

Θεμέλιο του βιβλίου αποτελεί το Πρόγραμμα Σπουδών, η επιστημονική–εκπαιδευτική μεθοδολογία με διερεύνηση η οποία προτείνεται σε αυτό, τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα (Γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις), καθώς και οι ενδεικτικές δραστηριότητες ανά μεθοδολογικό βήμα.

**Τα θεματικά πεδία** του προγράμματος 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 αυτό έχει τρία κεφάλαια:

**Κεφάλαιο 1: Η Φυσική και η επιστημονική μεθοδολογία** (οι φυσικές επιστήμες, η Φυσική και η μεθοδολογία τους, η μελέτη ενός φυσικού φαινομένου στο εργαστήριο και η ερμηνεία του με το πρότυπο του μικρόκοσμου).

**Κεφάλαιο 2: Μετρώντας και υπολογίζοντας τα φυσικά μεγέθη** (τα φυσικά μεγέθη και οι μονάδες τους, μέτρηση μήκους και όγκου, μάζα, μέτρηση και υπολογισμός της πυκνότητας και μέτρηση του χρόνου).

**Κεφάλαιο 3: Ενέργεια και ύλη: Μορφές, μεταμορφώσεις και καταστάσεις** (μορφές της ενέργειας και διεργασίες στη φύση, μέτρηση της θερμοκρασίας, μεταφορά θερμότητας και θερμική ισορροπία, μεταβολές της κατάστασης της ύλης, διαστολή και συστολή των σωμάτων – η ιδιαιτερότητα του νερού, από τη θερμότητα στη μηχανική ενέργεια – θερμικές μηχανές).

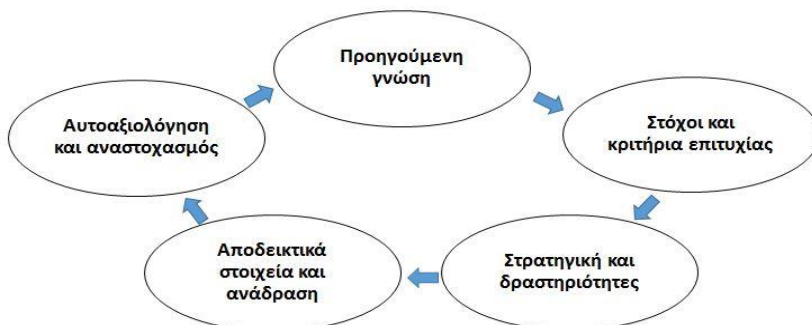
## ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΩΡΕΣ ΑΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑ

Ενότητα	Ωρες
1.1	1
1.2	1
2.1	1
2.2	3
2.3	3
2.4	2
3.1	2
3.2	2
3.3	3
3.4	2
3.5	2
3.6	3

**Στις επόμενες σελίδες υπάρχουν στοιχεία από τη διδακτική της φυσικής και επαφίεται στον εκπαιδευτικό να διαπιστώσει σε τι βαθμό το βιβλίο αυτό τον βοηθά στο δικό του διδακτικό μετασχηματισμό**

## ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η διαμορφωτική αξιολόγηση χρησιμοποιείται ως εργαλείο για τη μάθηση, αλλά μέσω της αυτοαξιολόγησης και της ομότιμης αξιολόγησης και ως μάθηση. Η διαμορφωτική αξιολόγηση περιλαμβάνει είτε τυπικές ή 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 τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές να συλλέξουν πληροφορίες σχετικά με την πρόοδο των μαθητών και να προτείνουν προσαρμογές στην προσέγγιση του 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 βιβλίο-τετράδιο.

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

Στο δεύτερο βήμα της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας (Διατύπωση υποθέσεων), ακολουθούν ερωτήματα και υπάρχει χώρος ώστε να γίνει καταγραφή των υποθέσεων των μαθητών. Και στη φάση αυτή ανιχνεύονται πιθανώς εναλλακτικές ιδέες των μαθητών.



