

Διδασκαλία βασικών εννοιών της Φυσικής στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και με χρήση Νέων Τεχνολογιών/Μια πρόταση αναλυτικού προγράμματος

Οργανωτές: Παναγιώτης Δημητριάδης, Λαμπρινή Παπατσιμπα, lpap@pi-schools.gr

Συζητητής: Γεώργιος Θ. Καλκάνης

Συμμετέχοντες: Διονύσης Αρβανιτάκης, Στυλιανή Θωμαδάκη, Δέσποινα Ιμβριώτη, Αγνή Παύλου,

Μιχάλης Σκαλοχωρίτης

Εργαστήριο Φ.Ε., Τεχνολογίας & Περιβάλλοντος, Π.Τ.Δ.Ε. Παν/μιο Αθηνών.

Θεματική Ενότητα: Προγράμματα Σπουδών, Βιβλία, Διδακτικό Υλικό, οι Νέες Τεχνολογίες στην αντιμετώπιση ειδικών διδακτικών αναγκών

Κατηγορία Εργασίας: Εμπειρική - Πειραματική έρευνα

Περίληψη: Ένας από τους κύριους στόχους της διδασκαλίας της Φυσικής στην υποχρεωτική εκπαίδευση είναι οι μαθητές να έρχονται σε επαφή, πάντοτε στον περιορισμένο χρόνο που διατίθεται για τη διδασκαλία των Φ.Ε., με τα σύγχρονα επιτεύγματα της επιστήμης και της τεχνολογίας. Για να γίνει εφικτή η επίτευξη του παραπάνω στόχου προτείνεται η κατασκευή ενός ολοκληρωμένου εννοιολογικού πλαισίου κατανόησης των φυσικών φαινομένων από τους μαθητές και η ποιοτική προσέγγιση των αντίστοιχων εννοιών σε όσο το δυνατόν μικρότερη ηλικία. Η διδακτέα ύλη να αναπτύσσεται σε εννοιολογικούς άξονες που να αντικατοπτρίζουν την σύγχρονη επιστημονική γνώση: Ενέργεια, αρχές διατήρησης, αλληλεπιδράσεις και δομή της ύλης. Θεωρώντας ότι η σπειροειδής ανάπτυξη των βασικών εννοιών της Φυσικής συμβάλλει ουσιαστικά στη αντιμετώπιση του προβλήματος της διατήρησης των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών, σχεδιάσαμε και εφαρμόσαμε ένα αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας των παραπάνω εννοιών που απευθύνεται σε μαθητές ηλικίας 8-11 ετών. Το πρόγραμμα υλοποιήθηκε σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση περιελάμβανε τον σχεδιασμό και την εκπόνηση του αναλυτικού προγράμματος, το σχεδιασμό των διδακτικών παρεμβάσεων και την παραγωγή του εκπαιδευτικού υλικού (φύλλα εργασίας, εκπαιδευτικό λογισμικό). Στη δεύτερη φάση παράχθηκε το υλικό για τον εκπαιδευτικό, που μορφοποιήθηκε με την παραγωγή ενός αλληλεπιδραστικού, «πολυμεσικού» οδηγού. Η Τρίτη φάση αναφέρεται στην εφαρμογή του προγράμματος σε αντιπροσωπευτικό δείγμα σχολείων καθώς και στην αξιολόγηση του υλικού για τον εκπαιδευτικό.

Λέξεις Κλειδιά: Βασικές έννοιες φυσικής, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, Χρήση Νέων Τεχνολογιών

Abstract: The acquaintance of students – in a limited period of time – with contemporary science and technology achievements appears to be amongst the main objectives of science education at obligatory levels. In order to accomplish this objective, we propose the development of a conceptual framework for the comprehension, description and explanation of physical phenomena by the students as well as the qualitative approach of the relevant concepts at an early age. The didactical material is developed according to contemporary scientific knowledge: energy, conservation laws, interactions and particulate structure of matter. Considering that spiral development of physics concepts helps to encounter students' alternative ideas, we designed and put into practice a curriculum proposal for 8-11 years old students. The project consisted of three steps. The first one included the curriculum design, the planning of the didactical intervention and the production of the educational material (worksheets and software). At the second step, the teacher's material was prepared and formed as an interactive multimedia guide. At the third step we implemented the curriculum at a representative sample of Greek schools and evaluated of the teacher's guide.

Εισαγωγή

Ένας από τους βασικούς σκοπούς που τίθενται από τα αναλυτικά προγράμματα των Φυσικών Επιστημών όλων σχεδόν των χωρών σήμερα, είναι η προετοιμασία επιστημονικά και τεχνολογικά εναλφάβητων πολιτών, ικανών να κατανοούν το φυσικό και το σύγχρονο τεχνολογικό περιβάλλον. Τα πορίσματα όμως των περισσότερων εκπαιδευτικών ερευνών συγκλίνουν στο συμπέρασμα ότι η διδασκαλία των Φ.Ε. δεν προσεγγίζει την επίτευξη του παραπάνω σκοπού. Αντίθετα διαφαίνεται ότι ο εκπαιδευόμενος αδυνατεί να προσεγγίσει την επιστημονική γνώση και σκέψη. Οι μαθητές ή οι φοιτητές δεν αποκτούν λειτουργική γνώση των εννοιών που διδάσκονται και επομένως δεν είναι σε θέση να τις χρησιμοποιήσουν στην κατανόηση και ερμηνεία φαινομένων της καθημερινής τους εμπειρίας με τρόπο που να είναι συμβατός με την επιστημονική άποψη. Αυτό έχει σαν τελικό αποτέλεσμα την απαξίωση των μαθημάτων των Φ.Ε. καθώς αυτά θεωρούνται από τους μαθητές δυσνόητα, ανιαρά και άχρηστα, (Δημητριάδης Π., Παπατσιμπα Λ., 2000), (Duit R., 1993).

