

Σχεδιασμός και υλοποίηση εκπαιδευτικού σεναρίου για τις έννοιες: ροπή κάμψης και τέμνουσα δύναμη, με την αξιοποίηση της υπολογιστικής τεχνολογίας

Στεριανή Καλοκύρη¹, Αθανάσιος Μιτζιφίρης², Ευστάθιος Ζωγόπουλος³
stellakalokiri@yahoo.gr, thanosmitzifiris@yahoo.gr, ezogo@otenet.gr

¹ Εκπαιδευτικός ΠΕ17.01, 2^ο Γυμνάσιο Ασπροπύργου

² Εκπαιδευτικός ΠΕ17.02, ΕΠΑ.Σ Ελευσίνας

³ Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ12.04

Περίληψη. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η υλοποίηση και εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού σεναρίου με την αξιοποίηση της υπολογιστικής τεχνολογίας. Το εκπαιδευτικό σενάριο περιλαμβάνει την περιγραφή της διδακτικής διαδικασίας, δραστηριότητες οι οποίες σχεδιάστηκαν με σκοπό να διερευνήσουν οι μαθητές βασικές έννοιες της Μηχανικής – Αντοχής Υλικών και έναν μικρόκοσμο, με τα διαθέσιμα εργαλεία του οποίου οι μαθητές θα πειραματιστούν κατά τη διαδικασία της διερεύνησης. Απώτερο στόχο της εργασίας αποτελεί η δυνατότητα ανακάλυψης των εννοιών της τέμνουσας δύναμης και της ροπής κάμψης και των ιδιοτεροτήτων τους από τους ίδιους τους μαθητές, έτσι ώστε να οδηγηθούν στην κατάκτηση και αφομοίωση νέας γνώσης.

Λέξεις-κλειδιά: υπολογιστική τεχνολογία, μικρόκοσμος, Αβάκιο, εκπαιδευτικό σενάριο

Εισαγωγή

Το γνωστικό αντικείμενο που πραγματεύεται το σενάριο είναι μια ενότητα που αναφέρεται στις έννοιες της τέμνουσας δύναμης και της ροπής κάμψης από το μάθημα της «Μηχανικής - Αντοχής Υλικών». Το μάθημα διδάσκεται ως δίωρο θεωρητικό εβδομαδιαίως στη Β΄ ΕΠΑ.Λ των Τομέων Μηχανολογικού και Οχημάτων. Το αντικείμενο αυτό προκάλεσε το ενδιαφέρον των ερευνητών διότι το αναλυτικό πρόγραμμα σε συνδυασμό με το σχολικό βιβλίο και τον εργαστηριακό εξοπλισμό των περισσότερων σχολείων εκτιμάται ότι δεν επαρκούν για τις ανάγκες του μαθήματος και των υπό διερεύνηση εννοιών.

Για τη διερεύνηση των εννοιών σχεδιάστηκε ένα διερευνητικό λογισμικό που δημιουργήθηκε με την πλατφόρμα «Αβάκιο», καθώς επίσης και μια σειρά από εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Ο μικρόκοσμος, ο οποίος ονομάστηκε «Τσίρκο», στηρίζεται στον πειραματισμό και στη διερεύνηση των δύο αυτών βασικών εννοιών της Μηχανικής, της τέμνουσας δύναμης και της ροπής κάμψης.

Οι μαθητές θα είναι σε θέση να χειρίζονται και να μεταβάλλουν ορισμένα μεγέθη (δύναμη, απόσταση) και να παρατηρούν τη διαμόρφωση των αντίστοιχων διαγραμμάτων. Η δομή του σεναρίου και το κατάλληλα σχεδιασμένο διερευνητικό λογισμικό επιτρέπει στους μαθητές να πειραματιστούν, να διερευνήσουν, να παρατηρήσουν, να αλλάξουν και να επαναπροσδιορίσουν τα δεδομένα τους, να οικοδομήσουν τις γνώσεις τους, να συνεργαστούν με τους συμμαθητές τους, να διαφωνήσουν, και, κατόπιν γόνιμης συζήτησης να καταλήξουν σε μια σειρά από συμπεράσματα.

Μέσω του πειραματισμού οι μαθητές θα εμπλακούν σε κατάσταση διερεύνησης η οποία θα γίνει σε ομαδοσυνεργατικό επίπεδο και θα ακολουθήσει συζήτηση – διάλογος, τόσο μεταξύ των μαθητών όσο και μεταξύ μαθητών και καθηγητή (ερευνητών), έτσι ώστε να οδηγηθούν στη διατύπωση κανόνων. Κατά συνέπεια, οι δραστηριότητες του σεναρίου σχεδιάστηκαν έχοντας ως σκοπό την εμπειρική και προσωπική κατάκτηση της γνώσης από τους μαθητές.

Κατά τη διεξαγωγή της έρευνας συλλέχτηκαν στοιχεία με σκοπό να διαπιστωθεί με ποιους τρόπους οι μαθητές θα διαπραγματευθούν τις αναδυόμενες έννοιες από τον πειραματισμό, πώς θα αντιληφθούν τις αναπαραστάσεις στην οθόνη του υπολογιστή σε σχέση με τα πραγματικά – φυσικά αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν, πώς θα λειτουργήσουν στο πλαίσιο της ομάδας, ποιες προβληματικές καταστάσεις θα προκύψουν και τέλος θα διαπιστωθεί κατά πόσο ο πειραματισμός θα αποτελέσει πηγή αυτοδιαχείρισης της μάθησης.

Θεωρητικό πλαίσιο

Η Μηχανική είναι ένα τμήμα της Φυσικής το οποίο εξετάζει τη δράση των δυνάμεων πάνω στα σώματα. Ασχολείται δηλαδή με την κίνηση των σωμάτων και την ισορροπία αυτών. Η δε Αντοχή των Υλικών εξετάζει το πώς παραμορφώνουν οι διάφορες δυνάμεις τα σώματα, ενώ υπολογίζει τις διαστάσεις των σωμάτων, κατά τρόπο ώστε οι παραμορφώσεις που υφίστανται αυτά να παραμένουν μέσα στα επιτρεπόμενα όρια.

Επίσης, ένα από τα βασικά προβλήματα που ερευνά η Αντοχή των Υλικών είναι η ακριβής κατανομή των εσωτερικών δυνάμεων που αναπτύσσονται στα κατασκευαστικά στοιχεία και γενικότερα στα σώματα. Η απεικόνισή τους γίνεται με τα διαγράμματα τα οποία αποτελούν κατά μία έννοια την «ακτινογραφία» της εντατικής κατάστασης του εσωτερικού του κατασκευαστικού στοιχείου – φορέα. Τα κατασκευαστικά στοιχεία τα διακρίνουμε ανάλογα με το σχήμα και τον τρόπο που δέχονται τις εξωτερικές δυνάμεις σε ράβδους, δοκούς, δίσκους, πλάκες, κελύφη, τόξα, πλαίσια, δικτυώματα. Στην παρούσα εργασία το κατασκευαστικό στοιχείο με το οποίο θα ασχοληθούμε είναι μία αμφιέριστη δοκός. Η δοκός (το δοκάρι) έχει τη μία διάστασή της μεγαλύτερη σε σχέση με τις άλλες και αναλαμβάνει φορτία κατά τη διεύθυνση τον άξονά της αλλά και κάθετα σ' αυτόν (π.χ. οι δοκοί του σκελετού των οικοδομών, οι γέφυρες). Τα φορτία, δηλαδή οι εξωτερικές δυνάμεις που καταπονούν ένα κατασκευαστικό στοιχείο και γενικότερα μια κατασκευή, μεταβιβάζονται στις στηρίξεις του, δηλαδή στα σημεία έδρασής του (Κουτρουμάνου κ.ά, 1999). Σκοπός της ύπαρξης των στηρίξεων είναι η εξασφάλιση της ισορροπίας της κατασκευής. Η αμφιέριστη δοκός για να εξασφαλίσει την ισορροπία της έχει για στηρίξεις μια άρθρωση και μια κύλιση.

Το διδακτικό αντικείμενο που διαπραγματεύεται η παρούσα έρευνα είναι μια αμφιέριστη δοκός σταθερής διατομής, στην οποία ενεργεί ένα εξωτερικό φορτίο. Οι αντιδράσεις των στηρίξεων (οι οποίες είναι και αυτές για τη δοκό εξωτερικά φορτία), ισορροπούν τη δοκό.

Για να μελετήσουμε τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται εσωτερικά στη δοκό θεωρούμε μια νοητή τομή λίγο πριν από το σημείο εφαρμογής της δύναμης, χωρίζοντας έτσι τη δοκό σε δύο τμήματα. Επειδή η δοκός πριν από τη νοητή τομή ισορροπούσε, για να παραμείνει σε κατάσταση ισορροπίας θα πρέπει να δεχθούμε ότι σε κάθε τμήμα της δοκού ασκούνται εκτός από τις εξωτερικές δυνάμεις και εσωτερικές δυνάμεις που προέρχονται από τα εντατικά μεγέθη. Έτσι, σε μια τυχούσα διατομή A μιας δοκού που ισορροπεί ενεργούν εσωτερικές δυνάμεις N , Q , M , οι οποίες εξισορροπούν τις εξωτερικές δυνάμεις. Τις τρεις

αυτές εσωτερικές δυνάμεις τις ονομάζουμε εντατικά μεγέθη και είναι η αξονική ή ορθή δύναμη (N), η τέμνουσα δύναμη (Q) και η ροπή κάμψης ή καμπτική ροπή (M), (Βουθούνης, 1999).

