, διαδικασίες ή προβλήματα που εμφανίζονται, και να φροντίζουν ή να προστατεύουν τον εαυτό τους και το περιβάλλον τους.
- Να αναγνωρίζουν τη συμβολή των εφαρμογών της Βιολογίας στην επίλυση προβλημάτων σε τομείς του κοινωνικού περιβάλλοντος με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου.
- Να αιτιολογούν την αναγκαιότητα συμμετοχής του ατόμου στις διαδικασίες του κοινωνικού συνόλου και να αναγνωρίζουν τις δυνατότητες του πολίτη για παρέμβαση στο κοινωνικό γίγνεσθαι.

Από την άλλη πλευρά, όταν τα παραπάνω εξειδικεύονται σε ειδικούς στόχους, έχουμε μια μετακίνηση κυρίως προς στόχους γνώσης περιεχομένου που συχνά, όπως και στην περίπτωση της Φυσικής και της Χημείας που αναλύθηκαν παραπάνω, έχουν χαρακτήρα ανάκλησης.

Για παράδειγμα στην ενότητα της Γ Γυμνασίου «Κύτταρο: η μονάδα της ζωής» (με προβλεπόμενο διδακτικό χρόνο 4 διδακτικών ωρών) διαπιστώνει κανείς ότι τα ρήματα που εισάγουν τους στόχους μπορούν να ομαδοποιηθούν ως εξής:

- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με την ικανότητα ανάκλησης: «αναγνωρίζουν» (2), «περιγράφουν» (5).
- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με την κριτική σκέψη/εξήγηση: «διακρίνουν» (3), «εξηγούν» (1).
- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με τη διαδικαστική γνώση: «παρατηρούν (με μικροσκόπιο)» (1)

Ούτε σε αυτή την περίπτωση εντοπίζεται κάποιος στόχος που να συνδέεται με την επιστημική γνώση.

Αντίστοιχα στην ενότητα της ίδιας τάξης «Διατήρηση και συνέχεια της ζωής – DNA – Μεταφορά της γενετικής πληροφορίας» (με προβλεπόμενο διδακτικό χρόνο 9 διδακτικών

ωρών), διαπιστώνει κανείς ότι τα ρήματα που εισάγουν τους ειδικούς στόχους μπορούν να ομαδοποιηθούν ως εξής:

- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με την ικανότητα ανάκλησης: «αναγνωρίζουν» (8), «περιγράφουν» (7), «ορίζουν» (1).
- Στόχοι που συνδέονται περισσότερο με την κριτική σκέψη/εξήγηση: «διακρίνουν» (5), «αιτιολογούν» (3), «εξηγούν» (2), «συσχετίζουν» (1) και «επιλύουν» (1).

Στους ειδικούς στόχους αυτής της ενότητας δεν βρέθηκε κανένας ο οποίος να συνδέεται είτε με τη διαδικαστική είτε με την επιστημική γνώση.

4.1.2 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα ΠΣ της Α Γενικού Λυκείου

Τα Προγράμματα Σπουδών στις Α και Β Λυκείου είναι μια περίπλοκη υπόθεση. Θεωρητικά τα Προγράμματα Σπουδών του 2015 (ΥΑ 8570/Δ2/ΦΕΚ 184 Β/23-1-2015, ΥΑ 8601/Δ2/ΦΕΚ 1843Β/23-1-2015 και ΥΑ 8621/Δ2/ΦΕΚ 154 Β/22-1-2015, για Φυσική, Χημεία και Βιολογία αντίστοιχα) ποτέ δεν ανεστάλησαν. Από την άλλη πλευρά, η επιλογή να διατηρηθούν τα παλαιά βιβλία και οι οδηγίες διδασκαλίας να είναι προσαρμοσμένες σε αυτά αποτέλεσε μια de facto αναστολή τους.

Έτσι, οι εκπαιδευτικοί προσαρμόστηκαν περισσότερο στη διδασκαλία την οποία υπέβαλλε το σχολικό εγχειρίδιο παρά τα ισχύοντα Προγράμματα Σπουδών.

Τα υφιστάμενα σχολικά εγχειρίδια και στα τρία μαθήματα Φυσικών Επιστημών ακολουθούν, κατά κανόνα, παραγωγική προσέγγιση, δηλαδή παραθέτουν τη θεωρία που έχουν ανακαλύψει οι επιστήμονες, είτε ευθέως είτε μέσα από την κειμενική περιγραφή ενός πειράματος και των αποτελεσμάτων του, την οποία καλούνται οι μαθητές να μάθουν. Ακολουθούν συνήθως ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα, κατά κανόνα χωρίς σύνδεση με την καθημερινή ζωή και την κοινωνία, για εμπέδωση των εννοιών και των σχέσεων μεταξύ τους και σε ορισμένες περιπτώσεις επιβεβαιωτική εργαστηριακή δραστηριότητα με μορφή «συνταγής».

4.1.3 Οι διδακτικές πρακτικές και η αξιολόγηση του μαθητή στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Για τη διδασκαλία στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο (ιδίως για τα μαθήματα Γενικής Παιδείας) τα διαθέσιμα στοιχεία δείχνουν ότι το διδακτικό μοντέλο που ακολουθούν οι εκπαιδευτικοί είναι η δασκαλοκεντρική διδασκαλία (Σοφιανοπούλου, Εμβαλωτής, Καρακολίδης & Πίτσια, 2019; European Commission, 2019). Σε αυτήν ο καθηγητής αναλαμβάνει τον πρωταγωνιστικό

ρόλο, παρουσιάζοντας το θέμα συνήθως με μορφή εισήγησης με ερωταπαντήσεις. Καθώς η διδασκαλία **επικεντρώνεται στη μετάδοση γνώσης** και όχι στη δημιουργία διαλόγου, οι ερωταπαντήσεις στην τάξη είναι συχνά «φτωχές», δίνοντας έμφαση σε δεξιότητες μνήμης αντί κρίσης. Ως εκ τούτου, η δασκαλοκεντρική διδασκαλία δεν ευνοεί την ενεργό συμμετοχή, την αυτενέργεια, τη συζήτηση με επιχειρήματα, τη συνεργατικότητα, τη διαχείριση της ετερογένειας των μαθητικών ομάδων, περιορίζοντας τη μάθηση σε μεμονωμένες γνώσεις χωρίς συνολική άποψη για το αντικείμενο.

Αυτή η διδακτική πρακτική ιστορικά συνδέεται με την παλαιότερη επίδραση του συμπεριφορισμού στην εκπαίδευση, καθώς και με το ότι αφενός έχει ιδιαίτερα χαμηλό κόστος για το εκπαιδευτικό σύστημα και αφετέρου ενδείκνυται για ταυτόχρονη διδασκαλία πολυπληθών ομάδων. Παράλληλα, απαιτεί ελάχιστο χρόνο προετοιμασίας από τον εκπαιδευτικό και του προσφέρει την ασφάλεια του «ρόλου του ειδικού», μειώνοντας τις πιθανότητες να προκύψουν απρόβλεπτες καταστάσεις.

Επιπλέον για την χώρα μας μπορεί κανείς να προσθέσει:

- την έμφαση στη γνώση περιεχομένου που βίωσαν οι σημερινοί εκπαιδευτικοί, ως μαθητές, ως φοιτητές στις βασικές τους σπουδές και ως διδάσκοντες τα πρώτα χρόνια της εκπαιδευτικής τους σταδιοδρομίας,
- τις πολύ περιορισμένες κεντρικές επιμορφώσεις στις σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις, οι οποίες υλοποιούνται ακόμη και σήμερα με μεθοδολογίες χαμηλής αποτελεσματικότητας,
- το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο που περιορίζεται στην αξιολόγηση της μάθησης, ενώ η *αξιολόγηση για τη μάθηση* και η *αξιολόγηση ως μάθηση* είναι εξαιρετικά περιορισμένες,
- περισσότερο όμως την επίδραση κεντρομόλων δυνάμεων, όπως είναι:
  - οι πανελλήνιες εξετάσεις που εστιάζουν στη γνώση περιεχομένου (συχνά με έμφαση στην ανάκληση γνώσεων) και στην εκμάθηση μεθοδολογιών επίλυσης ασκήσεων και προβλημάτων υψηλής δυσκολίας (που κάποιες φορές είναι περισσότερο μαθηματική παρά σχετική με έννοιες των Φυσικών Επιστημών), με αποτέλεσμα να επηρεάζεται δραματικά η επιλογή των διδακτικών προσεγγίσεων και των πρακτικών αξιολόγησης που εφαρμόζονται καθημερινά στην τάξη·

- οι οδηγίες διδασκαλίας, που αφενός δεν ενισχύουν τη διδακτική αυτονομία και αφετέρου δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στην ολοκλήρωση της ύλης παρά στην επίτευξη των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Μια πρόσθετη καταγραφή του τρόπου διδασκαλίας των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών στο ελληνικό σχολείο αποτελεί η ίδια η έρευνα PISA. Συγκεκριμένα, την τελευταία φορά που οι Φυσικές Επιστήμες ήταν το κύριο αντικείμενο της έρευνας (PISA 2015), ερωτήθηκαν οι μαθητές ποιες διδακτικές πρακτικές ακολουθούνται στις τάξεις τους κατά τη διδασκαλία των σχετικών μαθημάτων (βλ. Πίνακας 7).

Κατά τη διδασκαλία των Φ.Ε.	**Σε όλα τα μαθήματα**	**Στα περισσότερα μαθήματα**	**Σε κάποια μαθήματα**	**Ποτέ ή σχεδόν ποτέ**
Δίνονται στους μαθητές ευκαιρίες να εξηγήσουν τις ιδέες τους.	36,4 (29,2)	28,0 (30,7)	23,0 (20,7)	6,2 (6,9)
Οι μαθητές αφιερώνουν χρόνο στο εργαστήριο κάνοντας πρακτικά πειράματα.	5,2 (5,3)	8,4 (12,8)	33,0 (40,3)	**46,7 (28,8)**
Οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν επιχειρήματα σχετικά με επιστημονικά ερωτήματα.	10,2 (8,0)	18,7 (17,4)	36,6 (34,5)	27,1 (26,5)
Οι μαθητές καλούνται να εξαγάγουν συμπεράσματα από ένα πείραμα που έχουν πραγματοποιήσει.	10,2 (11,3)	18,1 (24,6)	35,8 (33,9)	**28,2 (16,7)**
Ο καθηγητής εξηγεί ότι οι έννοιες των φυσικών επιστημών μπορούν να εφαρμοστούν.	19,1 (19,6)	28,4 (31,7)	33,7 (26,6)	11,1 (8,7)
Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να σχεδιάσουν τα δικά τους πειράματα.	5,7 (4,9)	8,3 (8,5)	17,2 (22,8)	**61,9 (50,5)**
Υπάρχει συζήτηση στην τάξη σχετικά με τις επιστημονικές έρευνες.	11,6 (7,3)	15,8 (15,0)	32,9 (31,8)	32,3 (32,1)
Ο καθηγητής εξηγεί με σαφήνεια τη σημασία των εννοιών της επιστήμης στη ζωή μας.	18,0 (16,7)	25,9 (26,5)	34,1 (29,7)	14,7 (13,5)
Οι μαθητές καλούνται να κάνουν μια έρευνα για να ελέγξουν τις ιδέες τους.	10,1 (7,3)	16,1 (14,9)	31,5 (32,0)	34,9 (32,1)

Πίνακας 7: Ποσοστά μαθητών στην Ελλάδα που δηλώνουν ότι κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο τους εφαρμόζονται διάφορες διδακτικές τεχνικές (σε παρένθεση τα αντίστοιχα μέσα ποσοστά του ΟΟΣΑ)

Συνολικά, φαίνεται ότι η **διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα** δίνει έμφαση σε πιο **παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας**, με **περιορισμένη εργαστηριακή και ερευνητική δραστηριότητα** των μαθητών, σε σχέση με τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ. Αντίθετα, η **προφορική εξήγηση** και η **επεξήγηση εννοιών** από τον εκπαιδευτικό εμφανίζονται πιο συχνά.

Ο πίνακας, σε απόλυτη επιβεβαίωση των προηγούμενων διαπιστώσεων, αποτυπώνει μια **κυριαρχία της δασκαλοκεντρικής διδασκαλίας** στις Φυσικές Επιστήμες στην Ελλάδα. Η **ενεργητική και ερευνητική μάθηση** (πειράματα, σχεδιασμός, έρευνες) εφαρμόζεται **σπανιότερα** σε σχέση με τις χώρες του ΟΟΣΑ. Ωστόσο, υπάρχει **θετική εικόνα** όσον αφορά τη **συζήτηση, την εξήγηση εννοιών και τη σύνδεση με την καθημερινή ζωή**, στοιχεία που μπορούν να αποτελέσουν βάση για περαιτέρω βελτίωση.

4.1.4 Συμπεράσματα για τα τρέχοντα ΠΣ

Είναι εμφανές ότι στα τρέχοντα ΠΣ Φυσικών Επιστημών στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο παρ' όλα όσα αναφέρονται στους γενικούς στόχους:

α) **Υπερέχει η γνώση περιεχομένου** με μια σχετική **έμφαση στην ανάκληση αντί της εξήγησης**.

(β) **Υπο-υπηρετείται η διαδικαστική γνώση** (κυρίως προτείνονται πειράματα με μορφή «συνταγής», δηλαδή υλοποίησης συγκεκριμένων διαδικαστικών βημάτων) και, επομένως, δεν καλλιεργείται ιδιαίτερα η ικανότητα ο μαθητής «Να κατασκευάζει και να αξιολογεί σχέδια επιστημονικής έρευνας, καθώς και να ερμηνεύει επιστημονικά δεδομένα και κριτήρια με επιστημονικό τρόπο».

γ) **Απουσιάζει σχεδόν ολοκληρωτικά η επιστημική γνώση** και άρα δεν καλλιεργείται η ικανότητα ο μαθητής «Να διερευνά, να αξιολογεί και να χρησιμοποιεί επιστημονικές πληροφορίες για να λάβει αποφάσεις και να αναλάβει δράση».

Η κατάσταση αυτή επιδεινώνεται υπό την επίδραση των διδακτικών πρακτικών και των πρακτικών αξιολόγησης του μαθητή λόγω:

α) της κυριαρχίας του δασκαλοκεντρικού μοντέλου,

β) της υλοκεντρικής προσέγγισης που ενδημεί στο ελληνικό σχολείο σε συνδυασμό με τη διδασκαλία που στηρίζεται περισσότερο στο σχολικό βιβλίο παρά στο Πρόγραμμα Σπουδών, και

γ) την ισχυρότατη επίδραση των πανελλήνιων εξετάσεων στη διδασκαλία και την αξιολόγηση.

Συμπερασματικά, η εκπαιδευτική πράξη στο ελληνικό σχολείο σήμερα δεν αφήνει πολλά περιθώρια για υψηλές επιδόσεις του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος στον επιστημονικό εγγραμματισμό, άρα και στην προετοιμασία των μαθητών μας με τις γνώσεις δεξιότητες και στάσεις, δηλαδή ικανότητες, που φαίνεται ότι χρειάζονται για να ευημερήσουν στις κοινωνίες του 21ου αιώνα.

4.2 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα νέα ΠΣ

Η αξιολόγηση από το ΙΕΠ των ΠΣ Φυσικών Επιστημών τα οποία είχαν συνταχθεί στο πλαίσιο του προγράμματος ΕΣΠΑ 2007-13, οδήγησε στο συμπέρασμα ότι τα ΠΣ:

- Φυσικής Γυμνασίου,
- Χημείας Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου
- Βιολογίας Γενικού Λυκείου

απαιτούσαν σημαντικές βελτιώσεις που θα άλλαζαν τη φυσιογνωμία/περιεχόμενό τους. Η αξιολόγηση αυτή οδήγησε στη σύνταξη νέων ΠΣ.

Από την ίδια διαδικασία αξιολόγησης προέκυψε ότι τα ΠΣ Φυσικής Γενικού Λυκείου, Βιολογίας Γυμνασίου και Γεωλογίας – Γεωγραφίας Γυμνασίου απαιτούσαν βελτιώσεις μικρής κλίμακας, οι οποίες δεν θα επηρέαζαν τη ουσιαστικά τη φυσιογνωμία και το περιεχόμενό τους, και άρα γι’ αυτά τα μαθήματα θα γίνονταν σχετικά μικρές αλλαγές – τροποποιήσεις των προγραμμάτων σπουδών τους.

Σε όλα τα νέα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία δίνεται έμφαση στις σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις με έμφαση στη διερευνητική προσέγγιση, τις ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες και την αξιοποίηση του εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών. Επίσης στην αξιολόγηση εισάγεται η αξιολόγηση για τη μάθηση / διαμορφωτική αξιολόγηση.

4.2.1 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα νέα ΠΣ Φυσικής

Οι γενικοί και ειδικοί στόχοι στο ΠΣ του Γυμνασίου

Σε επίπεδο γενικών στόχων το ΠΣ του Γυμνασίου δίνει έμφαση στη διαδικαστική γνώση και στην καλλιέργεια στους μαθητές ικανοτήτων σχετικών με το πλαίσιο του PISA, όπως:

- να αξιολογούν τις πληροφορίες,
- να θέτουν ακριβή και λογικά ερωτήματα σχετικά με μια παρατήρηση ή μια εμπειρία,
- να διατυπώνουν υποθέσεις που μπορούν να διερευνηθούν από τις Φυσικές Επιστήμες,
- να διεξάγουν έρευνα σχεδιασμένη από τους ίδιους ή ακολουθώντας οδηγίες,
- να συνάγουν συμπεράσματα,
- να εξετάζουν τη συμβατότητα των συμπερασμάτων τους με τα στοιχεία και τα δεδομένα από τα οποία συνάγονται,
- να κάνουν ανασκόπηση της εργασίας τους,
- οι ενέργειες και αποφάσεις τους να στηρίζονται σε ορθολογικά και επιστημονικά κριτήρια και να είναι επιφυλακτικοί σε εντυπωσιακές ή φοβικές ανακοινώσεις,
- να αντιμετωπίζουν χωρίς φοβίες τις επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις με κριτική στάση στα αποτελέσματα που επιφέρουν.

Επίσης, για την αξιολόγηση του μαθητή το ΠΣ δίνει έμφαση στην αξιοποίηση της διαμορφωτικής αξιολόγησης.

Τέλος, σε επίπεδο Προσδοκώμενων Μαθησιακών Αποτελεσμάτων (ΠΜΑ) στη Γ τάξη υπάρχει έμφαση στη υλοποίηση πειραμάτων, αν και με βάση τη διατύπωση των ΠΜΑ **συνήθως δεν επιδιώκεται ο σχεδιασμός τους να γίνει από τους ίδιους τους μαθητές**:

- Να κατασκευάζουν ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα και να χρησιμοποιούν το αμπερόμετρο, το βολτόμετρο και το πολύμετρο για να κάνουν μετρήσεις.
- Να … διερευνήσουν πειραματικά τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ηλεκτρική αντίσταση ενός αγωγού και να δίνουν τη μικροσκοπική ερμηνεία.
- Να διαπιστώνουν πειραματικά τον νόμο του Ohm και να τον εφαρμόζουν σε απλά προβλήματα.
- Να διαπιστώνουν πειραματικά την ύπαρξη μαγνητικού πεδίου γύρω από ρευματοφόρο αγωγό (σωληνοειδές).
- Να διαπιστώνουν πειραματικά την ύπαρξη της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης (δύναμη Laplace) για ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό που βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου.
- Να διαπιστώνουν πειραματικά τη δυνατότητα δημιουργίας ηλεκτρικού πεδίου από μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο (πειράματα Faraday).
- Να διαπιστώνουν πειραματικά τους νόμους της ανάκλασης του φωτός.

Οι γενικοί και ειδικοί στόχοι στο ΠΣ της Α Γενικού Λυκείου

Σε επίπεδο γενικών στόχων το ΠΣ του Γενικού Λυκείου δίνει έμφαση:

- στον εγγραμματισμό στη Φυσική,
- στην αξιοποίηση των ιδεών και των διασυνδέσεων που σχηματικά αναφέρονται ως ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Πρόκειται για παραλλαγή του όρου STEM, όπου η λέξη Science έχει αντικατασταθεί από τη λέξη Φυσική και έχει στο τέλος προστεθεί και η Γλώσσα.

Διδακτικά δίνει έμφαση στις επιστημονικές πρακτικές (Στρατηγική προετοιμασίας - Ερευνητικό στάδιο - Παρουσίαση των αποδεικτικών στοιχείων) και στις συναφείς με αυτές δεξιότητες, ενώ στο πεδίο της αξιολόγησης δίνει έμφαση στην αξιολόγηση των Επιστημονικών Πρακτικών και στην αξιολόγηση με Εργαστηριακή Αναφορά.

Τέλος, ο τρόπος διατύπωσης των Προσδοκώμενων Μαθησιακών Αποτελεσμάτων (ΠΜΑ) δεν οδηγεί ευθέως στον σχεδιασμό πειραμάτων από τους μαθητές, αν και περιλαμβάνει την ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων με επιστημονικό τρόπο. Επίσης, ούτε στα νέα ΠΣ φαίνεται να δίνεται έμφαση στην επιστημική γνώση.

Συνοψίζοντας, τα δύο ΠΣ εστιάζουν στον (φυσικό)επιστημονικό εγγραμματισμό και ευθυγραμμίζονται σε σημαντικό βαθμό με το PISA. Αυτό φαίνεται πολύ καλά στη διδακτική πλαισίωση, αλλά υπάρχουν ελλείψεις σε επίπεδο ρημάτων εισαγωγής των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων. Επίσης, αναπτύσσουν πολύ καλά τη μεθοδολογία διερεύνησης (διαδικαστική γνώση), όμως θα μπορούσαν να αναπτύσσουν περισσότερο θέματα σχετικά με τη «λήψη αποφάσεων και ανάληψη δράσης» σε κοινωνικο-περιβαλλοντικά ζητήματα καθώς και την επιστημική γνώση.

4.2.2 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα νέα ΠΣ Χημείας

Οι γενικοί και ειδικοί στόχοι στο ΠΣ της Γ Γυμνασίου

Σε επίπεδο γενικών στόχων, από τους 14 που θέτει το ΠΣ οι παρακάτω 7 κινούνται στη διαμόρφωση επιστημονικού εγγραμματισμού και έχουν συνάφεια με το πλαίσιο του PISA.

Οι μαθητές/τριες Γ Γυμνασίου είναι σε θέση να:

- Διευρύνουν και εμβαθύνουν τους στόχους της Χημείας Β Γυμνασίου, όπως ο ρόλος της Χημείας και των επιτευγμάτων της στην καθημερινή ζωή, η καλλιέργεια σε δεξιότητες συνεργασίας, έρευνας, επικοινωνίας, δημιουργικότητας, ομαδικότητας και ανάπτυξης

κριτικής σκέψης, σε δεξιότητες παρατήρησης πρόβλεψης και ερμηνείας φαινομένων, η εξοικείωση με το σχολικό εργαστήριο και τους κανόνες ασφαλείας και η ανάπτυξη εργαστηριακών δεξιοτήτων.

- Οργανώνουν την εργασία τους και να πραγματοποιούν μετρήσεις και υπολογισμούς, να δημιουργούν διαγράμματα και πίνακες, να καταγράφουν και να κοινοποιούν τα αποτελέσματα της εργασίας τους.
- Χρησιμοποιούν επιστημονική ορολογία για να περιγράφουν ή να ορίζουν έννοιες και μεγέθη και να ονομάζουν χημικές ενώσεις.
- Αναφέρονται σε ιδιαίτερες χημικές ενώσεις της καθημερινής ζωής.
- Καλλιεργούν θετική στάση απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες και τη Χημεία ειδικότερα, καταγράφοντας την προσφορά τους στον σύγχρονο πολιτισμό και την καθημερινή ζωή.
- Περιγράφουν προβλήματα από την αλόγιστη χρήση χημικών προϊόντων και να προτείνουν τρόπους αντιμετώπισης των προβλημάτων αυτών.
- Καλλιεργούν κριτική στάση απέναντι στις αλόγιστες εφαρμογές της τεχνολογίας και την υπερκατανάλωση φυσικών πόρων.

Επίσης, για την αξιολόγηση του μαθητή το ΠΣ αναφέρει ότι δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στη διερεύνηση, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη διαδικασία, όσο και το αποτέλεσμα της διαδικασίας, διότι στη διερεύνηση η διαδικασία είναι εξίσου σημαντική με το τελικό προϊόν.

Τέλος, σε επίπεδο Προσδοκώμενων Μαθησιακών Αποτελεσμάτων (ΠΜΑ), ενδεικτικά αναφέρουμε τα παρακάτω ΠΜΑ της Β και Γ τάξης.

Οι μαθητές είναι σε θέση να:

- Ασκούν κριτική στους τρόπους με τους οποίους εφαρμόζονται οι ανακαλύψεις της Χημείας.
- Αναφέρουν πηγές σφαλμάτων (όπως τα ανθρώπινα λάθη ή τα ελαττωματικά όργανα μέτρησης) και διερευνούν τρόπους αποφυγής τους.
- Σχεδιάζουν και πραγματοποιούν ατομικά ή σε ομάδες ενδεικτικές διαδικασίες διαχωρισμού μειγμάτων.
- Αντιμετωπίζουν σύγχρονα περιβαλλοντικά θέματα με επιστημονική μεθοδολογία («Η Χημεία αλλιώς»).

- Επιχειρηματολογούν για τις θετικές και αρνητικές συνέπειες επιλογών, ενεργειών και στάσεων. Για παράδειγμα,

  α) Αναφέρουν τις θετικές και αρνητικές επιπτώσεις των «αερίων του θερμοκηπίου».

  β) Αναφέρουν την προέλευση των χημικών ουσιών που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα, το έδαφος και τους υδάτινους πόρους.

  γ) Καλλιεργούν στάση εξοικονόμησης φυσικών πόρων και αναφέρουν συγκεκριμένα παραδείγματα.

- Ανιχνεύουν, με τη βοήθεια χαρακτηριστικών αντιδράσεων, την παρουσία ορισμένων ιόντων (Fe2+, Cu2+, Zn2+, Cl-) σε διαλύματά τους.
- Διερευνούν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης πλαστικών.
- Διερευνούν στο εργαστήριο – ανιχνεύουν – αν μια άγνωστη ουσία έχει χαρακτηριστικές ιδιότητες οξέος ή βάσης.
- Επιχειρηματολογούν για τις αρνητικές και τις θετικές πλευρές καθεμίας από τις πηγές ενέργειας.
- Διερευνούν τι είναι το αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα και αναφέρουν μέτρα για τον περιορισμό έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα.

Οι γενικοί και ειδικοί στόχοι στο ΠΣ της Α Γενικού Λυκείου

Σε επίπεδο γενικών στόχων, από τους 18 που θέτει το ΠΣ της Α τάξης του Γενικού Λυκείου οι παρακάτω 14 κινούνται στη διαμόρφωση επιστημονικού εγγραμματισμού και έχουν συνάφεια με το πλαίσιο του PISA.