Λύση στο παραπάνω πρόβλημα αποτελεί, κατά την άποψη μας, η κατασκευή ενός ολοκληρωμένου εννοιολογικού πλαισίου κατανόησης βασικών εννοιών της φυσικής (De Kleer I. and Brown I., 1983) καθώς και της σχέσης τους με διαδικασίες της καθημερινής ζωής και με τα επιτεύγματα της σύγχρονης τεχνολογίας. Η δόμηση του παραπάνω πλαισίου θα πρέπει να στηρίζεται στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη διαδικασία μάθησης και να αξιοποιεί με βέλτιστο τρόπο τις Νέες Τεχνολογίες σε συνδυασμό με τη διαδικασία μοντελοποίησης, που αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της επιστημονικής μεθόδου (Doerr H., 1997).

Αντικείμενο - Σκοπός

Ένας από τους κύριους στόχους της διδασκαλίας της Φυσικής στην υποχρεωτική εκπαίδευση είναι οι μαθητές να έρχονται σε επαφή, πάντοτε στον περιορισμένο χρόνο που διατίθεται για τη διδασκαλία των Φ.Ε., με τα σύγχρονα επιτεύγματα της επιστήμης και της τεχνολογίας. Για να γίνει εφικτή η επίτευξη του παραπάνω στόχου θα πρέπει να επιλέγονται και να διδάσκονται τα ουσιαστικά στοιχεία από τις Φυσικές Επιστήμες, δηλαδή κάποιες γενικές θεμελιώδεις αρχές, ώστε οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν διαδικασίες που εφαρμόζουν οι επιστήμονες στη σύγχρονη εποχή και να οικοδομούν έννοιες παρά να συσσωρεύουν γνώσεις. Συγκεκριμένα προτείνεται η διδακτέα ύλη να αναπτύσσεται στους παρακάτω εννοιολογικούς άξονες που αντικατοπτρίζουν την σύγχρονη επιστημονική γνώση: Αλληλεπιδράσεις δομή της ύλης, ενέργεια και αρχές διατήρησης. Επιπλέον θεωρούμε ότι οι παραπάνω έννοιες πρέπει να προσεγγίζονται ποιοτικά και σε όσο το δυνατόν μικρότερη ηλικία (Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., 2000). Έχοντας την αντίληψη ότι η σπειροειδής ανάπτυξη των βασικών εννοιών της Φυσικής συμβάλλει ουσιαστικά στη αντιμετώπιση του προβλήματος της διατήρησης των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών, σχεδιάσαμε και εφαρμόσαμε ένα αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας των παραπάνω εννοιών που απευθύνεται σε μαθητές ηλικίας 8-11 ετών.

Το πρόγραμμα υλοποιήθηκε σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση περιελάμβανε τον σχεδιασμό και την εκπόνηση του αναλυτικού προγράμματος, το σχεδιασμό των διδακτικών παρεμβάσεων και την παραγωγή του εκπαιδευτικού υλικού (φύλλα εργασίας, εκπαιδευτικό λογισμικό). Στη δεύτερη φάση παράχθηκε το υλικό για τον εκπαιδευτικό, που μορφοποιήθηκε με την παραγωγή ενός αλληλεπιδραστικού, «πολυμεσικού» οδηγού για τον εκπαιδευτικό (Παπασιμίπα Λ, Δημητριάδης Π., Αρβανιτάκης Δ., 2001). Η Τρίτη φάση αναφέρεται στην εφαρμογή του προγράμματος σε αντιπροσωπευτικό δείγμα σχολείων καθώς και στην αξιολόγηση του υλικού για τον εκπαιδευτικό.

Αναλυτικό πρόγραμμα / Εκπαιδευτικό πρότυπο

A. Αλληλεπιδράσεις

1. Η έννοια της δύναμης

Σύμφωνα με συμπεράσματα εκπαιδευτικών ερευνών (Vosniadou S., Brewer W., 1992), (Nersessian N., Resnick L., B., 1989) τόσο οι προεπιστημονικές όσο και οι εναλλακτικές ιδέες των αρχαρίων που αφορούν την έννοια της δύναμης και τη σχέση δύναμης και κίνησης διαμορφώνονται γύρω από ένα κεντρικό ιστό ή «προϋπόθεση»: Τα αντικείμενα έχουν ιδιότητες με βάση τις οποίες ερμηνεύονται τα φαινόμενα και μια από αυτές τις ιδιότητες είναι η δύναμη. Εφόσον βασικός στόχος όσο αφορά την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής σε σχέση με την δύναμη είναι η αντιμετώπιση της παραπάνω «προϋπόθεσης», ένα πρώτο σημαντικό βήμα προς αυτή τη κατεύθυνση θεωρούμε ότι είναι η εξοικείωση του μαθητή με την αντίληψη ότι η δύναμη είναι μια έννοια που χρησιμοποιείται για την περιγραφή φαινομένων που σχετίζονται με τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης των σωμάτων ή του σχήματος. Επίσης να διαπιστώσει ότι οι δυνάμεις ασκούνται από επαφή αλλά και από απόσταση και να γνωρίσει διάφορες δυνάμεις από απόσταση που εκδηλώνονται στη καθημερινή του εμπειρία. Παράλληλα ο μαθητής θα πρέπει να εξοικειώνεται με τη διαδικασία μοντελοποίησης αντικειμένων και διαδικασιών με έμφαση στη διάκριση του φυσικού συστήματος ή της διαδικασίας από το μοντέλο.

