

Φυσική Β΄ Γυμνασίου

Πρόσθετο υλικό για τον/την εκπαιδευτικό

Το βιβλίο *Φυσική Β΄ Γυμνασίου* έχει βασιστεί στο αντίστοιχο Πρόγραμμα Σπουδών, την επιστημονική – εκπαιδευτική μεθοδολογία με διερεύνηση, την οποία προτείνει, τα Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα (γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις), καθώς και τις ενδεικτικές δραστηριότητες ανά μεθοδολογικό βήμα.

Τα θεματικά πεδία που προβλέπονται από το Πρόγραμμα Σπουδών είναι:

- Επιστήμη και Εκπαίδευση – Μεθοδολογία
- Ενέργεια και Ύλη
- Θερμότητα – Θερμοκρασία – Θερμοδυναμική
- Δυνάμεις – Κινήσεις
- Πεδία και Κύματα – Ήχος και Φως
- Ηλεκτρομαγνητισμός
- Σύγχρονη Φυσική – Τεχνολογία

Το βιβλίο εκτείνεται σε έξι κεφάλαια:

Κεφάλαιο 1. Βασικές έννοιες κινηματικής, δυναμικής (η κίνηση των σωμάτων, η δύναμη και τα χαρακτηριστικά της, κάθε δράση έχει αντίδραση – 3ος Νόμος του Newton, οι θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις).

Κεφάλαιο 2. Η Ισορροπία δυνάμεων – Ομαλή κίνηση (δράση περισσότερων της μίας δύναμης σε ένα σώμα, ισορροπία σώματος – 1ος Νόμος του Newton, ομαλή κίνηση).

Κεφάλαιο 3. Δυνάμεις στην καθημερινή ζωή: βάρος, κάθετη αντίδραση, τριβή, άνωση (βαρυτική δύναμη, δυνάμεις επαφής μεταξύ στερεών σωμάτων, δυνάμεις αλληλεπίδρασης σωμάτων σε επαφή. Η κάθετη δράση-αντίδραση, τριβή, δυνάμεις επαφής σώματος με ρευστά, άνωση, πίεση, υδροστατική πίεση, αρχή του Pascal, σχέση πίεσης άνωσης, αρχή του Αρχιμήδη, πλεύση, ατμοσφαιρική πίεση, αιώρηση αερόστατων).

Κεφάλαιο 4. Η δύναμη μπορεί να αλλάξει την κίνηση (η δύναμη επηρεάζει την κίνηση των σωμάτων, επιτάχυνση, 2ος νόμος του Newton, ελεύθερη πτώση, ομαλή κυκλική κίνηση).

Κεφάλαιο 5. Ενέργεια και διατήρηση ενέργειας (κινητική και δυναμική ενέργεια, διατήρηση ενέργειας σε μηχανικό σύστημα).

Κεφάλαιο 6. Διάδοση της ενέργειας με κύματα – Η περίπτωση του ήχου (από την ταλάντωση στο κύμα, ήχος: ηχητικά κύματα και τα χαρακτηριστικά τους, ταχύτητα)

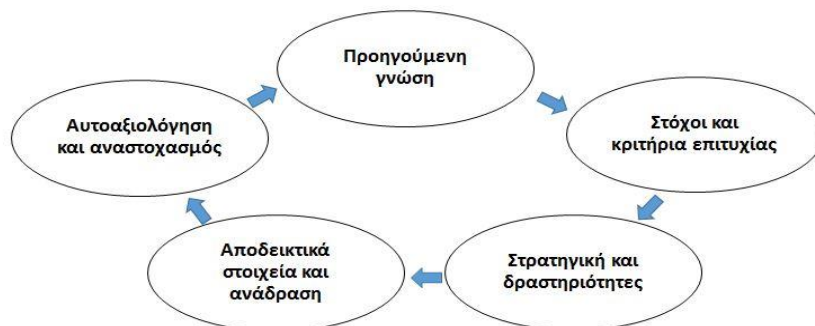
Προτεινόμενες διδακτικές ώρες ανά ενότητα

Ενότητα	Ώρες
1.1	2
1.2	2
1.3	2
2.1	3
2.2	2
2.3	2
3.1	2
3.2.1	2
3.2.2	3
3.3.1	1
3.3.2	2
3.3.3	2
3.3.4	2
3.3.5	2
4.1	1
4.2	2
4.3	2
4.4	2
4.5	2
5.1	2
5.2	3
6.1	2
6.2	2
6.3	3

Στις επόμενες σελίδες υπάρχουν στοιχεία από τη διδακτική της Φυσικής και επαφίεται στον/στην κάθε εκπαιδευτικό να διαπιστώσει σε τι βαθμό το παρόν βιβλίο τον βοηθά στον δικό του/της διδακτικό μετασχηματισμό.

ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η διαμορφωτική αξιολόγηση χρησιμοποιείται ως εργαλείο για τη μάθηση. Η αυτοαξιολόγηση, όπως και η ομότιμη αξιολόγηση, είναι και μάθηση. Η διαμορφωτική αξιολόγηση περιλαμβάνει είτε τυπικές είτε άτυπες διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή αποδεικτικών στοιχείων της μάθησης κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας, τα οποία χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή της διδασκαλίας και για την κάλυψη των αναγκών των μαθητών. Η διαδικασία επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς και στους μαθητές να συλλέξουν πληροφορίες σχετικά με την πρόοδο των μαθητών και να προτείνουν προσαρμογές στην προσέγγιση του/της εκπαιδευτικού μέσω της ανατροφοδότησης.



Έγινε προσπάθεια ώστε το βιβλίο όχι μόνο να αποτελεί έναν οδηγό μάθησης, έναν πλοηγό για τη μελέτη του περιεχομένου, αλλά και ένα εργαλείο διαμορφωτικής αξιολόγησης, αφού τα αποδεικτικά στοιχεία της μάθησης καταγράφονται μέσα στο βιβλίο, το οποίο χαρακτηρίζεται ως βιβλιοτετράδιο.

Στο πρώτο βήμα της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας (*Έναυσμα του ενδιαφέροντος*), εκτός από εικόνες ή video υπάρχει και το «Ας αναρωτηθούμε». Οι ερωτήσεις αυτές είναι κατάλληλες για ανίχνευση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών, για συζήτηση στην τάξη ή εξ αποστάσεως, σε κάποιο forum του σχολικού δικτύου.



Ας αναρωτηθούμε:

- Πώς γνωρίζουμε ότι οι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο και όχι γύρω από τη Γη;
- Πώς γνωρίζουμε ότι το φως της Σελήνης δεν είναι δικό της;

Στο δεύτερο βήμα της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας (*Διατύπωση υποθέσεων*), ακολουθούν ερωτήματα και υπάρχει χώρος, ώστε να γίνει καταγραφή των υποθέσεων των μαθητών/τριών. Στη φάση αυτή, επίσης, ανιχνεύονται πιθανές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΠΩΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΝΤΑΙ

Οι μαθητές/τριες έρχονται στο σχολείο με ένα σύνολο «Εναλλακτικών Ιδεών», όπως ονομάζονται, που σχετίζονται με τα φαινόμενα και τις έννοιες του φυσικού κόσμου. Οι Ε.Ι. των μαθητών/τριών είναι νοητικές κατασκευές τις οποίες δομούν, προκειμένου να ερμηνεύουν τα φυσικά φαινόμενα, και βασίζονται στην άμεση εμπειρία από τον φυσικό κόσμο και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Οι αντιλήψεις των παιδιών για τα διάφορα φυσικά φαινόμενα ενσωματώνονται σε εννοιολογικές δομές που παρέχουν μία λογική και συνεπή κατανόηση του κόσμου από τη μεριά των παιδιών. Μερικές από τις ιδέες των μαθητών/τριών για τον φυσικό κόσμο είναι τόσο εδραιωμένες που δεν αλλάζουν εύκολα με τη διδασκαλία. Οι Ε.Ι. των μαθητών/τριών:

- είναι κυρίως βιωματικές.
- χαρακτηρίζονται από μία αίσθηση παγκοσμιοότητας.
- παρουσιάζουν ομοιότητες με ιδέες που καταγράφηκαν στην ιστορία της επιστήμης.
- είναι υποσυνείδητες, δηλαδή, οι μαθητές/τριες, συνήθως, δεν έχουν συνείδηση του είδους των ιδεών που κατέχουν και ως εκ τούτου των εξηγήσεων που μπορεί να δίνουν για τα φυσικά φαινόμενα. Για

τον λόγο αυτό, κατά τη διδασκαλία οι εκπαιδευτικοί πρέπει να αναδεικνύουν τις ιδέες των μαθητών/τριών, ώστε αυτοί/ές να αποκτήσουν συνείδηση των ιδεών τους.

- ερμηνεύουν σε «ικανοποιητικό» βαθμό την «πραγματικότητα» και γι' αυτό οι μαθητές/τριες δεν είναι πρόθυμοι να τις εγκαταλείψουν.

Ποιοι είναι οι παράγοντες που διαμορφώνουν τις Ε.Ι. των μαθητών/τριών;

Οι ιδέες αναπτύσσονται στην προσπάθεια των παιδιών να ερμηνεύσουν το φυσικό και τεχνητό περιβάλλον μέσα στο οποίο ζουν με βάση τις εμπειρίες τους, τις τρέχουσες γνώσεις τους και τη γλώσσα που χρησιμοποιούν. Έτσι, οι ιδέες των μαθητών/τριών διαμορφώνονται:

- ανάλογα με τις αντιλήψεις των ενηλίκων, που συναναστρέφονται.
- από τα Μέσα Μαζικής Επικοινωνίας, τα εξωσχολικά βιβλία, το διαδίκτυο κ.ά.
- από την αλληλεπίδραση με άλλα παιδιά.
- από τη διδασκαλία και τα σχολικά εγχειρίδια. Πράγματι, η έλλειψη καλής επικοινωνίας μεταξύ του/της εκπαιδευτικού και των μαθητών/τριών μπορεί να οδηγήσει τους/τις μαθητές/τριες να δώσουν διαφορετικό νόημα σε αυτά που διδάσκονται από αυτό που ήταν ο αρχικός στόχος του/της εκπαιδευτικού. Επίσης, οι μαθητές/τριες κατανοούν ό,τι διαβάζουν στα σχολικά εγχειρίδια με βάση τη δική τους ερμηνευτική προσέγγιση.
- από την καθημερινή γλώσσα. Η γλώσσα παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία Ε.Ι., καθώς η σημειολογία μιας λέξης είναι διαφορετική όταν χρησιμοποιείται στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής, και διαφορετική όταν η ίδια λέξη χρησιμοποιείται στο πλαίσιο της επιστήμης, όπως για παράδειγμα οι λέξεις δύναμη ή σώμα. Ακόμα, η έκφραση «κλείσε την πόρτα για μην μπει το κρύο» οδηγεί στην άποψη ότι υπάρχουν δύο διαφορετικά μεγέθη, η ζέστη και το κρύο. Ή η έκφραση «η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος» οδηγεί στην αντίληψη ότι το ηλεκτρικό ρεύμα καταναλώνεται.

