



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ΤΜΗΥΤΔ
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αυθεντικά πλαίσια μάθησης με την υποστήριξη ψηφιακής τεχνολογίας



«Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή του ANIMath
για τα μαθηματικά»



Αλιμήση Ρενέ
realimis@inf.uth.gr



1^η επιβλέπουσα καθηγήτρια:

Άννα Χρονάκη

2^{ος} επιβλέπων καθηγητής:

Ηλίας Χούστης





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 6437/1
Ημερ. Εισ.: 15-07-2008
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΗΥΤΔ
2008
ΑΛΙ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | | |
|------------|--|------------|
| | Ευχαριστίες..... | 3 |
| 1. | Εισαγωγή | 5 |
| 2. | Κατανόηση μαθηματικών εννοιών και σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο... | 8 |
| 2.1 | Ο επικοδομητισμός του Piaget..... | 9 |
| 2.2 | Από τον Piaget στη μάθηση με μαστόρεμα του Papert..... | 10 |
| 2.3 | Η έρευνα για την κατανόηση των λαθεμένων αντιλήψεων και προ-εννοιών των μαθητών..... | 11 |
| 2.4 | Κριτικές προσεγγίσεις στον επικοδομητισμό του Piaget..... | 12 |
| 2.5 | Δυσκολίες κατανόησης μήκους, μάζας και μονάδων μέτρησης..... | 13 |
| 2.6 | Δυσκολίες κατανόησης γραφικών παραστάσεων..... | 20 |
| 2.7 | Η σύνδεση των μαθηματικών με τον πραγματικό κόσμο..... | 21 |
| 3. | Αυθεντικά πλαίσια μάθησης..... | 23 |
| 3.1 | Μπορεί η τεχνολογία να βοηθήσει να διδάξουμε με στόχο την κατασκευή γνώσης;..... | 26 |
| 3.2 | Ψηφιακά περιβάλλοντα και μάθηση σε αυθεντικά πλαίσια..... | 28 |
| 4. | Ο σχεδιασμός του μαθησιακού περιβάλλοντος ANIMath..... | 35 |
| 4.1 | Σχεδιασμός ANIMath I: Παιδαγωγική προσέγγιση..... | 36 |
| 4.2 | Σχεδιασμός ANIMath II: Τεχνικά εργαλεία..... | 40 |
| 4.2.1 | Εργαλεία, διαδίκτυο και πρόσβαση στην πληροφορία..... | 41 |
| 4.2.2 | Διαδίκτυο και επικοινωνία..... | 43 |
| 4.2.3 | Ευχρηστία..... | 45 |
| 4.3 | Η παραγωγή της σχεδιαστικής λύσης..... | 48 |
| 4.4 | Το μοντέλο σχεδιασμού..... | 56 |
| 5. | Εφαρμογή και Αξιολόγηση..... | 59 |
| 5.1 | Πώς σκέφτονται οι μαθητές..... | 60 |
| 5.2 | Τι έγινε κατά τη διδακτική παρέμβαση..... | 72 |
| 5.2.1 | Τα ερωτήματα που θέτουν τα παιδιά..... | 74 |
| 5.2.2 | Η πολυτροπικότητα του κεμένου..... | 77 |
| 5.2.3 | Η συνεργασία των παιδιών..... | 78 |
| 5.3 | Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες..... | 83 |
| 5.3.1 | Πόσες πεταλούδες υπήρχαν όταν..... | 83 |
| 5.3.2 | Το θερμόμετρο της πεταλούδας..... | 87 |
| 5.3.3 | Το ταξίδι της πεταλούδας..... | 89 |
| 5.3.4 | Μέτρηση στον Ταΰγετο..... | 94 |
| 5.3.5 | Η μάζα της πεταλούδας..... | 96 |
| 5.4 | Πώς αξιολογήθηκε το ANIMath συνολικά..... | 104 |
| 6. | Συμπεράσματα..... | 111 |
| 7. | Βελτιώσεις και μελλοντικά σχέδια..... | 112 |
| 8. | Επίλογος..... | 115 |
| 9. | Παράρτημα..... | 116 |
| 10. | Βιβλιογραφία..... | 125 |

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα τους επιβλέποντες καθηγητές μου κ. Άννα Χρονάκη και κ. Ηλία Χούστη για την ενθάρρυνση, την καθοδήγηση, την υποστήριξη την έμπνευση αλλά και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν.

Ιδιαίτερω ευχαριστώ την κ. Άννα Χρονάκη για όλες αυτές τις ώρες που μου αφιέρωσε και την πραγματικά πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε. Ευχαριστώ ιδιαίτερω και τον κ. Ηλία Χούστη που υποστήριξε τις επιλογές μου ενθαρρύνοντας με στο «πάντρεμα» των παιδαγωγικών και των τεχνολογικών σπουδών.

Ξεχωριστές ευχαριστίες θέλω να αποδώσω στους 23 μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνά μας και στον εκπαιδευτικό τους κ. Άγγελο για την διευκόλυνση που μας παρείχε.

8 Ιουλίου 2008, Βόλος

From the standpoint of the child, the great waste in school comes from his inability to utilize the experience he gets outside while on the other hand he is unable to apply in daily life what he is learning in school. That is the isolation of the school –its isolation from life.

–John Dewey, 1916

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι τα αυθεντικά πλαίσια μάθησης για την διερεύνηση μαθηματικών ζητημάτων με την αξιοποίηση της Τεχνολογίας Πληροφορίας και Επικοινωνίας. Η ανάπτυξη ενός διαδικτυακού συνεργατικού περιβάλλοντος για τα μαθηματικά ήταν απόρροια της παρατήρησης ότι «τα μαθηματικά συχνάζουν στην καθημερινή ζωή και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του φυσικού κόσμου που μας περιβάλλει». Στόχος είναι να διερευνήσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες μαθηματικά ζητήματα μέσα από αυθεντικά πλαίσια μάθησης. Ο κόσμος των πεταλούδων επιλέχθηκε ως ένα τέτοιο 'αυθεντικό' πλαίσιο μάθησης για τα μαθηματικά. Το διαδικτυακό ψηφιακό περιβάλλον ANIMath που αναπτύχθηκε ώστε να υποστηρίξει την συνεργασία, την διερευνητική μάθηση και το πολυτροπικό κείμενο αξιολογήθηκε με την διεξαγωγή διδακτικού πειράματος σε μία σχολική τάξη 23 μαθητών. Το ενδιαφέρον μας επικεντρώθηκε στην αλληλεπίδραση των μαθητών, μαθητριών με το περιβάλλον και στην διεκπεραίωση των μαθησιακών στόχων που είχαν τεθεί. Η μεθοδολογία της υλοποίησης και της έρευνας καθώς και τα ακριβή αποτελέσματα αναφέρονται εκτενώς στις ομώνυμες ενότητες.

Λέξεις κλειδιά: αυθεντικό πλαίσιο μάθησης, διαδικτυακό περιβάλλον, διδακτικό πείραμα, διερευνητική μάθηση, πολυτροπικότητα, συνεργασία, μαθηματικά

1. Εισαγωγή

Η διπλωματική αυτή εργασία παρουσιάζει την προσπάθεια διερεύνησης μαθηματικών ζητημάτων μέσα από το πρίσμα της καθημερινής ζωής καθώς και την διερεύνηση των μαθηματικών ως εργαλείο για την επιτέλεση δράσεων σε αυθεντικά πλαίσια¹ με την αξιοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας. Η σύγχρονη τεχνολογία αξιοποιείται για την κατασκευή μιας βάσης εκπαιδευτικού υλικού που υποστηρίζει πολυτροπικό κείμενο και πρόσβαση σε πληροφορία με στόχο τη συζήτηση και τον κριτικό αναστοχασμό επιμέρους θεμάτων για τα μαθηματικά.

Στην 2^η ενότητα της παρούσας εργασίας, γίνεται ένα πέρασμα από τον εποικοδομητισμό του Piaget στην «μάθηση με μαστόρεμα» του Papert. Εστιάζουμε στην ανάγκη για έρευνα των παρερμηνειών των μαθητών έτσι όπως διατυπώθηκε από τους Driver, Guesne και Tiberghien (1985) και στις δυσκολίες που έχουν οι μαθητές στην κατανόηση μαθηματικών ζητημάτων που αφορούν μέτρηση βάρους και μήκους, χειρισμό μονάδων μέτρησης και ερμηνεία γραφικών παραστάσεων. Φιλοδοξούμε μέσα από την ενότητα αυτή να αναδειχθεί η ανάγκη σύνδεσης των μαθηματικών με τον πραγματικό κόσμο.

¹ Ο όρος «πλαίσια» στην εργασία αυτή αφορά σε θεματικά πλαίσια, τα οποία στην αγγλική βιβλιογραφία αναφέρονται ως 'thematic contexts', μέσα στα οποία διεξάγεται η μάθηση και για αυτό χρησιμοποιούμε πληθυντικό αριθμό.

Στη 3^η ενότητα εστιάζουμε στα αυθεντικά πλαίσια μάθησης έτσι όπως αυτά ορίστηκαν από τους Brown, Collins και Duguid το 1989. Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στους νέους ρόλους που λαμβάνουν μαθητές και εκπαιδευτικοί στη αυθεντική μάθηση, στα πολλαπλά οφέλη που συνεπάγεται η ενσωμάτωσή των αυθεντικών πλαισίων στην εκπαιδευτική διδασκαλία καθώς και στις βασικές σχεδιαστικές αρχές που τα διέπουν. Στα πλαίσια αυτής της ενότητας γίνεται συζήτηση σχετικά με την συμβολή της τεχνολογίας για την κατασκευή γνώσης και την υποστήριξη αυθεντικών πλαισίων μάθησης. Η ενότητα κλείνει με την αναφορά σε παραδείγματα ψηφιακών αυθεντικών περιβαλλόντων μάθησης που πρεσβεύουν τις αρχές της μάθησης 1) με τηλεχειρισμό εργαλείων, 2) με προσομοιώσεις και «εικονική πραγματικότητα», 3) με βάση το βίντεο, 4) μέσω προσομοίωσης και ανάληψης ρόλων και 5) μέσω συλλογής, επεξεργασίας και διαχείρισης ερευνητικών δεδομένων.

Στην 4^η ενότητα, παρουσιάζουμε την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ώστε να σχεδιαστεί το ANIMath, ένα διαδικτυακό περιβάλλον με στόχο την μάθηση μαθηματικών μέσα από το αυθεντικό πλαίσιο «Ο κόσμος των πεταλούδων». Η ενότητα αναφέρεται στους μαθησιακούς στόχους του περιβάλλοντος καθώς και στα χαρακτηριστικά του κοινού που αυτό απευθύνεται. Δύο υποενότητες έχουν διαμορφωθεί, όπου παρουσιάζεται ο εκπαιδευτικός και ο τεχνικός σχεδιασμός του περιβάλλοντος. Κεντρικός άξονας του εκπαιδευτικού σχεδιασμού, πέρα από την κατανόηση μαθηματικών εννοιών μέσα από αυθεντικά πλαίσια, είναι η συνεργατική και διερευνητική μάθηση καθώς και η επίτευξη του αναστοχασμού. Σε ξεχωριστή υποενότητα παρουσιάζονται η δομή, η τελική σχεδιαστική λύση και το μοντέλο σχεδιασμού του περιβάλλοντος. Η αξιολόγηση του ANIMath βάσει των απαιτήσεων και των μαθησιακών του στόχων σηματοδοτεί την ολοκλήρωση του σχεδιασμού καθώς επικυρώνεται και ελέγχεται η ποιότητα του τελικού αποτελέσματος. Ο κύκλος σχεδιασμού του ANIMath κλείνει και ενδεχομένως επανεκκινεί με την διεξαγωγή ενός διδακτικού πειράματος, το οποίο και περιγράφεται στην 5^η ενότητα.

Στην 5^η λοιπόν ενότητα, περιγράφεται το διδακτικό πείραμα που ολοκληρώνεται σε τρεις φάσεις στη τάξη της Δ' δημοτικού με τη συμμετοχή 23 μαθητών. Στην πρώτη φάση του διδακτικού πειράματος με ημιδομημένες ομαδικές συνεντεύξεις διερευνήθηκαν οι γνώσεις των μαθητών σχετικά με τα όσα το ANIMath πραγματεύεται. Στη δεύτερη φάση του διδακτικού πειράματος έγινε η διδακτική παρέμβαση στο εργαστήριο πληροφορικής του δημοτικού σχολείου κατά την οποία οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με το περιβάλλον ANIMath και ενεπλάκησαν ομαδικά σε δραστηριότητες. Τέλος στην τρίτη και τελική φάση του διδακτικού πειράματος διεξήχθησαν και πάλι ομαδικές ημιδομημένες συνεντεύξεις. Μέσα από τις συνεντεύξεις της τελικής φάσης θελήσαμε να δούμε μέχρι που μπορεί να φτάσει η διερεύνηση της σκέψης των μαθητών καθώς επίσης και να μελετήσουμε κατά πόσο το ANIMath είναι ένα αποτελεσματικό μαθησιακό εργαλείο. Αξίζει να σημειωθεί πως από την αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε μέσω του διδακτικού πειράματος, προέκυψαν πολύ θετικά αποτελέσματα με σημαντικότερά τον εμπλουτισμό των γνώσεων των μαθητών μέσω του αυθεντικού περιβάλλοντος ANIMath, την

επιβεβαίωση της συμβολής του πολυτροπικού κειμένου στη εκπαιδευτική διαδικασία και την ευχρηστία της διεπαφής. Ωστόσο, τα συνολικά συμπεράσματα της αξιολόγησης αποτελούν τη βάση για τις μελλοντικές βελτιώσεις του περιβάλλοντος, όπως παρουσιάζονται στην 6^η ενότητα.

Ο αναγνώστης μπορεί να απευθύνει ερωτήματα ή να αιτήσει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την ανάπτυξη του ANIMath και την διεξαγωγή του διδακτικού πειράματος κατόπιν επικοινωνίας με την Αλιμήση Ρενέ (realimis@inf.uth.gr) ή την κ. Χρονάκη Άννα (chronaki@uth.gr).

2. Κατανόηση μαθηματικών εννοιών και σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο

Το έργο του Piaget υπήρξε καθοριστικής σημασίας στο χώρο της εκπαίδευσης και συνέβαλε ουσιαστικά στην κατανόηση της ανάπτυξης του τρόπου διαμόρφωσης των αντιλήψεων των παιδιών σχετικά με το πώς κατακτούν μαθηματικές έννοιες και ζητήματα όπως αυτά της μέτρησης του μήκους, του βάρους κτλ. Επιπρόσθετα, έθεσε τα θεμέλια για σχετική συζήτηση, ξύπνησε τον αντίλογο και ανέδειξε την ανάγκη για περισσότερη έρευνα προς αυτή την κατεύθυνση. Στη συνέχεια εστιάζουμε στο πέρασμα από τον εποικοδομητισμό του Piaget στην «μάθηση με μαστόρεμα» του Papert, στην ανάγκη για έρευνα των παρεμνησίων των μαθητών έτσι όπως διατυπώθηκε από τους Driver, Guesne και Tiberghien(1985) και στις δυσκολίες που έχουν οι μαθητές στην κατανόηση μαθηματικών ζητημάτων που αφορούν μέτρηση βάρους και μήκους, χειρισμό μονάδων μέτρησης και ερμηνεία γραφικών παραστάσεων. Φιλοδοξούμε τέλος, μέσα από την ενότητα αυτή να αναδείξουμε την ανάγκη σύνδεσης των σχολικών μαθηματικών με τον πραγματικό κόσμο.

2.1 Ο εποικοδομητισμός του Piaget

Η θεωρία του Piaget (1896-1980) μας παρέχει μια σταθερή δομή ώστε να κατανοήσουμε τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά ενεργούν και σκέφτονται στα διάφορα στάδια της ανάπτυξής τους. Μας δίνει πολύτιμες πληροφορίες για το τι είναι ικανά να κάνουν τα παιδιά ανάλογα με την ηλικία τους. Ασχολήθηκε με την ψυχοπνευματική ανάπτυξη του παιδιού και του εφήβου, την οποία περιέγραψε ως μια εξελικτική διαδικασία, που διαμορφώνονται μέσα από στάδια, καθένα από τα οποία χαρακτηρίζεται από ορισμένες δυνατότητες διανοητικής λειτουργίας που είναι σε πλήρη εξάρτηση με την ηλικία του.

Οι νοητικές διεργασίες που επιτελούνται και οι γνωστικές ικανότητες που αναπτύσσονται είναι συνυφασμένες, κατά τον Piaget, με το στάδιο γνωστικής ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται το παιδί. Παρουσιάζει, λοιπόν, και κατατάσσει τέσσερα στάδια γνωστικής ανάπτυξης που διέπονται από ξεχωριστά χαρακτηριστικά και ιδιότητες.

- Το **αισθησιοκινητικό** στάδιο (από τη γέννηση έως 2 ετών), όπου το παιδί διαφοροποιεί τον εαυτό του από τους άλλους, αναγνωρίζει τον εαυτό του ως δράστη της ενέργειας και αρχίζει να ενεργεί σκόπιμα.
- Το στάδιο της **προσυλλογιστικής σκέψης** (2 έως 7 ετών), όπου το παιδί μαθαίνει να χρησιμοποιεί τη γλώσσα και να αναπαριστά τα αντικείμενα με εικόνες και λέξεις. Κατηγοριοποιεί τα αντικείμενα με βάση μόνο ένα χαρακτηριστικό.
- Το στάδιο των **συγκεκριμένων λογικών ενεργειών** (7 έως 12 ετών) αποτελεί το στάδιο ανάπτυξης όπου το παιδί μπορεί να σκέφτεται λογικά για τα αντικείμενα και τα γεγονότα και επιτυγχάνει τη διατήρηση του αριθμού, της μάζας και του βάρους. Κατηγοριοποιεί τα αντικείμενα με βάση

περισσότερα του ενός χαρακτηριστικά και μπορεί να τα ταξινομή με βάση μόνο μια διάσταση όπως π.χ. το μέγεθος.

- Τέλος, το στάδιο των **τυπικών λογικών πράξεων** (12 ετών και άνω), στο οποίο το παιδί μπορεί να σκέφτεται λογικά για αφηρημένες έννοιες και να ελέγχει τις υποθέσεις συστηματικά.

Η νοητική πράξη της **διατήρησης**, που μας ενδιαφέρει ιδιαίτερος σε αυτή την εργασία, ανήκει στις προαναφερθείσες συγκεκριμένες λογικές ενέργειες και αφορά στην ενεργειακή διαδικασία του νου που έχει σαν αποτέλεσμα τη διαπίστωση ότι μια ορισμένη όψη μιας μεταβαλλόμενης κατάστασης μένει αμετάβλητη παρά τις όποιες αλλαγές που συμβαίνουν. Π.χ. η ποσότητα ενός υγρού διατηρείται σταθερή όταν το υγρό μεταγγίζεται σε από ένα κυλινδρικό δοχείο σε άλλο μεγαλύτερης διατομής. Η επισυμβαίνουσα τότε μείωση του ύψους του υγρού αντισταθμίζεται στη σκέψη του παιδιού (που έχει κατακτήσει τη νοητική δεξιότητα της **αντιστρεψιμότητας**) από την αύξηση της διατομής του δοχείου. Είναι προφανές ότι η πράξη της διατήρησης είναι στενά συνδεδεμένη με την πράξη της αντιστρεψιμότητας (Ρίτςμοντ, 1970). Η αντιστρεψιμότητα αναφέρεται στην ικανότητα εκτέλεσης μιας 2^{ης} πράξης (π.χ. μείωση ύψους της στάθμης του υγρού όταν μεταγγίζεται στο 2^ο δοχείο) που «εξουδετερώνει» με ακρίβεια μια 1^η πράξη (αύξηση διατομής του δοχείου), χωρίς όμως να την καταργεί. Το τελικό αποτέλεσμα των δύο πράξεων οδηγεί στην κατανόηση της διατήρησης της ποσότητας (ύλης) του υγρού.

Τα παιδιά αποκτούν την ικανότητα να κατανοούν τις διάφορες διατηρήσεις στην ηλικία των 6-7 χρόνων. Η διατήρηση της ποσότητας (ή ύλης) καταχτιέται ανάμεσα στα 6 - 8 χρόνια, η διατήρηση του βάρους στα 9-10 χρόνια, η διατήρηση του όγκου στα 11-12 (Ρίτςμοντ, 1970).

Η αφομοίωση και η συμμόρφωση αποτελούν τους δύο μηχανισμούς της βασικής λειτουργίας για όλους τους οργανισμούς, η οποία *ονομάζεται προσαρμογή*. Μία επιτυχής προσαρμογή στο περιβάλλον προϋποθέτει τη δημιουργία από το άτομο μιας ισορροπίας ανάμεσα στην *αφομοίωση* (δηλαδή τη διαδικασία, με την οποία ο οργανισμός χρησιμοποιεί τις υπάρχουσες σ' αυτόν δομές για να προσαρμοστεί στο περιβάλλον και να αντιμετωπίσει τα προβλήματα του) και τη *συμμόρφωση*, δηλαδή τη διαδικασία, κατά την οποία ο οργανισμός αλλάζει τις προηγούμενες γνωστικές δομές του για να ανταποκριθεί καλύτερα σε νέες περιβαλλοντικές απαιτήσεις.

Οι συνέπειες μιας τέτοιας άποψης για την εκπαίδευση έχει τις παρακάτω όψεις:

- Τα παιδιά μεταφράζουν αυτά που ακούνε από το δάσκαλο ή διαβάζουν στα σχολικά βιβλία σύμφωνα με τις δικές τους γνώσεις και εμπειρίες.
- Το μοντέλο μεταβίβασης της γνώσης στην ανθρώπινη επικοινωνία δεν ισχύει. Για τον Piaget, η γνώση δεν είναι ένα κανάλι μεταφοράς πληροφοριών που μεταδίδεται από το ένα άκρο και αποκωδικοποιείται, αποστηθίζεται, ανακτάται και εφαρμόζεται από το άλλο. Η γνώση είναι εμπειρία που ανακτάται με την αλληλεπίδραση με τον κόσμο, τους ανθρώπους και τα πράγματα.
- Η διδασκαλία, η οποία αγνοεί τις αντιστάσεις που υφίστανται κατά τη διάρκεια της μάθησης, δεν είναι αποτελεσματική. Ο Piaget πράγματι έδειξε

ότι τα παιδιά έχουν καλούς λόγους που δεν θέλουν να εγκαταλείψουν τις απόψεις τους εξαιτίας των εξωτερικών παρεμβάσεων που δέχονται από το δάσκαλο.

- Για να αντιμετωπίσει τις λανθασμένες ιδέες του παιδιού, ο δάσκαλος χρειάζεται να γνωρίζει το πώς αντιλαμβάνεται το παιδί τα πράγματα, ενδεχομένως και σε ποιο νοητικό επίπεδο λειτουργεί ώστε η νέα γνώση να είναι περισσότερο συμβατή με την προηγούμενη εμπειρία του. Είναι ανάγκη να προκύψει ένα άλλο είδος σχεδιασμού της διδασκαλίας με βάση τις λαθεμένες ιδέες (misconceptions) και τα μαθησιακά εμπόδια των μαθητών.

2.2 Από τον Piaget στη μάθηση με μαστόρεμα του Papert

Ο Seymour Papert (1980) ανέπτυξε τη δική του θεωρία μάθησης, τον Κονστραξιονισμό ή αλλιώς τη μάθηση με μαστόρεμα (constructionism), βασιζόμενος στον εποικοδομητισμό (constructivism) του Piaget. Η θεωρία του ενστερνίζεται τον τρόπο που ο εποικοδομητισμός αντιμετωπίζει τη μάθηση, ως κατασκεύασμα γνωστικών δομών μέσω προοδευτικής εσωτερίκευσης των διαφόρων ενεργειών. Προσθέτει όμως την ιδέα ότι η εσωτερίκευση αυτή επιτυγχάνεται πιο αποτελεσματικά σε ένα περιβάλλον όπου ο μαθητής καταπιάνεται συνειδητά (meaningful tasks) με την κατασκευή υπαρκτής και χρήσιμης οντότητας, είτε αυτό είναι ένας πύργος στην άμμο ή μια θεωρία για το σύμπαν. Ο Papert βασίζεται σε τρεις βασικές υποθέσεις:

- Τα παιδιά είναι ικανά να μάθουν τη χρήση του υπολογιστή σε υψηλό επίπεδο.
- Ο υπολογιστής μπορεί να αλλάξει τον τρόπο, με τον οποίο τα παιδιά μαθαίνουν οποιοδήποτε γνωστικό αντικείμενο. Υπάρχει αξία «μεταφοράς δεξιοτήτων του υπολογιστή», αφού η μάθηση αυτή μεταφέρεται με θετικά αποτελέσματα και σε άλλα μαθήματα, αλλά και σε άλλες εμπειρίες.
- Τα μαθηματικά είναι μία πηγή δυναμικών ιδεών, που παράγονται με αυστηρό και λογικό τρόπο σκέψης με εφαρμογές σε όλες τις δραστηριότητες της ζωής. Βοηθούν τον άνθρωπο να οργανώνει τη γνώση και να αναπτύσσεται κοινωνικά, συναισθηματικά και να γίνεται πιο ευφυής. Τα μαθηματικά μπορούν να διδαχθούν στα παιδιά με τη βοήθεια του υπολογιστή με βάση τη θεωρία του κονστραξιονισμού.

Επειδή, λοιπόν, ο Papert δίνει μεγαλύτερη έμφαση στη μάθηση μέσα από την πράξη-κατασκευή παρά στη μάθηση σύμφωνα με τις συνολικές γνωστικές δυνατότητες, η προσέγγιση του Papert μας βοηθάει να δούμε πιο ξεκάθαρα πώς οι ιδέες σχηματίζονται και μετασχηματίζονται σε εξάρτηση με το μέσο από το οποίο εκφράζονται, σε εξάρτηση με το περιβάλλον μέσα στο οποίο αναπλάθονται όταν οι ιδέες αυτές επεξεργάζονται από εξατομικευμένα “μυαλά”. Η έμφαση μεταφέρεται από τον καθολικό μαθητή στην εξατομικευμένη συζήτηση κάθε μαθητή με την αγαπημένη του αναπαράσταση, το προσωπικό του κατασκεύασμα ή το αντικείμενο πάνω στο οποίο σκέπτεται.

Για τον Papert, η έμπρακτη αναπαράσταση των ιδεών κάθε μαθητή είναι το μέσο μετάβασης στη γνώση. Η έκφραση των ιδεών συμβάλλει στο να γίνουν κατανοητές, χειροπιαστές και εύκολες να μοιραστούν, στοιχεία τα οποία βοηθούν με τη σειρά τους οι ιδέες αυτές να ολοκληρωθούν και να ενδυναμωθούν ώστε τελικά να επιτευχθεί η επικοινωνία με τους άλλους διαμέσου της προσωπικής αυτής έκφρασης.

2.3 Κριτικές προσεγγίσεις στον εποικοδομητισμό του Piaget

Οι απόψεις του Piaget για την εκπαίδευση περιλαμβάνουν αξιοθαύμαστες γενικές αρχές για την ανάγκη των παιδιών να κατανοήσουν με τους δικούς τους όρους το τι μαθαίνουν. Ωστόσο η θεωρία του Piaget επιδέχεται ορισμένες σοβαρές κριτικές από ψυχολόγους και παιδαγωγούς τόσο στη Βρετανία όσο και στην Αμερική, στις οποίες υποστηρίζεται ότι το έργο του Piaget έχει υποτιμήσει τις ικανότητες των μικρών παιδιών, έχει αγνοήσει το πλαίσιο μέσα στο οποίο επιτελείται η μάθηση. Οι απόψεις του Piaget, αν και ελκυστικές, δεν είναι επαρκείς για να κατανοήσουμε τις δυσκολίες που βιώνουν τα παιδιά στη μάθηση των σχολικών μαθηματικών. (Hughes, 1996).

Όπως αναφέρει ο Hughes (1996), οι κριτικές στον Piaget δεν υπονοούν μόνο πως είναι αναγκαία μια καινούργια προσέγγιση, αλλά κάνουν και ορισμένες νύξεις για το πώς θα γίνει το ξεκίνημα. Προτείνουν ότι θα έπρεπε να επανεξετάσουμε τις ικανότητες που έχουν τα παιδιά πριν αρχίσουν το σχολείο. Προτείνουν επιπρόσθετα ότι θα έπρεπε να απομακρυνθούμε από τα παραδοσιακά πιαζετικά έργα της διατήρησης και αντίθετα να εξετάσουμε τις ικανότητες που σχετίζονται περισσότερο με το είδος των μαθηματικών που μαθαίνουν τα παιδιά στο σχολείο. Τέλος, προτείνουν την ανάγκη για επινόηση έργων που έχουν νόημα για τα παιδιά, έτσι ώστε να μπορέσουμε να εξετάσουμε τις δυνατότητές τους μάλλον παρά τις αδυναμίες τους. Εάν αποκτήσουμε μία σαφέστερη εικόνα του τι όντως ξέρουν τα παιδιά πριν ξεκινήσουν το σχολείο θα είμαστε ένα βήμα πιο κοντά στο να κατανοήσουμε τι δεν πάει καλά στη συνέχεια. (Hughes, 1996)

Ένα άλλο ρεύμα κριτικής απέναντι στον Πιαζετιανό εποικοδομητισμό (constructivism) εισάγει μια κοινωνικο-πολιτισμική προσέγγιση του εποικοδομητισμού βασισμένη στην εκ νέου ανακάλυψη της Σοβιετικής Ψυχολογίας και κυρίως στο έργο του Vygotsky (Chronaki, χ.χ)². Ερευνητές επηρεασμένοι από τον ριζοσπαστικό εποικοδομητισμό στρέφουν την προσοχή τους σε μια περισσότερο κοινωνικο-πολιτισμική διάσταση και εισηγούνται ότι η κατασκευή της μαθηματικής γνώσης χρειάζεται να προσεγγιστεί ως μια κοινωνική κατασκευή διαμέσου της

² Αντλήθηκε από:

http://www.partnership.mmu.ac.uk/cme/Chreods/Issue_11/AnnaChronaki.html

(Ιούλιος 2008)

γλώσσας και όχι ως απλές υποκειμενικές διερμηνείες των οποίων η κοινοποίηση σε άλλους είναι αδύνατη (Chronaki, χ.χ).

Η κοινωνικο-πολιτισμική προσέγγιση υπόσχεται να παράσχει εργαλεία για τη διερεύνηση της μαθησιακής διαδικασίας όπως αυτή λαμβάνει χώρα μέσα στο πλαίσιο συγκεκριμένων κοινωνικών και πολιτισμικών συνθηκών των ποικίλων θεσμικών συστημάτων. Με αυτό τον τρόπο μπορεί κανείς να κατανοήσει καλύτερα τη φύση των όσων συμβαίνουν στο σύνθετο περιβάλλον μιας σχολικής τάξης. Σε αυτό το θεωρητικό πλαίσιο προτείνεται (Chronaki, χ.χ) ότι η συμβολή του επικοινωνιακού μπορεί να αναγνωριστεί στην προσφορά ενός κώδικα επικοινωνίας («register») που θα καλύπτει τις ανάγκες μιας σημαντικής κοινότητας ερευνητών ενταγμένης στον ευρύτερο χώρο της διδακτικής των μαθηματικών και θα περιλαμβάνει όχι μόνο ένα κοινό θεωρητικό πλαίσιο αλλά και εργαλεία σημειωτικής ως μέσα για την επικοινωνία και την ανάπτυξη νέας γνώσης στο πεδίο.

2.4 Η έρευνα για την κατανόηση των λαθεμένων αντιλήψεων και των προ-εννοιών των μαθητών

Σε αντίθεση με την Πιαζετιανή μέθοδο και αντί της μελέτης των σταδίων νοητικής ανάπτυξης του μαθητή, προτείνεται και επιχειρείται η ξεχωριστή για κάθε διαφορετική έννοια και πρόβλημα μελέτη των ιδιαίτερων τρόπων σκέψης και αντίληψης των μαθητών για το συγκεκριμένο πρόβλημα, φαινόμενο ή έννοια. Κατά τους Driver et al. (1993), ένας σημαντικός παράγοντας που έχει αποδειχτεί ότι επηρεάζει τις αποκρίσεις των μαθητών σε ένα πρόβλημα, που καλούνται να αντιμετωπίσουν, είναι το περιεχόμενο του συγκεκριμένου προβλήματος ή το πλαίσιο μέσα στο οποίο τίθεται το πρόβλημα.

Έτσι, είναι δυνατό ο ίδιος μαθητής να αντιμετωπίζει διαφορετικού περιεχομένου προβλήματα χρησιμοποιώντας διαφορετικού επιπέδου νοητικές λειτουργίες, ανάλογα με τα νοητικά σχήματα που έχει διαμορφώσει για το κάθε πρόβλημα, την προηγούμενη εμπειρία ή εξάσκηση και την εξοικείωση με το πλαίσιο στο οποίο τίθεται το πρόβλημα. Μια τέτοια ερευνητική προσέγγιση, που ξεπερνάει την Πιαζετιανή μέθοδο των γενικών σταδίων της νοητικής ανάπτυξης, ίσως είναι περισσότερο χρήσιμη γιατί παρέχει πληροφορίες για το σχηματισμό των νοητικών λειτουργιών, κατά τη μάθηση των ξεχωριστών εννοιών (Driver et al. 1993).

Το μυαλό των μαθητών δεν είναι "άγραφη ταινία". Η συνεχώς αυξανόμενη επίγνωση της ύπαρξης και λειτουργίας των *προ-εννοιών* (*preconceptions*) που φέρνουν μαζί τους οι μαθητές στα σχολικά μαθήματα οδηγεί στην ανάπτυξη ερευνών προσδιορισμού των προ-εννοιών και νέων διδακτικών στρατηγικών για την αντιμετώπισή τους. Οι προ-έννοιες θεωρούνται υπεύθυνες για πολλές από τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στη μάθηση γιατί είναι συχνά διαφορετικές ή και αντίθετες από τις «επίσημες» ή «επιστημονικές» αντιλήψεις των δασκάλων. Έτσι, στις πηγές δυσκολίας της μάθησης, που ως τότε εντοπιζόνταν κυρίως στον συχνά αφηρημένο χαρακτήρα του διδακτικού περιεχομένου και στην πολυπλοκότητα

των τύπων της λογικής ικανότητας (τυπική σκέψη κατά J.Piaget, μαθηματικές δεξιότητες κ.λ.π.), που απαιτεί η μάθησή του προστίθενται τώρα και τα "νοητικά αρχέγονα" (*conceptual primitives*), που προέρχονται από τις προ-έννοιες των μαθητών για τον κόσμο, στον οποίο ζουν και μεγαλώνουν.

2.5 Δυσκολίες κατανόησης μήκους, μάζας και μονάδων μέτρησης

Ο Hiebert (1984) γράφει : «*Η δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι περισσότεροι μαθητές βρίσκεται στην αποτυχία σύνδεσης των ήδη διαμορφωμένων αντιλήψεών τους με τους συμβολισμούς και τους κανόνες που προσδοκάται να διδαχθούν*» (σελ. 210). Παρόλο που οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν τα σύμβολα και τις πράξεις με εικόνες και αντικείμενα, πολλοί μαθητές αντιμετωπίζουν πρόβλημα στην συσχέτιση αυτών με μαθηματικά σύμβολα. (Bragg, Outhred, 2001). Ο Hiebert (1984) τονίζει επίσης ότι η διδασκαλία των μαθηματικών είναι επιτυχημένη όταν οι μαθητές καταφέρνουν να συνδέουν τις εμπειρίες τους από την σχολική αίθουσα και την ζωή έξω από αυτή, με τυπικές μαθηματικές έννοιες, συμβολισμούς και κανόνες.

