

Φυσική Α' Γυμνασίου: το πρώτο βήμα

Ανδρέας Βαλαδάκης

Σε πρώτη ενημερωτική συνάντηση με γονείς μαθητών της Α' Γυμνασίου καθηγήτης Φυσικής εξηγεί ότι το μάθημα φέτος έχει στόχο τη διεξαγωγή μετρήσεων και παρατηρήσεων. Η επόμενη συνομιλία είναι πραγματική:

Μητέρα: *Γιατί δεν τους δίνετε φωτοτυπίες για να ξέρουν τι θα διαβάσουν;*

Καθηγήτης Φυσικής: *Γιατί θα είναι μασημένη τροφή. Ο σκοπός είναι να ανακαλύψουμε μαζί τη γνώση μέσα από διάλογο.*

Μητέρα: *Κάνετε διάλογο στη Φυσική; Σε λίγο θα μας πείτε ότι συζητάτε και στα μαθηματικά!*

Αν και η συνομιλία φαίνεται να εστιάζεται μόνο στη διδασκαλία της Φυσικής μέσω διαλόγου, αποκαλύπτει επίσης ορισμένες επιπλέον πτυχές του νεοεισαχθέντος μαθήματος "Φυσική με Πειράματα" (Γ. Καλκάνης 2013). Θα προσπαθήσουμε να ξεδιπλώσουμε αυτές τις πτυχές.

Στο πρόγραμμα διδασκαλίας της Δ' Δημοτικού συμπεριλαμβάνεται η μέτρηση μήκους και βάρους (Βαμβακούση *et al.*, 2006). Αυτό συνεχίζεται στις επόμενες τάξεις, όπου

προστίθεται η μέτρηση εμβαδού, όγκου, μάζας και θερμοκρασίας καθώς και η μετατροπή μονάδων φυσικών μεγεθών. Επίσης στο πρόγραμμα της Ε' (Αποστολάκης *et al.*, 2009α) και Στ' Δημοτικού (Αποστολάκης *et al.*, 2009β) περιλαμβάνεται η παρατήρηση και η περιγραφή φυσικών φαινομένων.

Μέχρι τη σχολική χρονιά 2012-2013 υπήρχε ασυνέχεια στη διδασκαλία της Φυσικής μεταξύ της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης: Οι μαθητές δε διδάσκονταν Φυσική στη Α' Γυμνασίου. Το 2013-2014 εισάγεται για πρώτη φορά η διδασκαλία της σε αυτή την τάξη. Το μάθημα ονομάζεται "Φυσική με Πειράματα" και περιλαμβάνει γενικά τέσσερα είδη δραστηριοτήτων που εκτελεί ο μαθητής.

Στο πρώτο είδος ανήκει η διατύπωση υποθέσεων. Στο "Σημείωμα για το Μαθητή" που υπάρχει στο "Βιβλίο του Μαθητή" αναφέρεται σχετικά:

«Η ακριβής γνώση της επιστήμης για το φυσικό κόσμο έχει προέρθει από μια διαδικασία την οποία η επιστήμη εφαρμόζει όλα τα χρόνια και

ονομάζεται επιστημονική έρευνα. Αυτή η έρευνα γίνεται με την επιστημονική μέθοδο. Ο ερευνητής, με αφορμή κάποια παρατήρηση ή ένα ερώτημα, ενδιαφέρεται να ανακαλύψει την απάντηση, διατυπώνει υποθέσεις, εκτελεί πειράματα για να επιβεβαιώσει κάποια υπόθεση, την οποία αναγορεύει σε θεωρία, αλλά και ελέγχει διαρκώς στη συνέχεια την ακρίβειά της ...»

Με σκοπό τη διατύπωση υποθέσεων δραστηριότητες που περιέχονται στο "Βιβλίο του Μαθητή" είναι οι εξής:

«Πώς γίνεται η μέτρηση του μήκους; Γράψε τις υποθέσεις σου.»