Η ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΚΑΙ Η ΑΝΑΔΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΙΔΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Υπάρχουν τεχνικές για την ανάδειξη των Ε.Ι. των μαθητών;

Οι εκπαιδευτικοί ενδείκνυται να ενημερωθούν για τις απόψεις των μαθητών/τριών πριν από τη διδασκαλία ενός μαθησιακού αντικείμενου. Εκτός από τη μελέτη της βιβλιογραφίας στην οποία είναι καταγεγραμμένες οι ιδέες των μαθητών, ο εκπαιδευτικός μπορεί να εφαρμόζει και δικές του τεχνικές προκειμένου να ενημερωθεί για τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών της τάξης του. Υπάρχουν τεχνικές που έχουν δοκιμαστεί στην πράξη και είναι πρόσφορες για αυτό τον σκοπό. Αυτές μπορεί να είναι:

- **Ερωτηματολόγιο ή προφορικές ερωτήσεις:** Οι μαθητές/τριες καλούνται να απαντήσουν σε κατάλληλες ερωτήσεις γραπτά ή προφορικά.
- **Γραπτές δηλώσεις:** Ζητείται, για παράδειγμα, από τους/τις μαθητές/τριες να γράψουν προτάσεις σχετικές με την υπό διδασκαλία έννοια ή την άποψή τους για ένα φαινόμενο.
- **Αφίσες:** Οι μαθητές/τριες καλούνται να σχεδιάσουν αφίσες ή απλές εικόνες, που να αποδίδουν την άποψή τους για ένα θέμα.
- **Ταξινόμηση καρτών:** Οι μαθητές/τριες καλούνται να ταξινομήσουν κάρτες.
- **Νοητικά ή πραγματικά πειράματα:** Οι μαθητές/τριες καλούνται να προβλέψουν νοητικά την εξέλιξη ενός πειράματος ή να πραγματοποιήσουν ένα πείραμα και να αιτιολογήσουν το αποτέλεσμα.
- **Πρόβλεψη ή/και εξήγηση:** Οι μαθητές/τριες καλούνται να διατυπώσουν μια πρόβλεψη για ένα φαινόμενο, δίνοντας κατάλληλη εξήγηση, ή αν το φαινόμενο είναι γνωστό, απλά να δώσουν εξήγηση.

Πώς επιτυγχάνεται η αλλαγή των Ε.Ι. των μαθητών/τριών προς αντιλήψεις συμβατές με την επιστημονική γνώση;

Η αλλαγή των Ε.Ι. είναι μια σύνθετη διαδικασία, διότι συνεπάγεται αλλαγή του εννοιολογικού πλαισίου με το οποίο τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον φυσικό κόσμο. Όταν οι μαθητές/τριες ερμηνεύουν αρκετά φυσικά φαινόμενα με βάση τις ιδέες τους, δεν είναι πρόθυμοι/ες να τις αλλάξουν. Με άλλα λόγια, οι Ε.Ι. των μαθητών/τριών δεν τροποποιούνται εύκολα με τη διδασκαλία. Για να συμβεί αυτό οι μαθητές/τριες πρέπει:

- να αναγνωρίσουν ότι υπάρχουν δεδομένα τα οποία δεν μπορούν να εξηγηθούν με βάση αυτές τις ιδέες.
- να συνειδητοποιήσουν ότι οι εξηγήσεις τους ή οι προβλέψεις τους είναι μη ικανοποιητικές.
- να αποδεχθούν άλλες πιθανές εξηγήσεις, οι οποίες όμως θα είναι κατανοητές, λειτουργικές και παραγωγικές.

Για τους παραπάνω σκοπούς οι εκπαιδευτικοί προτείνεται:

- να σχεδιάζουν μια σειρά διδασκαλιών για μία θεματική ενότητα, οι οποίες να έχουν ως στόχο τη συνολική τροποποίηση των Ε.Ι. των μαθητών/τριών για τις έννοιες και τα φαινόμενα αυτής της ενότητας.
- να αναδεικνύουν τις ιδέες των μαθητών.
- να βρίσκουν τρόπους να μεταφέρουν στους μαθητές τις απόψεις τους.
- να παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να ξανασκεφτούν τις απόψεις τους, ώστε να συμμετέχουν ενεργά στην τροποποίησή τους. Δηλαδή, με σωστό σχεδιασμό, να δημιουργούν συνθήκες γνωστικής σύγκρουσης.
- να φροντίζουν για μεταγνωστική αξιοποίηση (Τι ξέρω γι' αυτό; Τι ήξερα πριν; Πώς σκέφτηκα;)

Η ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΙΔΕΩΝ

Τι είναι η γνωστική σύγκρουση και τι απαιτεί ο σχεδιασμός της;

Η γνωστική σύγκρουση (cognitive conflict) αποτελεί ένα σημαντικό διδακτικό εργαλείο, γιατί είναι μια διαδικασία κατά την οποία ο/η μαθητής/τρια έρχεται αντιμέτωπος/η όχι με τις απόψεις των άλλων, αλλά με τη διάψευση των δικών του/της απόψεων ή των προβλέψεων που κάνει, στηριζόμενος/η στις αντιλήψεις του/της. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση αυτής της «σύγκρουσης» τόσο μεγαλύτερη διαταραχή θα επέλθει στις αρχικές αντιλήψεις του/της μαθητή/τριας. Η αντιπαραβολή των απόψεων των μαθητών με αυτές των επιστημόνων ή του/της εκπαιδευτικού δεν θεωρείται γνωστική σύγκρουση.

Ο σχεδιασμός και η εκτέλεση της γνωστικής σύγκρουσης για ένα θέμα απαιτεί:

- ο εκπαιδευτικός να γνωρίζει τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών για το συγκεκριμένο θέμα.
- η πορεία που θα ακολουθήσουν οι μαθητές/τριες, προκειμένου να οδηγηθούν σε συμπεράσματα αντίθετα από τα πιστεύω τους, να είναι στα μάτια τους ευλογοφανής και αξιόπιστη.
- η σύγκρουση που θα προκύψει να είναι κατανοητή και διαπραγματεύσιμη από τα ίδια τα παιδιά.
- προσοχή από τον εκπαιδευτικό, γιατί η γνωστική σύγκρουση γίνεται στην τάξη και ίσως να είναι αρνητική εμπειρία για κάποιο παιδί, αν δεν υπάρχει κλίμα ελευθερίας στην τάξη και συστηματική αξιοποίηση του «λάθους».

Παρακάτω αναφέρονται κάποια παραδείγματα Ε.Ι. σε έννοιες σχετικές με το περιεχόμενο του βιβλίου.

Βάρος – Μάζα

Ορισμένοι/ες μαθητές/τριες θεωρούν ότι τα αόρατα... δεν υπάρχουν.

Επίσης, θεωρούν ότι:

- το βάρος και η μάζα ταυτίζονται.
- τα όρια του βαρυτικού πεδίου της Γης ταυτίζονται με τα όρια της ατμόσφαιρας, στο κενό και στο διάστημα δεν υπάρχει βαρύτητα.
- η βαρύτητα οφείλεται στο μαγνητικό πεδίο της Γης.
- το βάρος είναι ιδιότητα του σώματος ή τα σώματα πέφτουν προς τα κάτω λόγω της φύσης τους.
- τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα από τα ελαφρύτερα.
- η βαρύτητα παύει να επιδρά, όταν το σώμα φτάνει στο έδαφος.
- στο νερό δεν υπάρχει βαρύτητα, γι' αυτό τα σώματα επιπλέουν ή γίνονται λιγότερο βαριά.
- τα αέρια δεν έχουν βάρος.
- το 1 kg είναι μονάδα μέτρησης του βάρους.

Κίνηση

Ορισμένοι/ες μαθητές/τριες θεωρούν ότι:

- εάν δύο αντικείμενα βρίσκονται στην ίδια θέση, έχουν ίσες ταχύτητες.
- η ταχύτητα είναι ανεξάρτητη από το σύστημα αναφοράς.
- ένα σώμα του οποίου η ταχύτητα κάποια στιγμή είναι μηδέν, δεν μπορεί να έχει επιτάχυνση.
- όταν ένα αντικείμενο έχει επιτάχυνση, τότε πρέπει να αυξάνεται οπωσδήποτε η ταχύτητά του.
- στην ελεύθερη πτώση τα βαρύτερα πέφτουν πιο γρήγορα.
- η επιτάχυνση στην ελεύθερη πτώση εξαρτάται από τη μάζα του αντικειμένου.

Δύναμη

Ορισμένοι/ες μαθητές/τριες θεωρούν ότι:

- εάν υπάρχει κίνηση, υπάρχει πάντα μια δύναμη που ενεργεί.
- ένα αντικείμενο σταματά, όταν του τελειώσει η δύναμη που έχει.
- μια σταθερή ταχύτητα είναι αποτέλεσμα μιας σταθερής δύναμης.
- αδράνεια είναι μια δύναμη που συντηρεί την κίνηση.
- η δράση και η αντίδραση ασκούνται στο ίδιο σώμα.
- όταν ένα στερεό αντικείμενο βρίσκεται σε επαφή με κάποιο άλλο, του ασκεί οπωσδήποτε κάποια δύναμη.
- όταν σπρώχνουμε με χέρι μας ένα αντικείμενο, ασκούμε μια δύναμη η οποία θα εξακολουθεί να υπάρχει και όταν πάψουμε να το σπρώχνουμε.
- η κάθετη αντίδραση είναι πάντα ίση με το βάρος του σώματος.