Τι είναι δύναμη (Γ τάξη) – 4 διδακτικές ώρες

Διδακτικοί στόχοι

Ο μαθητής να

περιγράφει με την έννοια της δύναμης φαινόμενα, όπου συμβαίνει αλλαγή στην κινητική κατάσταση ενός σώματος. Με τον όρο αλλαγή στην κινητική κατάσταση εννοούμε την έναρξη ή τη διακοπή της κίνησης ενός σώματος ή την αλλαγή της κατεύθυνσης της. Στο εισαγωγικό μάθημα της δύναμης δεν εξετάζονται περιπτώσεις όπου το σώμα παραμένει ακίνητο, ενώ ασκούνται σ' αυτό δυνάμεις.

περιγράφει με την έννοια της δύναμης φαινόμενα όπου έχουμε παραμόρφωση στο σχήμα των σωμάτων.

εφαρμόζει το μοντέλο του υλικού σημείου και να εξοικειωθεί με την παράσταση της δύναμης ως διάνυσμα.

αναγνωρίζει και να περιγράφει με την έννοια της δύναμης (να χρησιμοποιεί τον όρο ασκείται δύναμη) φαινόμενα της καθημερινής τους εμπειρίας.

Είδη δυνάμεων (Δ τάξη) – 2 διδακτικές ώρες

Στόχοι

Ο μαθητής να

αναγνωρίζει το σώμα που προκαλεί μεταβολές σ' ένα άλλο σώμα (το σώμα που ασκεί τη δύναμη)

παρατηρεί και να διαπιστώνει ότι ασκούνται δυνάμεις από επαφή και από απόσταση

αναγνωρίζει την ηλεκτρική, τη μαγνητική και τη βαρυτική δύναμη σαν δυνάμεις που ασκούνται από απόσταση.

εξοικειωθεί με τη χρήση των όρων δύναμη, ασκεί, ασκείται, δυνάμεις επαφής, δυνάμεις από απόσταση.

περιγράφει καταστάσεις της καθημερινής ζωής με τη χρήση των όρων: ασκείται δύναμη, από επαφή, από απόσταση, ηλεκτρική δύναμη, βαρυτική δύναμη, μαγνητική δύναμη

Δύναμη και ισορροπία (Ε τάξη) – 3 διδακτικές ώρες

Στόχοι

Ο μαθητής να

αναγνωρίζει περιπτώσεις όπου ενώ ασκείται δύναμη σε ακίνητα σώματα δεν προκαλούνται ορατές παραμορφώσεις.

αναγνωρίζει ότι είναι δυνατόν να ασκούνται δυνάμεις σε σώματα που βρίσκονται σε ισορροπία (εισαγωγή της έννοιας της συνισταμένης δύναμης).

αναγνωρίζει σε απλές περιπτώσεις καθημερινής ζωής τις δυνάμεις που ασκούνται σε σώματα που ισορροπούν.

Δύναμη και κίνηση (ΣΤ τάξη) – 6 διδακτικές ώρες

Ο μαθητής να

αναγνωρίζει μέσα από δραστηριότητες (χρήση αεροτράπεζας κατασκευασμένης με απλά υλικά και απλού τριβόμετρου κα) ότι η δύναμη της τριβής προκαλεί το σταμάτημα των σωμάτων.

συνδέει ποιοτικά την έννοια της αδράνειας με τη διαρκή κίνηση (Πειράματα του Γαλιλαίου).

συνδέει ποιοτικά την επιτάχυνση (πόσο γρήγορα ή αργά ξεκινά ή σταματά ένα σώμα) με τη μάζα του σώματος και τη δύναμη που ασκείται σ' αυτό.

περιγράφει ποιοτικά καταστάσεις της καθημερινής του εμπειρίας χρησιμοποιώντας τον 2^ο νόμο του Νεύτωνα.

αναγνωρίζει σε απλές δραστηριότητες που πραγματοποιεί στην τάξη αλλά και σε φαινόμενα από την καθημερινή του ζωή τα σώματα στα οποία ασκείται η δράση και η αντίδραση συνδέοντας τη δύναμη με τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης των σωμάτων.

χρησιμοποιεί τους όρους δράση/ αντίδραση για να εξηγήσει φαινόμενα από τη καθημερινή του εμπειρία.