Έχει τονισθεί αρκετές φορές στην σχετική βιβλιογραφία ότι η διαδικασία της μέτρησης εμπεριέχει την επαναληπτική χρήση μίας μονάδας μέτρησης. Αυτή η επανάληψη πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε το υπό μέτρηση «διάστημα» να καλύπτεται από την μονάδα χωρίς να δημιουργούνται κενά ή διπλοτοποθετήσεις. Ένα ακόμα καθοριστικής σημασίας χαρακτηριστικό της μέτρησης είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές μονάδες για την διεκπεραίωσή της. (Dickson, Brown and Gibson, 1994). Οι μονάδες μέτρησης, ακόμα και οι άτυπες, προκαλούν σύγχυση στους μαθητές των πρώτων τάξεων του δημοτικού. Χαρακτηριστικό είναι το εκπαιδευτικό στιγμιότυπο που ακολουθεί όπου ο μαθητής στέκεται στους αριθμούς και τους αποκόπτει από τις μονάδες μέτρησης:

| | |
|-------------|----------------------------------|
| Πώλ: | ‘Ναι, είναι περισσότερο’ |
| Ερευνητής: | ‘Τι είναι περισσότερο?’ |
| Πώλ : | ‘Το A είναι 15 και το B 14 1/2’ |
| Ερευνητής: | ‘Το A είναι 15 τι?’ |
| Πώλ : | ‘μεταλλικές ράβδους’ |
| Ερευνητής : | ‘Και το B?’ |
| Πώλ : | ‘Αυτό είναι 14 1/2 . Μπαστούνια’ |
| Ερευνητής : | ‘Αρα?’ |
| Πώλ : | ‘Το A είναι μεγαλύτερο.’ |

Πίνακας 2.1: Συνέντευξη με τον 13χρονο Πώλ (Dickson, Brown & Gibson, 1994)

Η πρώτη επαφή των μαθητών του δημοτικού με το χώρο των μαθηματικών γίνεται με την γραμμική μέτρηση και η γνώση τους σχετικά με το μήκος αποτελεί την βάση για περαιτέρω ανάπτυξη της αντίληψης σχετικά με τα συστήματα μέτρησης, τα οποία είναι ουσιαστικής σημασίας όσον αφορά επιπλέον στη μάζα, στο χρόνο και στη θερμοκρασία. Η γνώση όπως την διαχώρισε ο Hiebert (1986) μπορεί να αξιοποιηθεί στην διερεύνηση του τρόπου με τον οποίον οι μαθητές προβληματίζονται σχετικά με

ζητήματα μέτρησης. Ο Hiebert (1986) διαχώρισε την γνώση σε διαδικασιακή (procedural knowledge) και σε εννοιολογική (conceptual knowledge). Η διαδικασιακή μάθηση εμπεριέχει θεμελιώδεις συμβολισμούς, τυπικές διαδικασίες και μεθοδολογίες ενώ η εννοιολογική εμπεριέχει την άμεση αντίληψη, συνειδητοποίηση σχετικά με το πώς «λειτουργούν» τα μαθηματικά (Bragg & Outhred, 2001). Ο Hiebert επισημαίνει ότι η σύνδεση των δύο αυτών μορφών γνώσεων απαιτείται όταν οι μαθητές πρέπει να αντιληφθούν πώς ένα σύστημα λειτουργεί και συμπεριφέρεται ώστε να καταφέρουν να επιλύσουν σχετικές ασκήσεις και προβλήματα (Bragg, Outhred, 2001).

Θεωρούμε σκόπιμο να αναφέρουμε ένα παράδειγμα όπου θα παρουσιάζεται ο διαχωρισμός αυτός. Ένα τέτοιο παράδειγμα στο θεματικό πλαίσιο της μέτρησης είναι η κλίμακα μέτρησης σε έναν χάρακα. Ο χάρακας σχετίζεται άμεσα με σύμβολα (σημάδια που αντιπροσωπεύουν την αρχή και το τέλος κάθε μονάδας μέτρησης και είναι συνδεδεμένα με το αριθμητικό μας σύστημα και με μικρότερα σχεδιαστικά σημάδια που αντιπροσωπεύουν τις υποδιαιρέσεις της μονάδας). Επιπροσθέτως ο χάρακας σχετίζεται και με μία διαδικασία, αυτή της τοποθέτησης του χάρακα στις διαστάσεις του υπό μέτρηση αντικειμένου και της ανάγνωσης του αποτελέσματος μέτρησης. Τα προαναφερθέντα αφορούν την διαδικασιακή μορφή της γνώσης. Σχεδόν όλοι οι μαθητές μέχρι και την Πέμπτη Δημοτικού μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον χάρακα για μετρήσεις αλλά πραγματικά ελάχιστοι αντιλαμβάνονται και κατανοούν την κατασκευή του χάρακα (Bragg & Outhred, 2001). Με την κατασκευή ενός χάρακα που θα βασίζεται σε άτυπες μονάδες μέτρησης (π.χ συνδετήρες), φαίνεται ότι ίσως θα μπορούσαμε να ενισχύσουμε την αντίληψη των μαθητών σχετικά με την διαδικασία της μέτρησης.

Παρουσιάζει πραγματικό ενδιαφέρον μία μελέτη που διεξήχθη σε περιοχή του Σύννεϋ με 120 μαθητές των πέντε πρώτων τάξεων του δημοτικού (Bragg & Outhred, 2001). Μία σειρά πέντε δραστηριοτήτων σχεδιάστηκε με στόχο μέσα από αυτή να διερευνηθούν θέματα σχετικά με την κατανόηση των μονάδων μέτρησης και της διαδικασίας μέτρησης μήκους(βλέπε Εικόνα 2.1)

The five tasks involving linear units.

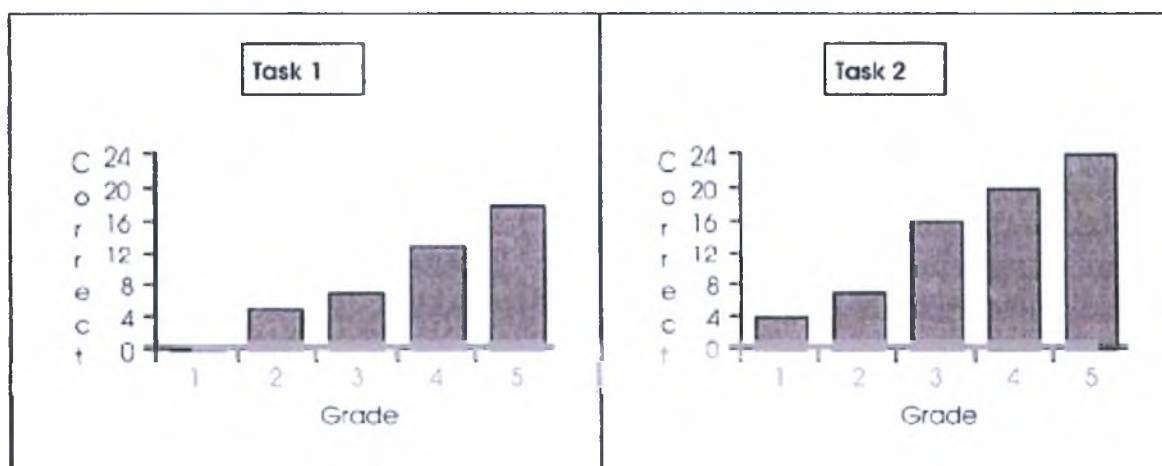
| Task | Description | Knowledge |
|------|---|---|
| 1 | Make a ruler using paper clips as the unit of measure (students were given a long rectangular strip of light cardboard). | A scale can be constructed by iterating a unit and marking each endpoint. These marks can be associated with numbers. |
| 2 | Use 2 paper clips to measure a line 28cm long (noting the fractional unit). | A length can be measured by iterating a constant-size unit with no gaps or overlaps. Fractional units may result. |
| 3 | Count 5 sea horses shown on a card and state what the '5' represents. Then explain what '5' on a ruler represents and identify a single unit. | Linear units are separated by marks. A numeric scale aligned with the marks gives the number of linear units from the origin. |
| 4 | Draw the linear unit on a picture depicting a familiar representation of a centimetre: thumb and forefinger placed 1cm apart. | Identification of the linear unit in a pictorial representation. |
| 5 | State which part of a 1cm cube (a 'short') is used when measuring a length. | The length of an object gives the measurement unit (its area and volume are not relevant). |

Εικόνα 2.1: Οι πέντε δραστηριότητες (Bragg, Outhred, 2001)

Στην πρώτη δραστηριότητα οι μαθητές καλούνταν να εφαρμόσουν την γνώση μη θεμελιωμένων μονάδων και να κατασκευάσουν έναν χάρακα χρησιμοποιώντας ως μονάδα μέτρησης το μήκος ενός συνδετήρα. Στην δεύτερη δραστηριότητα το υπό διερεύνηση θέμα ήταν το αν οι μαθητές μπορούν να κάνουν μετρήσεις με μη θεμελιωμένες/ άτυπες μονάδες μέτρησης. Οι δραστηριότητες 3,4 και 5 καλούσαν τους μαθητές να αναγνωρίσουν και να παρουσιάσουν μονάδες γραμμικής μέτρησης (π.χ το εκατοστό). Συγκεκριμένα στις δραστηριότητες 3 και 5 ζητήθηκε από τους μαθητές να σημειώσουν την μονάδα του ενός εκατοστού τόσο σε στην επιφάνεια ενός χάρακα όσο και πάνω σε ένα κύβο με ακμή ένα εκατοστό. Τέλος στην τέταρτη δραστηριότητα οι μαθητές κλήθηκαν να μεταφέρουν στο χαρτί μία οικεία εικόνα του ενός εκατοστού (χρήση αντίχειρα και δεικτη για την απεικόνιση κενού ενός εκατοστού) και να σημειώσουν με τι θα έμοιαζε το ένα εκατοστό αν κάποιος μπορούσε να το δει. Οι δραστηριότητες δόθηκαν σε όλους τους μαθητές με την σειρά που φαίνονται στην εικόνα

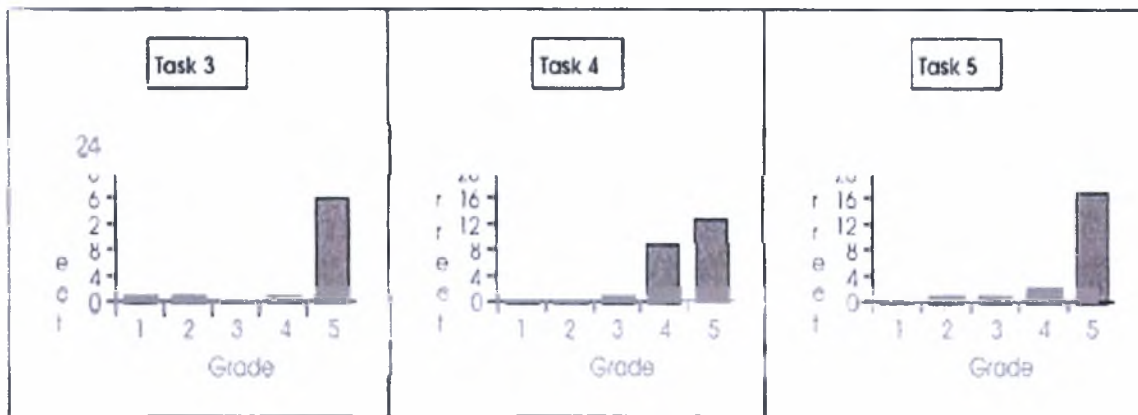
Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τις δύο πρώτες δραστηριότητες. Κάθε ράβδος αναπαριστά μία ξεχωριστή τάξη του δημοτικού και σε κάθε τάξη υπάρχουν 24 μαθητές. Σύμφωνα με το διάγραμμα της πρώτης δραστηριότητας παρατηρείται μία σταδιακή αύξηση στην επιτυχή ολοκλήρωση της δραστηριότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι κανένας μαθητής της πρώτης δημοτικού δεν κατάφερε να υλοποιήσει έναν ακριβή χάρακα χρησιμοποιώντας ως μονάδες μέτρησης

συνδετήρες. Στην δευτέρα δημοτικού υπήρξε 21% επιτυχία για την δραστηριότητα αυτή ενώ στην πέμπτη δημοτικού 75%. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι λόγοι που οδήγησαν στην αποτυχία της διεκπεραίωσης της δραστηριότητας. Παρατηρήθηκε ότι αρκετοί μαθητές χρησιμοποίησαν τους συνδετήρες ως δείκτες μονάδας (unit markers), αδυνατούσαν στο να διατηρήσουν ένα σταθερό μέγεθος μονάδας ή χρησιμοποιούσαν μία τυχαία και αυθαίρετη μονάδα μήκους. Υπήρχε μία ολοκάθαρη διάκριση μεταξύ των μαθητών που χρησιμοποίησαν με επιτυχία το μήκος του συνδετήρα για μονάδα μέτρησης και αυτών που χρησιμοποίησαν τους συνδετήρες σαν δείκτες (markers). Οι πρώτοι παρατηρήθηκαν να σημειώνουν προσεκτικά το μήκος κάθε μονάδας και στη συνέχεια να προσθέτουν τον αντίστοιχο αριθμό (που προέκυψε από την επαναληπτική χρήση της άτυπης μονάδας μέτρησης). Όσον αφορά στη δεύτερη δραστηριότητα παρατηρούμε μία σημαντική διαφορά στις επιδόσεις μεταξύ μαθητών δευτέρας και τρίτης δημοτικού. Άξιο παρατήρησης είναι και το γεγονός ότι υπάρχει πλήρης επιτυχία στην διεκπεραίωση αυτής της δραστηριότητας από μαθητές της πέμπτης δημοτικού (Bragg & Outhred,2001).



Εικόνα 2.2 : Αριθμός σωστών απαντήσεων για κάθε τάξη για τις δραστηριότητες που αφορούν μη θεμελιωμένες μονάδες (Task 1 and Task 2) (Bragg & Outhred,2001).

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των επιδόσεων των μαθητών στις δραστηριότητες 1 και 2 με αυτά των δραστηριοτήτων 3-5 είναι εμφανές ότι η ικανότητα της μέτρησης με άτυπες μονάδες και η αξιοποίηση αυτών για την κατασκευή ενός χάρακα δεν είναι επαρκή για να αποδείξουμε ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται την γραμμική φύση των μονάδων. Τα αποτελέσματα για τις δραστηριότητες 3-5 (βλέπε εικόνα 2.3) δείχνουν ότι ελάχιστοι μαθητές (μέχρι την τάξη της πέμπτης δημοτικού) ήταν σε θέση να δείξουν ένα εκατοστό πάνω σε έναν χάρακα και σε έναν κύβο καθώς επίσης και να το παρουσιάσουν χρησιμοποιώντας τον δείκτη και τον αντίχειρά τους. Στην περίπτωση αναπαράστασης του εκατοστού στο χάρακα, οι μαθητές επέλεξαν να αναπαραστήσουν αυτό είτε σαν ένα χαρακτηριστικό του χάρακα (π.χ έναν δείκτη ή σημάδι) είτε σαν χώρο (π.χ τοποθετώντας το δάχτυλό τους σε μία επιφάνεια του χάρακα) (Bragg & Outhred,2001).



Εικόνα 2.3 : Αριθμός σωστών απαντήσεων για κάθε τάξη για τις δραστηριότητες που αφορούν τον προσδιορισμό της γραμμικής μονάδας(Task 3, Task 4 and Task5, Bragg & Outhred,2001).

Στη τρίτη δραστηριότητα δόθηκε στους μαθητές η εικόνα πέντε υπόκαμπων και ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγραφεί ο αριθμός τους. Αν η απάντηση ήταν «πέντε», τότε ο ερευνητής ρωτούσε «Τι πέντε;». Κατόπιν ο μαθητής καλούνταν να δείξει τι αναπαριστά το «πέντε» στον χάρακα. Αν η απάντηση του ήταν «5 cm» τότε ο ερευνητής τον παρακινούσε να δείξει το ένα εκατοστό στον χάρακα. Αρκετοί μαθητές παρουσίασαν τα εκατοστά σαν σημάδια ή δείκτες κάθετους στο μήκος. Αυτοί οι μαθητές υποστήριζαν ότι τα 5 εκατοστά είναι «εκεί που τελειώνει η κάθετη γραμμή» ή είναι « οι 5 μεγάλες κάθετες γραμμές στον χάρακα». Επιπροσθέτως συχνά ήταν τα σχόλια του τύπου: «οι γραμμές στο χάρακα δείχνουν τον αριθμό που χρειαζόμαστε». Παρόμοιες παρερμηνείες εντοπίστηκαν και στην πέμπτη κατά σειρά δραστηριότητα. Οι μαθητές από την πρώτη έως την Τετάρτη δημοτικού συνήθως μετρούσαν τους κύβους αντί για τα μήκη και υποστήριζαν ότι για την μέτρηση της απόστασης πρέπει να αξιοποιηθεί η επιφάνεια του κύβου. Αυτές οι παρατηρήσεις οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι αρκετοί μαθητές δεν είχαν αντίληψη του εκατοστού ως γραμμική μονάδα μέτρησης μήκους.


Στην εικόνα που ακολουθεί (βλέπε εικόνα 2.4) παρουσιάζονται οι αναπαραστάσεις της μονάδας του εκατοστού, έτσι όπως δόθηκαν από τους μαθητές. Σε κάθε εικόνα αναγράφεται το ποσοστό των μαθητών που έδωσε την αντίστοιχη απάντηση. Είναι εμφανές ότι υπάρχουν τέσσερις βασικές μορφές αναπαράστασης:

1. Αναπαράσταση άσχετη με το μήκος
2. Αναπαράσταση επιφάνειας
3. Αναπαράσταση βασισμένη στον χάρακα
4. Γραμμική αναπαράσταση

Η απάντηση που δόθηκε από τον Eduardo (4^η Δημοτικού) συγκαταλέγεται στην πρώτη κατηγορία αναπαραστάσεων. Ο Eduardo χρησιμοποίησε την στάση των δαχτύλων για να αναπαραστήσει το “C” το αρχικό γράμμα από τον συμβολισμό του εκατοστού «cm». Στον εσωτερικό χώρο που σχημάτιζε ο αντίχειρας και ο δείκτης πρόσθεσε το «m». Εν συνεχεία, στις εικόνες 2b και 2c είναι φανερό η σύγχυση της

γραμμικής μονάδας του μήκους με τον κύβο ακμής ενός εκατοστού. Εμφανής είναι και η σύγχυση του εκατοστού με την μορφή του χάρακα. Στην εικόνα 3a οι μαθητές χρησιμοποιούν την διακριτές γραμμές (δείκτες) του χάρακα για την αναπαράσταση του εκατοστού ενώ στην 3b προσθέτουν και αριθμούς. Στην 3c οι μαθητές σχεδιάζουν τον χάρακα, κάτι που σημαίνει ότι συνδυάζουν τα εκατοστά με την μορφή του σχολικού χάρακα χωρίς να μπορούν να απομονώσουν μία μονάδα μέτρησης, ενώ στην 3d φαίνεται πως υπάρχει σύγχυση του εκατοστού με δύο διαστάσεις που προκύπτουν από την μορφή του χάρακα. Τέλος μόνο το 19% των συμμετεχόντων μαθητών στην έρευνα έδωσε σωστή απάντηση στο ερώτημα της αναπαράστασης του εκατοστού. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές αυτοί προέρχονταν από τις τάξεις της 4^{ης} και της 5^{ης} δημοτικού και όχι από μικρότερες τάξεις.



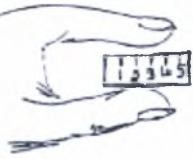

(1) Unrelated representation (3%):

| | |
|---|---|
| <p>"I learned how to remember a centimetre this way 'cause I got mixed up with a metre." Eduardo, Year 4.</p> |  |
|---|---|




(2) Examples of area representations (31%):

| | | |
|--|---|---|
|  <p>(a) 12%</p> |  <p>(b) 7%</p> |  <p>(c) 12%</p> |
|--|---|---|

(3) Examples of ruler-like representations (38%):

| | | | |
|--|---|---|--|
|  <p>(a) 13%</p> |  <p>(b) 5%</p> |  <p>(c) 8%</p> |  <p>(d) 12%</p> |
|--|---|---|--|

(4) Examples of linear representations (25%):

| | | |
|---|---|---|
|  <p>(a) 4%</p> |  <p>(b) 3%</p> |  <p>(c) 19%</p> |
|---|---|---|

Εικόνα 2.4 : Οι απαντήσεις των μαθητών σχετικά με την αναπαράσταση του εκατοστού (Bragg & Outhred,2001).

Σύμφωνα με τους Kamii & Clark(1997), οι επιδόσεις των μαθητών στην εθνική αξιολόγηση NAEP (National Assessment of Educational Performance) παραμένουν απογοητευτικές. Η μάθηση σχετικά με την μέτρηση και τις μονάδες μέτρησης είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και η διακριτή φύση των μονάδων ενισχύει αυτή την πολυπλοκότητα. Τα αποτελέσματα της μελέτης των Bragg και Outhred (2001) επιβεβαιώνουν τις θεωρίες των Hiebert (1984,1986,1990) και Skemp (1979) σύμφωνα με τις οποίες αρκετοί μαθητές μαθαίνουν μηχανικά τις μεθοδολογίες/ διαδικασίες των μαθηματικών και δεν επικεντρώνεται στην κατανόηση αυτών ή των σχέσεων που διέπουν θεμελιώδη μεγέθη (π.χ γραμμικές μονάδες μέτρησης). Αξίζει να σημειωθεί ότι ενώ οι εκπαιδευτικοί ενθαρρύνονται να βοηθούν τους μαθητές στην κατεύθυνση κατανόησης της μέτρησης (ώστε να μην ακολουθούν τυφλά οι τελευταίοι διαδικασίες και μεθοδολογίες), η έρευνα σχετικά με το πώς οι εκπαιδευτικοί μπορούν να βοηθήσουν ώστε να ενισχυθεί και να προαχθεί η αντίληψη σε θέματα μέτρησης δεν μπορεί να θεωρηθεί επαρκής(Bragg &Outhred, 2001)

Είναι δύσκολο για τους μαθητές του δημοτικού να κάνουν το διαχωρισμό μεταξύ μάζας και βάρους (Dickson,Brown &Gibson, 1984). Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται μόνο όταν ο μαθητής αρχίζει να κατανοεί γιατί μία πέτρα ζυγίζει λιγότερο στο φεγγάρι και περισσότερο στη γη. Στο δημοτικό ελάχιστοι μαθητές έχουν γνώση ότι η μάζα μίας πέτρας είναι αυτή που παραμένει σταθερή και μετριέται σε κιλά ενώ το βάρος σχετίζεται με τη δύναμη της βαρύτητας, εξαρτάται από την θέση του σώματος στο χώρο και μετριέται με Νευτωνικές μονάδες (newtons). Αρχικά οι μαθητές συνδέουν τόσο την μάζα όσο και το βάρος με την αίσθηση της βαρύτητας. Όσο ο μαθητής δεν είναι σε θέση να κατανοήσει την διαφορά των δύο εννοιών, ο εκπαιδευτικός βρίσκεται μπροστά στο δίλημμα της επιλογής μίας από τις δύο λέξεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές νοιώθουν μεγαλύτερη οικειότητα με την χρήση της λέξης «βάρος» (Dickson,Brown &Gibson, 1984).

Το 1979 ο Rothwell Hughes διεξήγαγε στα δημοτικά σχολεία της Βρετανίας μία έρευνα που αφορούσε την αντίληψη μαθητών μεταξύ 7.5 και 10 ετών σχετικά με το βάρος (Dickson,Brown &Gibson, 1984). Το αποτέλεσμα της έρευνας ήταν ότι σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα μαθητές μπορούσαν με επιτυχία (π.χ 92% των 7χρονων και 97% των 9χρονων& 10χρονων) να συγκρίνουν δύο αντικείμενα ίδιου μεγέθους και σχήματος και να αποφανθούν για το πιο είναι βαρύτερο ή ελαφρύτερο κρατώντας το στα χέρια τους. Επιπρόσθετα το 88% των 7χρονων και το 95% των 9-10χρονων μαθητών μπορούσαν να κατανοήσουν πως δουλεύει μία ζυγαριά (Dickson,Brown &Gibson, 1984). Αξίζει να σημειωθεί όμως ότι το δείγμα του Rothwell Hughes για το συγκεκριμένο κομμάτι της έρευνας ήταν μαθητές μετρίων επιδόσεων. Οπότε όπως συνεπάγεται τα αποτελέσματα θα είναι λιγότερο ικανοποιητικά για μαθητές με επιδόσεις κάτω του μετρίου.

Στα πλαίσια της μελέτης έγινε και η εφαρμογή του πειράματος του Piaget με την μπάλα από πλαστελίνη που μεταμορφώνεται σε ένα λουκάνικο, με σκοπό να μελετηθεί η αντίληψη των μαθητών σχετικά με την «διατήρηση της μάζας». Τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτής παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

| Κλίμακα επιδόσεων | | | | |
|-------------------|----------|--------|---------|-------|
| | | Χαμηλή | Μεσσαία | Υψηλή |
| Ηλικίες | 7.5 ετών | 26% | 57% | 73% |
| | 10 ετών | 59% | 86% | 92% |

Πίνακας 2.2: Ποσοστό μαθητών που πιστεύουν ότι το βάρος παραμένει σταθερό όταν το σχήμα αλλάζει. (Δεδομένα από Hughes R, 1979)

Ο πίνακας που ακολουθεί έχει ως στόχο να παρουσιάσει κάποια στατιστικά στοιχεία σχετικά με τις επιδόσεις των μαθητών στην συσχέτιση μονάδων μέτρησης έτσι όπως προέκυψαν από την έρευνα APU (Assessment of Performance Unit) το 1978 (Dickson, Brown & Gibson, 1984).

| | |
|--------|---|
| | Αποτελέσματα APU για 11χρονους μαθητές Δημοτικού |
| το 50% | προσδιόρισε το 1 κιλό ως 1000 γραμμάρια |
| το 30% | Προσδιόρισε τα 100 γραμμάρια ως το 1/10 του κιλού |
| | Αποτελέσματα APU για 15χρονους μαθητές Γυμνασίου |
| το 77% | γνώριζε ότι το 1 μέτρο = 100 εκατοστά |
| το 50% | Γνώριζε ότι το 1 χιλιοστό = 1/10 του εκατοστού |

Πίνακας 2.3: Στατιστικά στοιχεία της έρευνας APU (Dickson, Brown & Gibson, 1984)

2.6 Δυσκολίες κατανόησης γραφικών παραστάσεων

Η συμβολική αναπαράσταση της σχέσης μεταξύ δυο φυσικών ή μαθηματικών μεγεθών μέσω ενός γραφικού σχήματος χρησιμοποιείται πολύ συχνά από δασκάλους και σχολικά εγχειρίδια. Η ικανότητα της ερμηνείας των γραφικών παραστάσεων από τους μαθητές είναι ουσιώδης για την ανάπτυξη βασικών εννοιών και σχέσεων μεταξύ των μαθηματικών ή φυσικών μεγεθών που υπεισέρχονται σε μian εξίσωση ή ένα φυσικό νόμο.

Οι γραφικές παραστάσεις φαίνεται να προκαλούν μian από τις μεγαλύτερες δυσκολίες στους μαθητές. Μια σειρά ερευνών έχουν καταγράψει ένα πλατιά διαδεδομένο μεταξύ των μαθητών έλλειμμα δεξιοτήτων κατασκευής και ερμηνείας γραφικών παραστάσεων (Berg & Smith 1994), παρανοήσεις (misconceptions) σχετικά με την ερμηνεία των γραφικών (Trowbridge & McDermott 1980) και αδυναμία σύνδεσης του γραφικού με το φυσικό φαινόμενο που αναπαριστά (McDermott, Rosenquist και van Zee 1987). Σε άλλες έρευνες εξετάζεται η σχέση ανάμεσα στην ανάπτυξη των γνωστικών δομών του μαθητή και στην ικανότητά του να κατασκευάζει και ερμηνεύει γραφικά (Berg & Phillips 1994).

Η γραφική παράσταση είναι ένα σύνθετο οπτικό ερέθισμα από όπου μπορούμε να πάρουμε ένα πλήθος πληροφοριών. Ο Cleveland (1985) υποστηρίζει ότι ο δημιουργός μιας γραφικής παράστασης κωδικοποιεί τις πληροφορίες, ενώ ο αναγνώστης τις αποκωδικοποιεί. Στόχος λοιπόν της διδασκαλίας των γραφικών παραστάσεων είναι να γίνει ο μαθητής ικανός να δημιουργεί και να διαβάζει γραφικές παραστάσεις, δηλαδή, να γίνει κωδικοποιητής και αποκωδικοποιητής. Η γραφική παράσταση σαν μορφή επικοινωνίας επαυξάνει τη μετάδοση των πληροφοριών στον αναγνώστη και η μετάδοση αυτή εξαρτάται από τη γραφική αντίληψη (graphicacy) του αναγνώστη

(Tufte,1983;Cleveland,1985). Μέσω της γραφικής παράστασης οι μαθητές εξασκούνται στις αριθμητικές πράξεις, κάνουν ταξινομήσεις, συγκρίσεις, αντιστοιχίσεις των δεδομένων. Κατανοούν τη σχέση ανάμεσα στις γραφικές παραστάσεις και την πραγματικότητα, δηλαδή μεταξύ του συμβολικού και του απτού. Από σχετικές έρευνες στις ΗΠΑ αλλά και στην Ελλάδα³ σε σχετική έρευνα έχει διαπιστωθεί ότι ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών ηλικίας 11-12 ετών μπορούν να ερμηνεύσουν μια γραφική παράσταση από ένα ραβδόγραμμα, και σε μικρότερο ποσοστό να κατασκευάσουν ένα ραβδόγραμμα ή να ερμηνεύσουν ένα κυκλικό διάγραμμα. Τα συνηθέστερα λάθη που γίνονται στις γραφικές παραστάσεις είναι:

- Σχήμα χωρίς τίτλο και πηγή πληροφοριών.
- Άξονες χωρίς αναφορά των μεταβλητών, χωρίς το «ο» στην αρχή των αξόνων και
- διαφοροποίηση του πλάτους στα ραβδογράμματα.

Όλα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα να παρουσιάζονται παραπλανητικές πληροφορίες. Έχουν γίνει αναρίθμητες μελέτες αναφορικά με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές σε σχέση με τις γραφικές παραστάσεις, πού οφείλονται και ποιοι τρόποι είναι δόκιμοι για την αντιμετώπισή τους. Έχουν ερευνηθεί κατηγορίες δυσκολιών όπως τα προβλήματα συσχέτισης των γραφικών παραστάσεων και των φαινομένων και βασικών αρχών που αυτές περιγράφουν, τα προβλήματα συσχέτισης των γραφικών παραστάσεων με τον πραγματικό κόσμο, η έλλειψη νοητικής ικανότητας και αντίληψης εκ μέρους των μαθητών ώστε να κατασκευάσουν και να ερμηνεύσουν γραφικές παραστάσεις⁴.

2.7 Η σύνδεση των μαθηματικών με τον πραγματικό κόσμο

Οι Schank και Cleary (1995) στο βιβλίο τους «*Engines for Education*», εντοπίζουν τα προβλήματα των εκπαιδευτικών εμπειριών στον τρόπο που είναι αυτές δομημένες:

« ...Το παρόν εκπαιδευτικό σύστημα έχει χτιστεί πρωτίστως γύρω από τους στόχους των εκπαιδευτικών και δευτερευόντως των μαθητών. Οι εκπαιδευτικοί θέλουν οι μαθητές να γνωρίζουν το Πυθαγόρειο Θεώρημα. Για αυτό το σκοπό δημιουργούν μία τάξη μαθηματικών και καλούν σε αυτή τους μαθητές. Οι εκπαιδευτικοί θέλουν οι μαθητές να γνωρίσουν τον Shakespeare. Για το σκοπό αυτό δημιουργούν μία τάξη αγγλικής φιλολογίας και καλούν τους μαθητές. Αυτή η μέθοδος αποτελεί την βάση της διδασκαλίας στη πλειοψηφία των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. Οι μαθητές μεταφέρονται σε μία αίθουσα για μία ώρα και ακούν μαθηματικά. Εν συνεχεία, μεταφέρονται σε μία άλλη αίθουσα και για μία ώρα ακούν Αγγλικά. Εντούτοις, σπάνια συμβαίνει, οι μαθητές να μεταφέρονται σε μία αίθουσα όπου θα διεξάγεται μία δραστηριότητα που άπτεται

³ Πληροφορίες αντλήθηκαν από <http://www.unipi.gr/faculty/dghinis/ts/diaf18.pdf>

⁴ Πληροφορίες αντλήθηκαν από <http://www.unipi.gr/faculty/dghinis/ts/diaf18.pdf>

των ενδιαφερόντων τους και κατόπιν να ενταχθούν σε μία τάξη μαθηματικών ή Αγγλικών για να αποκομίσουν γνώσεις χρήσιμες για την διεκπεραίωση της δραστηριότητας. Αντί να ξεκινάμε με βάση τα ενδιαφέροντα των μαθητών, το σημερινό εκπαιδευτικό σύστημα με κεντρικό άξονα τα διακριτά γνωστικά αντικείμενα, τα μαθήματα, είναι εστιασμένο στις προσδοκίες των εκπαιδευτικών και σε ό,τι το σύστημα επιβάλλει ότι πρέπει να διδάσκονται οι νέοι.....» (σελ. 12).

Ο προσδιορισμός των προβλημάτων που σχετίζονται με τον τρόπο που έχουν δομηθεί οι εκπαιδευτικές εμπειρίες, μπορεί να οδηγήσει τους εκπαιδευτικούς και τους ερευνητές στον προσδιορισμό πιθανών δυνατών λύσεων. Μία άξια λόγου τάση στην εκπαίδευση είναι αυτή όπου η φιλοσοφία της διδασκαλίας εστιάζει στην ουσιαστική κατανόηση, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της αυθεντικής μάθησης, μέσω προβλημάτων του πραγματικού κόσμου (Nicaise et al, 2000).

Η Chronaki (2000) αναφέρει ότι σύμφωνα με τους Lave(1988) και Saxe(1990) προκαλεί ανησυχία το γεγονός ότι τα σχολικά μαθηματικά αντιπροσωπεύονται στα επίσημα προγράμματα σπουδών αποκομμένα από τις κοινωνικές και πολιτιστικές πρακτικές και ότι οι μαθητές στερούνται της δυνατότητας να αναγνωρίσουν και να εφαρμόσουν τα μαθηματικά που διδάσκονται στο σχολείο σε άλλους χώρους. Ο Cooper(1985) υποστηρίζει ότι στην Μ. Βρετανία η έμφαση που δόθηκε στις αυθεντικές εφαρμογές των σχολικών μαθηματικών ήταν απλά στα πλαίσια της αποδυνάμωσης των ορίων συσχέτισης των μαθηματικών με την οικονομία (Chronaki, 2000). Τέτοιες απόψεις και ανησυχίες είχαν σαν απόρροια την εμφάνιση διαφόρων μελετών και ερευνών που αφορούσαν έναν εκπαιδευτικό σχεδιασμό, ο οποίος θα συνδέει τα μαθηματικά με μία σειρά θεμάτων καθημερινής ζωής (real-life themes) και θα προάγει την μάθηση μέσα από μία ποικιλία θεματικών πλαισίων. Αυτές οι απόψεις και οι ανησυχίες επιπρόσθετα αποτέλεσαν την αφορμή για την έναρξη σχετικών συζητήσεων. Η Chronaki (2000) τονίζει τη μαθησιακή αξία των θεματικών πηγών στη διδασκαλία των μαθηματικών, που δίνουν την ευκαιρία τους μαθητές να κάνουν συνδέσεις των μαθηματικών με στοιχεία της δικής τους κουλτούρας και να αναγνωρίσουν αντανάκλασεις των μαθηματικών στην καθημερινή τους ζωή. Ωστόσο η επιτυχής αξιοποίηση των θεματικών πηγών εξαρτάται από το χειρισμό τους από τον εκπαιδευτικό και συγκεκριμένα από τις παιδαγωγικές αντιλήψεις και πρακτικές που εφαρμόζονται στη σχολική τάξη των μαθηματικών (Chronaki, 2000).

Στη συνέχεια θα εστιάσουμε στα αυθεντικά πλαίσια μάθησης, στους νέους ρόλους που λαμβάνουν μαθητές και εκπαιδευτικοί στη αυθεντική μάθηση, στα πολλαπλά οφέλη που συνεπάγεται η ενσωμάτωσή των αυθεντικών πλαισίων στην εκπαιδευτική διδασκαλία καθώς και στις βασικές σχεδιαστικές αρχές που τα διέπουν.

3. Αυθεντικά πλαίσια μάθησης

Σύμφωνα με τον ειδικευμένο σε εκπαιδευτικά ζητήματα ψυχολόγο, Howard Gardner, πολλοί μαθητές δεν κατανοούν ό,τι διδάσκονται και μαθαίνουν. Η πλειοψηφία των μαθητών συσχετίζει την εκπαιδευτική διαδικασία με την διαδικασία των ερωταπαντήσεων και φαίνεται να αδυνατεί να συσχετίσει το εκπαιδευτικό υλικό και τον περιβάλλοντα κόσμο (Gardner, 1991). Σαν απόρροια οι μαθητές, απευθύνουν στους εκπαιδευτικούς τους ερωτήσεις του τύπου “Γιατί πρέπει να το μάθω αυτό; Πού θα μου χρειαστεί κάτι τέτοιο;” Όπως αναφέρει ο Mims (2003), ο Piaget και άλλοι ψυχολόγοι εκφράζουν την άποψη ότι ο εκπαιδευόμενος πρέπει να διέπεται από μία ενεργητικότητα που θα του επιτρέπει να βιώνει την πραγματική διάσταση της μάθησης. Οι μαθητές διέπονται από ενεργητικότητα όταν καταφέρνουν και συνδέουν την νέα γνώση με την ήδη κεκτημένη. Οι κοινωνικο-πολιτισμικοί ψυχολόγοι προχωρούν ακόμη μερικά βήματα στην αντίληψη αυτή, υποστηρίζοντας ότι το κλειδί που προάγει την ουσιαστική μάθηση βρίσκεται σε εκείνα τα πλαίσια μάθησης που καταφέρνουν και εισάγουν τον «κόσμο», στο περιβάλλον μίας σχολικής αίθουσας. (Brown, Collins, & Duguid, 1989). Η μάθηση είναι η διαδικασία της αλληλεπίδρασης με τον έξω κόσμο και της συνεχούς ανάλυσης και ερμηνείας πληροφορίας που σχετίζεται με τον κόσμο που μας περιβάλλει (Brown et al., 1989; Lave & Wenger, 1991). Η παραδοσιακή διδασκαλία και μάθηση, όπου οι μαθητές λαμβάνουν τον ρόλο του παθητικού δέκτη δεν είναι συμβατή με την ιδέα που πρεσβεύει η αυθεντική μάθηση.