### 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;

## ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΠΩΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΝΤΑΙ

Οι μαθητές 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 είναι νοητικές κατασκευές τις οποίες δομούν οι μαθητές προκειμένου να ερμηνεύουν τα φυσικά φαινόμενα και βασίζονται στην άμεση εμπειρία από το 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 για τον φυσικό κόσμο είναι τόσο εδραιωμένες που δεν αλλάζουν εύκολα με τη διδασκαλία. Οι Ε.Ι. των μαθητών

- είναι κυρίως βιωματικές .
- Χαρακτηρίζονται από μία παγκοσμιότητα.
- Παρουσιάζουν ομοιότητες με ιδέες που καταγράφηκαν στην ιστορία της επιστήμης.
- Είναι υποσυνείδητες, δηλαδή, συνήθως, οι μαθητές 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 κάνουν ανάδειξη των ιδεών των μαθητών, ώστε τα παιδιά να αποκτήσουν συνείδηση των ιδεών τους.

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

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

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 διαμορφώνονται:

- με την επίδραση των αντιλήψεων των μεγάλων,
- με την επίδραση των μέσων μαζικής επικοινωνίας, των εξωσχολικών βιβλίων, του διαδικτύου κ.ά.
- από την αλληλεπίδραση με άλλα παιδιά,
- από τη διδασκαλία και τα σχολικά εγχειρίδια. Πράγματι, η έλλειψη καλής επικοινωνίας του δασκάλου με τους μαθητές μπορεί να οδηγήσει τον μαθητή στο να δώσει διαφορετικό νόημα σε αυτά που ακούει από το δάσκαλο από εκείνο που θα ήθελε να αποδώσει ο δάσκαλος. Επίσης, οι μαθητές κατανοούν ότι διαβάζουν στα σχολικά εγχειρίδια επηρεαζόμενοι από δικά τους ερμηνευτικά σχήματα.
- από την καθημερινή γλώσσα. Πράγματι, η γλώσσα παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία Ε.Ι. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η σημειολογία είναι διαφορετική σε μία λέξη, όταν αυτή 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. Εκφράσεις, όπως «κλείσε την πόρτα για μη μπει το κρύο» οδηγεί στη άποψη ότι υπάρχουν δύο διαφορετικά μεγέθη η ζέστη και το κρύο. Επίσης, για παράδειγμα, «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 προσπαθούν να ενημερωθούν για τις απόψεις των μαθητών πριν από την 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 της τάξης του. Υπάρχουν και κάποιες τεχνικές που έχουν δοκιμαστεί στην πράξη και είναι αποδοτικές για αυτό το σκοπό. Αυτές μπορεί να είναι:

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

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

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

- 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 θελήσουν να αποδεχθούν άλλες πιθανές εξηγήσεις οι οποίες όμως θα είναι κατανοητές, λειτουργικές και παραγωγικές.

Για τους παραπάνω σκοπούς οι εκπαιδευτικοί είναι καλό να

- σχεδιάζουν μια σειρά διδασκαλιών για μία θεματική ενότητα, οι οποίες να έχουν ως στόχο τη συνολική τροποποίηση των ΕΙ των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα αυτής της ενότητας.
- να αναδεικνύουν τις ιδέες των μαθητών
- να προβλέπουν τρόπους με τους οποίους οι μαθητές θα γίνουν ενήμεροι των απόψεών τους
- να παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να ξανασκεφτούν τις απόψεις τους, ώστε να συμμετέχουν ενεργά στην τροποποίηση τους. Δηλαδή, με σωστό σχεδιασμό, να δημιουργούν συνθήκες γνωστικής σύγκρουσης.
- να φροντίζουν για μεταγνωστική αξιοποίηση (Τι ξέρω γι' αυτό; Τι ήξερα πριν; Πως 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 μαθητής έρχεται αντιμέτωπος όχι με τις απόψεις των άλλων, αλλά με τη διάψευση των δικών του απόψεων ή των προβλέψεων που κάνει στηριζόμενος στις αντιλήψεις του. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση αυτής της «σύγκρουσης» τόσο πιο μεγάλη διαταραχή θα επέλθει στις αρχικές αντιλήψεις του μαθητή. Η αντιπαραβολή των απόψεων των μαθητών με αυτές των επιστημόνων ή του δασκάλου δεν θεωρείται γνωστική σύγκρουση.