Στη διάσταση των γνώσεων (5 από τους 7) επιδιώκεται οι μαθητές να κατακτήσουν ένα συνεκτικό σώμα γνώσεων Χημείας που θα τους επιτρέπει να κατανοούν:

- τους τρόπους με τους οποίους η Χημεία περιγράφει και μοντελοποιεί τη συμπεριφορά και τις ιδιότητες της ύλης,

- τις θεμελιώδεις αρχές και τις σύγχρονες πρακτικές της Χημείας, καθώς και τις εφαρμογές της στην καθημερινή ζωή, στην οικονομία και στην κοινωνία,

- τα βασικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής μεθόδου, με έμφαση στον πειραματικό και διερευνητικό της χαρακτήρα,

- την κοινωνικο-πολιτισμική διάσταση της Χημείας και τη σημασία της στη σύγχρονη κοινωνία,

- τη χημική διάσταση των μεγάλων προβλημάτων που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, όπως κλιματική αλλαγή, ρύπανση, ασθένειες, ενέργεια, διατροφή, καθώς και τις πιθανές λύσεις που μπορεί να συνεισφέρει η Χημεία, έτσι ώστε να μπορεί να παρακολουθεί ο μαθητής και μελλοντικός πολίτης τα τεκταινόμενα και να συμμετέχει στις σχετικές πολιτικές αποφάσεις.

Στη διάσταση των ικανοτήτων και δεξιοτήτων (6 από τους 8) επιδιώκεται οι μαθητές να αναπτύξουν:

- την ικανότητα να χρησιμοποιούν τις θεμελιώδεις αρχές και τις σύγχρονες πρακτικές της Χημείας για να διερευνούν, να εξηγούν και να προβλέπουν φαινόμενα,

- την ικανότητα να αναλύουν, να αξιολογούν και να συνθέτουν επιστημονικές πληροφορίες,

- πειραματικές και ερευνητικές δεξιότητες στη Χημεία, συμπεριλαμβανόμενης της χρήσης των σύγχρονων χημικών τεχνολογιών,

- την ικανότητα να εντοπίζουν σημαντικά προβλήματα στα οποία η Χημεία είναι σε θέση να προτείνει λύσεις και να αποκτήσουν δημιουργικότητα και δυνατότητες να συμβάλλουν οι ίδιοι σε καινοτόμες λύσεις,

- κριτική επίγνωση, ως πολίτες του κόσμου, των ηθικών διαστάσεων των εφαρμογών της Χημείας και της χημικής τεχνολογίας,

- ικανότητες αναστοχασμού, μεταγνωστικές και δια βίου μάθησης,

Στη διάσταση των στάσεων (3 από τους 3) επιδιώκεται οι μαθητές:

- να αναπτύξουν θετική στάση για τη Χημεία, τις Φυσικές Επιστήμες, την υπεύθυνη επιστημονική έρευνα και τεχνολογική ανάπτυξη και την αειφορική διαχείριση του περιβάλλοντος,

- να υιοθετήσουν σύγχρονες θεωρήσεις του κόσμου, ορθολογική ανάλυση των ζητημάτων και λειτουργικές γνώσεις για θέματα που άπτονται της σύγχρονης ζωής, σε ατομικό, τοπικό, εθνικό και ευρύτερο επίπεδο και με αυξημένες ικανότητες αυτόνομης και δια βίου μάθησης,

- να καλλιεργήσουν στάσεις και συμπεριφορές που διακρίνουν τον ενεργό και δημοκρατικό πολίτη.

Επίσης για την αξιολόγηση του μαθητή το ΠΣ αναφέρει ότι χωρίς να υποβαθμίζεται η αθροιστική αξιολόγηση, εισάγεται η *αξιολόγηση για τη μάθηση*, δηλαδή μορφές αξιολόγησης που έχουν ως πρώτη προτεραιότητά τους τη βελτίωση της μάθησης των μαθητών μέσα από φύλλα αυτοαξιολόγησης, φύλλα ετεροαξιολόγησης και μέσα από τη δημιουργία ατομικού φακέλου.

Τέλος, σε επίπεδο Προσδοκώμενων Μαθησιακών Αποτελεσμάτων (ΠΜΑ), ενδεικτικά αναφέρουμε τα ακόλουθα ΠΜΑ τα οποία σχετίζονται με το πλαίσιο αξιολόγησης της έρευνας PISA.

Οι μαθητές να είναι σε θέση να:

- αναγνωρίζουν και αξιοποιούν τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας μέσα από κατάλληλο εργαστηριακό παράδειγμα,
- συμπεραίνουν από πίνακα δεδομένων ότι στις χημικές αντιδράσεις η μάζα διατηρείται,
- εκτελούν κατάλληλη σειρά αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων και
- συμπεραίνουν μετά από επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων ποιο είναι το δυσδιάλυτο προϊόν ή το παραγόμενο αέριο στις παραπάνω αντιδράσεις,
- διερευνούν και προτείνουν λύσεις σε προβλήματα ρύπανσης, τα οποία συνδέονται με την τοπική ή ευρύτερη κοινωνία, μέσα από την ποιοτική ανάλυση ιόντων,
- σχεδιάζουν και πραγματοποιούν πειράματα, προκειμένου να επαληθεύσουν τη σειρά δραστικότητας συγκεκριμένων μετάλλων μεταξύ τους ή σε σχέση με το υδρογόνο, αξιοποιώντας οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις απλής αντικατάστασης.

Συνοψίζοντας, τα δύο ΠΣ εστιάζουν στον (χημειο)επιστημονικό εγγραμματισμό και ευθυγραμμίζονται πολύ με το PISA. Το ΠΣ του Λυκείου ευθυγραμμίζεται περισσότερο, απαιτώντας από τους μαθητές σχεδιασμό διερεύνησης και ερμηνεία σύνθετων επιστημονικών δεδομένων. Και τα δύο θα μπορούσαν να αναπτύσσουν περισσότερο θέματα σχετικά με τη «λήψη αποφάσεων & την ανάληψη δράσης» σε κοινωνικο-περιβαλλοντικά ζητήματα καθώς και την επιστημική γνώση.

4.2.3 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα νέα ΠΣ Βιολογίας

Οι γενικοί και ειδικοί στόχοι στο ΠΣ του Γυμνασίου

Σε επίπεδο γενικών στόχων, από τους 10 που θέτει το ΠΣ του Γυμνασίου σε επίπεδο γνωστικού αντικειμένου, οι παρακάτω 6 αφορούν τη διαμόρφωση επιστημονικού εγγραμματισμού και έχουν συνάφεια με το πλαίσιο του PISA.

Οι μαθητές επιδιώκεται:

- Να μπορούν να κάνουν προσεκτικές παρατηρήσεις, να διατυπώνουν ερωτήματα, να κάνουν υποθέσεις, να σχεδιάζουν και να υλοποιούν (ατομικά ή συλλογικά) μικρές επιστημονικές έρευνες, αξιοποιώντας κατάλληλα ερευνητικά εργαλεία και μεθόδους.
- Να σχεδιάζουν και να οργανώνουν έρευνα στο πεδίο, πειράματα στο εργαστήριο και να χειρίζονται σωστά εργαστηριακά όργανα.
- Να χρησιμοποιούν τα κατάλληλα υλικά και να εφαρμόζουν τις κατάλληλες τεχνικές προκειμένου να εκτελούν πρακτικές εργασίες.
- Να μπορούν να συλλέγουν και να επεξεργάζονται έγκυρες πληροφορίες από έντυπο και ψηφιακό υλικό, να ταξινομούν δεδομένα και να τα οργανώνουν με τη βοήθεια διαγραμμάτων, γραφημάτων, διαγραμμάτων ροής και μοντέλων για την αναπαράσταση φαινομένων και σχέσεων.
- Να επιλέγουν ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες, να αναλύουν και να συνθέτουν δεδομένα, να εξάγουν συμπεράσματα για τη λύση προβλημάτων και να τα παρουσιάζουν με πρωτότυπο τρόπο, χρησιμοποιώντας σωστά τους κατάλληλους επιστημονικούς όρους.
- Να δίνουν παραδείγματα για τον τρόπο με τον οποίο η βιολογική γνώση χρησιμοποιείται σε τεχνολογικές εφαρμογές.

Επιπλέον, στη σημασιολόγηση των βιολογικών δεδομένων όλοι οι γενικοί στόχοι έχουν συνάφεια με τη διαδικαστική και επιστημική γνώση. Οι μαθητές επιδιώκεται:

- Να διακρίνουν τις έγκυρες επιστημονικές πηγές πληροφόρησης από την άποψη, τη γνώμη ή την προσωπική στάση που εκφράζονται σε διάφορα μέσα επικοινωνίας (ψηφιακά και μη).
- Να αναγνωρίζουν τη σπουδαιότητα των εμπειρικών δεδομένων στην υποστήριξη, την τροποποίηση ή την ανατροπή επιστημονικών θεωριών και να αναγνωρίζουν ότι

η πορεία της επιστημονικής έρευνας περιλαμβάνει αναλυτικές ενδείξεις και επαρκείς ερμηνείες, που στηρίζονται σε επιστημονικές θεωρίες και ιδέες.

- Να διατυπώνουν και να αναθεωρούν επιστημονικά βάσιμες ερμηνείες και μοντέλα που στηρίζονται στη λογική και στις μαρτυρίες.
- Να αναγνωρίζουν τη δυναμική φύση της βιολογικής γνώσης και να συμπεραίνουν ότι η επιστήμη αποτελεί μια ανθρώπινη προσπάθεια.
- Να περιγράφουν τη φύση και τα όρια της επιστημονικής δράσης, να αντιμετωπίζουν κριτικά τις εφαρμογές της Βιολογίας και να αξιολογούν τις συνέπειές τους (θετικές ή αρνητικές) για την κοινωνία και το περιβάλλον, προκειμένου να αποφασίσουν σε ατομικό ή κοινωνικό επίπεδο.
- Να επεξηγούν τη δυναμική φύση της βιολογικής γνώσης και να αναγνωρίζουν τον ρόλο της επιστήμης της Βιολογίας και των τεχνολογιών που σχετίζονται με αυτή στην κατανόηση του φαινομένου της ζωής και στην επίλυση προβλημάτων του σύγχρονου ανθρώπου.
- Να αναγνωρίζουν ότι οι κοινωνικές ανάγκες έχουν οδηγήσει σε τεχνολογικά επιτεύγματα και να δίνουν παραδείγματα για το πώς η επιστημονική γνώση μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και αντίστοιχα οι νέες τεχνολογίες να οδηγήσουν σε επιστημονικές ανακαλύψεις.
- Να αναγνωρίζουν ότι η βιολογική γνώση και οι θεωρίες σχετικά με αυτήν αναπτύχθηκαν με τη συνεισφορά πολλών ανθρώπων και διαφορετικών επιστημονικών κλάδων μέσα από την παρατήρηση, τις υποθέσεις, τα πειράματα, την ανάλυση και την ερμηνεία.

Ανάλογα ισχύουν και για τα πεδία «Βιολογία, ο εαυτός μου και οι άλλοι μέσα στην κοινωνία» και «Βιολογία και αειφορία».

Σε επίπεδο Προσδοκώμενων Μαθησιακών Αποτελεσμάτων (ΠΜΑ) στη Γ τάξη υπάρχει έμφαση στη υλοποίηση πειραμάτων, αν και ο τρόπος διατύπωσης των ΠΜΑ δεν παραπέμπει σε στοιχεία αυτενέργειας στον πειραματισμό (να σχεδιάσουν ή να αξιολογήσουν δεδομένα/συμπεράσματα) ή στην επιστημική γνώση.

Οι γενικοί και ειδικοί στόχοι στο ΠΣ της Α Γενικού Λυκείου

Μετά τους γενικούς στόχους αναφέρονται 8 προσδοκώμενα αποτελέσματα που συνδέονται με τον επιστημονικό εγγραμματισμό, από τα οποία τα παρακάτω 5 έχουν σαφή συνάφεια με το πλαίσιο του PISA. Πιο συγκεκριμένα επιδιώκεται οι μαθητές:

- να αναπτύξουν πειραματικές δεξιότητες και να μπορούν να συζητούν τους περιορισμούς των επιστημονικών μεθόδων,
- να αναπτύξουν ενδιαφέρον για κοινωνικο-επιστημονικά θέματα με βιολογικό υπόβαθρο και μέσω της ενθάρρυνσης της προσωπικής έκφρασης και ανάληψης πρωτοβουλίας να συμβάλουν στην περαιτέρω μελέτη και εξέλιξή τους,
- να κατανοούν ότι η εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης μπορεί να ωφελήσει τους ανθρώπους και το περιβάλλον και έτσι να διαμορφώσουν ένα αξιακό σύστημα που θα τους επιτρέπει να μπορούν να αναλάβουν την ευθύνη στο μέλλον και να αναπτύξουν ικανότητες ενεργού πολιτειότητας,
- να κατανοούν τις πιθανές αρνητικές συνέπειες της ανορθόδοξης χρήσης των επιστημονικών επιτευγμάτων της Βιολογίας, να μπορούν να χρησιμοποιήσουν επιστημονικά δεδομένα και στοιχεία για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής τους ζωής, όπως θέματα υγείας, ποιότητας ζωής, οικολογικής ισορροπίας (δυνατότητα λήψης αποφάσεων, επιστημονικά συγκροτημένων για τα σύγχρονα ζητήματα που συνοδεύουν τις εφαρμογές της Βιολογίας στην καθημερινότητα),
- να αναπτύξουν αίσθημα ευθύνης για την προστασία της ζωής όλων των οργανισμών και να συμμετέχουν ενεργά σε δράσεις ενεργοποίησης και ευαισθητοποίησης της κοινωνίας για την αντιμετώπιση των σύγχρονων περιβαλλοντικών ζητημάτων και των υγειονομικών προκλήσεων.

Σε επίπεδο Προσδοκώμενων Μαθησιακών Αποτελεσμάτων (ΠΜΑ) υπάρχει έμφαση στη υλοποίηση πειραμάτων, αν και ο τρόπος διατύπωσης των ΠΜΑ δεν παραπέμπει σε στοιχεία αυτενέργειας στον πειραματισμό (να σχεδιάσουν ή να αξιολογήσουν δεδομένα/συμπεράσματα) ή στην επιστημική γνώση.

Τα νέα ΠΣ Γυμνασίου και Λυκείου ευθυγραμμίζονται με τον (βιο)επιστημονικό εγγραμματισμό που υιοθετεί το PISA, ωστόσο, στο Γυμνάσιο τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα είναι κυρίως περιγραφικά και δεν κατονομάζουν ρητά την ικανότητα που αφορά τον «σχεδιασμό διερευνήσεων/έλεγχο μεταβλητών/κριτήρια κριτικής πηγών». Το ΠΣ

του Λυκείου προσεγγίζει πιο καθαρά τη διερευνητική εργασία και την ανάλυση δεδομένων, αλλά απαιτείται περαιτέρω ρητή ενσωμάτωση των ικανοτήτων της μοντελοποίησης, της κριτικής χρήσης πηγών και της λήψης αποφάσεων σε κοινωνικο-περιβαλλοντικά ζητήματα.

4.2.4 Ο επιστημονικός εγγραμματισμός στα νέα ΠΣ Γεωλογίας - Γεωγραφίας

Σε γενικές γραμμές το νέο ΠΣ:

α) Καλύπτει από το προσωπικό έως το παγκόσμιο επίπεδο θέματα σχετικά με τα φυσικά συστήματα και τις αλληλεπιδράσεις ανθρώπου–περιβάλλοντος σε εναρμόνιση με το πλαίσιο του PISA. Εστιάζει στη χρήση γεωγραφικών χαρτών και πραγματικών δεδομένων, στην περιβαλλοντική διάσταση των επιστημονικών ζητημάτων και στην ενίσχυση του ρόλου του πολίτη ως φορέα τεκμηριωμένης και υπεύθυνης λήψης αποφάσεων.

β) Σε επίπεδο Προσδοκώμενων Μαθησιακών Αποτελεσμάτων δίνει έμφαση σε ικανότητες ανάγνωσης/ερμηνείας αναπαραστάσεων, προσανατολισμού, εξήγησης φαινομένων και σε έναν βαθμό στην ικανότητα «ερμηνεύω δεδομένα/τεκμήρια». Δεν είναι τόσο εμφανής η διαδικαστική γνώση με τη μορφή του ελέγχου μεταβλητών και του σχεδιασμού έρευνας, και ακόμη λιγότερο εμφανής είναι η επιστημική γνώση (φύση της επιστήμης, αξιοπιστία κριτηρίων).

γ) Σε επίπεδο διδασκαλίας προωθεί τη διερευνητική/βιωματική μάθηση και τις ομαδοσυνεργατικές πρακτικές.

4.2.5 Συμπεράσματα για τα Νέα ΠΣ

Τα νέα ΠΣ δίνουν πολύ μεγαλύτερη έμφαση στην κατεύθυνση του επιστημονικού εγγραμματισμού από ό,τι τα παλαιότερα, και προσεγγίζουν πολύ καλύτερα το πλαίσιο του επιστημονικού εγγραμματισμού που έχει δημιουργήσει το PISA. Αυτό αφορά κατά κύριο λόγο τη σύνδεση του περιεχομένου με την καθημερινή ζωή και την κοινωνία καθώς και τη διαδικαστική γνώση, όμως όχι τόσο την επιστημική γνώση.

Επιπλέον, όλα τα σύγχρονα ΠΣ Φυσικών Επιστημών προωθούν μαθητοκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις και εναλλακτικές μορφές αξιολόγησης του μαθητή.

Τα παραπάνω αναδεικνύουν την ανάγκη να εμπλουτιστεί άμεσα η διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών με προβλήματα του πραγματικού κόσμου, στα οποία οι μαθητές θα έχουν περισσότερες ευκαιρίες να συζητήσουν με τους συμμαθητές τους και να

αναπτύξουν, εκτός από γνώση περιεχομένου, διαδικαστική και επιστημική γνώση, καθώς επίσης να ενισχύσουν ικανότητες, όπως:

- Εξήγησης φαινομένων με επιστημονικό τρόπο
- Κατασκευής και αξιολόγησης σχεδίων επιστημονικής έρευνας, καθώς και ερμηνείας επιστημονικών δεδομένα με επιστημονικό τρόπο
- Διερεύνησης, αξιολόγησης και αξιοποίησης επιστημονικών πληροφοριών, για να λάβουν αποφάσεις και να αναλάβουν δράση.

Η ενότητα που ακολουθεί εστιάζεται ακριβώς στη διατύπωση προτάσεων εμπλουτισμού της διδασκαλίας με στόχο την προώθηση του επιστημονικού εγγραμματισμού σύμφωνα με το πνεύμα των νέων Π.Σ. αλλά και της έρευνας PISA.

4.3. Ενδεικτικές προτάσεις αξιοποίησης θεμάτων PISA ή τύπου PISA στη διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών

Η ενίσχυση του Επιστημονικού Εγγραμματισμού, σε σύγκλιση με το πλαίσιο του PISA, αποτελεί κεντρικό στόχο των νέων Προγραμμάτων Σπουδών Φυσικών Επιστημών. Η παρούσα ενότητα στοχεύει στην ενίσχυση της διδακτικής πρακτικής στην κατεύθυνση αυτή σε δύο επίπεδα, στην αξιοποίηση ενδεικτικών θεμάτων και ερωτήσεων για την ενίσχυση:

- Των δύο βασικών τύπων γνώσης που υποεκπροσωπούνται στο ελληνικό σχολείο, τη διαδικαστική (υποεκπροσωπείται στα τρέχοντα ΠΣ) και την επιστημική (υποεκπροσωπείται ακόμη και στα νέα ΠΣ).
- Της διδασκαλίας του περιεχομένου των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών σε πλαίσια πραγματικών εφαρμογών της σχολικής γνώσης
- Παραμέτρων όπως:
  - Σύνδεση με την πραγματική ζωή των μαθητών και την κοινωνία
  - Άντλησης πληροφοριών από πολλαπλές πηγές, κείμενα που συνδυάζουν οπτική και λεκτική πληροφορία, πίνακες, γραφήματα, φόρμες προς συμπλήρωση, ιστοτόπους όπου η ανάγνωση απαιτεί πλοήγηση κλπ.
  - Μεγαλύτερη έμφαση σε ζητήματα «οπτικού γραμματισμού», ώστε οι μαθητές να εξοικειωθούν περισσότερο με διάφορες μορφές τεχνικών αναπαραστάσεων (ειδικά τεχνικά σχεδιαγράμματα, γραφικές παραστάσεις και πίνακες δεδομένων), ώστε να

μπορούν να τις αποκωδικοποιούν και να μετατρέπουν τις σχετικές πληροφορίες από μια μορφή αναπαράστασης σε μια άλλη.

4.3.1 Ενδεικτικά θέματα/ερωτήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν για ενίσχυση της επιστημικής γνώσης

1ο Παράδειγμα: Ερώτηση 1 του θέματος ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ (δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2006, πιλοτική έρευνα).

Κείμενο ερέθισμα

Να λάβεις υπόψη το κείμενο. Πληκτρολόγησε την απάντησή σου στην ερώτηση.

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.

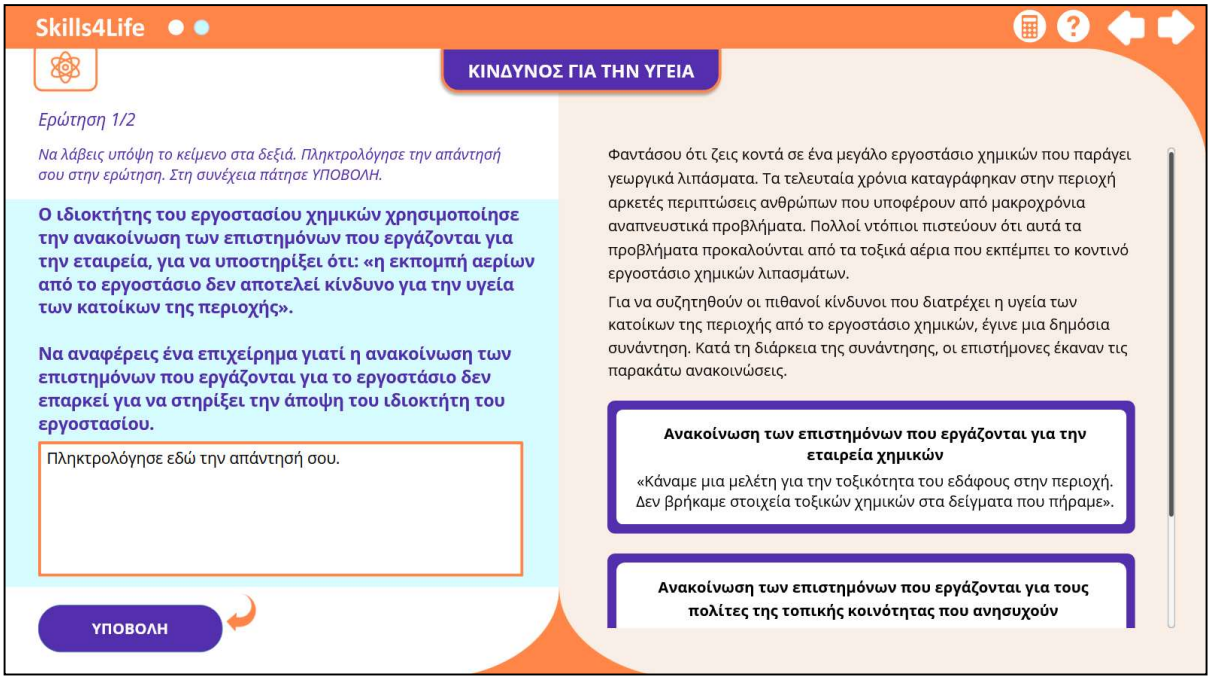
Για να συζητηθούν οι πιθανοί κίνδυνοι που διατρέχει η υγεία των κατοίκων της περιοχής από το εργοστάσιο χημικών, έγινε μια δημόσια συνάντηση. Κατά τη διάρκεια της συνάντησης, οι επιστήμονες έκαναν τις παρακάτω ανακοινώσεις.

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

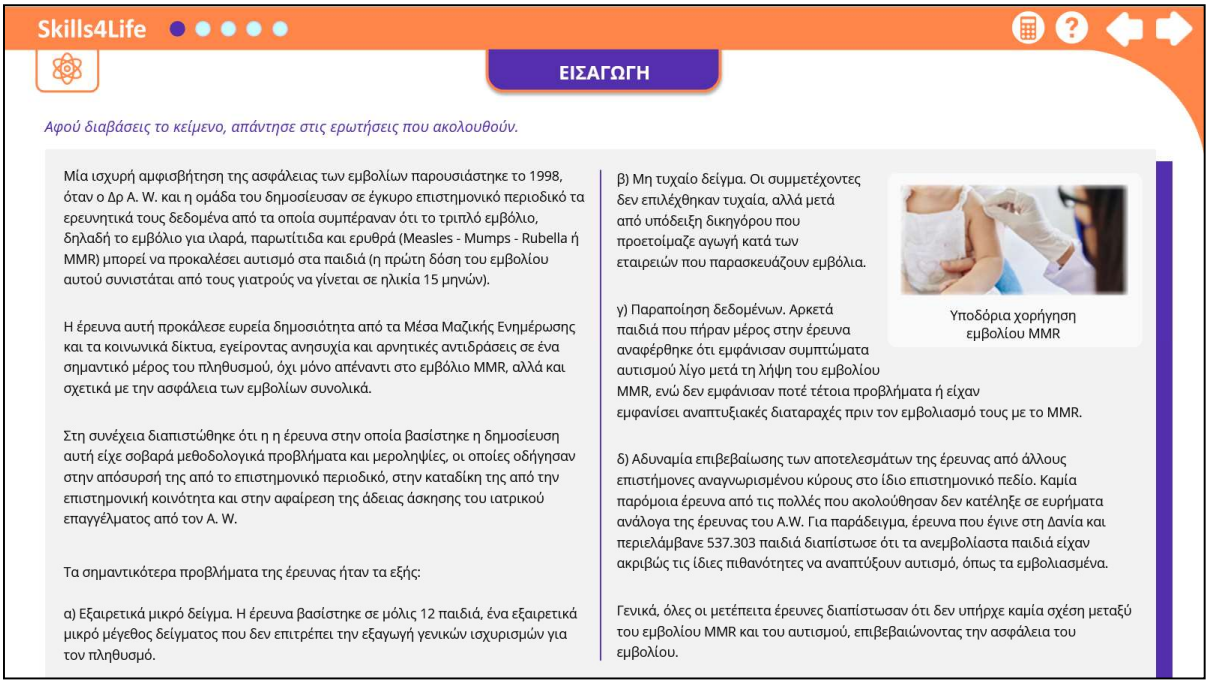
«Εξετάσαμε τον αριθμό των περιστατικών με μακροχρόνια αναπνευστικά προβλήματα στην περιοχή και τον συγκρίναμε με τον αριθμό των περιστατικών σε περιοχές μακριά από το εργοστάσιο χημικών. Εμφανίζονται περισσότερα περιστατικά στην περιοχή κοντά στο εργοστάσιο χημικών».