Το σχολικό βιβλίο «Τεχνική Μηχανική – Αντοχή των Υλικών», αντιμετωπίζει τις έννοιες των εντατικών μεγεθών μέσα από την επίλυση ασκήσεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μαθηματοποίηση του μαθήματος χωρίς να συνδέεται άμεσα η θεωρία με την πράξη. Παιδαγωγικά, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με πρωτοβουλία του εκπαιδευτικού παραδείγματα και οπτικά στοιχεία από το χώρο της καθημερινής επαγγελματικής δραστηριότητας έτσι ώστε να αναπτυχθεί η κριτική σκέψη του μαθητή, να οδηγηθεί σε λογικά συμπεράσματα και να αποφευχθεί η στείρα αποστήθιση. Το ζητούμενο δεν είναι η απομνημόνευση και η επίλυση ασκήσεων με σκοπό τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών αλλά η διερεύνηση της μεταξύ τους σχέσης και πως αυτή επηρεάζεται ή πώς μπορεί να διαμορφωθεί εάν μεταβληθούν κάποια δεδομένα. Ο υπολογισμός των εντατικών μεγεθών είναι εξίσου σημαντικός, πρέπει όμως οι μαθητές να είναι σε θέση να γνωρίζουν τί είναι αυτό που μελετούν και ποια η χρησιμότητά του στον επαγγελματικό τομέα. Επίσης, μεγάλος αριθμός ερευνών δείχνει ότι οι μαθητές όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων αντιμετωπίζουν συχνά μεγάλη δυσκολία στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών (Vosniadou, 1994). Συνεπώς, όσον αφορά στο σχεδιασμό των δραστηριοτήτων, η διδακτική προσέγγιση είναι επικεντρωμένη στην προσέγγιση των εννοιών μέσω πραγματικών καταστάσεων. Θεωρώντας ότι η μάθηση είναι μια προσωπική ενεργή διαδικασία (Ζωγόπουλος, 2013), θα επιχειρήσουμε να θέσουμε το μαθητή σε κατάσταση λύσης προβλημάτων, για να επεξεργαστεί τις έννοιες, τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών και να διατυπώσει τους αντίστοιχους κανόνες.

Η έρευνα

Μεθοδολογία της έρευνας

Οι μαθητές με τη βοήθεια ενός διερευνητικού εκπαιδευτικού λογισμικού, θα ασχοληθούν με τον πειραματισμό και τη διερεύνηση δύο βασικών εννοιών του μαθήματος «Τεχνική Μηχανική – Αντοχή των Υλικών», της τέμνουσας δύναμης και της ροπής κάμψης. Ειδικότερα, το λογισμικό θα τους παρέχει εργαλεία με τα οποία θα μπορούν να μεταβάλλουν κάποια μεγέθη όπως είναι η δύναμη και η απόσταση και να παρατηρούν τη διαμόρφωση των αντίστοιχων διαγραμμάτων της τέμνουσας δύναμης και της ροπής κάμψης.

Οι δυνατότητες πειραματισμού με συγκεκριμένες μεταβλητές δύναται να αποτελέσουν έναυσμα για τους μαθητές να εδραιώσουν μόνοι τους μια σχέση μεταξύ των παραπάνω εννοιών και στη συνέχεια να καταλήξουν σε συμπεράσματα σχετικά με τη σχέση που διέπει τις τέμνουσες δυνάμεις σε έναν ισοστατικό φορέα με τις ροπές κάμψεως.

Η ανατροφοδότηση που προσφέρουν τα διερευνητικά λογισμικά πραγματοποιείται ουσιαστικά μέσα από την ανταπόκριση του λογισμικού στις ενέργειες των μαθητών, προβάλλοντας τις συνέπειες των πράξεών τους. Επομένως, η ανατροφοδότηση που παρέχεται από το λογισμικό δεν αποτελεί επισήμανση του λάθους και γενικά δε δίνονται έτοιμες απαντήσεις. Μέσα από την παρουσίαση των συνεπειών των ενεργειών του μαθητή διαπιστώνεται εάν η στρατηγική που ακολουθήθηκε είναι ορθή, και εάν οι μαθητές χαράσσουν μια διαφορετική πορεία.

Κατά την εφαρμογή της δραστηριότητας, θα ερευνηθεί η αυτενέργεια των μαθητών, η εμπλοκή τους σε αυθεντικές καταστάσεις και προβλήματα, η ικανότητα τεκμηριωμένης αμφισβήτησης και κριτικής, η ικανότητά τους σε θέματα επικοινωνίας και συνεργασίας, στον πειραματισμό και στη διεξαγωγή συμπερασμάτων, χαρακτηριστικά και συμπεριφορές που συνίστανται κυρίως στην ικανότητά τους να αυτοδιαχειρίζονται τη μάθηση. Τέλος, η παρούσα ερευνητική διαδικασία, αποσκοπεί στην ανάδειξη μιας διαφορετικής πλευράς του σχολικού θεσμού, της διδακτικής και μαθησιακής πρακτικής, αποδίδοντας ένα πρόσθετο παιδαγωγικό όφελος στη μαθητική κοινότητα.

Η παρούσα έρευνα βασίζεται σε ένα ερευνητικό ερώτημα το οποίο με τη σειρά του αναλύεται σε υπο-ερωτήματα και αφορά στους ρόλους, στις σκέψεις και στα συμπεράσματα που ανέπτυξαν οι μαθητές κατά τη διάρκεια του πειραματισμού τους με το λογισμικό. Πιο συγκεκριμένα:

Ερευνητικό ερώτημα

Υπήρξε το εκπαιδευτικό σενάριο πηγή αυτοδιαχείρισης της μάθησης από τους μαθητές;

Ειδικότερα:

- Με ποιον τρόπο ο πειραματισμός τους με το λογισμικό τους οδήγησε στην εξαγωγή συμπερασμάτων;
- Πώς επιχειρηματολόγησαν χρησιμοποιώντας στοιχεία που προέκυψαν από τη διαχείριση των δεδομένων που τους δόθηκαν;
- Με ποιους τρόπους η συνεργασία στα πλαίσια της ομάδας τους βοήθησε να εκφράσουν τις ιδέες και απόψεις τους για την επίτευξη ενός κοινού στόχου;
- Διατύπωσαν γενικευμένους κανόνες που να περιγράφουν τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματά τους;

Δεδομένου ότι η έρευνα προσανατολίζεται στη μελέτη της ανθρώπινης συμπεριφοράς όπως αυτή εξελίσσεται μέσα στο πλαίσιο της σχολικής τάξης, τα ερευνητικά μας δεδομένα δεν είναι ποσοτικές μεταβλητές, εύκολα μετρήσιμες, αλλά ποιοτικές, βασισμένες στην μελέτη ανθρώπινων συμπεριφορών μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό πλαίσιο.

Ένας βασικός παράγοντας που λήφθηκε υπόψη επίσης ήταν οι δυνατότητες και οι περιορισμοί που υπήρχαν όσον αφορά στο διαθέσιμο χρόνο, το χώρο αλλά και το έμπυχο δυναμικό που θα συμμετείχε στην έρευνα.

Η σχεδίαση της διδακτικής παρέμβασης που θα ερευνηθεί, βασίστηκε στη συνεργατική και διερευνητική μορφή μάθησης.

Η έρευνα βασισμένη σε σχεδιασμό επιδιώκει να υποβοηθήσει την απόκτηση ή την επέκταση της υπάρχουσας γνώσης για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την εφαρμογή βιώσιμων καινοτομικών περιβαλλόντων μάθησης. Κατά συνέπεια, η έρευνα σχεδιασμού βασίζεται στο συνεχή και επαναλαμβανόμενο σχεδιασμό. Το θεωρητικό πλαίσιο βρίσκεται υπό συνεχή αξιολόγηση και διαφοροποίηση. Παρέχεται έτσι η δυνατότητα συνεχούς επανασχεδιασμού με αποτέλεσμα την κατάληξη σε ένα ποιοτικά αναβαθμισμένο πλαίσιο (Cobb et al., 2003).

Πλαίσιο της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακό χώρο όπου υπήρχε η δυνατότητα

πρόσβασης σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Το εργαστήριο ήταν πλήρως εξοπλισμένο με ηλεκτρονικούς υπολογιστές και διαθέσιμο τις ώρες που χρειάστηκε. Επιπλέον, στο χώρο υπήρχαν τρεις συνάδελφοι εκπαιδευτικοί της ειδικότητας Πληροφορικής, που ήταν οι υπεύθυνοι των εργαστηρίων και οι οποίοι ήταν άμεσα διαθέσιμοι για τυχόν προβλήματα στον υλικοτεχνικό εξοπλισμό. Όσον αφορά στη χωροταξική τοποθέτηση των μαθητών, δεδομένου ότι η έρευνα έγινε στο ήδη εγκατεστημένο εργαστήριο της πληροφορικής, οι μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες και κάθισαν σε προκαθορισμένες θέσεις υπολογιστών. Οι υπολογιστές ήταν τοποθετημένοι σε διάταξη Π, γεγονός που βοήθησε τους ερευνητές και τον παρατηρητή να έχουν οπτική επαφή με όλους τους μαθητές. Στη συνέχεια, στο εργαστήριο τοποθετήθηκαν τρία δημοσιογραφικά μαγνητόφωνα για την καταγραφή των συνομιλιών των τριών ομάδων.