Πίεση

Ορισμένοι/ες μαθητές/τριες θεωρούν ότι:

- η πίεση είναι μια δύναμη.
- η πίεση στον πυθμένα ενός δοχείου είναι ανάλογη με το βάρος του υπερκείμενου υγρού.
- η πίεση στα έμβολα του υδραυλικού πιεστηρίου είναι υδροστατική πίεση.
- η άνωση σε βυθισμένο φελλό είναι μεγαλύτερη από την άνωση σε σιδερένιο αντικείμενο ίσου όγκου.

Έργο – Ενέργεια

Ορισμένοι/ες μαθητές/τριες θεωρούν ότι:

- ένα αντικείμενο έχει έργο.
- η ενέργεια είναι κάτι που σχετίζεται αποκλειστικά με έμψυχα αντικείμενα.
- η ενέργεια είναι ένα ρευστό ή ένα συστατικό ή ένα προϊόν.
- ένα σώμα έχει κινητική ενέργεια εφόσον κινείται και δυναμική ενέργεια εφόσον είναι ακίνητο.
- η ενέργεια καταναλώνεται, καθώς μεταμορφώνεται από μια μορφή σε μια άλλη.
- η ενέργεια είναι μια δύναμη.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Η επιστημονική καλλιέργεια περιλαμβάνει τις επιστημονικές διαδικασίες (αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω) αλλά και τα εξής :

Φύση της επιστήμης

Βασικά σημεία σχετικά με τη φύση της επιστήμης είναι:

- Οι επιστημονικές γνώσεις είναι προσωρινές αλλά ανθεκτικές.
- Οι νόμοι και οι θεωρίες εξυπηρετούν διαφορετικούς ρόλους στην επιστήμη και δεν έχουν ιεραρχική σχέση μεταξύ τους, οι θεωρίες εξηγούν τους νόμους της Φυσικής.
- Δεν υπάρχει καθολική επιστημονική μέθοδος βήμα προς βήμα. (Παρόλο που υπάρχουν κοινές μέθοδοι, δεν υπάρχει μια βήμα προς βήμα προσέγγιση την οποία χρησιμοποιούν όλοι οι επιστήμονες.)
- Η επιστήμη είναι μια πολύ δημιουργική προσπάθεια. Οι επιστημονικές θεωρίες παρέχουν ένα πλαίσιο για την ερμηνεία των δεδομένων και την πρόβλεψη νέων φαινομένων. Μια καλή θεωρία πρέπει να είναι επαληθεύσιμη και να μπορεί να προβλέπει αποτελέσματα που μπορούν να δοκιμαστούν.
- Η επιστημονική γνώση βασίζεται σε μεγάλο βαθμό, αλλά όχι εξ ολοκλήρου, στην παρατήρηση τα πειραματικά δεδομένα τα ορθολογικά επιχειρήματα τη δημιουργικότητα και τον σκεπτικισμό.
- Η επιστημονική πρόοδος χαρακτηρίζεται από τον ανταγωνισμό μεταξύ ανταγωνιστικών θεωριών.
- Οι επιστήμονες μπορούν να ερμηνεύσουν διαφορετικά τα ίδια πειραματικά δεδομένα.
- Τα αποτελέσματα της επιστημονικής έρευνας δημοσιεύονται σε επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια για να αξιολογηθούν από την επιστημονική κοινότητα.
- Η συνεργασία και ο διάλογος μεταξύ των επιστημόνων προάγουν την εξέλιξη της γνώσης.
- Η ανάπτυξη επιστημονικών θεωριών κατά καιρούς βασίζεται σε ασυνεπή θεμέλια.
- Υπάρχουν ιστορικές, πολιτιστικές και κοινωνικές επιρροές στην επιστήμη.
- Η επιστήμη και η τεχνολογία επηρεάζουν η μία την άλλη, αλλά δεν ταυτίζονται.
- Η επιστήμη περιορίζεται σε φυσικές και λογικές εξηγήσεις για τα φαινόμενα του κόσμου.
- Δεν ασχολείται με υπερφυσικές ή μεταφυσικές αιτίες που δεν μπορούν να ελεγχθούν εμπειρικά.

Έννοιες κλειδιά

Αναφέρονται ορισμένες όπως:

Δύναμη, Ενέργεια-Ύλη, Μοντέλο, Ακρίβεια, Χωρόχρονος, Κλίση, Ισορροπία, Θεμελιώδεις οντότητες, Αλληλεπίδραση, Κλίμακα

Σχέσεις επιστήμης τεχνολογίας και περιβάλλοντος / Υπολογιστική σκέψη

Τα τελευταία χρόνια προτείνονται οι διαδικασίες της Υπολογιστικής Σκέψης με σκοπό την επίλυση προβλημάτων στην πρακτική του **STEM**. Όπου **Science**: η μελέτη του φυσικού κόσμου, **Technology**: η τροποποίηση του φυσικού κόσμου για την ικανοποίηση των αναγκών των ανθρώπων, **Engineering**: η εφαρμογή των μαθηματικών και των επιστημών για τη δημιουργία Τεχνολογίας, **Math**: αριθμοί, πράξεις, μοτίβα και σχέσεις, χαρακτηριστικά της δομής. Οι διαδικασίες της Υπολογιστικής Σκέψης είναι οι εξής:

- Αφαίρεση: αναγνώριση και εξαγωγή σχετικών πληροφοριών για τον ορισμό βασικών ιδεών.
- Σχεδιασμός αλγορίθμου: δημιουργία μιας σειράς εντολών ή μοντέλων για την επίλυση παρόμοιων προβλημάτων ή για την εκτέλεση μιας εργασίας.
- Αποσύνθεση: κατακερματισμός δεδομένων, διαδικασιών ή προβλημάτων σε μικρότερα, διαχειρίσιμα μέρη.
- Αναγνώριση μοτίβων: παρατήρηση μοντέλων, τάσεων και κανονικότητας στα δεδομένα. Το πλαίσιο αυτό δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές/τριες να επιλύουν δημιουργικά προβλήματα χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία αναπτύσσοντας και κομβικές δεξιότητες (ψηφιακός και πληροφοριακός

γραμματισμός, αυτόνομη μάθηση, επικοινωνία, συνεργασία, καινοτομία και δημιουργικότητα όπως αυτές περιγράφονται και αναπτύσσονται στο μοντέλο [ATS2020](#)).

Δεξιότητες	Αξίες	Στάσεις
Ασφαλής χρήση συσκευών	Αμφισβήτηση	Ενδιαφέρον
Αλληλεπίδραση με Η/Υ	Ευαισθητοποίηση για την προστασία του περιβάλλοντος	Αυτοπεποίθηση
Μέτρηση όγκου	Σεβασμός στη λογική	Εκτίμηση των συντελεστών και των συνεργατών
Μέτρηση μάζας	Επιθυμία για γνώση	Επιλογή των μέσων
Μέτρηση απόστασης	Απαιτήση για επαλήθευση	Αναπόκριση (τάση για απαντήσεις)
Μέτρηση χρόνου	Αναστοχασμός	Τάση για εξηγήσεις
Μέτρηση θερμοκρασίας	Επίγνωση των συνεπειών	
Χρήση ποσοτικών σχέσεων		

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Τι εννοούμε με τον όρο επιστημονικές διαδικασίες και ποιες είναι αυτές;

Επιστημονικές διαδικασίες είναι οι διαδικασίες που εφαρμόζουν οι επιστήμονες στην εργασία τους. Η άσκηση των μαθητών σε αυτές καλλιεργεί δεξιότητες που θα τους είναι χρήσιμες στη ζωή τους και ταυτόχρονα τους καθιστά ενήμερους για τη φύση των φυσικών επιστημών. Οι επιστημονικές διαδικασίες θεωρούνται βασικές συνιστώσες του επιστημονικού γραμματισμού. Συνεπώς, είναι απαραίτητο κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών να δημιουργούνται κατάλληλες συνθήκες, ώστε οι μαθητές/τριες να ασκούνται στις επιστημονικές διαδικασίες.

Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να δίνουν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλέκονται στην επιστημονική διερεύνηση ερωτημάτων και στην επίλυση προβλημάτων. Ένας κατάλογος επιστημονικών διαδικασιών είναι αυτός που αναφέρεται στον «Οδηγό του Εκπαιδευτικού για τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό και το Γυμνάσιο» της UNESCO (1994) και περιλαμβάνει τις παρακάτω διαδικασίες:

- Παρατήρηση
- Ταξινόμηση
- Διατύπωση μαθηματικών σχέσεων
- Μετρήσεις
- Οικοδόμηση χωροχρονικών σχέσεων
- Επικοινωνία
- Διατύπωση προβλέψεων
- Εξαγωγή συμπερασμάτων
- Διατύπωση λειτουργικών ορισμών
- Διατύπωση υποθέσεων
- Ερμηνεία δεδομένων
- Αναγνώριση και έλεγχος μεταβλητών
- Διεξαγωγή πειραμάτων (Πραγματικών και νοητικών)

Ποια είναι τα βασικά βήματα μιας μικρής έρευνας που μπορούν να διεξάγουν οι μαθητές/τριες στα μαθήματα των ΦΕ;

Επιλογή ενός γενικού ερωτήματος ή προβλήματος (στο πλαίσιο των δυνατοτήτων, των εμπειριών και των ενδιαφερόντων των μαθητών).

Προσδιορισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Συζητήσεις και λήψη αποφάσεων για τον τρόπο που θα γίνει ο έλεγχος των μεταβλητών και γενικότερα η συλλογή των δεδομένων.

Επιλογή των συσκευών και οργάνων που θα χρειαστούν – Έλεγχος των κινδύνων.

Διατύπωση προβλέψεων για το πιθανό αποτέλεσμα της έρευνας.

Πραγματοποίηση των σχεδιασμένων παρατηρήσεων, πειραμάτων και μετρήσεων – Καταγραφή των δεδομένων.

Έλεγχος της αξιοπιστίας των δεδομένων.

Ερμηνεία των δεδομένων – Εξαγωγή συμπερασμάτων.