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

- ο εκπαιδευτικός να γνωρίζει τις αντιλήψεις των μαθητών για το συγκεκριμένο θέμα.
- η πορεία που θα ακολουθήσουν οι μαθητές προκειμένου να οδηγηθούν σε συμπεράσματα αντίθετα από τα πιστεύω τους, πρέπει να είναι στα μάτια τους ευλογοφανής και αξιόπιστη.
- η σύγκρουση που θα προκύψει πρέπει 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 αυτού του βιβλίου.

### Θερμοκρασία:

Από την καθημερινή τους εμπειρία οι μαθητές/τριες έχουν την αντίληψη ότι:

- η θερμοκρασία είναι μια φυσική ιδιότητα του υλικού και ότι ορισμένες ουσίες είναι από τη φύση τους πιο ζεστές ή πιο κρύες από άλλες.
- το δέρμα μας είναι ένα καλό θερμόμετρο.
- τα πουλόβερ και οι κουβέρτες θερμαίνουν.

Θεωρούν ότι:

- δεν υπάρχει όριο χαμηλότερης θερμοκρασίας.
- υπάρχει όριο υψηλότερης θερμοκρασίας.
- η θερμοκρασία ενός αντικειμένου έχει σχέση με το μέγεθός του.
- η θερμοκρασία είναι το μέτρο της ποσότητας της θερμότητας ή της ψυχρότητας που έχει ένα αντικείμενο.
- το νερό βράζει στους 40°C (πυρετός).

Επίσης:

- δεν αναγνωρίζουν τη θερμοκρασία ως ένα φυσικό μέγεθος που περιγράφει αντικειμενικά την θερμική κατάσταση ενός υλικού.

## Θερμότητα-Θερμική ισορροπία

Οι μαθητές/τριες θεωρούν ότι:

- δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ θερμότητας και θερμοκρασίας.
- η θερμότητα είναι πάντα ζεστή, αλλά η θερμοκρασία μπορεί να είναι και κρύα.
- η θερμότητα είναι ένα είδος ουσίας που ρέει, όπως τα υγρά.
- τα υλικά έχουν θερμότητα.
- η θερμική ενέργεια και η θερμότητα είναι το ίδιο πράγμα.
- ένα σώμα με μεγάλη θερμοκρασία σίγουρα θα έχει και μεγάλη θερμική ενέργεια, ανεξάρτητα από την μάζα του.

- Δεν αναγνωρίζουν ότι αντικείμενα διαφορετικής θερμοκρασίας που βρίσκονται σε επαφή, αποκτούν τελικά την ίδια θερμοκρασία.

Έχει γίνει πολύ μεγάλη συζήτηση για τη χρήση του όρου θερμότητα. Ο κίνδυνος είναι ότι, με τη χρήση του όρου θερμότητα, ενισχύεται η ιδέα πως αυτή αποτελεί ένα ξεχωριστό είδος «φευγαλέας ουσίας», η οποία εμπεριέχεται στα υλικά και μπορεί να ρέει από το ένα μέρος στο άλλο Harris (1981)- Erickson (1977). Αυτή την αντίληψη για τη θερμότητα είχε και ο Lavoisier (1789) «καλορικό πρότυπο», πριν την εργασία του James Joule το δέκατο ένατο αιώνα. Θα πρέπει στην ενότητα αυτή να αποφύγουμε αυτή την παρανόηση