«Αν προσπαθούν όλοι να αποφεύγουν αυτά τα λάθη, νομίζεις ότι όλες οι μετρήσεις του μήκους του ίδιου αντικειμένου θα είναι ίδιες; Γράψε τις υποθέσεις σου.»

«Με ποιον τρόπο πρέπει να γίνονται οι μετρήσεις μικρών χρόνων για να έχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια; Γράψε τις υποθέσεις σου.»

«Συζήτησε με τους συμμαθητές σου για τον τρόπο μέτρησης ή υπολογισμού της μάζας και του βάρους. Γράψε τις υποθέσεις σου.»

«Μια λανθασμένη μέτρηση της θερμοκρασίας είναι δυνατόν να οφείλεται στο θερμόμετρο που χρησιμοποιούμε ή στον τρόπο με τον οποίο μετράμε. Γράψε τις υποθέσεις.»

Ωστόσο αυτά που ζητούνται από το μαθητή δεν είναι διατύπωση υποθέσεων, όπως αυτές που διατυπώνει ο ερευνητής και εκτελεί πειράματα για να τις επιβεβαιώσει. Λόγου χάρη με ποιο πείραμα είναι δυνατό να ελέγξουμε «Πώς γίνεται η μέτρηση του μήκους;» ή «τον τρόπο υπολογισμού της μάζας

και του βάρους»; Δηλαδή δεν πρόκειται για το είδος των υποθέσεων που περιλαμβάνονται στην επιστημονική μέθοδο και την οποία, όπως αναφέρεται στο "Σημείωμα για το Μαθητή", θέλουμε ο μαθητής να γνωρίσει.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν δράσεις οι οποίες στο "Σημείωμα για το Μαθητή" περιγράφονται ως εξής:

«...η εκτέλεση πειραμάτων με μετρήσεις θα σε εφοδιάσει με γνώσεις και χρήσιμες εμπειρίες, αλλά και θα σε προετοιμάσει για τα μαθήματα της Φυσικής στις επόμενες τάξεις.»

Χαρακτηριστικό παράδειγμα προτεινόμενου πειράματος είναι το εξής:

«Μέτρησε με τη βοήθεια ενός συμμαθητή σου το μήκος ενός θρανίου χρησιμοποιώντας μια μετροταινία, όπως στη διπλανή εικόνα.»

Όμως αυτά τα «πειράματα» δεν εμπίπτουν σε ό,τι στη Φυσική χρησιμοποιείται ως πείραμα. Πρόκειται για χρήσιμη διαδικασία μέτρησης αλλά όχι για πείραμα: Δε χρησιμοποιείται για την επαλήθευση ή την απόρριψη μιας επιστημονικής υπόθεσης. Χρησιμοποιείται απλώς για να ασκηθεί ο μαθητής να μετρά φυσικά μεγέθη.

Το τρίτο είδος δραστηριοτήτων περιγράφεται επίσης στο "Σημείωμα για το Μαθητή", όπου αναφέρεται:

«Με βάση τα φύλλα εργασίας και ακολουθώντας βήμα-βήμα την επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση θα έχεις την ευκαιρία: να εφαρμόζεις τα συμπεράσματα σου σε φυσικά φαινόμενα και τεχνολογικές εφαρμογές, να τα εξηγείς με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σου και να τα γενικεύεις και σε

άλλα σχετικά φαινόμενα, τεχνολογικές εφαρμογές ή ανθρωπινές δραστηριότητες.»

Στο "Βιβλίο του Μαθητή" οι γενικεύσεις αναφέρονται με τον τίτλο "Εφαρμόζω, Εξηγώ, Γενικεύω". Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα εξής:

«Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη μέτρηση του χρόνου με άλλους τρόπους και όργανα.»

«Μέτρησε τη μάζα και υπολόγισε το βάρος και άλλων αντικειμένων. Συγκέντρωσε πληροφορίες για τη μέτρηση της μάζας με άλλους τρόπους και όργανα.»

«Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη μέτρηση της θερμοκρασίας με άλλα όργανα και άλλους τρόπους.»

Ωστόσο δεν πρόκειται για γενικεύσεις, όπως αυτές που ακολουθεί «η επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση» και αναφέρονται στο "Σημείωμα για το Μαθητή": Πρόκειται απλώς για βιβλιογραφική έρευνα.

Οι προηγούμενες δραστηριότητες συμπληρώνονται με παρατηρήσεις που πρέπει να εκτελέσει ο μαθητής, όπως είναι η παρατήρηση της «ανώμαλης» μεταβολής του όγκου του νερού. Μετά από αυτές τις παρατηρήσεις ο μαθητής δεν οδηγείται σε οποιαδήποτε γενίκευση που αφορά τη Φύση: Περιορίζεται απλώς στην καταγραφή των παρατηρήσεών του και σε ορισμένες περιπτώσεις στο σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων. Δηλαδή πρόκειται επίσης για μάθημα Γλώσσας και για μάθημα Μαθηματικών.

Μια ερμηνεία και ένα πρόβλημα

Βεβαίως στο βιβλίο του Καθηγητή αναφέρεται ότι:

«Σκοπός του μαθήματος είναι η ομαλή μετάβαση των μαθητών από την περιγραφική προσέγγιση των φυσικών εννοιών και των φυσικών φαινομένων στο δημοτικό σχολείο στην αυστηρότερη και, κυρίως, ποσοτική προσέγγιση τους ως φυσικά μεγέθη και φυσικές διαδικασίες, αντίστοιχα, στο γυμνάσιο.»

Ωστόσο το πρόγραμμα του Δημοτικού δεν περιορίζεται στην περιγραφική προσέγγιση των φυσικών εννοιών και φαινομένων αλλά προχωρά και στην ποσοτική προσέγγισή τους, διότι στο Δημοτικό επίσης απαιτείται από τους μαθητές να μετρούν φυσικά μεγέθη. Αυτά λοιπόν που περιλαμβάνονται στο "Φυσική με Πειράματα" έχουν ήδη περιληφθεί στο πρόγραμμα του Δημοτικού, το οποίο συχνά μάλιστα έχει μεγαλύτερες απαιτήσεις σε επίπεδο εννοιών, απ' όσο έχει το "Φυσική με Πειράματα".

Η επιλογή των συντακτών του προγράμματος σπουδών "Φυσική με Πειράματα", να επαναληφθούν στην Α' Γυμνασίου δραστηριότητες που περιλαμβάνονται ήδη στο πρόγραμμα του Δημοτικού, είναι δυνατό να ερμηνευθεί αν θεωρηθεί ότι οι συντάκτες έχουν την αντίληψη ότι στο Δημοτικό δεν εκτελούνται οι δραστηριότητες που προβλέπονται από το πρόγραμμα του Δημοτικού, το μάθημα διδάσκεται από καθ' έδρας και οι μαθητές απλώς αποστηθίζουν τελικά συμπεράσματα. Αυτό συμφωνεί και με την προτροπή της μητέρας: «Γιατί δεν τους δίνετε φωτοτυπίες για να ξέρουν τι θα διαβάσουν;»

Αν δεχτούμε ότι η παραπάνω είναι όντως η αντίληψη των συντακτών του προγράμματος "Φυσική με Πειράματα", τότε το πρόβλημα που πρέπει να επιλύσει ένα πρόγραμμα διδασκαλίας της Φυσικής στην Α΄ Γυμνασίου είναι το εξής: Οι μαθητές μέσω δραστηριοτήτων, πρέπει να μάθουν να μετρούν φυσικά μεγέθη, να παρατηρούν φυσικά φαινόμενα και να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους. Αλλά δε θα πρέπει να περιορισθεί σε αυτό: Θα πρέπει συγχρόνως το πρόγραμμα να περιέχει στοιχεία από τις μεθόδους και τα συμπεράσματα της Φυσικής.