2. Η έννοια της αλληλεπίδρασης

Σήμερα το επιστημονικό πρότυπο για τις αλληλεπιδράσεις μπορεί να συμπυκνωθεί στην προσπάθεια ενοποιητικής προσέγγισης των τεσσάρων θεμελιωδών αλληλεπιδράσεων: βαρυτικής, ηλεκτρομαγνητικής, ισχυρής και ασθενούς πυρηνικής. Επομένως μια σύγχρονη εκπαιδευτική προσέγγιση για τις αλληλεπιδράσεις θα πρέπει να έχει ως απώτερο στόχο την παραπάνω ενοποιητική αντίληψη (P. Dimitriadis, L. Papatsimpa, D. Imvroti, M. Skaloheritis, G. Kalkanis, 2000). Στα περισσότερα αναλυτικά προγράμματα οι μακροσκοπικές εκδηλώσεις των θεμελιωδών αλληλεπιδράσεων: βαρυτική μαγνητική και ηλεκτρική δύναμη, εισάγονται ανεξάρτητα και σε διαφορετικά γνωστικά πεδία π.χ. η βαρυτική δύναμη μελετάται στο κεφάλαιο της μηχανικής ενώ οι άλλες δυο στα κεφάλαια του μαγνητισμού και του ηλεκτρισμού αντίστοιχα. Θεωρούμε ότι μια τέτοια προσέγγιση αφενός μεν αποτελεί εμπόδιο για την προσέγγιση από τους μαθητές του ενοποιητικού επιστημονικού προτύπου για τις αλληλεπιδράσεις αφετέρου δε ενισχύει τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για τις τρεις δυνάμεις, όπως αυτές έχουν καταγραφεί από τη διεθνή βιβλιογραφία (V. Bar, B. Zinn and E. Rubin, 1997) αλλά και έχουν επιβεβαιωθεί από αντίστοιχες έρευνες στον Ελληνικό χώρο (P. Dimitriadis, L. Papatsimpa et al., 2000). Το παραπάνω πρόβλημα αντιμετωπίζεται, κατά την άποψή μας, εάν οι τρεις δυνάμεις εισαχθούν ταυτόχρονα, ως παραδείγματα δυνάμεων που ασκούνται από απόσταση, σε όσο το δυνατόν μικρότερη ηλικία ενώ παράλληλα μελετώνται ποιοτικά τα χαρακτηριστικά των δυνάμεων που αναδεικνύουν και τον ενιαίο χαρακτήρα τους (ασκούνται στο κενό, από απόσταση, μακριά από τη Γη).

Είδη δυνάμεων (από επαφή, από απόσταση) (Δ τάξη) – 6 διδακτικές ώρες

Στόχοι

Ο μαθητής να

αναγνωρίζει τη μαγνητική, την ηλεκτρική, τη βαρυτική δύναμη ως δυνάμεις που ασκούνται από απόσταση
αναγνωρίζει ότι οι μαγνητικές δυνάμεις ασκούνται μεταξύ μαγνητών ή μαγνητών και σιδηρομαγνητικών υλικών και είναι ελκτικές ή απωστικές

να συνδέει τα δυο είδη μαγνητικών πόλων με τις ελκτικές-απωστικές μαγνητικές δυνάμεις και να τους ονομάζει βόρειο, νότιο.

αναγνωρίζει ότι εμφανίζονται ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ ορισμένων σωμάτων που τα έχουμε τρίψει (έχουν ηλεκτρισθεί) και είναι ελκτικές ή απωστικές.

να ορίζει το ηλεκτρικό φορτίο ως ιδιότητα των σωμάτων, να συνδέει τα δυο είδη φορτίων με τις ελκτικές-απωστικές ηλεκτρικές δυνάμεις και να τα ονομάζει θετικό, αρνητικό.

αναγνωρίζει ότι βαρυτικές δυνάμεις ασκούνται από τη Γη σε όλα τα σώματα, αλλά και από άλλους πλανήτες σε σώματα που είναι κοντά στην επιφάνειά τους, καθώς επίσης και μεταξύ των ουρανίων σωμάτων.

Μελέτη των βασικών αλληλεπιδράσεων (ηλεκτρική, βαρυτική, μαγνητική) (Δ τάξη) – 6 διδακτικές ώρες

Στόχοι

Ο μαθητής να

διαπιστώσει ότι οι ηλεκτρικές, μαγνητικές, βαρυτικές δυνάμεις ασκούνται και στο κενό (η παρουσία του αέρα δεν είναι αναγκαία για την άσκηση δύναμης)

να αναγνωρίζει ότι η ηλεκτρική δύναμη διαφέρει από την μαγνητική

να αναγνωρίζει ότι η μαγνητική δύναμη διαφέρει από την βαρυτική

να αναγνωρίζει ότι και οι τρεις δυνάμεις έχουν παγκόσμιο χαρακτήρα (δεν ασκούνται αποκλειστικά πάνω στη Γη αλλά και σε άλλους πλανήτες καθώς επίσης και σε ολόκληρο το σύμπαν).

B. Δομή της ύλης

Ο σωματιδιακός χαρακτήρας της ύλης και η συγκρότησή της σε διάφορες κλίμακες (μοριακή, ατομική, πυρηνική και υποπυρηνική κλίμακα) αποτελεί σήμερα την βάση για την ερμηνεία των μακροσκοπικών ιδιοτήτων της. Επίσης δίδει την δυνατότητα ενιαίας περιγραφής και ερμηνείας διαφορετικών φαινομένων του μακρόκοσμου. Εφόσον η μακροσκοπική προσέγγιση προκύπτει ανεπαρκής για την ερμηνεία σε επιστημονικό επίπεδο κάποιων φαινομένων (πχ θερμικά, ηλεκτρικά), θεωρούμε ότι οι μαθητές του δημοτικού θα πρέπει να έλθουν σε επαφή με διαδικασίες του μικρόκοσμου, τις οποίες όμως πρέπει να αξιοποιούν λειτουργικά για την περιγραφή και κατανόηση φαινομένων του μακρόκοσμου. Επιπλέον θεωρούμε ότι η εμμονή στην μακροσκοπική – εμπειρική προσέγγιση κάποιων φαινομένων (θερμικών, ηλεκτρικών) συντείνει στην διατήρηση των εναλλακτικών αντιλήψεων που έχουν οι μαθητές για τις αντίστοιχες έννοιες. Αντίθετα πιστεύουμε ότι ένα απλό μικροσκοπικό πρότυπο και η λειτουργική χρήση του στην ερμηνεία των φαινομένων θα βοηθήσει τους μαθητές στην αναδόμηση των αρχικών τους απόψεων. Εφόσον οι μικροσκοπικές διαδικασίες δεν είναι δυνατόν να προσεγγισθούν μέσα από χειρονακτικές δραστηριότητες σ' αυτή την περίπτωση αναδεικνύεται ιδιαίτερα σημαντική η χρήση αναλογικών ή μηχανικών προτύπων καθώς και ο ρόλος των Νέων Τεχνολογιών. Η αξιοποίηση των Νέων Τεχνολογιών δεν έχει ως σκοπό να αντικαταστήσει τις πειραματικές δραστηριότητες αλλά να συμβάλλει στην κατανόηση των εννοιών της φυσικής και κατ' επέκταση τη λειτουργική τους χρήση στην ερμηνεία των φυσικών φαινομένων (Κουλαϊδής Β., Ράπτης Ν, 1992), (Τζιμογιάννης Α., 1999), (Καραβέλακη – Καπλάνη Μ., Παπαπαναγιώτου Γ, 1998), (Σωμονίδου Χ., 2000), (Μαρινόπουλος Δ., Σταυρίδου Ε., 2002)