Επισήμανση των σημείων στα οποία τα δεδομένα υποστηρίζουν ή καταρρίπτουν τις αρχικές προβλέψεις.

Αξιολόγηση της διαδικασίας.

Παρατήρηση

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Παρατήρηση» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Η επιστήμη ξεκίνησε αλλά και εξελίχθηκε από την παρατήρηση φυσικών φαινομένων. Η Αστρονομία, για παράδειγμα, αναπτύχθηκε με τη συστηματική παρατήρηση του ουρανού. Στην ιστορία της Φυσικής μπορούμε να βρούμε περιπτώσεις όπου μία παρατήρηση ενέπνευσε κάποιον επιστήμονα, για να σκεφτεί και να διατυπώσει κάποια θεωρία, για παράδειγμα, η παρατήρηση από τον Αρχιμήδη της ανύψωσης της στάθμης του νερού με τη βύθιση κάποιου σώματος.

Η παρατήρηση μπορεί να αποτελέσει ερέθισμα όχι μόνο για τη δραστηριοποίηση της επιστημονικής σκέψης αλλά και αφετηρία μαθησιακών διαδικασιών. Οι άνθρωποι από παιδιά ακόμα παρατηρούν τον κόσμο και διατυπώνουν ερωτήματα για τη φύση των αντικειμένων και τις σχέσεις μεταξύ τους. Τα παιδιά μέσω της παρατήρησης, αποκτούν αίσθηση του χώρου και του χρόνου. Η δεξιότητα της παρατήρησης ασκείται με την κινητοποίηση όλων των αισθήσεων και καθιστά ικανούς τους μαθητές να κάνουν αξιόπιστες και έγκυρες μετρήσεις, να ταξινομούν τα δεδομένα των παρατηρήσεών τους και να αναγνωρίζουν κανονικότητες σε αυτά τα δεδομένα. Επομένως, η παρατήρηση είναι μία από τις βασικές παραμέτρους της μαθησιακής διαδικασίας και η δραστηριότητα εκείνη με την οποία συνήθως ξεκινά μια επιστημονική διερεύνηση.

Στο μάθημα της Φυσικής συχνά διαπιστώνεται ότι η παρατήρηση από τους μαθητές/τριες κάποιων φαινομένων ή πειραμάτων δεν οδηγεί στις αναμενόμενες διαπιστώσεις. Οι μαθητές/τριες δεν παρατηρούν πάντα αυτό που θα θέλαμε να παρατηρήσουν, αλλά συχνά «βλέπουν» δευτερεύουσες λεπτομέρειες. Για τον λόγο αυτό οι εκπαιδευτικοί πρέπει να σχεδιάζουν κατάλληλες δραστηριότητες που θα τους/τις βοηθήσουν να αναπτύξουν τη δεξιότητα της παρατήρησης.

Ταξινόμηση

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Ταξινόμηση» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Ταξινόμηση είναι η διαδικασία της ομαδοποίησης με βάση κοινά γνωρίσματα. Η ταξινόμηση αποτελεί μία από τις σημαντικές επιστημονικές διαδικασίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της διαδικασίας της ταξινόμησης αποτελεί ο Περιοδικός Πίνακας των χημικών στοιχείων.

Η ταξινόμηση, στη διδακτική πράξη, είναι μια διαδικασία που βοηθά τους/τις μαθητές/τριες να αναγνωρίσουν την ενότητα και την ποικιλία του φυσικού κόσμου. Η διαδικασία της ταξινόμησης συνήθως ακολουθεί τη διαδικασία της παρατήρησης και βοηθά τους/τις μαθητές/τριες να εντοπίζουν τις ομοιότητες και τις διαφορές των υπό μελέτη φαινομένων ή αντικειμένων και να ανακαλύπτουν ιδιότητες με βάση την ομαδοποίηση. Μπορεί, για παράδειγμα, να ζητηθεί από τους/τις μαθητές/τριες να ταξινομήσουν σώματα προκειμένου να κάνουν τη διάκριση μεταξύ καλών και κακών αγωγών της θερμότητας ή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Διατύπωση μαθηματικών σχέσεων

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Διατύπωση μαθηματικών σχέσεων» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Η χρήση των Μαθηματικών στη Φυσική είναι σημαντική, αφού βοηθάει στη διατύπωση των ορισμών και των νόμων σύντομα και περιεκτικά, και δίνει τη δυνατότητα ποσοτικών υπολογισμών. Μπορούμε να αναφέρουμε ως χαρακτηριστικό παράδειγμα τις εξισώσεις της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας του Maxwell, οι οποίες περιγράφουν σύντομα και περιεκτικά όλους τους νόμους της Φυσικής για τον ηλεκτρομαγνητισμό.

Στη διδασκαλία της Φυσικής, στο Γυμνάσιο και ιδιαίτερα στο Λύκειο, γίνεται χρήση μαθηματικών σχέσεων. Οι μαθηματικές σχέσεις αποτελούν μέρος της κοινωνικής γλώσσας της επιστήμης και για αυτό τον λόγο θα πρέπει να μεταδίδονται κατάλληλα στους/στις μαθητές/τριες. Η χρήση μαθηματικού formalismού στη διδασκαλία της Φυσικής απαιτεί μεγάλου βαθμού αφαίρεση και γι' αυτό τον λόγο χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή από τη μεριά του/της εκπαιδευτικού. Πολλές φορές οι μαθητές/τριες δεν έχουν συνείδηση του περιεχομένου των μαθηματικών σχέσεων που χρησιμοποιούν και κάνουν απλά μηχανιστική χρήση. Ο/Η εκπαιδευτικός θα πρέπει να βοηθά τους/τις μαθητές/τριες να κατανοήσουν τη φυσική σημασία της κάθε εξίσωσης ή διαγράμματος που θα χρησιμοποιήσουν.

Μετρήσεις

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Μέτρηση» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Η ποσοτική μελέτη των φυσικών φαινομένων γίνεται με δεδομένα που προκύπτουν από μετρήσεις. Συνεπώς η λήψη μετρήσεων είναι μία από τις σημαντικές διαδικασίες των Φυσικών Επιστημών. Προφανώς και η διδασκαλία της Φυσικής θα πρέπει να περιλαμβάνει στη στοχοθεσία της την άσκηση των μαθητών/τριών σε διαδικασίες λήψης μετρήσεων, αφενός μεν επειδή απαιτείται από την ίδια τη φύση του μαθήματος της Φυσικής και αφετέρου για την απόκτηση δεξιοτήτων που θα είναι χρήσιμες στην καθημερινή ζωή. Οι μετρήσεις γίνονται με όργανα, όπως ζυγός, θερμόμετρο κ.ά., και για τη λήψη τους απαιτείται κάποια τεχνική που αποκτιέται με την άσκηση. Επίσης, οι μαθητές θα πρέπει να είναι ενήμεροι για την αβεβαιότητα που συνδέεται με κάθε μέτρηση και ότι το αποτέλεσμα μιας μέτρησης έχει νόημα όταν είναι γνωστή και η αβεβαιότητά του. Οι μαθητές/τριες πολλές φορές θεωρούν ότι δεν υπάρχει σφάλμα σε μια μέτρηση, όταν αυτή γίνεται με «επιστημονικά όργανα».

Επικοινωνία

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Επικοινωνία» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Η επικοινωνία στην επιστήμη είναι θεμελιώδης διαδικασία, γιατί επιτρέπει στον ερευνητή να ανακοινώνει γραπτά ή προφορικά τις σκέψεις του, τις ερευνητικές του προσπάθειες και τα συμπεράσματα του κυρίως σε περιοδικά και συνέδρια.

Οι μαθητές/τριες στο μάθημα της Φυσικής δυσκολεύονται να εκφραστούν, διότι η γλώσσα που απαιτείται δεν είναι αυτή που χρησιμοποιούν στην καθημερινή ζωή και πολλές λέξεις δεν έχουν το ίδιο νόημα. Στη σχολική τάξη ο μαθητής προκειμένου να αναπτύξει την ικανότητα έκφρασης και επικοινωνίας πρέπει να έχει πολλές ευκαιρίες, για να μεταφράζει τις σκέψεις του με λόγια, με γραπτά κείμενα, με σχέδια, με γραφήματα και εξισώσεις. Η ικανότητα επικοινωνίας παρεμποδίζεται όταν ο/η εκπαιδευτικός μονολογεί ή όταν οι μαθητές/τριες δεν εργάζονται ομαδικά. Είναι σκόπιμο οι μαθητές/τριες να:

- ερμηνεύουν καταστάσεις με βάση την αλληλεπίδραση και τη συνεργασία.
- κοινοποιούν πληροφορίες και ιδέες αποτελεσματικά σε πολλαπλά ακροατήρια, χρησιμοποιώντας μια ποικιλία μέσων και μορφών.
- συμβάλλουν σε ομάδες εργασίας, για να παράγουν πρωτότυπα έργα ή για την επίλυση προβλημάτων.

Εξαγωγή συμπερασμάτων

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Εξαγωγή συμπερασμάτων» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Οι επιστήμονες στο τέλος μιας έρευνας, που διεξάγουν, διατυπώνουν τα συμπεράσματά τους. Έτσι και στην εκπαίδευση, στη Φυσική η εξαγωγή συμπερασμάτων είναι μια πολύ ουσιαστική διαδικασία που βοηθάει τους/τις μαθητές/τριες να συνειδητοποιήσουν το τελικό αποτέλεσμα της διερεύνησής τους.

Οι μαθητές/τριες θα πρέπει να έχουν αναπτύξει ένα σχετικά ικανοποιητικό επιστημονικό λεξιλόγιο, ώστε να μπορούν να διατυπώσουν τα συμπεράσματά τους σε ένα φύλλο εργασίας. Ο/Η εκπαιδευτικός θα μπορούσε να εξασκήσει τους μαθητές/τριες σε αυτή τη δεξιότητα, για παράδειγμα, αρχικά μπορεί να διατυπώνει ένα συμπέρασμα αφήνοντας λίγα κενά και γράφοντας ξεχωριστά το απαραίτητο λεξιλόγιο αλλά και επιπλέον λέξεις, ώστε οι μαθητές να επιλέγουν τις κατάλληλες. Σταδιακά, τα κενά μπορεί να αυξάνονται έως ότου οι μαθητές/τριες φτάσουν στο σημείο να γράφουν μόνοι τους κάποια συμπεράσματα. Μπορεί, ακόμα, οι μαθητές/τριες να γράφουν ομαδικά κάποιο συμπέρασμα και να ακολουθεί συζήτηση πάνω σε αυτό, ενώ/η εκπαιδευτικός έμμεσα να αναδεικνύει τα προβληματικά σημεία.