Μια πρόταση

Το μάθημα Φυσική στην Α΄ Γυμνασίου ορίστηκε να διδάσκεται μία ώρα εβδομαδιαίως. Θα πρέπει λοιπόν η έκταση της ύλης που θα καλυφθεί να αντιστοιχεί στο συνολικό πλήθος των διαθέσιμων ωρών. Αλλά η ύλη που θα καλυφθεί δεν έχει τόσο μεγάλη σημασία, όσο η ύλη που θα αποκαλυφθεί. Σε κάθε μονόωρο μάθημα στην καλύτερη περίπτωση δύο διαδοχικές διδακτικές ώρες απέχουν μεταξύ τους μια εβδομάδα. Επιπλέον ορισμένες φορές χάνονται μαθήματα και η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών διδασκαλιών πιθανόν να είναι μεγαλύτερη. Συνεπώς η σύνδεση μεταξύ του περιεχόμενου δύο διαδοχικών διδακτικών ωρών είναι χαλαρή. Στην αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος βοηθά αν σε μια διδακτική ώρα κάθε θέμα διδάσκεται αυτοτελώς - χωρίς προαπαιτούμενα, από το πρώτο μάθημα.

Στην ανάπτυξη αυτών των θεμάτων ως επαναλαμβανόμενο μοτίβο θα εμφανιζόταν η

κεντρική ιδέα της μεθόδου της Φυσικής, δηλαδή ότι για τη διατύπωση των φυσικών νόμων απαιτείται παρατήρηση και φαντασία και για την απόρριψή τους παρατήρηση και πείραμα. Αυτά τα στοιχεία θα μπορούσαν να διαχέονται σε μια ομάδα 20 - 30 θεμάτων, από τα οποία ο διδάσκων θα επέλεγε τη διαπραγμάτευση ενός μικρότερου πλήθους, ανάλογα με το πλήθος των διαθέσιμων διδακτικών ωρών, την αγάπη του για ορισμένα από τα θέματα και το ενδιαφέρον των μαθητών του.

Σε αυτό το πλαίσιο οι διαδικασίες μέτρησης φυσικών μεγεθών και καταγραφές παρατηρήσεων δε θα αποτελούσαν ανεξάρτητη διαδικασία αλλά θα εντάσσονταν στη μελέτη φυσικών φαινομένων και θα οδηγούσαν σε καθολικά συμπεράσματα σχετικά με το Φυσικό Κόσμο, που βεβαίως είναι το ζητούμενο σε κάθε μάθημα Φυσικής.

Στη συνέχεια μέσω δύο χαρακτηριστικών παραδειγμάτων αποσαφηνίζω την πρότασή μου.

Τι είναι Φυσική;

Ίσως δε μπορεί να βρεθεί καταλληλότερο πρώτο μάθημα από το "Ελεύθερη Πτώση". Τα έχει όλα: ιστορία της Φυσικής, μέθοδο της Φυσικής - δηλαδή παρατήρηση, διατύπωση υπόθεσης και εκτέλεση πειράματος - σύγκριση και σύγκρουση με την κοινή λογική, έκπληξη, απλότητα και αυτοτέλεια. Επιπλέον είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί ως διδακτικό μοντέλο για ό,τι ακολουθήσει.

Η ανάπτυξη του θέματος μπορεί να έχει τη μορφή ενός φιλικού διαλόγου μεταξύ των

μαθητών και του καθηγητή. Οι συμμετέχοντες παίζοντας με ένα κομμάτι χαρτί κι ένα βαρίδι συζητούν για τον τρόπο που μπορούμε να μάθουμε κάτι για τη Φύση.