Στο πλαίσιο της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας οι έξι μαθητές που έλαβαν μέρος στην έρευνα χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες των δύο ατόμων και υιοθέτησαν συγκεκριμένους ρόλους με σκοπό την πραγμάτωση των προσδοκιών και των στόχων που θα τεθούν στη συνέχεια. Ο χωρισμός τους έγινε αρχικά κατά βούληση των μαθητών όμως στη συνέχεια ανέλαβαν εκ περιτροπής τους ρόλους του ελεγκτή του πληκτρολογίου και του τηρητή του αρχείου - ελεγκτή της δραστηριότητας. Αυτός που έλεγχε το πληκτρολόγιο χειριζόταν τα εργαλεία του λογισμικού, ενώ ο τηρητής του αρχείου - ελεγκτής της δραστηριότητας κρατούσε σημειώσεις στο φύλλο εργασίας και παρακολουθούσε - έλεγχε αν οι δραστηριότητες διεξάγονταν σύμφωνα με τις οδηγίες του φύλλου εργασίας.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε πέντε διδακτικές ώρες με ένα διάλειμμα στο ενδιάμεσο. Την πρώτη ώρα έγινε η προετοιμασία και η εξοικείωση με το λογισμικό, και τις υπόλοιπες τέσσερις η διερεύνηση. Οι ομάδες εξοικειώθηκαν γρήγορα με τις λειτουργίες του λογισμικού. Δεδομένου βέβαια, ότι ο χώρος του εργαστηρίου ήταν διαθέσιμος για αρκετές ώρες, δεν υπήρξε χρονική πίεση για τη διεξαγωγή της έρευνας και οι συμμετέχοντες μπορούσαν να παραμείνουν στον εργαστηριακό χώρο για όσο χρόνο χρειαζόταν. Καθ' όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης έγινε η μαγνητοφώνηση των τριών ομάδων των μαθητών.

Την επόμενη ημέρα πραγματοποιήθηκαν οι συνεντεύξεις στα άτομα των ομάδων και στο συνάδελφο που είχε το ρόλο του παρατηρητή. Ακολουθήθηκε το μοντέλο της ημιδομημένης συνέντευξης και πραγματοποιήθηκαν επτά συνεντεύξεις, οι οποίες είχαν συνολική διάρκεια μιάμιση ώρα.

Ο ρόλος των ερευνητών

Ο ρόλος των ερευνητών κατά την ερευνητική διαδικασία ήταν διπλός. Αφενός ήταν οι διδάσκοντες της διδακτικής παρέμβασης και αφετέρου είχαν το ρόλο των συμμετοχικών παρατηρητριών. Στη διαδικασία αυτή ο ρόλος των ερευνητών ήταν να συμβουλεύουν, εμπυχώνουν και προσανατολίζουν τους μαθητές, έτσι ώστε να καταλήξουν σε λογικά συμπεράσματα και να οδηγηθούν στην διατύπωση κανόνων. Κατά τη διάρκεια εφαρμογής του σεναρίου έγινε προσπάθεια ώστε σε γενικές γραμμές να μη δοθούν έτοιμες λύσεις ή απαντήσεις στους μαθητές. Ο μονόλογος περιορίστηκε μόνο κατά το πρώτο δεκάλεπτο στο οποίο δόθηκαν οι απαραίτητες οδηγίες και διευκρινίσεις. Η αλληλεπίδραση των ερευνητών με τους μαθητές βοήθησε στο να αναλυθεί ο τρόπος σκέψης τους, οι στρατηγικές που χρησιμοποίησαν, και με βάση τα στοιχεία αυτά να αποφασιστεί τι υποστήριξη χρειάζονταν και σε ποιον να προσφερθεί. Συνεπώς, ο ρόλος των ερευνητών δεν περιορίστηκε μόνο σε

υποδείξεις ή οδηγίες, αλλά υπήρχε παρέμβαση στις εξής περιπτώσεις: α) όταν οι μαθητές απέκλιναν από το στόχο των δραστηριοτήτων, β) όταν οι μαθητές έφταναν σε αδιέξοδο, γ) όταν έφταναν σε κάποιο συμπέρασμα αλλά μέσα από λάθος συλλογιστική, δ) όταν η επιχειρηματολογία τους δεν ήταν επαρκής, ε) όταν ζητούσαν βοήθεια σε τεχνικά θέματα του λογισμικού. Η αντιμετώπιση αυτή έδωσε ώθηση στους μαθητές ώστε να ανακαλύψουν τις «εμφυτευμένες» στο μικρόκοσμο γνωστικές έννοιες και να οδηγηθούν, οι περισσότεροι από αυτούς, στην αυτοδιαχείριση της γνώσης.

Στην έρευνα έλαβε μέρος και ένας συνάδελφος εκπαιδευτικός ο οποίος είχε το ρόλο του παρατηρητή. Ο συνάδελφος παρατηρητής εστίασε την προσοχή του στον τρόπο εργασίας των μαθητών, δηλαδή στις στρατηγικές που χρησιμοποίησαν, στην αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό αλλά και μεταξύ τους, στις δυσκολίες που τυχόν συνάντησαν, στους προβληματισμούς που είχαν. Εκτός από τα παραπάνω όμως, παρατήρησε και την αλληλεπίδραση των ερευνητών με τους μαθητές, τον τρόπο διαχείρισης των ομάδων, την καταλληλότητα των δραστηριοτήτων για την επίτευξη των διδακτικών στόχων, τις τεχνικές δυσκολίες με την υλικοτεχνική υποδομή, προβλήματα χρονοπρογραμματισμού, τις παραλήψεις, τα «μελανά» σημεία του σεναρίου αλλά και τα θετικά του σημεία.

Όλες οι παρατηρήσεις καταγράφηκαν στο προσωπικό ημερολόγιο των ερευνητών, το οποίο αργότερα αποτέλεσε πηγή μελέτης. Στη συνέχεια οι ερευνητές συγκέντρωσαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία μέσω των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα και τα αποκωδικοποίησαν έτσι ώστε να καταλήξουν, όσο αυτό είναι δυνατό, σε συμπεράσματα σχετικά με τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν παραπάνω.

Εργαλεία συλλογής δεδομένων

Για τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν μια σειρά από εργαλεία. Η παρατήρηση στην τάξη ή αλλιώς «Συναδελφική παρατήρηση» (*peer observation*) και η ημιδομημένη συνέντευξη ήταν δύο από τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, το μεν πρώτο κατά την διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, το δε δεύτερο μετά το τέλος αυτής.

Παρατήρηση στη τάξη ή «Συναδελφική παρατήρηση» (*peer observation*).

Παρατηρώ δεν σημαίνει απλώς *βλέπω*. Όταν παρατηρούμε κάτι για επαγγελματικούς σκοπούς, συνήθως επικεντρώνουμε με συστηματικό τρόπο το βλέμμα μας σε ορισμένα ζητήματα. Σύμφωνα με τον Sanger, «η παρατήρηση δεν είναι απλή υπόθεση, γιατί ο κόσμος είναι αφάνταστα πιο πολύπλοκος από το εργαστήριο» (MacBeath et al., 2005). Συνήθως οι άνθρωποι έχουν την τάση να βλέπουν μόνο αυτά που θέλουν να δουν. Γι' αυτό και πρέπει να μην είμαστε προκατειλημμένοι και να προσαρμόζουμε προσεκτικά την παρατήρησή μας στα κριτήρια που έχουν προκαθοριστεί. Στην εν λόγω ερευνητική διαδικασία επιλέχθηκε ένα συνάδελφος εκπαιδευτικός να συμμετάσχει πραγματοποιώντας μια *ανοικτή / ορατή* και *εστιασμένη / δομημένη* παρατήρηση και συγχρόνως μια ελεύθερη παρατήρηση. *Ανοικτή / ορατή* σημαίνει ότι ο παρατηρητής ήταν άμεσα ορατός από τους μαθητές και *εστιασμένη / δομημένη* ότι οι παρατηρήσεις του επικεντρώθηκαν σε συγκεκριμένα στοιχεία σχετικά με το ερευνητικό ερώτημα και τα υποερωτήματα (Πίνακας 1). Ο παρατηρητής είχε τη δυνατότητα να σημειώσει εκείνα τα στοιχεία που του έκαναν ιδιαίτερη εντύπωση κατά τη διδασκαλία και τα οποία θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμα ως δεδομένα.

Πίνακας 1. Φύλλο Παρατηρήσεων παρατηρητή

Ερευνητικό ερώτημα	Υποερωτήματα προς παρατήρηση	Παρατηρήσεις		
		Α' ομάδα	Β' ομάδα	Γ' ομάδα
Υπήρξε το εκπαιδευτικό σενάριο πηγή αυτοδιαχείρισης της μάθησης από τους μαθητές;	1. Ποιες οι ενέργειες των μαθητών στη διαχείριση του γνωστικού αντικειμένου; 2. Με ποιον τρόπο τα στοιχεία που προέκυπταν κατά τον πειραματισμό, αποτελούσαν πηγή συζήτησης; 3. Ποιες διατυπώσεις υποθέσεων και ερωτημάτων συνόδευσαν τις παρατηρήσεις των μαθητών; 4. Ποιες οι ενέργειές τους για την επιβεβαίωση των υποθέσεών τους μέσω του πειραματισμού; 5. Οι προβληματικές καταστάσεις που προέκυψαν με ποιους τρόπους ξεπεράστηκαν από τους μαθητές;			

Ο συνάδελφος παρατηρητής συνεργάστηκε με τους ερευνητές με σκοπό την παρατήρηση κατά την εφαρμογή του σεναρίου έτσι ώστε να παρέχει ανατροφοδότηση για τη συνεργασία των μαθητών, τον τρόπο εργασίας τους, τη μάθηση, τη διδασκαλία, τη διαχείριση των ομάδων, την καταλληλότητα των ερωτημάτων και των δραστηριοτήτων και για τον τρόπο καθοδήγησης των μαθητών. Βασική προϋπόθεση είναι να υπάρχει κλίμα εμπιστοσύνης μεταξύ ερευνητών και παρατηρητή αλλά και προθυμία αμφισβήτησης. Τα κλειδιά της επιτυχίας αυτής της στρατηγικής είναι η εμπιστοσύνη, η ειλικρίνεια, ο σχεδιασμός, η συμφωνία για τα σημεία στα οποία θα επικεντρωθεί η παρατήρηση και η ανατροφοδότηση (MacBeath et al., 2005).