Το μόριο – Δομικός λίθος των σωμάτων (Δ τάξη) – 1 διδακτική ώρα

Στόχοι

Ο μαθητής να

αναγνωρίζει ότι όλα τα σώματα αποτελούνται από μόρια (δομικούς λίθους)

γνωρίζει ότι τα μόρια όλων των σωμάτων βρίσκονται σε διαρκή κίνηση

Μόρια και καταστάσεις της ύλης (Δ τάξη)) – 2 διδακτικές ώρες

Στόχοι

Ο μαθητής να

συνδέει τη διαφορετικότητα των καταστάσεων της ύλης με τον τρόπο κίνησης των μορίων.

συνδέει τη θερμοκρασία με το πόσο γρήγορα κινούνται τα μόρια

- Δομή του ατόμου – πλανητικό πρότυπο (Ε τάξη)) – 1 διδακτική ώρα

Στόχοι

ο μαθητής να

αναγνωρίζει τα σωματίδια από τα οποία αποτελείται το άτομο (πυρήνας, ηλεκτρόνια)

αναγνωρίζει τα σωματίδια από τα οποία αποτελείται ο πυρήνας (πρωτόνια, νετρόνια)

ονομάζει το φορτίο των υποατομικών και υπο-πυρηνικών σωματιδίων

Ηλεκτρική ουδετερότητα του ατόμου (Ε τάξη)) – 2 διδακτικές ώρες

Στόχοι

Ο μαθητής να

συνδέει την ηλεκτρική ουδετερότητα του ατόμου με την ισότητα των αριθμών ηλεκτρονίων και των πρωτονίων

περιγράφει με όρους ηλεκτρόνιο, πρωτόνιο, πυρήνας, θετικό φορτίο, αρνητικό φορτίο, ηλεκτρικά ουδέτερο άτομα διάφορων κοινών στοιχείων.

Το άτομο αποκτά ηλεκτρικό φορτίο – Σχηματισμός ιόντων και ενέργεια (Ε τάξη) – 3 διδακτικές ώρες

Στόχοι

Ο μαθητής να

περιγράφει την αποβολή ή την πρόσληψη ηλεκτρονίων από το άτομο χρησιμοποιώντας τους όρους: προσλαμβάνει ενέργεια, αποβάλλει/προσλαμβάνει ηλεκτρόνιο.

συνδέει το θετικά φορτισμένο άτομο με το έλλειμμα ηλεκτρονίων και το αρνητικά φορτισμένο με την περίσσεια ηλεκτρονίων.

αναγνωρίζει ότι η πρόσληψη ή αποβολή ηλεκτρονίων από ένα άτομο οδηγεί στην δημιουργία ιόντος αρνητικά ή θετικά φορτισμένου αντίστοιχα.

Ερμηνεία των τρόπων ηλεκτρίσης με βάση την ατομική δομή της ύλης) – 2 διδακτικές ώρες

Στόχοι

Ο μαθητής να

περιγράφει χρησιμοποιώντας τους όρους: τριβή, ηλεκτρικό φορτίο (θετικό, αρνητικό) , έλκει, απωθεί τους τρόπους ηλεκτρίσης των σωμάτων.

περιγράφει σε μικροσκοπικό επίπεδο τους τρόπους ηλεκτρίσης χρησιμοποιώντας τους όρους: προσλαμβάνει ηλεκτρόνια, αποβάλλει ηλεκτρόνια, φορτίζεται θετικά, φορτίζεται αρνητικά, έλλειμμα/περίσσεια ηλεκτρονίων.

Εκπαιδευτικό λογισμικό

Κεντρικό στοιχείο στη διδακτική παρέμβαση αποτελεί η αξιοποίηση των Νέων Τεχνολογιών Πληροφόρησης. Η ανάπτυξη του εκπαιδευτικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε είχε ως γενικό στόχο την οικοδόμηση λύσεων για τα προβλήματα διδασκαλίας.

Ένα από τα χαρακτηριστικά στοιχεία του λογισμικού είναι τα πολυμεσικά φύλλα εργασίας που έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: α) Πολλαπλή αναπαράσταση οδηγιών με τη βοήθεια εικόνων, video, κειμένου. β) Δυνατότητα τονισμού των πληροφοριών που λαμβάνονται από το εμπειρικό πεδίο. Για παράδειγμα δίνεται η δυνατότητα της παρατήρησης ενός φαινομένου, που εξελίσσεται πολύ γρήγορα, σε πολύ αργούς ρυθμούς ώστε ο μαθητής μπορεί να το παρατηρεί καρέ – καρέ ώστε να αποκτήσει τη δυνατότητα της ακριβούς περιγραφής του γ) Μοντελοποίηση των φυσικών φαινομένων που μελετούν οι μαθητές κατά τις εμπειρικές δραστηριότητες. δ) Παρουσίασης του επιστημονικού πρότυπου για το φυσικό φαινόμενο, προσαρμοσμένου βέβαια στο αντιληπτικό επίπεδο των μαθητών. Με τον τρόπο αυτό γίνεται λεπτομερής ανάλυση των εμπειρικών δεδομένων που διαθέτουν οι μαθητές και ανάδειξη των βασικών χαρακτηριστικών του φαινομένου μέσα από τα οποία προκύπτει το επιστημονικό πρότυπο περιγραφής του. Έτσι ο μαθητής αντιλαμβάνεται ότι το βασικό στοιχείο της επιστημονικής μεθόδου είναι η κατασκευή προτύπων για τα φυσικά συστήματα..