## Διαστολή και συστολή των σωμάτων. Ανώμαλη διαστολή του νερού.

Οι μαθητές/τριες

- Δυσκολεύονται να εξηγήσουν γεγονότα που τους είναι γνωστά, όπως η διαστολή.
- Όταν προσπαθούν να την εξηγήσουν με το σωματιδιακό μοντέλο, διατυπώνουν την άποψη ότι με τη θέρμανση διαστέλλονται οι δομικοί λίθοι (μόρια-άτομα). Αυτή η παρανόηση δεν μπορεί να ξεπεραστεί μέσω των πειραματικών διαδικασιών. Χρειάζεται να δοθεί στους μαθητές εξήγηση η οποία να στηρίζεται στο σωματιδιακό μοντέλο και σύμφωνα με την οποία αυξάνονται οι αποστάσεις μεταξύ των δομικών λίθων (μορίων ή ατόμων).
- Από τις έρευνες του Dow, του Holding και άλλων σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης φαίνεται ότι οι μαθητές, αν και κατανοούν αυτόνομα τις περισσότερες ιδιότητες του σωματιδιακού μοντέλου, δεν μπορούν να τις συγκεντρώσουν όλες μαζί ως μια μοναδική σύλληψη της συμπεριφοράς των μορίων μέσα σε ένα στερεό.
- Δεν μπορούν να εξηγήσουν γεγονότα που τους είναι γνωστά, όπως η διαστολή.
- Οι παρανοήσεις των μαθητών απορρέουν κυρίως από την αντιμετώπιση της υγρής κατάστασης ως ενδιάμεσης κατάστασης μεταξύ της στερεάς και της αέριας. Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές έχουν ιδέες που υπερεκτιμούν τον κενό χώρο μεταξύ των μορίων καθώς και την ταχύτητα των μορίων ενός υγρού.
- Οι περισσότεροι μαθητές που προσπαθούν να εφαρμόσουν ένα σωματιδιακό μοντέλο στη διαδικασία της πήξης του νερού σκέφτονται ότι τα μόρια του νερού έρχονται πιο κοντά το ένα στο άλλο. Καταλήγουν έτσι στο συμπέρασμα ότι ο πάγος δεν καταλαμβάνει τόσο πολύ χώρο όσο όταν ήταν νερό σε αντίθεση, ίσως, με την εμπειρία τους.
- Θεωρούν ότι ορισμένα σώματα επιπλέουν, διότι είναι ελαφριά και όχι διότι είναι ελαφριά για το μέγεθός τους.
- Δεν κατανοούν ότι η πυκνότητα εκφράζει τη μάζα του υλικού σε κάθε μονάδα όγκου, αλλά χρησιμοποιούν τον τεχνικό όρο «μάζα ανά μονάδα όγκου», χωρίς να αντιλαμβάνονται τι σημαίνει αυτό.
- Οι Novick και Nussbaum μελέτησαν τις αντιλήψεις για την αέρια κατάσταση, τις οποίες είχαν μαθητές 13 και 14 ετών που είχαν ήδη διδαχθεί τη θεωρία για τη σωματιδιακή δομή της ύλης. Το 60% υπέδειξε ότι το αέριο αποτελείται από σωματίδια, το 46% ότι υπάρχει κενός χώρος μεταξύ των σωματιδίων, και το 50% ότι η εσωτερική κίνηση είναι υπαίτια για την κατανομή των σωματιδίων στο χώρο.

## Βάρος-Μάζα

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

Επίσης ότι:

- Το βάρος και η μάζα ταυτίζονται
- Τα όρια του βαρυτικού πεδίου της Γης ταυτίζονται με τα όρια της ατμόσφαιρας ή στο κενό 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

## **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 είναι ιεραρχικοί σε σχέση μεταξύ του 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 την 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 ο ένας τον άλλον, αλλά δεν είναι τα ίδια.

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**

Ασφαλής χρήση συσκευών

Αλληλεπίδραση με Η/Υ

Μέτρηση όγκου

Μέτρηση μάζας

Μέτρηση απόστασης

Μέτρηση χρόνου

Μέτρηση θερμοκρασίας

Χρήση ποσοτικών σχέσεων

### **Αξίες**

Αμφισβήτηση

Ευαισθητοποίηση για την προστασία του περιβάλλοντος

Σεβασμός στη λογική

Επιθυμία για γνώση

Απαίτηση για επαλήθευση

Αναστοχασμός

Επίγνωση των συνεπειών

### **Στάσεις**

Ενδιαφέρον

Αυτοπεποίθηση

Εκτίμηση των συντελεστών και των συνεργατών

Επιλογή των μέσων

Ανταπόκριση (τάση για απαντήσεις)