Ημιδομημένη συνέντευξη

Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης ο συνάδελφος εκπαιδευτικός που ήταν ο παρατηρητής, κλήθηκε να συμμετάσχει σε μια ημιδομημένη συνέντευξη. Στόχος της συνέντευξης ήταν η διαπίστωση εάν και σε ποιο βαθμό επιτεύχθηκαν οι γνωστικοί και μαθησιακοί στόχοι του σεναρίου, η σημαντικότητα και η ευστοχία στην επιλογή των δραστηριοτήτων, η ανταπόκριση του εκπαιδευτικού στη διαχείριση της τάξης. Η συνέντευξη με τον συνερευνητή περιλάμβανε ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου και στηρίχθηκε στο συμπληρωμένο Φύλλο Παρατηρήσεων του Παρατηρητή, κάνοντας κυρίως διευκρινιστικές ερωτήσεις. Στόχος της συνέντευξης ήταν η επισήμανση εκείνων των στοιχείων που δεν μπορούσαν να εντοπιστούν μέσα από το Φύλλο Παρατήρησης, και η διασταύρωση με τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα.

Η συνέντευξη είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιεί τον προφορικό λόγο ως βασική πηγή πληροφοριών και επειδή γίνεται σε διαπροσωπικό επίπεδο, μας βοηθά επίσης να αντλήσουμε από τον ερωτηθέντα πιο λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τα ζητήματα που μας ενδιαφέρουν. Η ημιδομημένη συνέντευξη δίνει τη δυνατότητα στους ερευνητές να προσαρμόσουν τις ερωτήσεις ανάλογα με τις απαιτήσεις κάθε κατάστασης.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις και με τους μαθητές οι οποίες βοήθησαν να εξεταστούν πτυχές της διδακτικής παρέμβασης που δεν αποσαφηνίστηκαν από τις απομαγνητοφωνημένες συνομιλίες. Ερωτήθηκαν για τις δυσκολίες που συνάντησαν, για το τί τους προσέφερε η συνεργασία τους με τους συμμαθητές τους, τί τους βοήθησε και τί τους εμπόδιζε να μάθουν, τί θα ήθελαν να αλλάξει στη διερεύνηση, τί έμαθαν τελικά.

Σημειώσεις των ερευνητών

Οι ερευνητές κατά τη διάρκεια του ρόλου τους ως συμμετοχικοί παρατηρητές, σημείωναν γεγονότα τα οποία συνέβαιναν στην τάξη και κατά την άποψή τους παρουσίαζαν κάποιο ερευνητικό ενδιαφέρον.

Φύλλο εργασίας των μαθητών

Σχεδιάστηκε φύλλο εργασίας με σκοπό: α) να παρέχει στους μαθητές τις απαραίτητες οδηγίες και ερωτήματα, δίνοντάς τους μια κατεύθυνση για το πλαίσιο στο οποίο έπρεπε να κινηθούν και β) να καταγράψουν τη συλλογιστική και τον τρόπο σκέψη τους σε σχέση με συγκεκριμένα ζητήματα που είχε κάθε δραστηριότητα.

Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν τόσο κατά τη διάρκεια εφαρμογής του σεναρίου όσο και εκ των υστέρων ήταν:

- Τα φύλλα εργασίας των τριών ομάδων μαθητών
- Το φύλλο παρατηρήσεων του συναδέλφου παρατηρητή
- Οι σημειώσεις από το προσωπικό ημερολόγιο των ερευνητών
- Μία μαγνητοφωνημένη συνέντευξη του συναδέλφου εκπαιδευτικού
- Έξι μαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις των μαθητών
- Τρεις μαγνητοφωνημένες συνομιλίες των μαθητών οι οποίες ανέρχονταν συνολικά σε δεκαπέντε ώρες.

Το μαθησιακό περιβάλλον

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει παραδεκτό ότι η αξιοποίηση της υπολογιστικής τεχνολογίας στη διδασκαλία μπορεί να οδηγήσει σε μια ποιοτική βελτίωση του μαθησιακού περιβάλλοντος (Osborne & Hennessy, 2003). Κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες οι οποίες ευνοούν την ποικιλομορφία, συμβολικές αναπαραστάσεις, διαγράμματα, δυναμικά συνδεδεμένες πολλαπλές αναπαραστάσεις ή αναπαραστάσεις στηριζόμενες στη χρήση υπολογιστή, διευκολύνουν τους μαθητές στην κατανόηση του περιεχομένου και συμβάλλουν στη σύνδεση προϋπάρχουσων γνώσεων και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων σε νέες καταστάσεις (Ackermann, 2002).

Για την υλοποίηση του σεναρίου χρησιμοποιήθηκε ένα λογισμικό «ανοικτού και διερευνητικού τύπου», το «Αβάκιο». Το συγκεκριμένο λογισμικό επιτρέπει την διασύνδεση υπολογιστικών εργαλείων – ψηφίδων με διαφορετικές λειτουργικότητες ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε δραστηριότητας. Επιτρέπει επίσης στους μαθητές να δραστηριοποιηθούν, να εκφραστούν, να πειραματιστούν, να αμφισβητήσουν μια κατάσταση, να συζητήσουν, να δημιουργήσουν, να αναπαραστήσουν και τέλος να βιώσουν μια κατάσταση, πτυχές της διερευνητικής μάθησης που αξιοποιεί και ενισχύει το εν λόγω λογισμικό (Κυνηγός, 2006).

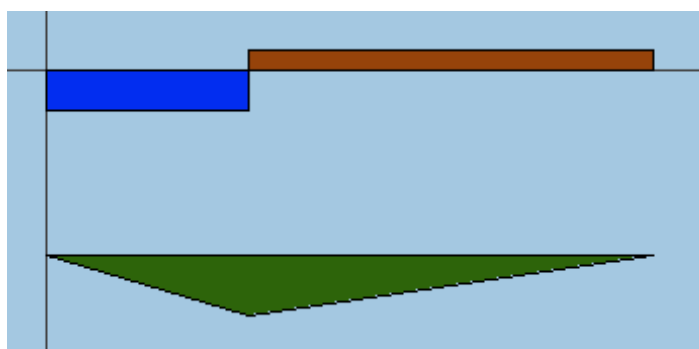
Για τη δημιουργία του μικρόκοσμου με την ονομασία «Τσίρκο» χρησιμοποιήθηκαν οι ψηφίδες σκηνή, κουμπί, διακόπτης, ολισθητής, κείμενο και logo. Η ψηφίδα σκηνή παρέχει

ένα περιβάλλον δημιουργίας «σκηνικών» με αντικείμενα όπως κουτιά, μπάλες, ελατήρια κ.λπ., τα φυσικά χαρακτηριστικά των οποίων όπως χρώμα, μέγεθος, θέση, προσδιορίζονται είτε με άμεσο χειρισμό με το ποντίκι, είτε μέσα από αντίστοιχες εντολές της logo. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα αναπαράστασης του καρτεσιανού πεδίου (οριζόντιο ή κατακόρυφο) και πλέγματος σημείων, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ακριβέστερη παρακολούθηση της κίνησης των αντικειμένων. Τα αντικείμενα που χρειάστηκαν για τη δημιουργία της προσομοίωσης είναι το σχοινί, το κουτί και η πολυγωνική γραμμή, οι ιδιότητες των οποίων δόθηκαν μέσω της logo. Στη ψηφίδα *σκηνή* έγινε η προσομοίωση της αμφιέρειστης δοκού και του συγκεντρωμένου φορτίου (δύναμη) με ένα ζογκλέρ, ο οποίος υποτίθεται ότι εκτελεί ένα ακροβατικό νούμερο πάνω σε ένα δοκάρι. Το φορτίο που ασκείται στη δοκό, αναπαρίσταται με τον ζογκλέρ και τις κορύνες (Εικόνα 1). Ο ζογκλέρ έχει τη δυνατότητα να μετακινείται πάνω στο δοκάρι και οι κορύνες να αυξομειώνονται, αυξομειώνοντας κατά συνέπεια και το βάρος τους.



Εικόνα 1

Ακριβώς κάτω από τη προσομοίωση του ζογκλέρ υπάρχουν δύο διαγράμματα. Το πρώτο ονομάζεται «Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων» και το δεύτερο «Διάγραμμα Ροπών Κάμψης». Τα δύο αυτά διαγράμματα είναι άμεσα συνδεδεμένα με τη θέση του ζογκλέρ και το βάρος των κορυνών κατά τέτοιο τρόπο ώστε οποιαδήποτε μεταβολή σε αυτά τα δύο μεγέθη, να επιφέρει και τις αντίστοιχες μεταβολές και στα διαγράμματα (Εικόνα 2).



Εικόνα 2

Η ψηφίδα *κουμπί* όπως επίσης και η ψηφίδα *διακόπτης* επιτρέπουν τη γρήγορη εκτέλεση διαδικασιών καθώς και την απόκρυψη ή εμφάνιση άλλων ψηφίδων. Στο μικρόκοσμο αυτό χρησιμοποιήθηκε ένα *κουμπί* με την ονομασία «Αρχή» με σκοπό να επαναφέρει την εικόνα της *σκηνής* στην αρχική της μορφή (Εικόνα 3).