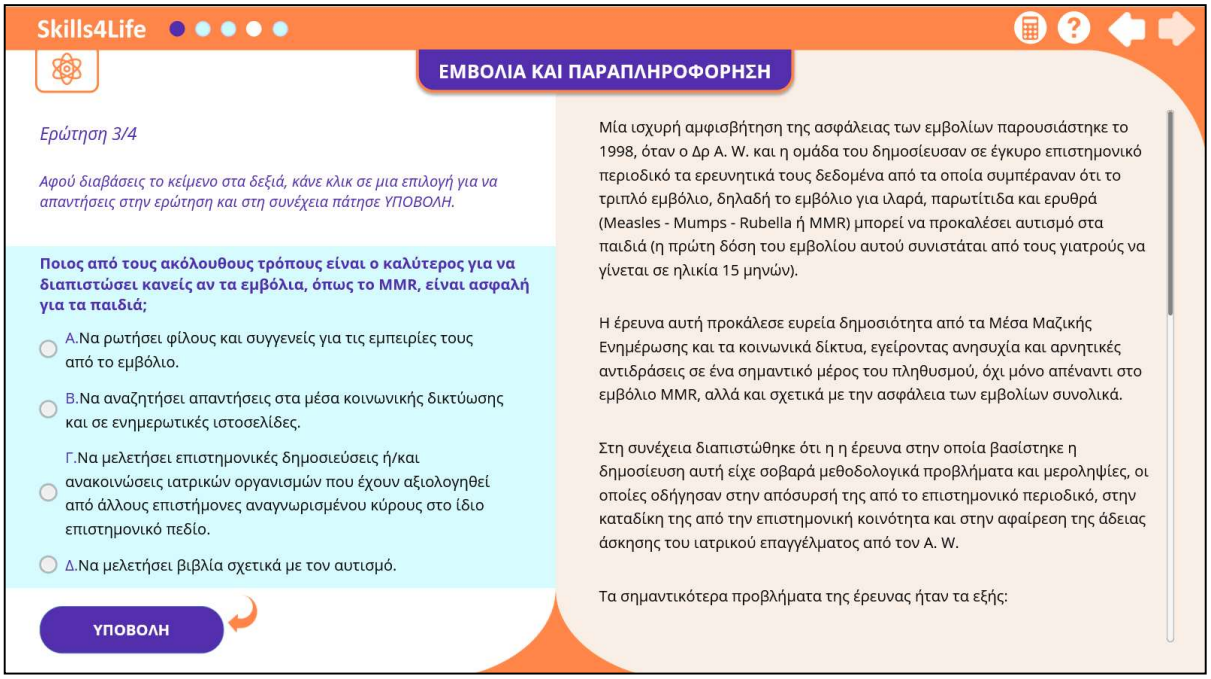


☛ Οι μαθητές καλούνται να προσδιορίσουν περιορισμούς στην επιστημονική διερεύνηση ενός ερωτήματος (μη εξέταση όλων των παραγόντων που επηρεάζουν το φαινόμενο) και σε παράγοντες που επηρεάζουν την ερμηνεία των επιστημονικών δεδομένων (έλλειψη αντικειμενικότητας – διασφάλιση μη ύπαρξης μεροληψιών).

Επιστημονική Ικανότητα Ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων για επιστημονική διερεύνηση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και τεκμηρίων με κριτικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Επιστημική γνώση	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Τοπικό και εθνικό	**Περιεχόμενο** Κίνδυνοι	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 5	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

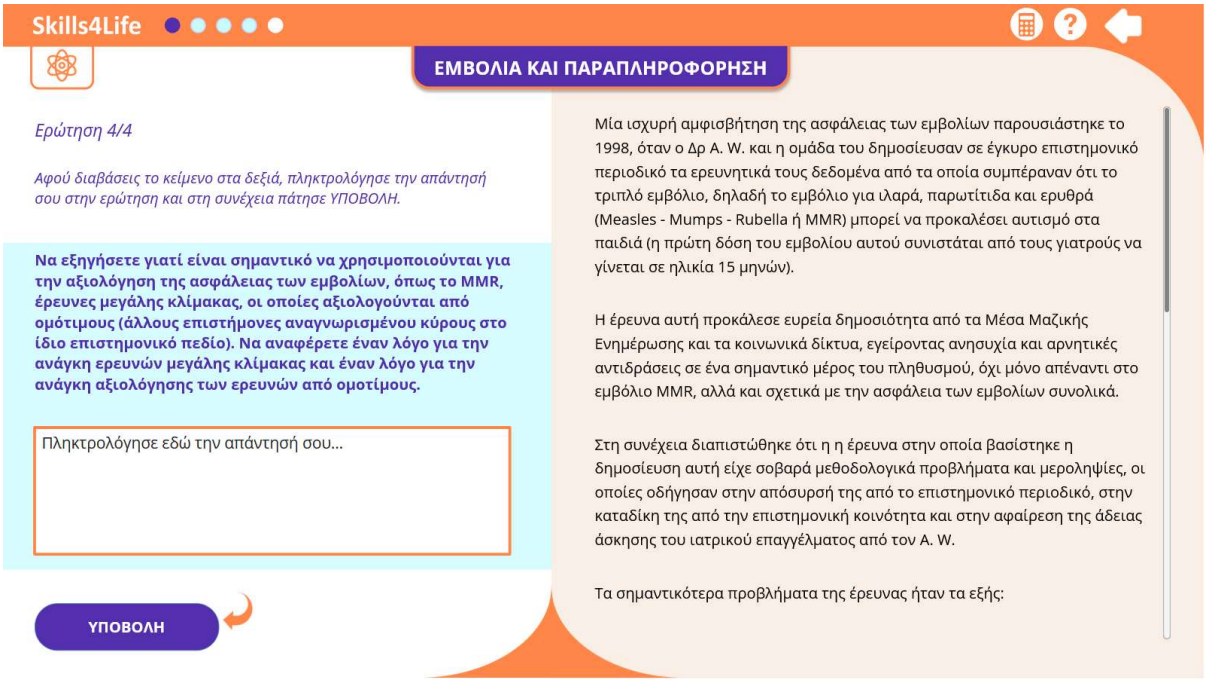
2ο και 3ο Παράδειγμα: Ερωτήσεις 4 και 5 του θέματος ΕΜΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ (της συγγραφικής ομάδας Φ.Ε.).





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

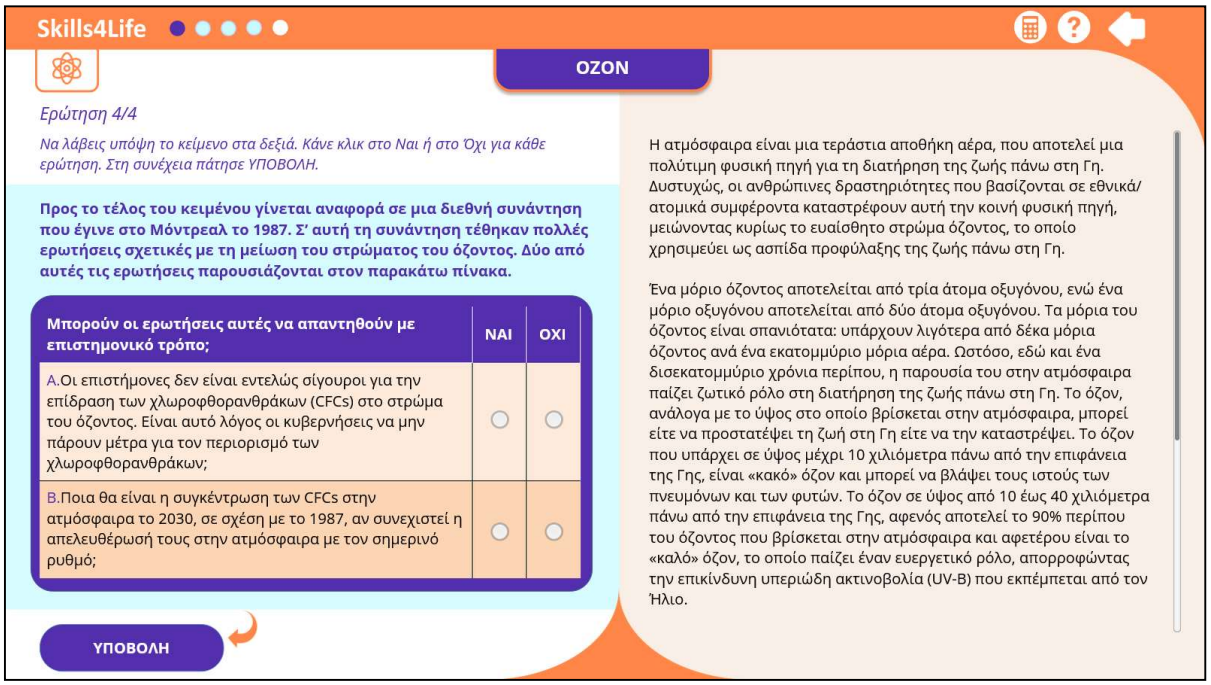
Επιστημονική Ικανότητα Αναζήτηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικής πληροφορίας για λήψη απόφασης και δράση	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Επιστημική γνώση	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Τοπικό και εθνικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	



☛ 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).

Επιστημονική Ικανότητα Αναζήτηση, αξιολόγηση και χρήση επιστημονικής πληροφορίας για λήψη απόφασης και δράση	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Επιστημική γνώση	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Τοπικό και εθνικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 5	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

4ο Παράδειγμα: Ερώτηση 4 του θέματος ΌΖΟΝ (δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2000).



☛ Οι μαθητές καλούνται να διακρίνουν αν ένα ερώτημα επιδέχεται απάντηση μέσα από επιστημονική έρευνα ή όχι (επειδή έχει ηθική, οικονομική πολιτική ή κοινωνική διάσταση).

Επιστημονική Ικανότητα Ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων για επιστημονική διερεύνηση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και τεκμηρίων με κριτικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Επιστημική γνώση	**Γνωστικές Περιοχές** Γη και Διάστημα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Περιβαλλοντικές Συνέπειες & Κλιματική Αλλαγή	**Τύπος απάντησης** Σύνθετη πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

4.3.2 Ενδεικτικά θέματα/ερωτήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν για ενίσχυση της διαδικαστικής γνώσης

1ο και 2ο Παράδειγμα: Ερωτήσεις 1 και 4 του θέματος ΑΝΤΗΛΙΑΚΑ (δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2006).

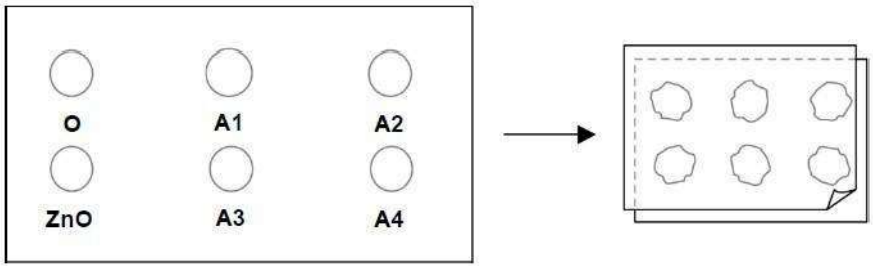
Εισαγωγικό κείμενο

Η Μιμή και ο Ντίνος αναρωτήθηκαν ποιο αντηλιακό προϊόν παρέχει την καλύτερη προστασία στο δέρμα τους. Τα αντηλιακά προϊόντα έχουν ένα δείκτη αντηλιακής προστασίας (SPF), ο οποίος δείχνει πόσο καλά κάθε προϊόν απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία του ηλιακού φωτός. Ένα αντηλιακό με υψηλό δείκτη προστασίας SPF προστατεύει το δέρμα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' όσο ένα αντηλιακό με χαμηλό δείκτη προστασίας. Η Μιμή σκέφτηκε έναν τρόπο για να συγκρίνει μερικά διαφορετικά αντηλιακά προϊόντα. Μαζί με τον Ντίνο συνέλεξαν τα ακόλουθα υλικά:

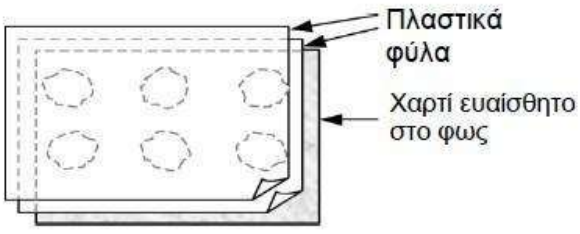
- δύο φύλλα διαφανούς πλαστικού που δεν απορροφούν το φως του ηλίου,
- ένα φύλλο χαρτιού ευαίσθητου στο φως,
- ορυκτέλαιο (O) και μια κρέμα που περιέχει οξείδιο του ψευδαργύρου (ZnO) και
- τέσσερα διαφορετικά αντηλιακά, που τα ονόμασαν A1, A2, A3 και A4.

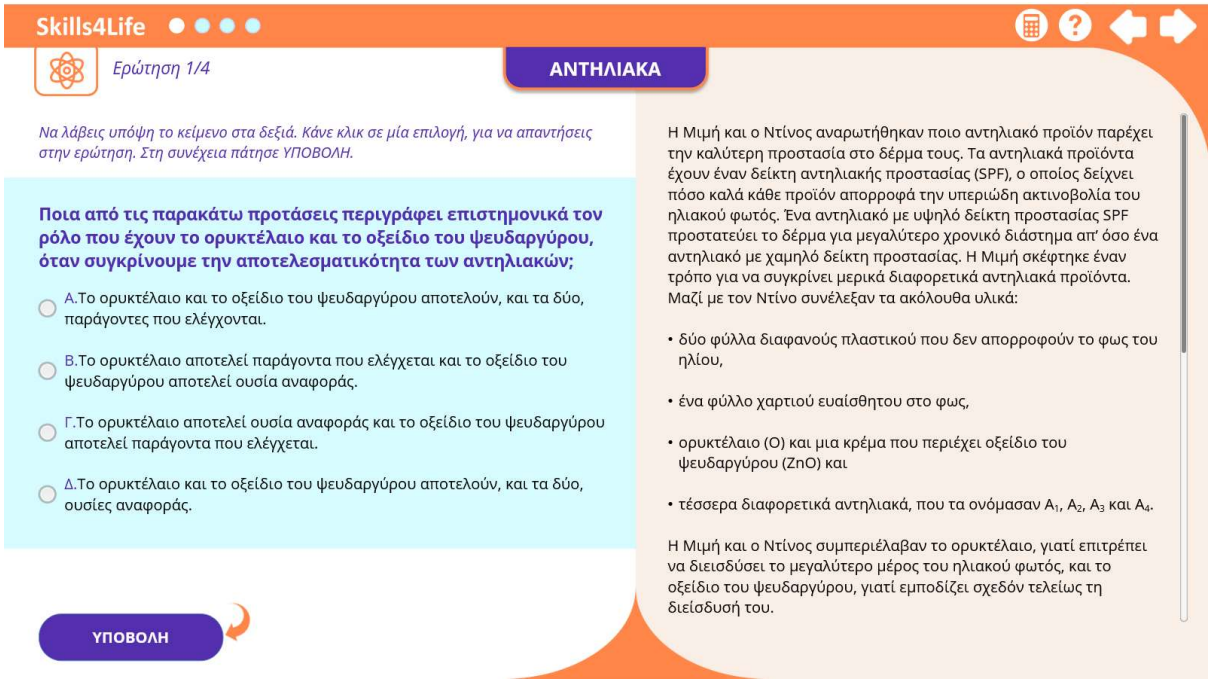
Η Μιμή και ο Ντίνος συμπεριέλαβαν το ορυκτέλαιο, γιατί επιτρέπει να διεισδύσει το μεγαλύτερο μέρος του ηλιακού φωτός, και το οξείδιο του ψευδαργύρου, γιατί εμποδίζει σχεδόν τελείως τη διείσδυσή του.

Ο Ντίνος έβαλε μία σταγόνα από κάθε ουσία μέσα στους κύκλους που είχε σημειώσει πάνω στο ένα από τα διαφανή πλαστικά φύλλα και μετά το κάλυψε με το δεύτερο. Τοποθέτησε ένα μεγάλο βιβλίο πάνω και από τα δύο φύλλα και τα πίεσε.



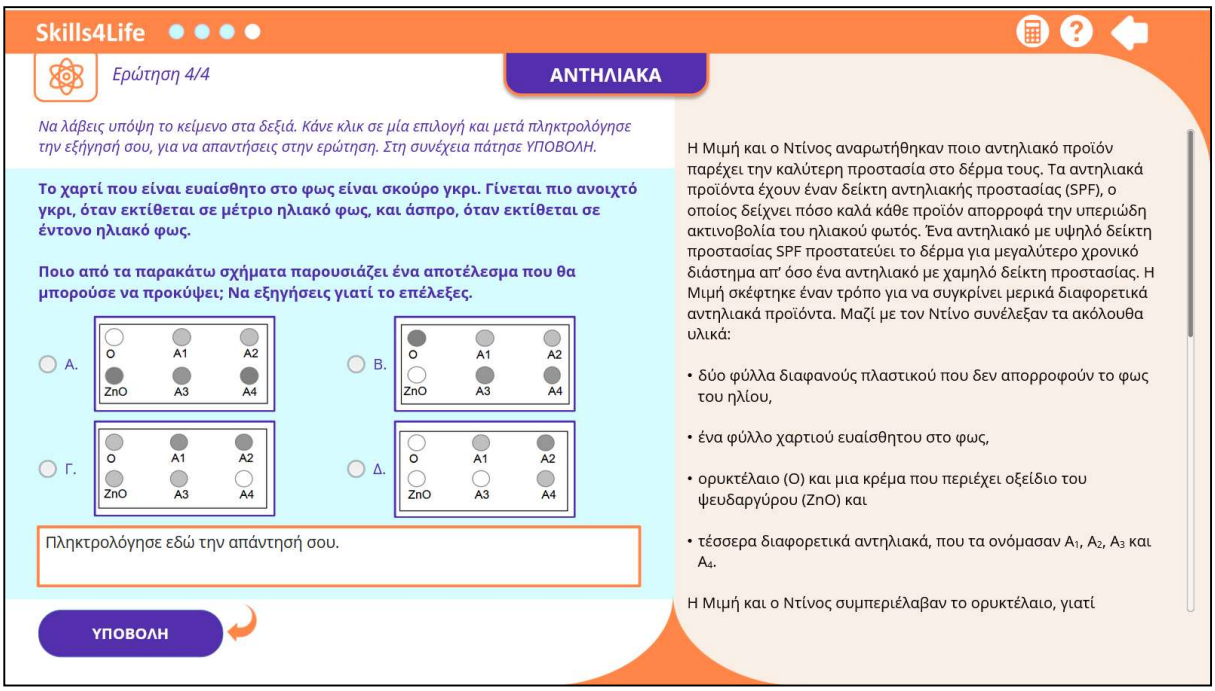
Μετά η Μιμή έβαλε τα διαφανή πλαστικά φύλλα πάνω στο φύλλο του χαρτιού που είναι ευαίσθητο στο φως. Αυτό το χαρτί, ανάλογα με τον χρόνο έκθεσής του στο ηλιακό φως, από σκούρο γκρι γίνεται άσπρο (ή πολύ ανοιχτό γκρι). Τέλος, ο Ντίνος έβαλε τα φύλλα σε ένα ηλιόλουστο μέρος.





☛ Οι μαθητές καλούνται να ερμηνεύσουν δεδομένα σχετικά με τον σχεδιασμό πειράματος, για να εντοπίσουν τις ουσίες αναφοράς.

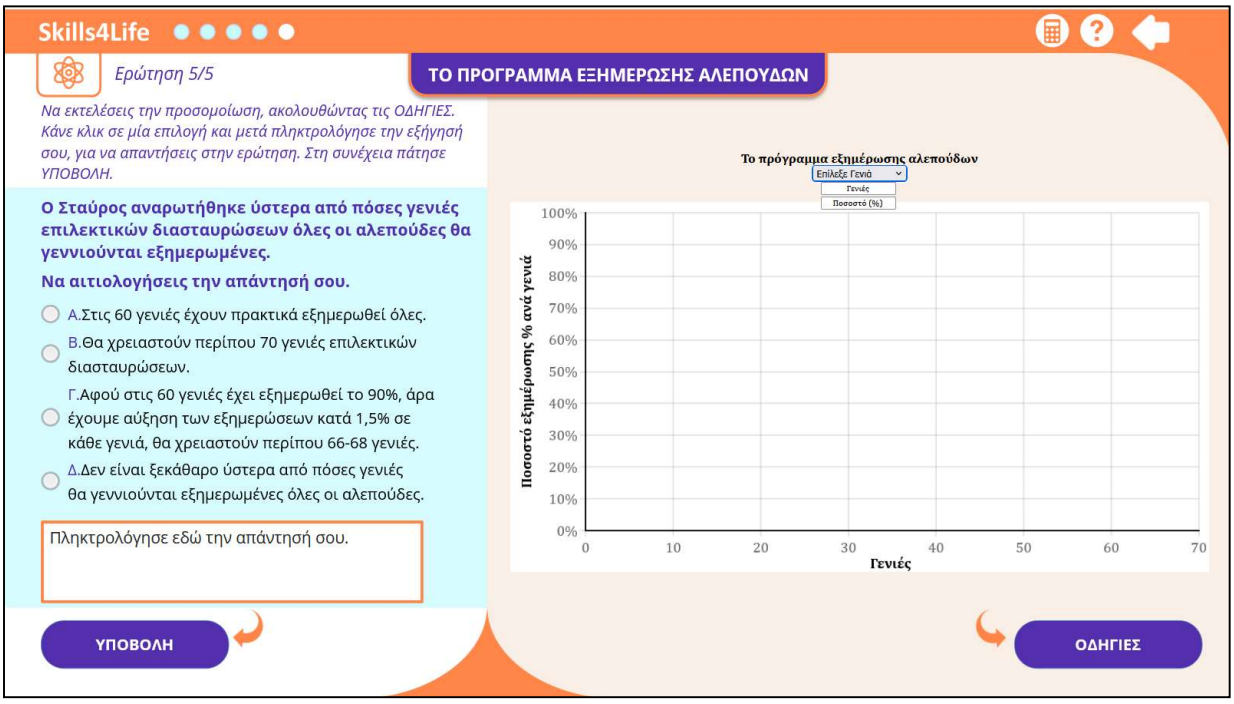
Επιστημονική Ικανότητα Ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων για επιστημονική διερεύνηση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και τεκμηρίων με κριτικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 2	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	



☛ Οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν πιο προηγμένη διαδικαστική γνώση (με την οποία επιδεικνύουν πλήρη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των ουσιών αναφοράς), ώστε να διακρίνουν ανάμεσα σε εναλλακτικά ή αποδεκτά πειραματικά αποτελέσματα και να αιτιολογήσουν τις επιλογές τους.

Επιστημονική Ικανότητα Ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων για επιστημονική διερεύνηση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και τεκμηρίων με κριτικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Πολλαπλής Επιλογής & Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 5	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

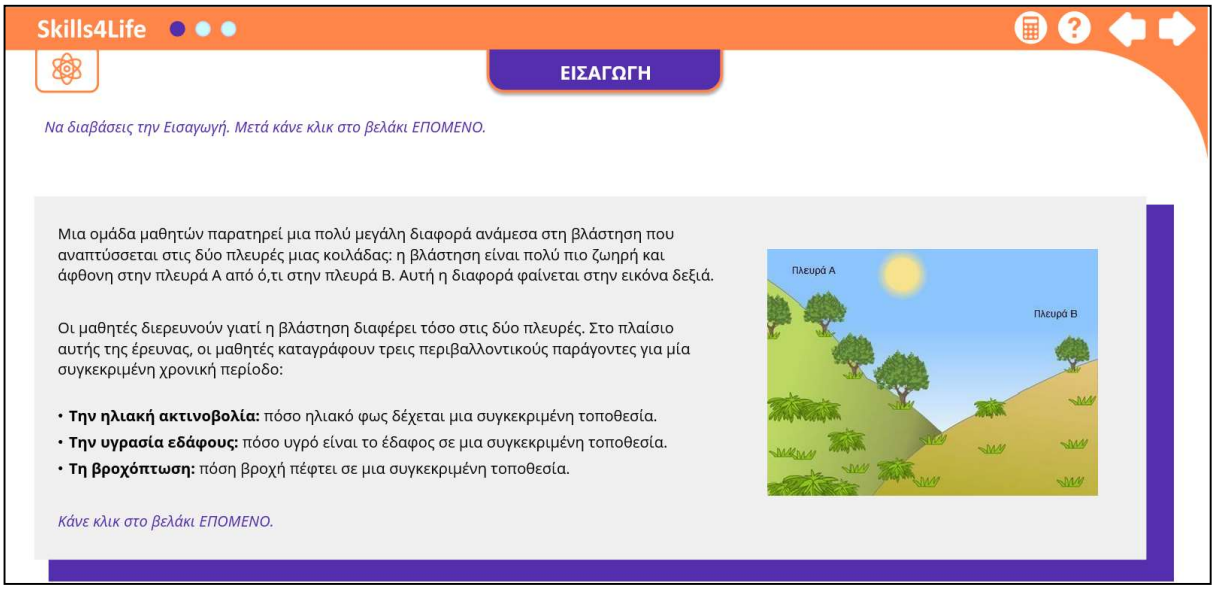
3ο Παράδειγμα: Ερώτηση 5 του θέματος ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΞΗΜΕΡΩΣΗΣ ΑΛΕΠΟΥΔΩΝ (της συγγραφικής ομάδας Φ.Ε.).