Τάση για εξηγήσεις

## **ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ**

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

Επιστημονικές διαδικασίες ονομάζονται 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 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). Αυτός ο κατάλογος 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 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

Επισημάνση 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 στη 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 κάποιων φαινομένων ή πειραμάτων δεν τους οδηγεί στις αναμενόμενες διαπιστώσεις. Οι μαθητές δεν παρατηρούν πάντα αυτό που θα θέλαμε να παρατηρήσουν, αλλά συχνά «βλέπουν» άσχετες λεπτομέρειες. Για το λόγο αυτό οι εκπαιδευτικοί πρέπει να σχεδιάζουν κατάλληλες δραστηριότητες που θα τους βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν τη δεξιότητα της παρατήρησης.

## Ταξινόμηση

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Ταξινόμηση» στη φυσική και στη 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, στην διδακτική πράξη, είναι μια διαδικασία που βοηθά τους μαθητές να αναγνωρίσουν την ενότητα και την ποικιλία του φυσικού κόσμου. Η διαδικασία της ταξινόμησης συνήθως ακολουθεί τη διαδικασία της παρατήρησης και βοηθά τους μαθητές 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 μαθητές 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 στη 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 συνεπώς θα πρέπει

να διαμεσολαβείται στους μαθητές. Η χρήση μαθηματικού φορμαλισμού στην διδασκαλία της φυσικής απαιτεί μεγάλο βαθμό αφαίρεση και γι' αυτό το λόγο χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή από τη μεριά του εκπαιδευτικού. Πολλές φορές οι μαθητές δεν έχουν συνείδηση του περιεχομένου των μαθηματικών σχέσεων που χρησιμοποιούν και κάνουν απλά μηχανιστική χρήση. Ο δάσκαλος θα πρέπει να βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τη φυσική σημασία της κάθε εξίσωσης ή διαγράμματος που θα χρησιμοποιήσουν.

## **Μετρήσεις**

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

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

## **Επικοινωνία**

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Επικοινωνία» στην φυσική και στη 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 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 εκπαιδευτικός μονολογεί ή όταν οι μαθητές δεν εργάζονται ομαδικά. Είναι σκόπιμο οι μαθητές να:

- Ερμηνεύουν καταστάσεις αλληλεπιδρώντας και συνεργαζόμενοι.
- 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» στην φυσική και στη διδασκαλία της;

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

Οι μαθητές θα πρέπει να έχουν αναπτύξει ένα σχετικά ικανοποιητικό επιστημονικό λεξιλόγιο, ώστε να μπορούν να διατυπώσουν τα συμπεράσματά τους σε ένα φύλλο εργασίας. Ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να ασκήσει τους μαθητές σε αυτή τη δεξιότητα. Για παράδειγμα, αρχικά ένα συμπέρασμα μπορεί να το διατυπώνει αφήνοντας λίγα κενά και γράφοντας ξεχωριστά το κατάλληλο λεξιλόγιο και περισσότερες λέξεις από τις απαιτούμενες ώστε οι μαθητές να επιλέγουν τις κατάλληλες. Σταδιακά αυτή η διαδικασία μπορεί να γίνεται με ολοένα περισσότερα κενά έως ότου φτάσουν στο σημείο οι μαθητές να γράφουν μόνοι τους κάποια συμπεράσματα. Μπορεί ακόμα οι μαθητές να γράφουν ομαδικά κάποιο συμπέρασμα και να ακολουθεί συζήτηση σχετικά με αυτό στο οποίο ο εκπαιδευτικός έμμεσα να αναδεικνύει τα προβληματικά σημεία.