Εικόνα 3

Χρησιμοποιήθηκαν επίσης τρεις διακόπτες για να εμφανίζουν και να αποκρύπτουν οι μαθητές τα διαγράμματα και τη ψηφίδα *logo* (Εικόνα 4).



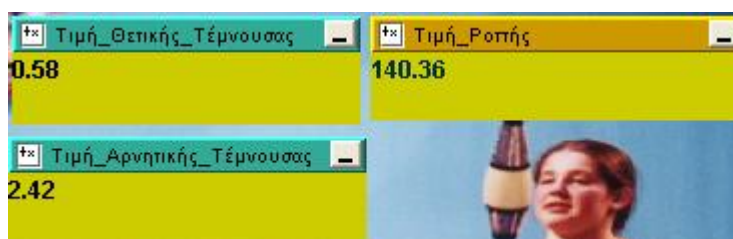
Εικόνα 4

Οι ολισθητές χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό να δώσουν τη δυνατότητα στους μαθητές να ελέγχουν και να πειραματίζονται με τη θέση του ζογκλέρ και τις κορύνες του. Ο ολισθητής με την ονομασία «Κορύνες» δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αυξομειώνουν τον αριθμό των κορυνών οι οποίες έχουν κάποιο βάρος. Ο δε ολισθητής με την ονομασία «Θέση_Ζογκλέρ» δίνει τη δυνατότητα της μετακίνησης του ζογκλέρ πάνω στο δοκάρι κατά τον οριζόντιο άξονα (Εικόνα 5).



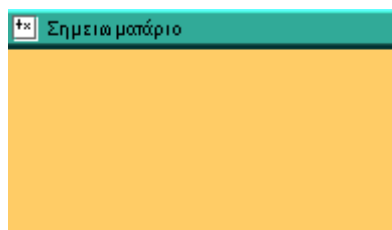
Εικόνα 5

Στις ψηφίδες κείμενο με τις ονομασίες «Τιμή_Ροπής», «Τιμή_Θετικής_Τέμνουσας» και «Τιμή_Αρνητικής_Τέμνουσας» οι μαθητές είναι σε θέση να παρακολουθήσουν τις αριθμητικές τιμές αυτών των μεγεθών (Εικόνα 6). Καθώς θα πειραματίζονται με τους δύο παραπάνω ολισθητές θα παρατηρούν τη διαμόρφωση των διαγραμμάτων των τεμνουσών δυνάμεων και της ροπής κάμψης και ταυτόχρονα στο πλαίσιο των πολλαπλών αναπαραστάσεων θα βλέπουν και τι τιμές παίρνουν αυτά τα διαγράμματα.



Εικόνα 6

Η ψηφίδα κείμενο με την ονομασία «Σημειωματάριο» θα αποτελέσει όπως ορίζει και η ονομασία της το προσωρινό και προσωπικό σημειωματάριο κάθε ομάδας (Εικόνα 7). Κάθε ομάδα κατά τη διαδικασία του πειραματισμού της θα χρησιμοποιήσει το «Σημειωματάριο» για να κρατήσει πρόχειρες σημειώσεις, έτσι ώστε να αξιολογήσει στη συνέχεια ποιες είναι χρήσιμες και να τις μεταφέρει στο φύλλο απαντήσεων.



Εικόνα 7

Αφήσαμε τελευταία τη ψηφίδα *logo* η οποία δραστηριοποιείται στο παρασκήνιο και στην οποία υπάρχει ο κώδικας γραμμένος στη γλώσσα προγραμματισμού *logo*, συνδέοντας όλες τις ψηφίδες μεταξύ τους. Οι μαθητές στην προκειμένη περίπτωση δεν θα ασχοληθούν καθόλου με αυτή τη ψηφίδα, διότι οι δραστηριότητες δεν περιλαμβάνουν συγγραφή κώδικα από τους μαθητές.

Το εκπαιδευτικό σενάριο

Ο μικρόκοσμος που θα χρησιμοποιηθεί στηρίζεται στον πειραματισμό και στη διερεύνηση δύο βασικών εννοιών της Μηχανικής, της τέμνουσας δύναμης και της ροπής κάμψης. Οι μαθητές θα είναι σε θέση να χειρίζονται και να μεταβάλλουν κάποια μεγέθη (δύναμη, απόσταση) και να παρατηρούν τη διαμόρφωση των αντίστοιχων διαγραμμάτων της τέμνουσας δύναμης και της ροπής κάμψης.

Ειδικότερα, οι μαθητές ανοίγοντας το λογισμικό θα αντικρίσουν μια εικόνα που απεικονίζει τέσσερις ζογκλέρ να βρίσκονται σε ένα τσίρκο και να εκτελούν ένα πρόγραμμα με κορύνες. Σε ένα σημείο της οθόνης υπάρχει μία δοκός και ένας ζογκλέρ ο οποίος εκτελεί ένα ακροβατικό με κορύνες και στον οποίο μπορούν να μεταβάλουν τη θέση του πάνω στο δοκάρι, καθώς επίσης και τον αριθμό των κορυνών που κρατάει. Οι μαθητές, με τη βοήθεια δύο *ολισθητών* μπορούν να πειραματιστούν με δύο φυσικά μεγέθη, τη δύναμη (που στην ουσία είναι το βάρος των κορυνών) και την απόσταση. Τα δύο αυτά φυσικά μεγέθη είναι άμεσα συνδεδεμένα με δύο «εντατικά μεγέθη» της Αντοχής Υλικών, την τέμνουσα δύναμη και τη ροπή κάμψης. Μέσω του πειραματισμού, οι μαθητές καλούνται να διαπιστώσουν τις συνέπειες των πράξεών τους, δηλαδή ποιο είναι το άμεσο αποτέλεσμα της μετακίνησης του ζογκλέρ πάνω στο δοκάρι ή της αυξομείωσης των κορυνών του. Η τέμνουσα δύναμη και η ροπή κάμψης αναπαρίστανται μέσω δύο γραφικών παραστάσεων. Οι δε τιμές που παίρνουν σε διάφορα σημεία του διαγράμματος εξαρτώνται από τη θέση του ζογκλέρ πάνω στη δοκό και τον αριθμό των κορυνών και εμφανίζονται σε ένα πλαίσιο κειμένου δίπλα σε κάθε γραφική παράσταση. Μέσω των τιμών αυτών, οι μαθητές, μπορούν να καταλήξουν σε συμπεράσματα σχετικά με τη σχέση που διέπει τις υπό μελέτη έννοιες. Όλα αυτά τα μεγέθη είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με τη γλώσσα προγραμματισμού *logo*.

Συνοπτικά, ο εν λόγω μικρόκοσμος επιτρέπει στους μαθητές να:

- ορίσουν το μέγεθος της δύναμης που ασκείται πάνω σε ένα ισοστατικό φορέα (ράβδο)
- ορίσουν τη θέση της ασκούμενης τέμνουσας δύναμης
- μεταβάλλουν το μέγεθος και τη θέση της ασκούμενης τέμνουσας δύναμης
- παρατηρήσουν τη διαμόρφωση του διαγράμματος της τέμνουσας δύναμης
- παρατηρήσουν τη διαμόρφωση του διαγράμματος της ροπής κάμψης.
- παρατηρήσουν πώς αλληλοεπηρεάζονται τα δύο διαγράμματα
- παρατηρήσουν τις τιμές που παίρνουν τα διαγράμματα
- καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους αρχικά στο σημειωματάριο και στη συνέχεια

στο φύλλο παρατηρήσεων.

Κατά συνέπεια, ο μικρόκοσμος επιτρέπει στους μαθητές να *πειραματιστούν*, να *διερευνήσουν*, να *παρατηρήσουν*, να *αλλάξουν* – *επαναπροσδιορίσουν* τα δεδομένα τους, να *οικοδομήσουν* τις γνώσεις τους, να *συνεργαστούν* με τους συμμαθητές τους, να *διαφωνήσουν*, και, κατόπιν συζητήσεως, να *καταλήξουν* σε μια σειρά από συμπεράσματα. Μέσω του πειραματισμού οι μαθητές οδηγούνται σε διερεύνηση. Η διερεύνηση γίνεται σε ομαδοσυνεργατικό επίπεδο και ακολουθεί συζήτηση – διάλογος, τόσο μεταξύ μαθητών όσο και μεταξύ μαθητών και καθηγητή (ερευνητών), έτσι ώστε να οδηγηθούν στην διατύπωση κανόνων, οι οποίοι αποτελούν έναν από τους γνωστικούς στόχους της μαθησιακής διαδικασίας.

Το προτεινόμενο σενάριο αποτελείται από τρεις φάσεις συνολικής διάρκειας τεσσάρων ωρών. Η 1^η Φάση διάρκειας περίπου μιας ώρας, είχε ως σκοπό την προετοιμασία των μαθητών και την εξοικείωση τους με το λογισμικό. Στη 2^η Φάση έγινε η διερεύνηση και η διατύπωση συμπερασμάτων και κανόνων. Η διάρκεια εφαρμογής της 2^{ης} Φάσης ήταν 2,5 ώρες. Τέλος, η 3^η Φάση ήταν η ανακεφαλαίωση κατά την οποία οι μαθητές συζήτησαν μεταξύ τους για τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν.

Για τη διερεύνηση και τον πειραματισμό των μαθητών μέσω του λογισμικού, μοιράστηκε στις τρεις ομάδες των μαθητών από ένα φύλλο εργασίας το οποίο περιείχε τις απαραίτητες οδηγίες και ερωτήματα, δίνοντας στους μαθητές μια κατεύθυνση για το πλαίσιο στο οποίο έπρεπε να κινηθούν. Το φύλλο εργασίας χρησίμευσε στην καταγραφή των παρατηρήσεων, των απαντήσεων και των συμπερασμάτων που προέκυψαν από τη διερεύνηση που πραγματοποίησαν οι μαθητές.