Η αυθεντική μάθηση στοχεύει στη γνώση που προκύπτει από τον πραγματικό κόσμο, τη σύνθεση και τη λύση προβλημάτων, τις ασκήσεις ανάληψης ρόλων, τις δραστηριότητες βασισμένες σε προβλήματα (problem-based activities), τις μελέτες περιπτώσεων (case studies) και την συμμετοχή σε εικονικές ή μη κοινότητες με στόχο την εξάσκηση και τον εμπλουτισμό των βιωμάτων. Πρόκειται για μία παιδαγωγική προσέγγιση που επιτρέπει στους μαθητές να εξερευνήσουν, να συζητήσουν και να κατασκευάσουν πολυθεματικά σενάρια και σχέσεις εμπλεκόμενοι σε πλαίσια μάθησης που εμπεριέχουν προβλήματα από τον κόσμο που περιβάλλει και αφορά τον εκπαιδευόμενο (Mims, 2003).

Η συνήθης πρακτική που ακολουθείται κατά την διδασκαλία είναι αυτή της χρήσης προκαθορισμένων/ προκατασκευασμένων πλαισίων μάθησης. Σε αντίθεση, στην αυθεντική μάθηση γίνεται χρήση αυθεντικών πλαισίων, τα οποία έχουν προκύψει από ρεαλιστικά δεδομένα και σχετίζονται άμεσα με τα όσα συντελούνται γύρω μας ενώ αποτελούν κομμάτια συγκεκριμένης κουλτούρας. Σύμφωνα με τους Brown, Collins και Duguid (1989) με τον όρο αυθεντικό πλαίσιο μάθησης εννοούμε *«τις κανονικές πρακτικές μιας κουλτούρας όπου τα νοήματα και οι στόχοι αποτελούν κοινωνικές κατασκευές και διαπραγματεύσεις μεταξύ παλαιών και νέων μελών μίας κοινότητας»* (σελ. 34).

Τα αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης είναι από την φύση τους πολυθεματικά. Δεν στοχεύουν στη διδασκαλία ενός μόνο γνωστικού αντικειμένου. Ένα τέτοιο περιβάλλον μάθησης, αποτελεί μία εφαρμογή ή μία διάσταση του πραγματικού κόσμου, όπως για παράδειγμα: η διαχείριση μίας πολιτείας, η κατασκευή ενός κτιρίου, η πτήση ενός αεροπλάνου, η διαχείριση ενός χρηματικού ποσού, η εξιχνίαση ενός εγκλήματος κτλ. Ανεξαρτήτως περιεχομένου, τα αυθεντικά περιβάλλοντα έχουν ως στόχο να φέρουν στο προσκήνιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας ποικίλη θεματολογία, πολλαπλούς τρόπους αντίληψης, εργασίας, κατανόησης και σκέψης και διάφορες μεθόδους βιωματικής ανάμειξης στις πρακτικές μίας κουλτούρας. (Lombardi, 2007)

Οι μαθητές που έχουν εμπλακεί σε αυθεντικές δραστηριότητες έχουν αποκτήσει και καλλιεργήσει συγκεκριμένες ικανότητες και δεξιότητες (“portable skills”), οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορα πλαίσια και να μεταφερθούν από το ένα πλαίσιο στο άλλο. Οι μαθητές αυτοί, διαφέρουν από τους «νέο-εισερχόμενους» μαθητές σε τέτοιες δραστηριότητες που συνήθως έρχονται αντιμέτωποι με αρκετές δυσκολίες. Οι «μυημένοι» στις πρακτικές της αυθεντικής μάθησης έχουν αποκτήσει την ικανότητα

- της κρίσης ώστε να διαχωρίζουν την πληροφορία σε αξιόπιστη και μη αξιόπιστη.
- της υπομονής ώστε να ακολουθούν νοητικά το ξεδίπλωμα της επιχειρηματολογίας.
- της σύνθεσης ώστε να αναγνωρίζουν παρόμοια πρότυπα και σε μη οικεία πλαίσια
- της ευελιξίας να μελετούν μέσα από πρίσμα της κουλτούρας και των θεσμών και να παράγουν πρωτότυπες και ρηξικέλευθες λύσεις.

Η ουσία της αυθεντικής μάθησης συνοψίστηκε σε 10 βασικά σχεδιαστικά σημεία από ερευνητές σε ζητήματα μάθησης (Reeves et al, 2002):

Σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο (Real-world relevance): Οι αυθεντικές δραστηριότητες αποτελούν μία όσο το δυνατόν δυναμικότερη σύνδεση της εκπαιδευτικής πράξης με σενάρια του πραγματικού κόσμου. Η μάθηση έχει διαστάσεις αυθεντικής μάθησης, όταν οι μαθητές καλούνται να δραστηριοποιηθούν με αφηρημένα σενάρια, γεγονότα και φόρμουλες μέσα σε ένα ρεαλιστικό -και ιδιαιτέρως κοινωνικό- πλαίσιο αναπαριστώντας τις «κανονικές πρακτικές μίας κουλτούρας».

Ασθενώς οριοθετημένο πρόβλημα (Ill-defined problem): Οι διάφορες προκλήσεις δεν επιδέχονται ως λύση την εφαρμογή μίας υπάρχουσας μεθοδολογίας ή αλγορίθμου. Οι αυθεντικές δραστηριότητες δεν είναι οριοθετημένες αλλά ανοιχτές σε πολλαπλές ερμηνείες θέτοντας τους μαθητές να προσδιορίσουν οι ίδιοι τις βασικές και τις επιμέρους ενέργειες που απαιτούνται για την ολοκλήρωση ενός έργου ή κομματιού αυτού.

Επίμονη έρευνα (Sustained investigation): Η επίλυση των προβλημάτων δεν είναι ζήτημα μερικών λεπτών ή ωρών. Οι αυθεντικές δραστηριότητες ενσωματώνουν σύνθετα προβλήματα τα οποία διερευνώνται μέσα σε ένα απαλλαγμένο από χρονικούς περιορισμούς διάστημα. Η λύση και η διερεύνηση των προβλημάτων επενδύει στο χρόνο και στην επινόηση.

Πολλαπλές πηγές πληροφορίας και οπτικές (Multiple sources and perspectives): Δεν συνηθίζεται να δίνεται στους μαθητές μία λίστα από έτοιμες πηγές οπτικής του προβλήματος. Αντιθέτως, δίνεται στους μαθητές η δυνατότητα να εξερευνήσουν ένα πρόβλημα από ποικίλες θεωρητικές και πρακτικές οπτικές και πολλαπλές πηγές παροχής πληροφοριών. Οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν τις πληροφορίες που άπτονται της διαδικασίας διερεύνησης και επίλυσης ενός προβλήματος.

Συνεργασία (Collaboration): Η επιτυχής ολοκλήρωση μίας δραστηριότητας δεν μπορεί να επιτευχθεί από έναν μόνο μαθητή. Η συνεργασία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της επιτυχούς διεκπεραίωσης της δραστηριότητας.

Ανάδραση/ αναστοχασμός (Reflection): Οι αυθεντικές δραστηριότητες επιτρέπουν στους μαθητές να κάνουν επιλογές και να στρέφουν την σκέψη τους αναστοχάζονται σχετικά με τη διαδικασία μάθησης είτε ατομικά είτε στα πλαίσια μίας ομάδας ή κοινότητας.

Διαθεματική προοπτική (Interdisciplinary perspective): Η υπό μάθηση έννοια, δεν περιορίζεται στα όρια ενός βασικού τομέα ή ενός εξειδικευμένου αντικειμένου μελέτης. Αντιθέτως, οι αυθεντικές δραστηριότητες επεκτείνονται σε ποικίλες θεματικές ενότητες, ενθαρρύνοντας τους μαθητές να υιοθετήσουν διάφορους ρόλους και να σκεφτούν υπό το πρίσμα της διαθεματικότητας.

Ενσωματωμένη αξιολόγηση (Integrated assessment): Η αξιολόγηση των μαθητών στις αυθεντικές δραστηριότητες δεν γίνεται συνολικά με την ολοκλήρωση αυτών. Ευκαιρίες για αξιολόγηση υπάρχουν σε διάφορα επιμέρους κομμάτια των δραστηριοτήτων, δομημένες με τέτοιο τρόπο ώστε να προσομοιώνουν διαδικασίες αξιολόγησης από τον πραγματικό κόσμο.

Τελικά προϊόντα (Polished products): Τα συμπεράσματα των αυθεντικών δραστηριοτήτων έχουν αυτά καθ' αυτά αξία. Οι αυθεντικές δραστηριότητες στοχεύουν στην δημιουργία ενός ολοκληρωμένου «προϊόντος», με ιδιαίτερη αξία και σημασία και όχι στην προετοιμασία του εδάφους για να ακολουθήσει κάτι άλλο.

Πολλαπλές ερμηνείες και αποτελέσματα (Multiple interpretations and outcomes): Οι αυθεντικές δραστηριότητες επιτρέπουν μία γκάμα και ποικιλία αποτελεσμάτων όντας ανοιχτές σε διάφορες προσεγγίσεις λύσεων, και όχι μία μοναδική λύση που προκύπτει από την εφαρμογή κανόνων και μεθοδολογίας.

Στις αίθουσες όπου εφαρμόζονται αυθεντικά πλαίσια μάθησης, ο ρόλος των εκπαιδευτικών αλλάζει. Οι εκπαιδευτικοί, υιοθετούν τον ρόλο του καθοδηγητή, του υποστηρικτή (scaffolder) και του παρουσιαστή των δραστηριοτήτων και των προβλημάτων. Αυτό δεν σημαίνει, ότι οι εκπαιδευτικοί παύουν να μεταφέρουν πληροφορίες. Οι τελευταίοι, είναι κάτοχοι πληροφοριών, τις οποίες και παρέχουν στους μαθητές τους. Η διαφορά έγκειται στο ότι είναι πλέον οι μαθητές αυτοί που αποφασίζουν πότε και με ποια αλληλουχία θα γίνεται η παροχή των πληροφοριών (Nicaise, Gibney & Crane, 2000). Οι εκπαιδευτικοί παρέχουν στους μαθητές ή σε ομάδες μαθητών πληροφορίες και στρατηγικές δράσης εφόσον οι μαθητές τις ζητήσουν κρίνοντας ότι τις χρειάζονται. Επιπρόσθετα, ο ρόλος του εκπαιδευτικού επεκτείνεται σε αυτόν του δημιουργού περιβαλλόντων μάθησης, τα οποία θα ενθαρρύνουν τους μαθητές να αναστοχαστούν και να εξερευνήσουν. Τέλος οι εκπαιδευτικοί αναλαμβάνουν το ρόλο του σχεδιαστή δραστηριοτήτων στις οποίες φροντίζουν να εσωκλείσουν όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά (π.χ CD ROM databases, εκπαιδευτικό υλικό, βίντεο, μουσικές βιβλιοθήκες κτλ) που κινούν το ενδιαφέρον των μαθητών, δίνουν κίνητρο για μάθηση και προάγουν αποτελεσματικά την εκπαιδευτική διαδικασία (Nicaise, Gibney & Crane, 2000).

3.1 Μπορεί η τεχνολογία να βοηθήσει να διδάξουμε με στόχο την κατασκευή της γνώσης;

Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) φέρνουν μια νέα διάσταση στην εκπαιδευτική τεχνολογία που επηρεάζει

- διδακτικές μεθόδους
- περιεχόμενο διδασκαλίας
- σχέσεις δασκάλου – μαθητή
- σχέση θεωρίας και πράξης
- μοντέλα επικοινωνίας

Τα εκπαιδευτικά προβλήματα δεν λύνονται όμως με την μεταφορά όλο και περισσότερης τεχνολογίας στη σχολική τάξη. Η τεχνολογία από μόνη της θα μπορούσε να αποδειχτεί το ίδιο αναποτελεσματική, όπως και κάθε άλλο εκπαιδευτικό μέσο, αν δεν συνοδεύεται από μια θεωρία και φιλοσοφία εκπαίδευσης που θα αξιοποιεί κατάλληλα τα τεχνολογικά εργαλεία.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό θα μπορούσε να κατηγοριοποιηθεί (Chronaki, 2000A) αναλόγως με το είδος της μάθησης που επιδιώκει να αναπτύξει σε δυο βασικές θεωρητικές κατευθύνσεις

- Στην παραδοσιακή μάθηση με επίτευξη αντικειμενικών στόχων (objectivism) που περιλαμβάνει προγραμματισμένη διδασκαλία, tutorials, προγράμματα εξάσκησης (drill and practice programs)
- Στην εποικοδομητική αντίληψη για τη μάθηση (constructivism) που δίνει έμφαση στην ανάπτυξη περιβαλλόντων μάθησης που ευνοούν την ενεργό συμμετοχή του μαθητευόμενου στη μαθησιακή διαδικασία και στην οικοδόμηση της γνώσης και περιλαμβάνει περιβάλλοντα υπερμέσων, εννοιολογική χαρτογράφηση (concept mapping), προσομοιώσεις (simulations) και περιβάλλοντα μοντελοποίησης.

Πιο συγκεκριμένα, όπως αναφέρει η Chronaki (2000A) τα εργαλεία εποικοδομητικής μάθησης που βασίζονται στις ΤΠΕ προσφέρουν μεταξύ άλλων:

- **Διερευνητικούς μικρόκοσμους**

Πρόκειται για συστήματα λογισμικού, που συνήθως υποστηρίζουν ή ευνοούν την γραφική αναπαράσταση, και που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση της λειτουργίας ειδικών πλευρών του πραγματικού κόσμου. Οι μικρόκοσμοι μπορούν να κατασκευαστούν έτσι ώστε να συμπεριφέρονται σε συμφωνία με κάποιους νόμους που θα προέρχονται

- από τις τρέχουσες επιστημονικές αντιλήψεις (π.χ. ελεύθερη πτώση σύμφωνα με το νόμο της βαρύτητας)
- από τις (συχνά λαθεμένες) αντιλήψεις και ιδέες των μαθητών (π.χ. τα «βαριά» σώματα πέφτουν πιο γρήγορα από τα «ελαφρά»)

Η εργασία αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σαν εργαλείο για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής στους μαθητές, δηλαδή για το πέρασμα από τις αρχικές «λαθεμένες» ιδέες στις επιστημονικές αντιλήψεις.

- **Δυναμικές και αλληλεπιδραστικές αναπαραστάσεις**

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μπορεί να προσφέρει δυναμικές οπτικές αναπαραστάσεις (π.χ. η εξέλιξη ενός βιολογικού είδους σε συνάρτηση με το οικοσύστημα). Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει το επίπεδο λεπτομέρειας, την κλίμακα χρόνου, διαφορετικές οπτικές γωνίες κ. ά.

- **Προσομοιώσεις (simulations)**

Η δημιουργία μιας προσομοίωσης ή το «χτίσιμο» ενός μικρόκοσμου από τους μαθητές είναι δυσκολότερη υπόθεση από την απλή διαχείριση μιας προσομοίωσης που κάποιος άλλος (ο δάσκαλος ή κάποιος τρίτος) έχει φτιάξει. Ωστόσο η εργασία αυτή (δύσκολη αλλά όχι αδύνατη) όταν γίνεται από τους μαθητές αναμένεται να οδηγήσει σε βαθύτερη κατανόηση του περιεχομένου της προσομοίωσης ή του μικρόκοσμου.

- **Προώθηση της ενεργητικής διαδικασίας και της ανακάλυψης**

Είναι διαπιστωμένη η ισχυρή έλξη που ασκούν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές στα παιδιά ιδιαίτερα όταν τους προσφέρουν τον έλεγχο σε ό, τι διαδραματίζεται στην οθόνη, όπως π.χ. συμβαίνει σε ένα οπτικοποιημένο περιβάλλον εργασίας, όπως γίνεται με τα δημοφιλή στα παιδιά παιχνίδια που βασίζονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Αν και αυτή η αφοσίωση των παιδιών στον ηλεκτρονικοί υπολογιστές, από μόνη της δεν εξασφαλίζει εκπαιδευτικά αποτελέσματα, ωστόσο μπορεί κανείς να την αξιοποιήσει σχεδιάζοντας εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (μικρόκοσμοι και προσομοιώσεις) που θα βασίζονται στον ηλεκτρονικοί υπολογιστές και θα προσανατολίζουν τα παιδιά στην εργασία με εξερεύνηση και ανακάλυψη. Ας φανταστούμε ένα πρόγραμμα που θα επιτρέπει στα παιδιά να δημιουργήσουν ένα φανταστικό κόσμο που θα λειτουργεί με νόμους που θα έχουν θέσει τα ίδια τα παιδιά και θα δίνει τη δυνατότητα να δουν τις συνέπειες της μιας ή της άλλης επιλογής τους στη λειτουργία του κόσμου που έφτιαξαν. Το εγχείρημα αυτό με την κατάλληλη παρέμβαση του δάσκαλου μπορεί να εξελιχθεί σε ένα ελκυστικό και διασκεδαστικό για τα παιδιά μάθημα, που θα μπορούσε να οδηγήσει σε αυθεντικές και απρόβλεπτες ανακαλύψεις. Π.χ. το πρόγραμμα EarthLab προσφέρει ένα περιβάλλον στο οποίο τα παιδιά καλούνται να δράσουν ως μικροί επιστήμονες (Chronaki 2000A).

• *Επικοινωνία και συνεργασία*

Η σύνδεση υπολογιστή και τεχνολογίας επικοινωνιών προσφέρει μία ποικιλία υπηρεσιών που εξασφαλίζουν έναν νέο τρόπο επικοινωνίας (emails, usenet newsgroups, talk and Internet Relay Chat, virtual classrooms and colleges) και την γρήγορη και εύκολη πρόσβαση στην πληροφορία. Η αξιοποίηση του **διαδικτύου ως forum** προσφέρει την δυνατότητα για την ανάπτυξη συνεργατικών σχεδίων εργασίας (projects) μεταξύ μαθητών μιας ή περισσότερων σχολικών τάξεων που μπορούν να επικοινωνούν και να συνεργάζονται από απόσταση.

Η αξιοποίηση των προαναφερθέντων τεχνολογικών εργαλείων για την ενίσχυση της διδασκαλίας και της επικοινωνιακής μάθησης προϋποθέτει τη χρήση τους στη σχολική τάξη σύμφωνα με διδακτικές μεθόδους και αρχές που υπαγορεύονται από τις σύγχρονες θεωρίες επικοινωνιακής της γνώσης (constructivism) αλλά κυρίως την κοινωνικο-πολιτισμική προσέγγιση.

3.2 Ψηφιακά περιβάλλοντα και μάθηση σε αυθεντικά πλαίσια

Οι μαθητές υποστηρίζουν ότι αποτελεί πρόκληση για αυτούς, η επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου. Επιπροσθέτως, εκφράζουν συχνά την προτίμησή τους στο να «πράττουν» από το να «ακούν» (Lombardi, 2007). Παράλληλα πολλοί εκπαιδευτικοί θεωρούν την μάθηση που προκύπτει από την πράξη (learning by doing) την πλέον αποτελεσματική για την εκπαιδευτική διαδικασία (Lombardi, 2007). Ερευνητές σε εκπαιδευτικά ζητήματα, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι στους μαθητές που έχουν εμπλακεί σε αυθεντικά πλαίσια μάθησης, έχουν δοθεί τα κίνητρα ώστε να επιμένουν ακόμα και αν αρχικά νοιώθουν αποπροσανατολισμένοι και απογοητευμένοι σχετικά με δραστηριότητα που εμπύπτει στα πλαίσια αυτά. Η

φύση της αυθεντικής μάθησης ενθαρρύνει τους μαθητές να θέσουν τα ενδιαφέροντά τους απέναντι σε αυτά μίας ειδικευμένης σε συγκεκριμένο τομέα κοινότητας. Η διαδικασία αυτή, μπορεί να θεωρηθεί ως μία διαδικασία σύγκρισης, η οποία και εγείρει διάφορα ερωτήματα στους μαθητές: “ Μπορώ να φανταστώ τον εαυτό μου ως μέλος αυτής της κοινότητας;”, “Μπορώ να ασπαστώ την κουλτούρα της κοινότητας αυτής;”, “ Τι θα με παρακινούσε ώστε να εμπλακώ;”, “Υπάρχει κάτι που θα με απασχολούσε και θα με εμπόδιζε να εμπλακώ;”, ”Πώς θα συνεργαζόμουν με τα υπόλοιπα μέλη; ”, “Πώς θα μπορούσα να ξεχωρίσω από τα άλλα μέλη;” (Lombardi, 2007)

Εντούτοις, η εφαρμογή αυθεντικών πλαισίων μάθησης υπήρξε για δεκαετίες δύσκολο να επιτευχθεί. Κάποια βασικά πειράματα είναι είτε επικίνδυνα, είτε δύσκολα, είτε υψηλού κόστους ώστε να εκτελεστούν σε σχολικό περιβάλλον, ενώ κάποια άλλα είναι ακατόρθωτο να παρουσιαστούν. Μπορεί, για παράδειγμα, ο εκπαιδευτικός να προσδοκά από τους μαθητές να θέσουν τις τεκτονικές πλάκες της γης σε κίνηση ώστε να προκαλέσουν έναν σεισμό ή και να ταξιδέψουν στο χρόνο ώστε να βιώσουν στιγμές σταθμούς στην ιστορία του έθνους τους; Πριν βιαστούμε να δώσουμε μία αρνητική απάντηση ας αναλογιστούμε τον ρόλο της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Πώς η τεχνολογία θα μπορούσε να αξιοποιηθεί δίνοντας σάρκα και οστά στις παραπάνω ιδέες;

Χάρης την ανάπτυξη πολλών ευέλικτων εργαλείων και μέσω της τεχνολογίας, οι μαθητές μπορούν να απολαύσουν και να αποκτήσουν την εμπειρία της αυθεντικής μάθησης που βασίζεται στην δράση και στον πειραματισμό. Οι μαθητές κάθε βαθμίδας, μπορούν, με την βοήθεια του διαδικτύου και ποικιλίας τεχνολογιών επικοινωνίας, προσομοιώσεων και εικονικής πραγματικότητας, να «ταξιδέψουν» στο παρελθόν, να παρατηρήσουν φαινόμενα αλλά χειριζόμενοι κάποια εργαλεία και να έρχονται σε επικοινωνία με εκπαιδευτικούς και επιστήμονες ανά τον κόσμο.

Οι ερευνητές σε εκπαιδευτικά ζητήματα υποστήριξαν (Lombardi, 2007) πως «η αξία της αυθεντικής δραστηριότητας εντοπίζεται τόσο στην διεξαγωγή της μάθησης σε τοποθεσίες χώρους έξω από την σχολική αίθουσα (real-life locations) όσο και σε ένα ψηφιακό περιβάλλον μάθησης που έχει σχεδιαστεί προσεχτικά και με γνώμονα το όφελος των εκπαιδευόμενων». Στις μέρες μας, τα ψηφιακά και διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης προσφέρουν στους μαθητές τη δυνατότητα της πρόσβασης σε πηγές που χρησιμοποιούν πολλοί επιστήμονες και ειδικοί ερευνητές. Η πρόσβαση, για παράδειγμα, σε βάσεις δεδομένων στοιχείων αστρονομίας αποδείχτηκε σημαντική για το χρήσιμο και ουσιαστικό επικουρικό έργο των μαθητών προς τους επιστήμονες. Επιπροσθέτως, μαθητές της ιστορίας έχοντας πρόσβαση σε πληροφορίες και ντοκουμέντα από τον Αμερικάνικο Εμφύλιο πόλεμο συνέθεσαν τα δικά τους συμπεράσματα κοινωνικής και ιστορικής φύσεως. Με την διαδικτυακή πρόσβαση σε απομακρυσμένα εργαλεία, οι μαθητές, χρησιμοποιώντας σπάνιο και ακριβό εξοπλισμό, μπορούν να εκτελέσουν πειράματα, να χειρίζονται δεδομένα και να τα αξιοποιούν για να καταλήξουν σε συμπεράσματα σχετικά με μία μελέτη ή πρόβλημα. Από αυτή την διαδικασία συλλογής δεδομένων και εκτέλεσης πειραμάτων, οι

μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με μη ολοκληρωμένες πληροφορίες, με πληροφορίες που ενσωματώνουν πιθανότητες σφαλμάτων και με πληροφορίες που εμπεριέχουν ασάφειες και είναι ακόμα υπό μελέτη. Βιώνουν επιπρόσθετα την κατάσταση με τις σύνθετες φόρμουλες επίλυσης προβλημάτων και τις αντικρουόμενες ερμηνείες σχετικά με διάφορα φαινόμενα. Θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι έρχονται σε μια επαφή με τον κόσμο της έρευνας και αντιλαμβάνονται ότι στον πραγματικό αυτό κόσμο δεν υφίσταται μία και μόνο σωστή απάντηση. Τα πάντα στον κόσμο των ερευνητών επαναπροσδιορίζονται και τίθενται εκ νέου υπό μελέτη όταν προκύπτουν νέα δεδομένα (Lombardi, 2007).

Η αξιοποίηση της τεχνολογίας καθιστά επίσης εφικτή την πρόσβαση σε διάφορα φαινόμενα που δεν είναι αισθητά και ορατά. Λογισμικά πλούσια σε οπτικοακουστικές δυνατότητες, με εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας και τεχνητής αίσθησης της αφής (haptics) προσφέρουν μία αφαιρετική διάσταση της ζωής. Για παράδειγμα, μαθητές που καλούνται να κατασκευάσουν αφαιρετικά νοητικά μοντέλα (μέσα σε πλαίσια μάθησης για την φυσική, τα μαθηματικά και την μηχανική) που εμπεριέχουν μη ορατούς παράγοντες, όπως πεδία δυνάμεων και αλληλεπιδράσεις μορίων και ατόμων, μπορούν μέσω συσκευών τεχνητής αφής και εικονικής πραγματικότητας να «βιώσουν» παράγοντες όπως δύναμη, πίεση, θερμοκρασία κτλ.

Εντούτοις αξίζει να σημειώσουμε ότι η πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων, ψηφιακά αρχεία, εργαλεία ή και ακόμα συσκευές τεχνητής νοημοσύνης, δεν αποτελεί εγγύηση αυθεντικής μάθησης αν απουσιάζει ο βασικός και σημαντικός παράγοντας που εξασφαλίζει την συμμετοχή και ένταξη στις πρακτικές μίας κοινότητας. Οι εκπαιδευτικοί αξιοποιώντας το διαδίκτυο μπορούν να ενθαρρύνουν τους μαθητές να συνεργάζονται, να κατασκευάζουν και να μοιράζονται την γνώση μέσω κοινοτήτων και εργαλείων που υποστηρίζουν την επικοινωνία. Οι τεχνολογίες κοινωνικής δικτύωσης (social networking tools) μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευόμενους να εντοπίσουν κάποια κοινότητα με πρόθυμα μέλη στην ανταλλαγή ή την παροχή πληροφοριών και πηγών άντλησης αυτών. Τα blogs, τα e-portfolios, τα video capture tools μπορούν επιπρόσθετα να λειτουργήσουν ως χώρος επικοινωνίας και φιλοξενίας εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

Η αυθεντική μάθηση μπορεί επίσης να στηριχθεί σε εκπαιδευτικά λογισμικά, σχεδιασμένα ώστε να προσομοιώνουν τα σενάρια που οι ειδικοί ή τα μέλη μιας κοινότητας αντιμετωπίζουν υπό πραγματικές συνθήκες μελέτης και έρευνας. Τέλος, κάποια εργαλεία τεχνολογίας, προσφέρουν στους μαθητές την δυνατότητα να βιώνουν καταστάσεις και προκλήσεις μέσω της προσομοίωσης σχετικών περιβαλλόντων. Σημαντικό ρόλο στη βιωματική αυτή εμπειρία παίζει η συνεργασία των μαθητών στα πλαίσια της ένταξής τους σε ομάδες και της αποδοχής, λήψης και διεκπεραίωσης ρόλων, καθώς και της πρόκλησης για δυναμική και άμεση ανταπόκριση σε ευμετάβλητες καταστάσεις. Στο μέλλον, ιδιαίτερα παραστατικές προσομοιώσεις σχολικών χώρων, εργαστηρίων, χώρων εργασίας και κλινικών με πρόσβαση σε μηχανές αναζήτησης πληροφοριών στον παγκόσμιο ιστό και σε

ποικίλες κοινότητες ειδικών, θα υπόσχονται ολοκληρωμένες εμπειρίες αυθεντικής μάθησης.

Στις μέρες μας, η τεχνολογική υποστήριξη των αυθεντικών περιβαλλόντων μάθησης περιλαμβάνει συνοπτικά (Lombardi, 2007):

- Σύνδεση υψηλής ταχύτητας στο διαδίκτυο τόσο για την ανάκτηση πολυμεσικών εφαρμογών, δυναμικών δεδομένων και ψηφιακών απεικονίσεων σύνθετων φαινομένων, όσο και για την καθοδηγούμενη από τις συμβουλές των ειδικών, πρόσβαση σε απομακρυσμένο εξοπλισμό και εργαλεία.
- Σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία και εργαλεία κοινωνικής δικτύωσης για την υποστήριξη της ομαδικής εργασίας.
- Νοήμονα εκπαιδευτικά συστήματα, εικονικά εργαστήρια και μηχανισμούς ανατροφοδότησης που συλλέγουν πλούσιο πληροφοριακό υλικό σχετικά με τις επιδόσεις των μαθητών, επιδεικνύοντας στους τελευταίους νέους δρόμους για την προαγωγή της αποτελεσματικής εκπαιδευτικής διαδικασίας.
- Κινητές συσκευές χρήσιμες για την προσπέλαση και την καταχώρηση δεδομένων κατά την διάρκεια ερευνητικών εργασιών.

Εκπαιδευτικά ιδρύματα σε πολλές χώρες, φαίνεται να εξετάζουν το θέμα και τα πολλαπλά οφέλη των αυθεντικών πλαισίων μάθησης και να στρέφονται σε τέτοιες πρακτικές. Ψηφιακά περιβάλλοντα που ενθαρρύνουν την μάθηση μέσα από πραγματικά δεδομένα, κάνουν την εμφάνισή τους, πρεσβεύοντας την ιδέα της αυθεντικής μάθησης.

Κρίνουμε σκόπιμο να αναφερθούμε σε μερικές τέτοιες υλοποιήσεις ξεκινώντας με μία υλοποίηση που βασίζεται στον τηλεχειρισμό εργαλείων -Working with Remote Instruments⁵. Το MIT με την αξιοποίηση μίας διεπαφής βασισμένης σε internet browser καθιστά εφικτή την πρόσβαση στις λειτουργίες των απομακρυσμένων οργάνων και την εκτέλεση πειραμάτων μέσω αυτών από απόσταση. Οι μαθητές έχουν την δυνατότητα από απόσταση να αξιοποιήσουν ειδικό εξοπλισμό που είναι εγκατεστημένος στο campus του MIT. Στον εξοπλισμό εμπεριέχεται ένα τραπέζι δονήσεων (shake table) που προσομοιώνει σεισμικές δονήσεις και μία στήλη με ενσωματωμένους σένσορες μέσω της οποίας διαμορφώνονται οι τιμές των μετεωρολογικών παραμέτρων. Ο χειρισμός του εξοπλισμού(π.χ φασματογράφου, χρωματογράφου κτλ) γίνεται μέσω των control panel της διεπαφής στον υπολογιστή του χρήστη. Οι πράκτορες του λογισμικού επιβλέπουν την χρήση των εργαλείων, θέτουν προτεραιότητες στην σειρά εκτέλεσης ατομικών πειραμάτων, προστατεύουν την ασφάλεια των δεδομένων (data) και επιβεβαιώνουν την σωστή χρήση των απομακρυσμένων συσκευών.

⁵ ανακτήθηκε από <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/EL15014>

Η εφαρμογή αυτή αποδεικνύεται πολύ σημαντική για μαθητές που δεν έχουν πρόσβαση σε τέτοιο ακριβό και εξειδικευμένο επιστημονικό εξοπλισμό. Αυτή η προσέγγιση ενθαρρύνει εμπειρίες ενεργητικής και αυθεντικής μάθησης που είναι σαφέστερα προτιμότερες από προκατασκευασμένες ασκήσεις με περιορισμένα δεδομένα. Το ουσιαστικό όφελος εντοπίζεται στο ότι οι μαθητές δεν διαβάζουν απλά από κάποιο εγχειρίδιο θεωρίες και βασικές αρχές αλλά οργανώνουν και εκτελούν πειράματα σε επιστημονικό εξοπλισμό που επιβεβαιώνουν αυτές τις αρχές/θεωρίες. Η υλοποίηση αυτή καθιστά εφικτή την πραγματοποίηση πειράματος που διαφορετικά δεδομένης της φύσης του θα ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθεί. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτό το κανάλι επικοινωνίας με τον απομακρυσμένο εξοπλισμό μπορεί να γίνει δύο κατευθύνσεων στην περίπτωση που οι μαθητές κρίνουν ότι οι επικοινωνία και η ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών με έναν ειδικό επιστήμονα ή καθηγητή είναι απαραίτητη για την διεξαγωγή του πειράματος και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Τα περιβάλλοντα αυθεντικής μάθησης μπορούν επίσης να συνδυάζουν προσομοιώσεις και «εικονική πραγματικότητα». Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφερθούμε στο λογισμικό με την ονομασία *Archaeotype Software* που εμπίπτει σε αυτή την κατηγορία. Πρόκειται για την προσομοίωση ενός αρχαιολογικού χώρου στην περιοχή της Συρίας. Το λογισμικό αυτό επιτρέπει σε ολιγομελείς ομάδες να σκάψουν εικονικά στο χώρο αυτό, να φέρουν στο φώς αρχαιολογικά ευρήματα, τα οποία και μπορούν να στείλουν σε εργαστήριο ώστε να ζυγιστούν και να μετρηθούν. Οι δυνατότητες που προσφέρει το λογισμικό έχουν ως στόχο την ανάπτυξη υποθέσεων από την πλευρά του χρήστη σχετικά με την κουλτούρα και την κοινωνία της Συρίας. Η αποτελεσματικότητα του *Archaeotype Software* αξιολογήθηκε με την σύγκριση μίας ομάδας μαθητών της ΣΤ' δημοτικού και μίας ομάδας ελέγχου ενός ιδιωτικού σχολείου (*control group*). Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης ανάδειξαν τους μαθητές που είχαν χρησιμοποιήσει το λογισμικό καθώς βρέθηκαν δύο φορές πιο ικανοί στην ανάπτυξη και στη καταγραφή επεξηγήσεων βασισμένων σε δεδομένα συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. (Convey, 1998)

Μία επιπλέον κατηγορία αυθεντικών περιβαλλόντων μάθησης είναι αυτή που πρεσβεύει τις αρχές της μάθησης μέσω προσομοίωσης και ανάληψης ρόλων (*Simulation and Role –Based Learning*). Το περιβάλλον *Mekong e-Sim* εμπίπτει στην κατηγορία αυτή και αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα. Πρόκειται για μια διαδικτυακή υλοποίηση προσομοίωσης ανάληψης ρόλων στις περιοχές γύρω από τον ποταμό *Mekong* στην Νοτιοδυτική Ασία. Ο στόχος της διαδικτυακής προσομοίωσης είναι η ενημέρωση των συμμετεχόντων για τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η περιοχή του *Mekong* και η ανάμειξή τους στην υποθετική διαχείριση και επίλυση μερικών από αυτών των προβληματικών καταστάσεων. Ειδικότερα, οι συμμετέχοντες αναλαμβάνουν τον ρόλο διαφόρων επενδυτών που ασχολούνται με δραστηριότητες ανάπτυξης στην περιοχή *Mekong*. Το περιβάλλον απευθύνεται σε φοιτητές διαφόρων ειδικοτήτων (μηχανικών, περιβαλλοντολόγων, γεωγράφων, ανθρωπολόγων, επικοινωνιολόγων, Ασιατικών σπουδών κτλ) Το πλήθος των συμμετεχόντων διαιρείται σε ομάδες με κάθε ομάδα να αναλαμβάνει έναν ρόλο στα πλαίσια του

οποίου πρέπει να πάρει κάποιες αποφάσεις. Σύμφωνα με τους μαθησιακούς στόχους του περιβάλλοντος, οι μαθητές προσδοκούνται⁶:

- να κατανοήσουν και να εκτιμήσουν την πολυπλοκότητα ενός περιβαλλοντικού συστήματος και το πως αυτό επηρεάζει την λήψη μίας απόφασης με στόχο την ανάπτυξη του
- να μάθουν να επεξεργάζονται σχέδια ανάπτυξης από πολλαπλές οπτικές
- να αποκτήσουν μία καλύτερη αντίληψη σχετικά με την επίδραση των σχεδίων ανάπτυξης τόσο στο περιβάλλον όσο και στην κοινωνία
- να αναπτύξουν ικανότητες επικοινωνίας, κριτικής σκέψης, διαπραγμάτευσης, λήψης αποφάσεων και διεξαγωγής έρευνας
- να προετοιμαστούν για εργασία σε περιβάλλοντα διεπιστημονικά και διεθνή

Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες για την επίτευξη των στόχων διήρκησαν έξι εβδομάδες και ολοκληρώθηκαν σε τέσσερις φάσεις. Στο παράρτημα μπορεί κανείς να δει το σχεδιάγραμμα που αφορά την διεξαγωγή της προσομοίωσης και τις τέσσερις αυτές φάσεις, καθώς και να βρει εικόνες της διαδικτυακής υλοποίησης και συνδέσμους προς αξιόλογο παρεμφερές υλικό.