### **Διατύπωση λειτουργικών ορισμών**

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

Οι ορισμοί παρέχουν οικονομία στην επικοινωνία μεταξύ των επιστημόνων, επειδή μια λέξη ή ένας όρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί έναντι μιας εκτεταμένης περιγραφής. Στη διδασκαλία της Φυσικής οι ορισμοί παίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο. Στόχο της διδασκαλίας της φυσικής θα πρέπει να αποτελεί η διατύπωση ορισμών από τους μαθητές αρκεί να είναι αποτέλεσμα δημιουργικής σκέψης και όχι να είναι το αποτέλεσμα απλής απομνημόνευσης. Πολλές φορές η ορθή διατύπωση ενός ορισμού ενός μεγέθους ή έννοιας από τους μαθητές δε σημαίνει και ότι την κατανοεί. Ο εκπαιδευτικός πρέπει κατά τη διδασκαλία να βοηθά τους μαθητές του ώστε οι ίδιοι 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: Που 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» στην φυσική και στη διδασκαλία της;

Οι επιστήμονες εξετάζουν τις μεταβολές που συμβαίνουν τοπικά και χρονικά και διατυπώνουν σχέσεις των μεγεθών με το χωρόχρονο. Οι μαθητές 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 μαθητές 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 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
- (iii) στη μέτρηση των αποστάσεων που διανύουν τα αμαξάκια σε διαφορετικούς χρόνους.

### **Διατύπωση προβλέψεων**

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

Η πρόβλεψη αποτελεί σημαντικό μέρος της εργασίας των επιστημόνων. Για την πρόβλεψη στηρίζονται σε δεδομένα και σε υπάρχοντα επιστημονικά μοντέλα, γεγονός που κάνει την πρόβλεψη να διαφέρει από την υπόθεση. Για παράδειγμα, ο Maxwell προέβλεψε με βάση την ηλεκτρομαγνητική του θεωρία την παραγωγή των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Επίσης χαρακτηριστικό παράδειγμα πρόβλεψης είναι η πρόγνωση του καιρού. Οι επιστήμονες με δεδομένα 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 εκπαιδευτικός πρέπει να δίνει τη δυνατότητα με κατάλληλες ερωτήσεις στους μαθητές να κάνουν προβλέψεις και ακολούθως να προβαίνουν στον έλεγχό τους. Οι προβλέψεις κινητοποιούν τη σκέψη των μαθητών και τους προκαλούν το ενδιαφέρον προκειμένου να διερευνήσουν το αποτέλεσμα της πρόβλεψής τους. Οι μαθητές 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 εκπαιδευτικός καλό είναι να ζητά από τους μαθητές να προβλέπουν συγκεκριμένα γεγονότα και καταστάσεις για τα οποία έχουν εμπειρία και η πρόβλεψη να μπορεί γίνει με βάση τη διδαγμένη γνώση. Επίσης, να μην δέχεται διαισθητικές απαντήσεις αλλά να ζητά εξήγηση του αποτελέσματος με βάση τις γνώσεις τους από το μάθημα. Οι προβλέψεις των μαθητών 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» στην φυσική και στη 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 Newton, για παράδειγμα, έκανε την υπόθεση (πριν διατυπώσει το 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 εκπαιδευτικός που προσπαθεί συνειδητά να αναπτύξει αυτή τη δεξιότητα των μαθητών πρέπει να τους ρωτά τακτικά να υποθέσουν τις αιτίες και να δώσουν εξηγήσεις για φαινόμενα ή καταστάσεις.

### **Ερμηνεία δεδομένων**

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Ερμηνεία δεδομένων» στην φυσική και στη 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 στη 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 ποιόν τρόπο. Οι επιστήμονες όταν μελετούν ένα φαινόμενο ή ένα φυσικό μέγεθος αναζητούν τις παραμέτρους (μεταβλητές) που το επηρεάζουν. Για το σκοπό αυτό συνήθως πειραματίζονται δημιουργώντας καταστάσεις τέτοιες ώστε η επίπτωση κάθε παράγοντα στο φαινόμενο ή στο υπό μελέτη μέγεθος να ελέγχεται χωριστά.

Οι μαθητές για να ασκηθούν στη συγκεκριμένη επιστημονική διαδικασία, θα πρέπει για την 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 την 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 εκπαιδευτικού.