Προσδοκώμενες παιδαγωγικές και μαθησιακές κατακτήσεις

Οι παιδαγωγικοί και μαθησιακοί στόχοι που αναμένουμε με τη διδακτική παρέμβαση να κατακτηθούν από τους μαθητές είναι:

Ως προς το γνωστικό αντικείμενο

- Να διαπιστώσουν ότι το εμβαδόν του θετικού μέρους του διαγράμματος των τεμνουσών δυνάμεων είναι ίσο με το εμβαδόν του αρνητικού.
- Να διαπιστώσουν ότι η ροπή κάμψεως σε οποιαδήποτε διατομή του ισοστατικού φορέα είναι ίση με το αλγεβρικό άθροισμα της επιφάνειας των τεμνουσών δυνάμεων αριστερά (ή δεξιά) από τη διατομή.
- Να διαπιστώσουν ότι η μέγιστη ροπή κάμψεως προκύπτει στη διατομή, στην οποία η τέμνουσα δύναμη είναι μηδέν.
- Να διατυπώσουν τους δύο βασικούς κανόνες που χαρακτηρίζουν τη σχέση μεταξύ τεμνουσών δυνάμεων και ροπών κάμψης.

Ως προς την παιδαγωγική οπτική

- Να επιχειρηματολογούν χρησιμοποιώντας στοιχεία που προκύπτουν από τη διαχείριση των στοιχείων που τους δίνονται.
- Να εξάγουν συμπεράσματα και να τα γενικεύουν.
- Να διατυπώνουν κανόνες που να περιγράφουν τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματά τους.
- Να συνεργάζονται και να επικοινωνούν στα πλαίσια της ομάδας, εκφράζοντας τις ιδέες και απόψεις τους για την επίτευξη ενός κοινού στόχου.

Εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης

Στην 1^η Φάση έγινε μια προετοιμασία των μαθητών η οποία περιέλαβε τα παρακάτω στάδια:

Χωρισμός των μαθητών σε ομάδες

Στο πλαίσιο της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας, οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των δύο ατόμων και υιοθέτησαν συγκεκριμένους ρόλους με σκοπό την πραγμάτωση των προσδοκιών και των στόχων που έχουν τεθεί στο σενάριο. Ο χωρισμός έγινε κατά τη βούλησή τους και οι μαθητές θα αναλάμβαναν εκ περιτροπής τους ρόλους του ελεγκτή του πληκτρολογίου, και του τηρητή του αρχείου - ελεγκτή της δραστηριότητας.

Λειτουργικοί κανόνες

Τέθηκαν από την αρχή οι κανόνες λειτουργίας της τάξης όσον αφορά στον τρόπο εργασίας των μαθητών. Διευκρινίστηκε ότι οι μαθητές θα συμβουλευονται τα φύλλα εργασίας που τους δόθηκαν και ότι μετά από κάθε δραστηριότητα θα ακολουθεί συζήτηση μεταξύ των δύο ατόμων της κάθε ομάδας με σκοπό να καταλήξουν σε κάποια συμπεράσματα. Η επικοινωνία με τις άλλες ομάδες θα γινόταν μόνο σε επίπεδο τάξης επιχειρηματολογώντας για τα συμπεράσματα στα οποία κάθε φορά θα κατέληγαν. Τέλος, επισημάνθηκε στους μαθητές ότι ο ρόλος ερευνητών και παρατηρητή ήταν να παρατηρούν τον τρόπο εργασίας τους και να παρέχουν διευκρινίσεις αλλά όχι βοήθεια.

Προαπαιτούμενες γνώσεις και έννοιες

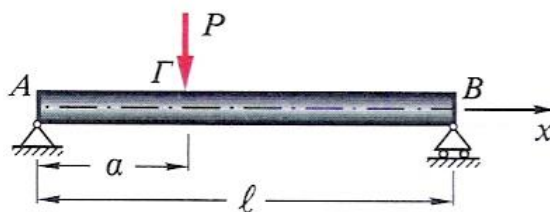
Αναφέρθηκαν στους μαθητές ορισμένες βασικές γνώσεις σχετικές με την επίλυση των ισοστατικών φορέων. Κατά συνέπεια:

- Έγινε μια σύντομη αναφορά στα είδη των στηρίξεων ενός φορέα (πάκτωση, άρθρωση, κύλιση) και στις αντίστοιχες αντιδράσεις (δυνάμεις που αναπτύσσονται) των στηρίξεων.
- Αναφέρθηκαν τα είδη των ισοστατικών φορέων (αμφιέριστος, πρόβολος πακτωμένος, προέχουσες δοκοί, αμφιέριστο πλαίσιο και τόξο), και δόθηκαν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή. π.χ. το μπαλκόνι του σπιτιού μας μπορεί να θεωρηθεί ένας πρόβολος που είναι πακτωμένος στο ένα άκρο.
- Έγινε μια σύντομη αναφορά στα είδη των εξωτερικών φορτίσεων που μπορεί να δεχθεί ένας φορέας και επιλύθηκε ένα απλό παράδειγμα υπολογισμού των αντιδράσεων στήριξής του.
- Αναφέρθηκαν στους μαθητές ποια είναι τα εντατικά μεγέθη μιας δοκού (αξονικές δυνάμεις, τέμνουσες δυνάμεις και ροπές κάμψεως) και ποια η μορφή των διαγραμμάτων τους.

Εισαγωγή στο περιβάλλον του λογισμικού

Επεξηγήθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος και ο τρόπος λειτουργίας του. Στη συνέχεια έγινε μια πρώτη επαφή με τα εργαλεία του μικρόκοσμου έτσι ώστε οι μαθητές να διαπιστώσουν τί ενέργειες μπορούν να κάνουν.

Οι μαθητές ενημερώθηκαν ότι ο ισοστατικός φορέας με τον οποίον επρόκειτο να ασχοληθούν στο λογισμικό είναι μια αμφιέριστη δοκός, η οποία έχει μια άρθρωση αριστερά και μια κύλιση δεξιά ως στηρίξεις της, με ένα συγκεντρωμένο φορτίο (δύναμη) κάθετα στον άξονά της. Η μορφή μιας τέτοιας δοκού φαίνεται στο Σχήμα 1:



Σχήμα 1

Στη συνέχεια οι μαθητές εισήχθησαν στον μικρόκοσμο «Τσίρκο». Στο περιβάλλον του λογισμικού η αμφιέριστη δοκός έχει προσομοιωθεί με ένα ζογκλέρ ο οποίος ακροβατεί επάνω σε ένα σχοινί και εκτελεί ένα ακροβατικό με κορύνες (Εικόνα 8).



Εικόνα 8

1^η Δραστηριότητα.

Οι μαθητές χρησιμοποίησαν την ψηφίδα ολισθητής με την ονομασία «Κορύνες» και επέλεξαν μία τιμή (π.χ. 5), η οποία αναφέρεται στον αριθμό των κορυνών. Ουσιαστικά όμως αυτό είναι το μέγεθος της δύναμης το οποίο ασκείται στη δοκό, δηλαδή το φορτίο με το οποίο θα καταπονηθεί αυτή η δοκός. Στο επόμενο βήμα πάτησαν το κουμπί με την ονομασία «Διάγραμμα Τεμνουσών», άνοιξε το αντίστοιχο διάγραμμα και παρατήρησαν τη μορφή του. Ακολουθώντας τα βήματα και τα ερωτήματα του φύλλου εργασίας, σημείωσαν στη ψηφίδα «Σημειωματάριο» την τιμή που παίρνει εκείνη τη στιγμή η τέμνουσα δύναμη. Στη συνέχεια, πάτησαν το κουμπί «Έναρξη» και επανήλθε το φορτίο στην αρχική του τιμή. Κατόπιν, επέλεξαν μια άλλη τιμή για τις κορύνες και ακολουθώντας συνεχώς την ίδια διαδικασία κατέγραφαν τις τιμές των τεμνουσών δυνάμεων και τις παρατηρήσεις τους, ακολουθώντας πάντοτε το φύλλο εργασίας. Ακολούθησε συζήτηση με άξονα τις παρατηρήσεις που κατέγραψαν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της 1^{ης} δραστηριότητας. Στο τέλος της φάσης της διερεύνησης αναμένεται οι ομάδες να παρατηρήσουν ότι:

α) Η τιμή που παίρνει η τέμνουσα δύναμη στο διάγραμμα είναι ανάλογη με τις κορύνες που κρατάει ο ζογκλέρ, δηλαδή με όσο μεγαλύτερο φορτίο καταπονήσουμε τη δοκό, τόσο μεγαλύτερη τέμνουσα δύναμη αναπτύσσεται.

β) Η τέμνουσα δύναμη μπορεί να πάρει θετικές και αρνητικές τιμές εκατέρωθεν του σημείου εφαρμογής του φορτίου, δηλαδή εκατέρωθεν του ζογκλέρ.

2^η Δραστηριότητα.