Διδακτική μεθοδολογία

Κάθε διδακτική παρέμβαση είχε διάρκεια δυο διδακτικών ωρών. Οι μαθητές εργάζονταν σε ομάδες δυο ατόμων με βάση φύλλα εργασίας και την καθοδήγηση του δασκάλου. Τα φύλλα εργασίας αναπτύχθηκαν με βάση την καθοδηγούμενη ανακάλυψη. Η χρήση των ηλεκτρονικών φύλλων εργασίας έδινε τη δυνατότητα στον διδάσκοντα να αναπτύξει με ευκολία Σωκρατικό διάλογο με τους μαθητές με τη βοήθεια του οποίου χειρίζονταν τις εναλλακτικές αντιλήψεις τους στο συγκεκριμένο φαινόμενο. Η παρουσίαση προσομοιώσεων ή οπτικοποιήσεων φυσικών διαδικασιών, απλής μοντελοποίησης πραγματικών αντικειμένων (πχ του υλικού σημείου) ή δυνάμεων μέσω του video/projector βοηθούσαν τον διδάσκοντα στην εισαγωγή του επιστημονικού προτύπου. Ο διδάσκων με χρήση κατάλληλων διαφανειών κατηύθυνε τους μαθητές στην ανάδειξη των κοινών χαρακτηριστικών των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούσαν στην τάξη ή των φαινομένων που παρακολουθούσαν με τη βοήθεια του video έτσι ώστε να οδηγηθούν στην εξαγωγή των συμπερασμάτων και την χρήση της επιστημονικής ορολογίας.

Εφαρμογή – Αποτελέσματα

Η διδακτική προσέγγιση εφαρμόστηκε πιλοτικά σε συνολικά 8 δημοτικά σχολεία της Αττικής σε δείγμα 80 – 140 μαθητών και μαθητριών από κάθε τάξη. Ως όργανα συλλογής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν pre-test, post-test, και συνεντεύξεις.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ανά γνωστική ενότητα.

1^η γνωστική ενότητα: Δυνάμεις

Δόθηκαν ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου που αναφέρονταν σε καταστάσεις καθημερινής εμπειρίας και ζητούνταν από τους μαθητές να διαπιστώσουν σε ποιες από αυτές ασκούνταν δύναμη. Στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου έγινε ανάλυση περιεχομένου. Οι ερωτήσεις δόθηκαν στους μαθητές πριν και 15 μέρες μετά την διδασκαλία. Από τις απαντήσεις των μαθητών προέκυψαν 7 αντιλήψεις που συνδέονται και με τους αντίστοιχους στόχους του αναλυτικού προγράμματος.

Αντιλήψεις των μαθητών		% ποσοστό μαθητών που είχαν την αντίληψη ΠΡΙΝ από τη διδασκαλία	% ποσοστό μαθητών που είχαν την αντίληψη ΜΕΤΑ από τη διδασκαλία
Αντίληψη 1	Οι μαθητές συνδέουν την δύναμη με το ξεκίνημα ενός αντικειμένου.	56,3	68,8
Αντίληψη 2	Οι μαθητές συνδέουν την άσκηση δύναμης σε καταστάσεις όπου έχουμε το σταμάτημα ενός αντικειμένου.	12,5	37,5
Αντίληψη 3	Οι μαθητές συνδέουν την παραμόρφωση με την άσκηση δύναμης.	12,5	43,8
Αντίληψη 4	Οι μαθητές συνδέουν γενικά τη δύναμη με την αλλαγή της κινητικής κατάστασης ενός σώματος.	0	31,3
Αντίληψη 5	Οι μαθητές θεωρούν την δύναμη εσωτερική ιδιότητα του αντικειμένου.	31,3	31,3
Αντίληψη 6	Οι μαθητές θεωρούν την δύναμη ιδιότητα των έμβιων αντικειμένων (του ανθρώπου)	68,8	0
Αντίληψη 7	Οι μαθητές συνδέουν την αλλαγή στην κατεύθυνση της κίνησης με την άσκηση δύναμης.	18,8	25

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω αποτελέσματα, τα οποία συμφωνούν και με αντίστοιχες έρευνες σε άλλες χώρες (Driver R., et al, 2000), η πλειοψηφία των μαθητών πριν τη διδασκαλία συνέδεε την δύναμη με το ξεκίνημα ενός σώματος σε ποσοστό 56,3%, ενώ με το σταμάτημα ή την παραμόρφωση ένα πολύ μικρό ποσοστό 12,5%. Μετά τη διδασκαλία το ποσοστό αυτό ανήλθε στο 37,5% – 43,8%. Επίσης ενώ πριν τη διδασκαλία ένα πολύ μεγάλο ποσοστό (68%) των μαθητών θεωρούσε ότι μόνο τα έμβια αντικείμενα έχουν την ιδιότητα να ασκούν δυνάμεις Driver R., et al, 2000), μετά την διδασκαλία κανείς μαθητής δεν εξέφρασε την παραπάνω αντίληψη. Τα παραπάνω αποτελέσματα, κατά την άποψη μας, κινούνται προς την κατεύθυνση της αναδόμησης των αντιλήψεων ότι η δύναμη συνδέεται με την κίνηση και ότι είναι ιδιότητα των σωμάτων και της οικοδόμησης της άποψης ότι η δύναμη συνδέεται με την μεταβολή του τρόπου κίνησης (σταμάτημα/ ξεκίνημα, αλλαγή κατεύθυνσης).