Ένα από τα πλέον γνωστά περιβάλλοντα αυθεντικής μάθησης είναι το Jasper Series, το οποίο προέκυψε από μία σειρά ερευνητικών project και πληρεί τις απαιτήσεις (standards) που έχουν τεθεί από το NTCM (National Council of Teachers of Mathematics). Πρόκειται για ένα περιβάλλον για τα μαθηματικά που βασίζεται στην αξιοποίηση του βίντεο και διατίθενται σε CD-ROM. Εμπεριέχει 12 περιπέτειες σε μορφή βίντεο (video-based adventures). Κάθε περιπέτεια καλεί τους μαθητές να εντοπίσουν μαθηματικά προβλήματα και να επιλύσουν και να αιτιολογήσουν αυτά. Επιπρόσθετα σε κάθε περιπέτεια υπάρχει η δυνατότητα για επικοινωνία και ενθαρρύνεται η σύνδεση με άλλα γνωστικά αντικείμενα όπως αυτά της φυσικής, της ιστορίας, της λογοτεχνίας και των κοινωνικών επιστημών. Οι περιπέτειες θυμίζουν αφηγηματική ιστορία, η οποία πάντα καταλήγει με ένα ερώτημα πρόκληση. Κρίνουμε σκόπιμο να αναφερθούμε σε μία τέτοια περιπέτεια για να γίνει πιο κατανοητή η φιλοσοφία του περιβάλλοντος. Η πρώτη περιπέτεια ξεκινά με αφορμή την πρόθεση του Jasper να προβεί στην αγορά μίας βάρκας. Η πλοκή ξετυλίγεται και οι μαθητές παρακολουθούν τις κινήσεις του Jasper. Το βίντεο ολοκληρώνεται και οι μαθητές καλούνται να βοηθήσουν τον Jasper απαντώντας στο ερώτημα: «Είναι εφικτό ο Jasper να επιστρέψει με την βάρκα από το σημείο όπου ξεκίνησε πριν την δύση του ηλίου και χωρίς να ξεμείνει από καύσιμα». Στο παράρτημα (βλέπε μέρος I) μπορεί κανείς να δει την εικόνα που παρουσιάζει τις 12 αυτές περιπέτειες ανά κατηγορία. Το μότο (motto) που συνοδεύει τις Jasper Series είναι το ακόλουθο: «Δεν είναι απλά μία ταινία, είναι μία πρόκληση». Λαμβάνοντας υπόψη ότι το περιβάλλον υποστηρίζει

⁶ ανακτήθηκε από <http://www.adelaide.edu.au/situationalllearning/examples/mekong>

συνεργατική μάθηση, η πρόκληση θα έχει περισσότερη σημασία όταν βρίσκεται υπό την επεξεργασία μίας ομάδας μαθητών (CTGV, 1997).

Τέλος μία ακόμα κατηγορία αυθεντικών περιβαλλόντων μάθησης, είναι αυτή όπου η μάθηση στηρίζεται στη συλλογή, στην επεξεργασία και στη διαχείριση ερευνητικών δεδομένων (working with Research Data). Αυτά τα περιβάλλοντα στηρίζονται κυρίως σε ψηφιακές ερευνητικές κοινότητες. Οι μαθητές γίνονται δευτερεύοντα μέλη (peripheral participants) εικονικών κοινοτήτων ερευνητικής πρακτικής (π.χ ορνιθολογίας) και συλλογής δεδομένων. Η συλλογή των δεδομένων γίνεται είτε απευθείας από την πηγή είτε μέσω απομακρυσμένων έξυπνων αισθητήρων (smart sensors). Εναλλακτικά οι μαθητές, χρησιμοποιούν δεδομένα τα οποία έχουν συλλεχθεί από τους ερευνητές για να διεξάγουν οι ίδιοι τις δικές τους μελέτες και έρευνες. Κατά αυτό τον τρόπο πειραματίζονται με αναλύσεις και συνθέσεις πραγματικών δεδομένων ενισχύοντας παράλληλα τις ερευνητικές βάσεις δεδομένων. Στην κατηγορία αυτή μπορούμε να εντάξουμε μία εκπαιδευτική δραστηριότητα που έκανε το ντεμπούτο της στο διαδίκτυο τον Οκτώβριο του 1996 (Multisilta, 1998). Πρόκειται για την Astronomy On-Line (AOL)⁷ που είχε ως στόχο να φέρει κοντά μαθητές από όλη την Ευρώπη στα πλαίσια της συνεργασίας τους για την εξερεύνηση φαινομένων αστρονομίας. Η δραστηριότητα διήρκεσε ένα μήνα. Έλαβαν μέρος συνολικά 5000 μαθητές από 39 χώρες της Ευρώπης, οι οποίοι συγκροτήθηκαν σε ομάδες. Απευθυνόταν σε μαθητές κάθε ηλικίας. Μαθητές γυμνασίου και φοιτητές συνυπάρχουν σε αυτή την δραστηριότητα.

Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται σε τρεις φάσεις. Στην πρώτη φάση οι συμμετέχουσες ομάδες καλούνται συνεργατικά να παρατηρήσουν την σεληνιακή έκλειψη της 27^{ης} Σεπτεμβρίου και να κάνουν κάποιες εκτιμήσεις για την περιφέρεια της σελήνης. Στην δεύτερη φάση οι συμμετέχουσες ομάδες καλούνται να παρατηρήσουν την μερική ηλιακή έκλειψη της 12^{ης} Οκτωβρίου και να εκτελέσουν μετρήσεις σχετικά με την απόσταση της σελήνης από την γη. Τέτοιες μετρήσεις πρώτη φορά επιχειρήθηκαν από ερασιτέχνες στα πλαίσια κάποιας δραστηριότητας. Τέλος στην τελευταία φάση οι συμμετέχουσες ομάδες κλήθηκαν να μελετήσουν την κίνηση του ήλιου και το μαγνητικό πεδίο της γης. Οι ομάδες της κεντρικής και της νότιας Ευρώπης παρατηρούσαν την κίνηση του ήλιου. Την ίδια στιγμή οι ομάδες της Βόρειας Ευρώπης μελετούσαν και παρατηρούσαν το μαγνητικό πεδίο της γης. Οι παρατηρήσεις ανταλλάσσονταν. Συγχωνευόμενες οι παρατηρήσεις παρείχαν γνώση για την σχέση ανάμεσα στον Ήλιο και στη Γη. Παράλληλα με τις τρεις αυτές φάσεις, η δραστηριότητα εμπειρείχε κινήγι θησαυρού στο διαδίκτυο, αξιοποίηση βάσεων δεδομένων με ερευνητικά στοιχεία αστρονομίας, επικοινωνία μεταξύ των μελών με χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και bulletin boards και αλληλεπίδραση με μία ομάδα ειδικών μέσω μίας ψηφιακής κοινότητας.

⁷ ανακτήθηκε από <http://www.eso.org/astronomyonline>

4. Ο σχεδιασμός του μαθησιακού περιβάλλοντος ANIMath

Στα πλαίσια της παρούσης εργασίας σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε το ANIMath, ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον που έχει ως γενικό στόχο οι μαθητές να διερευνήσουν μαθηματικά ζητήματα μέσα από το πρίσμα της καθημερινής ζωής. Μέσα από το περιβάλλον αυτό, θέλουμε να προάγουμε όχι την συμπεριφορική μάθηση αλλά την γνωστική διαδικασία που δεν είναι στατική κατάσταση αλλά ένα δυναμικό γίνεσθαι. Το ANIMath προσφέρει τόσο το περιεχόμενο της γνώσης όσο και το περιβάλλον μέσα στο οποίο αυτή παράγεται και λειτουργεί (content and context learning) Πρόκειται για ένα περιβάλλον αυθεντικής μάθησης που αξιοποιεί την σύγχρονη ψηφιακή τεχνολογία για την κατασκευή μίας βάσης εκπαιδευτικού υλικού και δραστηριοτήτων με επιμέρους στόχους:

- Την συζήτηση και τον κριτικό αναστοχασμό επιμέρους θεμάτων για τα μαθηματικά μέσα από αυθεντικά πλαίσια μάθησης
- Την πρόσβαση στην πληροφορία μέσω πολλαπλών/πολυτροπικών παραστάσεων αυτής
- Τον εμπλουτισμό της γνώσης των μαθητών σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο που πραγματεύεται το αυθεντικό πλαίσιο
- Την επικοινωνία και την συνεργασία της εκπαιδευτικής κοινότητας
- Τον εποικοδομητικό προβληματισμό και την δραστηριοποίηση των μαθητών με αφορμή κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα που εγείρονται από το επιλεγμένο αυθεντικό πλαίσιο μάθησης.

Το «ANIMath», ήταν απόρροια της ακόλουθης παρατήρησής μας: «Τα μαθηματικά «συχνάζουν» στην καθημερινή ζωή, και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της ανάγκης κατανόησης του κοινωνικού και φυσικού κόσμου που μας περιβάλλει». Με αφορμή αυτό το γεγονός προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε μαθηματικές έννοιες σε αυθεντικά πλαίσια της ‘καθημερινής ζωής’ και να προβληματίσουμε εποικοδομητικά τους μαθητές και τις μαθήτριες ώστε να προαχθεί η επικοινωνία για τα μαθηματικά και να τεθούν σε λειτουργία νοητικές διαδικασίες ερμηνείας μέσω χρήσης και ανάγνωσης διαφόρων μέσων αναπαράστασης.

Το αρχικό στάδιο του σχεδιασμού ήταν αυτό της επεξεργασίας εναλλακτικών ιδεών (Brainstorming), το οποίο και θα οδηγούσε στην επιλογή της ιδέας υλοποίησης. Απόρροια αυτή της διαδικασίας ήταν η επιλογή του κόσμου των πεταλούδων ως το «αυθεντικό» πλαίσιο μάθησης για τα μαθηματικά μέσα από το οποίο θα προσπαθούσαμε να διεκπεραιώσουμε τους προαναφερθέντες στόχους. Ο κόσμος των πεταλούδων επιλέχθηκε ως ένα τέτοιο «αυθεντικό» πλαίσιο καθώς πέρα από τη

γοητεία που ασκεί η ίδια η οντότητα της πεταλούδας, η διάσωσή της παραπέμπει σε μια σειρά από κοινωνικά διλήμματα και απαιτεί ενεργή δραστηριοποίηση για το περιβάλλον.

Για τους σκοπούς της υλοποίησης του ANIMath μελετήθηκε το γνωστικό αντικείμενο: «Ο κόσμος των πεταλούδων». Σκοπός της μελέτης ήταν ο προσδιορισμός των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που διέπουν τον κόσμο αυτό και ο εντοπισμός μαθηματικών εννοιών και ζητημάτων που να συνάδουν με τους ειδικούς μαθησιακούς στόχους που είχαν τεθεί. Από την μελέτη του κόσμου των πεταλούδων προέκυψαν έξι βασικές ενότητες πληροφορίας ενώ παράλληλα προέκυψε η ανάγκη επικέντρωσης σε συγκεκριμένα είδη πεταλούδων (όπως το είδος Monarchs). Για την εύρεση του πληροφοριακού υλικού αξιοποιήθηκε το διαδίκτυο, ηλεκτρονικές εγκυκλοπαίδειες αλλά και ψηφιακές κοινότητες ειδικών και επιστημόνων. Ιδιαίτερη μέριμνα δόθηκε ώστε το επιλεγμένο εκπαιδευτικό υλικό που παρέχουμε να είναι έγκυρο, αξιόπιστο, κατανοητά δομημένο και να μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά στην αποσαφήνιση εννοιών, στην εξαγωγή γνώσης και στην ενίσχυση της διαδικασίας μάθησης. Για κάθε μία από τις έξι ενότητες εκπαιδευτικού υλικού σχεδιάστηκαν δραστηριότητες με γνώμονα τους προς επίτευξη στόχους.

Το διαδικτυακό συνεργατικό περιβάλλον ANIMath απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες της Δ' και Ε' δημοτικού (target group). Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διακρίνουν την ομάδα-στόχο (target group) είναι κυρίως ηλικιακά και γνωστικά. Τα ηλικιακά χαρακτηριστικά θα ληφθούν υπόψη ώστε να υλοποιηθεί ένα απλό, κατανοητό και εύχρηστο περιβάλλον που δεν θα απαιτεί ιδιαίτερες τεχνικές γνώσεις από τους χρήστες/ μαθητές. Σχετικά με γνωστικά χαρακτηριστικά θέλουμε να σημειώσουμε ότι έχουμε φροντίσει ώστε το παρεχόμενο πληροφοριακό υλικό να είτε να συμβατό με το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών των συγκεκριμένων τάξεων του δημοτικού είτε να μην προϋποθέτει κάποια προηγούμενη γνώση. Το ANIMath προορίζεται για αξιοποίηση στο σχολικό εργαστήριο ΗΥ, στην τάξη των μαθηματικών, ή και στο σπίτι. Στις υποενότητες που ακολουθούν θα περιγράψουμε την μεθοδολογία σχεδιασμού του περιβάλλοντος ANIMath. τόσο από παιδαγωγική όσο και από τεχνική σκοπιά.

4.1 Σχεδιασμός ANIMath I: Παιδαγωγική προσέγγιση

Οι βασικές αρχές σχεδιασμού που συζητούνται εδώ δίνουν έμφαση στην μαθησιακή διαδικασία. Οι αρχές αυτές δηλώνονται όχι μόνο στο περιβάλλον διεπαφής του ANIMath αλλά διαχέονται σε όλο το υλικό και στη φιλοσοφία σχεδιασμού των δραστηριοτήτων και των φύλλων εργασίας.

Ένα βασικό ζήτημα του παιδαγωγικού σχεδιασμού αφορά την κατανόηση των μαθηματικών εννοιών στο πλαίσιο της αυθεντικής μάθησης. Πώς οι μαθηματικές έννοιες κατανοούνται από τους μαθητές; Πριν απαντήσουμε στο ερώτημα αυτό θεωρούμε σκόπιμο να αναφερθούμε στους ειδικούς μαθησιακούς στόχους του

ANIMath. Οι μαθητές μέσα από το περιβάλλον του ANIMath προσανατολίζονται έτσι ώστε:

- Να αναστοχαστούν κριτικά σχετικά με ζητήματα μέτρησης ενός μεγάλου πλήθους, όπως αυτό των πεταλούδων
- Να αναστοχαστούν κριτικά σχετικά με ζητήματα μέτρησης πολύ ελαφρών μαζών και πολύ μικρών μηκών
- Να προβληματιστούν σχετικά με τις πρακτικές των επιστημόνων και τα εργαλεία που οι τελευταίοι χρησιμοποιούν
- Να εμπλακούν στην διαδικασία ερμηνείας πολλαπλών αναπαραστάσεων γνώσης, όπως αυτή προκύπτει μέσα από κείμενα, βίντεο, χάρτες και ραβδογράμματα λαμβάνοντας υπόψη κοινωνικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους.

Η απάντηση στο ερώτημα που θέσαμε παραπάνω, βρίσκεται στις αρχές της αυθεντικής μάθησης που ενσωματώνει το περιβάλλον ANIMath. Στην ενότητα 3 γίνεται αναφορά στις αρχές της αυθεντικής μάθησης. Θεωρούμε ότι αρκετές από αυτές μπορεί κανείς να τις συναντήσει στο ANIMath, όπως ότι:

1. Η μάθηση επικεντρώνεται σε αυθεντικές δραστηριότητες που παρακινούν το ενδιαφέρον των μαθητών
2. Η μάθηση αφορά ό,τι συμβαίνει έξω από τους τοίχους της σχολικής αίθουσας
3. Οι μαθητές εμπλέκονται σε έρευνα και νοιώθουν μικροί ερευνητές
4. Η μάθηση είναι συχνά διαθεματική
5. Οι μαθητές εμπλέκονται σε σύνθετες δραστηριότητες όπου απαιτούνται ικανότητες σύνθεσης, ανάλυσης, χειρισμού (manipulation), και αξιολόγησης της πληροφορίας.
6. Η μάθηση υποστηρίζει πολλαπλές μορφές αναπαράστασης
7. Οι ίδιοι οι μαθητές έχουν τον έλεγχο της διαδικασίας μάθησης. Οι εκπαιδευτικοί και οι ειδικοί/επιστήμονες είναι βοηθοί σε αυτοί την διαδικασία.
8. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία για συνεργασία και συζήτηση

Τα παραπάνω αντιμετωπίζονται στο περιβάλλον του ANIMath ως εξής: Πρώτον, η επιλογή των θεμάτων των δραστηριοτήτων δεν απαρτίζεται από αφηρημένες ασκήσεις, αλλά αντικατοπτρίζει προβλήματα της πραγματικής ζωής. Για παράδειγμα, το θέμα το σχετικό με την μέτρηση του πλήθους των πεταλούδων και με τις πρακτικές που ακολουθούν οι ειδικοί, αγγίζει τα ενδιαφέροντα των μαθητών, οι οποίοι βλέπουν πώς οι ειδικοί δίνουν λύση σε ένα πραγματικό πρόβλημα που οι ίδιοι ενδεχομένως δεν θα μπορούσαν. Τα θέματα που πραγματεύεται το ANIMath είναι βγαλμένα από την καθημερινή ζωή και ως τέτοια αγγίζουν και άλλα θέματα από άλλους τομείς. Για παράδειγμα, η μέτρηση του πλήθους των πεταλούδων στο πέρασμα των χρόνων αποτελεί ένα μαθηματικό ζήτημα, το οποίο φέρνει στην

επιφάνεια περιβαλλοντικά ζητήματα που ευθύνονται για την μείωση αυτού, που με την σειρά τους προκαλούν κοινωνικά διλήμματα θέτοντας την ανάγκη για δραστηριοποίηση. Τα μαθηματικά ζητήματα δηλαδή δεν αποκóπτονται από τον πραγματικό κόσμο, απεναντίας εξετάζονται και συνδέονται με μία ποικιλία άλλων θεμάτων.

Επιπρόσθετα, η μάθηση μέσα από το περιβάλλον του ANIMath προκαλεί τους μαθητές να γίνουν μικροί ερευνητές. Για παράδειγμα, υπάρχει συγκεκριμένη δραστηριότητα όπου ζητείται από τους μαθητές να κάνουν την πρόβλεψη τους για το μελλοντικό πλήθος πεταλούδων συγκεκριμένου είδους, αξιοποιώντας ένα πλήθος παρεχόμενων πληροφοριών και στηρίζοντας με επιχειρήματα τις όποιες προβλέψεις τους. Και σε αυτό το σημείο, της αξιοποίησης πληροφοριών εμφανίζεται η 5^η κατά σειρά αρχή της αυθεντικής μάθησης, δεδομένου ότι οι μαθητές δεν πρέπει απλά και μόνο να παραθέτουν έτοιμες πληροφορίες. Συγκεκριμένα, οι μαθητές για να απαντήσουν στη συγκεκριμένη δραστηριότητα με επιτυχία πρέπει να προβούν σε σύνθεση των διαφόρων πληροφοριών αφού όμως πρώτα τις έχουν επεξεργαστεί, αναλύσει και ερμηνεύσει. Οι μαθητές δηλαδή κατανοούν μαθηματικές έννοιες εμπλεκόμενοι σε δραστηριότητες που εσωκλείουν την διαδικασία σύνθεσης, ανάλυσης και χειρισμού πληροφοριών ώστε να διεκπεραιωθούν αυτές με επιτυχία. Ένα σημαντικό θέμα που λήφθηκε υπόψη κατά τον παιδαγωγικό σχεδιασμό του ANIMath ήταν η πολυτροπικότητα στην αναπαράσταση της πληροφορίας κάτι που φυσικά αφορά την 6^η κατά σειρά αρχή. Οι πληροφορίες στο περιβάλλον του ANIMath παρουσιάζονται με την μορφή κειμένου, βίντεο, πινάκων, εικόνων (animated και μη), χαρτών και γραφικών αναπαραστάσεων και φιλοδοξία μας είναι ότι θα συμβάλει στην κατανόηση μαθηματικών εννοιών.

Όσον αφορά την 7^η κατά σειρά αρχή, το ANIMath πράγματι δίνει στον μαθητή την ελευθερία να διαμορφώσει μόνος του την εξέλιξη της μάθησης, αλλά παράλληλα υπάρχει η δυνατότητα να ζητηθεί η βοήθεια του εκπαιδευτικού της τάξης ή των ειδικών μέσω του φόρουμ επικοινωνίας. Τόσο ο εκπαιδευτικός όσο και οι ειδικοί μπορούν να συμβάλουν στην κατανόηση μαθηματικών εννοιών που ενδεχομένως παρανοεί ο μαθητής. Τέλος η αυθεντική μάθηση στοχεύει στην συνεργασία και στον αναστοχασμό. Εν συνεχεία θα δούμε πώς το ANIMath σχεδιάστηκε ώστε να προάγεται η συνεργασία και να επιτυγχάνεται ο αναστοχασμός.

Είναι πλέον αποδεκτό στον χώρο της γνωστικής ψυχολογίας αλλά και της διδακτικής των επιστημών ότι η μάθηση βασίζεται στην δυνατότητα αλληλεπίδρασης με άλλα άτομα και με γνωστικά εργαλεία. Η αλληλεπίδραση σε ένα διδακτικό περιβάλλον, σύμφωνα με τον Vygotsky, χαρακτηρίζεται από συνεργασία και διαμεσολάβηση γνωστικά ωριμότερων ατόμων (π.χ. συμμαθητής, εκπαιδευτικός ή κάποιο έμπειρο άτομο της ευρύτερης κοινότητας). Διάλογος, επικοινωνία, διαπραγμάτευση νοημάτων, επιμέρους βοήθεια, επιβράβευση είναι όλα χαρακτηριστικά της διαδικασίας αυτής και συνηγορούν στην ανάπτυξη μάθησης και κάθε σχεδιασμός ενός παιδαγωγικού περιβάλλοντος πρέπει να τα λαμβάνει υπόψη (από αναφορά στους Χρονάκη & Μπουρδάκης, 2003)

Η διαμεσολάβηση αναπτύσσεται με διάφορες μορφές. Οι Χρονάκη και Μπουρδάκης (2003) κάνουν τον διαχωρισμό ανάμεσα σε δύο κατηγορίες: α) μεταξύ ατόμων και εργαλείων, και β) μεταξύ ατόμων. Σχετικά με την πρώτη, τα εργαλεία μπορούν να είναι εννοιολογικά (π.χ. μια μέθοδος ή ερωτήσεις προτεινόμενες από τον δάσκαλο ή κάποιον έμπειρο), υλικές πηγές (π.χ. ένας πίνακας σχεδίου, μια μονάδα μέτρησης, το αριθμητήριο, ένας υπολογιστής) ή ακόμα και συνδυασμός των δύο (π.χ. ένα λογισμικό). Στην περίπτωση του ANIMath, ο μαθητής μπορεί να αλληλεπιδράσει με εργαλεία της φύσης του γνωστικού αντικειμένου (π.χ. μία διαδικασία με διακριτά βήματα για τον υπολογισμό ενός μεγάλου πλήθους όπως αυτό των πεταλούδων), τα οποία εμπεριέχονται στο ψηφιακό υλικό της κάθε ενότητας.

Σε σχέση με τη δεύτερη κατηγορία, οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδρούν με τους συμμαθητές τους ή με τον δάσκαλο τους καθώς δουλεύουν σε δραστηριότητες μέσω οργανωμένων συζητήσεων, διδασκαλιών ή μεμονωμένων παρεμβάσεων (Χρονάκη & Μπουρδάκης, 2003). Στην περίπτωση του ANIMath η αλληλεπίδραση επιτυγχάνεται τόσο με τους συμμαθητές κυρίως μέσω των φύλλων εργασίας όσο και με τους εκπαιδευτικούς μέσω παρέμβασης και διαλόγου με αφορμή τα φύλλα εργασιών. Τέλος η αλληλεπίδραση με ειδικούς μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ασύγχρονης πλατφόρμας επικοινωνίας, κάτι όμως που προϋποθέτει προηγούμενη οργάνωση και συντονισμό.

Η «συνεργατική μάθηση» είναι ευρέως κατανοητή ως μάθηση πραγματοποιήσιμη όταν οι μαθητές δουλεύουν σε ομάδες, συζητούν τις ιδέες τους και μοιράζονται την ευθύνη για την εκπόνηση μιας εργασίας. Πολλές μελέτες έχουν αναφερθεί στα πλεονεκτήματα που προσφέρει η συνεργασία σε ομάδες και στα χαρακτηριστικά των δραστηριοτήτων που απαιτούν συνεργασία (Chronaki & Kynigos, χ.χ). Οι Johnson et al (1981) σε μια μετα-ανάλυση 122 μελετών που εξετάζει την συνεργατική μάθηση σε διάφορες γνωστικές περιοχές, υποστηρίζουν ότι η «συνεργατική μάθηση» φαίνεται να είναι περισσότερο αποτελεσματική όσον αφορά στη μαθησιακή παραγωγικότητα από το διαπροσωπικό ανταγωνισμό ή την ατομική προσπάθεια επιτέλεσης ενός έργου. Άλλα πλεονεκτήματα συμπεριλαμβάνουν αύξηση γνώσεων και ικανοτήτων, εννοιολογικών κατανοήσεων, στάσεων, επικοινωνιακών ικανοτήτων και κοινωνικοποίησης. (Chronaki & Kynigos, χ.χ).

Στο περιβάλλον ANIMath, η συνεργατική μάθηση αποτελεί κεντρικό άξονα. Οι μαθητές ενθαρρύνονται και έχουν την δυνατότητα να συνεργάζονται σε διάφορα επίπεδα: προσωπικά με συμμαθητές μέσα στην τάξη ή και εξ αποστάσεως με μαθητές άλλων σχολείων. Στην περιγραφή κάθε δραστηριότητας αλλά και στα φύλλα εργασίας οι μαθητές ενθαρρύνονται να δουλέψουν ομαδικά. Επίσης υπάρχει ενθάρρυνση των μαθητών να διεξάγουν διάλογο και να ανταλλάσσουν απόψεις. Μέσω των συζητήσεων, των δραστηριοτήτων και των φύλλων εργασίας, το ANIMath προάγει την συνεργατική μάθηση σε προσωπικό επίπεδο μέσα στην τάξη.

Για το σκοπό της εξ αποστάσεως συνεργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες της ασύγχρονης ηλεκτρονικής πλατφόρμας επικοινωνίας e-class, η

σύνδεση με την οποία γίνεται μέσω του χώρου επικοινωνίας «Ας κουβεντιάσουμε», και οι οποίες επιτρέπουν την επικοινωνία μαθητών και εκπαιδευτικών που βρίσκονται σε απόσταση. Έτσι μπορεί να γίνει ανταλλαγή απόψεων πάνω σε θέματα που αφορούν όσα το ANIMath πραγματεύεται. Για παράδειγμα, το θέμα της μείωσης του πλήθους των ειδών ανά τον χρόνο και των περιβαλλοντικών προβλημάτων αποτελεί ένα θέμα που παρουσιάζει ενδιαφέρον να συζητηθεί καθώς τα διάφορα είδη που συναντώνται στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας ποικίλουν και ενδεχομένως το ίδιο να συμβαίνει και με τα τοπικά περιβαλλοντικά προβλήματα.

Όσον αφορά στον αναστοχασμό, αυτός εστιάζεται στην ανάλυση του εάν ο μαθητής κατανόησε τις πληροφορίες και στη δόμηση της αυτογνωσίας του μαθητευόμενου μέσω της συζήτησης. Η συζήτηση πρέπει να περιλαμβάνει δύο θέματα, και το νόημα που ο μαθητής αποδίδει στη πληροφορία και το πώς ο μαθητής συνέλαβε αυτό το νόημα. Καθώς εκφράζει προφορικά τις σκέψεις του ο μαθητής σχετικά με το πώς χρησιμοποίησε τις στρατηγικές και κατέληξε σε ένα νόημα, ενισχύεται η απόκτηση συνείδησης του πώς αντιλαμβάνεται και ελέγχει την ίδια του τη σκέψη (Dixon – Krauss, 2000).

Στο περιβάλλον ANIMath υπάρχει μία σειρά από δραστηριότητες με φύλλα εργασίας που ο μαθητής καλείται να συμπληρώσει. Ο αναστοχασμός επιτυγχάνεται με την συμπλήρωση αυτών των φύλλων εργασίας στα πλαίσια των δραστηριοτήτων καθώς με αυτόν τον τρόπο ο μαθητής αποδίδει το νόημα τις πληροφορίες που έλαβε κατά πως την αντιλήφθηκε. Τέλος, όπως αναφέραμε και προηγουμένως το ANIMath ενθαρρύνει την συζήτηση μεταξύ μαθητών, εκπαιδευτικών και ειδικών. Θεωρούμε λοιπόν, ότι ο αναστοχασμός επιτυγχάνεται επίσης στα πλαίσια αυτών των συζητήσεων.

4.2 Σχεδιασμός ANIMath II: Τεχνικά εργαλεία

Στην υποενότητα αυτή θα εστιάσουμε στο πώς σχεδιάστηκε το ANIMath από τεχνικής πλευράς ώστε να εξυπηρετούνται οι μαθησιακοί στόχοι και οι παιδαγωγικές αρχές. Στη συνέχεια αναφερόμαστε στα εργαλεία που επιλέξαμε ώστε να επιτευχθεί πρόσβαση στη πληροφορία, επικοινωνία και ευχρηστία. Λαμβάνοντας υπόψη ότι και τα πιο εξελιγμένα εργαλεία χάνουν την αξία τους να δεν μπορούν να υπηρετήσουν τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό, προσπαθήσαμε ώστε μέσω των τεχνικών μας επιλογών να εξυπηρετούνται οι εκπαιδευτικοί μας στόχοι και να επιτυγχάνεται η μετάδοση του επιθυμητού εκπαιδευτικού μηνύματος.

4.2.1 Εργαλεία, Διαδίκτυο και πρόσβαση στην πληροφορία

Το ANIMath υποστηρίζεται με την περιγραφική γλώσσα html (*HyperText Markup Language*) που είναι η βασική γλώσσα δόμησης σελίδων του *World Wide Web* (ή απλά ιστού: Web). Η γλώσσα χρησιμοποιεί ένα αριθμό από *tags* για την μορφοποίηση κειμένου, για την δημιουργία συνδέσμων (*links*) μετάβασης μεταξύ των σελίδα, για την εισαγωγή εικόνων, ήχου κ.α. Όταν ένας Web Browser ανοίγει ένα αρχείο HTML τα στοιχεία (*tags*) μεταφράζονται σε κατάλληλα χαρακτηριστικά με αποτελέσματα στην εμφάνιση και στην λειτουργικότητα της συγκεκριμένης σελίδας. (Ακουμιανάκης, 2006). Θα πρέπει να τονίσουμε ότι η HTML παράγει έγγραφα επί το πλείστον παθητικά από την άποψη της αλληλεπίδρασης με το χρήστη. Οι ενδογενείς αδυναμίες της HTML, οδήγησαν στην ανάπτυξη γλωσσών προγραμματισμού στο Internet. Έτσι αναπτύχθηκαν οι γλώσσες **JavaScript** και **JScript** καθώς και **VBScript** (έκδοση της γλώσσας Basic ειδικά για το διαδίκτυο) (Ακουμιανάκης, 2006). Έτσι πλέον με την χρήση των παραπάνω γλωσσών είναι δυνατό να ελεγχθούν και να προγραμματιστούν όλα σχεδόν τα αντικείμενα που μπορεί να περιέχει μία ιστοσελίδα και με τη χρήση είτε εντολών διαδικαστικού χαρακτήρα, είτε εντολών διακλάδωσης, όπως για παράδειγμα η δομή [if ... then... else...]. Οι γλώσσες αυτές, επιτρέπουν μια πληθώρα από διαδραστικές συμπεριφορές, οι οποίες μπορούν να προγραμματιστούν χωρίς την ανάγκη επικοινωνίας με τον διακομιστή Ιστού (web server) από τον οποίο έχει προέλθει το έγγραφο (Ακουμιανάκης, 2006).

Η JavaScript είναι μία διερμηνευόμενη γλώσσα(interpreted), δηλαδή εκτελείται χωρίς πρώτα να μεταγλωττιστεί. Για το λόγο αυτό δεν είναι κατάλληλη για δραστηριότητες που απαιτούν εντατική χρήση του υπολογιστή(Ακουμιανάκης, 2006). Είναι όμως κατάλληλη για την υλοποίηση διεπαφών και την επικοινωνία χρήστη και υπολογιστή(Ακουμιανάκης, 2006). Για την υλοποίηση της διεπαφής ANIMath χρησιμοποιήθηκε η JavaScript, προκειμένου να επωφεληθούμε των δυνατοτήτων της, οι οποίες καθιστούν εύκολη την ανάπτυξη μιας αλληλεπιδραστικής (interactive) σελίδας (μιας σελίδας δηλαδή που αλληλεπιδρά στον εαυτό της).

Στα πρώτα βήματα σχεδιασμού της διεπαφής, κρίναμε ότι θα ήταν μια καλή λύση να αξιοποιηθεί το πρόγραμμα DreamWeaver της εταιρείας *Macromedia*. το οποίο είναι ένα επαγγελματικό πρόγραμμα δημιουργίας και επεξεργασίας ιστοσελίδων, δηλαδή κώδικα HTML. Το DreamWeaver είναι ιδιαίτερα ευέλικτο καθώς μας έδωσε την δυνατότητα να δημιουργήσουμε φόρμες (forms), πλαίσια (frames), πίνακες (tables) και άλλα αντικείμενα της HTML.

Το DreamWeaver έχει δυνατότητες για δημιουργία δυναμικής HTML (DHMTL) και επιτρέπει κίνησης γραμμής χρόνου, απόλυτη τοποθέτηση περιεχομένων, δημιουργία επιπέδων (layers) και συγγραφή σεναρίων (scripts). Επιπρόσθετα παρέχει τις δικές του συμπεριφορές (behaviors), που είναι έτοιμα scripts, τα οποία μπορούμε να προσθέσουμε πολύ εύκολα σ' ένα αντικείμενο. Σημαντικό είναι επίσης ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη δημιουργία εφαρμογών πολυμέσων.

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης της διεπαφής το πρόγραμμα αυτό αποδείχθηκε ιδιαίτερα χρήσιμο διότι μας έδωσε, δεδομένων όλων των προαναφερθέντων χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων του, την ευελιξία του πειραματισμού με διάφορες σχεδιαστικές λύσεις χωρίς αυτό να απαιτεί μεγάλη κατανάλωση χρόνου σε συγγραφή κώδικα που σύντομα θα αναιρούσαμε ή θα μετατρέπαμε. Θεωρούμε ότι μας έδωσε την ελευθερία να σχεδιάσουμε οπτικά την εμφάνιση της διεπαφής, να κάνουμε βελτιώσεις, αλλαγές και προσθήκες αλλά και τη δύναμη να της προσθέσουμε λειτουργικότητες για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων παίζοντας τόσο στο πεδίο του σχεδιασμού (Design) όσο και στο πεδίο της συγγραφής κώδικα (Document).

Σαφώς, χρειάστηκε να ξεπεράσουμε τις προσφερόμενες δυνατότητες του DreamWeaver. Έτσι κάνοντας χρήση της Javascript αναπτύξαμε και δικό μας κώδικα για να αποδώσουμε λειτουργικότητα στη διεπαφή και συμπεριφορές στα αντικείμενα, τον οποίο ενσωματώσαμε στο περιβάλλον συγγραφής κώδικα του προγράμματος.

Η δομή της διεπαφής βασίζεται σε Frame-Frameset, δηλαδή στην ουσία στη χρήση της δυνατότητας για σχεδιασμό πλαισίων από το DreamWeaver. Τα διάφορα μενού που υπάρχουν στα αριστερά κάθε σελίδας είναι αποτέλεσμα της χρήσης πινάκων (Tables), και της αξιοποίησης εικόνων, οι οποίες έχουν προγραμματιστεί ώστε να παρουσιάζουν δυναμική συμπεριφορά. Η δυναμική συμπεριφορά συνίσταται αφενός στο φόρτωμα μίας νέας σελίδας με εκπαιδευτική πληροφορία σε επιλεγμένο πλαίσιο, αφετέρου στην εμφάνιση μηνύματος χαρακτηριστικού του περιεχομένου του εκπαιδευτικού υλικού που αναμένεται να φορτωθεί.

Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκαν και αντικείμενα τύπου φόρμας (form objects) όπως κουμπιά (Buttons), Jumb menu, List/Menu, TextField, τα οποία πρόσφερε το πρόγραμμα DreamWeaver και εμείς απλά διαμορφώσαμε τα χαρακτηριστικά τους (πεδία τιμών, συνδέσμους) για τις ανάγκες του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος που είχαμε ως στόχο να υλοποιήσουμε.