Διατύπωση λειτουργικών ορισμών

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Διατύπωση λειτουργικών ορισμών» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Οι ορισμοί εξασφαλίζουν οικονομία στην επικοινωνία μεταξύ των επιστημόνων, επειδή μία λέξη ή ένας όρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί έναντι μιας εκτεταμένης περιγραφής. Εξίσου σημαντικό ρόλο παίζουν οι ορισμοί και στη διδασκαλία της Φυσικής. Στόχος στη διδασκαλία της Φυσικής είναι η διατύπωση ορισμών από τους/τις ίδιους/ες τους/τις μαθητές/τριες αρκεί να είναι αποτέλεσμα δημιουργικής σκέψης και όχι απλής απομνημόνευσης. Πολλές φορές η ορθή διατύπωση του ορισμού ενός μεγέθους ή μίας έννοιας από τους/τις μαθητές/τριες δεν σημαίνει και ότι την κατανοούν πλήρως. Ο/Η εκπαιδευτικός πρέπει κατά τη διδασκαλία να βοηθά τους/τις μαθητές/τριες, ώστε οι ίδιοι/ες αρχικά να διατυπώνουν τον ορισμό ενός φυσικού μεγέθους έστω και αν σε πρώτη φάση αυτός είναι ατελής και στη συνέχεια με συζήτηση να παρέχονται οι απαραίτητες διευκρινίσεις. Στον ορισμό ενός φυσικού μεγέθους (το οποίο είναι μια αφηρημένη έννοια) είναι σκόπιμο να περιλαμβάνονται τα εξής:

- πού αναφέρεται,
- τι εκφράζει,
- πώς ορίζεται,
- τι μέγεθος είναι,
- πώς μετρείται.

Στην περίπτωση ενός νόμου της Φυσικής είναι σκόπιμο να περιλαμβάνονται τα εξής:

- πού αναφέρεται,
- σε ποιο ερώτημα απαντά ο νόμος,
- ποια απάντηση δίνει,
- πώς διατυπώνεται,
- σε τι μας εξυπηρετεί.

Οικοδόμηση χωροχρονικών σχέσεων

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Οικοδόμηση χωροχρονικών σχέσεων» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Οι επιστήμονες εξετάζουν τις μεταβολές που συμβαίνουν τοπικά και χρονικά και διατυπώνουν σχέσεις των μεγεθών με τον χωρόχρονο. Οι μαθητές/τριες ειδικότερα του Δημοτικού και του Γυμνασίου παρουσιάζουν δυσκολία στην κατανόηση εννοιών που περιλαμβάνουν χωροχρονικές σχέσεις. Για παράδειγμα, έχουν δυσκολία στη διάκριση μεταξύ των εννοιών της ταχύτητας και της επιτάχυνσης. Συνεπώς, οι μικροί/ες μαθητές/τριες θα πρέπει να βοηθηθούν από τη διδασκαλία στο να οικοδομήσουν χωροχρονικές σχέσεις ξεκινώντας διαδοχικά από τη διερεύνηση του σχήματος των σωμάτων, της απόστασης μεταξύ αυτών, της κίνησης των σωμάτων, της ταχύτητας κ.ο.κ. Για παράδειγμα, για την οικοδόμηση της έννοιας της ταχύτητας οι μαθητές/τριες μπορούν να εμπλακούν διαδοχικά:

- i. στη μέτρηση του χρόνου προκειμένου διαφορετικά κουρδιστά αμαξάκια να διανύσουν την ίδια απόσταση,
- ii. στη μέτρηση των αποστάσεων που διανύουν τα αμαξάκια σε ίσα χρονικά διαστήματα και στη μέτρηση των αποστάσεων που διανύουν τα αμαξάκια σε διαφορετικούς χρόνους.

Διατύπωση προβλέψεων

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Διατύπωση προβλέψεων» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Η πρόβλεψη αποτελεί σημαντικό μέρος της εργασίας των επιστημόνων, για την οποία στηρίζονται σε δεδομένα και σε υπάρχοντα επιστημονικά μοντέλα, γεγονός που κάνει την πρόβλεψη να διαφέρει από την υπόθεση. Για παράδειγμα, ο Maxwell πρόβλεψε με βάση την ηλεκτρομαγνητική του θεωρία την παραγωγή των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Επίσης, χαρακτηριστικό παράδειγμα πρόβλεψης είναι η πρόγνωση του καιρού. Οι επιστήμονες βασισμένοι σε διάφορες μετρήσεις, όπως της ταχύτητας των ανέμων, της θερμοκρασίας, της πίεσης, κατασκευάζουν ένα μοντέλο του καιρού που μοιάζει πολύ με τον καιρό που επικρατεί τις επόμενες μέρες.

Κατά τη διδασκαλία της Φυσικής ο/η εκπαιδευτικός πρέπει να δίνει τη δυνατότητα με κατάλληλες ερωτήσεις στους/στις μαθητές/τριες να κάνουν προβλέψεις και ακολούθως να προβαίνουν στον έλεγχό τους. Οι προβλέψεις κινητοποιούν τη σκέψη των μαθητών/τριών και τους προκαλούν το ενδιαφέρον προκειμένου να διερευνήσουν το αποτέλεσμα της πρόβλεψής τους. Οι μαθητές/τριες πολλές φορές δεν έχουν τις απαραίτητες γνώσεις και την εμπειρία για να κάνουν τεκμηριωμένες προβλέψεις. Επίσης, προβλέπουν το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας διαισθητικά, χωρίς να εφαρμόσουν τους νόμους που διδάχθηκαν. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει ο/η εκπαιδευτικός να ζητά από τους/τις μαθητές/τριες να προβλέπουν συγκεκριμένα γεγονότα και καταστάσεις για τα οποία έχουν εμπειρία και η πρόβλεψη να μπορεί γίνει με βάση τη διδαγμένη γνώση. Επίσης, να μη δέχεται διαισθητικές απαντήσεις, αλλά να ζητά εξήγηση του αποτελέσματος με βάση τις γνώσεις τους από το μάθημα. Οι προβλέψεις των μαθητών/τριών καθώς και τα επιχειρήματά τους θα πρέπει να καταγράφονται με σαφήνεια ώστε να μπορούν να αντιπαρατεθούν με το τελικό αποτέλεσμα της διερεύνησής τους.

Διατύπωση υποθέσεων

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Διατύπωση υποθέσεων» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Προκειμένου οι επιστήμονες να εξηγήσουν φαινόμενα στα οποία δεν έχει δοθεί ως εκείνη τη στιγμή εξήγηση διατυπώνουν υποθέσεις. Οι υποθέσεις μπορεί να παράγονται από κατά εικασία υπολογισμούς, από την ύπαρξη κάποιων πειραματικών δεδομένων ή ίσως ακόμα να προέρχονται από έμπνευση. Ο Νεύτωνας, για παράδειγμα, έκανε την υπόθεση (πριν διατυπώσει τον νόμο της παγκόσμιας έλξης) ότι όλες οι μάζες έλκονται με δυνάμεις αντιστρόφως ανάλογες του τετραγώνου της απόστασης.

Η διατύπωση υποθέσεων αποτελεί δεξιότητα αρκετά υψηλού επιπέδου και ο/η εκπαιδευτικός που προσπαθεί συνειδητά να αναπτύξει αυτή τη δεξιότητα των μαθητών/τριών πρέπει να τους/τις ρωτά τακτικά να υποθέσουν τις αιτίες και να δώσουν εξηγήσεις για φαινόμενα ή καταστάσεις.

Ερμηνεία δεδομένων

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Ερμηνεία δεδομένων» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Τα δεδομένα από μόνα δεν έχουν ιδιαίτερη σημασία. Για να αποκτήσουν αξία πρέπει να ερμηνευτούν κατάλληλα, να οδηγήσουν σε γενικεύσεις και να συσχετιστούν με ερωτήματα που έχουν τεθεί. Η συσσώρευση πληροφοριών χωρίς ερμηνεία είναι διαδικασία χωρίς αξία. Όμοια στο Γυμνάσιο ή το Λύκειο τα δεδομένα που συλλέγουν οι μαθητές μέσω μετρήσεων, πειραματισμού ή παρατηρήσεων θα πρέπει να υποστούν την κατάλληλη επεξεργασία προκειμένου να οδηγήσουν στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Αναγνώριση και έλεγχος μεταβλητών

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Αναγνώριση και έλεγχος μεταβλητών» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Μία βασική διαδικασία της επιστήμης είναι η αναγνώριση και ο έλεγχος των μεταβλητών. Δηλαδή, η διαπίστωση των παραγόντων που επηρεάζουν ένα φαινόμενο ή μια φυσική ποσότητα και με ποιον τρόπο. Οι επιστήμονες, όταν μελετούν ένα φαινόμενο ή ένα φυσικό μέγεθος, αναζητούν τις παραμέτρους (μεταβλητές) που το επηρεάζουν. Για τον σκοπό αυτό συνήθως πειραματίζονται δημιουργώντας καταστάσεις τέτοιες ώστε η επίπτωση κάθε παράγοντα στο φαινόμενο ή στο υπό μελέτη μέγεθος να ελέγχεται χωριστά.

Οι μαθητές/τριες για να ασκηθούν στη συγκεκριμένη επιστημονική διαδικασία, θα πρέπει για τη διερεύνηση ενός ερωτήματος:

- να εντοπίζουν όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές που θα μπορούσαν να επιδράσουν στην εξαρτημένη μεταβλητή του ερωτήματος και
- να μεταβάλλουν διαδοχικά μόνον τη μία από αυτές, κρατώντας όλες τις άλλες σταθερές.