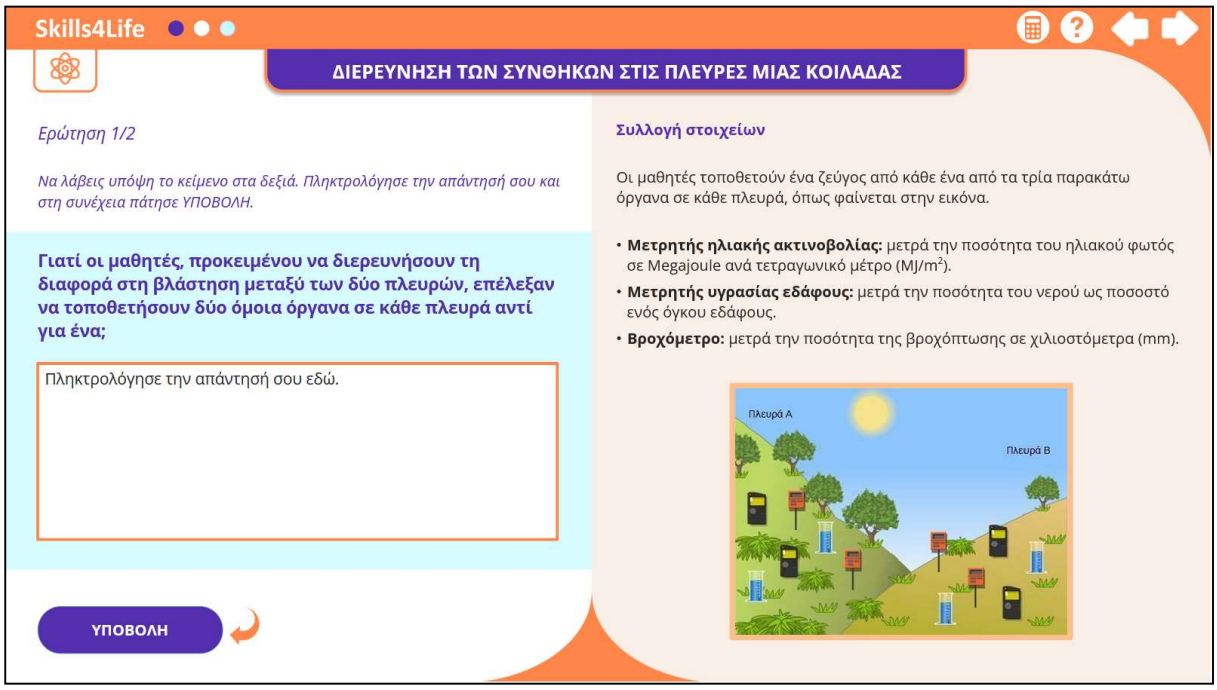


☛ Οι μαθητές καλούνται να χρησιμοποιήσουν επιστημονικές έννοιες σχετικά με την κληρονομικότητα, για να ερμηνεύσουν μη οικεία και σύνθετα φαινόμενα, που περιλαμβάνουν πολλαπλές αιτιακού τύπου συνδέσεις, και να κάνουν προβλέψεις.

Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Σύγχρονες Επιστημονικές και Τεχνολογικές Πρόοδοι και Προκλήσεις	**Τύπος απάντησης** Πολλαπλής Επιλογής & Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 5	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	

4ο Παράδειγμα: Ερώτηση 1 του θέματος ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΣΤΙΣ ΠΛΑΓΙΕΣ ΜΙΑΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ (δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2015).





☛ Οι μαθητές καλούνται σε έναν πειραματικό σχεδιασμό να αναγνωρίσουν το επιστημονικό πλεονέκτημα της χρήσης περισσότερων του ενός οργάνων μέτρησης, για να εξαγάγουν ένα πιο έγκυρο συμπέρασμα από ένα απλό σύνολο δεδομένων.

Επιστημονική Ικανότητα Ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων για επιστημονική διερεύνηση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και τεκμηρίων με κριτικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Γη και Διάστημα
Πλαίσιο Εφαρμογής Τοπικό και εθνικό	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

4.3.3 Ενδεικτικά θέματα/ερωτήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία του περιεχομένου της Φυσικής

1ο Παράδειγμα: Ερώτηση 1 του θέματος ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ (της συγγραφικής ομάδας Φ.Ε.).

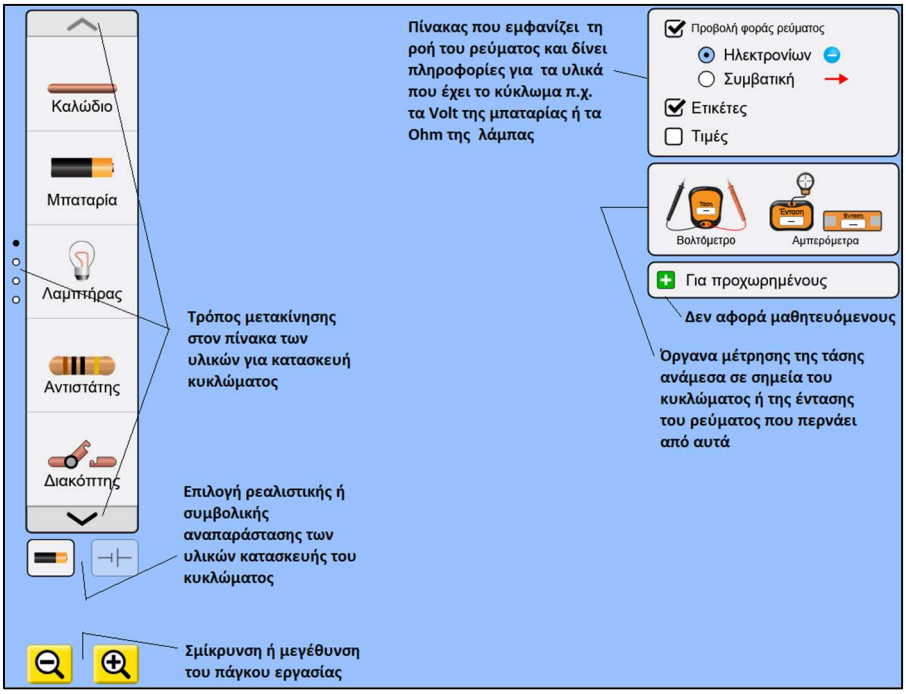
Εισαγωγικό κείμενο

Εργάζεσαι ως μαθητευόμενος σε ένα ηλεκτρολογικό συνεργείο. Το καθήκον σου είναι να μάθεις για τις αρχές ασφάλειας του ηλεκτρισμού.

Στο πλαίσιο αυτό μπορείς να πειραματιστείς με κυκλώματα, χρησιμοποιώντας την προσομοίωση "Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα". (https://phet.colorado.edu/el/simulations/circuit-construction-kit-dc)

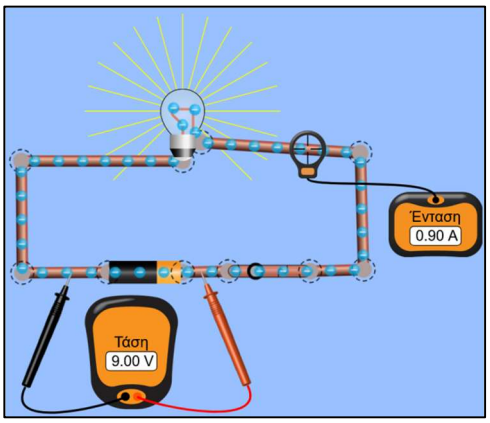
Οδηγίες για την Προσομοίωση

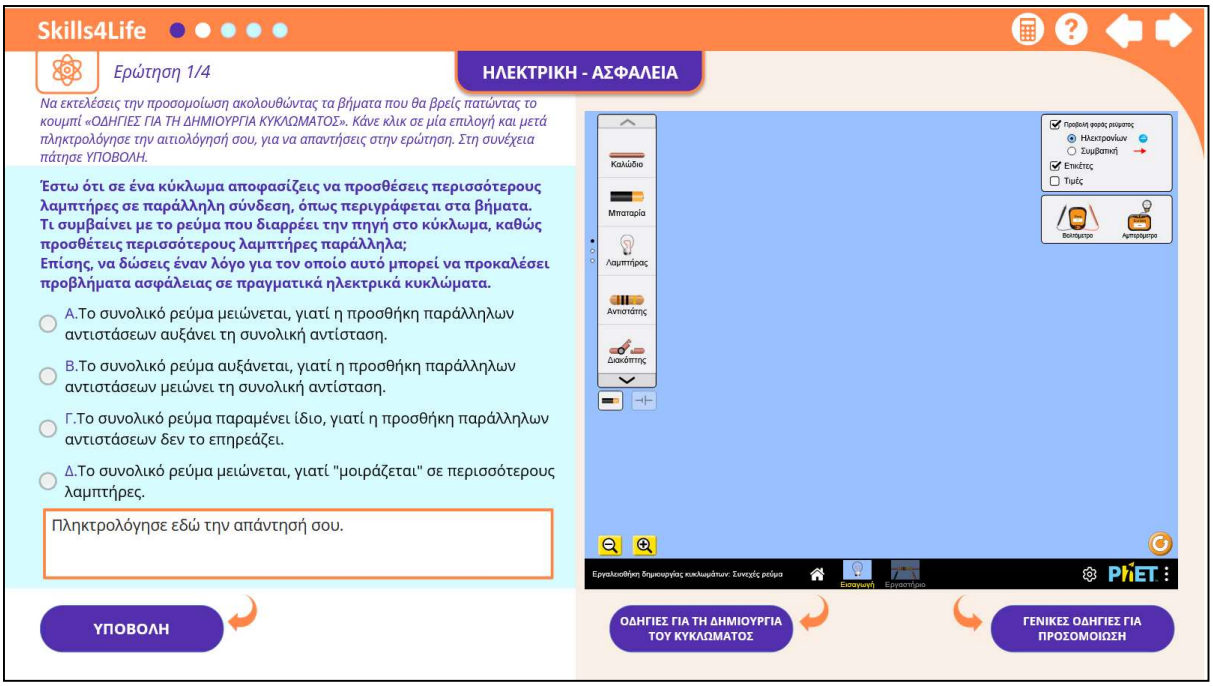
Η προσομοίωση έχει δύο πεδία εργασίας: την «Εισαγωγή» και το «Εργαστήριο». Εσύ θα εργαστείς στο πεδίο «Εργαστήριο».



Για να φτιάξεις ένα κύκλωμα, πρέπει να δουλέψεις ως εξής:

- Να σύρεις και να αφήσεις στον πάγκο εργασίας όσα όργανα/υλικά θα χρειαστείς (καλώδια, μπαταρίες, αντιστάτες, διακόπτες και άλλα δίπολα) από τον πίνακα στα αριστερά.
- Αν με το κάτω βελάκι κατέβεις στη δεύτερη ομάδα οργάνων/υλικών, ο δεύτερος λαμπτήρας και ο δεύτερος αντιστάτης έχουν πολύ μεγαλύτερες αντιστάσεις. Ομοίως, η μπαταρία έχει πολύ μεγαλύτερη τάση.
- Αν κάνεις κλικ πάνω σε κάθε όργανο που τοποθετείς στον πάγκο εργασίας, τότε στο κάτω τμήμα της οθόνης εμφανίζεται ένας επιλογέας τιμών μέσω το οποίου μπορείς να μειώσεις ή να αυξήσεις την τιμή του.
- Αρχικά, να σύρεις και να αφήσεις στο κάτω μέρος του πάγκου εργασίας μία μπαταρία. Έχει δύο κόκκινους κύκλους στα άκρα της, οι οποίοι συμβολίζουν τους δύο πόλους της μπαταρίας, δηλαδή τα σημεία σύνδεσης π.χ. με τα καλώδια.
- Μετά να σύρεις και να αφήσεις στον πάγκο εργασίας ένα καλώδιο. Έχει και αυτό δύο κόκκινους κύκλους στα άκρα του. Με τη λειτουργία «σύρε και άφησε» φέρε σε επαφή τον πόλο του καλωδίου με τον πόλο της μπαταρίας. Η σύνδεση είναι επιτυχής, όταν βλέπεις έναν μαύρο κύκλο αντί για δύο κόκκινους.
- Με τη λειτουργία «σύρε και άφησε» στον ελεύθερο πόλο ενός καλωδίου μπορείς να το μεγαλώσεις, να το μικρύνεις ή να το στρίψεις σε όποια κατεύθυνση θέλεις (π.χ. μπορεί να σχηματίζει γωνία 90^{o} σε σχέση με το καλώδιο με το οποίο το συνέδεσες).
- Με τη λειτουργία «σύρε και άφησε» συνδέεις όσα καλώδια χρειάζονται, τον διακόπτη και όσα δίπολα (π.χ. λαμπτήρες ή αντιστάσεις) χρειάζονται, για να κατασκευάσεις το κύκλωμα που ζητά η κάθε ερώτηση. Η σύνδεση των λαμπτήρων στο κύκλωμα θέλει προσοχή. Ο ένας πόλος είναι στο κάτω μέρος της λάμπας και ο άλλος στα δεξιά λίγο πιο πάνω.
- Κάνοντας κλικ πάνω στον διακόπτη, τον κλείνεις ή τον ανοίγεις ανάλογα, όπως φαίνεται στην εικόνα.
- Αν κάνεις κλικ πάνω σε ένα στοιχείο του κυκλώματος, εμφανίζεται μια κίτρινη γραμμή να το περιβάλλει και ένα δοχείο απορριμμάτων στο κάτω μέρος της οθόνης. Αν πατήσεις delete ή κάνεις κλικ στον κάδο απορριμμάτων, το στοιχείο αυτό αφαιρείται από το κύκλωμα.
- Στον πάνω δεξιά πίνακα, αν κάνεις κλικ στις τιμές, βλέπεις τα χαρακτηριστικά μεγέθη των στοιχείων του κυκλώματος (Volt μπαταρίας και Ohm διπόλων).
- Μεταφέροντας και συνδέοντας κατάλληλα το αμπερόμετρο και το βολτόμετρο, μπορείς να μετρήσεις την ένταση του ρεύματος ανάμεσα σε δύο σημεία του κυκλώματος ή την τάση ανάμεσα σε αυτά.

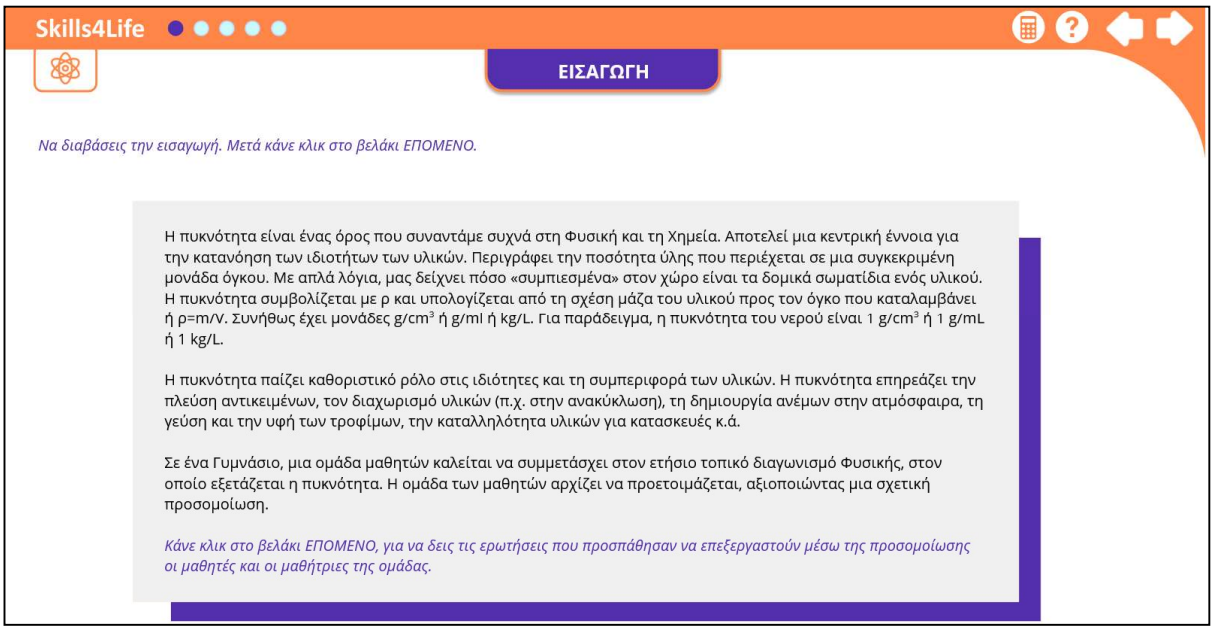


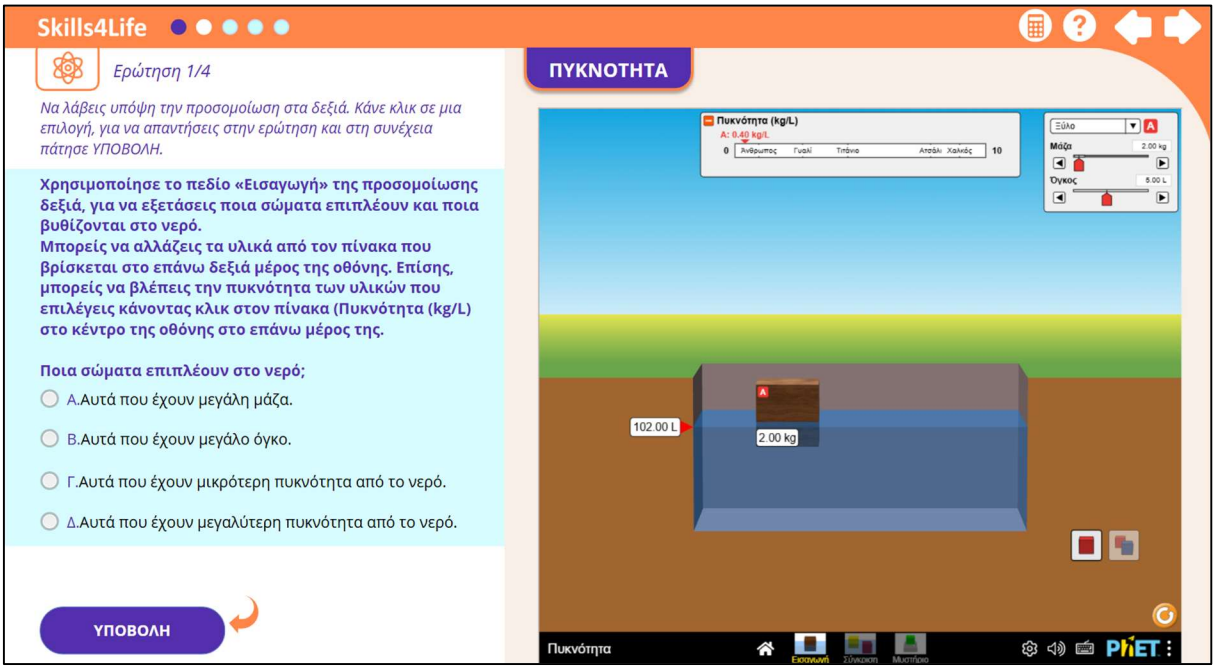


Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Κίνδυνοι	**Τύπος απάντησης** Πολλαπλής επιλογής & Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	

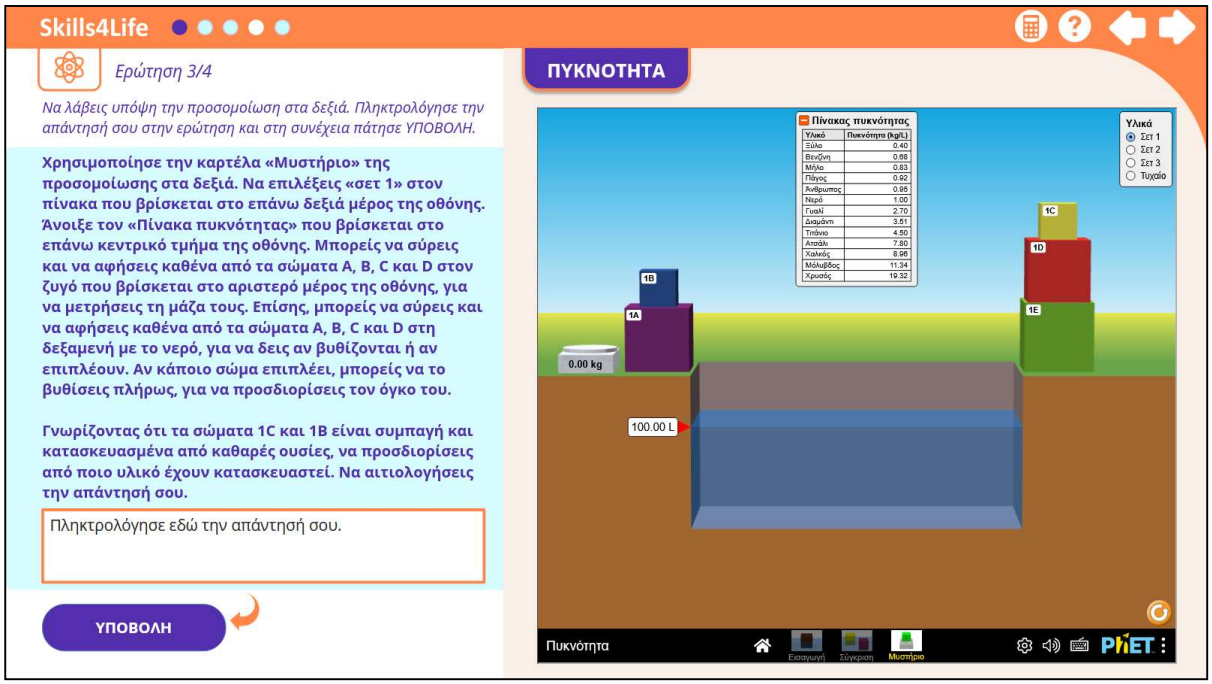
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ: Το θέμα γενικά μπορεί να αξιοποιηθεί ως εργαλείο εικονικού πειραματισμού στο πλαίσιο των ενοτήτων «2.2 Ηλεκτρικό κύκλωμα» και της ενότητας «2.5 Εφαρμογές αρχών διατήρησης στη μελέτη απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων» της Γ Γυμνασίου. Η συγκεκριμένη ερώτηση μπορεί να αξιοποιηθεί για τη μελέτη της παράλληλης σύνδεσης τόσο στη Γ Γυμνασίου όσο και στη Β Λυκείου. Σε αυτήν ο μαθητής μπορεί να πειραματιστεί και να ανακαλύψει τι θα συμβεί αν αυξήσει το πλήθος των αντιστάσεων που θα προστεθούν παράλληλα σε ένα κύκλωμα. Στην ίδια γνωστική περιοχή μπορούν να αξιοποιηθούν και άλλες ερωτήσεις του θέματος όπως η ερώτηση 2 (χρησιμότητα αυτόματου διακόπτη κυκλώματος/ασφάλειες τήξεως) και η ερώτηση 4 (τι μπορεί να συμβεί κατά τον χειρισμό ηλεκτρικών συσκευών με βρεγμένα χέρια) του θέματος αυτού.

2ο Παράδειγμα: Ερωτήσεις του θέματος ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (της συγγραφικής ομάδας Φ.Ε.).





Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 1α	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	

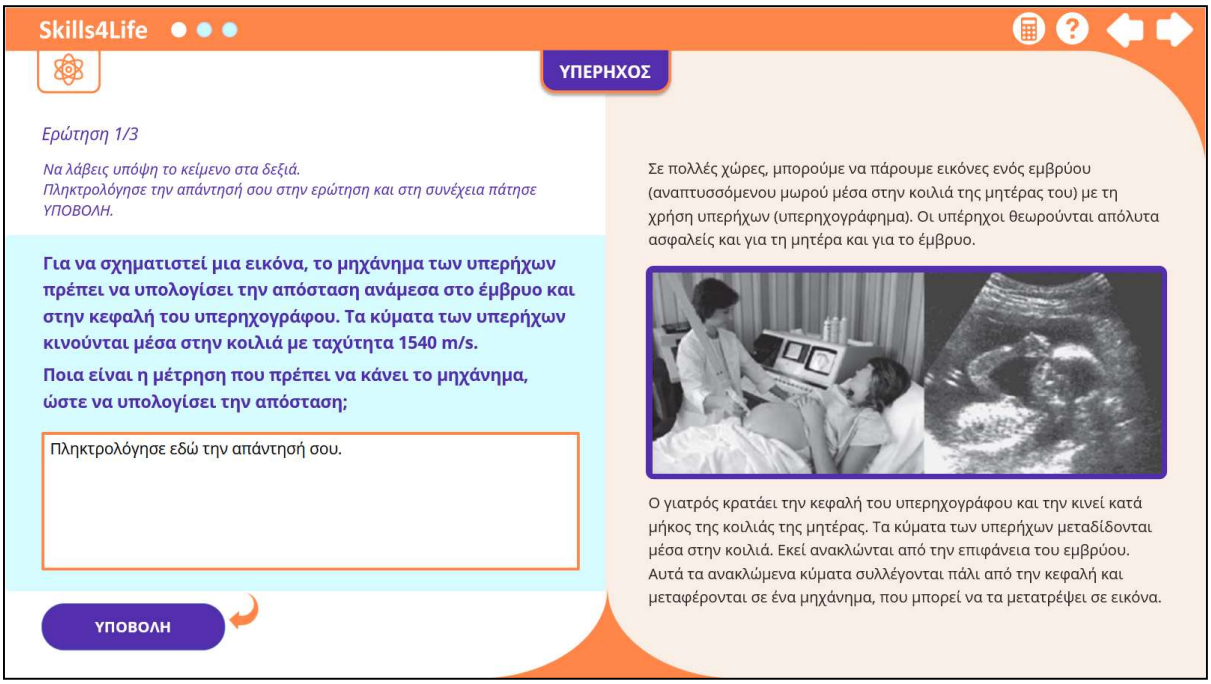


Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	

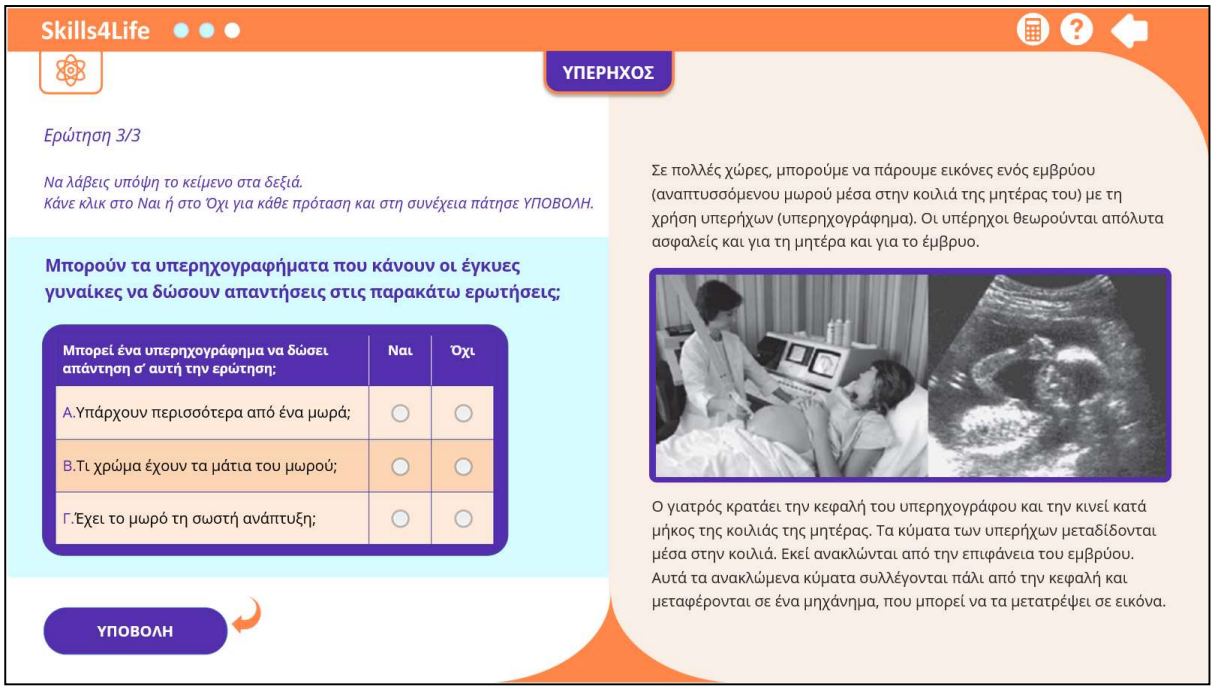
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ: Σε όλες τις ερωτήσεις του θέματος ο μαθητής καλείται να πειραματιστεί με μία προσομοίωση, να βγάλει συμπεράσματα και να δώσει απαντήσεις σε συγκεκριμένες ερωτήσεις, σχετικά με την πυκνότητα των σωμάτων, τις συνθήκες πλεύσης και βύθισης ενός σώματος.