Η πληροφορία στη διεπαφή του ANIMath παρουσιάζεται με πολλαπλές μορφές αξιοποιώντας την δυνατότητα της τεχνολογίας σε πολυτροπικότητα (multimodality). Το υπερκείμενο (Hypertext), ο τρόπος της σύνθεσης κειμένου, εικόνας, βίντεο, ήχου με μη γραμμικό τρόπο με συνδέσμους (links), γίνεται μόνο ψηφιακά και με την χρήση του διαδικτύου (Snyder,1998). Στο ANIMath αυτή η πολυτροπικότητα επιτυγχάνεται με την χρήση κειμένου, βίντεο, εικόνων (κινούμενων και μη), χαρτών, πινάκων, γραφικών αναπαραστάσεων και συνδέσμων προς δικτυακούς τόπους με εκπαιδευτικό υλικό και πληροφορίες, στους οποίους μπορεί επίσης να δει κανείς την πολυτροπικότητα σε εφαρμογή αφού βριθούν υπερκειμένου.

Στο σημείο αυτό κρίνουμε σκόπιμο να αναφερθούμε στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ώστε να δημιουργηθούν οι εικόνες που κανείς μπορεί να συναντήσει στην διεπαφή ANIMath. Για την επεξεργασία των εικόνων (στις περιπτώσεις που κρίθηκε απαραίτητο) και για την κατασκευή των χαρτών ώστε αυτά να περνούν το επιθυμητό μήνυμα με αμεσότητα στους μαθητές, χρησιμοποιήθηκαν τα

προγράμματα επεξεργασίας εικόνων Photoshop και Irfanview. Και τα δύο ήταν ευέλικτα και κάλυπταν πλήρως τις ανάγκες μας, οι οποίες μάλλον χαρακτηρίζονται ως «βασικές ανάγκες».

Όσον αφορά την εισαγωγή βίντεο εκπαιδευτικού περιεχομένου, αυτή υποστηρίζεται από το DreamWeaver. Τα βίντεο που υπάρχουν στο περιβάλλον του ANIMath διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν αυτά που βρίσκονται τοπικά και με την εισαγωγή ενός plug-in στο περιβάλλον του DreamWeaver δημιουργούμε τις συνθήκες ώστε να ενσωματωθούν στην διεπαφή. Προσθέτοντας βέβαια plug-ins στην ιστοσελίδα πρέπει να φροντίσουμε να διευκολύνουμε τους χρήστες της να αποκτήσουν τα απαραίτητα εργαλεία αναπαραγωγής ώστε να παίζει το βίντεο. Έτσι, μέσω της χρήσης της συμπεριφοράς Check Plugin κρίναμε σκόπιμο να προσθέσουμε τον σχετικό κώδικα JavaScript, ο οποίος θα ελέγχει τον υπολογιστή του επισκέπτη αν διαθέτει το plug-in ή το στοιχείο ελέγχου που χρειάζεται για ένα συγκεκριμένο τύπο αρχείου. Εάν δεν το έχει, θα πρέπει να παραπεμφθεί σε κάποια σελίδα (Web site) όπου μπορεί να «κατεβάσει» το plug-in ή το στοιχείο ελέγχου που χρειάζεται

Στη δεύτερη κατηγορία βίντεο ανήκουν αυτά που διατίθενται online από το *youtube*, όπου και ενσωματώθηκε ο αντίστοιχος κώδικας στο περιβάλλον συγγραφής κώδικα του DreamWeaver. Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να σημειώσουμε ότι η επιλογή της συγκεκριμένης κατηγορίας βίντεο ήταν κάτι που μας προβλημάτισε. Θεωρούμε όμως ότι τα συγκεκριμένα βίντεο ενισχύουν το αυθεντικό μας πλαίσιο καθώς παρουσιάζουν θέματα που συνάδουν με το γνωστικό αντικείμενο με ιδιαίτερο τρόπο. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε το βίντεο όπου μια νεαρή κοπέλα η Σάρα γίνεται ο ξεναγός μας στη περιοχή του Μεξικού και μεταφέρει την ατμόσφαιρα που επικρατεί στην περιοχή κατά την φθινοπωρινή μετανάστευση των πεταλούδων τόσο μέσα από δικές της εμπειρίες όσο και μέσα από εμπειρίες και δραστηριότητες των ντόπιων ή και το βίντεο όπου οι ειδικοί επεξηγούν τα στάδια ανάπτυξης της πεταλούδας Monarch.

4.2.2 Διαδίκτυο και επικοινωνία

Μέχρι στιγμής είδαμε πώς υλοποιήθηκε η διεπαφή ώστε να υποστηρίζει την πρόσβαση στην πληροφορία. Αναφέραμε ότι η πρόσβαση στην πληροφορία επιτυγχάνεται επίσης μέσω του διαδικτύου με συνδέσμους σε δικτυακούς τόπους ή βάσεις δεδομένων εκπαιδευτικής αξίας και με streaming βίντεο αξιόπιστου περιεχομένου που προσδίδει στην αυθεντικότητα του ANIMath. Το διαδίκτυο όμως πέρα από την δυνατότητα πρόσβασης σε πληροφορία, προσφέρει και την δυνατότητα της επικοινωνίας.

Το ANIMath κάνει αξιοποίηση αυτής της επικοινωνιακής διάστασης του διαδικτύου με την σύνδεση του στην πλατφόρμα e-Class. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Ηλεκτρονικών Μαθημάτων και αποτελεί την πρόταση του Ακαδημαϊκού Διαδικτύου GUNet για την υποστήριξη της Υπηρεσίας Ασύγχρονης

Τηλεκπαίδευσης. Η πλατφόρμα αυτή, στηρίζεται στη φιλοσοφία λογισμικού ανοικτού κώδικα με κύριους άξονες στο σχεδιασμό της

- την ευκολία χρήσης
- την προσαρμοστικότητα στις απαιτήσεις
- την ευκολία αναβάθμισης και επέκτασης

Η πλατφόρμα e-class βασισμένη στη πλατφόρμα claroline αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα αποθήκευσης ,οργάνωσης και παρουσίασης εκπαιδευτικού υλικού στο οποίο ο εκπαιδευτικός έχει διαχειριστικό ρόλο καθώς είναι αυτός που δημιουργεί και σχεδιάζει το ηλεκτρονικό μάθημα. Συγκεκριμένα ο εκπαιδευτικός εγγράφει και διαγράφει μέλη, εισάγει το ψηφιακό υλικό του μαθήματος, δημιουργεί ομάδες συζητήσεων και ασκήσεις αξιολόγησης. Τα στοιχεία του συνθέτουν ένα ψηφιακό μάθημα και εισάγονται (μερικά ή όλα) και ελέγχονται από τον καθηγητή είναι τα ακόλουθα:

- Αντζέντα που παρουσιάζει χρονικά τα γεγονότα σταθμούς του μαθήματος (διαλέξεις, συναντήσεις, αξιολογήσεις κτλ)
- Έγγραφα που περιέχουν το εκπαιδευτικό υλικό του μαθήματος (κείμενα, παρουσιάσεις κτλ)
- Ανακοινώσεις που αφορούν το μάθημα και ενημερώνουν τους εκπαιδευόμενους
- Περιοχές συζητήσεων για ανταλλαγή απόψεων και ιδεών σε θέματα σχετικά με το μάθημα
- Ομάδες Εργασίας (ανοικτές ή κλειστές) που απαρτίζονται από εκπαιδευόμενους και καθηγητές
- Σύνδεσμοι από το διαδίκτυο που αφορούν το μάθημα
- Λίστα με τους εγγεγραμμένους Χρήστες του μαθήματος ,το ρόλο τους (εκπαιδευόμενος, καθηγητής, διαχειριστής) και το email τους
- Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης τις οποίες δημιουργεί ο καθηγητής του μαθήματος
- Περιγραφή Μαθήματος όπου δίνονται πληροφορίες που αφορούν τους στόχους ,την δομή του, τους καθηγητές που το υποστηρίζουν κτλ
- Βίντεο όπου υπάρχουν αρχεία βίντεο (τύπου mpeg, avi κτλ) που έχει ανεβάσει στην πλατφόρμα ο καθηγητής
- Βιντεοσκοπημένα μαθήματα όπου υπάρχουν σύνδεσμοι ψηφιοποιημένων διαλέξεων του μαθήματος ή άλλο οπτικοακουστικό υλικό
- Κουβέντα όπου μπορούν να πραγματοποιούνται συζητήσεις σε πραγματικό χρόνο ανάμεσα σε εκπαιδευτικό και εκπαιδευόμενο
- Χώρος ανταλλαγής αρχείων όπου μπορεί να γίνει ανταλλαγή οποιουδήποτε αρχείου μεταξύ εκπαιδευτικού και εκπαιδευόμενου

Παρά τις δυνατότητές της, κρίνουμε ότι η πλατφόρμα αυτή ενδεχομένως να μην είναι η καλύτερη επιλογή. Ο ενδοιασμός μας σχετίζεται άμεσα με το γεγονός ότι η

πλατφόρμα αφορά την εξυπηρέτηση αναγκών της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Η σύνδεση με μία πλατφόρμα τηλεεκπαίδευσης, είναι ένα θέμα που πρέπει να ερευνηθεί περισσότερο και είναι έξω από τους στόχους αυτής της εργασίας. Ωστόσο αναφέρουμε ενδεικτικά και την ύπαρξη και άλλων πλατφόρμων όπως το WebCT, το οποίο είναι στη ίδια σχεδόν φιλοσοφία με το e-class. Σημειώνουμε επίσης και την ύπαρξη της πλατφόρμας moodle. Ο σχεδιασμός του Moodle και η ανάπτυξή του βασίζονται σε μία συγκεκριμένη φιλοσοφία για την εκπαίδευση, έναν τρόπο σκέψης, γνωστό ως «Κοινωνική Εποικοδομητική Μάθηση». Μία ακόμα πλατφόρμα είναι η atutor,⁸ η οποία αν και έχει πιο γραφικό περιβάλλον από τις προαναφερθείσες, προορίζεται και αυτή για φοιτητές. Θεωρούμε ότι ίσως θα ήταν χρήσιμο να κατασκευαστεί αρχικά ένα φόρουμ επικοινωνίας για τις ανάγκες του ANIMath, το οποίο και να εξελιχθεί κατόπιν παρατήρησης της χρήσης που κάνουν οι μαθητές. Ενδεχομένως μία δοκιμή στην πλατφόρμα e-class να φέρει στην επιφάνεια στοιχεία χρήσιμα για το σχεδιασμό του φόρουμ ή για την επιλογή κάποιας άλλης πλατφόρμας.

4.2.3 Η ευχρηστία

Στο διεθνές πρότυπο ISO/IEC 9241-11, η ευχρηστία ορίζεται ως η δυνατότητα ενός προϊόντος που χρησιμοποιείται από καθορισμένους χρήστες, με καθορισμένους στόχους, υπό καθορισμένες συνθήκες χρήσης να είναι αποτελεσματικό, αποδοτικό, και να παρέχει υποκειμενική ικανοποίηση στο χρήστη (Ακουμιανάκης, 2006).

Ο Ακουμιανάκης (2006) αναφέρει την απλότητα ως ένα σημαντικό παράγοντα ευχρηστίας. Η χρησιμότητα δηλαδή δεν θα πρέπει να θυσιάζεται για χάρη της λειτουργικότητας. Η διεπαφή θα πρέπει να είναι απλή και άμεση. Μια πρόχειρα οργανωμένη διεπαφή, φορτωμένη με πολλές προχωρημένες λειτουργίες, αποσπά τους χρήστες από την ολοκλήρωση των εργασιών τους. Αντίθετα, μια καλά οργανωμένη διεπαφή η οποία υποστηρίζει τις εργασίες του χρήστη, «αφομοιώνεται» εύκολα και επιτρέπει στο χρήστη να εργαστεί αποτελεσματικά. Επίσης οι βασικές λειτουργίες θα πρέπει να είναι άμεσα φανερές προς διευκόλυνση των χρηστών. Τέλος, ο Ακουμιανάκης (2006) αναφέρει ότι ο αριθμός των αντικειμένων και των λειτουργιών θα πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός που επιτρέπει στους χρήστες να περατώσουν την εργασία τους χωρίς περιττές δυσκολίες και περαιτέρω επιβαρύνσεις. Κατά τον σχεδιασμό του ANIMath φροντίσαμε να λάβουμε υπόψη τα όσα ο Ακουμιανάκης (2006) αναφέρει σχετικά με την απλότητα. Φροντίσαμε ώστε το ANIMath να έχει μία απλή και κατανοητή δομή και να συμπεριλαμβάνει μόνο απαραίτητες λειτουργίες. Και ενέργειες που εκτελούνται πάντα με τον ίδιο τρόπο σε κάθε σημείο αλληλεπίδρασης με την διεπαφή. Φροντίσαμε ώστε να υπάρχει συνέπεια στη δομή και υπακοπή σε πρότυπα, τα οποία να μην αλλάζουν από σελίδα σε σελίδα. Κάθε σελίδα του περιβάλλοντος έχει σχεδιαστεί με την ίδια φιλοσοφία: υπάρχει ένα μενού στα αριστερά, ένα άνω πλαίσιο με έναν τίτλο χαρακτηριστικό του περιεχομένου της ενότητας και το κύριο/ βασικό πλαίσιο (main frame) όπου παρουσιάζεται το

⁸ <http://www.atutor.ca/atutor/demo.php>

εκπαιδευτικό υλικό ανάλογα με την επιλογή του χρήστη. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να έχουν σαφή και ξεκάθαρη άποψη για το νόημα των λέξεων, των συμβόλων, των καταστάσεων και των δράσεων που διεκπεραιώνονται.

Η χρήση απλού κειμένου και όχι κειμένου σε γραφικά για τον κύριο όγκο πληροφορίας της σελίδας αυξάνει τη χρηστικότητα μιας σελίδας⁹. Το απλό κείμενο μπορεί με τη διαδικασία αντιγραφής-επικόλλησης να μεταφερθεί και σε άλλα περιβάλλοντα (π.χ. word) προς διευκόλυνση των χρηστών. Επιπλέον, το απλό κείμενο είναι αυτό που μπορεί να ρυθμιστεί σε μέγεθος και χρώμα από το χρήστη μέσω του προγράμματος ανάγνωσης ιστοσελίδων (φυλλομετρητή/ browser). Επίσης, η έντονη χρωματική διαφορά μεταξύ γραμματοσειράς και φόντο, με ιδανικό το συνδυασμό μαύρης γραμματοσειράς σε άσπρο φόντο, αυξάνει την αναγνωσιμότητα μιας ιστοσελίδας. Κατά τον σχεδιασμό της διεπαφής του ANIMath μεριμνήσαμε ώστε η επιλογή των χρωμάτων και το μέγεθος και χρώμα της γραμματοσειράς να είναι τέτοια που να καθιστά ευανάγνωστα τα κείμενα μας. Για την επιλογή χρωμάτων αξιοποιήσαμε το Colour Scheme Generator¹⁰, μία γεννήτρια παραγωγής συνδυασμών χρωμάτων ώστε να αποφύγουμε να κουράζουμε τον αναγνώστη/ μαθητή. Το κείμενο είναι κυρίως απλό, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα στη διαδικασία της αντιγραφής-επικόλλησης και στη ρύθμιση χρωμάτων και μεγέθους γραμμμάτων από τον εκάστοτε φυλλομετρητή.

Η ευχρηστία μιας ιστοσελίδας μπορεί να ερμηνευθεί σαν οι βαθμοί ελευθερίας που δίνονται στο χρήστη, να παραμετροποιήσει τη σελίδα αυτή κατά το δοκούν. Στην περίπτωση του βίντεο, θα πρέπει να δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να αλληλεπιδράσει με το μέσο αυτό, παύοντας, σταματώντας, ξεκινώντας ή παίζοντας το βίντεο από το σημείο που επιθυμεί¹¹. Αυτό είναι κάτι που έχει ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό του ANIMath. Τα διάφορα βίντεο παρέχουν την δυνατότητα χειρισμού της αναπαραγωγής στον μαθητή.

Οι σύνδεσμοι (links) σε μια ιστοσελίδα είναι αυτοί που υποστυλώνουν την παντοδυναμία του διαδικτύου, μέσω της πλοήγησης από τη μια σελίδα στην άλλη. Οι κανόνες ευχρηστίας ορίζουν¹² ότι οι σύνδεσμοι είναι σκόπιμο να δομούνται από

⁹ ανακτήθηκε από http://universalusability.com/access_by_design/text/index.html

¹⁰ Colour Scheme Generator: <http://www.wellstyled.com/tools/colorscheme2/index-en.html>

¹¹ ανακτήθηκε από http://universalusability.com/access_by_design/audio_and_video/index.html

¹² ανακτήθηκε από http://universalusability.com/access_by_design/links/index.html

απλό κείμενο και όχι από εικόνα κείμενο σε μορφή εικόνας, ώστε να μπορούν να μεγεθυνθούν με τη μεγέθυνση της γραμματοσειράς μιας σελίδας. Συνιστάται η χρήση οπτικών εφέ, συνήθως της υπογράμμισης των συνδέσμων για τη διαφοροποίηση τους από το υπόλοιπο κείμενο. Είναι σημαντικό επίσης να διαφοροποιούνται (συνήθως χρωματικά) οι σύνδεσμοι που ο χρήστης έχει ήδη επισκεφτεί από αυτούς που δεν έχει επισκεφτεί, ώστε να βοηθιέται έτσι η πλοήγησή του και να αποφεύγεται η άσκοπη επανα-επίσκεψη σελίδων. Ένας τελευταίος παράγοντας που υποβοηθά την πλοήγηση είναι η πληροφορία-προσανατολισμός για τη θέση του χρήστη μέσα σε μια ιστοσελίδα. Στη διεπαφή ANIMath, οι περισσότεροι σύνδεσμοι είναι σε μορφή κειμένου. Όπου υπάρχει σύνδεσμος μέσω εικόνας υπάρχει και το κατάλληλο μήνυμα προς τον χρήστη. Όσον αφορά το θέμα μεγέθυνσης του κειμένου στις εικόνες θεωρούμε ότι αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα αφού έχει φροντίσαμε όπως προαναφέραμε να γίνει προσεκτική επιλογή της γραμματοσειράς του κειμένου στις εικόνες ώστε να μην τίθεται θέμα δυσκολίας ανάγνωσης.

Ο Ακουμιανάκης (2006) θέτει ως μία επιπλέον γεννήτρια ζητήματος ευχρηστίας την αναγνωσιμότητα του εικονικού κόσμου μέσω αναφοράς στον πραγματικό. Με αυτό ο Ακουμιανάκης εννοεί ότι το κάθε σύστημα θα πρέπει να χρησιμοποιεί γλώσσα απλή, κατανοητή και αποδεκτή από τον χρήστη και όχι σύνθετη και δυσνόητη. Θεωρεί ότι είναι χρήσιμο κατά τον σχεδιασμό να ακολουθούνται συμβάσεις και μεταφορές που οι χρήστες γνωρίζουν ήδη από προηγούμενες εμπειρίες. Κατά το σχεδιασμό του ANIMath λάβαμε υπόψη ότι η απλή και καλά δομημένη γλώσσα και η χρήση επικεφαλίδων για κάθε νοηματική ενότητα, όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση, έτσι και στην διεπαφή ιστοσελίδας, συνεισφέρουν στη σύλληψη των σωστών νοημάτων και στην ταχύτητα της πλοήγησης των μαθητών στο περιβάλλον του ANIMath. Η γλώσσα που χρησιμοποιείται φροντίζουμε ώστε να είναι απλή και να μην δημιουργεί σύγχυση στους μαθητές δημοτικού. Τα σύντομα μηνύματα και τα εικονίδια στα διάφορα μενού, φροντίζουμε ώστε να υποψιάζουν τον χρήστη για το περιεχόμενο της πληροφορίας που θα παρουσιαστεί κατόπιν επιλογής τους.

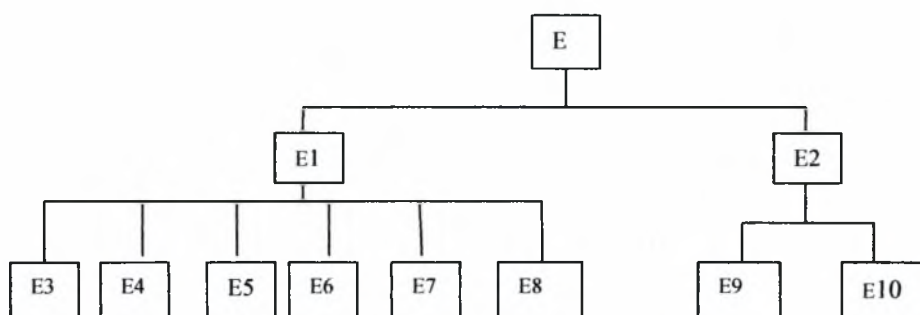
Κατά το σχεδιασμό στοχεύαμε σε ένα καλαισθητό αποτέλεσμα ώστε να δημιουργηθεί η αίσθηση ικανοποίησης στο χρήστη/μαθητή. Γνωρίζουμε βέβαια ότι η αισθητική εντύπωση που δημιουργεί μια σελίδα σε έναν χρήστη δεν καθορίζεται μόνο από τα γραφικά αντικείμενα που περιέχει αλλά πολύ περισσότερο από το σκοπό που θέλει να επιτύχει ο σχεδιαστής χρησιμοποιώντας τα αντικείμενα αυτά. Επομένως, ως αισθητική αντιλαμβάνεται ο βαθμός συμφωνίας μεταξύ του στόχου του σχεδιαστή και της εντύπωσης που αποκομίζει ο χρήστης. Είναι προφανές πως δεν υπάρχουν οδηγίες για τη δομή μιας καλαισθητής σελίδας. Η αισθητική της διεπαφής είναι, ως επί το πλείστον, θέμα υποκειμενικό του σχεδιαστή ο οποίος αφού συλλάβει το θέμα που θέλει να πραγματευτεί η σελίδα του, πρέπει να έχει το ταλέντο να επικοινωνήσει αυτή την αντιληπτική του ικανότητα και στους αποδέκτες της σελίδας.

4.3 Η παραγωγή της σχεδιαστικής λύσης

Το επόμενο βήμα ήταν αυτό της παραγωγής της σχεδιαστικής λύσης. Πριν καταλήξουμε στον τελικό σχεδιασμό καταφύγαμε σε μεθόδους δημιουργίας πρωτότυπων οθονών καθώς και διαγραμμάτων περιπτώσεων χρήσης και σεναρίων μάθησης. Διαπιστώσαμε ότι οι αρχικές σχεδιαστικές μας ιδέες βελτιώθηκαν κατόπιν ενσωμάτωσης των σχολίων και των αντιδράσεων δευτερευόντων χρηστών (π.χ εκπαιδευτικών), που προκλήθηκαν από πρωτότυπα σχεδιαστικών λύσεων είτε στο χαρτί είτε στον υπολογιστή..

Η τελική δομή του περιβάλλοντος είναι δενδροειδής και δείχνεται στο σχήμα. που ακολουθεί. Οι κύριες ενότητες που μπορεί να επιλέξει ο χρήστης από το κεντρικό μενού είναι οι εξής:

- E: Αρχική οθόνη ANIMath «Μετρώ με πεταλούδες»
- E1: Βασική οθόνη επιλογής ενοτήτων
- E2: Βασική οθόνη μετάβασης στο χώρο επικοινωνίας «Ας κουβεντιάσουμε»
- E3: Ενότητα: “Γνωριμία με την πεταλούδα”
- E4: Ενότητα: “Το ταξίδι της πεταλούδας”
- E5: Ενότητα: “Η πεταλούδα στο χρόνο”
- E6: Ενότητα: “Το θερμόμετρο της πεταλούδας”
- E7: Ενότητα: “Στον κόσμο των ειδικών”
- E8: Ενότητα: “Μια πεταλούδα στη ζυγαριά”
- E9: Διαδραστική οθόνη επιλογής μετάβασης στο φόρουμ
- E10: Διαδραστική οθόνη επενθύμισης των ιδεών προς συζήτηση



Η κάθε ενότητα είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρείται η ίδια δομή και υπάρχει υπακοή σε πρότυπα. Κάθε οθόνη ενότητας έχει ένα μενού επιλογών στα αριστερά (αριστερό μενού). Το μενού περιλαμβάνει τα «κουτάκια» που οδηγούν στο αντίστοιχο εκπαιδευτικό υλικό, αυτά που οδηγούν στην δραστηριότητα και αυτό που επανεκκινεί το περιβάλλον με την μετάβαση του χρήστη στην αρχική σελίδα της διεπαφής, δηλαδή στη αρχική οθόνη «Μετρώ με πεταλούδες». Το εκπαιδευτικό υλικό, τα μηνύματα προς τους χρήστες-μαθητές, οι οδηγίες και οι δραστηριότητες απεικονίζονται στη κύρια περιοχή της σελίδας(main frame) μετά την επιλογή του χρήστη-μαθητή από το αριστερό κατακόρυφο μενού.

Η διεπαφή του ψηφιακού περιβάλλοντος αυθεντικής μάθησης για τα μαθηματικά, ANIMath, αποτελείται από μία βασική οθόνη πλοήγησης με τις έξι κύριες ενότητες, οι οποίες συνδέονται σε αυτή και παραπέμπουν στο εκπαιδευτικό υλικό. Στο δεξί

μέρος της βασικής οθόνης πλοήγησης υπάρχει επιπρόσθετα το εικονίδιο μετάβασης στο χώρο επικοινωνίας και ηλεκτρονικής κουβέντας. Τέλος στη διάθεση των μαθητών βρίσκεται ένα slideshow με τα θέματα που πραγματεύεται το περιβάλλον διατυπωμένα σε ερωτήματα



Εικόνα 4.1 : Αρχική οθόνη διεπαφής του ANIMath

Ο μαθητής-τρια είναι ελεύθερος-η να επιλέξει όποια από τις ενότητες επιθυμεί. Η επιλογή πλοήγησης είναι ελεύθερη. Εντούτοις χωρίς να θέλουμε να δεσμεύσουμε τον μαθητή, θεωρούμε λογικό ο τελευταίος να ξεκινήσει την περιήγηση του στο περιβάλλον με την ενότητα «Γνωριμία με την πεταλούδα». Κάθε ενότητα εξετάζει από διαφορετική σκοπιά την πεταλούδα και εντοπίζει τα μαθηματικά που κρύβονται εκεί. Κρίνουμε σκόπιμο να αναφερθούμε συνοπτικά στο περιεχόμενο της κάθε ενότητας και να παραθέσουμε και εικόνες από αυτές:

Στον κόσμο των ειδκών: Οι μαθητές-τριες έχουν στην διάθεση τους υλικό από επιστημονικά πειράματα, από τις παρατηρήσεις των επιστημόνων, από βιώματα και εμπειρίες ειδικών. Το κρίσιμο ερώτημα εδώ είναι πώς οι ειδικοί καταφέρνουν και μετρούν το πλήθος των διαφόρων ειδών των πεταλούδων. Στόχος είναι ο προβληματισμός των μαθητών-τριων σχετικά με τεχνικές μέτρησης ενός μεγάλου πλήθους και σε προσεγγιστικά μοντέλα υπολογισμών που βασίζονται σε μαθηματικούς τύπους. Για την διεκπεραίωση του στόχου έχει δημιουργηθεί μία δραστηριότητα που εμπεριέχει δύο φύλλα εργασίας. Παρακάτω παραθέτουμε χαρακτηριστικές σελίδες της ενότητας αυτής.

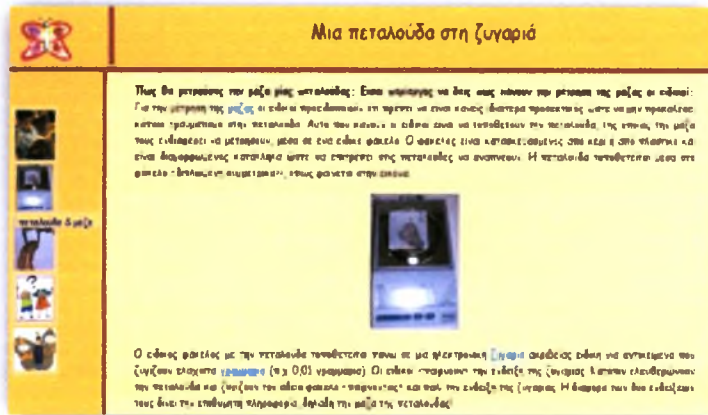


Εικόνα 4.2:
«Το πείραμα» στην
ενότητα «Στον κόσμο
των ειδικών»



Εικόνα 4.3:
«Οι εμπειρίες των
ειδικών» στην ενότητα
«Στον κόσμο των
ειδικών»

Μια πεταλούδα στην ζυγαριά: Στην διάθεση των μαθητών-τριών βρίσκονται κείμενα που αφορούν την μάζα και το μέγεθος των διαφόρων ειδών της πεταλούδας. Στόχος είναι ο προβληματισμός τους σχετικά με το πώς μετράμε την μάζα και το μήκος των φτερών μιας πεταλούδας και τι τιμές αποφέρουν συνήθως αυτές οι μετρήσεις. Επιπρόσθετα στοχεύουμε στην εξοικείωση των μαθητών με τις διάφορες μονάδες μέτρησης μέσα από συσχετίσεις που προκύπτουν από πραγματικά δεδομένα. Φωτογραφίες, κείμενα, δραστηριότητες και τρία φύλλα εργασίας είναι ειδικά επλεγμένα και κατασκευασμένα για την διεκπεραίωση των στόχων αυτής της ενότητας. Κρίνουμε σκόπιμο να παραθέσουμε χαρακτηριστικές σελίδες της διεπαφής:



Εικόνα 4.4:
«Μια πεταλούδα στη ζυγαριά»

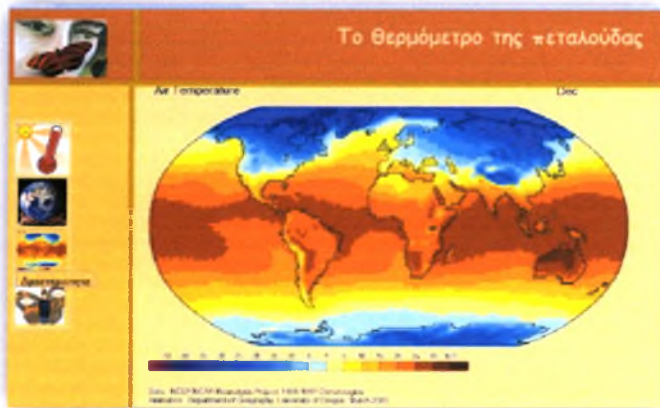
Εικόνα 4.5:
«Μετρήσεις που αφορούν το μέγεθος της πεταλούδας»



Το θερμοόμετρο της πεταλούδας: Οι μαθητές-τριες έχουν στην διάθεση τους κείμενα και οπτικοακουστικό υλικό σχετικά με την επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη και στην επιβίωση μιας πεταλούδας. Τις γνώσεις που αποκόμισαν από το εκπαιδευτικό υλικό καλούνται να συνθέσουν και να αξιοποιήσουν προκειμένου να φέρουν σε πέρας μία συνεργατική δραστηριότητα. Ένας παγκόσμιος χάρτης αλλάζει χρώματα καθώς αλλάζουν οι μήνες. Κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε κάποια θερμοκρασία. Οι μαθητές-τριες καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις που αφορούν την επιβίωση της πεταλούδας για τα διάφορα μέρη του κόσμου μας δείχνοντας παράλληλα ότι μπορούν να εξάγουν την πληροφορία που αναπαριστά ο χάρτης.



Εικόνα 4.6:
«Προβληματισμοί σχετικά με περιβαλλοντικά θέματα»



Εικόνα 4.7:
Δραστηριότητα:
Ερμηνεία χάρτη

Η πεταλούδα στο χρόνο: Σε αυτή την ενότητα οι μαθητές-τριες καλούνται να ερμηνεύσουν πολλαπλές αναπαραστάσεις, να εξαγάγουν συμπεράσματα και να κάνουν μελλοντικές προβλέψεις. Στην διάθεση τους έχουν στοιχεία που αφορούν το πλήθος των διαφόρων ειδών της πεταλούδας από το 1994 έως και σήμερα. Η γνώση αναπαρίσταται πολλαπλά/ πολυτροπικά καθώς τα απαραίτητα δεδομένα παρουσιάζονται σε κείμενο, σε πίνακες και σε γραφικές παραστάσεις. Οι μαθητές-τριες καλούνται να συμμετέχουν σε δραστηριότητες και να απαντήσουν ερωτήσεις καθώς και να κάνουν μελλοντικές προβλέψεις.. Τέλος και δεδομένου ότι εγείρονται κάποια θέματα προς συζήτηση που σχετίζονται με το περιβάλλον και την προστασία του έχουμε μεριμνήσει να υπάρχει σχετικό εκπαιδευτικό υλικό καθώς και προτροπή για συζήτηση στο forum της εφαρμογής.



Εικόνα 4.8:
Η δραστηριότητα της
ενότητας



Εικόνα 4.9:
Ο χώρος με τους πίνακες, τα ραβδογράμματα και τα φύλλα εργασίας της δραστηριότητας

Το ταξίδι της πεταλούδας: Οι μαθητές-τριες έχουν στην διάθεση τους υλικό με τις παρατηρήσεις των ειδικών και ομάδων εθελοντών παρατήρησης σχετικά με το ταξίδι μετανάστευσης της πεταλούδας Monarchs. Το υλικό περιλαμβάνει κείμενα, φωτογραφικά ντοκουμέντα και χάρτες καθώς και βίντεο. Οι μαθητές καλούνται να ερμηνεύσουν τον αλληλεπιδραστικό χάρτη φθινοπωρινής μετανάστευσης των πεταλούδων συνθέτοντας τις πληροφορίες που έχουν αποκομίσει και συμπληρώνοντας το αντίστοιχο φύλλο εργασίας



Εικόνα 4.10:
Εκπαιδευτικό υλικό σχετικά με το ταξίδι μετανάστευσης της πεταλούδας

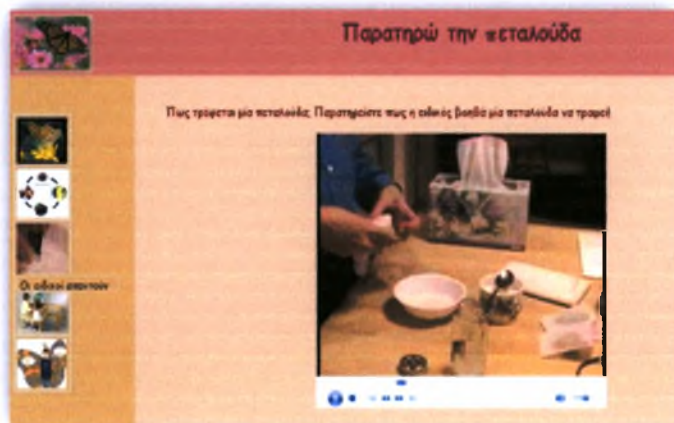


Εικόνα 4.11:
Χάρτες με εκπαιδευτικό υλικό



Εικόνα 4.12:
Η δραστηριότητα της
ενότητας- ο προς
ερμηνεία διαδραστικός
χάρτης

Γνωρίζω την πεταλούδα: Στην ενότητα αυτή οι μαθητές έρχονται σε επαφή με την μορφολογία της πεταλούδας και τον κύκλο ζωής της. Πολυμεσικές εφαρμογές, αλληλεπιδραστικές εικόνες, συνεντεύξεις με ειδικούς και κείμενα βρίσκονται στην διάθεση των μαθητών.