Οι μαθητές, χρησιμοποιώντας τη ψηφίδα *ολισθητής* με την ονομασία «Κορύνες», επέλεξαν μια τιμή για το φορτίο και στη συνέχεια χρησιμοποίησαν την ψηφίδα *ολισθητής* με την ονομασία «Θέση_Ζογκλέρ» για να επιλέξουν τη θέση και κατ' επέκταση το σημείο εφαρμογής του φορτίου. Σε αυτήν τη δραστηριότητα, κρατούσαν σταθερή τη δύναμη και μετέβαλλαν την απόσταση από το άκρο της δοκού όπου εφαρμοζόταν αυτή η δύναμη. Έδωσαν λοιπόν στη «Θέση_Ζογκλέρ» τιμή έστω για παράδειγμα 100cm. Επανέλαβαν την ίδια διαδικασία αρκετές φορές και κατέγραφαν στη ψηφίδα «Σημειωματάριο» τις παρατηρήσεις τους για τη μορφή του διαγράμματος τεμνουσών και τις τιμές της τέμνουσας δύναμης. Παρακινήθηκαν να συζητήσουν μεταξύ τους για το διάγραμμα των τεμνουσών δυνάμεων σε σχέση με τη θέση του ζογκλέρ, αρχικά σε επίπεδο ομάδας και έπειτα σε επίπεδο τάξης, και στη συνέχεια κατέγραψαν τα συμπεράσματά τους στο φύλλο εργασίας που τους είχε δοθεί. Κατά τη διάρκεια του πειραματισμού οι μαθητές αναμενόταν να παρατηρήσουν ότι:

α) Η τιμή της τέμνουσας δύναμης εξαρτάται άμεσα από το σημείο εφαρμογής του φορτίου, δηλαδή από τη θέση του ζογκλέρ.

β) Η τέμνουσα δύναμη στο διάγραμμα έχει μεγάλη θετική τιμή όταν το σημείο εφαρμογής του φορτίου, δηλαδή ο ζογκλέρ, βρίσκεται προς το αριστερό άκρο της δοκού, και μειώνεται συνεχώς όταν ο ζογκλέρ μετατοπίζεται προς το δεξί άκρο της δοκού με ταυτόχρονη αύξηση της αρνητικής τιμής της τέμνουσας στο διάγραμμα και αντίστροφα.

Σκοπός της 2^{ης} δραστηριότητας ήταν οι μαθητές να διαπιστώσουν ότι το εμβαδόν, κατ' απόλυτη τιμή, του θετικού μέρους του διαγράμματος των τεμνουσών δυνάμεων είναι ίσο με το εμβαδόν του αρνητικού μέρους.

3^η Δραστηριότητα.

Στα πλαίσια της 3^{ης} δραστηριότητας, οι μαθητές χρησιμοποίησαν το κουμπί «ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΠΩΝ» για να ανοίξει η ψηφίδα με το αντίστοιχο διάγραμμα των ροπών κάμψεων. Ακολουθώντας το φύλλο εργασίας και απαντώντας στα ερωτήματα που τους έθετε, έπρεπε να βρουν ποια είναι η κάμψη στο σχοινί και από ποιους παράγοντες εξαρτάται. Στη συνέχεια πειραματίστηκαν με τους *ολισθητές* «Κορύνες» και «Θέση_Ζογκλέρ», δίνοντας τιμές στο φορτίο και μεταβάλλοντας το σημείο εφαρμογής του. Αφού επανέλαβαν την ίδια διαδικασία αρκετές φορές, κατέγραψαν όπως και στις προηγούμενες δραστηριότητες τις παρατηρήσεις τους στη ψηφίδα «Σημειωματάριο». Οι παρατηρήσεις αναμέναμε να εστιαστούν:

α) στη μορφή του διαγράμματος των ροπών κάμψεως,

β) στην αριθμητική τιμή που παίρνει η ροπή ανάλογα με το μέγεθος και τη θέση του φορτίου στη δοκό, δηλαδή ανάλογα τις κορύνες και τη θέση του ζογκλέρ,

γ) στην καταγραφή των τιμών της τέμνουσας δύναμης και της ροπής κάμψης σε διάφορα σημεία εφαρμογής του φορτίου, δηλαδή σε διάφορες θέσεις του ζογκλέρ.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο αριθμός των επαναλήψεων σε κάθε δραστηριότητα δεν ήταν συγκεκριμένος. Κάθε ομάδα λειτουργούσε αυτόνομα, επιλέγοντας τον αριθμό των επαναλήψεων που έκρινε απαραίτητες για την επίτευξη του στόχου. Επίσης, σε όλες τις δραστηριότητες, οι μαθητές κατευθύνονταν από τα φύλλα εργασίας που τους είχαν μοιραστεί στην αρχή, αλλά και από τους ερευνητές, όταν έκριναν ότι παρέκκλιναν από το

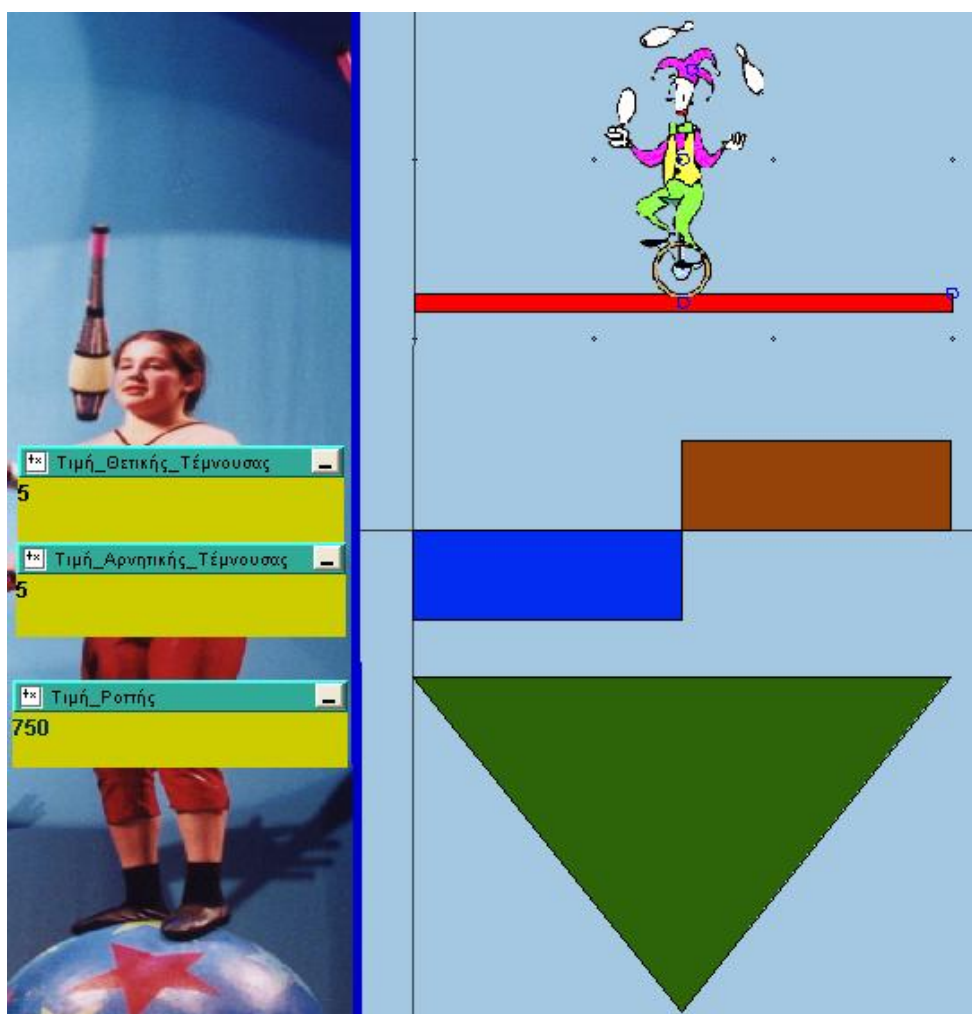
στόχο.

Εν συνεχεία, έπρεπε να πειραματιστούν με τις κορύνες και τη θέση του ζογκλέρ, και να βρουν πόσο μπορεί να καμφθεί το σχοινί χωρίς να σπάσει. Ουσιαστικά έπρεπε να ανακαλύψουν πόση είναι η μέγιστη ροπή και έπειτα πόση είναι η τέμνουσα δύναμη σε αυτό ακριβώς το σημείο. Ακολούθησε συζήτηση σε επίπεδο ομάδας και κατέγραψαν τα συμπεράσματά τους στο φύλλο απαντήσεων. Συγκεκριμένα έπρεπε να διαπιστώσουν ότι :

α) η τιμή της ροπής κάμψεως σε οποιαδήποτε διατομή του ισοστατικού φορέα, δηλαδή σε οποιοδήποτε σημείο εφαρμογής του φορτίου (θέση ζογκλέρ), είναι ίση με το αλγεβρικό άθροισμα της επιφάνειας του διαγράμματος των τεμνουσών δυνάμεων αριστερά (ή δεξιά) από τη διατομή (εικόνα 9), και

β) η μέγιστη τιμή της ροπής στο διάγραμμα των ροπών κάμψεως εμφανίζεται στο σημείο που η τέμνουσα δύναμη είναι μηδέν (εικόνα 9).

Με την ολοκλήρωση και της 3^η δραστηριότητας, οι ομάδες συζήτησαν σε επίπεδο τάξης για τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν και τους ζητήθηκε να διατυπώσουν τους δύο παραπάνω βασικούς κανόνες που χαρακτηρίζουν τη σχέση μεταξύ τεμνουσών δυνάμεων και ροπών κάμψεως. Στα σημεία πλήρης συμφωνίας έγινε κοινή αποδοχή. Στα σημεία αντιθέσεων και αντιπαραθέσεων ακολούθησε νέος κύκλος συζητήσεων με τεκμηριωμένη επιχειρηματολογία και ανατροφοδότηση από το λογισμικό.



Εικόνα 9

Πραγματοποιήθηκε ανακεφαλαίωση των συμπερασμάτων στα οποία κατέληξαν, καθώς

επίσης και των κανόνων που διέπουν τη σχέση των τεμνουσών δυνάμεων με τη ροπή κάμψης. Όπου υπήρχε διαφωνία ή δυσκολία κατανόησης, έγινε ανατροφοδότηση μέσω του λογισμικού και περαιτέρω συζήτηση από τις ομάδες με τεκμηριωμένη επιχειρηματολογία.