Θα μπορούσε να αποτελέσει άριστο εργαλείο τόσο για τον έλεγχο των γνώσεων όσο και για τη διδασκαλία της έννοιας της πυκνότητας από τον διδάσκοντα. Εκτός από την Α Γυμνασίου, όπου ο μαθητής έρχεται για πρώτη φορά σε επαφή με την έννοια της πυκνότητας, θα μπορούσε να αποτελέσει και βοηθητικό μέσο διδασκαλίας για την έννοια της άνωσης στη Β Γυμνασίου (παράγραφος «4.5 Άνωση – Αρχή του Αρχιμήδη»).

3ο Παράδειγμα: Οι ερωτήσεις 1 και 3 του θέματος ΥΠΕΡΗΧΟΣ (δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2006).



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Σύγχρονες Επιστημονικές και Τεχνολογικές Πρόοδοι και Προκλήσεις	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 5	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Σύγχρονες Επιστημονικές και Τεχνολογικές Πρόοδοι και Προκλήσεις	**Τύπος απάντησης** Σύνθετη πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 2	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ: Στη Γ Γυμνασίου (5.4 Ήχος) προτείνεται να γίνει η εισαγωγή της έννοιας και των εφαρμογών των υπερήχων (ιατρική, SONAR, νυχτερίδες) και της ποιοτικής εξήγησης του μηχανισμού λειτουργίας τους.

Στην Α Λυκείου (1.1.6 Μέση Ταχύτητα) προτείνεται να γίνει επανάληψη του θέματος που θα μπορούσε να περιλαμβάνει και κάποιον ποσοτικό υπολογισμό.

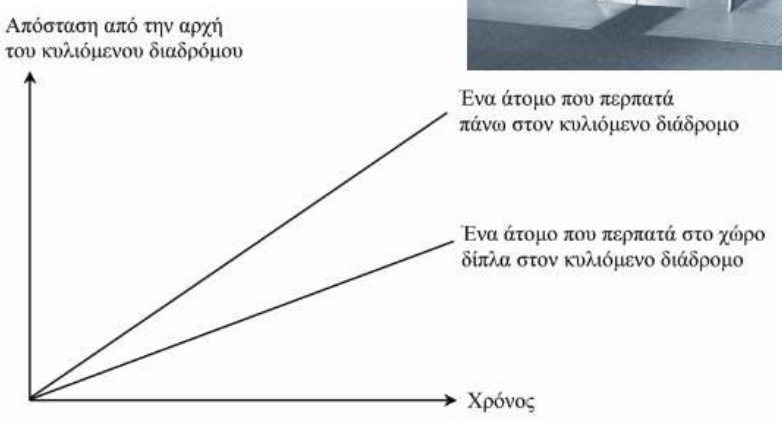
4ο Παράδειγμα: Η ερώτηση του θέματος ΚΥΛΙΟΜΕΝΟΙ ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ (θέμα του ΚΕΕ 2007, σελ 279).

Ερώτηση 1: ΚΥΛΙΟΜΕΝΟΙ ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ

Στα δεξιά, βλέπετε μια φωτογραφία κυλιόμενων διαδρόμων.

Το διάγραμμα Απόσταση-Χρόνος που ακολουθεί, δείχνει τη σύγκριση μεταξύ του «περπατήματος πάνω στον κυλιόμενο διάδρομο» και του «περπατήματος στο χώρο δίπλα στον κυλιόμενο διάδρομο».





Υποθέτοντας ότι στο παραπάνω διάγραμμα και τα δυο άτομα περπατούν με το ίδιο μήκος βήματος, να προσθέσετε μία γραμμή, η οποία θα αναπαριστά την απόσταση ως προς το χρόνο για ένα άτομο, που στέκεται ακίνητο πάνω στον κυλιόμενο διάδρομο.

Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Σύγχρονες Επιστημονικές και Τεχνολογικές Πρόοδοι και Προκλήσεις	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 2	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ: Θα μπορούσε να αξιοποιηθεί στην Α Λυκείου, στο πλαίσιο της διδασκαλίας της υποπαραγράφου «1.1.5 Η έννοια της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση».

4.3.4 Ενδεικτικά θέματα/ερωτήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία του περιεχομένου της Χημείας

1ο Παράδειγμα: Ερώτηση 2 του θέματος ΜΑΓΝΗΣΙΟ (ΚΕΕ 2007, τροποποιημένο).

Εισαγωγικό κείμενο

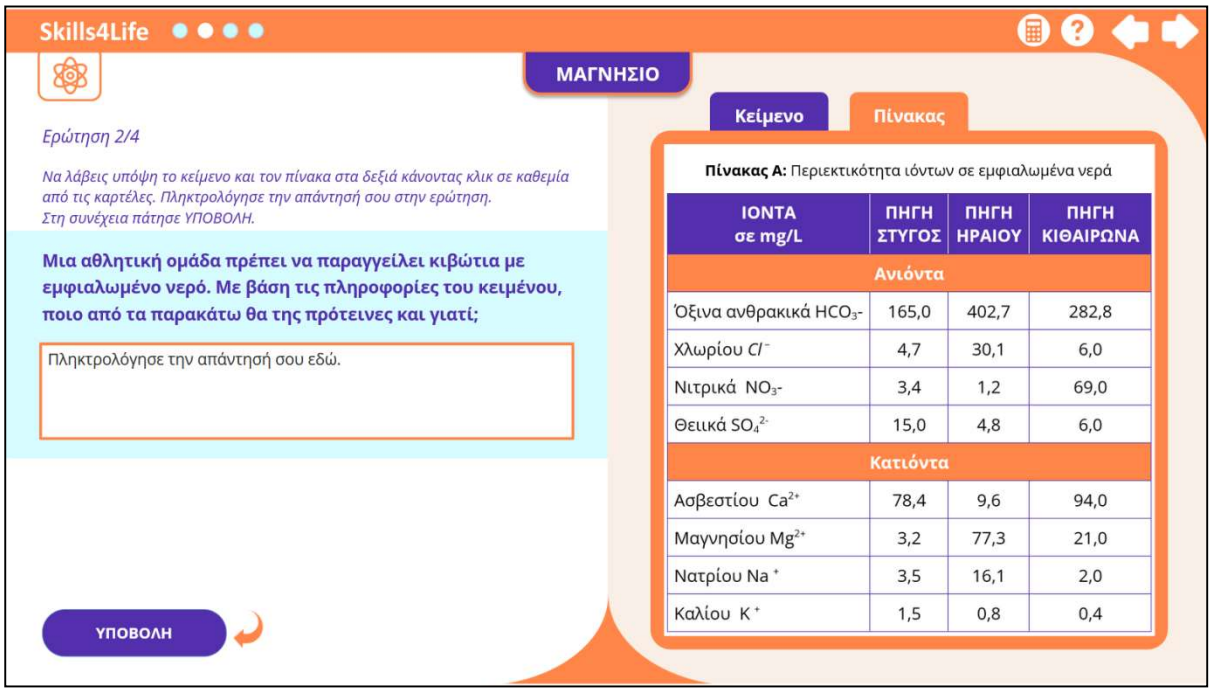
Το μαγνήσιο είναι σημαντικό συστατικό σχεδόν για κάθε λειτουργία του ανθρώπινου σώματος. Οι λειτουργίες περίπου 350 ενζύμων εξαρτώνται από το μαγνήσιο. Η ανεπάρκεια μαγνησίου μπορεί να προκαλέσει παθήσεις όπως καρδιοπάθεια, υπέρταση, διαβήτη, άσθμα, παχυσαρκία, ημικρανία, μυϊκούς πόνους, κράμπες, κατάθλιψη κ.ά.

Εκτός από τη φτωχή διατροφή, η λήψη ή η απορρόφηση μαγνησίου μπορεί να επηρεαστεί από τις δίαιτες για αδυνάτισμα, την κατανάλωση «μαλακού» νερού που δεν περιέχει μέταλλα, τις εντερικές παθήσεις, τον αλκοολισμό κ.ά.

Μεγάλες ποσότητες μαγνησίου μπορεί να χάνονται εξαιτίας παρατεταμένης άσκησης, θηλασμού, υπερβολικής εφίδρωσης και χρόνιας διάρροιας. Η ανεπάρκεια μαγνησίου μπορεί να οφείλεται, επίσης, στη λήψη φαρμάκων ή σε διάφορες διαταραχές, όπως η νεφροπάθεια.

Τροφές πλούσιες σε μαγνήσιο είναι μεταξύ άλλων το ψωμί ολικής αλέσεως, τα φασόλια, πολλά λαχανικά, όπως το σπανάκι, το μπρόκολο κ.ά., πολλά φρούτα, όπως τα σταφύλια, τα βερίκοκα, οι μπανάνες κ.ά., και ξηροί καρποί όπως τα αμύγδαλα, το αράπικο φιστίκι κ.ά. Η κατανάλωση νερού μπορεί, επίσης, να αποτελέσει μια αξιοσημείωτη πηγή μαγνησίου, με την προϋπόθεση ότι το νερό είναι πλούσιο σε μέταλλα.

Πηγή: Εφημερίδα *Καθημερινή*



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ: Η ερώτηση 2 μπορεί να αξιοποιηθεί σε διάφορα σημεία της ύλης της Χημείας:

α) Β Γυμνασίου: Ως παραλλαγή της περιεκτικότητας %w/v για πολύ αραιά διαλύματα (υποενότητα 2.3.2 της ενότητας «2. Από το νερό στο άτομο»). Με μια λίγο πιο υπολογιστική λογική και σε σύνδεση με την πραγματική ζωή, μπορούν να αξιοποιηθούν και οι ερωτήσεις 2 και 3 του θέματος.

β) Α Λυκείου: Ως παραλλαγή της περιεκτικότητας %w/v για πολύ αραιά διαλύματα (υποπαράγραφος: «Εκφράσεις περιεκτικότητας» της υποενότητας της παραγράφου «1.5 Ταξινόμηση της ύλης - Διαλύματα- Περιεκτικότητες διαλυμάτων – Διαλυτότητα»). Με μια λίγο πιο υπολογιστική λογική και σε σύνδεση με την πραγματική ζωή, μπορούν να αξιοποιηθούν και οι ερωτήσεις 2 και 3 του θέματος.

γ) Α Λυκείου: Για να γίνει πιο «ζωντανή» η εκμάθηση της Ονοματολογίας ορισμένων μονοατομικών και πολυατομικών ιόντων (υποπαράγραφος: «Οι τύποι των ιόντων και οι ονομασίες τους», της υποενότητας: «2.4 Η γλώσσα της χημείας - Αριθμός οξείδωσης- Γραφή χημικών τύπων και εισαγωγή στην ονοματολογία των ενώσεων»).

2ο Παράδειγμα: Οι ερωτήσεις 2, 3 και 4 του θέματος ΟΞΥΤΗΤΑ, ΒΑΣΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ pH (της συγγραφικής ομάδας Φ.Ε.).

Εισαγωγικό κείμενο

Μια μέρα που ο πατέρας της Μυρσίνης έβραζε κόκκινο λάχανο στην κουζίνα, της ανέφερε κάτι παράξενο που έχει παρατηρήσει. Όταν βάζει στην κατσαρόλα λεμόνι, το ζουμί από ιώδες γίνεται ροζ, ενώ όταν βάζει μαγειρική σόδα γίνεται πράσινο.

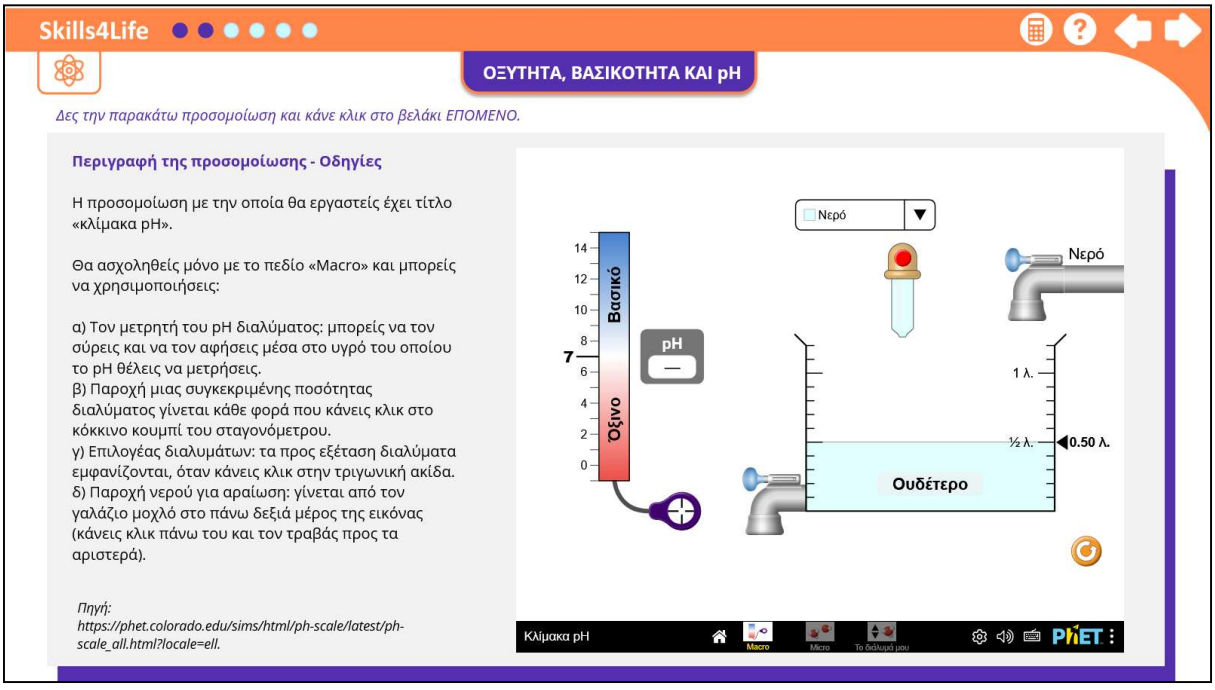
Η Μυρσίνη αμέσως σκέφτηκε αυτά που είχαν κάνει στο σχολείο για τους δείκτες και το pH: ότι στο ζουμί από το κόκκινο λάχανο υπάρχει κάποιος δείκτης που αλλάζει χρώμα ανάλογα με το pH του διαλύματος, δηλαδή ανάλογα με την οξύτητα ή τη βασικότητα του διαλύματος. Επίσης, θυμήθηκε ότι το λεμόνι κάνει όξινο pH και η μαγειρική σόδα βασικό. Στη συνέχεια έψαξε στο διαδίκτυο και βρήκε την ακόλουθη εικόνα και του την έδειξε.

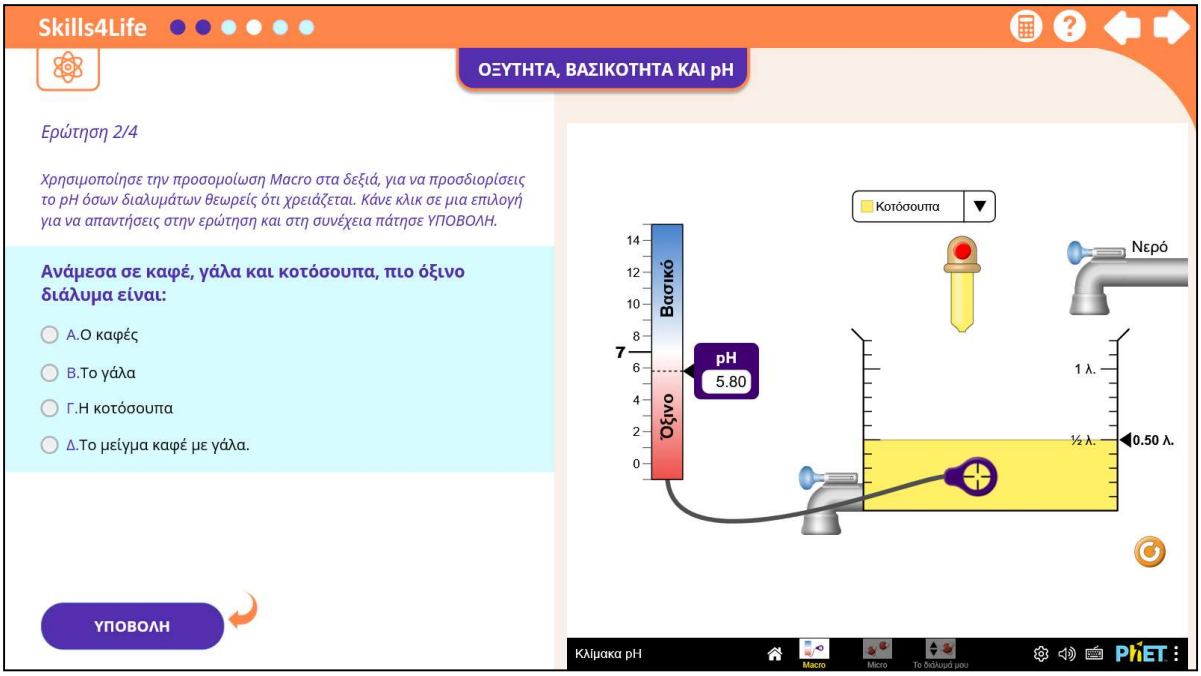
pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Κόκκινο λάχανο															
	κόκκινο			ροζ			ιώδες			πράσινο			κίτρινο		

Πηγή: https://ekfe.kar.sch.gr/index.php/2014-04-07-22-44-52/peiramata-gymnasiou/ximeia-gym/119-eyresi-ph-me-kokkino-laxano

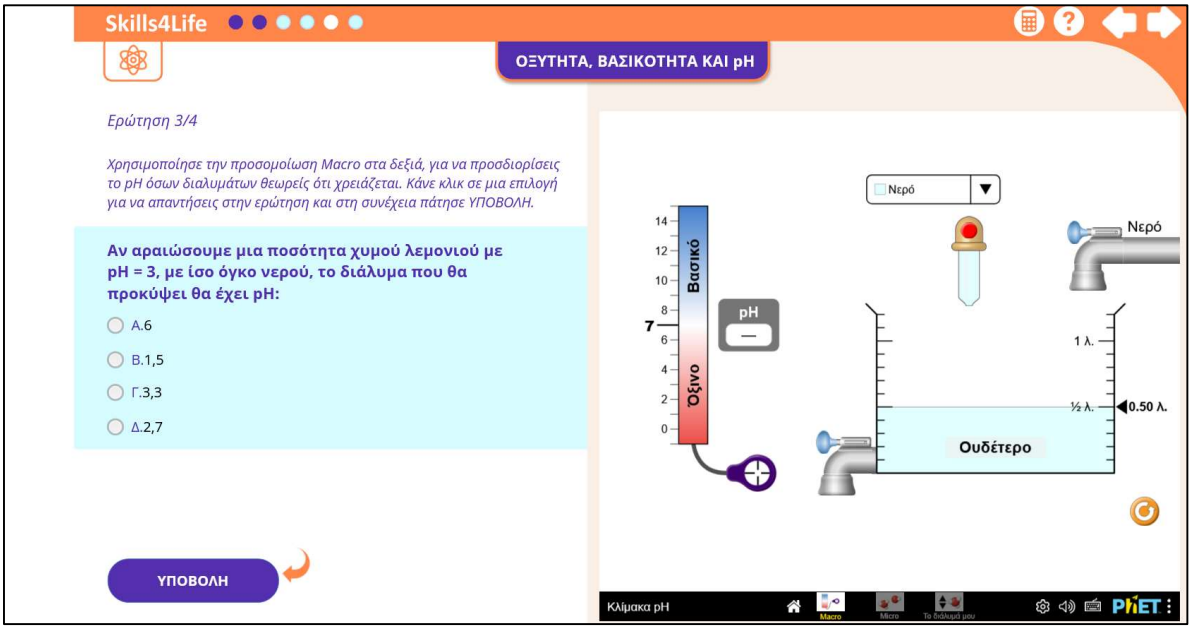
Όξινα λέμε τα διαλύματα που έχουν pH < 7. Στα διαλύματα αυτά ισχύει **πλήθος H^+ > πλήθος OH^-.**
Βασικά λέμε τα διαλύματα που έχουν pH > 7. Στα διαλύματα αυτά ισχύει **πλήθος H^+ < πλήθος OH^-.**
Ουδέτερα λέμε τα διαλύματα που έχουν pH = 7. Στα διαλύματα αυτά ισχύει **πλήθος H^+ = πλήθος OH^-.**

Το pH ενός διαλύματος παίζει κρίσιμο ρόλο σε πολλές χημικές αντιδράσεις, οι οποίες συνδέονται με βιολογικές λειτουργίες και φαινόμενα που συναντάμε στη φύση. Για παράδειγμα, το pH του αίματος των ανθρώπων πρέπει να παραμένει στην περιοχή του 7,35-7,45. Ακόμα και μικρές αποκλίσεις από το φυσιολογικό εύρος μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές επιπλοκές. Για παράδειγμα, η θνησιμότητα αυξάνει σημαντικά σε pH κάτω από 7,2 και πάνω από 7,55. Επίσης, στις θάλασσες, το pH του νερού παίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία των θαλάσσιων οργανισμών, καθώς τα πιο όξινα νερά μπορεί να οδηγήσουν στην καταστροφή πολλών θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Ένα ακόμη παράδειγμα είναι το πολύ όξινο pH του στομάχου (1,5-3,0). Το πολύ όξινο περιβάλλον σκοτώνει τα περισσότερα βακτήρια, ιούς και άλλα παθογόνα που εισέρχονται στο στομάχι μέσω της τροφής ή του ποτού και επιπλέον βοηθά στην έναρξη της πέψης των πρωτεϊνών.

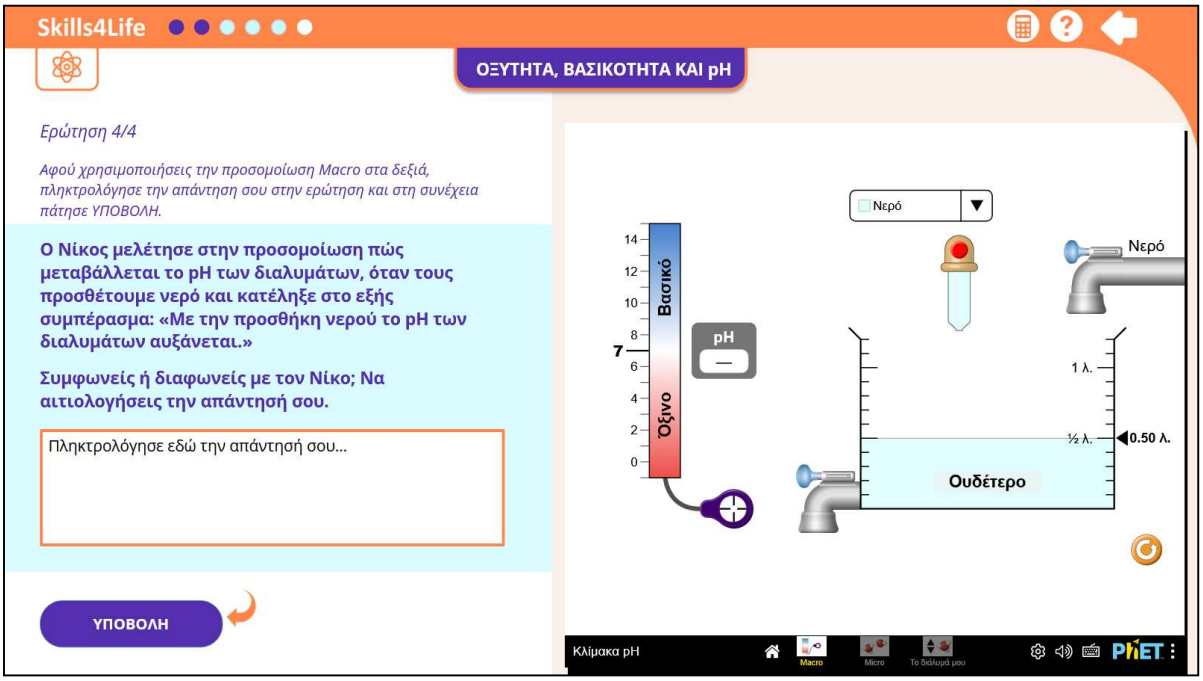




Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ: Η ερώτηση 2 μπορεί να αξιοποιηθεί στην ενότητα «1. Οξέα – Βάσεις – Άλατα» της Γ Γυμνασίου, στο πλαίσιο της μελέτης του pH καθημερινών διαλυμάτων. Οι ερωτήσεις 3 και 4 μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο:

α) της ίδιας ενότητας της Α Γυμνασίου

β) της ενότητας «4.3 Συγκέντρωση διαλύματος - Αραίωση, ανάμειξη διαλυμάτων», και ειδικότερα για τη σύνδεση της υποενότητα της αραίωσης με την υποενότητα pH.

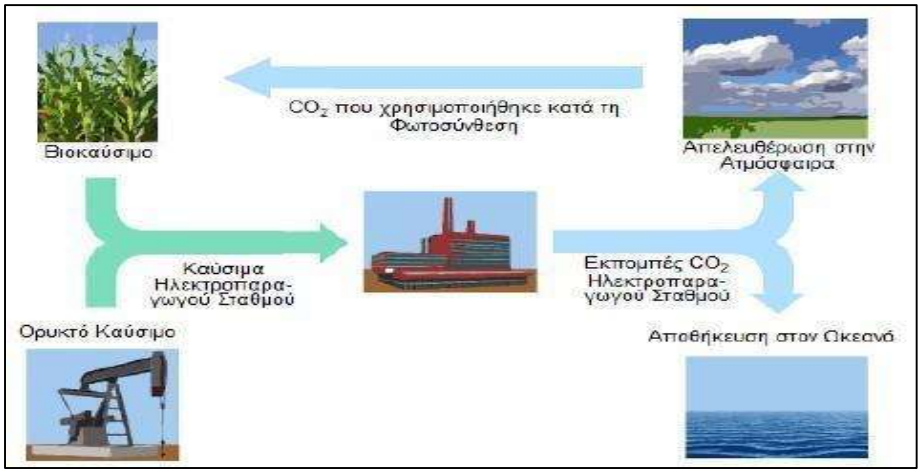
3ο Παράδειγμα: Ερώτηση 2 του θέματος ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ (δόθηκε στους μαθητές στο PISA 2015, πιλοτική φάση).