Η συζήτηση εστιάζεται στα εξής: Με καθαρά λογικούς συλλογισμούς δεν μπορούμε να μάθουμε οτιδήποτε για το φυσικό κόσμο. Κάθε γνώση για τη Φύση αρχίζει από την παρατήρηση. Όμως η παρατήρηση δεν επαρκεί. Χρειάζεται και η φαντασία: Η παρατήρηση περιορίζεται σ' αυτό που βλέπουμε· η φαντασία αγκαλιάζει ολόκληρο τον κόσμο και οτιδήποτε υπάρχει για να το γνωρίσουμε και να το κατανοήσουμε. Και ό,τι φανταστήκαμε και υποθέσαμε ελέγχεται από την παρατήρηση και το πείραμα.

Ένας Νόμος της Φυσικής κι ένα φυσικό Μέγεθος

Το ζήτημα του ορισμού της μάζας και της μέτρησής της οδηγεί σε πολύ ενδιαφέρουσα συζήτηση που αφορά γενικότερα τη διατύπωση ορισμών και τρόπων μέτρησης μεγεθών στο αγαπημένο μας μάθημα.

Συχνά μετράμε τη μάζα με τη βοήθεια ζυγού. Αυτό προτείνεται και στο πλαίσιο του προγράμματος "Φυσική με Πειράματα". Ωστόσο επειδή με αυτό τον τρόπο από την πρώτη στιγμή η έννοια μάζα συνδέεται άμεσα με την έννοια βάρος, οι μαθητές δυσκολεύονται να διαχωρίσουν αυτές τις έννοιες μεταξύ τους. Αντιθέτως η μάζα πρέπει να εισαχθεί χωρίς οποιαδήποτε συσχέτιση με την έννοια βάρος. Αυτό είναι δυνατό να γίνει αν η μάζα συσχετισθεί μόνο με την κίνηση των σωμάτων. Αυτό είναι βεβαίως και το πρω-

ταρχικό νόημα της έννοιας μάζα. Σε τούτο το πλαίσιο κατ' αρχήν δεν είναι απαραίτητο να μετρήσουμε επιταχύνσεις ούτε να χρησιμοποιήσουμε οποιοδήποτε νόμο του Νεύτωνα. Η εισαγωγή της έννοιας μάζα μπορεί να γίνει απλώς συγκρίνοντας μετατοπίσεις σωμάτων μεταξύ τους (Valadakis, 2014).

Η Παρατήρηση

Με ένα ελατήριο τραβάμε διαδοχικά δύο βαγονάκια, για την ίδια επιμήκυνση του ελατηρίου και για τον ίδιο χρόνο. Παρατηρούμε ότι, ανεξάρτητα από την επιμήκυνση του ελατηρίου και το χρόνο κίνησης των σωμάτων, αν διαιρέσουμε το διάστημα που διανύει το ένα βαγονάκι με το διάστημα που διανύει το άλλο, το αποτέλεσμα της διαίρεσης είναι πάντοτε το ίδιο (Βαλαδάκης, 2013).

Η Υπόθεση

Αν αντικαταστήσουμε το ελατήριο με άλλο, για ίδια επιμήκυνση του ελατηρίου και για τον ίδιο χρόνο, προκύπτει πάλι ο ίδιος λόγος των διαστημάτων.

Το Πείραμα

Αντικαθιστώντας το ελατήριο με άλλο, για ίδια επιμήκυνση του ελατηρίου και για τον ίδιο χρόνο βρίσκουμε πάλι τον ίδιο λόγο των διαστημάτων.

Ο Φυσικός Νόμος

Κάτω από τις ίδιες συνθήκες και για τον ίδιο χρόνο, ο λόγος των διαστημάτων που διανύουν δύο οποιαδήποτε σώματα είναι σταθερός.

Η Γλώσσα

Αν επιλέξουμε το ένα από τα δύο σώματα ως πρότυπο, τότε το λόγο του διαστήματος που διανύει αυτό το σώμα προς το διάστημα που διανύει το άλλο, κάτω από τις ίδιες συνθήκες και για τον ίδιο χρόνο, τον ονομάζουμε μάζα του δεύτερου σώματος.