Υπάρχει περίπτωση κατά τον έλεγχο των μεταβλητών οι μαθητές να μην μπορέσουν να εντοπίσουν όλες τις μεταβλητές και μερικές να παραμείνουν κρυμμένες. Τότε, κατά τη διερεύνηση, οι μαθητές μη γνωρίζοντας ότι υπάρχουν και κρυμμένες μεταβλητές δεν τις κρατούν σταθερές, με αποτέλεσμα αυτές να παρεμβαίνουν στην όλη διαδικασία και να αλλοιώνουν τα συμπεράσματά τους. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται η κατάλληλη παρέμβαση του/της εκπαιδευτικού.

Διεξαγωγή πειραμάτων

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Διεξαγωγή πειραμάτων» στη Φυσική και τη διδασκαλία της;

Η διεξαγωγή πειραμάτων είναι μία από τις βασικές επιστημονικές διαδικασίες. Με τον πειραματισμό δοκιμάζεται η αλήθεια μιας υπόθεσης ή μιας θεωρίας (π.χ. με το πείραμα των Michelson – Morley δοκιμάστηκε η θεωρία του αιθέρα), αναζητούνται νέα φαινόμενα που προβλέφθηκαν θεωρητικά, δημιουργούνται νέα υλικά, εξάγονται εμπειρικοί νόμοι κ.ά. Το πείραμα είναι πράξη και ως πράξη προϋποθέτει γνώση αλλά είναι και πηγή γνώσης. Με άλλα λόγια υπάρχει μια κυκλική συσχέτιση πειράματος και θεωρίας.

Η χρήση του πειράματος στη διδασκαλία της Φυσικής μπορεί να έχει τρεις λειτουργίες:

A) την εννοιολογική (βοηθά στη διαμόρφωση του εννοιολογικού πλαισίου των μαθητών, π.χ. απόκτηση γνώσης του επιστημονικού περιεχομένου, εννοιών, αρχών, νόμων κ.λπ.)

B) την επιστημολογική (άσκηση των μαθητών στη μεθοδολογία της επιστήμης, π.χ. έλεγχος θεωρητικών προβλέψεων, ερμηνεία δεδομένων κ.λπ.)

Γ) την παιδαγωγική (βοηθά στην ανάπτυξη ενδιαφέροντος, δεξιοτήτων και ικανοτήτων, π.χ. παρατήρηση, χειρισμός οργάνων, κριτική σκέψη, υπομονή, επιμονή, παρώθηση, στάσεις, στρατηγικές σκέψης και λύσεων κ.λπ.)

Το πείραμα στην παραδοσιακή διδασκαλία χρησιμοποιείται κυρίως για να επιβεβαιώσει μία θεωρία. Σε μία σύγχρονη διδασκαλία φυσικών επιστημών το πείραμα χρησιμοποιείται με πολλαπλή στοχοθεσία, όπως για τον έλεγχο και την αναδόμηση των ιδεών των μαθητών/τριών, για την άσκηση των μαθητών/τριών σε ψυχοκινητικές και νοητικές δεξιότητες, για εξοικείωση των μαθητών/τριών με τις επιστημονικές διαδικασίες ή για την «ανακάλυψη» της γνώσης με διερεύνηση.

Ποιοι είναι οι κυρίως οι στόχοι μιας πειραματικής εργασίας;

Οι μαθησιακοί στόχοι ενδείκνυται να είναι σαφείς και σχετικά λίγοι σε αριθμό για κάθε δεδομένη πειραματική εργασία. Στόχοι που τίθενται για Εργαστηριακές Δραστηριότητες κυρίως είναι:

- Μέτρηση φυσικών μεγεθών με την κατάλληλη ακρίβεια.
- Αναγνώριση παραγόντων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την αξιοπιστία των μετρήσεών τους.

- Χειρισμούς υλικών, συσκευών, εργαλείων και οργάνων μέτρησης.
- Σαφείς περιγραφές των παρατηρήσεων και των μετρήσεών τους.
- Αναπαράσταση πληροφοριών με κατάλληλους λεκτικούς, εικονογραφικούς, γραφικούς και μαθηματικούς όρους.
- Ικανότητα των μαθητών/τριών να υπερασπίζονται ορθολογικά τα συμπεράσματα και τις προβλέψεις τους.
- Αποτελεσματική επικοινωνία και συνεργασία των μαθητών/τριών με τους συνομηλίκους τους και τον/την εκπαιδευτικό τους.
- Αναφορά των παρατηρήσεων, των συμπερασμάτων και των προβλέψεων σε μορφές που κυμαίνονται από άτυπη συζήτηση ως μια επίσημη εργαστηριακή έκθεση.
- Ικανότητα αναγνώρισης των ερωτήσεων που μπορούν να διερευνηθούν μέσω του πειράματος και στη συνέχεια σχεδιασμός κατάλληλου πειράματος και πραγματοποίησή του με εξαγωγή συμπερασμάτων και αξιολόγηση.

*Τι είναι τα **Νοητικά πειράματα** και ποιος ο ρόλος τους στη Φυσική και τη διδασκαλία της;*

Σημαντικοί επιστήμονες που διαδραμάτισαν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της Φυσικής χρησιμοποίησαν κατά τις εργασίες τους όχι μόνο τα «πραγματικά» πειράματα, αλλά και τα λεγόμενα Νοητικά Πειράματα (ΝΠ), τα οποία είναι πειράματα που εκτελούνται «στο εργαστήριο του μυαλού». Παραδείγματα ΝΠ είναι «τα συνδεδεμένα σώματα που πέφτουν» του Γαλιλαίου, «ο κάρδος» και «το κανόνι» του Νεύτωνα, «ο ανελκυστήρας» και το «τρένο» του Αϊνστάιν, «ο δαίμονας του Maxwell», «το μικροσκόπιο» του Heisenberg, «η γάτα» του Schrodinger κ.ά.

Τα ΝΠ σχεδιάζονται και εκτελούνται μόνο με τη σκέψη και όχι στην πραγματικότητα, γιατί απαιτούν σκηνικά που είναι αδύνατον να δημιουργηθούν ή η πιθανή πραγματοποίηση είναι υπέρμετρα επιζήμια.

Τα ΝΠ, αν και περιλαμβάνουν στοιχεία από τον φυσικό κόσμο, συνήθως, υποθέτουν καταστάσεις που δεν υπάρχουν στην καθημερινή ζωή, όπως δάπεδα χωρίς τριβές ή υπερβολική θερμοκρασία. Επίσης, απαιτούν από τον πειραματιστή να φανταστεί και να προβλέψει οριακές καταστάσεις και να καταλήξει σε αποτελέσματα με βάση κάποιες υποθέσεις. Συνεπώς, η χρήση των ΝΠ στη διδασκαλία ωθεί τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τη φαντασία τους, να σκεφτούν αφαιρετικά, να αναπτύξουν την κριτική τους ικανότητα, να κάνουν υποθέσεις και να βγάλουν συμπεράσματα κάνοντας συλλογισμούς.

Οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι τα ΝΠ είναι αναντικατάστατα εργαλεία προκειμένου να διδάξουν νόμους που περιλαμβάνουν σχέσεις με σημαντική αφαίρεση, όπως για παράδειγμα νόμους από τη θεωρία της σχετικότητας. Η νοητική πρόβλεψη του αποτελέσματος ενός πειράματος ενθαρρύνει τους/τις μαθητές/τριες να εκφράσουν τις ιδέες τους για τις έννοιες που πρόκειται να διδαχθούν. Είναι, συνεπώς, προφανές ότι τα ΝΠ είναι χρήσιμα για τη διαδικασία της ανάδειξης των ιδεών των μαθητών/τριών. Επίσης τα ΝΠ, καθώς έχουν έναν ιδιαίτερο ρόλο στην ιστορία των ΦΕ, μπορούν να βοηθήσουν τους/τις μαθητές/τριες να προσεγγίσουν τις ΦΕ μέσω της ιστορίας τους και να τους εξοικειώσουν με πρακτικές που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες.

ΜΑΘΗΣΗ ΜΕΣΩ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

Ποιοι είναι οι στόχοι της μάθησης μέσω διερεύνησης (inquiry-based learning IBL);

Στο τέλος του προηγούμενου αιώνα και στις αρχές του 21ου αιώνα εμφανίζονται διδακτικές προτάσεις που προτείνουν τον εμπλουτισμό της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) με στοιχεία των επιστημονικών διαδικασιών. Προτείνεται η εισαγωγή μεθόδων διερεύνησης στη διδασκαλία των ΦΕ (αναφέρεται ως Inquiry-Based Science Education IBSE) καθώς και δράσεις για αντίστοιχη επιμόρφωση των διδασκόντων/ουσών.

Για τη μάθηση μέσω διερεύνησης υπάρχουν πολλές εναλλακτικές προτάσεις και δεν μπορεί να δοθεί ένας σαφής ορισμός, ωστόσο θα μπορούσαμε γενικά να πούμε ότι είναι μια διδακτική προσέγγιση που επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να βιώσουν τις διαδικασίες με τις οποίες κατακτούν τη γνώση καθώς απαντούν σε ερευνητικές ερωτήσεις μέσω της ανάλυσης δεδομένων από τους ίδιους.

Οι μαθητές/τριες μέσω της διερεύνησης επιδιώκεται να αναπτύξουν πολύτιμες δεξιότητες της έρευνας και να είναι προετοιμασμένοι για τη διά βίου μάθηση.

Τα μαθησιακά αποτελέσματα θα πρέπει να περιλαμβάνουν:

- την κριτική σκέψη,
- την ικανότητα για ανεξάρτητη έρευνα,
- την ευθύνη για τη μάθηση και την πνευματική ανάπτυξη και ωριμότητα.

Βασικοί στόχοι είναι:

- i. η μάθηση του περιεχομένου,
- ii. η άσκηση των μαθητών/τριών σε διαδικασίες τη επιστήμης και
- iii. η κατανόηση της φύσης της επιστήμης.

Ποια είναι τα βασικά σημεία της διδακτικής πρότασης της μάθησης μέσω διερεύνησης (inquiry-based learning IBL);

Η διδακτική πρόταση της μάθησης μέσω διερεύνησης αποτελεί τον απόηχο του ανακαλυπτικού μοντέλου και λαμβάνει υπόψη τα πορίσματα του κονστрукτιβισμού για τη μάθηση.