Εικόνα 4.13:
Οπτικοακουστικό υλικό-
οι ειδικοί σε «δράση»



Εικόνα 4.14:
«Τα μαθηματικά στον
κύκλο ζωής της
πεταλούδας»

Στο σημείο αυτό αξίζει να τονίσουμε ότι με ένα ‘κλικ’ στο χαρακτηριστικό εικονίδιο του φύλλου εργασίας , εμφανίζεται σε ξεχωριστό παράθυρο το προς συμπλήρωση φύλλο εργασίας. Το φύλλο εργασίας μπορεί να συμπληρωθεί ηλεκτρονικά και να αποθηκευτεί τοπικά ή εναλλακτικά να εκτυπωθεί και να παραδοθεί στον επόπτη εκπαιδευτικό. Επιπρόσθετα σε κάθε μία από τις ενότητες που συνοπτικά περιγράψαμε υπάρχουν ιδέες προς συζήτηση και προτροπή για συζήτηση με μετάβαση στο χώρο «Ας κουβεντιάσουμε». Στο χώρο αυτό μπορούμε να οδηγηθούμε από την βασική οθόνη πλοήγησης του ANIMath «Μετρώ με πεταλούδες». Οι μαθητές εκεί έχουν την δυνατότητα να δουν συγκεντρωμένες όλες τις ιδέες προς συζήτηση που συναντήθηκαν στις έξι ενότητες εκπαιδευτικού υλικού και περιεχομένου. Επίσης μπορούν να εισέλθουν στην εικονική σχολική τάξη e-class με σκοπό να χρησιμοποιήσουν τα προσφερόμενα εργαλεία για επικοινωνία. Η μετάβαση στο χώρο όπου υποστηρίζεται η επικοινωνία, πραγματοποιείται από μία διαδραστική εικόνα που μεταβάλλεται με την διέλευση του κέρσορα. Χαρακτηριστικές είναι οι δύο εικόνες που ακολουθούν:



Εικόνα 4.15:
Οθόνη μετάβασης
στην εικονική σχολική
τάξη

Εικόνα 4.16:
Οθόνη μετάβασης στο
χώρο συγκέντρωσης
των προς συζήτηση
ιδεών



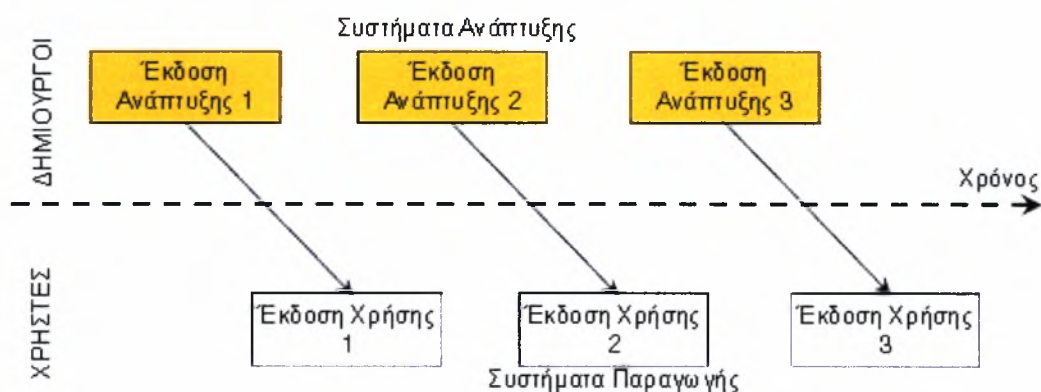
Ο χώρος ανταλλαγής μηνυμάτων και αρχείων καθώς και ο χώρος ηλεκτρονικής κουβέντας μπορεί να αξιοποιηθεί για επιπλέον δραστηριότητες, για δημοσίευση θεμάτων και υλικού που άπτονται του προς εξέταση κάθε φορά αντικειμένου. Η εικονική αυτή σχολική τάξη μπορεί να αποτελέσει μία κοινότητα που απαιτεί ηλεκτρονική εγγραφή. Τα μέλη της μπορούν να συζητούν, να δημοσιεύουν τις απόψεις τους, να συλλέγουν πληροφορίες και να αξιοποιούν τις διάφορες δυνατότητες για να διεκπεραιώσουν την εξ αποστάσεως συνεργασία τους. Το περιβάλλον λόγω της διαδικτυακής του διάστασης και η εικονική σχολική κοινότητα μπορούν να φέρουν κοντά παιδιά από όλα τα σχολεία της Ελλάδας. Αξίζει να σημειώσουμε ότι ειδικοί επιστήμονες μπορούν επίσης να αποτελούν μέλη της κοινότητας. Κάτι τέτοιο είναι εμφανές ότι θα λειτουργούσε πολύ θετικά για τους μαθητές και τις μαθήτριες αφού θα μπορούσαν να συνομιλήσουν με ειδικούς και να συλλέξουν πληροφορίες διευρύνοντας τον γνωστικό τους ορίζοντα. Θεωρούμε ότι η κοινωνική και γνωστική επαφή των εκπαιδευομένων αλλά και η επικοινωνία τους με ειδικούς ερευνητές αποτελούν μοχλό για την επίδοση, την καλλιέργεια και την ανάπτυξη μάθησης. Στόχος είναι η εικονική σχολική τάξη να μην αποτελέσει απλά και μόνο μία συνάθροιση των εκπαιδευομένων αλλά να προάγει τους τελευταίους κοινωνικά και μαθησιακά.

4.4 Το μοντέλο σχεδιασμού

Για την επιτυχή επιλογή μεθοδολογίας σχεδιασμού λογισμικού, θεωρείται σκόπιμο να επικεντρωθούμε στα χαρακτηριστικά του λογισμικού αυτού. Είναι δεδομένο πως μεθοδεύουμε την ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, το οποίο θα χαρακτηρίζεται από μεταβλητότητα ανάλογα με τη διάθεση του εκπαιδευτικού για προσθήκες και εμπλουτισμό των δραστηριοτήτων. Επομένως, θα μας διευκόλυνε ιδιαίτερα η ανάπτυξη ενός ευμετάβλητου περιβάλλοντος, το οποίο θα μπορούσε να κυκλοφορήσει ακόμα και σε εκδόσεις (versions) ώστε να καλύπτει τις αλλαγές στο εκπαιδευτικό υλικό από χρονιά σε χρονιά. Επίσης, σημαντική είναι η διαδραστική σχέση των εκπαιδευτικών και μαθητών με τους δημιουργούς του λογισμικού ώστε να βελτιώνονται πιθανές αδυναμίες του. Επομένως, ο σχεδιασμός του περιβάλλοντος θα πρέπει να είναι ανεκτικός σε αλλαγές και βελτιώσεις, οι οποίες είναι προς όφελος όλων των εμπλεκόμενων μελών (δημιουργοί- εκπαιδευτικοί - μαθητές).

Οι παραπάνω λόγοι μας ωθούν στην επιλογή του **μοντέλου ανάπτυξης σε φάσεις με χρήση αυξητικής και επαναληπτικής ανάπτυξης** για τη σχεδίαση και υλοποίηση της εφαρμογής μας. Με το μοντέλο αυτό, το σύστημα σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να παραδοθεί γρήγορα και σε τμήματα, γεγονός που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες (εκπαιδευτικούς - μαθητές) να χρησιμοποιούν ορισμένες λειτουργίες του όσο μια νέα έκδοση ή βελτίωση ετοιμάζεται. Οι δημιουργοί αναπτύσσουν την Έκδοση 1, τη δοκιμάζουν και την παραδίδουν στους χρήστες προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη λειτουργική έκδοση του συστήματος. Στη συνέχεια, και όσο οι χρήστες δουλεύουν με την Έκδοση 1, οι δημιουργοί αναπτύσσουν την Έκδοση 2. Κατά συνέπεια, οι δημιουργοί εργάζονται στην Έκδοση

$v+1$, όσο οι χρήστες δουλεύουν με τη λειτουργική Έκδοση v . Απόρροια των παραπάνω είναι η ελαχιστοποίηση του χρόνου παράδοσης της εφαρμογής, εφόσον αυτή παραδίδεται σε τμήματα (Pfleeger, 2004). Το μοντέλο ανάπτυξης σε φάσεις φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 4.17: Το μοντέλο ανάπτυξης

Οι δημιουργοί έχουν στη διάθεσή τους πολλούς τρόπους με τους οποίους μπορούν να αποφασίσουν την οργάνωση της ανάπτυξης σε διαφορετικές εκδόσεις. Οι δυο συμφέρουσες προσεγγίσεις είναι η αυξητική και η επαναληπτική ανάπτυξη. Στην **αυξητική ανάπτυξη**, το σύστημα που περιγράφηκε στα έγγραφα καθορισμού των προδιαγραφών διαμερίζεται σε υποσυστήματα με βάση τις λειτουργίες του (Pfleeger, 2004). Σε αυτήν την περίπτωση, οι εκδόσεις ορίζονται με την αρχική ανάπτυξη ενός μικρού υποσυστήματος λειτουργίας και την προσθήκη επιπλέον λειτουργιών σε κάθε νέα έκδοση. Για παράδειγμα, θα μπορούσε το περιβάλλον μας, να αποτελεί την αρχική μας Έκδοση 1 για τη διερεύνηση μαθηματικών ννοιών υπό το πρίσμα της καθημερινής ζωής, ενώ η αμέσως επόμενη Έκδοση 2 να είναι εμπλουτισμένη με επιπλέον υλικό ώστε να υποστηρίζονται έννοιες γεωμετρίας.

Αντίθετα, στην **επαναληπτική ανάπτυξη**, παραδίδεται από την αρχή ένα πλήρες σύστημα και σε κάθε νέα του έκδοση, οι λειτουργίες του κάθε υποσυστήματος τροποποιούνται (Pfleeger, 2004). Για παράδειγμα, θα μπορούσε η Έκδοση 1 του περιβάλλοντος να υποστήριζε κάποια εκπαιδευτικά αντικείμενα για την διερεύνηση μαθηματικών ζητημάτων, τα οποία όμως να μην θεωρηθούν ιδιαίτερα επιτυχημένα δεδομένων των υποδείξεων των διδασκόντων ή σύγχυσης των διδασκομένων. Συνεπώς, στην επόμενη Έκδοση 2 του περιβάλλοντος θα ασχολούμασταν επίσης με τα συγκεκριμένα μαθηματικά ζητήματα αλλά θα επικεντρωνόμασταν στη βελτίωση των προβληματικών εκπαιδευτικών αντικειμένων. Το μοντέλο αυξητικής και επαναληπτικής ανάπτυξης φαίνεται παρακάτω.

Αυξητική
Ανάπτυξη



Επαναληπτική
Ανάπτυξη



Εικόνα 4.18: Μοντέλο αυξητικής και επαναληπτικής ανάπτυξης

Όπως είδαμε, χρησιμοποιώντας ένα **συνδυασμό αυξητικής και επαναληπτικής ανάπτυξης** θα βάλουμε σε λειτουργία μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα ένα μικρό μέρος του συστήματος. Ένα τμήμα όμως είναι αρκετό ώστε οι χρήστες να έρθουν σε επαφή με την εφαρμογή, να αντλήσουν όση βοήθεια χρειάζονται και να κάνουν υποδείξεις για τη βελτίωσή της. Συγκρίνοντας με τα διαθέσιμα μοντέλα, το χρησιμοποιηθέν μοντέλο παράγει ένα σύστημα/ εφαρμογή/ περιβάλλον, το οποίο τίθεται σε λειτουργία γρηγορότερα από ότι αν χρησιμοποιούσαμε οποιοδήποτε άλλο μοντέλο, επομένως δεν παρακωλύει την εκπαιδευτική διαδικασία.

Επιπλέον, πρόκειται για ένα μοντέλο που εύκολα βελτιώνεται (ύπαρξη feedback) ώστε να προσαρμοστεί ακριβώς στις ανάγκες των χρηστών. Έτσι το συγκεκριμένο περιβάλλον καθίσταται πιο εμπορικό και πιο ανταγωνιστικό απέναντι στα άλλα περιβάλλοντα που θα λειτουργούσαν πιο «άκαμπτα» και αργοπορημένα.

Βέβαια όπως είναι φυσικό, το μοντέλο που ακολουθήσαμε έχει και πολλά μειονεκτήματα, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος οι αρχικές εκδόσεις του συστήματος να έχουν πολλές ελλείψεις και σφάλματα, τα οποία σίγουρα θα προκαλούν δυσαρέσκεια στους χρήστες. Υπάρχει και ο κίνδυνος η τελειοποίηση του συστήματος να αργήσει πολύ, λόγω της συνεχούς αλληλεπίδρασης των χρηστών με τους προγραμματιστές και της συνεχούς αύξηση των απαιτήσεων των πρώτων απέναντι στο σύστημα

5. Εφαρμογή και αξιολόγηση

Η εφαρμογή του ANIMath σε συνθήκες τάξης και κατόπιν η αξιολόγησή του βάσει των απαιτήσεων και των μαθησιακών του στόχων σηματοδοτεί την ολοκλήρωση του σχεδιασμού καθώς επικυρώνεται και ελέγχεται η ποιότητα του τελικού αποτελέσματος. Θεωρήσαμε ότι αυτός ο κύκλος σχεδιασμού θα έπρεπε να ολοκληρωθεί με το βέλτιστο τρόπο χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του διδακτικού πειράματος.

Το διδακτικό πείραμα αποτελεί μία μέθοδο διερεύνησης της διαδικασίας μάθησης και διδασκαλίας. Σε αντίθεση με τις «πειραματικές μελέτες», οι οποίες εστιάζουν στο αποτέλεσμα της μάθησης ελέγχοντας, μετρώντας και συσχετίζοντας μεταβλητές υπό το πνεύμα του θετικισμού, το διδακτικό πείραμα αποτελεί εναλλακτική προσέγγιση για τη μελέτη της διδακτικής παρέμβασης υιοθετώντας μια ανθρωποκεντρική σκοπιά μεθοδολογίας προσανατολισμένη στην διερεύνηση της ανάπτυξης και της διαπραγμάτευσης των νοημάτων που κατασκευάζουν τα δρώντα υποκείμενα σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά πλαίσια και εστιάζει στην ποιοτική καταγραφή όλων εκείνων των στοιχείων που αφορούν την διαδικασία της εφαρμογής (Χρονάκη, 2007)

Το διδακτικό πείραμα αποτελείται από τρεις άρρηκτα συνδεδεμένες συνιστώσες: την προσομοίωση, τα διδακτικά επεισόδια και τις ατομικές ή ομαδικές συνεντεύξεις. Τα διδακτικά επεισόδια αφορούν τον εκπαιδευτικό/ ερευνητή, έναν παρατηρητή και τους υπό έρευνα μαθητές. Ο παρατηρητής αναλαμβάνει να βοηθά τον ερευνητή στην προετοιμασία της κάθε φάσης του διδακτικού επεισοδίου. Οι ερευνητές σύμφωνα με τους Steffe και Thompson (Engelhardt et al., 2004) οφείλουν να αναπτύσσουν τρόπους και καταστάσεις αλληλεπίδρασης με τους μαθητές ώστε οι τελευταίοι να ενθαρρύνονται στην επεξεργασία και ανακατασκευή της τρέχουσας σκέψης τους (Engelhardt et al., 2004). Το διδακτικό πείραμα ενσωματώνει έναν κύκλο μάθησης με τρεις φάσεις: την φάση της διερεύνησης, την φάση της εισαγωγής στο σενάριο και την φάση της εφαρμογής όσον αφορά το σενάριο. Σημειώνουμε ότι στο διδακτικό πείραμα υπάρχει ένας κύκλος μάθησης που αφορά τους μαθητές και ένας που αφορά τους εκπαιδευτικούς/ερευνητές. Οι δύο αυτοί κύκλοι δρουν συμπληρωματικά και συσχετίζονται (Engelhardt et al., 2004).

Πέρα από τον σχεδιασμό, η πρακτική εφαρμογή και αξιοποίηση σε πραγματικές συνθήκες μιας διδακτικής διαδικασίας είναι αυτή που θα κρίνει την μαθησιακή αξία του ψηφιακού διαδικτυακού περιβάλλοντος αυθεντικής μάθησης ANIMath και θα συντελέσει στη διαμορφωτική του αξιολόγηση. Θεωρήσαμε λοιπόν ότι η διεξαγωγή ενός διδακτικού πειράματος σε σχολική αίθουσα θα μας βοηθούσε να εκτιμήσουμε κατά πόσο το ANIMath ανταποκρίνεται στους παιδαγωγικούς του στόχους. Πιο συγκεκριμένα με την διεξαγωγή του διδακτικού πειράματος μας ενδιαφέρει να δούμε

- κατά πόσο επιτεύχθηκε εμπλουτισμός των γνώσεων των μαθητών αλλαγή στις απόψεις μέσα από το διαδικτυακό περιβάλλον αυθεντικής μάθησης ANIMath
- ζητήματα ευχρηστίας της διεπαφής
- τρόπους εργασίας (π.χ συνεργασία, συζήτηση, αναστοχασμός)

Για τις ανάγκες της αξιολόγησης αποφασίσαμε να εκτελέσουμε ένα διδακτικό πείραμα το οποίο και περιελάμβανε 3 διακριτές φάσεις. Και οι τρεις φάσεις/στάδια του πειράματος διεξήχθησαν στη τάξη της 4^{ης} Δημοτικού σε δημοτικό σχολείο του Βόλου με την συμμετοχή 23 μαθητών. Στην πρώτη φάση του διδακτικού πειράματος προσπαθήσαμε με ημιδομημένες ομαδικές συνεντεύξεις να διερευνήσουμε τις γνώσεις των μαθητών σχετικά με τα όσα το ANIMath πραγματεύεται. Στη δεύτερη φάση του διδακτικού πειράματος έγινε η διδακτική παρέμβαση στο εργαστήριο πληροφορικής του δημοτικού σχολείου κατά την οποία οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με το περιβάλλον ANIMath και ενεπλάκησαν ομαδικά σε δραστηριότητες. Εμείς, σε αυτές τις συνεδρίες λάβαμε τον ρόλο του δασκάλου. Ο δάσκαλος της τάξης ήταν αυτός που είχε το ρόλο του παρατηρητή. Τέλος στην τρίτη και τελική φάση του διδακτικού πειράματος διεξήχθησαν και πάλι ομαδικές ημιδομημένες συνεντεύξεις. Μέσα από τις συνεντεύξεις της τελικής φάσης θελήσαμε να δούμε μέχρι που μπορεί να φτάσει η διερεύνηση της σκέψης των μαθητών καθώς επίσης και να μελετήσουμε κατά πόσο το ANIMath είναι ένα αποτελεσματικό μαθησιακό εργαλείο.

Στην ενότητα αυτή αναλύουμε τα αποτελέσματα που λάβαμε από τις τρεις φάσεις του διδακτικού πειράματος. Η πρώτη υποενότητα αναφέρεται στις απόψεις των μαθητών-τριών έτσι όπως αποκομίστηκαν από τις συνεντεύξεις της πρώτης φάσης του διδακτικού πειράματος. Η δεύτερη υποενότητα επικεντρώνει στο τι συνέβη κατά την διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, η οποία ολοκληρώθηκε σε δύο μέρες. Στην τρίτη υποενότητα επικεντρώνουμε το ενδιαφέρον μας στις απαντήσεις των μαθητών-τριών στα φύλλα εργασίας και σχολιάζουμε αυτές με την βοήθεια των απομαγνητοφωνημένων διαλόγων της τρίτης φάσης του διδακτικού πειράματος, όπου οι μαθητές εξηγούν πώς σκέφτηκαν και δούλεψαν. Η ενότητα αυτή κλείνει με το πώς αξιολογήθηκε τελικά το ANIMath.

5.1 Πώς σκέφτονται οι μαθητές μαθήτριες για τα μαθηματικά

Στη πρώτη φάση του διδακτικού πειράματος, έλαβαν χώρα ομαδικές ημιδομημένες συνεντεύξεις με τους μαθητές που θα έρχονταν σε επαφή με το ψηφιακό περιβάλλον ANIMath. Συνολικά ερωτήθηκαν 8 ομάδες με τρία ή δύο παιδιά η καθεμία. Στόχος της συνέντευξης ήταν να ανιχνεύσουμε τις ήδη διαμορφωμένες απόψεις των μαθητών σε θέματα που πραγματεύεται το διαδικτυακό περιβάλλον ANIMath, όπως θέματα μετρήσεων μήκους, βάρους, πλήθους και ερμηνείας πολλαπλών μορφών αναπαραστάσεων πληροφορίας. Μετά από προβληματισμό σχετικά με την μορφή που θα έπρεπε να πάρει η συνέντευξη καταλήξαμε ότι η ομαδική συνέντευξη θα ήταν η πλέον κατάλληλη για τους στόχους και τις ανάγκες της έρευνάς μας.

Η ομαδική συνέντευξη είναι μία τεχνική στο πλαίσιο της μεθοδολογίας της εκπαιδευτικής έρευνας που έχει την δυνατότητα να παρέχει σημαντική πληροφορία. Οι Watts και Ebbutt όπως αναφέρεται από τους Cohen και Manion, (1997), για παράδειγμα έχουν εξετάσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ομαδικής συνέντευξης ως μέσου για τη συλλογή στοιχείων στην εκπαιδευτική έρευνα. Τα πλεονεκτήματα που διαπιστώνουν οι συγγραφείς περιλαμβάνουν την δυνατότητα να αναπτυχθούν συζητήσεις παρέχοντας έτσι ένα ευρύ φάσμα απαντήσεων. Εξηγούν, «τέτοιες συνεντεύξεις είναι χρήσιμες... όταν μία ομάδα ατόμων έχουν εργαστεί μαζί για κάποιο διάστημα ή για κάποιον κοινό σκοπό, ή όταν θεωρείται σημαντικό ότι ο κάθε ενδιαφερόμενος αντιλαμβάνεται τι λένε οι άλλοι στην ομάδα»(Cohen & Manion, 1997). Για παράδειγμα, ο Lewis (1992) βρήκε ότι η αντίληψη δεκάχρονων παιδιών με σοβαρές μαθησιακές δυσκολίες αυξήθηκε σε καταστάσεις ομαδικής συνέντευξης καθώς τα παιδιά προκαλούσαν και διεύρυναν το ένα τις ιδέες του άλλου. Σε εναλλακτική περίπτωση, η ομαδική συνέντευξη μπορεί να συγκεντρώσει άτομα με διαφορετικές γνώμες ή άτομα που λειτουργούν ως αντιπρόσωποι διαφόρων συλλογικών δραστηριοτήτων (Cohen & Manion, 1997). Όσον αφορά τα μειονεκτήματα των ομαδικών συνεντεύξεων, οι Watts και Ebbutt παρατηρούν ότι έχουν μικρή χρησιμότητα όταν πρόκειται για προσωπικά ζητήματα, όπως και για καταστάσεις στις οποίες ο ερευνητής πρέπει να απευθύνει μια σειρά ερωτήσεων σε ένα συγκεκριμένο μέλος της ομάδας (Cohen & Manion, 1997). Δεδομένου ότι ο στόχος μας δεν ήταν να επεκταθούμε σε προσωπικά θέματα των ερωτούμενων, καταλήξαμε ότι πράγματι η απόφασή μας να δουλέψουμε το στάδιο της συνέντευξης με ολιγομελείς ομάδες ήταν η πλέον αρμόζουσα. Η καταγραφή των συνεντεύξεων έγινε με ψηφιακό μαγνητόφωνο. Αρχική μας σκέψη ήταν η χρήση μίας ψηφιακής βιντεοκάμερας αλλά κάτι τέτοιο δεν μας επιτράπηκε από το σχολείο και τον σύλλογο γονέων και κηδεμόνων αυτού.

Στα πλαίσια της συνέντευξης οι μαθητές και οι μαθήτριες ρωτήθηκαν αρχικά για το τι είναι μαθηματικά και τεχνολογία καθώς και για το πού οι ίδιοι τα συναντούν. Οι περισσότεροι μαθητές συνδέουν τα μαθηματικά με μαθηματικές πράξεις, προβλήματα και σύμβολα. Η πλειοψηφία αυτών δηλώνει ότι τα μαθηματικά υπάρχουν στην καθημερινή ζωή αλλά οι μαθητές αναφέρουν με μεγαλύτερη συχνότητα ότι συναντούν μαθηματικά στο σχολείο, στα σχολικά βιβλία και σε χώρους όπου διεξάγονται αγοροπωλησίες. Χαρακτηριστικά τα αποσπάσματα διαλόγου που ακολουθούν.

| | |
|------------------|--|
| Ρενέ | Η λέξη «μαθηματικά», ποιες λέξεις σας φέρνει στο μυαλό; |
| Κωνσταντίνα | Γεωμετρία, αριθμοί, κλάσματα, γράμματα, θεωρίες |
| Ηλιάνα | Αριθμητική, μαθηματικοί όροι |
| Ελίζα | Πράξεις, προβλήματα |
| Ηλιάνα | Αφαιρέσεις, προσθέσεις |
| Ρενέ | Εσείς που συναντάτε μαθηματικά; |
| Σχεδόν όλες μαζί | Στην καθημερινή ζωή. Στη καθημερινότητα |

Ηλιάνα Και στο σχολείο, στο φούρνο, στο μάθημα, σε ένα εστιατόριο
 Κωνσταντίνα Ή σε κάποιο φροντιστήριο επειδή μπορεί να είμαστε λίγο αδύναμοι στα μαθηματικά. Γενικά κάνουμε και εκεί πέρα. Στο σχολείο..

Ρενέ **Αναφέρατε το σχολείο, τον φούρνο, το φροντιστήριο... Κάπου αλλού;**

Κωνσταντίνα Στο σουπερμάρκετ
 Ελίζα όπου πρέπει να πληρώνουμε

Διάλογος 1: 2^η Ομάδα (Κωνσταντίνα, Ηλιάνα, Ελίζα)

Οι μαθήτριες της 2ης ομάδας (βλέπε διάλογο 1) παρόλο που δηλώνουν ότι συναντάνε μαθηματικά στη καθημερινή ζωή τα συνδέουν κυρίως με χώρους που τους ζητείται να πληρώνουν, περιορίζοντας κατά πολύ το ευρύ φάσμα εφαρμογής των μαθηματικών.

Ρενέ **Όταν ακούτε «μαθηματικά» ποιες λέξεις σας έρχονται στο μυαλό; Ή με άλλα λόγια τι είναι μαθηματικά;**

Αλεξία Πράξεις, διαιρέσεις,
 Χρήστος Προβλήματα, διάφορα...

Ρενέ **Που συναντάται εσείς μαθηματικά;**

Αλεξία, Ιωάννα Στη ζωή μας
 Αλεξία Συνήθως όταν θέλουμε να αγοράσουμε κάτι. Όταν θέλουμε να δούμε τα ρέστα που μας έδωσαν. Όταν μας ρωτάει κάτι ο κύριος.
 Ιωάννα Όταν μετράμε κάποια ποσότητα. Ή όταν θέλουμε να προσθέσουμε ένα νούμερο ή φύλλα χαρτιού
 Χρήστος Όταν θέλουμε να δούμε την ώρα
 Σχεδόν όλοι Καθημερινά στη ζωή
 μαζί

Διάλογος 2 : 3^η ομάδα (Αλεξία, Χρήστος, Ιωάννα)

Η 3η ομάδα διευρύνει το πεδίο όπου κανείς μπορεί να συναντήσει ή να εφαρμόσει μαθηματικά. Εντούτοις θεωρούμε ότι τα όσα αναφέρουν δεν είναι επαρκή ώστε να στηρίζουν την αναφορά τους στην «καθημερινή ζωή» Αναφέρουμε ότι οι περισσότερες ομάδες απαντούσαν σε ανάλογο ύφος, Αξίζει όμως να σημειώσουμε ένα απόσπασμα διαλόγου με την 7^η ομάδα, όπου οι μαθητές φαίνεται ότι αναγνωρίζουν την ύπαρξη μαθηματικών σε πιο αυθεντικά πλαίσια. Χαρακτηριστικό το απόσπασμα διαλόγου που ακολουθεί:

Ρενέ **Όταν ακούτε «μαθηματικά» ποιες λέξεις σας έρχονται στο μυαλό; Ή με άλλα λόγια τι είναι μαθηματικά;**

Χρήστος Πολλαπλασιασμός, πρόσθεση, διαίρεση,
 Τα προβλήματα τα δύσκολα. Η γεωμετρία

Δημήτρης Για εμένα είναι κάτι πράξεις

Ρενέ **Και αν κρίνω από την έκφρασή σου δεν σου αρέσουν τόσο;**

Δημήτρης Όχι δεν μου αρέσει

Χρήστος Εμένα μου αρέσει!

Ρενέ **Και που τα συναντάμε τα μαθηματικά;**
 Χρήστος Στο πανεπιστήμιο. Οι τοπογράφοι, ο υδραυλικός...
 Ρενέ **Γιατί οι τοπογράφοι και οι υδραυλικοί;**
 Χρήστος Χρησιμοποιούν τα μέτρα
 Δημήτρος Εμένα ο μπαμπάς μου πουλάει υφάσματα. Έρχεται κάποιος και λέει τόσα μέτρα και πρέπει να τα μετρήσει και να τα κόψει

Διάλογος 3 : 7^η ομάδα (Χρήστος, Δημήτρης)

Το επόμενο ερώτημα που απευθύνουμε στις ομάδες ήταν σχετικό με την τεχνολογία και τους χώρους όπου κανείς μπορεί να «βρει» τεχνολογία. Όλες οι ομάδες φάνηκαν ιδιαίτερα εξοικειωμένες με την τεχνολογία. Οι μαθητές δήλωσαν ότι η τεχνολογία υπάρχει παντού γύρω τους και προσπάθησαν να την ορίσουν εννοιολογικά. Όλες οι ομάδες ήταν σε θέση να προσδιορίσουν προϊόντα τεχνολογίας και φάνηκαν να αναγνωρίζουν την συμβολή της τεχνολογίας στην αναβάθμιση της ποιότητας της ζωής. Χαρακτηριστικό και αντιπροσωπευτικό είναι το απόσπασμα διαλόγου που ακολουθεί:

Ρενέ **Η τεχνολογία τι είναι; Αν θέλετε μπορείτε να μου πείτε πάλι λέξεις που σας έρχονται στο μυαλό.**
 Δήμος Κατασκευές
 Σπύρος Μηχανήματα διάφορα
 Θανάσης Εξελιγμένα μηχανήματα
 Ρενέ **Μπορείτε να μου πείτε ένα τέτοιο εξελιγμένο μηχάνημα**
 Θανάσης Το λάπτοπ
 Ρενέ **Υπάρχει εδώ σε αυτή την αίθουσα τεχνολογία;**
 Θανάσης Ναι το ψυγείο, το καλοριφέρ
 Δήμος Ο φούρνος μικροκυμάτων, και η κασετίνα είναι
 Ρενέ **Δηλαδή πώς αντιλαμβάνεστε εσείς την τεχνολογία;**
 Σπύρος Με κάτι που παλιά ήταν πιο απλό και δεν είχε τόσες δυνατότητες να χρησιμοποιήσεις και κάτι που είναι τώρα πολύ εξελιγμένο και μπορεί να κάνει πιο πολλά πράγματα

Διάλογος 4 : 5^η ομάδα (Δήμος, Σπύρος, Θανάσης)

Το επόμενο ερώτημα αφορούσε την κατανόηση των παιδιών σχετικά με τη μέτρηση ενός πολύ μεγάλου πλήθους. Ζητήσαμε λοιπόν από τις ομάδες να μας πουν πόσοι μαθητές υπάρχουν στην τάξη τους και κατόπιν πόσα έντομα υπάρχουν στον προαύλιο χώρο του σχολείου τους. Τους παροτρύναμε να μας περιγράψουν τον τρόπο που θα κάνανε τους δύο αυτούς υπολογισμούς. Όλες οι ομάδες θεώρησαν τον δεύτερο υπολογισμό πιο δύσκολο και φάνηκε ότι αδυνατούσαν να βρουν μία λύση ώστε να διεξαχθεί μία μέτρηση με ακρίβεια. Χαρακτηριστικά είναι τα επιλεγμένα αποσπάσματα διαλόγων που ακολουθούν:

Ρενέ **Πόσοι μαθητές είστε στην τάξη σας;**
 Όλοι μαζί 23
 Ρενέ **Πώς το ξέρετε ότι είστε 23;**
 Γιάννης Έχουμε μετρηθεί.
 Ρενέ **Πώς έχετε μετρηθεί;**
 Γιάννης Το ξέρουμε γιατί παλιά ήμασταν 23 μας έφυγε ένας και μετά ήρθε ο

- Χρήστος που αντικατέστησε τον Σωτήρη που μας είχε φύγει.
 Κωνσταντίνος Μπορούμε να μετρήσουμε ή ένα -ένα ή με τις 6 ομάδες που είμαστε. Είμαστε 5 ομάδες των τεσσάρων και μια των τριών. $5*4 = 20$ και $1*3=3$. Ορίστε 23!
- Ρενέ **Μάλιστα! Πόσα έντομα υπάρχουν στο προαύλιο του σχολείου σας;**
- Γιάννης Χιλιάδες... υπάρχουν και μύγες...
 Χρήστος Δεν μπορούμε να τις μετρήσουμε.
 Κωνσταντίνος Γιατί να δούμε μία και μετά από ένα λεπτό να δούμε και άλλη; Μπορεί να είναι η ίδια και να έκανε κύκλους !
- Ρενέ **Είναι εύκολο να μετρήσουμε πόσοι μαθητές είναι στην τάξη αλλά δύσκολο να μετρήσουμε τα έντομα;**
- Χρήστος Ναι Είναι πολύ δύσκολο
 Κωνσταντίνος Οι μαθητές δεν είναι όλοι ίδιοι ούτε κρύβονται για να μην μπορείς να τους μετρήσεις

Διάλογος 5: Ομάδα 4^η (Κωνσταντίνος, Γιάννης, Χρήστος)

Η 4η ομάδα, όπως φαίνεται από τον διάλογο 5, αναγνωρίζει την δυσκολία του δεύτερου υπολογισμού και αντιλαμβάνεται ότι ο τρόπος που ακολουθήθηκε ώστε να μετρηθούν οι μαθητές της τάξης δεν είναι εφαρμόσιμος στην περίπτωση υπολογισμού του πλήθους των εντόμων. Αποδίδουν την δυσκολία κυρίως στην ομοιογένεια των διαφόρων ειδών των εντόμων και στο ότι τα έντομα δεν είναι πάντα σε εμφανή σημεία.

- Ρενέ **Πόσοι μαθητές είστε στην τάξη σας;**
 Όλοι 23
 μαζί
- Ρενέ **Και πώς μετρηθήκατε;**
 Ιωάννα Ένα – ένα ή δυο- δύο
 Αλεξία Ή ανά ομάδες
- Ρενέ **Μάλιστα! Πόσα έντομα υπάρχουν στο προαύλιο του σχολείου σας;**
- Ιωάννα Ανάλογα αν είναι σε ομάδες ή διασκορπισμένα
 Αλεξία Εεε τα έντομα δεν είναι σταθερά.
- Ρενέ **Τι θα κάνατε για να τα μετρήσετε;**
 Ιωάννα Όσα βλέπαμε θα τα πιάναμε και μετά θα τα μετρούσαμε όλα μαζί και θα βλέπαμε
- Ρενέ **Και θα τα είχατε μετρήσει έτσι όλα;**
 Αλεξία Όχι δεν γίνεται να τα μετρήσουμε όλα
 Ρενέ **Από όσα λέτε καταλαβαίνω ότι υπάρχει δυσκολία στον υπολογισμό αυτό.**
- Ιωάννα Ναι είναι πολύ δύσκολο. Είναι κινούμενα για αυτό.
 Αλεξία Πρέπει να είναι κάτι στερεό για να μπορούμε να το μετρήσουμε

Διάλογος 6: Ομάδα 3^η (Ιωάννα, Αλεξία, Χρήστος)

Από τον διάλογο 6 συμπεραίνουμε ότι η ομάδα αντιλαμβάνεται την δυσκολία του δεύτερου υπολογισμού. Η Ιωάννα αποδίδει την δυσκολία στην κινητικότητα των εντόμων. Η Αλεξία πιστεύει ότι πρέπει να είναι κάτι «στερεό» και πιστεύουμε ότι στο

«στερεό» θέλει να αποδώσει την έννοια του «σταθερού», αλλά και σε αυτή την περίπτωση η πρότασή της εσωκλείει σφάλμα.

Την απάντηση στο πρόβλημα της μέτρησης του πλήθους των εντόμων προσπαθεί να δώσει και η 7^η ομάδα. Το ενδιαφέρον στο διάλογο που ακολουθεί είναι ότι οι μαθητές υποστηρίζουν αρχικά ότι έχουν υπολογίσει μετρώντας «ένα- ένα» το ζητούμενο πλήθος. Εν συνεχεία οι μαθητές το ανακαλούν αυτό και υποστηρίζουν ότι υπάρχει ειδικό μηχάνημα που εντοπίζει έντομα αλλά αδυνατούν να δώσουν μία συγκεκριμένη απάντηση στο ερώτημα σχετικά με το μηχάνημα αυτό. Μέσα από ιδέες που αλληλοαναιρούν, οι μαθητές καταλήγουν ότι είναι δύσκολος ο υπολογισμός και επίσης ανακαλούν και περισσότερο «επίσημα» ότι έχουν εκτελέσει το υπολογισμό μετρώντας «ένα-ένα» τα έντομα. Χαρακτηριστικός είναι ο διάλογος που ακολουθεί:

- Χρήστος Εγώ θα σας έλεγα. Περίπου στα 10.000- 12.000. δεν είμαι σίγουρος αλλά βλέπω συνεχώς μυρμήγκια σε κορμούς δέντρου. Κάποια μυρμήγκια είναι φονικά...
- Δημήτρης Εγώ θα έλεγα 20.000
- Ρενέ **Πώς το ξέρετε; Πώς τα μετρήσατε;**
- Δημήτρης, Χρήστος Ένα- ένα
- Ρενέ **Και μετρώντας ένα-ένα βρήκατε τους αριθμούς που μου είπατε; Είστε σίγουροι ότι τα μετρήσατε όλα;**
- Δημήτρης Εεε δεν είναι και σίγουρο
- Χρήστος Μπορούμε και με κάποιον άλλο τρόπο. Κάποιοι ίσως έχουν μηχανήματα και να τα ανιχνεύουν
- Ρενέ **Έχεις δει αυτό το μηχάνημα;**
- Χρήστος Μπορεί να υπάρχει[Αόριστη απάντηση] Να τα σκοτώσουμε και να τα μετρήσουμε! [νοιώθει ότι πρέπει να δώσει άλλη απάντηση στο πρόβλημα]
- Ρενέ Λιγάκι βάρβαρο! Και πώς θα ξέρεις ότι τα σκότωσες όλα;
- Χρήστος Αν τα εγκλωβίσουμε σε ένα στενό δρομάκι και μετράμε όσα περνάνε;
- Δημήτρης Βρήκα! Να πάμε στις φωλιές και να σκάσουμε!
- Δημήτρης Αυτό είναι επικίνδυνο! Υπάρχουν και φονικά και θα έρθουν πάνω σου.[σκέφτεται] Πραγματικά είναι δύσκολο. Ίσως και εγώ να μην μετρώ αλλά να τα βλέπω μόνο.