Εισαγωγικό κείμενο

Πολλοί ηλεκτροπαραγωγοί σταθμοί καίνε καύσιμα που έχουν ως βάση τους τον άνθρακα κι εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Το CO_2 που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα έχει αρνητική επίπτωση στο παγκόσμιο κλίμα. Οι μηχανικοί έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικές στρατηγικές, για να μειώσουν την ποσότητα CO_2 που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα.

Μια τέτοια στρατηγική είναι η καύση βιοκαυσίμων αντί των ορυκτών καυσίμων. Ενώ τα ορυκτά καύσιμα προέρχονται από οργανισμούς που έχουν πεθάνει εδώ και πολύ καιρό, το βιοκαύσιμο προέρχεται από φυτά που έζησαν και πέθαναν πρόσφατα.

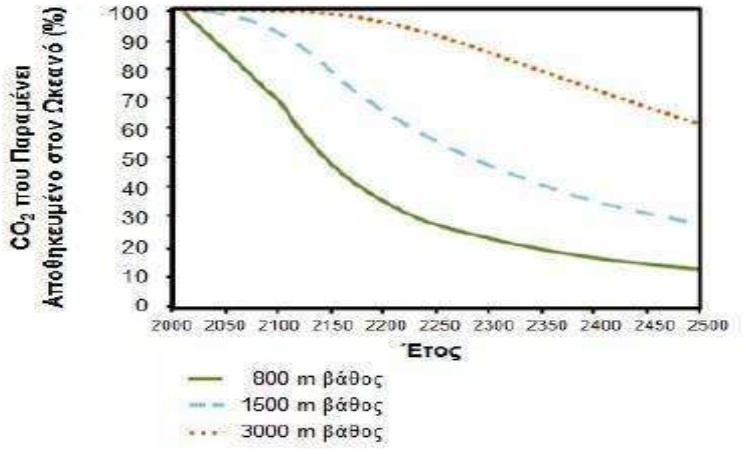
Μια άλλη στρατηγική περιλαμβάνει την παγίδευση του CO_2 που εκπέμπεται από τους ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς και την αποθήκευσή του βαθιά μέσα στο έδαφος ή στον ωκεανό. Αυτή η στρατηγική ονομάζεται δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα.

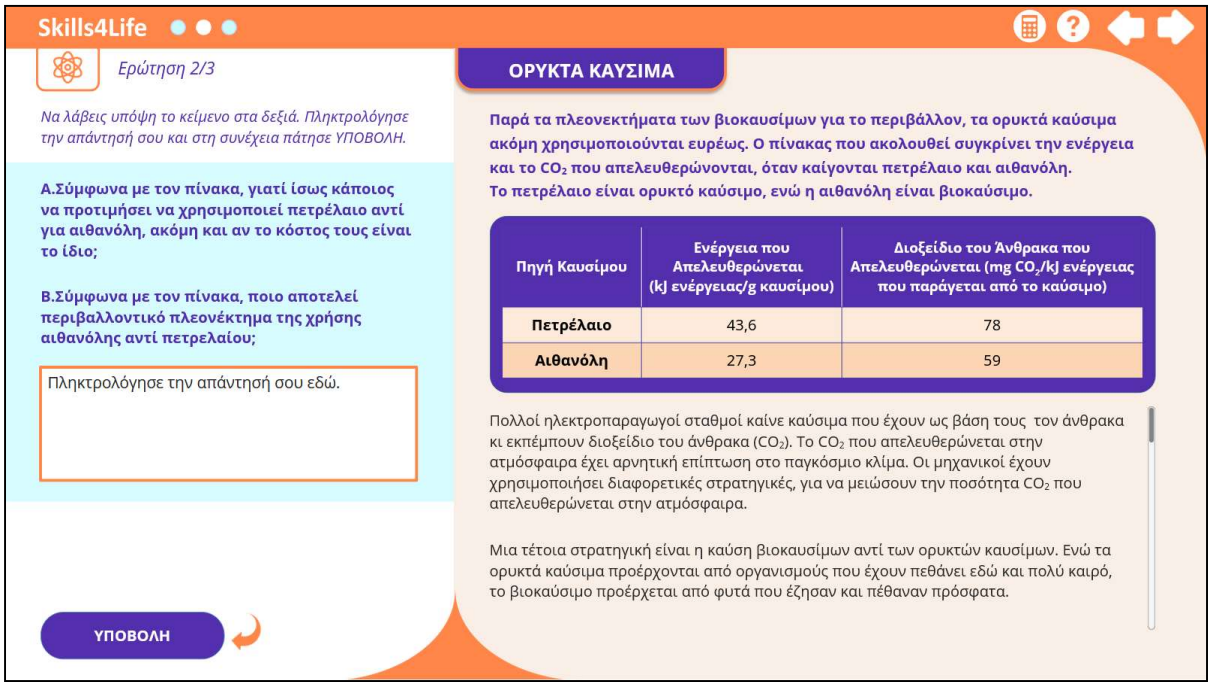


Η δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα περιλαμβάνει την παγίδευση ενός μέρους του CO_2 που εκπέμπεται από τους ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς και την αποθήκευσή του σε μέρη που δεν θα είναι εύκολο να απελευθερωθεί πίσω στην ατμόσφαιρα. Ένα τέτοιο μέρος για αποθήκευση CO_2 είναι ο ωκεανός, επειδή το CO_2 διαλύεται στο νερό.

Οι επιστήμονες έχουν αναπτύξει ένα μαθηματικό μοντέλο, για να υπολογίζουν το ποσοστό του CO_2 που παραμένει αποθηκευμένο μετά τη διοχέτευσή του στον ωκεανό σε τρία διαφορετικά βάθη (800 μέτρα, 1500 μέτρα και 3000 μέτρα). Το μοντέλο υποθέτει ότι το CO_2 διοχετεύεται στον ωκεανό το έτος 2000. Η παρακάτω γραφική παράσταση δείχνει τα αποτελέσματα αυτού του μοντέλου.

Δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα





Επιστημονική Ικανότητα Ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων για επιστημονική διερεύνηση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων και τεκμηρίων με κριτικό τρόπο	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Φυσικά συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Φυσικοί Πόροι	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

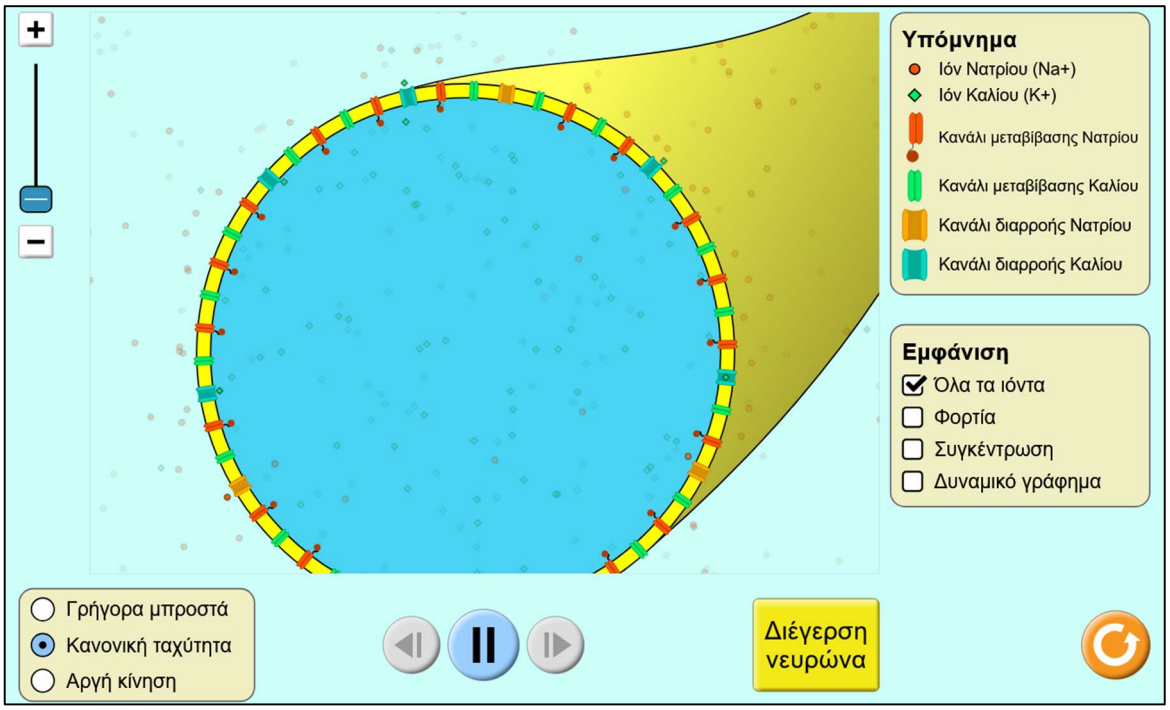
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ: Στη Χημεία της Β Γυμνασίου και στις υποπαραγράφους «1.4 Οι υδρογονάνθρακες ως καύσιμα», «1.5 Η ρύπανση της ατμόσφαιρας» και «1.6 Μέτρα προστασίας από την ατμοσφαιρική ρύπανση» της παραγράφου «3. Χημεία του άνθρακα». Επίσης, στη Χημεία της Β Λυκείου είτε στο πλαίσιο της υποπαραγράφου «Καύσιμα - Καύση» της παραγράφου «2.1 Πετρέλαιο - προϊόντα πετρελαίου. Βενζίνη. Καύση- καύσιμα» είτε στο πλαίσιο της ενότητας «Χημεία και περιβάλλον», η οποία αποτελεί διεύρυνση της παραγράφου «2.8. Ατμοσφαιρική ρύπανση – Φαινόμενο θερμοκηπίου – Τρύπα όζοντος».

4.3.5 Ενδεικτικά θέματα/ερωτήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία του περιεχομένου της Βιολογίας

1ο Παράδειγμα: Οι ερωτήσεις του θέματος ΝΕΥΡΙΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ (της συγγραφικής ομάδας Φ.Ε.).

Εισαγωγικό κείμενο

Η Ελένη είναι αθλήτρια και ύστερα από έναν απαιτητικό αγώνα ένιωσε έντονη κόπωση και δυσκολία συγκέντρωσης. Ο προπονητής τής πρότεινε τη χρήση ενός συμπληρώματος ηλεκτρολυτών, για να αναπληρώσει τους ηλεκρολύτες που έχασε. Περιεργαζόμενη τη συσκευασία του σκευάσματος, η Ελένη διάβασε ότι το συμπλήρωμα περιέχει έναν συνδυασμό ηλεκτρολυτών, όπως ιόντα νατρίου (Na^+), καλίου (K^+), ασβεστίου (Ca^{2+}), Μαγνησίου (Mg^{2+}) και χλωρίου (Cl^-). Σύμφωνα με τις οδηγίες, έπρεπε να διαλύσει ένα φακελάκι με «σκόνη ηλεκτρολυτών» σε ένα ποτήρι νερό και να το πιει: οι ηλεκτρολύτες αυτοί υποστηρίζουν τη σωστή νευρομυϊκή λειτουργία και το νερό συμβάλλει στην ενυδάτωση. Γνωρίζοντας ότι οι μύες, μέσω της νευρομυϊκής σύναψης, συστέλλονται όταν δέχονται ηλεκτρικά ερεθίσματα από τα κινητικά νευρικά κύτταρα (κινητικοί νευρώνες), η Ελένη αναρωτήθηκε: «Πώς δημιουργούνται και διαδίδονται αυτά τα ηλεκτρικά ερεθίσματα και τι σχέση έχουν τα ιόντα;». Αναζητώντας απαντήσεις στο διαδίκτυο, βρήκε την προσομοίωση «Νευρώνας» (https://phet.colorado.edu/el/simulations/neuron) και άρχισε να μελετά ποιος είναι ο ρόλος των ιόντων νατρίου (Na^+) και καλίου (K^+) στη διαδικασία μετάδοσης ενός ηλεκτρικού ερεθίσματος.



Οδηγίες για την προσομοίωση

Στο κέντρο της εικόνας βλέπεις τον νευρώνα (νευρικό κύτταρο) με την πλασματική του μεμβράνη, που φέρει κανάλια ιόντων.

Πάνω δεξιά υπάρχει υπόμνημα για το πώς συμβολίζονται οι διάφοροι παράγοντες του φαινομένου.

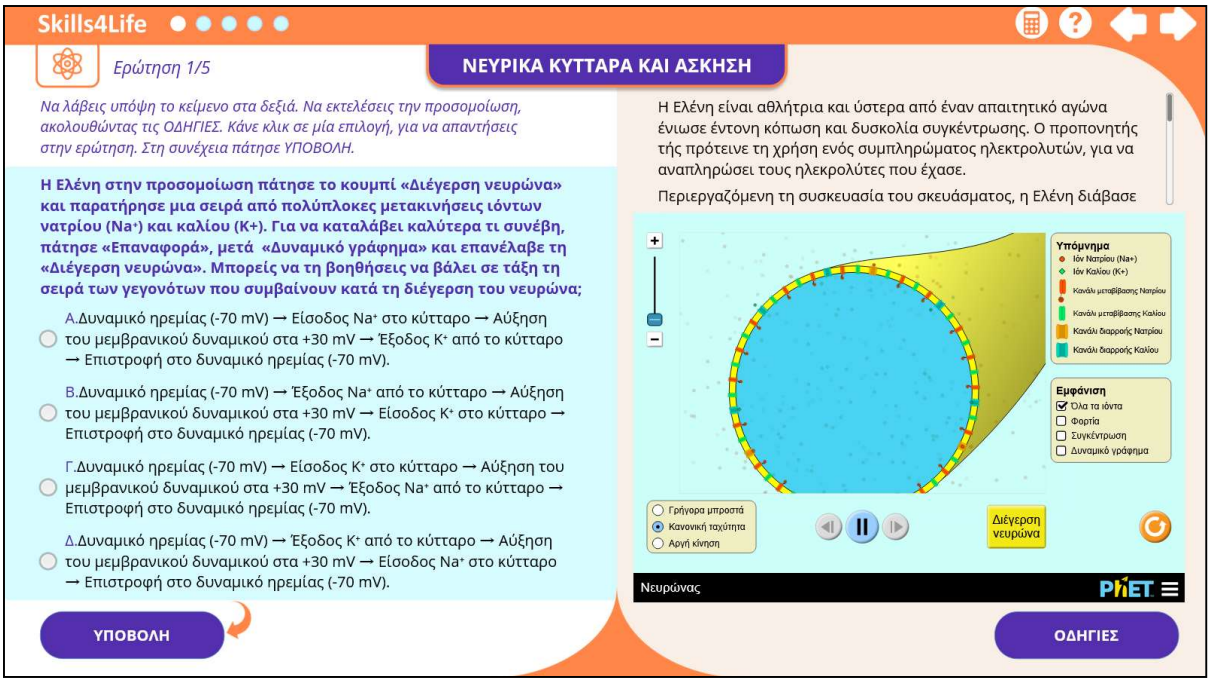
α) Χρησιμοποίησε τον δρομέα πάνω αριστερά για να μεγεθύνεις τον νευρώνα και να παρακολουθήσεις πιο καλά το φαινόμενο.

β) Κάνε κλικ σε μία από τις επιλογές κάτω αριστερά, για να επιλέξεις την ταχύτητα εκδήλωσης του φαινομένου.

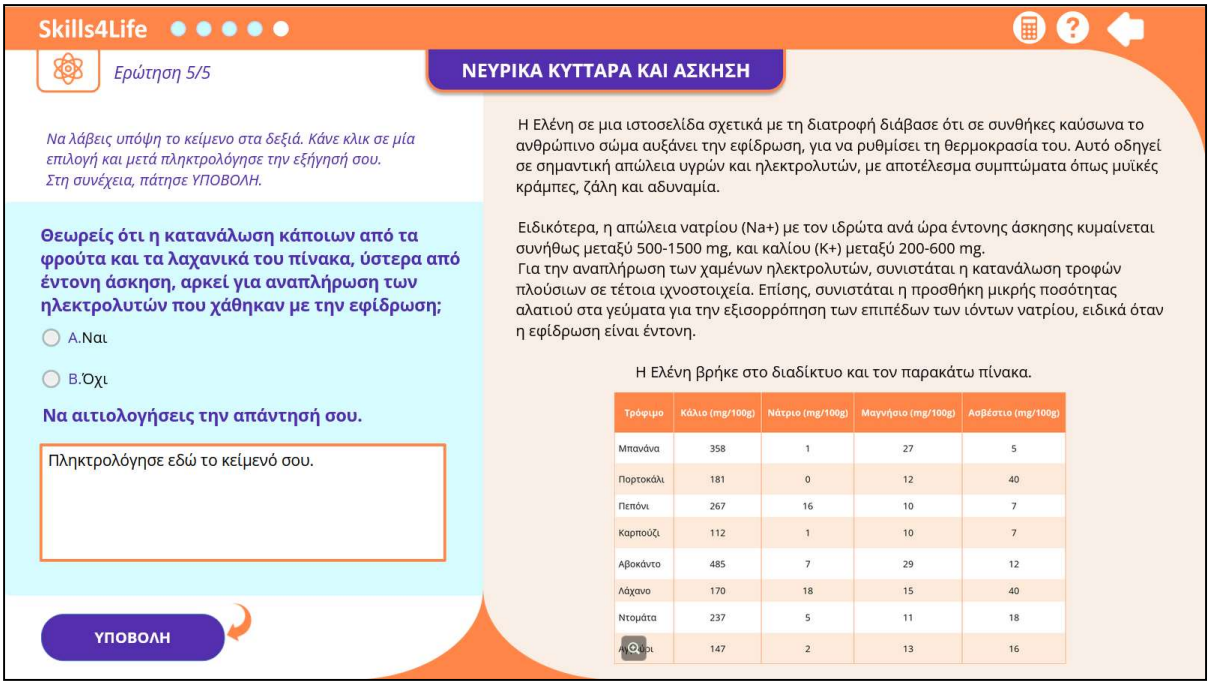
γ) Επίλεξε κάτω από το υπόμνημα τι άλλο θα εμφανίζεται κατά τη διάρκεια του φαινομένου.

δ) Πάτησε το κουμπί «Διέγερση νευρώνα» κάτω δεξιά από την εικόνα του νευρώνα, για να ξεκινήσει η εκδήλωση του φαινομένου.

ε) Με τα κουμπιά  μπορείς να σταματήσεις την εξέλιξη της προσομοίωσης σε κάποιο σημείο και να την επαναλάβεις από την αρχή, αντίστοιχα.



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Απλή πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	

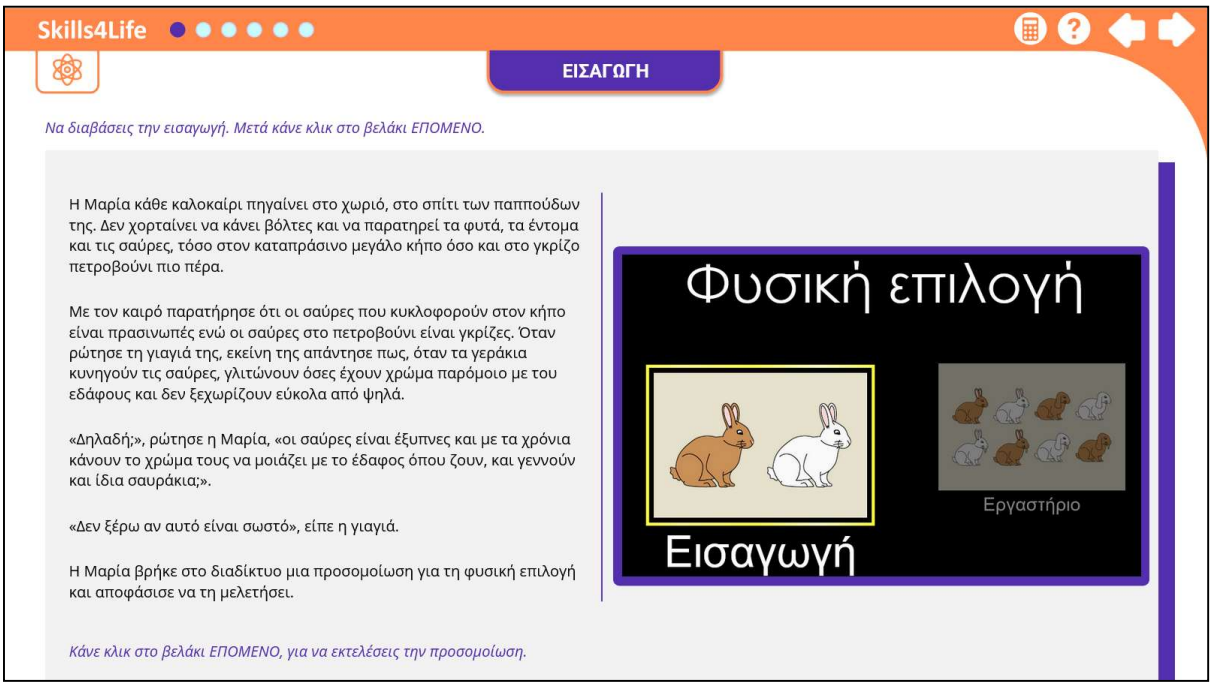


Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Πολλαπλής επιλογής και σύντομης απάντησης.
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ: Η 1η ερώτηση του θέματος μπορεί να αξιοποιηθεί στο πλαίσιο διδασκαλίας των υποενοτήτων «Δυναμικό ηρεμίας » και «Νευρική ώση» του 9ου Κεφαλαίου «Νευρικό Σύστημα» της Βιολογίας Α Λυκείου.

Οι ερωτήσεις 3, 4 και 5 του θέματος μπορούν να αξιοποιηθούν και στη Β Γυμνασίου, στην υποπαράγραφο «Διατροφή και υγεία» της ενότητας «4. Η πρόσληψη ουσιών και η πέψη στον άνθρωπο».

2ο Παράδειγμα: Οι ερωτήσεις του θέματος ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ (της συγγραφικής ομάδας Φυσικών Επιστημών).



Περιγραφή της προσομοίωσης - Οδηγίες
Θα ασχοληθείς μόνο με το πεδίο “Εισαγωγή” της προσομοίωσης.
Για να εκτελέσεις την προσομοίωση, μπορείς να χρησιμοποιήσεις τις παρακάτω εντολές:

α) “Προσθήκη μετάλλαξης”. Στον πίνακα με τον ομώνυμο τίτλο κάνεις κλικ στην εικόνα με τη γούνα κάτω από το “Κυρίαρχη”,

β) “Προσθήκη συντρόφου”. Κάνεις κλικ πάνω στο αντίστοιχο κίτρινο κουτάκι, για να αρχίσει η αναπαραγωγή.

γ) Κάνεις κλικ στο τετραγωνάκι με το πλην (−) αριστερά από το διάγραμμα, για να κάνεις σμίκρυνση στο διάγραμμα, ώστε να βλέπεις τις αριθμητικές τιμές του πληθυσμού, όταν αυτές μεγαλώνουν αρκετά.

δ) “Περιορισμένη τροφή”. Στον πίνακα με τίτλο “Περιβαλλοντικοί παράγοντες” κάνεις κλικ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι, για να επιλέξεις η τροφή να μην είναι απεριόριστη στο οικοσύστημα.

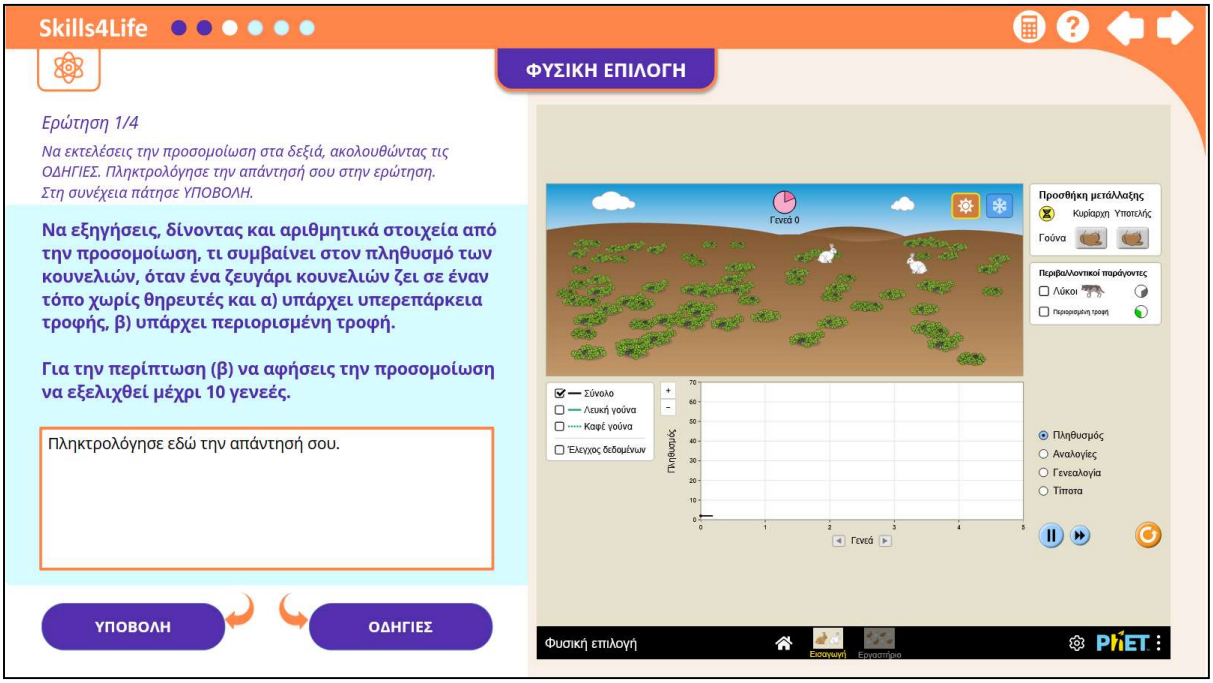
ε) “Εισαγωγή θηρευτών”. Στον πίνακα με τίτλο “Περιβαλλοντικοί παράγοντες” κάνεις κλικ στο τετραγωνάκι “Λύκοι”, για να επιλέξεις να εισαχθούν θηρευτές στο οικοσύστημα.

Ο ροζ κύκλος στο κέντρο της προσομοίωσης δείχνει το χρόνο μέχρι την εμφάνιση της επόμενης γενεάς.