Τα βασικά σημεία της διδακτικής πρότασης της μάθησης μέσω διερεύνησης στα οποία συμφωνούν οι περισσότεροι ερευνητές είναι:

- Η μάθηση διεγείρεται από την έρευνα.
- Δημιουργούνται μαθησιακά περιβάλλοντα που ενθαρρύνουν τους/τις μαθητές/τριες να αναζητούν πληροφορίες για ένα ερώτημα ή ένα πρόβλημα που τους/τις ενδιαφέρει και να υλοποιούν σχετικές διερευνήσεις ή μικρές έρευνες για να απαντήσουν στο συγκεκριμένο ερώτημα ή πρόβλημα.
- Η μάθηση οικοδομείται από τον/τη μαθητή/τρια και υποβοηθείται από μια διαδικασία αναζήτησης της γνώσης.
- Ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού είναι να ενεργεί ως διαμεσολαβητής της γνώσης λαμβάνοντας υπόψη ό,τι ήδη γνωρίζουν οι μαθητές/τριες και να τους/τις βοηθά να κάνουν διασυνδέσεις με τις υπάρχουσες εννοιολογικές τους δομές.
- Οι μαθητές/τριες έχουν ενεργό ρόλο στη μάθησή τους και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων.
- Οι μαθητές/τριες εργάζονται σε ομάδες (συνεργατική μάθηση).

Ποια είναι τα επίπεδα της διερεύνησης;

Έχουν καταγραφεί από τους ερευνητές τέσσερα επίπεδα της διαδικασίας της διερεύνησης με αυξανόμενο βαθμό των ερευνητικών ικανοτήτων που απαιτούνται από τους μαθητές:

1ο επίπεδο (επιβεβαιωτική διερεύνηση) → Οι μαθητές/τριες επιβεβαιώνουν κάτι εκ των προτέρων γνωστό μέσω προτεινόμενης από τον/την εκπαιδευτικό διαδικασίας.

2ο επίπεδο (καθοδηγούμενη διερεύνηση) → Οι μαθητές/τριες ερευνούν ένα ερώτημα που τους δίνεται μέσω προτεινόμενης από τον/την εκπαιδευτικό διαδικασίας.

3ο επίπεδο (προσανατολισμένη διερεύνηση) → Οι μαθητές/τριες ερευνούν ένα ερώτημα που τους δίνεται αλλά οι ίδιοι σχεδιάζουν την πορεία που θα ακολουθήσουν.

4ο επίπεδο (ανοιχτή διερεύνηση) → Οι μαθητές/τριες ερευνούν ένα ερώτημα που διατυπώνουν οι ίδιοι και επίσης οι ίδιοι σχεδιάζουν την πορεία που θα ακολουθήσουν.

ΤΑ ΕΙΚΟΝΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των εικονικών εργαστηρίων έχουν διερευνηθεί εκτενώς (για παράδειγμα Hamed, & Aljanazrah, 2020; Daineko, et al. 2017· Zacharia & Olympiou, 2011). Μερικά από τα πλεονεκτήματα των εικονικών πειραμάτων είναι:

- Δεν απαιτούν περίπλοκο, ακριβό εξοπλισμό και πολλές συσκευές.

- Μοντελοποιούν αντικείμενα, διαδικασίες και φαινόμενα που συχνά δεν γίνονται αντιληπτά στο πραγματικό εκπαιδευτικό εργαστήριο, όπως αντικείμενα του μικρόκοσμου.
- Είναι δυνατό οι χρήστες να αλλάξουν εύκολα τις πειραματικές ρυθμίσεις αλλάζοντας συγκεκριμένες παραμέτρους του μοντέλου, κάτι που στο πραγματικό εργαστήριο είναι συνήθως δύσκολο ή και αδύνατο να γίνει. Για παράδειγμα, σε ένα εικονικό πείραμα οπτικής, μπορεί κανείς να κάνει διαδοχικές μικρές αλλαγές στον δείκτη διάθλασης ενός γυάλινου πρίσματος.
- Τα εικονικά πειράματα είναι ασφαλή και δεν είναι δυνατή η καταστροφή συσκευών λόγω αδέξιου χειρισμού.
- Στα εικονικά πειράματα, είναι δυνατή η απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο, γραφημάτων φυσικών μεγεθών, διανυσμάτων και πεδίων.

Ωστόσο, η αποκλειστική χρήση εικονικών πειραμάτων έχει ορισμένα μειονεκτήματα και περιορισμούς. Πιο συγκεκριμένα, όταν χρησιμοποιούνται μόνο εικονικά πειράματα:

- Οι μαθητές/τριες δεν θα συνειδητοποιήσουν ότι στα πραγματικά πειράματα μπορεί να υπάρξουν απροσδόκητα γεγονότα που μπορεί να συμβούν και να οδηγήσουν σε λανθασμένες μετρήσεις, οι οποίες πρέπει να αποκλειστούν από την ανάλυση των δεδομένων.
- Οι μαθητές/τριες δεν αναπτύσσουν πρακτικές και βιωματικές δεξιότητες και δεν αποκτούν την αίσθηση της κλίμακας και του μεγέθους, όπως για παράδειγμα την αίσθηση του βάρους ενός αντικειμένου.
- Η έρευνα έχει δείξει ότι ο συνδυασμός πειραματισμού σε πραγματικά και εικονικά εργαστήρια «βοηθά τους/τις μαθητές/τριες να μάθουν καλύτερα από ό,τι όταν να κάνουν μόνο πραγματικά ή μόνο εικονικά πειράματα» (Sullivan, et al., 2017).

ΤΑ ΤΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΑ Quiz (ερωτηματολόγια)

Τα τακτικά συνεργατικά quiz ως αποτελεσματική στρατηγική:

- Φαίνεται να επικρατεί η άποψη μεταξύ των εκπαιδευτικών ότι ένα τεστ ή ένα quiz διάρκειας 15 λεπτών έχει μικρή αξία και το βλέπουν μόνο ως βάση για τη βαθμολόγηση των μαθητών/τριών υποτιμώντας την όποια παιδαγωγική αξία του. Όμως, τα συχνά quiz δεν είναι μόνο για τη βαθμολόγηση των μαθητών/τριών αλλά βοηθούν τον εκπαιδευτικό στη διδασκαλία και τον/τη μαθητή/τρια στη μάθηση. Αποτελούν μια διδακτική τεχνική (Murray JP 1990).
- Η δημιουργία των quiz δίνει στον/στην εκπαιδευτικό την προοπτική του μαθήματος και την ανατροφοδότηση για το τι έχουν και τι δεν έχουν μάθει οι μαθητές/τριες. Με τη συμπλήρωση των quiz οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να δουν τι έχουν μάθει και να ανακαλύψουν τον σκοπό και το βάθος της γνώσης τους. Δίνουν δε και ένα κίνητρο στους/στις μαθητές/τριες στο πλαίσιο της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης Tuckman, B.W. (1997).
- Πολλές φορές, όμως, η παιδαγωγική αξία των quiz υποτιμάται. Αυτό οφείλεται σε δύο λόγους: στην άμεση ανατροφοδότηση από τον/την εκπαιδευτικό χωρίς να υπάρχει πρώτα συζήτηση μεταξύ των μαθητών/τριών και στην ατομική και όχι συνεργατική συμπλήρωση των quiz. Μάθηση χωρίς στήριξη από κανέναν είναι παιδαγωγικά αβάσιμη. Όταν οι μαθητές/τριες μαθαίνουν με άλλους, έχουν τη συναισθηματική και διανοητική υποστήριξη που τους επιτρέπει να πάνε παραπέρα από αυτό που τους επιτρέπει η παρούσα γνώση και οι ικανότητές τους (Johnson DW & Johnson RT 1996).
- Βέβαια, θα πρέπει τα προβλήματα που τίθενται στους/στις μαθητές/τριες να είναι στη ζώνη της επικείμενης ανάπτυξής τους και όσο το δυνατόν αυθεντικά και με νόημα για τους μαθητές. Τα τακτικά συνεργατικά quiz είναι μια αποτελεσματική διδακτική στρατηγική και βοηθούν τους/τις μαθητές/τριες στη διατήρηση της μάθησης (Rao SP, Collins HL, and DiCarlo SE 2002, Gortright RN, Collins HL, Rodenbaugh DW, & DiCarlo SE 2003).

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
Υποθέσεις Προβλέψεις	<u>Έως 10 μόρια:</u> Αξιολογούμε αν οι μαθητές/τριες διατύπωσαν κάποια υπόθεση ή πρόβλεψη, που θα μπορούσε να επαληθευτεί από τα αποτελέσματα του πειράματος.
Δεδομένα	<u>Έως 30 μόρια:</u> Οι μαθητές/τριες σημειώνουν τις μετρήσεις τους στον πίνακα των δεδομένων.
Σκοπός	<u>Έως 10 μόρια:</u> Αξιολογούμε αν οι μαθητές/τριες έχουν αντιληφθεί τον σκοπό του πειράματος.
Συζήτηση Συμπεράσματα Γενικεύσεις	<p><u>Έως 50 μόρια:</u> Οι μαθητές/τριες, αφού συζητήσουν, εκτιμήσουν και εξηγήσουν τα αποτελέσματά τους, καταγράφουν τις δυσκολίες που συνάντησαν και πώς τις ξεπέρασαν. Καταγράφουν, επίσης, τις απαντήσεις τους σε διάφορα ερωτήματα για προβληματισμό. Ακόμη, οι μαθητές/τριες θα πρέπει να συζητήσουν τον σκοπό και τους στόχους του πειράματος σε σχέση με τα αποτελέσματα. Τα συμπεράσματα θα πρέπει να είναι καθαρά και να δηλώνεται αν επαληθεύτηκαν οι υποθέσεις και οι προβλέψεις τους.</p> <p>Αξιολογούμε αν οι μαθητές έχουν περιγράψει τα βήματα της πειραματικής διαδικασίας σε γενικές γραμμές. Για παράδειγμα:</p> <p><u>Βήμα 1:</u> Στο κύπελλο ρίξαμε αρκετά παγάκια και νερό. Μετά τοποθετήσαμε το αβαθμονόμητο θερμόμετρο στο παγωμένο νερό, ώστε να μην ακουμπά στο κύπελλο και σημειώσαμε το επίπεδο στο οποίο φτάνει τελικά το υγρό (οινόπνευμα) μέσα στο θερμόμετρο. Αυτό το σημείο παριστά τους 0 °C.</p> <p><u>Βήμα 2:</u> Τοποθετήσαμε το θερμόμετρο στο νερό που βράζει μέσα στο μπρίκι και σημειώσαμε το νέο επίπεδο στο οποίο φτάνει τελικά το οινόπνευμα. Αυτό το σημείο παριστά τους 100 °C.</p> <p><u>Βήμα 3:</u> Διαιρέσαμε την απόσταση μεταξύ των δύο σημείων σε ίσα διαστήματα τόσα, όσα θεωρήσαμε ευκολότερο, χωρίς όμως να χάνεται η ακρίβεια στις μετρήσεις μας.</p>

Ένα άλλο εργαλείο που βοηθά στην αξιολόγηση είναι το φύλλο ομαδικής αυτοαξιολόγησης εργαστηριακών δραστηριοτήτων, το οποίο συμπληρώνεται από τους μαθητές.