Για την ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από την έρευνα, χρησιμοποιήθηκε η λεγόμενη «θεμελιωμένη στην εμπειρία θεωρία» (grounded theory), (Strauss & Corbin, 1990). Τα στάδια της προσέγγισης αυτής είναι η συλλογή ποιοτικών δεδομένων με παρατήρηση, συνέντευξη και απομαγνητοφώνηση διαλόγων.

Η ανάλυση των δεδομένων διαμορφώθηκε βάσει δύο γενικών κατηγοριών που αφορούσαν στις έννοιες που αναδύθηκαν από τους μαθητές κατά τη διάρκεια της διερεύνησης προκειμένου να μελετήσουν τις έννοιες της τέμνουσας δύναμης και της ροπής κάμψης και στους τρόπους που υιοθέτησαν κατά τη διαδικασία δημιουργίας νοημάτων.

Συμπεράσματα

Στη παρούσα εργασία υιοθετήθηκε ένα πλαίσιο προσέγγισης μιας διδακτικής παρέμβασης με την υποστήριξη ενός υπολογιστικού περιβάλλοντος, μέσα από κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες. Η διδακτική αυτή προσέγγιση υιοθετήθηκε με την προσδοκία να επιφέρει αλλαγές στο μαθησιακό περιβάλλον, οι οποίες είναι επιθυμητές σύμφωνα με τις παιδαγωγικές θεωρίες. Η έρευνα που ακολούθησε είχε ως σκοπό να μελετήσει αυτές τις αλλαγές και γενικά σε ποιο βαθμό και με ποιους τρόπους διαφοροποιήθηκε το μαθησιακό περιβάλλον που διαμορφώθηκε, εξαιτίας του λογισμικού αλλά και των ειδικά σχεδιασμένων δραστηριοτήτων.

Ένα χαρακτηριστικό της διδακτικής παρέμβασης είναι η δράση των μαθητών, οι οποίοι γίνονται πρωταγωνιστές της μαθησιακής διαδικασίας, διαμορφώνοντας τις συνθήκες και τον ρυθμό της μάθησής τους. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο ποσοστό στον πειραματισμό που τους προσέφερε το λογισμικό. Οι μαθητές, από την αρχή της διάδρασης με τον μικρόκοσμο άρχισαν να πειραματίζονται, να διαμορφώνουν τις μεταβλητές του μικρόκοσμου και να παρατηρούν το αποτέλεσμα του κάθε πειράματος.

Το άλλο σημαντικό στοιχείο είναι η ανατροφοδότηση που έλαβαν οι μαθητές από τον μικρόκοσμο και τους επέτρεψε να αναστοχάζονται ως προς τις ενέργειές τους. Ο αναστοχασμός που καλλιέργησαν οι μαθητές εμφανίστηκε ως μια μεταγνωστική δραστηριότητα που οφειλόταν στην επανεξέταση των φαινομένων που αναπαριστούσε ο μικρόκοσμος, είτε αλλάζοντας τις τιμές των ολισθητών για να επιτύχουν ένα διαφορετικό αποτέλεσμα, είτε για να ανακαλύψουν πιθανές σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών του φαινομένου (π.χ. μεταξύ τέμνουσας δύναμης και ροπής κάμψης). Αυτή η επανεξέταση έδωσε τις δυνατότητες να μελετήσουν το φαινόμενο από διαφορετικές οπτικές γωνίες και να δομήσουν νέα νοητικά κατασκευάσματα (π.χ. ότι τα εμβαδά αρνητικής και θετικής τέμνουσας είναι ίσα κατ' απόλυτη τιμή).

Κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης με τον μικρόκοσμο σημαντική ήταν η συμβολή των οπτικών αναπαραστάσεων με την μορφή των διαγραμμάτων στις λογικό – γνωστικές διεργασίες των μαθητών και τελικά στην δόμηση της γνώσης τους. Η οπτική αναπαράσταση των μεταβολών όλων των εντατικών μεγεθών της δοκού, τεμνουσών δυνάμεων και ροπών κάμψης, βοήθησε τους μαθητές να δημιουργήσουν νοήματα και έννοιες που μέχρι εκείνη την στιγμή ανήκαν στην σφαίρα του αφηρημένου, ενώ τους επέτρεψε να συνδέσουν αυτά τα μεγέθη μεταξύ τους και να τα ορίσουν σε σχέση με τις μεταβλητές (όπως έγινε με την

ροπή κάμψης). Αυτό αποδεικνύει την σημαντική συνεισφορά του υπολογιστικού περιβάλλοντος στην δημιουργία νοημάτων, μέσα από την αλληλεπίδραση του μαθητή με το λογισμικό και όχι με την στείρα απομνημόνευση εννοιών.

Μελετώντας τις απομαγνητοφωνημένες συνομιλίες αποδεικνύεται ότι σε γενικές γραμμές οι ομάδες μέσα από συντονισμένες ενέργειες όπως είναι η προσφυγή στον συμμαθητή για επαλήθευση ή βοήθεια στην επίλυση προβλήματος, η επαναλαμβανόμενη διαδικασία πειραματισμός – παρατήρηση – ανταλλαγή απόψεων – ανατροφοδότηση, η εμφάνιση αντιδικιών, κατάφεραν να οργανώσουν τη σκέψη τους και να καταλήξουν σε σημαντικά συμπεράσματα.

Όσον αφορά στη συνεργασία μεταξύ των ατόμων των ομάδων, στην πλειοψηφία τους συνεργάστηκαν για την επίτευξη ενός κοινού στόχου. Σε κάποιες ομάδες η συνεργασία έγινε μέσω αντικρουόμενων απόψεων και συγκρούσεων ενώ υπήρξε και ομάδα όπου η συνεργασία ήταν ομαλή και οι προβληματικές καταστάσεις ξεπεράστηκαν εύκολα και γρήγορα. Τα άτομα της ομάδας αυτής δεν διαφώνησαν, δεν συγκρούστηκαν και δεν θεώρησαν απαραίτητο να σκεφτούν βαθύτερα πριν καταλήξουν σε βεβαιωμένα συμπεράσματα. Στην πραγματικότητα η συμπεριφορά τους αυτή δηλώνει ότι τους ενδιέφερε περισσότερο η εικόνα της ομάδας τους προς τους τρίτους αποφεύγοντας την αρνητική κριτική, παρά η ουσιαστική εργασία.

Μέσα από όλες τις προηγούμενες παρατηρήσεις και συμπεράσματα, καταλήγουμε ότι η μαθησιακή διαδικασία επηρεάστηκε σημαντικά από την ενσωμάτωση του υπολογιστικού περιβάλλοντος με κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες και ως επί το πλείστον η διδακτική παρέμβαση ευνόησε την ενεργή συμμετοχή των μαθητών και κυρίως τους πρόσφερε την δυνατότητα να δομήσουν μόνοι τους τα νέα γνωστικά σχήματα και να επιλέξουν τον τρόπο και τον ρυθμό με τα οποία θα το επιτύχουν.

Αναφορές

- Ackermann, E., (2002). *Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the Difference?*.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., and Schauble, L., (2003). Design Experiments in Educational Research, *Educational Researcher*, 32 (1), 9–13.
- MacBeath, J., Schratz, M., Meuret, D., & Jacobsen, L. (2005). *Η αυτοαξιολόγηση στο Ευρωπαϊκό σχολείο*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*, NESTA futurelab series, Bristol.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of Qualitative Research. Grounded Theory Procedure and Techniques*, Sage.
- Vosniadou, S., (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change, *Learning and Instruction: The journal of the European Association for Research on Learning and Instruction*, 45-69.
- Βουθούνης, Α. (1999). *Τεχνική Μηχανική – Αντοχή των Υλικών*, Αθήνα.
- Ζωγόπουλος, Ε. (2013). *ΤΠΕ και Ποιότητα*. Αθήνα: Αυτοέκδοση.
- Καλοκύρη, Σ. (2008). *Σχεδιασμός και υλοποίηση εκπαιδευτικού σεναρίου για τις έννοιες της ροπής κάμψης και της τέμνουσας δύναμης με την αξιοποίηση της υπολογιστικής τεχνολογίας*. Μεταπτυχιακή εργασία στο πρόγραμμα «Διδακτική Μαθημάτων Ειδικότητας με Νέες Τεχνολογίες». Τμήμα Φιλοσοφίας-Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας (Φ.Π.Ψ), Φιλοσοφική Σχολή, Ε.Κ.Π.Α.

- Κυνηγός, Χ. (2006). *Το Μάθημα της Διερεύνησης, Παιδαγωγική αξιοποίηση των Ψηφιακών Τεχνολογιών για τη διδακτική των μαθηματικών, Από την έρευνα στη σχολική τάξη*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Κουτρουμάνου, Ε., Μητρίτσας, & Β., Μπαϊπάς, Γ. (1999). *"Μηχανική - Αντοχή Υλικών"*. Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Τ.Ε.Ε., Τομέας Κατασκευών, Ειδικότητα Κτιριακών έργων, Β' τάξη 1ου κύκλου.
- Μιτζιφίρης, Α. (2008). *Σχεδίαση & Υλοποίηση εκπαιδευτικού σεναρίου με αξιοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού για την έννοια της Σχέσης Μετάδοσης*. Μεταπτυχιακή εργασία στο πρόγραμμα «Διδακτική Μαθημάτων Ειδικότητας με Νέες Τεχνολογίες». Τμήμα Φιλοσοφίας-Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας (Φ.Π.Ψ), Φιλοσοφική Σχολή, Ε.Κ.Π.Α.