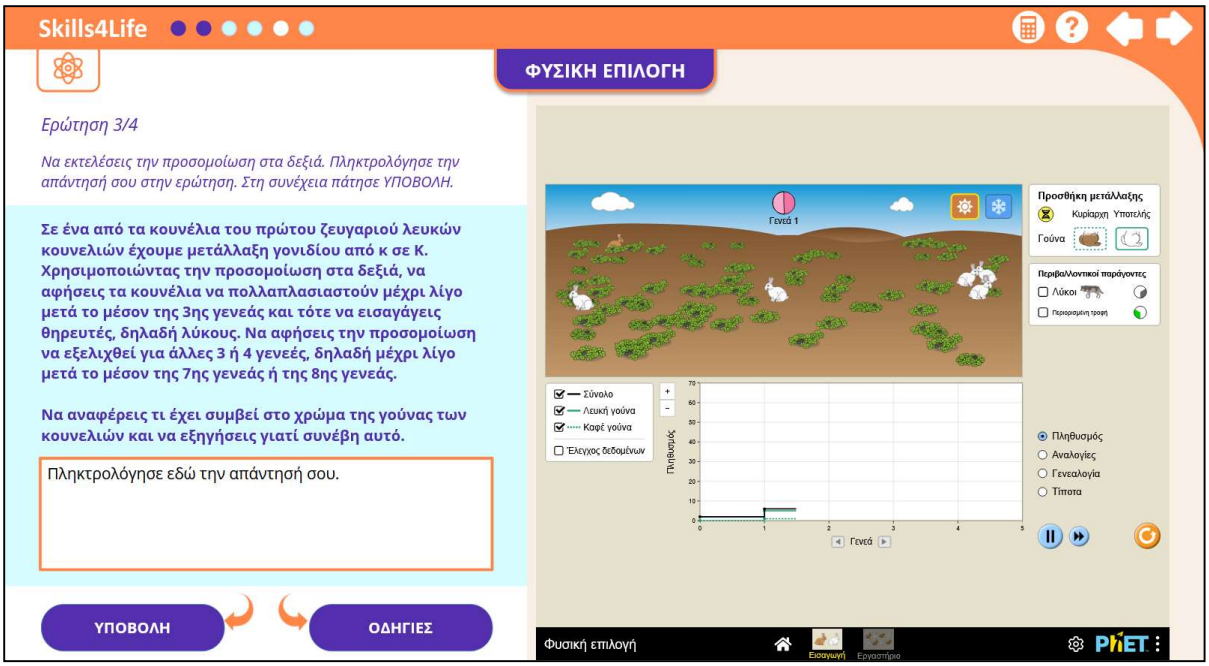
Τις υπόλοιπες επιλογές δεν θα τις χρειαστείς, για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν.

Τα κουμπιά  σου επιτρέπουν αντίστοιχα

- να σταματήσεις την εξέλιξη της προσομοίωσης σε κάποιο σημείο,
- να επιταχύνεις την εξέλιξή της
- να επαναλάβεις την προσομοίωση από την αρχή.



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Περιβαλλοντικές Συνέπειες & Κλιματική Αλλαγή	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης.
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Παγκόσμιο	**Περιεχόμενο** Περιβαλλοντικές Συνέπειες & Κλιματική Αλλαγή	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης.
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Προσομοίωση	

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ: Όλες οι ερωτήσεις του θέματος μπορούν να αξιοποιηθούν:

α) Στο πλαίσιο της Βιολογίας Β Λυκείου στις υποπαραγράφους «3.1.3 Η θεωρία της φυσικής επιλογής» και «3.1.5 Η φυσική επιλογή εν δράσει» του Κεφαλαίου «3. Εξέλιξη».

β) Στη Βιολογία Γ Γυμνασίου στο πλαίσιο της υποπαραγράφου «7.1 Η εξέλιξη και οι “μαρτυρίες” της» του Κεφαλαίου «7. Εξέλιξη».

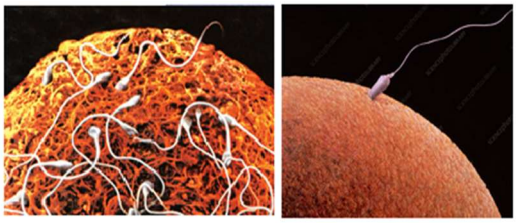
3ο Παράδειγμα: Οι ερωτήσεις 1, 2 και 7 του θέματος ΕΠΙΣΚΕΨΗ ΣΤΟΝ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΟ (ΚΕΕ 2007, τροποποιημένο).

Εισαγωγικό κείμενο

Η Μαρία, μια κοπέλα 15 ετών, επισκέπτεται τον γυναικολόγο, για να ενημερωθεί για τα θέματα της γονιμοποίησης και της αντισύλληψης.

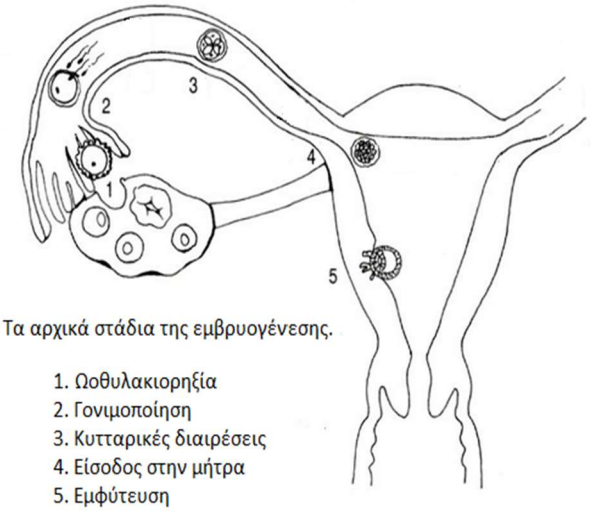
Ο γιατρός της εξηγεί: Κάθε 28 περίπου ημέρες ωριμάζει ένα, συνήθως, ωάριο σε μία από τις δύο ωοθήκες της γυναίκας. Με τη διαδικασία της ωορρηξίας το ωάριο ελευθερώνεται και μεταφέρεται στον ωαγωγό, όπου μπορεί να γονιμοποιηθεί από ένα σπερματοζωάριο. Το γονιμοποιημένο ωάριο, που ονομάζεται ζυγωτό, αρχίζει να μετακινείται πολύ αργά προς τη μήτρα και συγχρόνως διαιρείται. Με τις διαιρέσεις αυτές δημιουργούνται τα πρώτα κύτταρα του εμβρύου.

Μετά από πέντε ημέρες γίνεται η εμφύτευση, δηλαδή το έμβρυο προσκολλάται στα τοιχώματα της μήτρας και αρχίζει η εγκυμοσύνη.



Σπερματοζωάρια πολιορκούν ωάριο

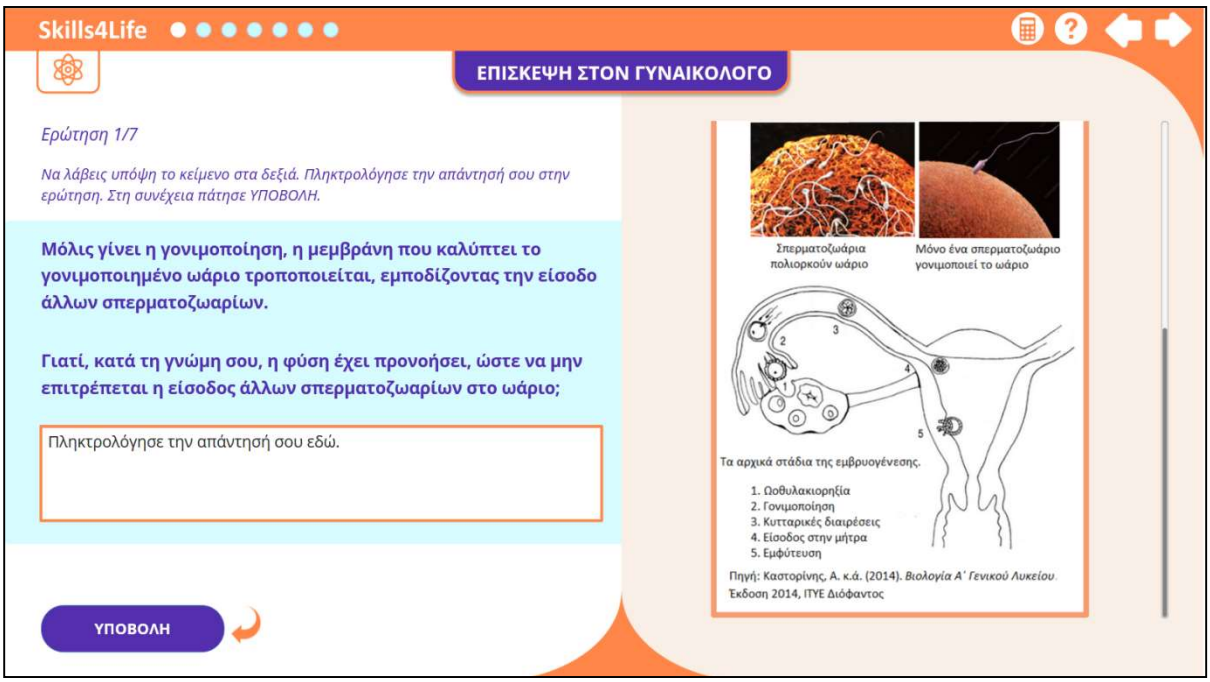
Μόνο ένα σπερματοζωάριο γονιμοποιεί το ωάριο



Τα αρχικά στάδια της εμβρυογένεσης.

1. Ωοθυλακιορηξία
2. Γονιμοποίηση
3. Κυτταρικές διαιρέσεις
4. Είσοδος στην μήτρα
5. Εμφύτευση

Πηγή: Καστορίνης, Α. κ.ά. (2014). *Βιολογία Α΄ Γενικού Λυκείου*. Έκδοση 2014, ΙΤΥΕ Διόφαντος



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Σύντομης απάντησης.
Επίπεδο Δυσκολίας 5	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

Εισαγωγικό κείμενο 2ης ερώτησης

Ο γιατρός συνεχίζει: "Αν, λοιπόν, μια γυναίκα θέλει να αποφύγει μια ανεπιθύμητη εγκυμοσύνη, μπορεί να χρησιμοποιήσει διάφορες μεθόδους αντισύλληψης, που έχουν σκοπό την αποφυγή της γονιμοποίησης και της κύησης." Στη συνέχεια, δείχνει στη Μαρία τον παρακάτω πίνακα με τις συνηθέστερες μεθόδους αντισύλληψης και την αποτελεσματικότητά τους.

Μέθοδοι αντισύλληψης	**Ποσοστό αποτυχίας**
Α. Αντισυλληπτικό χάπι (περιέχει ορμόνες που εμποδίζουν την ωρίμανση και την απελευθέρωση του ωαρίου από τις ωοθήκες)	0,5 %
Β. Διάφραγμα με σπερματοκτόνα (τοποθετείται στον τράχηλο της μήτρας και λειτουργεί ως φραγμός)	2,5 %
Γ. Προφυλακτικό με σπερματοκτόνα (λειτουργεί ως φραγμός)	2,5 %
Δ. Ενδομήτριο σπείραμα (δημιουργεί ένα τοπικό φλεγμονώδες περιβάλλον στη μήτρα, δυσχεραίνοντας την εμφύτευση του γονιμοποιημένου ωαρίου)	2,5 %
Ε. Φυσικές μέθοδοι (η *καθημερινή καταγραφή της θερμοκρασίας του σώματος, γιατί στην ωορρηξία υπάρχει μια μικρή αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος κατά 0,2-0,5* °C και *η διακοπτόμενη συνουσία)*	10,0 %
ΣΤ. Σπερματοκτόνα (εξολοθρεύουν μεγάλο αριθμό σπερματοζωαρίων, έχουν τη μορφή αλοιφής ή αφρού)	25,5 %
Ζ. Καμία προφύλαξη	82,0 %



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Γνώση περιεχομένου	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Σύνθετη πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 4	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	



Επιστημονική Ικανότητα Επιστημονική Ερμηνεία Φαινομένων	**Τύπος Επιστημονικής Γνώσης** Διαδικαστική γνώση ή γνώση των επιστημονικών διαδικασιών	**Γνωστικές Περιοχές** Έμβια συστήματα
Πλαίσιο Εφαρμογής Προσωπικό	**Περιεχόμενο** Υγεία & Ασθένειες	**Τύπος απάντησης** Σύνθετη πολλαπλής επιλογής
Επίπεδο Δυσκολίας 3	**Τύπος Θέματος** Κείμενο	

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ: Οι παραπάνω ερωτήσεις του θέματος μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο της Βιολογίας Α Λυκείου στην υποπαράγραφο «Έλεγχος γεννήσεων – Οικογενειακός προγραμματισμός» του Κεφαλαίου «12. Αναπαραγωγή - Ανάπτυξη».

Κεφάλαιο 5: Δύο βασικά εργαλεία για την υποστήριξη της διδασκαλίας με στόχο τον επιστημονικό εγγραμματισμό

Εισαγωγή

Στο τελευταίο αυτό κεφάλαιο του παρόντος Οδηγού θα παρουσιαστούν δύο βασικά εργαλεία τα οποία, όπως ήδη αναφέρθηκε, έχουν αναπτυχθεί με στόχο να υποβοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς στα σχολεία να εφαρμόσουν διδακτικές στρατηγικές οι οποίες προωθούν 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. Τα δυο αυτά εργαλεία είναι:

α) η Τράπεζα Θεμάτων skills4life και

β) η πλατφόρμα προσομοίωσης διαδικασιών αξιολόγησης του επιπέδου του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών (https://simulation.pisa4u.gr/)

5.1 Τι είναι η Τράπεζα Θεμάτων skills4life;

Το skills4life είναι μια ανοιχτή τράπεζα θεμάτων και διδακτικών πόρων σε τρία γνωστικά αντικείμενα: **Φυσικές Επιστήμες**, **Μαθηματικά**, **Κατανόηση Κειμένου**. Κάθε «Θέμα» συνοδεύεται από περιγραφή, μεταδεδομένα (επίπεδο δυσκολίας, τύπο ερωτήσεων, δεξιότητες, πλαίσιο εφαρμογής, κ.ά.) και συνδέσμους σε υλικό ή/και προσομοιώσεις. Συνολικά υπάρχουν 240 θέματα, 80 σε κάθε αντικείμενο.

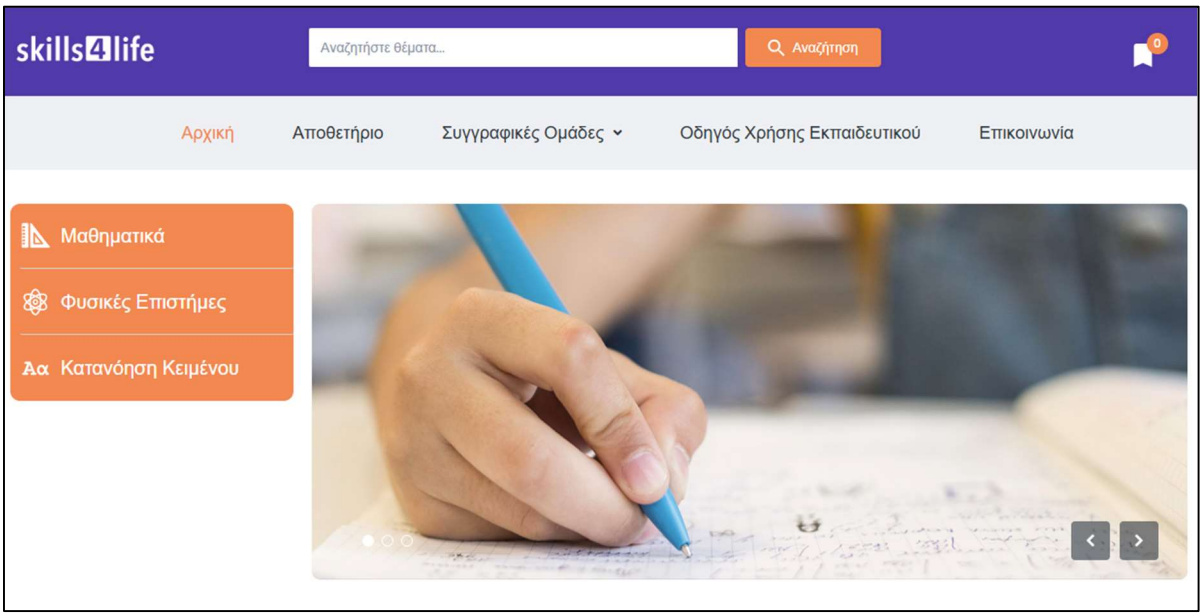
SCAN ME

Όλα τα θέματα έχουν υλοποιηθεί σε ένα περιβάλλον πολύ φιλικό προς τον χρήστη, που θα προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών, χωρίς παράλληλα να τους δυσκολεύει.

Υπάρχει σημαντικός αριθμός διαδραστικών θεμάτων και προσομοιώσεων που βοηθούν όταν θέλουμε οι μαθητές να καταλάβουν «πώς δουλεύει κάτι» ή «πώς εξελίσσεται ένα φαινόμενο», «παίζοντας» με διάφορες παραμέτρους και βλέποντας αμέσως τι αλλάζει. Τα σχετικά θέματα είναι χρήσιμα στην αρχή ενός μαθήματος, για να δούμε τι ήδη γνωρίζουν οι μαθητές, αλλά και στη διάρκειά του, για να κρατήσει ο εκπαιδευτικός το ενδιαφέρον των μαθητών και να παρέχει γρήγορη ανατροφοδότηση, καθώς οι μαθητές μπορούν να δοκιμάζουν σενάρια και να εξηγούν τα αποτελέσματα με απλά λόγια.

Η δομή της αρχικής σελίδας της Τράπεζας έχει τρεις βασικές περιοχές:

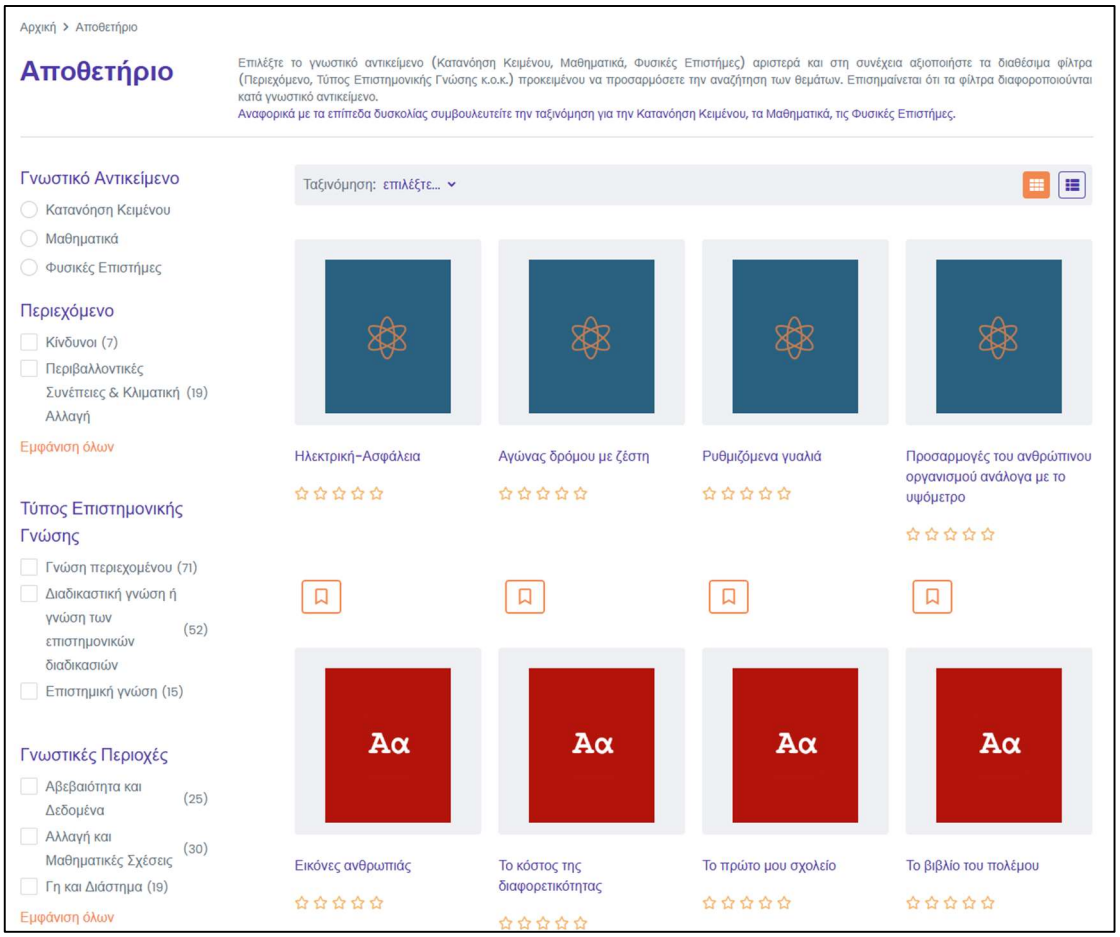
- Το Κύριο οριζόντιο μενού από όπου μπορεί κανείς να περιηγηθεί στην Αρχική σελίδα, το Αποθετήριο, να δει τις Συγγραφικές Ομάδες, τον Οδηγό Χρήσης και τους τρόπους Επικοινωνίας με τους διαχειριστές της πλατφόρμας.
- Η δεύτερη βασική περιοχή είναι στο κέντρο της σελίδας από όπου μπορεί κανείς να έχει πρόσβαση σε δημοφιλή ή νέα θέματα (θέματα δηλαδή που έχουν πρόσφατα αναρτηθεί).
- Τέλος, από το μενού αριστερά μπορεί κανείς να επιλέξει γνωστικό αντικείμενο και να δει όλα τα θέματα που εμπίπτουν σε αυτό.



Η πιο σύντομη διαδρομή την οποία μπορεί να ακολουθήσει κανείς προκειμένου να επιλέξει θέματα της αρεσκείας του είναι η ακόλουθη:

1. Ανοίγει το Αποθετήριο.
2. Επιλέγει Γνωστικό Αντικείμενο (π.χ. Φυσικές Επιστήμες).
3. Χρησιμοποιεί 1–2 φίλτρα (π.χ. «Τύπος Θέματος → Προσομοίωση»).
4. Πατάει σε ένα Θέμα για να δει την περιγραφή και το κουμπί «Δείτε το Θέμα».

Συμβουλή: Ξεκινήστε με λίγα φίλτρα. Αν έχετε πολλά, μειώστε τα για να δείτε περισσότερα αποτελέσματα.



Προκειμένου να εντοπίσει κανείς το κατάλληλο θέμα το οποίο ανταποκρίνεται στις εκάστοτε διδακτικές ανάγκες του, θα πρέπει πρώτα να λάβει υπόψη του τον στόχο του μαθήματος: με άλλα λόγια, θα πρέπει να σκεφθεί «Τι θέλω να πετύχουν οι μαθητές;» (π.χ. «ερμηνεία φαινομένων»). Στη συνέχεια, θα πρέπει, ανάλογα με το επίπεδο της τάξης, να ρυθμίσει το επίπεδο δυσκολίας των θεμάτων. Καλό είναι να ξεκινήσει κανείς με θέματα βαθμού δυσκολίας 2–4, και ανάλογα με τα αποτελέσματα μπορεί εν συνεχεία να αυξήσει τον βαθμό δυσκολίας. Τέλος, μπορεί να επιλέξει το κατάλληλο θέμα ανάλογα με τον τύπο του (θέμα που περιλαμβάνει απλό κείμενο, με στοιχεία διαδραστικότητας ή θέμα προσομοίωσης). Τα διαθέσιμα φίλτρα διαφέρουν ανά γνωστικό αντικείμενο.

Συγκεκριμένα, για τις Φυσικές Επιστήμες η επιλογή των θεμάτων μπορεί να γίνει με βάση τα ακόλουθα φίλτρα ή επιμέρους συνδυασμούς τους:

- **Γνωστικό Αντικείμενο**: Κατανόηση Κειμένου, Μαθηματικά, Φυσικές Επιστήμες
- **Περιεχόμενο**: π.χ. Κίνδυνοι, Υγεία & Ασθένειες, Φυσικοί Πόροι, Κλιματική Αλλαγή
- **Τύπος Επιστημονικής Γνώσης**: Γνώση περιεχομένου, Διαδικαστική, Επιστημική

- **Γνωστικές Περιοχές**: π.χ. Φυσικά συστήματα, Γη & Διάστημα, Ποσότητα, Χώρος & Σχήμα
- **Επιστημονική Δεξιότητα**: Ερμηνεία φαινομένων, Σχέδια διερεύνησης, Αναζήτηση/αξιολόγηση πληροφορίας, Μαθηματικός συλλογισμός, κ.ά.
- **Τύπος Θέματος**: Κείμενο, Διαδραστικό, Προσομοίωση
- **Επίπεδο Δυσκολίας**: 1–6. Η κλίμακα 1–6 περιγράφει την πολυπλοκότητα κατανόησης/δεξιοτήτων που απαιτούνται με το 1 να αντιπροσωπεύει τα λιγότερο πολύπλοκα και το 6 τα πιο πολύπλοκα θέματα (βλ. παραπάνω την ενότητα 2.7).
- **Τύπος Απάντησης**: Απλή/Σύνθετη πολλαπλής επιλογής, Συμπλήρωση κενού, Σύντομης απάντησης, Ανάπτυξης.

Αφού ο εκπαιδευτικός επιλέξει το κατάλληλο για τις εκάστοτε διδακτικές ανάγκες θέμα, πατώντας πάνω σε αυτό βλέπει τη σελίδα του, η οποία περιλαμβάνει:

- **Τίτλο & Περιγραφή**: το εκπαιδευτικό σενάριο/δραστηριότητα και τους στόχους.
- **Μεταδεδομένα**: τύπους ερωτήσεων (π.χ. Κείμενο, Προσομοίωση), αριθμό ερωτήσεων, επίπεδα δυσκολίας για τις επιμέρους ερωτήσεις που περιλαμβάνει το θέμα (π.χ. 3–4), γνωστικό αντικείμενο, επιστημονική δεξιότητα, γνωστικές περιοχές, τύπο επιστημονικής γνώσης, περιεχόμενο, πλαίσιο εφαρμογής (π.χ. παγκόσμιο/σχολικό), τύπο απάντησης (μορφή αξιολόγησης), πηγή, έκδοση.

Εν συνεχεία πατώντας το κουμπί **«Δείτε το Θέμα»** μπορεί κανείς να έχει πρόσβαση στο υλικό/δραστηριότητα. Μπορεί, επίσης, να **αξιολογήσει** το θέμα και να παρέχει ανατροφοδότηση σχετικά με την αρτιότητά του εισάγοντας το email του.