Η Γλωσσολογία

Η αναζήτηση του νοήματος μιας λέξης είναι αντικείμενο της Γλωσσολογίας. Λόγου χάρι στην αρχαία ελληνική γλώσσα η λέξη μάζα σήμαινε το κριθαρένιο ψωμί· άρτος ήταν το σταρένιο. Κατόπιν η λέξη μάζα κατέληξε να σημαίνει ποσότητα ύλης. Η αναζήτηση των ποικίλων νοημάτων ενός όρου της Φυσικής, εκτός από αυτό που του αποδίδεται στη Φυσική, δεν είναι αντικείμενο της Φυσικής. Θα πρέπει ωστόσο να απασχολεί όσους διδάσκουν Φυσική, διότι σχετίζεται άμεσα με το πώς αντιλαμβάνονται οι μαθητές τους όρους της Φυσικής. Αυτή η αναζήτηση λοιπόν είναι θεμιτό να αποτελεί αντικείμενο της Διδακτικής

της Φυσικής. Όμως για τη Φυσική μάζα είναι απλώς λόγος διαστημάτων και συνδέεται άμεσα με τη δυσκινησία των σωμάτων.

Το Πρώτο Βήμα

Η εισαγωγή του μαθήματος "Φυσική με Πειράματα" στην Α΄ Γυμνασίου είναι ένα θαρραλέο πρώτο βήμα. Ιδιαίτερος διότι επιβάλλει το μάθημα να γίνεται με δραστηριότητες και διάλογο. Δηλαδή ακολουθεί την παράδοση της Φυσικής που γεννήθηκε με τους "Διαλόγους για Δύο Νέες Επιστήμες" του Γαλιλαίου (Galileo, 1632). Αυτός ο διάλογος είναι ανάγκη να εμπλουτισθεί με ό,τι περιέλαβε ο Γαλιλαίος στους "Διαλόγους" του, δηλαδή Φυσική και πειράματα. Κι αυτό θα 'ναι το επόμενο εξίσου θαρραλέο βήμα. Τότε το μάθημα θα αποτελέσει όντως πολύτιμο συστατικό της καλλιέργειας των δεξιοτήτων των μαθητών, της κριτικής σκέψης τους και της αντίληψής τους για τη Φύση.

Βιβλιογραφία

- Galileo, G. (1954). *Dialogues Concerning Two New Sciences*, (μετ. H. Crew, A. de Salvio). Dover.
- Valadakis, A., (2014). *Mechanics from Scratch*. *The Physics Teacher*, vol. 52, p. 49, January 2014.
- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α., Καλκάνης, Γ. (2009). α. "Φυσικά" Ε' Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω Τετράδιο Εργασιών και β. "Φυσικά" Στ' Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω Τετράδιο Εργασιών, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.
- Βαλαδάκης, Α. (2013). <http://youtu.be/pA9G4eYdcWU>
- Βαμβακούση, Ξ., Καργιωτάκης, Γ., Μπομποτινίου, Α., Σαΐτης, Α. (2006). Μαθηματικά Δ' Δημοτικού Τετράδιο Εργασιών β' τεύχος, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.
- Καλκάνης, Γ., Γκικοπούλου, Ο., Καπότης, Ε., Γουσόπουλος, Δ., Πατρινόπουλος, Μ., Τσάκωνας, Π., Δημητριάδης, Π., Παπασιμίπα, Λ., Μιτζήθρας, Κ., Καπόγιαννης, Α., Σωτηρόπουλος, Δ., Πολίτης, Σ., και τα μέλη των συγγραφικών

ομάδων των βιβλίων "Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω" της Ε' και Στ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου. (2013).
"Φυσική με Πειράματα", Α' Γυμνασίου, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.



Ο Ανδρέας Βαλαδάκης είναι Φυσικός και διδάκτωρ της Θεωρητικής Φυσικής Υψηλών Ενεργειών του Πανεπιστημίου Αθηνών. Υπηρετεί στη Δημόσια Εκπαίδευση ως καθηγητής του Πρότυπου Πειραματικού Γενικού Λυκείου της Βαρβακείου Σχολής.