Τέλος, παραθέτουμε:

- Ένα εργαλείο αξιολόγησης της συμπεριφοράς, το οποίο συμπληρώνεται από τον/την εκπαιδευτικό την ώρα που οι μαθητές/τριες εργάζονται. Μπορεί να είναι ατομικό ή ομαδικό.
- Ένα φύλλο καταγραφής παρατηρήσεων

ΟΜΑΔΙΚΗ ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Ομάδα _____

Ημερομηνία _____

Δραστηριότητα _____

1 = ναι

2 = όχι

3 = νομίζουμε ότι έτσι είναι

4 = χρειάζεται βελτίωση

5 = ικανοποιητική

6 = εξαιρετική

Αναπτύξαμε ένα σαφές πλάνο πριν ξεκινήσουμε;	
Είχε κάθε μέλος της ομάδας συγκεκριμένα πράγματα να κάνει;	
Είσαστε ικανοί να δουλέψετε ως ομάδα;	
Συζητήσατε τον σκοπό για τον οποίο κάνατε τη δραστηριότητα;	
Υπήρξε κάποια υπόθεση που διατυπώθηκε;	
Πόσο καλά προβλέψατε αυτά που συνέβησαν;	
Οι οδηγίες ακολουθήθηκαν επακριβώς;	
Πόσο καλά χρησιμοποιήσατε τον εξοπλισμό και τα υλικά;	
Πήρατε όλα τα μέτρα ασφαλείας;	
Ήταν οι μετρήσεις σας ακριβείς;	
Πόσο σωστές ήταν οι καταγραφές των δεδομένων;	
Καθαρίζατε επιμελώς το εργαστήριο μετά τη δραστηριότητα;	
Εξετάζατε τα δεδομένα προσεκτικά για να εντοπίσετε το νόημά τους;	
Χρησιμοποιήσατε αποδεκτές τεχνικές για την ανάλυση των δεδομένων;	
Ήταν τα αποτελέσματα σύμφωνα με τα δεδομένα;	
Εξετάσατε την αρχική σας υπόθεση;	
Υπολογίσατε τα πειραματικά σφάλματα;	
Υπήρξε σχετική έρευνα που χρησιμοποιήθηκε για την υποστήριξη της εργασίας σας;	
Άλλο:	

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΜΑΘΗΤΗ/ΤΡΙΑΣ Ή ΟΜΑΔΑΣ

Μαθητής ή ομάδα

Δραστηριότητες:

α.....

β.....

γ.....

δ.....

ε.....

στ.....

1 = σπάνια 2 = περιστασιακά 3 = συχνά 4 = συστηματικά

	α	β	γ	δ	ε	στ
Παραμένει στο καθήκον.						
Ακολουθεί τις κατευθύνσεις.						
Εκδηλώνει αρχηγία.						
Σέβεται τις ιδέες των άλλων.						
Συνεργάζεται.						
Επικοινωνεί αποτελεσματικά.						
Μοιράζεται τα καθήκοντα ισοδύναμα.						
Εργάζεται με ασφάλεια.						
Χειρίζεται τον εξοπλισμό σωστά.						
Αναπτύσσει πρωτοβουλίες.						
Εκδηλώνει επιστημονική περιέργεια.						

ΦΥΛΛΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

Ημερομηνία:
Όνοματεπώνυμο εκπαιδευτικού:
Περιγραφή περιστατικού / συμβάντος:

Τόπος:

Ερμηνεία/συναισθήματα:

Κάθε καταγραφή καλό είναι:

1. Να περιορίζεται σε ένα μόνο παρατηρούμενο περιστατικό (ένας μαθητής/μία μαθήτρια είπε/έκανε κάτι σε κάποια στιγμή μέσα ή έξω από τον κύκλο μάθησης που δείχνει πιθανή επιρροή από όσα λέγονται και γίνονται σε σχέση με τις κομβικές δεξιότητες).
2. Να περιέχει μια πραγματική, μη-επαγωγική περιγραφή του παρατηρούμενου περιστατικού. (π.χ. Ο μαθητής..... δήλωσε ότι: «Πρώτη φορά μου άρεσε που ασχολήθηκα με τον υπολογιστή» και όχι «Ο μαθητήςεξέφρασε την ικανοποίησή του για τη νέα μέθοδο»)
3. Να περιέχει μια περιγραφή της κατάστασης κατά τη διάρκεια της οποίας συνέβη το περιστατικό, ώστε η συμπεριφορά να μπορεί να είναι κατανοητή. Καταγραφή ατμόσφαιρας / διάθεσης / ενδιαφέροντος κ.λπ.
4. Να περιέχει ακόμα και εξέλιξη που παρατηρείται σε έναν/μία μαθητή/τρια με οποιονδήποτε τρόπο σε σύγκριση με προηγούμενη εμπειρία μας από τον/τη συγκεκριμένο/η μαθητή/τρια.
5. Να γραφτεί το συντομότερο δυνατό μετά το μάθημα/συμβάν, ώστε να συμπεριληφθούν όλες οι σημαντικές λεπτομέρειες.
6. Να περιλαμβάνει μια ξεχωριστή ενότητα στην οποία περιγράφεται η ερμηνεία ή και τα συναισθήματα του/της εκπαιδευτικού για το συμβάν.

Βιβλιογραφία

- Ambrose, et al. (2010) «How learning works : seven research-based principles for smart teaching»
- Bliss et al., (2001) Διδακτική των Φυσικών Επιστημών Τόμος Α, έκδοση ΕΑΠ, Πάτρα.
- Bybee, R.W. (2002). Scientific Inquiry, Student Learning and the Science Curriculum. In R.W. Bybee (ed.) Learning Science and the Science of Learning. Arlington, (pp. 25-35). VA.:NSTA Press
- Chaturvedi, S. K., & Dharwadkar, K. A. (2011). Simulation and visualization enhanced engineering education - development and implementation of virtual experiments in a laboratory course. Mechanical & Aerospace Engineering Faculty Publications. 87.
- Daineko, Y., Dmitriyev, V., Ipalakova, M. (2017). Using Virtual Laboratories in Teaching Natural Sciences: An Example of Physics Courses in University. *Comput Appl Eng Educ* 25:39–47.
- Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V. (2000). Οικο-Δομώντας τις Έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μπφ Χατζή Μ. Επιμέλεια Κόκκοτας Π., Τυπωθήτω, Αθήνα
- Eisenkraft Arthur (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*, 70,6, 56-59.
- Gröber, S., Vetter, M., Eckert, B., Jodl H. (2008). Remotely controlled laboratories: Aims, examples, and experience. *American Journal of Physics – special theme issue* 2008.
- Hamed, G., & Aljanazrah, A. (2020). The effectiveness of using virtual experiments on students' learning in the general physics lab. *Journal of Information Technology Education Research*, 19, 976-995.
- Kole , J. A. , & Healy , A. (2007). Using prior knowledge to minimize interference when learning large amounts of information. *Memory & Cognition* , 35 , 124 – 137 .
- O'Brien, D. (2021). A Guide for Incorporating e-teaching of physics in a post-COVID world. *American Journal of Physics*. 89 p.p. 403-12
- Pols, F. (2020). A Physics Lab Course in Times of COVID-19. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education* 24(2), 172-178
- Sullivan, S., Gnesdilow, D., Puntambekar, S., & Kim, J., (2017) Middle school students' learning of mechanics concepts through engagement in different sequences of physical and virtual experiments, *International Journal of Science Education*, 39:12, 1573-1600.
- Turner, J., Parisi, A., (2008). A Take-Home Physics Experiment Kit for On-Campus and Off-Campus Students. *Teaching Science*, 54(2), 20-23
- Unesco, (1994) Οδηγός του Εκπαιδευτικού για τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό και το Γυμνάσιο, 2η Ελληνική Έκδοση, RED-T-POINT, Αθήνα.
- Zacharia Z. C. & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction*, 21, 317-331.
- Βελέντζας Α. (2013) Νοητικά πειράματα. Ο ρόλος τους στην ανάπτυξη και στην διδασκαλία της Φυσικής. Εκδοτικός όμιλος συγγραφέων καθηγητών. Αθήνα
- Βλάχος Ι., (2004) Εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες, η πρόταση της εποικοδόμησης. Γρηγόρης, Αθήνα.
- Έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης: Science Education Now, A Renewed Pedagogy for the future of Europe(2007).
- Καριώτογλου Π., (2006) Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου φυσικών επιστημών, Γράφημα, Θεσσαλονίκη.
- Κασσέτας Α. (2004) Το μήλο και το Κουάρκ. Διδακτική της Φυσικής. Εκδόσεις Σαββάλας.
- Κόκκοτας Π., (2002) Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος II, Αθήνα.
- Κουμαράς Π. (2017) Διδάσκοντας Φυσική αύριο. QUTENBERG

Οικονομίδης Σ., Καλκάνης Γ. (2009), «Συσχέτιση διαγραμματικών, γραφικών, μαθηματικών και λεκτικών αναπαραστάσεων με διερευνητικά εκπαιδευτικά λογισμικά και ερωτηματολόγια – Εφαρμογή, αξιολόγηση, προτάσεις», 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα.

Χαλκιά Κ., (2010) Διδάσκοντας Φυσικές επιστήμες. Πατάκης, Αθήνα.