Η εμφάνιση όλων των θεμάτων, τα οποία περιλαμβάνουν επιμέρους ερωτήσεις, ακολουθεί μια κοινή λογική. Ειδικότερα, η οθόνη είναι χωρισμένη στη μέση: αριστερά υπάρχει η ερώτηση και στα δεξιά βρίσκεται το κείμενο ή η εικόνα ή η προσομοίωση με βάση τα οποία πρέπει να απαντηθεί η ερώτηση.[11] Το πλήθος των ερωτήσεων κάθε θέματος φαίνεται από τις κουκίδες πάνω αριστερά και μπορεί κανείς να περιηγηθεί ανάμεσα στις ερωτήσεις χρησιμοποιώντας τα βελάκια προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Όταν υποβάλλεται η απάντηση σε μια ερώτηση, υπάρχει πάντα μια ανατροφοδότηση, είτε η απάντηση είναι αποδεκτή είτε μη αποδεκτή. Στη συνέχεια, πατώντας το αντίστοιχο κουμπί, ο εκπαιδευτικός

[11] Ο τρόπος παρουσίασης των θεμάτων στην πλατφόρμα skills4life ακολουθεί σε σημαντικό βαθμό το πρότυπο (interface) με το οποίο εμφανίζονται τα θέματα του γνωστικού test της έρευνας PISA.

μπορεί να δει επιπλέον ανατροφοδότηση, όπου παρέχονται περισσότερες πληροφορίες (π.χ. αναλύονται και οι περιπτώσεις μερικώς αποδεκτών απαντήσεων εκ μέρους των μαθητών, γίνεται αναλυτικότερη αναφορά στα κριτήρια της αξιολόγησης της κάθε απάντησης, ενώ συχνά αναλύεται το τι υποδεικνύουν οι διάφορες απαντήσεις για τα γνωστικά κενά και τις ελλείψεις των μαθητών που τις δίνουν).

Τέλος, έχει κανείς τη δυνατότητα να προσθέσει το θέμα στα **Αγαπημένα** για γρήγορη πρόσβαση σε όσα θέματα χρησιμοποιεί συχνά, πατώντας την αντίστοιχη επιλογή, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εν συνεχεία παρατίθεται ένα παράδειγμα διδακτικής αξιοποίησης της Τράπεζας για τη διδασκαλία της έννοιας της ηλεκτρικής ασφάλειας στο μάθημα της Φυσικής.

Φυσικές Επιστήμες – «Ηλεκτρική Ασφάλεια» (Γυμνάσιο/Λύκειο)
Παράδειγμα: Ενδεικτικό Σενάριο Χρήσης της εφαρμογής skills4life κατά τη διδασκαλία στο μάθημα της Φυσικής.

Βήματα:

Χρησιμοποιήστε τα φίλτρα:

Γνωστικό → Φυσικές Επιστήμες,

Περιεχόμενο → Κίνδυνοι,

Τύπος Θέματος → Προσομοίωση.

Επιλέξτε το θέμα «Ηλεκτρική Ασφάλεια».

Στόχοι: Μελέτη της έντασης ρεύματος σε παράλληλες αντιστάσεις, λειτουργία ασφάλειας, διπλή μόνωση, κίνδυνοι με βρεγμένα χέρια.

Μικρο-σενάριο (20'):

Εισαγωγή: Συζήτηση για την ασφάλεια στο σπίτι.

Διερεύνηση χρησιμοποιώντας την προσομοίωση (ζεύγη μαθητών).

Συζήτηση/τεκμηρίωση απαντήσεων (τύποι απάντησης: πολλαπλής επιλογής & σύντομης).

Αναστοχασμός: Συζήτηση σχετικά με τις αλλαγές που θα μπορούσαν να γίνουν στις οικιακές συνήθειες.

5.2 Τι είναι το περιβάλλον προσομοίωσης skills4life;

SCAN ME

Η εφαρμογή **simulation** [https://simulation.pisa4u.gr/] αναπτύχθηκε με στόχο την εξοικείωση μαθητών και εκπαιδευτικών με δραστηριότητες καλλιέργειας κρίσιμων δεξιοτήτων. Βασίζεται στο υλικό που είναι διαθέσιμο στην πλατφόρμα skills4life [https://skills4life.gr/] και επιτρέπει τη διδασκαλία αλλά και την αξιολόγηση θεμάτων Κατανόησης Κειμένου, Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών μέσω διερευνητικής μάθησης και κριτικής επίλυσης καθημερινών προβλημάτων.

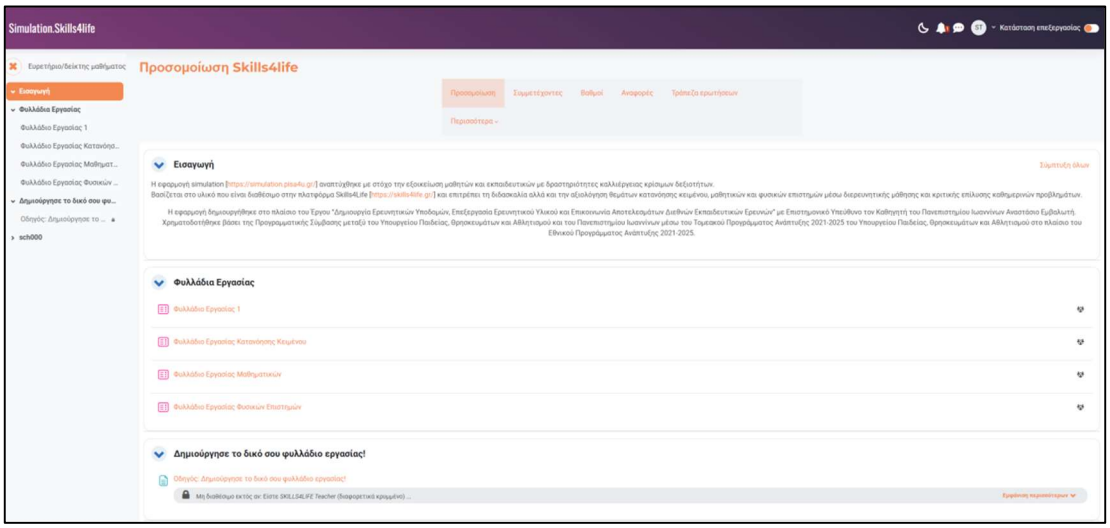
Είναι ουσιαστικά ένα εργαλείο για δημιουργία δραστηριοτήτων αξιολόγησης και τεστ με επιμέρους θέματα διαφόρων τύπων, συμπεριλαμβανομένων και διαδραστικών θεμάτων και προσομοιώσεων. Το πλεονέκτημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι, εφόσον πρόκειται για δραστηριότητα κλειστού τύπου, οι μαθητές λαμβάνουν άμεση ανατροφοδότηση ύστερα από κάθε τους προσπάθεια. Κατά συνέπεια, η εν λόγω εφαρμογή προσομοίωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί **πριν** από το μάθημα για να διερευνήσει ο κάθε διδάσκων το τι ήδη γνωρίζουν και τι κενά μπορεί να έχουν οι μαθητές του (π.χ. μέσω 3–5 σύντομων ερωτήσεις). **Κατά τη διάρκεια** του μαθήματος, η χρήση της προσομοίωσης επιτρέπει σύντομους ελέγχους κατανόησης ή δραστηριότητες, όπου οι ομάδες δουλεύουν σε προσομοιώσεις και απαντούν σε ερωτήσεις. **Μετά** το μάθημα ή στο σπίτι, μπορεί να δοθεί ένα μικρό κουίζ, ώστε οι μαθητές να ξαναδούν τις έννοιες με τον δικό τους ρυθμό και να εξασκηθούν σε ενδιαφέρουσες δραστηριότητες.

Οι προσομοιώσεις κάνουν τις έννοιες πιο χειροπιαστές: ο μαθητής αλλάζει μια παράμετρο (όπως δύναμη, θερμοκρασία ή ποσοστό) και βλέπει τι συμβαίνει αμέσως στην

οθόνη. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στις Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά, όπου συχνά μιλάμε για φαινόμενα που δεν είναι πάντα δυνατόν να τα δούμε ζωντανά στην τάξη. Επίσης, τα σύντομα επαναλαμβανόμενα κουίζ βοηθούν τη μνήμη: με λίγες ερωτήσεις ανά 2 ή 3 ημέρες, οι μαθητές θυμούνται καλύτερα και συνδέουν τις γνώσεις τους από διαφορετικά κεφάλαια.

Τέλος, το εργαλείο διευκολύνει την προσαρμογή στο επίπεδο κάθε μαθητή. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να δώσει πιο εύκολες ή πιο απαιτητικές εκδοχές της ίδιας θεματολογίας, να προσθέσει μικρές υποδείξεις, όπου χρειάζεται, και να παρουσιάσει το περιεχόμενο με διαφορετικούς τρόπους (κείμενο, εικόνες, προσομοίωση). Σε περίπτωση χρήσης του εργαλείου για προετοιμασία των μαθητών για εξετάσεις, προσφέρει «δοκιμαστικά» τεστ με χρονόμετρο και τυχαία σειρά ερωτήσεων, ενώ τα αποτελέσματα ανά ερώτηση δείχνουν πού υπάρχουν κενά. Έτσι, ο εκπαιδευτικός μπορεί να προσαρμόσει γρήγορα το επόμενο μάθημα με βάση πραγματικά δεδομένα.

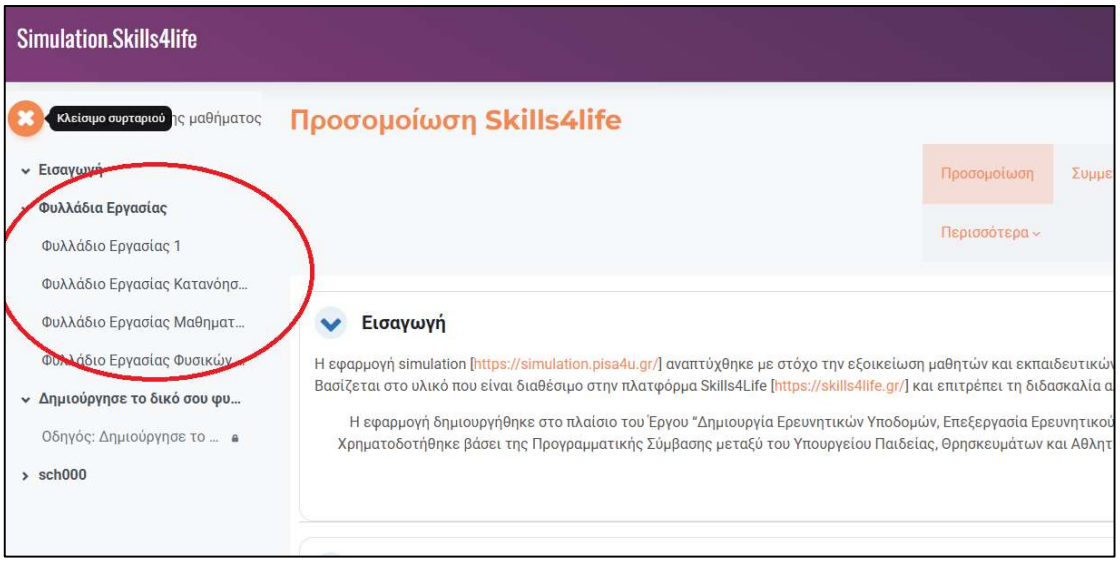
Η αρχική σελίδα της εφαρμογής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Οι δυνατότητες που παρέχει η εφαρμογή για την καθημερινή εργασία των εκπαιδευτικών είναι οι εξής:

Χρήση των έτοιμων Φυλλαδίων Εργασίας (κουίζ)

Κάθε εκπαιδευτικός μπορεί να βρει έναν αριθμό έτοιμων φυλλαδίων εργασίας τα οποία αφορούν το μάθημά του όπως φαίνεται στο μενού πάνω αριστερά. Αν και τα φυλλάδια είναι κοινά για όλα τα σχολεία, **μόνο οι εκπαιδευτικοί του κάθε επιμέρους σχολείου** μπορούν να δουν τις απαντήσεις των μαθητών τους.

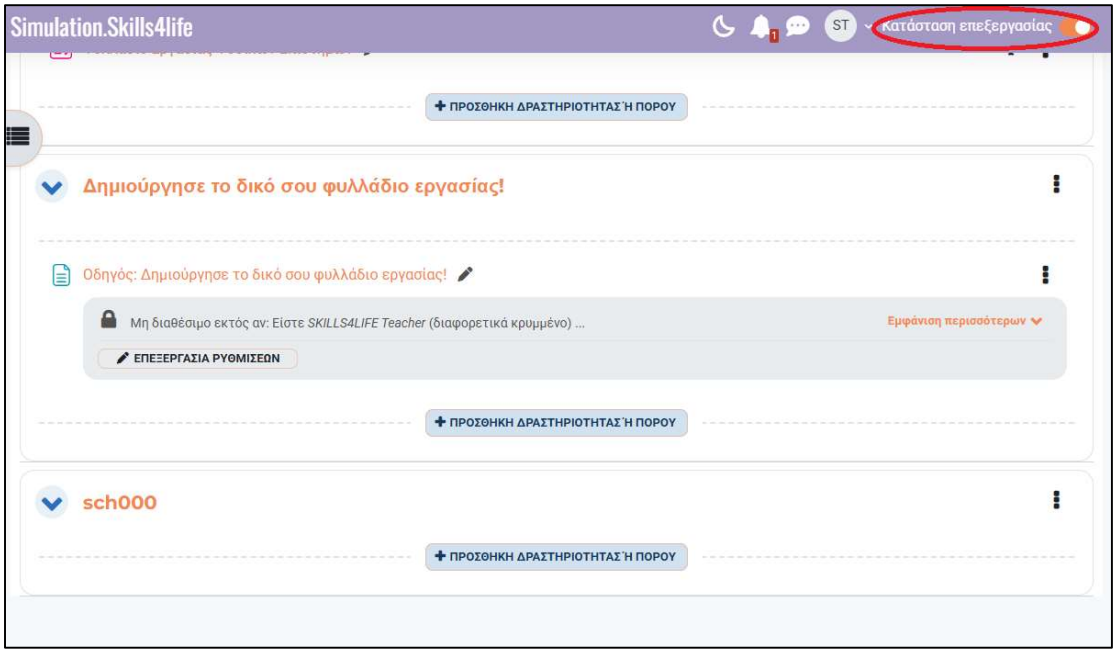


Δημιουργία νέων κουίζ

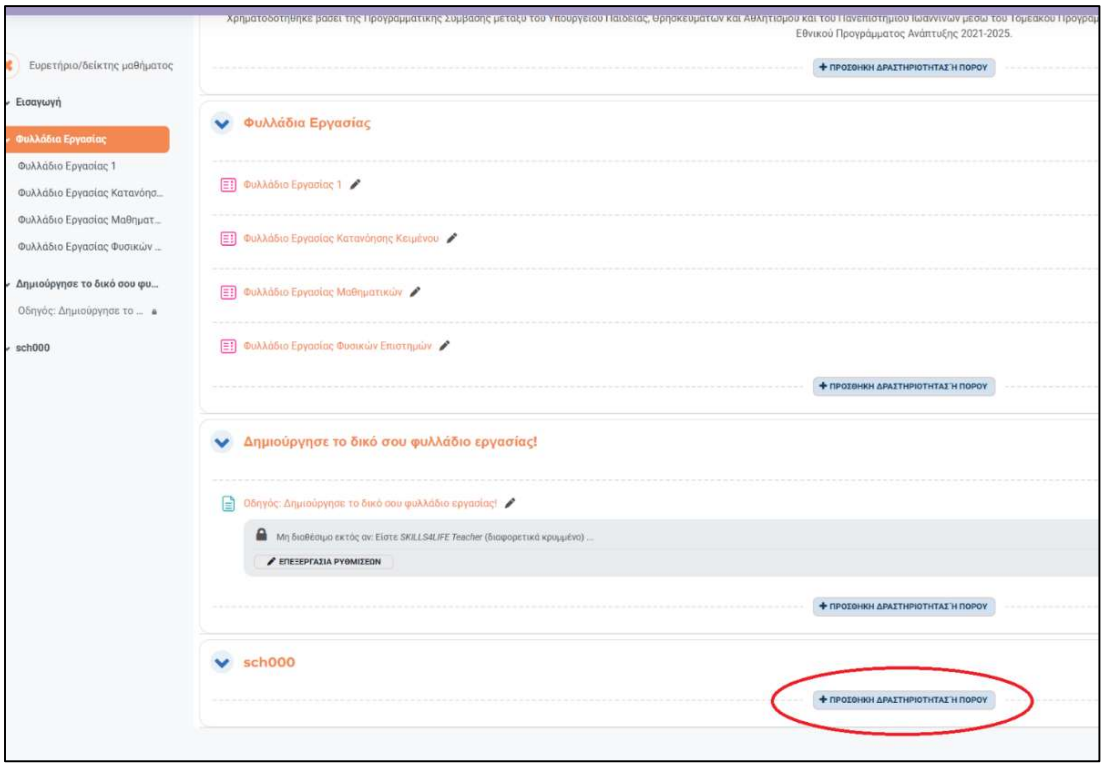
Οι εκπαιδευτικοί του κάθε σχολείου μπορούν εκτός από το να αξιοποιούν τα έτοιμα φυλλάδια, τα οποία αναφέρθηκαν ήδη, να δημιουργήσουν δικά τους φυλλάδια εργασίας επιλέγοντας τα θέματα και τις επιμέρους ερωτήσεις από κάθε θέμα τις οποίες θα ήθελα να εντάξουν σε καθένα από αυτά τα φυλλάδια.

Προκειμένου να φτιάξουν οι εκπαιδευτικοί τα δικά τους φυλλάδια, διαθέσιμα μόνο στους μαθητές του σχολείου τους, θα πρέπει να ακολουθήσουν τα επόμενα βήματα:

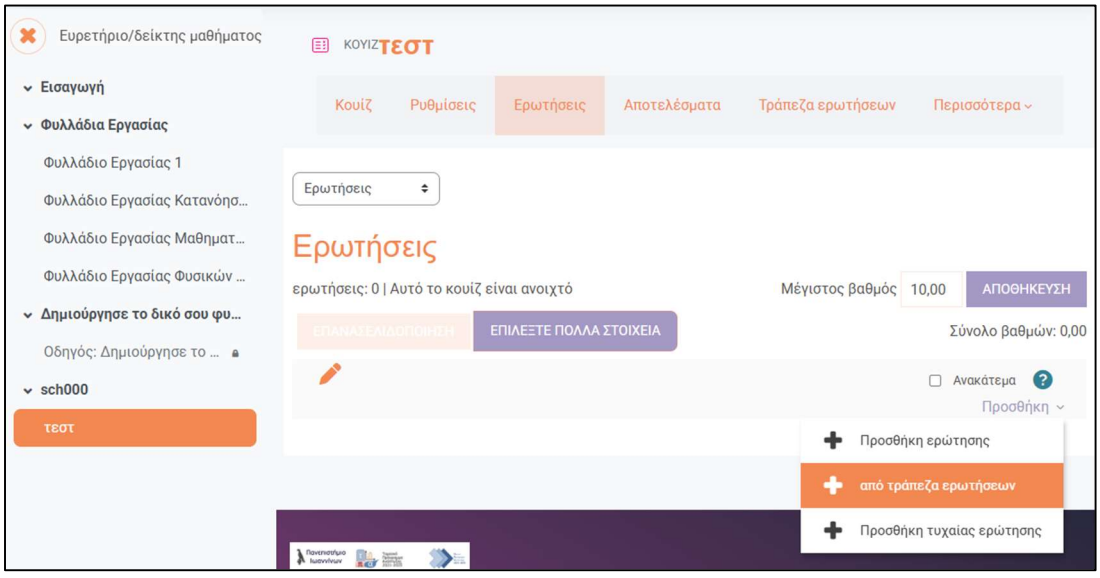
1. Ενεργοποιήστε την επεξεργασία (κουμπί πάνω δεξιά).



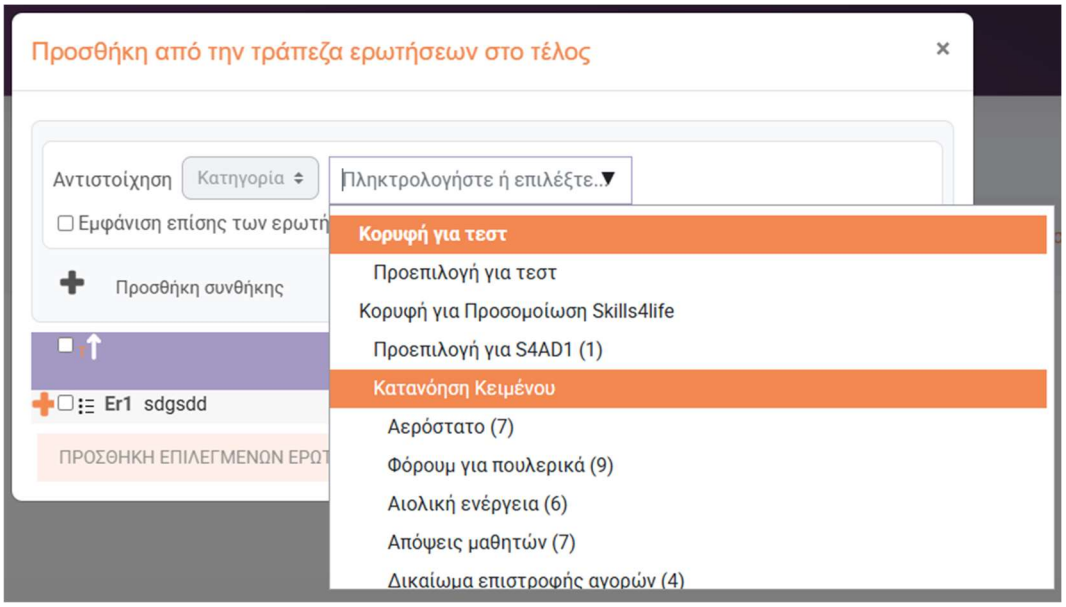
2. Στην ενότητα του σχολείου (px. sch0xx) πατήστε «Προσθήκη δραστηριότητας ή πόρου» και επιλέξτε «Κουίζ» από το αναδιπλούμενο μενού.



3. Δώστε το όνομα που επιθυμείτε για το κουίζ και πατήστε «Αποθήκευση».
4. Επιλέξτε το κουίζ που δημιουργήσατε και πατήστε «Προσθήκη» → από Τράπεζα ερωτήσεων, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Στο σημείο αυτό μπορείτε να επιλέξετε ανάμεσα σε όλα τα θέματα της πλατφόρμας skills4life.



Αν γνωρίζετε το θέμα που θέλετε να προσθέσετε, πληκτρολογήστε το όνομά του στην αναζήτηση, αλλιώς κάντε αναζήτηση στη λίστα με όλα τα θέματα. Ο αριθμός μέσα στην παρένθεση δείχνει τον αριθμό των ερωτήσεων του θέματος.



5. Πατήστε «Εφαρμογή φίλτρων».
6. Μπορείτε να προσθέσετε ολόκληρο το θέμα ή να τσεκάρετε όσες ερωτήσεις επιθυμείτε με κλικ στο κουτάκι δίπλα σε κάθε ερώτηση. Πατήστε «Προσθήκη» στο κουίζ.

Πέραν των ανωτέρω οδηγιών μπορούν οι εκπαιδευτικοί να παρακολουθήσουν και σχετικό βίντεο που περιγράφει αναλυτικά τη διαδικασία ακολουθώντας από το μενού αριστερά το σύνδεσμο: «Οδηγός: Δημιούργησε το δικό σου φυλλάδιο εργασίας!»

Για κάθε σχολείο υπάρχει μια ενότητα με όνομα το ID που έχει δοθεί σε αυτό π.χ sch000, στην οποία έχουν πρόσβαση μόνον οι χρήστες του συγκεκριμένου σχολείου (εκπαιδευτικοί και μαθητές). Η προτροπή είναι να δημιουργείτε εκεί τα φυλλάδια εργασίας, ώστε να μην έχει άλλος πρόσβαση σε αυτά.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Anagnostopoulou, K., Hatzinikita, V., & Christidou, V. (2012). *PISA and biology school textbooks: The role of visual material*. Procedia – Social and Behavioral Sciences, 46, 1839–1845.
- 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.
- Apostolopoulos, K., Psalidas, A., Hatzinikita, V., & Katsis, A. (2008). *Studying Greek students' performance on PISA science items*. International Journal of Learning, 15(8), 1–8.
- Avvisati, F. & Givord, P. (2021). "How much do 15-year-olds learn over one year of schooling? An international comparison based on PISA", *OECD Education Working Papers* No. 257.
- European Commission. (2019). *Education and Training Monitor 2019 – Greece (Country analysis)*. Publications Office of the European Union. https://education.ec.europa.eu
- 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.
- ΚΕΕ (2007). *Διεθνές Πρόγραμμα για την Αξιολόγηση των Μαθητών: PISA*. Αθήνα, Εκδ. Επτάλοφος.
- OECD (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills. A New Framework for Assessment.* Paris: OECD.
- OECD (2001). Knowledge and Skills for Life. First results from PISA 2000: Learning for Tomorrow's World. Paris, OECD Publications
- OECD (2002). *Reading for Change. Performance and Engagement across Countries. Results from PISA 2000*. Paris: OECD.
- OECD (2004) Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA 2003 Paris, OECD Publications.
- OECD (2005). *PISA 2003 Technical Report*. Paris: OECD.

- OECD (2006). Assessing Scientific Reading and Mathematical Literacy. A *Framework for PISA 2006*. Paris: OECD
- OECD (2009). PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World – Analysis. OECD Publishing.
- OECD (2016). PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education (Chapter 7 Figure I.7.4 Average performance in science, by immigrant background). Paris, OECD Publications.
- OECD (2021). *PISA in Focus* No. 115 – "How much do 15-year-olds learn over one year of schooling?"

  OECD (2023α). PISA 2025 Science Framework (second draft). Διαθέσιμο στο https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf
- OECD (2023β). PISA 2022 Results. Factsheets – Greece. Διαθέσιμο στο: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/11/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_2fca04b9/greece_fce807f8/a24e696b-en.pdf
- OECD (2023γ). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/53f23881-en
- Psalidas, A., Apostolopoulos, C., & Hatzinikita, V. (2008). *Investigating factors affecting students' performance to PISA science items*. Journal of Engineering Science and Technology Review, 1(1), 90–97.
- Σοφιανοπούλου, Χ., Εμβαλωτής, Α., Καρακολίδης, Α. & Πίτσια, Β., (2019). Μια ανάλυση των αποτελεσμάτων του PISA 2015: Οι επιδόσεις των Ελλήνων μαθητών και οι παράγοντες που τις επηρεάζουν. ΔιαΝΕΟσις.

PiSA 4U

ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων

Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης 2021-2025

Τομεακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης 2021 - 2025