## **Διεξαγωγή πειραμάτων**

Ποιος ο ρόλος της επιστημονικής διαδικασίας «Διεξαγωγή πειραμάτων» στην φυσική και στη διδασκαλία της;

Η διεξαγωγή πειραμάτων είναι μια 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.α. 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, για την άσκηση των μαθητών σε ψυχοκινητικές και νοητικές δεξιότητες, για εξοικείωση των μαθητών 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 να υπερασπίζονται ορθολογικά τα συμπεράσματα και τις προβλέψεις τους.
- Αποτελεσματική επικοινωνία και συνεργασία των μαθητών με τους συνομηλίκους τους και τον δάσκαλό 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 στην φυσική και στη 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 κάδος» και «το κανόνι» του Νεύτωνα, «ο ανελκυστήρας» και το «τρένο» του Αϊνστάιν, «ο δαίμονας του Maxwell», «το μικροσκόπιο» του Heizenberg, «η γάτα» του Schrodinger κ.α.

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 το φυσικό κόσμο, συνήθως, υποθέτουν καταστάσεις που δεν υπάρχουν στην καθημερινή ζωή, όπως δάπεδα χωρίς τριβές ή υπερβολική θερμοκρασία. Επίσης απαιτούν από το 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 μαθητές 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. Επίσης τα ΝΠ, καθώς έχουν ένα ιδιαίτερο ρόλο στην ιστορία των ΦΕ, μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να προσεγγίσουν τις ΦΕ μέσω της ιστορίας τους και να τους εξοικειώσουν με πρακτικές που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες.

## **ΜΑΘΗΣΗ ΜΕΣΩ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ**

Ποιοι 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.

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 μαθητές να βιώσουν τις διαδικασίες με τις οποίες κατακτούν τη γνώση καθώς απαντούν σε ερευνητικές ερωτήσεις μέσω της ανάλυσης δεδομένων από τους ίδιους.

Οι μαθητές μέσω της διερεύνησης επιδιώκεται να αναπτύξουν πολύτιμες δεξιότητες της έρευνας και να είναι προετοιμασμένοι για τη δια 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 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 πρότασης 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 μαθητές να αναζητούν πληροφορίες για ένα ερώτημα ή ένα πρόβλημα που τους ενδιαφέρει και να υλοποιούν σχετικές διερευνήσεις ή μικρές έρευνες για να απαντήσουν στο συγκεκριμένο ερώτημα ή πρόβλημα.
- Η μάθηση οικοδομείται από τον μαθητή και υποβοηθείται από μια διαδικασία αναζήτησης της γνώσης.
- Ο ρόλος του δασκάλου είναι να ενεργεί ως διαμεσολαβητής της γνώσης λαμβάνοντας υπόψη ότι ήδη γνωρίζουν οι μαθητές και να τους βοηθά να κάνουν διασυνδέσεις με τις υπάρχουσες εννοιολογικές τους δομές.
- Οι μαθητές έχουν ενεργό ρόλο στη μάθησή τους και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων.
- Οι μαθητές 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 επιβεβαιώνουν κάτι εκ των προτέρων γνωστό μέσω προτεινόμενης από τον εκπαιδευτικό διαδικασίας.

2ο επίπεδο (καθοδηγούμενη διερεύνηση)

Οι μαθητές ερευνούν ένα ερώτημα που τους δίνεται μέσω προτεινόμενης από τον εκπαιδευτικό διαδικασίας.

3ο επίπεδο (προσανατολισμένη διερεύνηση)

Οι μαθητές ερευνούν ένα ερώτημα που τους δίνεται αλλά οι ίδιοι σχεδιάζουν την πορεία που θα ακολουθήσουν.

4ο επίπεδο (ανοιχτή διερεύνηση)

Οι μαθητές 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 & Olymriou, 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 λάθος 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 αντικείμενου.
- Η έρευνα έχει δείξει ότι ο συνδυασμός πειραματισμού σε πραγματικά και εικονικά εργαστήρια «βοηθά τους μαθητές να μάθουν καλύτερα από ότι όταν να κάνουν μόνο πραγματικά ή μόνο εικονικά πειράματα» (Sullivan, et al., 2017).