Διάλογος 7: Ομάδα 7^η (Χρήστος, Δημήτρης)

Το ενδιαφέρον κατά την διάρκεια της 1^{ης} φάσης του διδακτικού πειράματος επικεντρώθηκε και στις απόψεις των μαθητών σχετικά με τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση πολύ μεγάλων και πολύ μικρών μαζών. Γενικότερα οι ομάδες δεν ήταν σε θέση να προσδιορίσουν το κατάλληλο εργαλείο για αυτές τις μετρήσεις αν και έδειχναν να αντιλαμβάνονται την ανάγκη για ειδικές ζυγαριές. Εντούτοις δεν είχαν εικόνα της ειδικής ζυγαριάς. Σύνηθες σφάλμα των ομάδων ήταν ότι υποστήριζαν ότι για πολύ βαριά σώματα χρειαζόμαστε μία πολύ μεγάλη και ανθεκτική ζυγαριά ενώ για πολύ ελαφριά σώματα μία πολύ μικρή ζυγαριά (διάλογος 8). Κάποιες άλλες ομάδες, όπως αυτή από όπου προέκυψε το απόσπασμα

διαλόγου που ακολουθεί (διάλογος 7), μη έχοντας εικόνα της ειδικής ζυγαριάς κατέφυγαν σε παραλληλισμούς. Είναι εμφανές ότι η ομάδα αυτή θεωρεί πως για πολύ βαριά σώματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία «ζυγαριά αυτοκινήτων» ενώ για πολύ ελαφριά μία «ζυγαριά του χαλβά». Παρόμοια, τρεις άλλοι μαθητές υποστήριξαν ότι για την μέτρηση μίας μικρής μάζας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε «ζυγαριές ακριβείας σαν αυτές των Ολυμπιακών Αγώνων για τους αρσιβαρίστες». Τέλος υπήρχαν και ομάδες που υποστήριξαν ότι ενδείκνυται και η χρήση της ζυγαριάς που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι για την μέτρηση του βάρους τους, για τον υπολογισμό της μάζας πολύ ελαφριών σωμάτων. Χαρακτηριστικά τα αποσπάσματα διαλόγων που ακολουθούν:

Ρενέ **Λοιπόν έχετε πολύ λίγα δευτερόλεπτα να σκεφτείτε ένα βαρύ σώμα(π.χ αντικείμενο, ζώο) και να μου πείτε ποιο είναι αυτό**

Αλεξάνδρα ελέφαντας

Θεσσαλία φάλαινα, αυτοκίνητο

Ρενέ **Ας πάρουμε ένα από αυτά.**

Κωνσταντίνα αρκούδα

Ρενέ **Μάλιστα. Ας πάρουμε την αρκούδα. Πώς θα μετρούσατε πόσο ζυγίζει η αρκούδα;**

Αλεξάνδρα θα την βάζαμε πάνω σε μία ζυγαριά και ανάλογα με τι θα έδειχνε η ζυγαριά, θα βλέπαμε.

Ρενέ **τι ζυγαριά; Σαν αυτή που ανεβαίνουμε εμείς;**

Θεσσαλία Όχι. ειδική ζυγαριά, για τα αυτοκίνητα, και είναι για πολύ βάρος. Θα την βάζαμε σε τέτοια ζυγαριά

Ρενέ **Αυτή η ζυγαριά πώς είναι δηλαδή;**

Αλεξάνδρα πιο μεγάλη από τις άλλες.

Θεσσαλία δεν σπάει εύκολα

Κωνσταντίνα Ναι!

Ρενέ **Και τώρα θέλω να κάνουμε το ίδιο όμως θα ήθελα να σκεφτείτε ένα πολύ ελαφρύ σώμα.**

Αλεξάνδρα Το πούπουλο

Θεσσαλία Ένα πουλί

Ρενέ **Τι πουλί;**

Θεσσαλία Το κολιμπρί

Ρενέ **Χμμ.. δεν το ξέρω!**

Θεσσαλία, Είναι πολύ λεπτό

Κωνσταντίνα

Ρενέ **Να κρατήσουμε το πούπουλο που το γνωρίζω;**

Θεσσαλία Ναι

Ρενέ **Πως θα το ζυγίζατε, το πούπουλο;**

Θεσσαλία θα το βάζαμε στη ζυγαριά, όχι σε εκείνη την ζυγαριά για τα αυτοκίνητα!

Κωνσταντίνα Θα το βάζαμε σε αυτή που ζυγίζουμε τα κιλά

Αλεξάνδρα Ναι, τα κιλά... εεε [διορθώνει] τα γραμμάρια! Ζυγαριά σαν αυτή που ζυγίζουμε το χαλβά.

Διάλογος 8: Ομάδα 1^η (Αλεξάνδρα, Θεσσαλία, Κωνσταντίνα)

- Ρενέ **Λοιπόν έχετε πολύ λίγα δευτερόλεπτα να σκεφτείτε ένα βαρύ σώμα(π.χ αντικείμενο, ζώο) και να μου πείτε ποιο είναι αυτό**
- Χάρης,Γιώργος2 Ελέφαντας, ιπποπόταμος
- Ρενέ **Μάλιστα. Πώς θα μετρούσατε πόσο ζυγίζει ο ιπποπόταμος;**
- Γιώργος1 Η ζυγαριά που θα ανεβαίναμε εμείς θα έσπαγε. Θα φτιάξουμε μία μεγαλύτερη
- Ρενέ **Πόσο θα ζυγίζει περίπου ο ιπποπόταμος**
- Γιώργος2 100 κιλά
- Γιώργος1 **Όχι μισό τόνο πιστεύω εγώ**
Τα ζώα αυτά ξεπερνούν τα 400 κιλά, καμιά φορά και το μισό τόνο
- Ρενέ **Η ζυγαριά που θα πρέπει να φτιάξουμε πώς θα είναι;**
- Γιώργος1 Μεγάλη, και να αντέχει αυτό το βάρος. Να αντέχει μέχρι 1 τόνο
- Ρενέ **Μάλιστα! Λοιπόν, ας κάνουμε το ίδιο αλλά με ένα πολύ ελαφρύ σώμα.**
- Χάρης Ένα πουλί
- Ρενέ **Ποιο όμως;**
- Χάρης Καναρίνι
- Γιώργος1 Μυρμήγκι, χελιδονόψαρο
- Ρενέ **Τι είναι αυτό;**
- Γιώργος1 Είναι ένα ψάρι που συνέχεια πηδάει έξω από το νερό. Μοιάζει με χελιδόνι.
- Ρενέ **Είναι πολύ ελαφρύ αυτό;**
- Όλοι μαζί Ναι
- Ρενέ **Να κρατήσουμε το μυρμήγκι που το γνωρίζω κιόλας. Πώς θα βρίσκαμε πόσο ζυγίζει το μυρμήγκι;**
- Γιώργος1 Θα χρειαζόμασταν μία πάρα πολύ λεπτή και μικρή ζυγαριά.
- Ρενέ **Πόσο ζυγίζει το μυρμήγκι;**
- Γιώργος1 Πιστεύω ότι το μυρμήγκι ζυγίζει 1 γραμμάριο. Θέλουμε μία ζυγαριά που ζυγίζει με την λεπτομέρεια..
- Ρενέ **Και πώς θα είναι αυτή η ζυγαριά;**
- Γιώργος1 Μπορεί να είναι σαν τετράγωνο όπως είναι οι δικές μας αλλά πιο μικρή στο μέγεθος.

Διάλογος 9: Ομάδα 6^η (Χάρης, Γιώργος, Γιώργος)

Από την συζήτηση με τους μαθητές κατά την διάρκεια των συνεντεύξεων αντιληφθήκαμε ότι υπήρξαν δύο ομάδες με πολύ καλές ιδέες σχετικά με το πώς μπορεί να διεξαχθεί η μέτρηση. Κατά την διάρκεια της συνέντευξης με τις δύο αυτές ομάδες, έγινε αναφορά στην συμβολή των ειδικών σε τέτοιες δύσκολες και πολύπλοκες μετρήσεις. Οι ιδέες αυτές εξαιτίας διαφωνιών μπορεί να μην επικράτησαν σαν λύσεις στο πρόβλημα της μέτρησης μάζας, αλλά φυσικά παρουσιάζουν ιδιαίτερη αξία και ενδιαφέρον. Χαρακτηριστικός και αντιπροσωπευτικός των δύο απαντήσεων είναι ο διάλογος 10 με την 5^η ομάδα που ακολουθεί:

Ρενέ **Λοιπόν έχετε πολύ λίγα δευτερόλεπτα να σκεφτείτε ένα βαρύ σώμα (π.χ αντικείμενο, ζώο) και να μου πείτε ποιο είναι αυτό**
 Ο ένας Το ψυγείο
 συμπληρώνει Ένα πετρελαιοφόρο πλοίο
 τον άλλον Ένα άγαλμα
 Ρενέ **Ας πάρουμε το πετρελαιοφόρο πλοίο. Πώς θα βρίσκατε τη μάζα του;**
 Σπύρος Σε μία ειδική ζυγαριά
 Ρενέ **Και πώς θα είναι αυτή η ζυγαριά;**
 Δήμος Θα είναι όσο όλο το προαύλιο.
 Σπύρος Και κοντά στη θάλασσα για να βάλουμε το πλοίο.
 Θανάσης Πριν πάει στη θάλασσα το πλοίο, δεν μπορούν οι ειδικοί να ξέρουν; Π.χ η μία πτέρυγα του πλοίου έχει αυτά τα υλικά και υπολογίζουν πόσο ζυγίζει. Και μετά επί δυο αν έχει δύο πτέρυγες το πλοίο. Ε;
 Σπύρος, [Οι άλλοι δύο διαφωνούν] Όχι πρέπει να πάει στη ζυγαριά!
 Δήμος

Διάλογος 10: Ομάδα 5^η (Δήμος, Σπύρος, Θανάσης)

Τέλος υπήρχε και μία ομάδα που έκανε λόγο για την αξιοποίηση ηλεκτρικών ζυγαριών στις μετρήσεις αυτές. Αξίζει να αναφερθεί ότι αν και ανέφεραν τις ηλεκτρικές ζυγαριές δεν είχαν μία καλή εικόνα αυτών και δεν έδειχναν ότι είναι σίγουροι ότι η χρήση τους δίνει λύση στο πρόβλημα της μέτρησης. Χαρακτηριστικό το απόσπασμα διαλόγου που ακολουθεί:

Ρενέ **Ας μείνουμε στον ιπποπόταμο. Πώς θα βρίσκατε πόσο ζυγίζει;**
 Δημήτρης Νομίζω με ηλεκτρικές ζυγαριές.
 Χρήστος Όχι! [διαφωνεί] Τι ηλεκτρικές ζυγαριές; Υπάρχουν ζυγαριές με σίδηρο και ελατήρια.
 Ρενέ **Γιατί όχι ηλεκτρικές ζυγαριές;**
 Χρήστος Ο ελέφαντας χοντρικά θα είναι... σκέπτομαι τώρα....
 Εεε... δέχομαι εντάξει ότι ίσως θα μπορούσε να είναι ηλεκτρική. Ίσως είναι σωστό. Αλλά υπάρχουν και με ελατήριο.
 [Θόρυβος]
 Ρενέ **Μάλιστα. Ας κάνουμε το ίδιο με ένα πολύ ελαφρύ σώμα.**
 Χρήστο, Σκουλήκι, σκαθάρι, μυρμήγκι
 Δημήτρης
 Ρενέ **Με τι θα βρίσκατε τη μάζα των σκουληκιών ή των μυρμηγκιών;**
 Χρήστος Ειδικές ζυγαριές νομίζω
 Ρενέ **Και πώς τις φαντάζεστε αυτές τις ειδικές ζυγαριές;**
 Δημήτρης Γενικά να μην σπάνε εύκολα
 Χρήστος Σαν τις δικές μας αλλά πολύ ελαφριές και να καταλαβαίνουν το βάρος των σκουληκιών και των μυρμηγκιών

Διάλογος 11: Ομάδα 7^η (Δημήτρης, Χρήστος)

Στο διάλογο 11 αξίζει να παρατηρήσουμε την απάντηση του Χρήστου στο τελευταίο ερώτημα. Ο Χρήστος φαίνεται να πιστεύει ότι μία ελαφριά ζυγαριά είναι η κατάλληλη για την μέτρηση ελαφρών μαζών.

Οι ομάδες κατά την διάρκεια της πρώτης φάσης του διδακτικού πειράματος ερωτήθηκαν επίσης για το πώς θα μετρούσαν πολύ μεγάλες και μικρές αποστάσεις. Η πλειοψηφία των ομάδων αναφέρει ότι θα μετρούσε πολύ μεγάλες αποστάσεις και μήκη με τον χλιομετρητή του αυτοκινήτου ή με ειδικά μηχανήματα που όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν «σκανάρουν το μήκος». Για πολύ μικρά μήκη οι μαθητές προτείνουν κυρίως την χρήση του χάρακα. Όπως μπορεί κανείς να διαπιστώσει από τα αποσπάσματα διαλόγων που ακολουθούν δεν είναι εύκολο να εξάγουμε ένα γενικότερο συμπέρασμα αφού υπάρχει μία ποικιλία ιδεών για το πώς μπορούν να διεξαχθούν οι μετρήσεις αυτές. Με σιγουριά όμως μπορούμε να πούμε ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται το ότι η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει στη επιτυχή διεξαγωγή αυτών των μετρήσεων.

Ρενέ **Πώς θα μετρούσατε μία πολύ μικρή απόσταση ή ένα πολύ μικρό μήκος;**

Ιωάννα Πόση μικρή;

Ρενέ **Πριν λέγαμε για μυρμήγκι. Ας πούμε το μήκος του μυρμηγκιού**

Αλεξία Με χάρακα

Ιωάννα Με τα δάχτυλα

Ρενέ **Και πόσα δάχτυλα θα ήταν;**

Ιωάννα Ένα δάχτυλο. [Δείχνει το μικρό της δάχτυλο]. Εεε [διορθώνει] ούτε ένα δάχτυλο. Ένα νύχι θα ήταν.

Ρενέ **Και μεγάλες αποστάσεις;**

Ιωάννα Μέτρα, εεεε [διορθώνει] χιλιόμετρα. Βασικά με το χλιομετρητή του αυτοκινήτου. Παράδειγμα Βόλος-Αθήνα με το αυτοκίνητο. Θα βλέπαμε το χλιομετρητή του.

Ρενέ **Αν ήμασταν με ποδήλατο;**

Χρήστος Φαντάζομαι θα ήταν και ένα αυτοκίνητο δίπλα [Γέλια]

Αλεξία Θα έλεγε η πινακίδα. Αθήνα 375 χιλιόμετρα

Ιωάννα Αν δεν το έλεγε η πινακίδα; [θέτει μόνη της το ερώτημα]

Ρενέ **Εγώ να ρωτήσω κάτι άλλο, αυτοί που σημείωσαν στην πινακίδα τα χιλιόμετρα, πώς το ξέρανε;**

Ιωάννα Έχουν γιγάντιο μέτρο ή χλιομετρητή και αυτοί

Ρενέ **Το γιγάντιο μέτρο πώς είναι βρε παιδιά;**

Αλεξία Θα είναι σίγουρα πολύ μεγάλο.

Διάλογος 12: Ομάδα 3^η (Αλεξία, Χρήστος, Ιωάννα)

Ρενέ **Πώς θα μετρούσατε μία πολύ μικρή απόσταση ή ένα πολύ μικρό μήκος;**

Σπύρος Με το γαλλικό μέτρο

Ρενέ **Τι είναι το γαλλικό μέτρο;**

Σπύρος Είναι σαν το μέτρο μας αλλά σπάει σε δεκατόμετρα

Δήμος Ή με έναν χάρακα

- Ρενέ **Και μεγάλες αποστάσεις;**
 Δήμος Με ένα ειδικό μηχάνημα που αν το περάσουμε π.χ πάνω από το θρανίο σκανάρει το μήκος. Κάπως έτσι. Και μας δείχνει πόσα μέτρα είναι
- Θανάσης Ναι με αυτό ή με μεζούρα ή με ένα άλλο που ανοίγει... [ψάχνει να βρει το όνομα του εργαλείου] Δεν θυμάμαι πώς λέγεται!
- Δήμος Και με τον μετρητή του αυτοκινήτου μπορούμε να μετράμε χιλιόμετρα

Διάλογος 13: Ομάδα:5^η (Θανάσης, Δήμος, Σπύρος)

Επιπρόσθετα μας ενδιέφερε να εξετάσουμε τις γνώσεις των μαθητών σχετικά με τις μονάδες μέτρησης. Το ερώτημα που τους απευθύναμε ήταν “αν πέρα από το μέτρο και τις υποδιαίρεσεις ή πολλαπλάσια αυτού, υπάρχουν και άλλες μονάδες μέτρησης του μήκους”. Οι μαθητές γενικότερα ήταν αρνητικοί (βλέπε διάλογο 13, 14). Κάποιοι φάνηκαν πιο διαλλακτικοί δηλώνοντας ότι ίσως και να υπάρχουν και άλλες μονάδες μέτρησης τις οποίες όμως οι ίδιοι δεν γνωρίζουν. Αξίζει να αναφέρουμε ότι υπήρξαν δύο ομάδες οι οποίες γνώριζαν και ανέφεραν και άλλες μονάδες μέτρησης όπως τα πόδια και τις ίντσες. Τέλος δύο επιπλέον ομάδες ανέφεραν τα βήματα ως μονάδες μέτρησης μήκους. Αν και τα βήματα δεν είναι μία θεμελιωμένη μονάδα μήκους εντούτοις η απάντησή τους θεωρήθηκε αποδεκτή. Χαρακτηριστικά είναι τα αποσπάσματα διαλόγων που ακολουθούν:

- Ρενέ **Μπορεί να υπάρχουν άλλες μονάδες μέτρησης πέρα από το μέτρο για τη μέτρηση του μήκους;**
- Αλεξία Ναι, όπως είναι τα νούμερα δεκάδες χιλιάδες και τέτοια. Πρέπει να υπάρχουν.
- Ρενέ **Εννοώ αν μπορεί κάποιος άλλοι άνθρωποι να μην μετράνε σε μέτρα. Αλλά σε κάτι άλλο.**
- Ιωάννα Με τι να μετράνε; Με μετρά μόνο. Το μέτρο είναι πιο εύκολο.

Διάλογος 14 : Ομάδα 3^η (Ιωάννα, Χρήστος, Αλεξία)

- Ρενέ **Πιστεύετε ότι μπορεί να υπάρχουν άλλες μονάδες μέτρησης για το μήκος; Μπορεί να υπάρχουν και άλλες ή όχι;**
- Κωνσταντίνα Εγώ πιστεύω ότι μετά τους τόνους μπορεί να υπάρχει μεγαλύτερη μονάδα μέτρησης.
- Ηλιάνα Πάντα υπάρχουν. Από το μέτρο πήγαμε στο χιλιόμετρο.
- Ελίζα Ίσως το μάθουμε σε μεγαλύτερες τάξεις πιστεύω
- Ρενέ **Διαφορετική από το μέτρο όμως;**
- Ηλιάνα Τι εννοείτε;
- Ρενέ **Εννοώ να μην έχει άμεση σχέση με το μέτρο. Τα εκατοστά έχουν σχέση με το μέτρο σωστά;**
- Ηλιάνα, Κωνσταντίνα Ναι έχουν!
- Όλες μαζί Όχι, δεν υπάρχουν!

Διάλογος 15: Ομάδα 2^η (Κωνσταντίνα, Ηλιάνα, Ελίζα)

Στους παραπάνω διαλόγους οι ομάδες φάνηκαν αρνητικές στην ύπαρξη άλλων μονάδων μέτρησης του μήκους. Επίσης, στο διάλογο 14 φαίνεται μία σύγχυση μεταξύ μονάδων μέτρησης μήκους και μονάδων μέτρησης μάζας. Θεωρούμε όμως εξίσου πιθανό η μαθήτρια (Κωνσταντίνα) να ήθελε να κάνει μία αντιστοίχιση και πως το νόημα της απάντησής που ήθελε να δώσει να εμπεριέχεται καλύτερα στη φράση: «Πώς μετά τα κιλά πήγαμε στους τόνους; Και μετά τους τόνους μπορεί να υπάρχει κάτι άλλο. Αντίστοιχα να γίνεται και με τις μονάδες μέτρησης του μήκους αυτό». Χαρακτηριστικό είναι ότι συνδέουν άμεσα την ύπαρξη άλλων μονάδων με το μέτρο. Αυτό συμβαίνει και στον διάλογο 15 που ακολουθεί. Βέβαια η ομάδα 3 φαίνεται ότι έχει υπόψη της και άλλες μονάδες μέτρησης του μήκους πλην του μέτρου όπως προκύπτει από τα λεγόμενα του Θανάση και του Σπύρου.

- Ρενέ **Πιστεύετε ότι μπορεί να υπάρχουν άλλες μονάδες μέτρησης για το μήκος; Μπορεί να υπάρχουν και άλλες ή όχι;**
- Θανάσης Ναι, ένα δισεκατομμύριο μέτρα.
- Ρενέ **Να μην έχουν μονάδα μέτρησης το μέτρο. Αλλά να έχουν κάτι άλλο**
- Θανάσης Για το ύψος στα αεροπλάνα λέμε πόδια. Λέμε πετάνε στα 2000 πόδια
- Σπύρος Και κάπου στην Αγγλία λένε εκτός από εκατοστά γίντσες, νίτσες... [δεν θυμάται ακριβώς πώς λέγεται η μονάδα μέτρησης]
- Ρενέ **Ίντσες θες να πεις. [γέλια]**
- Σπύρος Ναι ίντσες [γέλια]

Διάλογος 16: Ομάδα 3^η (Δήμος, Σπύρος, Θανάσης)

Στο διάλογο 17, οι μαθητές αναφέρουν την μη θεμελιωμένη μονάδα μέτρησης, τα βήματα και ασκούν την κριτική τους. Ο συλλογισμός τους είναι σωστός εντούτοις από το διάλογο προκύπτει ότι θεωρούν προβληματικό το να χρησιμοποιούνται άλλες μονάδες μέτρησης πλην του μέτρου.

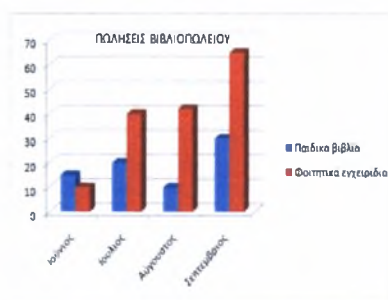
- Ρενέ **Πιστεύετε ότι μπορεί να υπάρχουν άλλες μονάδες μέτρησης για το μήκος; Δηλαδή σε κάποια άλλη χώρα να μην μετράνε σε μέτρα;**
- Κωνσταντίνος Ναι, γιατί όχι! Δικό τους πρόβλημα!
- Γιάννης Με βήματα!
- Γιάννης [το ξανασκέφτεται και προσθέτει] Αλλά θα είναι πολύ λάθος γιατί το ένα βήμα μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το άλλο.
- Κωνσταντίνος Πιο σωστοί θα είμαστε εμείς όμως!

Διάλογος 17: Ομάδα 4^η (Κωνσταντίνος, Γιάννης, Χρήστος)

Τέλος ζητήσαμε κατά την διάρκεια ζητήσαμε από τους μαθητές να ερμηνεύσουν ένα απλό ραβδόγραμμα. Διαπιστώσαμε ότι όλες οι ομάδες ανάγνωσαν το γράφημα με επιτυχία. Παρουσιάζουμε ένα αντιπροσωπευτικό απόσπασμα διαλόγου:

Ρενέ **Ας δούμε και κάτι άλλο. Τι αντιλαμβάνεστε από αυτή τη γραφική παράσταση;**

Κωνσταντίνα Είναι ένα ραβδόγραμμα που υπάρχουν παιδικά βιβλία που είναι οι μπλε οι στήλες και φοιτητικά εγχειρίδια που είναι οι κόκκινες. Βλέπω ότι τα φοιτητικά εγχειρίδια ήταν περισσότερα από τα παιδικά βιβλία τον μήνα Ιούλιο, Αύγουστο και το Σεπτέμβριο ενώ τον Ιούνιο ήταν περισσότερα τα παιδικά βιβλία.



Ρενέ **Και όλα αυτό τι μπορεί να αφορά; Ποιος μπορεί να έφτιαξε την γραφική παράσταση;**

Ελίζα Ο βιβλιοπώλης

Κωνσταντίνα Ή αυτός που ήθελε να μας δυσκολέψει και έφτιαξε το βιβλίο 4^{ης} δημοτικού μαθηματικών

Διάλογος 18: 2^η Ομάδα (Κωνσταντίνα, Ελίζα, Ηλιάννα)

Γενικά από την πρώτη φάση διεξαγωγής του διδακτικού πειράματος συμπεράναμε πως η πλειοψηφία των ομάδων συνδέει τα μαθηματικά με αριθμητικές πράξεις, μαθηματικούς συμβολισμούς και προβλήματα ενώ αναφέρει ότι τα συναντά στο μάθημα των μαθηματικών και σε χώρους όπου διεξάγονται αγοροπωλησίες. Οι μαθητές δείχνουν εξοικειωμένοι με θέματα τεχνολογίας, εντοπίζουν πού αυτή υπάρχει γύρω τους και δεν διστάζουν να κάνουν και προσπάθειες να την ορίσουν. Δυσκολία υπάρχει στην εύρεση ενός τρόπου για την μέτρηση ενός μεγάλου πλήθους. Οι μαθητές επίσης στην πλειοψηφία τους δυσκολεύονται στο θέμα μέτρησης μεγάλων και μικρών μαζών. Αν και αντιλαμβάνονται την ανάγκη για ειδικές ζυγαριές δεν είναι σε θέση να περιγράψουν αυτές. Όσον αφορά το ζήτημα μέτρησης πολύ μικρών μηκών και πολύ μεγάλων αντιστοίχως, οι μαθητές έρχονται με μία πληθώρα ιδεών. Από τις προτάσεις αντιλαμβανόμαστε ότι αναγνωρίζουν την συμβολή της τεχνολογίας στις μετρήσεις αυτές. Οι μαθητές επιπρόσθετα είναι ελάχιστα διαλλακτικοί σχετικά με την ύπαρξη άλλων μονάδων μέτρησης πέρα από το μέτρο. Τέλος διαπιστώθηκε ότι με ευκολία κάνουν ανάγνωση απλών γραφημάτων όπως τα ραβδογράμματα.

5.2 Τι έγινε κατά τη διδακτική παρέμβαση

Η εφαρμογή του ANIMath σε σχολικό περιβάλλον ολοκληρώθηκε σε δύο μέρες (4 και 5 Ιουνίου 2008) και σε 6 διδακτικές ώρες. Οι διαθέσιμοι υπολογιστές ήταν εννέα και οι μαθητές ήταν 23. Έτσι δημιουργήθηκαν νέες ομάδες: τέσσερις ομάδες των δύο ατόμων και πέντε των τριών. Καθώς, όπως έχει ήδη αναφερθεί, δεν μας επιτράπηκε η χρήση ψηφιακής βιντεοκάμερας, τοποθετήσαμε τρία ψηφιακά μαγνητόφωνα στο εργαστήριο της πληροφορικής του σχολείου δίπλα από τις ομάδες τις οποίες ο δάσκαλος της τάξης μας επέδειξε ως τις πιο συνεργάσιμες. Δυστυχώς, οι συνθήκες που επικρατούσαν (ανοικτά παράθυρα) αλλά και το μέγεθος της τάξης δεν βοήθησαν ώστε να καταγραφεί καθαρός ήχος και το καταγεγραμμένο υλικό δεν είναι πλήρως αξιοποιήσιμο.

Σε κάθε υπολογιστή ήταν εγκατεστημένα τα αρχεία της εφαρμογής. Από προηγούμενη παρατήρηση στο εργαστήριο, είχαμε αντιληφθεί ότι ένα από τα προβλήματα που θα αντιμετωπίζαμε σχετιζόταν με το οπτικοακουστικό υλικό. Δεν θα ήταν καθόλου λειτουργικό ταυτόχρονα όλοι οι μαθητές να ενεργοποιούν ακουστικό υλικό. Κάτι τέτοιο θα παρεμπόδιζε την ομαλή διεξαγωγή της παρέμβασης και την κατανόηση της πληροφορίας που εμπεριέχεται στα βίντεο. Ένα εξίσου σημαντικό πρόβλημα που έρχοι αντιμετώπισης σχετιζόταν με την σχετικά αργή σύνδεση του εργαστηρίου στο διαδίκτυο (ISDN). Εν μέρει τα προβλήματα αυτά λύθηκαν με την χρήση ενός βιντεοπροβολέα. Το οπτικοακουστικό υλικό «παιζόταν» από το δικό μας προσωπικό laptop και προβαλλόταν σε τοίχο της αίθουσας. Έτσι αποφύγαμε τόσο καθυστερήσεις φόρτωσης (δεδομένου ότι οι υπολογιστές ήταν παλιοί με επεξεργαστές τεχνολογικά ξεπερασμένους) όσο και το βέβαιο ενδεχόμενο θορύβου από την ταυτόχρονη εκτέλεση. Όσον αφορά το θέμα της σύνδεσης ISDN, όπως είναι λογικό δεν γινόταν να αποφύγουμε οποιαδήποτε συμφόρηση οπότε κρίναμε ότι το καλύτερο θα ήταν να αφήσουμε τους μαθητές να πλοηγούνται ελεύθερα και αυθόρμητα με την ελπίδα ότι δεν θα τύχει να κλικάρουν πολλοί ταυτόχρονα σε κάποιο link εκπαιδευτικής πληροφορίας. Όσες φορές αυτό συνέβη προκαλούσε εκνευρισμό και απογοήτευση στους μαθητές.



Εικόνες από την διδακτική παρέμβαση

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να σημειώσουμε ότι δεδομένης της πολιτικής ασφάλειας του εργαστηρίου οι μαθητές καλούνταν να χειρίζονται κατάλληλα ένα μήνυμα για την ασφάλεια από αναδυόμενα παράθυρα και μπλοκαρισμένο υλικό. Θεωρήσαμε ότι το μήνυμα αυτό θα εκνεύριζε τους μαθητές, εντούτοις οι περισσότεροι όπως συμπεράναμε στην συνέχεια δήλωσαν ότι αυτό δεν τους ενόχλησε και ότι το έχουν συνηθίσει επειδή και στο παρελθόν κατά τη διάρκεια του μαθήματος της πληροφορικής καλούνται να το χειρίζονται ανάλογα.

Η παρέμβαση ξεκίνησε με μία δική μας εισαγωγή που είχε στόχο την γνωριμία των μαθητών με το περιβάλλον και την ενημέρωσή τους σχετικά με το βασικό «σενάριο» του περιβάλλοντος. Εν συνεχεία παρείχαμε οδηγίες στους μαθητές ώστε να ακολουθούν όλοι μαζί την ροή της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ξεκινήσαμε προτρέποντάς τους να επιλέξουν την πρώτη σε σειρά ενότητα, αυτή της «Γνωριμίας με την πεταλούδα» και κάναμε και μία μικρή εισαγωγή σχετικά με τα θέματα που θα συναντήσουν οι μαθητές στη συγκεκριμένη ενότητα. Κατόπιν τους προτρέψαμε να δουν στον βιντεοπροβολέα πως να χειρίζονται το αριστερό μενού με τα «κουτάκια» πληροφορίας. Δεν φάνηκε να έχουν πρόβλημα με την πλοήγηση. Στη συνέχεια δόθηκε χρόνος στους μαθητές να δουν το εκπαιδευτικό πληροφοριακό υλικό που εμπεριεχόταν σε κάθε ενότητα. Την κατάλληλη στιγμή παροτρύναμε τους μαθητές να συνεχίσουν σε άλλο «κουτάκι» του αριστερού μενού. Όταν κρίναμε ότι ο χρόνος πλοήγησης στο πληροφοριακό υλικό ήταν επαρκής, μοιράζαμε στους μαθητές τα φύλλα εργασιών που είχαν σχεδιαστεί για την δραστηριότητα της ενότητας και τους προτρέπαμε να μεταβούν από το αριστερό μενού στο χώρο της δραστηριότητα. Αφιερώναμε λίγο χρόνο να τους εισάγουμε στις δραστηριότητες ώστε να κατανοήσουν τι αυτή πραγματεύεται. Την ίδια τακτική τηρήσαμε σε όλες τις ενότητες του περιβάλλοντος.

Στην συνέχεια εστιάζουμε το ενδιαφέρον μας στο θέμα της συνεργασίας, των ερωτημάτων που εγέρθηκαν και του τρόπου που κρίθηκε και χειρίστηκε το πολυτροπικό κείμενο από τους μαθητές κατά την διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.

5.2.1 Τα ερωτήματα που θέτουν τα παιδιά

Οι ομάδες μας απηύθυναν ερωτήσεις και απορίες σχετικά με προβλήματα που εντόπιζαν όποτε και όταν ένοιωθαν ότι ήταν απαραίτητο. Στην πλειοψηφία τους οι απορίες αφορούσαν το περιεχόμενο του πληροφοριακού υλικού. Αρκετοί μαθητές επηρεασμένοι από τα όσα διάβαζαν, έβλεπαν ή άκουγαν μας μετέφεραν απορίες ή σκέψεις της στιγμής. Επιπρόσθετα, κάποιοι μαθητές ένοιωθαν ότι ήθελαν να πουν σε όλη την τάξη αυτό που διάβασαν και τους ενθουσίασε. Οι μαθητές επίσης ζητούσαν διευκρινίσεις όταν ένοιωθαν ότι δεν μπορούν να διεκπεραιώσουν κάποια δραστηριότητα ή όταν δεν ήταν σίγουροι για το αν έχουν καταλάβει κάτι σωστά.

Με το πέρασμα των ωρών οι μαθητές φαίνονταν πιο συγκεντρωμένοι και έδιναν την εντύπωση ότι έχουν βρει ενδιαφέρον στην όλη διαδικασία. Κάθε ενότητα τους

γεννούσε ερωτήματα, τα οποία και εξέφραζαν αυθόρμητα ακόμα και αν δεν είχαν ολοκληρώσει την μελέτη του πληροφοριακού υλικού. Παρακάτω παραθέτουμε κάποια ερωτήματα ανά ενότητα:

Στον κόσμο των ειδικών

Θεσσαλία: Πώς οι ειδικοί βάζουν το διακριτικό σημάδι στην πεταλούδα;

Χρήστος: Πόσο ζυγίζει το σημάδι;

Ελίζα: Μπορεί να πετάει με αυτό (το σημάδι) η πεταλούδα;

Θεσσαλία: Δεν πέφτει από το βάρος του σημαδιού;

Θεσσαλία: Τι αναγράφεται πάνω στο σημάδι; Κάποιοι κωδικοί;

Αλεξάνδρα: Γιατί οι ειδικοί θέλουν να μετρήσουν πόσες πεταλούδες υπάρχουν;

Μια πεταλούδα στη ζυγαριά

Θανάσης: Η ηλεκτρονική ζυγαριά για πολύ μικρές ποσότητες μπορεί να ζυγίζει κιλά;

Γιώργος: Αν βάλω το χέρι μου πάνω στη ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας τι θα δείξει;

Χάρης: Πώς δουλεύει το απλό παχύμετρο;

Γιώργος: Κοίτα μπορεί να είναι και ηλεκτρονικό παχύμετρο!!

Αλέξανδρος: Έχει και ο θεός μου ένα τέτοιο. Αλλά όχι ηλεκτρονικό! (εννοεί παχύμετρο)

Το ταξίδι της πεταλούδας

Σπύρος: Γιατί πάνε συγκεκριμένα στο Μεξικό ή στη Ν.Καλιφόρνια; (εννοεί τις πεταλούδες)

Ελίζα: Γιατί επιστρέφουν πίσω;

Το θερμόμετρο της πεταλούδας

Κωνσταντίνα: Πως καταλαβαίνουν την θερμοκρασία οι πεταλούδες;

Κωνσταντίνος: Στον καύσωνα τι θα κάνανε;

Κωνσταντίνα: Ααα η θερμοκρασία τους λέει να ταξιδέψουν και πάνε στο Μεξικό [σύνδεση με προηγούμενη κεκτημένη γνώση]

Τα βίντεο ήταν επίσης μία καλή αφορμή για συζητήσεις και για την γέννηση ερωτημάτων. Το οπτικοακουστικό υλικό για το πώς οι ειδικοί ταΐζουν τις πεταλούδες συνεπήρε τους μαθητές και έφερε στην επιφάνεια ερωτήσεις του τύπου:

-Πως ξέρουν οι ειδικοί πώς να ακουμπούν την πεταλούδα και δεν την σκοτώνουν;

-Αναπνέει η πεταλούδα στο ειδικό φακελάκι;

-Είναι αδιάβροχα τα φτερά της πεταλούδας;

-Αν κάνει ο ειδικός λάθος την δοσολογία της ζάχαρης και του νερού;

-Εύκολα μπορούμε να φτιάξουμε και εμείς το μίγμα με ζάχαρη και νερό. Κοίτα πως το κάνει!!