2^η γνωστική ενότητα: Αλληλεπιδράσεις

Από τα αποτελέσματα του pre-test της έρευνας προκύπτει ότι οι μαθητές εξέφραζαν σε γενικές γραμμές εναλλακτικές απόψεις παρόμοιες τόσο σε ποσοστά όσο και σε περιεχόμενο με αυτές που αναφέρονται σε αντίστοιχες έρευνες. Τα αποτελέσματα του post-test παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα και αφορούν τα κοινά χαρακτηριστικά των αλληλεπιδράσεων. Σε κάθε χαρακτηριστικό των αλληλεπιδράσεων γενικά αντιστοιχούσαν περισσότερες από μια ερωτήσεις όπως διακρίνεται και στον πίνακα.

Αντιλήψεις των μαθητών	Αλληλεπιδράσεις		% ποσοστό μαθητών που είχαν την αντίληψη ΠΡΙΝ από τη διδασκαλία	% ποσοστό μαθητών που είχαν την αντίληψη META από τη διδασκαλία
Οι αλληλεπιδράσεις είναι ελκτικές και απωστικές	Ηλεκτρική	Ερώτηση 1	38	50
		Ερώτηση 2	35	42
		Ερώτηση 3	20	55
		Ερώτηση 4	15	35
	Μαγνητική	Ερώτηση 1	10	80
		Ερώτηση 2	15	80
Οι αλληλεπιδράσεις ασκούνται στο κενό	Βαρυτική	Ερώτηση 1	28	72
	Ηλεκτρική	Ερώτηση 1	10	40
	Μαγνητική	Ερώτηση 1	42	79
		Ερώτηση 2	20	60
		Ερώτηση 3	25	80
		Ερώτηση 4	10	58
		Ερώτηση 5	40	79
		Ερώτηση 6	10	45
Οι αλληλεπιδράσεις έχουν παγκόσμιο χαρακτήρα	Βαρυτική	Ερώτηση 1	20	75
	Μαγνητική	Ερώτηση 1	25	80
		Ερώτηση 2	40	79

Από τα αποτελέσματα διακρίνεται μια σημαντική μετατόπιση των αντιλήψεων των μαθητών προς το προβαλλόμενο διδακτικό πρότυπο.

3^η γνωστική ενότητα: Δομή της ύλης

Στα θέματα που αφορούσαν την δομή της ύλης και διδάχθηκαν στην Δ' και Ε' τάξη δεν δόθηκαν ερωτήσεις πριν την διδασκαλία διότι θεωρήσαμε ότι οι μαθητές αυτής της ηλικίας έχουν από περιορισμένη ως ανύπαρκτη άποψη για έννοιες που αφορούν την σωματιδιακή συγκρότηση της ύλης. Έτσι τα ποσοστά αναφέρονται σε εκείνες τις απαντήσεις των μαθητών που επαρκώς κάλυπταν το προβαλλόμενο κατά τη εφαρμογή διδακτικό πρότυπο. Οι ερωτήσεις δόθηκαν στους μαθητές 15 μέρες περίπου μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης

Οι ερωτήσεις ήταν και ανοικτού και κλειστού τύπου και στις ερωτήσεις του ανοικτού τύπου έγινε ανάλυση περιεχομένου. Σε κάθε διδακτικό στόχο γενικά αντιστοιχούσαν περισσότερες από μια ερωτήσεις, οπότε τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ανά ερώτηση ενώ οι ερωτήσεις ομαδοποιούνται ανά στόχο.

Στόχος		% ποσοστό των μαθητών που έδωσαν επαρκείς απαντήσεις
Τα υλικά σώματα αποτελούνται από δομικούς λίθους: τα μόρια	Ερώτηση 1	75
Τα μόρια όλων των σωμάτων (στερεών, υγρών, αερίων) κινούνται διαρκώς	Ερώτηση 1	56
Η κίνηση των μορίων οφείλεται στις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ τους	Ερώτηση 1	33,6
Περιγραφή της δομής του ατόμου και σύνδεση της ηλεκτρικής ουδετερότητας με την ισότητα του αριθμού πρωτονίων /ηλεκτρονίων	Ερώτηση 1	80
	Ερώτηση 2	75
	Ερώτηση 3	90
	Ερώτηση 4	70
	Ερώτηση 5	65
	Ερώτηση 6	84
Αναγνώριση του είδους του ηλεκτρικού φορτίου του ηλεκτρονίου και του πρωτονίου και πρόβλεψη του είδους του φορτίου που αποκτά το άτομο λόγω περισσειας ή έλλειψης ηλεκτρονίων	Ερώτηση 1	85
	Ερώτηση 2	56
	Ερώτηση 3	52
	Ερώτηση 4	70
	Ερώτηση 5	90
Περιγραφή της διαδικασίας ηλεκτρίσης με τριβή σε μικροσκοπικό επίπεδο ως διαδικασία πρόσληψης και αποβολής ηλεκτρονίων με χρήση της έννοιας της ενέργειας. Πρόβλεψη του είδους του φορτίου των σωμάτων που ηλεκτρίζονται.	Ερώτηση 1	68
	Ερώτηση 2	50
	Ερώτηση 3	55
	Ερώτηση 4	55

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προέκυψε ότι οι μαθητές μπορούσαν, σε ένα ικανοποιητικό ποσοστό (50% - 80%), να περιγράψουν μακροσκοπικές ιδιότητες και διαδικασίες των σωμάτων αναφερόμενοι στη μοριακή/ατομική δομή της ύλης. Επίσης φαίνεται ότι μπορούν να χρησιμοποιούν λειτουργικά το ατομικό πρότυπο στην ερμηνεία της ηλεκτρίσης με τριβή.

Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα από την πιλοτική εφαρμογή του παραπάνω προγράμματος είναι αρκετά ενθαρρυντικά προς την κατεύθυνση της ποιοτικής προσέγγισης από τους μαθητές σε μικρές ηλικίες βασικών εννοιών από τη Μηχανική, τις αλληλεπιδράσεις και τη Δομή της Ύλης, συμπεράσματα με τα οποία συμφωνούν και άλλες σχετικές έρευνες (Μαρινόπουλος Δ., Σταυρίδου Ε., 2002). Θεωρούμε ότι ο συνδυασμός πραγματοποίησης απλών δραστηριοτήτων εποικοδομητικού τύπου από τους μαθητές και δημιουργίας μαθησιακού περιβάλλοντος που στηρίζεται στη διαδικασία μοντελοποίησης και στη χρήση των Νέων Τεχνολογιών συνέβαλλαν καθοριστικά ώστε να προκύψουν τα προαναφερθέντα θετικά αποτελέσματα. επέκταση της έρευνας τόσο χρονικά ώστε να αντληθούν αποτελέσματα για την εξέλιξη των αντιλήψεων των ίδιων μαθητών σε διαδοχικές τάξεις όσο και τοπικά μεγαλύτερο αριθμό σχολείων θα επιτρέψει προφανώς την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Bar V., Zinn B. and Rubin E.,** «Children's ideas about action at a distance, International Journal of Science education», vol. 19(1), pp.711-724, 1997
- De Kleer I. and Brown I. (1983).** Assumptions and ambiguities in mechanistic mental models. In D. Gentner and A. Stevens (eds) Mental Models. 155-190.
- Dimitriadis, P., Papatsimpa L, Imvroti D., Skaloheritis M., Kalkanis G.,** «A constructivist approach of teaching interactions at primary school based on experiment, modeling and simulations», International Conference on Physics education, Physics Beyond 2000, Barcelona, August 27 - September 1, 2000, Proceedings.
- Doerr H. (1997).** Experiment, simulation and analysis: an integrated instructional approach to the concept of force. Int. Journal of science Education 19, 3, 265 – 282.
- Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V.,** «Οικο-Δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών», Επιμέλεια – πρόλογος: Κόκοτας Π., Μετάφ.: Χατζή Μ., Εκδόσεις: Τυπωθήτω, Δάρδανος Γ., Αθήνα 2000.
- Duit R. (1993)** Research on students' conceptions developments and trends. Proceedings of 3 International seminar on misconceptions and Educational strategies in science and Mathematics. Cornell University, Ithaca, NY.

- Nersessian N., Resnick L., B.** (1989), «Comparing Historical and Intuitive Explanation of motion; Does..... naïve physics..... have a structure?», Proceedings of ^{11th} annual conference of the cognitive science society, pp.412-417, (Hillsdale, N. J. Erlbaum).
- Vosniadou S., Brewer W., F.** (1992), «Mental models of the earth: A study of conceptual change in Childhood», Cognitive psychology, 24, pp. 535-585.
- Δημητριάδης Π., Παπατσιμπα Α.,** Πείραμα προσομοίωση και μοντελοποίηση: Μια διδακτική προσέγγιση της έννοιας της βαρυτικής δύναμης. 2^ο Διεθνές Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών, Λευκωσία, Κύπρος, 2000
- Καραβελάκη – Καπλάνη Μ., Παπαπαναγιώτου Γ.,** «Μια νέα προσέγγιση της διδασκαλίας της Φυσικής Λυκείου με χρήση multimedia εκπαιδευτικού λογισμικού». Πρακτικά ημερίδας Η Πληροφορική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ΕΠΥ 1998.
- Κουλαϊδής Β., Ράπτης Ν.,** «Ο υπολογιστής ως εργαλείο μάθησης: Η περίπτωση διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών», Νέα Παιδεία, τχ.61(1992) σσ.141-53
- Μαρινόπουλος Α., Σταυρίδου Ε.,** «Η διδασκαλία της υλικότητας των αερίων και η κατανόηση της ρύπανσης του αέρα: Μια διδακτική προσέγγιση στο Δημοτικό σχολείο», Διδασκαλία των Φυσικών επιστημών, Έρευνα και πράξη, τχ. 1, 2002
- Παπατσιμπα Α, Δημητριάδης Π., Αρβανιτάκης Α.,** «Ένας αλληλεπιδραστικός «πολυμεσικός» οδηγός για τον εκπαιδευτικό: Μια πρόταση ενσωμάτωσης των Νέων Τεχνολογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση», 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή: Διδακτική των Μαθηματικών και Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Θεσσαλονίκη 12,13,14 Οκτωβρίου 2001.
- Σολωμονίδου Χ.,** «Η μάθηση με τη χρήση υπολογιστή: δεδομένα ερευνών», Θέματα στην εκπαίδευση, Εκδόσεις Leader books, Τόμος 1, τχ. 1, σ.75, 2000
- Τζιμογιάννης Α.,** «Διδασκαλία Φυσικής και υπολογιστές: Μια εναλλακτική διδακτική