## ΤΑ ΤΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΑ QUIZZES (ερωτηματολογία)

Τα τακτικά συνεργατικά quizzes 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 υποτιμώντας την όποια παιδαγωγική αξία του. Όμως, τα συχνά quizzes δεν είναι μόνο για τη βαθμολόγηση των μαθητών αλλά βοηθούν τον εκπαιδευτικό στη διδασκαλία και το μαθητή στη μάθηση. Αποτελούν μια διδακτική τεχνική (Murray JP 1990).
- Η δημιουργία των quizzes δίνει στον εκπαιδευτικό την προοπτική του μαθήματος και την ανατροφοδότηση για το τι έχουν και το τι δεν έχουν μάθει οι μαθητές. Με τη συμπλήρωση των quizzes οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να δουν τι έχουν μάθει και να ανακαλύψουν το σκοπό και το βάθος της

γνώσης τους. Δίνουν δε και ένα κίνητρο στους μαθητές στο πλαίσιο της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης Tuckman, B.W. (1997).

- Πολλές φορές όμως η παιδαγωγική αξία των quizzes υποτιμάται. Αυτό οφείλεται σε δύο λόγους. Στην άμεση ανατροφοδότηση από τον εκπαιδευτικό χωρίς να υπάρχει πρώτα συζήτηση μεταξύ των μαθητών και στην ατομική και όχι συνεργατική συμπλήρωση των quizzes. Μάθηση χωρίς στήριξη από κανέναν είναι παιδαγωγικά αβάσιμη. Όταν οι μαθητές μαθαίνουν με άλλους, έχουν τη συναισθηματική και διανοητική υποστήριξη που τους επιτρέπει να πάνε παραπέρα από αυτό που τους επιτρέπει η παρούσα γνώση και ικανότητές τους (Johnson DW & Johnson RT 1996).
- Βέβαια, θα πρέπει τα προβλήματα που τίθενται στους μαθητές να είναι στη ζώνη της επικείμενης ανάπτυξής τους και όσο το δυνατόν αυθεντικά και με νόημα για τους μαθητές. Τα τακτικά συνεργατικά quizzes είναι μια αποτελεσματική διδακτική στρατηγική και βοηθούν τους μαθητές 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 διατύπωσαν κάποια υπόθεση ή πρόβλεψη, που θα μπορούσε να επαληθευτεί από τα αποτελέσματα του πειράματος.

Δεδομένα	Έως 30 μόρια: Οι μαθητές σημειώνουν τις μετρήσεις τους στον πίνακα των δεδομένων,
Σκοπός	Έως 10 μόρια: Αξιολογούμε αν οι μαθητές έχουν αντιληφθεί το σκοπό του πειράματος.
Συζήτηση- Συμπεράσματα- Γενικεύσεις.	<p>Έως 50 μόρια: Οι μαθητές, 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 θα πρέπει να συζητήσουν το σκοπό και τους στόχους του πειράματος σε σχέση με τα αποτελέσματα. Τα συμπεράσματα θα πρέπει να είναι καθαρά και θα πρέπει 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, συμπληρώνεται από τους μαθητές.

Τέλος, παραθέτουμε:

Ένα εργαλείο αξιολόγησης της συμπεριφοράς, το οποίο συμπληρώνεται από τον καθηγητή την ώρα που οι μαθητές 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 το σκοπό για τον οποίο κάνατε την 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 την 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 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: Τόπος :  
Όνοματεπώνυμο εκπαιδευτικού:  
Περιγραφή περιστατικού / συμβάντος:

Ερμηνεία/συναισθήματα:

Κάθε καταγραφή καλό είναι:

1. Να περιορίζεται σε ένα μόνο παρατηρούμενο περιστατικό. (ένας μαθητής 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 μαθητής .....εξέφρασε 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.λ.π.
4. Να περιέχει ακόμα και εξέλιξη που παρατηρείται σε έναν μαθητή με οποιοδήποτε τρόπο σε σύγκριση με προηγούμενη εμπειρία μας από το συγκεκριμένο μαθητή)
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 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.
- Κόκκοτας Π., (2002) Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος ΙΙ, 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.