-Η προβοσκίδα της πεταλούδας είναι το στόμα της;

- Γιατί ζουν περισσότερο το χειμώνα; [ερώτηση που υπήρξε καλή αφορμή για να περάσουμε στην επόμενη ενότητα «Το ταξίδι της

πεταλούδας» όπου δινόταν μέσα από το υλικό απάντηση στο ερώτημα αυτό]

Στο ίδιο ύφος ήταν και οι αντιδράσεις των μαθητών στα βίντεο με τον κύκλο ζωής της πεταλούδας. Το οπτικοακουστικό υλικό φάνηκε ότι κέρδισε τις εντυπώσεις των μαθητών και ήγειρε την περιέργειά τους. Υπήρχαν μαθητές που έπαιρναν την πρωτοβουλία να περιγράψουν συνοπτικά τις πληροφορίες που αποκόμιζαν από το εκπαιδευτικό υλικό κάθε ενότητας και τους ενθουσίαζαν. Χαρακτηριστικό είναι το απόσπασμα διαλόγου που ακολουθεί:

Ρενέ **Θέλει να μας πει κάτι η Κωνσταντίνα!**
Κωνσταντίνα Διάβασα και «εξεπλάγηκα» ότι κάθε 4 χρόνια η τέταρτη γενιά πεταλούδων μεταναστεύει. Γεννάει τα αυγά και πεθαίνει. Και μετά η τέταρτη γενιά θα μεταναστεύσει πάλι.
Ρενέ **Αρα η μετανάστευση κάθε πόσα χρόνια γίνεται;**
Κωνσταντίνα Κάθε τέσσερα. Φοβερό!
Διάλογος 24 (Ρενέ-Κωνσταντίνα)

Όπως προαναφέρθηκε, την 1^η μέρα της παρέμβασης καλύφθηκαν 5 από τις 6 ενότητες. Την επόμενη μέρα, 5 Ιουνίου 2008, ολοκληρώθηκε η διαδικασία με την ενότητα «Μια πεταλούδα στη ζυγαριά». Οι μαθητές εισερχόμενοι στην αίθουσα δήλωσαν ότι χαίρονται που συνεχίζουμε. Διαπιστώσαμε ότι οι μαθητές είχαν επηρεαστεί από την εκπαιδευτική εμπειρία της προηγούμενης μέρας. Αυτό το αντιληφθήκαμε από τις δηλώσεις των μαθητών και τις αντιδράσεις τους. Παραθέτουμε χαρακτηριστικές φράσεις:

Αλέξανδρος Τι θα δούμε σήμερα; Θα κάτσουμε όλη την μέρα εδώ; (τα λόγια του έκρυσαν την επιθυμία για καταφατική απάντηση)

Γιώργος: Κυρία;! Εγώ χθες είδα μία πεταλούδα σαν αυτή που βλέπαμε χθες στην δραστηριότητα με το “πόσες πεταλούδες υπήρχαν όταν...”

Κωνσταντίνα Να σας πω πριν αρχίσουμε; Η ξαδέρφη μου είναι στην Αγγλία και μου φέρνει πολλά βιβλία και είδα σε ένα για τις πεταλούδες! Βρήκα αυτή την Monarch που βλέπαμε!

Κωνσταντίνα Σκέφτηκα κιόλας ότι μάλλον οι πεταλούδες καταλαβαίνουν την μικρή θερμοκρασία από τον παγωμένο αέρα στο θώρακά τους! Και έτσι καταλαβαίνουν ότι ήρθε η ώρα να μεταναστεύσουν!

Ρενέ **Σήμερα θα δούμε την ενότητα που απέμεινε! Θα έχετε μόνο μία δραστηριότητα να κάνετε!**
Χρήστος: Δεν μας πειράζει. Ήταν ευχάριστες!

Μπορούμε να δούμε τα χθεσινά βιντεάκια πάλι!;

| | |
|------------|--|
| Αλέξανδρος | Θα σας δείξω σε μεγέθυνση το σημαδάκι που βάζουν πάνω στην πεταλούδα. Να δείτε τι γράφουν οι ειδικοί πάνω σε αυτό. Ήταν |
| Ρενέ | κάτι που ζήτησε η Θεσσαλία χθες. Η προβολή της αντίστοιχης εικόνας γίνεται στον τοίχο. Στη θέα των κωδικών πάνω στο σημαδάκι/ταμπελάκι ξεκινά μία σειρά ερωτήσεων |
| Ελίζα | Το σκεφτόμουν και χθες! Δεν είναι βαρύ το ταμπελάκι; |
| Δημήτρης | Ααα φαίνεται πολύ λεπτό! Δείτε! Όχι δεν θα την βαραίνει |
| Θεσσαλία | Τι ακριβώς σημαίνουν οι κωδικοί; [διαβάζει τους κωδικούς] |
| Χάρης | Όταν βρέχει, δεν πέφτει το ταμπελάκι; Αν σβηστούν οι κωδικοί; |

Τέλος παρατηρήσαμε ότι και τις δύο μέρες οι μαθητές μας απεύθυναν ερωτήσεις που είχαν κυρίως ως στόχο είτε την επιβεβαίωση ότι κινούνται ορθά στο χειρισμό της δραστηριότητας είτε την υποστήριξη για να συνεχίσουν. Συχνές δηλαδή ήταν οι ερωτήσεις του τύπου «Πάμε καλά; Δείτε εδώ τι έχουμε γράψει». Τόσο τα νέα ερωτήματα των μαθητών όσο και οι επιβεβαιώσεις και η υποστήριξη που ζητούσαν, σήμαιναν για εμάς ότι οι μαθητές βρίσκουν νόημα και ενδιαφέρον στην διαδικασία.

5.2.2 Η πολυτροπικότητα των κειμένων στο ANIMath

Κατά τον σχεδιασμό της διεπαφής αναφέραμε ότι ένα από τα κύρια γνωρίσματά της είναι ότι υποστηρίζει πολυτροπικό κείμενο, δηλαδή έναν συνδυασμό σημειωτικών μοντέλων (semiotic models) που αναπαριστούν πληροφορία. Όπως αναφέρουν οι Kress και Leeuwen (2001) αυτά τα μοντέλα μπορούν να ενισχύσουν το ένα το άλλο ενώ παράλληλα η συμπεριφορά τους εμπεριέχεται στην πρόταση «πες το ίδιο πράγμα με διαφορετικούς τρόπους». Η πληροφορία στο ANIMath αναπαρίσταται κυρίως σε κείμενο, εικόνα και video.

Κατά την διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης φροντίσαμε ώστε να παρατηρήσουμε πώς οι μαθητές χειρίζονται ξεχωριστά το κείμενο, τις εικόνες και το βίντεο. Όσον αφορά τα κείμενα η πλειοψηφία των μαθητών τα βρήκε ενδιαφέροντα. Εντούτοις, μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι μία ομάδα δεν διάβαζε τα κείμενα και αρκούσαν κυρίως στις εικόνες και τα βίντεο. Συνεπώς κάποιοι μαθητές έκριναν τα κείμενα ενδιαφέροντα και κάποιοι άλλοι ενδεχομένως θεώρησαν πιο εύκολο να αντλήσουν πληροφορία από εικόνες και βίντεο. Τα βίντεο και οι εικόνες κέρδισαν τις εντυπώσεις των μαθητών. Οι αντιδράσεις των μαθητών έδειξαν ότι το οπτικοακουστικό υλικό τους προκάλεσε το ενδιαφέρον. Η πλειοψηφία των μαθητών ζητούσε να “ξαναπαιχτούν” τα βίντεο και ενδώσαμε σε αυτή τους την αίτηση. Τα βίντεο ήταν αφορμή για συζητήσεις και για την γέννηση ερωτημάτων ενώ παράλληλα κάποιοι μαθητές έκριναν ότι με τις εικόνες και τα βίντεο αφομοιώνουν καλύτερα την πληροφορία των κειμένων. Χαρακτηριστικά είναι τα αποσπάσματα διαλόγων που ακολουθούν. Οι μαθητές της 2^{ης} ομάδας (βλέπε διάλογο 25) αναφέρονται στο πώς

λειτουργήσαν για αυτούς οι εικόνες. Οι μαθήτριες της 8^{ης} ομάδας (βλέπε διάλογο 26) αναφέρονται στο πώς τα κείμενα και οι εικόνες βοήθησαν ώστε να δώσουν εύστοχες απαντήσεις.

- Ρενέ **Βοήθησε η πληροφορία έτσι όπως ήταν δομημένη και παρουσιαζόταν;**
- Γιώργος Ναι, γιατί έβλεπα την εικόνα και ότι διάβαζα έμεναν στο μυαλό μου.
- Ρενέ **Τα βίντεο;**
- Γιώργος Ναι, πολύ! Εμένα μου έμεινε εκείνο που [...]

Διάλογος 25 : Ομάδα 2^η (Χάρης, Γιώργος)

- Κωνσταντίνα Εγώ πιστεύω ότι οι απαντήσεις μας οφείλονταν στα κείμενα. Τις εικόνες και τα κείμενα τα κατάλαβα πολύ καλά. «Είχαν έναν τρόπο που τα κατάλαβα πολύ καλά»
- Αλεξάνδρα Εμένα με βοηθούσε κιόλας που μπορούσαμε να ρωτάμε.
- Κωνσταντίνα Ε ναι, και αν υπήρχε κάποιο πρόβλημα ρωτούσαμε και εσάς. Αλλά τα κείμενα μας βοήθησαν πολύ. Και οι ζωγραφιές [δείχνει τις εικόνες με κείμενο] ήταν πολύ ωραίες, είχαν «έναν τρόπο αναλυτικό»

Διάλογος 26: Ομάδα 8^η (Αλεξάνδρα, Κωνσταντίνα)

Τέλος, μας ενδιέφερε να δούμε πώς οι μαθητές χειρίστηκαν το πολυτροπικό κείμενο. Και εδώ διακρίνουμε μεταξύ δύο κατηγοριών. Η πρώτη αφορά αυτές τις ομάδες των μαθητών που κατάφεραν και έκαναν σύνθεση των πολλαπλών μορφών αναπαράστασης πληροφορίας. Ο βαθμός που κάθε ομάδα το κατάφερε διαφέρει, αλλά είναι σημαντικό το γεγονός ότι φαίνεται πως έχουν γίνει βήματα με επιτυχία προς αυτή την κατεύθυνση. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι ομάδες εκείνες που «χάνονται» σε αυτό το πολυτροπικό περιβάλλον είτε παρασυρόμενοι από την μαγεία του οπτικοακουστικού υλικού και αποδίδοντας μικρότερη βαρύτητα στο κείμενο είτε επειδή δεν επιλέγουν να διαβάσουν τα κείμενα ακολουθώντας όπως αναφέραμε την εύκολη λύση της παρακολούθησης βίντεο και επικέντρωσης σε εικόνες. Πώς όμως επιβεβαιώσαμε τις παρατηρήσεις μας σχετικά με τις δύο αυτές στάσεις; Αυτό ήταν κάτι που διαπιστώθηκε από τις απαντήσεις των ομάδων στα φύλλα εργασίας και επιβεβαιώθηκε με τις συνεντεύξεις της τελικής φάσης.

5.2.3 Η συνεργασία των παιδιών

Ο παράγοντας της συνεργασίας όπως είναι αναμενόμενο αποδείχθηκε σημαντικός για την ομαλή διεξαγωγή της εκπαιδευτικής διαδικασίας αλλά και για την επιτυχή συμμετοχή στις δραστηριότητες και στη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας. Αξίζει να σημειώσουμε ότι σημαντικά προβλήματα συνεργασίας παρουσίαζαν οι τριμελείς ομάδες (δύο από τις πέντε), ενώ οι διμελείς ομάδες φάνηκαν να συνεργάζονται με μεγαλύτερη επιτυχία. Το γεγονός ότι το ANIMath έχει σχεδιαστεί ώστε να

υποστηρίζει συνεργατική μάθηση, ενσωματώνοντας μηχανισμούς επικοινωνίας και συνεργασίας και απευθυνόμενο σε ομάδες εργασίας, δεν έχει αξία αν οι χρήστες του δεν έχουν αναπτύξει μηχανισμούς συνεργασίας ή δεν είναι ικανοί να αναπτύξουν ώστε να μαθαίνουν συνεργατικά. Όπως προειδοποιεί και ο Bennett ακόμη και εάν οι μαθητές βρίσκονται διατεταγμένοι σε ομάδες, δε σημαίνει απαραίτητα ότι συνεργάζονται ή ότι αναπτύσσεται «συνεργατική μάθηση» μεταξύ τους. Ο ίδιος παρατήρησε ότι, πολλές φορές, οι ομάδες εργασίας παραμένουν απλές συγκεντρώσεις παιδιών τα οποία δουλεύουν ατομικά και όχι συνεργατικά. Σε τέτοιες ομάδες, το επίπεδο συνεργασίας, η συχνότητα επεξηγήσεων και η ανταλλαγή γνώσεων είναι χαμηλές (Bennett, 1991, σελ.581 από Χρονάκη 2000).

Την πρώτη μέρα της εφαρμογής, στον χρόνο που μας διατέθηκε (4 διδακτικές ώρες) καταφέραμε να καλύψουμε τις 5 από τις 6 ενότητες. Αυτό που διαπιστώσαμε ήταν ότι υπήρχαν δύο διακριτές κατηγορίες ομάδων. Αυτές που συνεργάζονταν με επιτυχία και αυτές που παρουσίαζαν προβλήματα συνεργασίας. Η συνεργασία διεξήχθη με διαφορετική επιτυχία από ομάδα σε ομάδα και αυτό είχε αντανάκλαση στα αποτελέσματα της εργασίας της κάθε ομάδας.



Εικόνες από την διδακτική παρέμβαση

Όσον αφορά τις ομάδες που συνεργάζονταν με επιτυχία παρατηρήσαμε ότι τα μέλη των ομάδων αυτών συζητούσαν για τον τρόπο που θα διεκπεραιώσουν τις οδηγίες μας αλλά και τις δραστηριότητες του διαδικτυακού περιβάλλοντος ANIMath. Τα μέλη μοιράζονταν το ποντίκι και δεν μεταβαίνανε σε άλλο κουτάκι πληροφορίας ούτε κάνανε scroll down με το ποντίκι αν δεν είχαν την έγκριση και των άλλων μελών.

Επίσης τα μέλη διαβάζανε από κοινού τα ερωτήματα στα φύλλα εργασίας και διατύπωναν ο ένας στον άλλο σκέψεις και προτάσεις. Διαπιστώσαμε κατόπιν παρατήρησης ότι τα μέλη αυτών των ομάδων είχαν κατά κάποιο τρόπο κατανείμει αρμοδιότητες. Π.χ η 9^η ομάδα μοίραζε το ποιος θα γράφει κάθε φορά τις απαντήσεις στο φύλλο εργασίας ώστε να μην νοιώθει κάποιος αδρανής. Κρίνουμε σκόπιμο να μεταφέρουμε έναν διάλογο που προέκυψε από προσωπικές μας σημειώσεις, ο οποίος κατά το τελικό στάδιο του διδακτικού πειράματος επιβεβαιώθηκε από την συγκεκριμένη ομάδα.

Κωνσταντίνα Ααα... ξέρω αυτό πως θα το απαντήσουμε. Θα πάμε εκεί.[δείχνει κουτάκι πληροφορίας]
Αλεξάνδρα Ναι, και στην άλλη ενότητα μπορούμε να βρούμε για να πούμε.
Κωνσταντίνα [αφού έχουν βρει τι θα γράψουν] Γράψε εσύ αυτό τώρα. Και μετά εγώ θα γράψω το άλλο [εννοεί το ερώτημα]
Αλεξάνδρα Εντάξει! [ξεκινά να γράφει την απάντηση]

Διάλογος 19 : Ομάδα 8^η (Αλεξάνδρα, Κωνσταντίνα)

Υπήρχαν και περιπτώσεις που ενώ η συνεργασία κρίθηκε επιτυχής, υπήρχαν κατά την διάρκεια συμπλήρωσης των φύλλων εργασίας διαφωνίες (conflicts), οι οποίες όμως ήταν εποικοδομητικές για την εκπαιδευτική διαδικασία αφού οδηγούσαν σε καλά αποτελέσματα. Την κατηγορία αυτή μπορούμε να την ονομάσουμε «συνεργασία και διαφωνίες». Στην κατηγορία αυτή εμπίπτει η 4^η ομάδα. Χαρακτηριστικό είναι το απόσπασμα διαλόγου που ακολουθεί:

Ρενέ **Όλα καλά; Θέλετε βοήθεια;**
Σπύρος Εδώ με έχουν πρήξει.! Λένε αλλά δεν γράφουν.
Δήμος Κυρία εδώ δεν θα πρέπει να γράψουμε για το μικτό βάρος και το απόβαρο;
Σπύρος Ναι, αλλά πρέπει να πούμε και για το φακελάκι!
Κωνσταντίνος Αφού λέει πώς ζυγίζουμε την πεταλούδα!/[αναφέρεται στην εκφώνηση της ερώτησης] Εγώ τους λέω να πούμε με ηλεκτρονική ζυγαριά! Είναι πιο σημαντικό! Αυτό δεν είναι, κυρία;
Ρενέ **Το φακελάκι αρκεί για να βρείτε το βάρος; Το μικτό βάρος πώς θα προκύψει;**
Σπύρος Ναι, αυτό είναι! Πάλι θα σβήνω και θα γράφω;
[Γέλια ενώ καταγράφει την πιο ολοκληρωμένη απάντηση]

Διάλογος 20: Ομάδα 4^η (Σπύρος, Δήμος, Κωνσταντίνος)

Οι ομάδες με πρόβλημα συνεργασίας συνήθως χρειάζονταν περισσότερο χρόνο από τις άλλες ομάδες για να ολοκληρώσουν το φύλλο εργασίας καθώς λόγω των διαφωνιών τους δεν είχαν καταφέρει να μελετήσουν ουσιαστικά το πληροφοριακό υλικό. Η ασυμφωνία στο τρόπο συνεργασίας ήταν αιτία να διακόπτεται κάποιες φορές η ροή της εκπαιδευτικής διαδικασίας και εφαρμογής. Παρακάτω παραθέτουμε κομμάτια διαλόγου από δυο ομάδες με πρόβλημα στη συνεργασία τους.

Αλέξανδρος: Κυρία πείτε κάτι, κάθεται μπροστά στην οθόνη και δεν βλέπω!
 Ηλιάνα: Αφού και πάλι δεν ασχολείσαι. Χαζεύεις!
 Αλέξανδρος: Ασχολούμαι! Δεν χαζεύω! [ο διάλογος συνεχίζεται με τους δύο μαθητές να διαφωνούν φανερά αγανακτισμένοι και με τον Αλέξανδρο να θίγει ξανά και ξανά το πρόβλημα]
Διάλογος 21: Ομάδα 9^η (Αλέξανδρος, Ηλιάνα, Βασίλης)

Ρενέ **Πώς πάτε, παιδιά;**
 Γιώργος Δεν περιμένουν μέχρι να διαβάσω και εγώ το κείμενο! [ενοχλημένος]
 Περιμένουμε, αλλά διαβάζεις αργά!
 Χρήστος Όχι, θέλετε να δείτε εικόνες και βίντεο. Κυρία βλέπουν τις εικόνες
 Γιώργος και δεν με αφήνουν να διαβάσω!
 Δημήτρης Ορίστε [του δίνει το ποντίκι] δεξ ό,τι θες! [είναι εκνευρισμένος και δεν κοιτά στην οθόνη]
Διάλογος 22: Ομάδα 1^η (Γιώργος, Χρήστος, Δημήτρης)

Αξίζει βέβαια να επισημάνουμε ότι η συχνότητα τέτοιων περιστατικών μειωνόταν όσο περνούσε η ώρα και ολοκληρώναμε ενότητες. Ο σημαντικότερος αντίκτυπος στην εκπαιδευτική διαδικασία αφορούσε την μη επίτευξη ομοιομορφίας στο χρόνο που κάθε ομάδα χρειαζόταν για να ολοκληρώσει μία ενότητα. Βέβαια, υπήρχαν και οι μαθητές που οδηγούμενοι από τον ενθουσιασμό τους παρέβλεπαν τις οδηγίες μας και προτρέχανε στο μενού των επιλογών για να δουν τι έπεται στη συνέχεια είτε έχοντας συμμάχους τα υπόλοιπα μέλη είτε όχι. Στην δεύτερη περίπτωση είναι εμφανές ότι προκαλούνταν αναστάτωση στην ομάδα. Ευτυχώς αυτό δεν συνέβη πολλές φορές. Παρακάτω παραθέτουμε απόσπασμα διαλόγου χαρακτηριστικού αυτής της κατάστασης, δηλαδή του «σπασίματος» της μέχρι πρότινος ομαλής συνεργασίας.

Θεσσαλία Κυρία, που είμαστε;
 Αλεξάνδρα Ήθελε να δει τι έχει στο κουτί με το ανθρωπάκι που «τρέχει» και το κλείσαμε εντελώς! [Η Θεσσαλία κατά λάθος είχε κλείσει την εφαρμογή, ενδεχομένως στην προσπάθεια της να γυρίσει άμεσα στο σημείο που είχαμε υποδείξει]
 Θεσσαλία Και η Κωνσταντίνα ήθελε να δει!
 Ελίζα Ναι αλλά είμαστε αλλού. Άλλα είπε η κυρία άλλα κάνεις!

Ένας επιπλέον λόγος που είχε ως αποτέλεσμα να χρονοτριβεί μία ομάδα ήταν η διάθεση για πλάκα από κάποιο μέλος της. Αυτό συνέβη με μία ομάδα, η οποία αν και γενικότερα είχε πολύ καλές επιδόσεις και συνεργαζόταν πολύ καλά, αποσυντονίζονταν και αποδιοργανώνονταν από τα αστεία ενός εκ των μελών της.

Ρενέ **Όλα καλά; Διακρίνω αναστάτωση;**
 Σπύρος Κυρία, ποιος θα ακούσει τι γράφουν τα μαγνητοφωνάκια;
 Ρενέ **Εγώ!**
 Σπύρος Ααα πάλι καλά! Κυρία να σας πούμε όμως ότι θα ακούσετε και
 Ρενέ άσχημα πράγματα.
 Σπύρος **Όπως;**
 Κωνσταντίνος Να ο Δήμος τραγουδούσε το τραγούδι [αναφέρει τίτλο τραγουδιού]! [Γέλια] Αυτά κάνει και γελάμε και μένουμε πίσω [...]
Διάλογος 22: Ομάδα 4^η (Σπύρος, Δήμος, Κωνσταντίνος)

Η δεύτερη μέρα της παρέμβασης εξελίχθηκε πιο ομαλά συγκριτικά με την πρώτη. Οι μαθητές φαίνονταν πιο συγκεντρωμένοι. Σαφώς υπήρχαν και πάλι ομάδες που συνεργάζονταν καλύτερα από τις άλλες αλλά η εικόνα της τάξης ήταν πολύ καλύτερη. Αξίζει να αναφερθούμε σε μία συγκεκριμένη ομάδα, την 1^η ομάδα με το πρόβλημα συνεργασίας, η οποία την πρώτη μέρα της παρέμβασης δεν ολοκλήρωσε την δραστηριότητα που αφορούσε την 5^η ενότητα (Μέτρηση στον Ταΰγετο) Η ομάδα παρουσίαζε κάποια προβλήματα συνεργασίας και γενικότερα χρονοτριβούσε στην ολοκλήρωση και συμπλήρωση των φύλλων εργασίας. Σημειώνουμε ότι στην ομάδα δινόταν βοήθεια όποτε τα μέλη της το ζητούσαν. Επιπρόσθετα υπήρξε παρότρυνση και ενθάρρυνση ώστε να μην εγκαταλείψουν την δραστηριότητα και συχνά τους εμπλέκαμε σε συζήτηση σκεφτόμενοι ότι αυτή μπορεί να λειτουργήσει εποικοδομητικά. Εντούτοις η ομάδα δεν ολοκλήρωσε την τελευταία δραστηριότητα της ημέρας. Χαρακτηριστικό το απόσπασμα διαλόγου που ακλουθεί:

Χρήστος Είναι υποχρεωτικό να το κάνουμε όλο;
Ρενέ **Τίποτα δεν είναι υποχρεωτικό**
Χρήστος Εμείς δεν το καταφέραμε όλο! Πειράζει;
Ρενέ **Να το δούμε μαζί; Χρειάζεστε βοήθεια;**
Χρήστος Όχι, αλλά δεν μπορούμε να το κάνουμε! Θα σας το δώσουμε έτσι.
Έτσι και αλλιώς δεν θα προλάβουμε. Χτυπάει κουδούνι σε λίγο!

Διάλογος 23: Ομάδα 1^η (Χρήστος, Δημήτρης, Γιώργος)

Την επόμενη μέρα της παρέμβασης η ίδια ομάδα έδειξε διαφορετική συμπεριφορά. Όλες οι άλλες ομάδες είχαν ολοκληρώσει την δραστηριότητα και είχαν αποχωρήσει από την αίθουσα του εργαστηρίου πληροφορικής αλλά η συγκεκριμένη ομάδα παρέμεινε προσπαθώντας να ολοκληρώσει την δραστηριότητα αναφορικά με την μάζα την πεταλούδας. Ανταποκριθήκαμε στο κάλεσμα τους για βοήθεια και συζητήσαμε την δραστηριότητα. Παρατηρήσαμε ότι το ένα μέλος της ομάδας, ο Χρήστος, με τον οποίο έχει διεξαχθεί ο παραπάνω διάλογος, ήταν ο περισσότερο ενεργός και αυτός που επέμενε προσπαθώντας να συμπληρώσει το φύλλο εργασίας. Η συζήτηση σχετικά με την δραστηριότητα είχε ως αποτέλεσμα οι μαθητές να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας. Παραθέτουμε ένα απόσπασμα διαλόγου με τον Χρήστο, προσπαθώντας να μεταφέρουμε, όπως καταγράψαμε με προσωπικές σημειώσεις, την ατμόσφαιρα που υπήρχε δεδομένου ότι δεν επικρατούσαν οι κατάλληλες συνθήκες ώστε να μαγνητοφωνηθεί με επιτυχία ο διάλογος

Ρενέ **Αν νοιώθετε κουρασμένοι μπορείτε να το αφήσετε.**
Χρήστος Όχι, θα το κάνουμε. Βοηθείστε και θα το κάνουμε. Απλά είμαι μόνος μου όπως βλέπετε (υπονοεί ότι τα άλλα δύο μέλη της ομάδας δεν τον βοηθάνε).
Ρενέ **Μήπως πρέπει να συνεργαστείτε;**
Χρήστος Πρέπει! Αλλά δεν κάνουν τίποτα! Και χθες είδατε το τελευταίο φύλλο!; Αυτό θα το κάνουμε (δηλώνει με αποφασιστικότητα) Πήγαινε δεξ μήπως μας θέλει ο δάσκαλος στην τάξη! (προτροπή προς τον Γιώργο, μέλος της ομάδας). Ο δάσκαλος τους δίνει άδεια να καθίσουν λίγο παραπάνω. Οι μαθητές παραμένουν περίπου 7 λεπτά επιπλέον στην αίθουσα.

Στην υποενότητα 5.3 επικεντρώνουμε το ενδιαφέρον μας στις απαντήσεις των μαθητών στα φύλλα εργασίας από όπου φαίνεται πως οι μαθητές έκριναν και χειρίστηκαν το πολυτροπικό κείμενο. Παράλληλα όμως μπορούμε να δούμε και το πώς επηρέασε ο παράγοντας «συνεργασία» την επιτυχή συμμετοχή τους στις δραστηριότητες.

5.3 Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες

Στην υποενότητα αυτή θα επικεντρώσουμε το ενδιαφέρον μας στα φύλλα εργασίας που συμπληρώθηκαν από τις ομάδες στα πλαίσια των δραστηριοτήτων κάθε ενότητας. Στο παράρτημα μπορεί κανείς να βρει τα φύλλα εργασίας που δόθηκαν στους μαθητές (βλέπε μέρος II). Στο σημείο αυτό όμως θεωρούμε ότι παρουσιάζει ενδιαφέρον να αναφερθούμε σε κάποιες από τις απαντήσεις των μαθητών καθώς επίσης και στις προφορικές απαντήσεις που έδωσαν στην τρίτη φάση όπου μεταξύ άλλων ερωτήθηκαν σχετικά με τον τρόπο που εργάστηκαν και σκέφτηκαν σε κάθε δραστηριότητα. Οι υποενότητες που ακολουθούν περιγράφουν με συντομία το ζητούμενο τις κάθε δραστηριότητας και εστιάζουν στις απαντήσεις των ομάδων.

5.3.1 «Πόσες πεταλούδες υπήρχαν όταν...»

Στόχος της δραστηριότητας «Πόσες πεταλούδες υπήρχαν όταν» είναι η ερμηνεία πολλαπλών παραστάσεων γνώσης ώστε οι μαθητές να εξάγουν συμπεράσματα σχετικά με το πλήθος των πεταλούδων στο πέρασμα των χρόνων. Η δραστηριότητα αυτή αγγίζει περιβαλλοντικά ζητήματα και στοχεύει παράλληλα στον προβληματισμό και την ευαισθητοποίηση των μαθητών

Οι μαθητές για την συμπλήρωση του φύλλου εργασίας αυτής της δραστηριότητας είχαν στη διάθεση τους ένα ραβδόγραμμα, έναν πίνακα δεδομένων από τον οποίο προέκυψε το ραβδόγραμμα, πρόσβαση σε βάση δεδομένων με καταχωρημένα δεδομένα για διάφορα είδη πεταλούδων όπως επίσης και πληροφοριακό υλικό(κείμενο και βίντεο) σχετικά με περιβαλλοντικά ζητήματα και θέματα εξαφάνισης των ειδών

Οι επιδόσεις των ομάδων ήταν εξαιρετικές. Όλοι οι μαθητές συμπλήρωσαν με επιτυχία το φύλλο εργασίας επιβεβαιώνοντας τις αρχικές μας παρατηρήσεις ότι μπορούν να κάνουν ανάγνωση απλών γραφημάτων με ευκολία και επιβεβαιώνοντας παράλληλα τις έρευνες για τις γραφικές παραστάσεις όπου αναφέρεται ότι οι μαθητές μπορούν με ευκολία να ερμηνεύουν απλές παραστάσεις. Σε αυτό το σημείο θεωρούμε ότι παρουσιάζει ενδιαφέρον να σταθούμε στο πώς οι μαθητές τα κατάφεραν και ολοκλήρωσαν με επιτυχία το συγκεκριμένο φύλλο εργασίας γενικότερα, και πώς σκέφτηκαν ώστε να κάνουν την πρόβλεψή τους για το μέλλον.

Από τις απαντήσεις των μαθητών κατά την διάρκεια της τελικής φάσης των συνεντεύξεων αντιληφθήκαμε ότι η πολυτροπικότητα της γνώσης και της πληροφορίας ήταν κάτι που συνέβαλε στην επιτυχή διεκπεραίωση της δραστηριότητας. Οι περισσότεροι μαθητές δήλωσαν ότι ο πίνακας βοήθουσε ώστε να γνωρίζουν την ακριβή τιμή στον κάθετο άξονα του ραβδογράμματος, χωρίς βέβαια να αμφισβητούν την χρησιμότητα του ραβδογράμματος. Χαρακτηριστικά είναι τα αποσπάσματα διαλόγου με τις ομάδες που ακολουθούν:

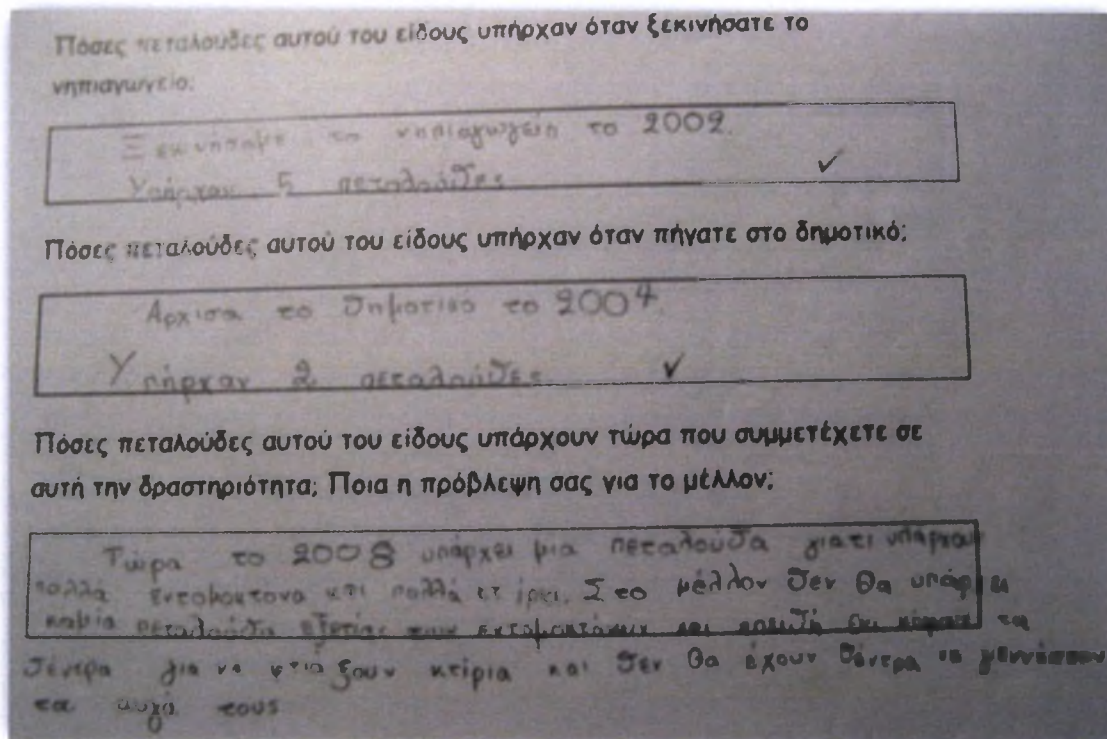
Ρενέ **Τι ήταν αυτό που σας βοήθησε;**
Χάρης Εμεις χρησιμοποιήσαμε μόνο τον πίνακα
Ρενέ **Το ραβδόγραμμα δεν το κοιτάξατε;**
Γιώργος Μας βοήθησε λίγο. Αλλά κοιτάζαμε περισσότερο τον πίνακα επειδή δεν ήταν ακριβής. Ας πούμε στην αρχή εδώ [δείχνει στο ραβδόγραμμα], νόμιζα ότι είναι 25 και μετά λέω είναι 26. Και από τον πίνακα είδα ότι ήταν 27.[εννοεί πεταλούδες τη συγκεκριμένη χρονιά]
Αρα καταλαβαίνω ότι κοιτάξατε το ραβδόγραμμα, καταλάβατε περίπου πόσο είναι και μετά πήγατε στον πίνακα για να δείτε ακριβώς την τιμή
Ρενέ
Χάρης Γιώργος: Ναι, αυτό κάναμε!

Διάλογος 27 : Ομάδα 2^η (Χάρης, Γιώργος)

Ρενέ **Τα πήγατε πολύ καλά. Τι ήταν αυτό που σας βοήθησε;**
Γιάννης Οι πίνακες , τα ραβδογράμματα
Ρενέ **Αν υπήρχε μόνο το ραβδόγραμμα θα τα καταφέρνατε το ίδιο καλά;**
Χρήστος Ναι, γιατί το ίδιο συμβολίζει
Ρενέ **Σας βοήθησε που υπήρχαν και τα δύο;**
Χρήστος Ναι πιο πολύ,. Γιατί εδώ είναι ανά πέντε. [δείχνει την κλίμακα του κάθετου άξονα στο ραβδόγραμμα]. Ενώ εκεί το δείχνει ακριβώς![δείχνει τον συνοδευτικό πίνακα]

Διάλογος 28 : Ομάδα 7^η (Γιάννης, Χρήστος)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τρόπος που οι μαθητές σκέφτηκαν ώστε να κάνουν την πρόβλεψή τους σχετικά με το μελλοντικό πλήθος του είδους της πεταλούδας που είχαν επιλέξει. Φαίνεται ότι οι περισσότερες ομάδες κατά την πρόβλεψή τους κατάφεραν να κάνουν σύνθεση των διαφόρων μορφών πολυμορφικού κειμένου της ενότητας σχετικά με τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Στην εικόνα που ακολουθεί (εικόνα 5_1) φαίνονται οι απαντήσεις που έδωσε η 8^η ομάδα στο συγκεκριμένο φύλλο εργασίας. Η απάντηση της στο τελευταίο ερώτημα επιβεβαιώνει την παρατήρησή μας.



Εικόνα 5.1 : Οι απαντήσεις της 8^{ης} ομάδας

Κατά την διάρκεια της τελικής φάσης του διδακτικού πειράματος είχαμε την ευκαιρία να ρωτήσουμε τις μαθήτριες της 8^{ης} ομάδας σχετικά με τον τρόπο που εργάστηκαν ώστε να κάνουν την πρόβλεψή τους. Ένα κομμάτι του διαλόγου με τις μαθήτριες φαίνεται παρακάτω (διάλογος 29) και επιβεβαιώνει ότι οι μαθήτριες συνέθεσαν επιτυχώς τις διάφορες μορφές του πολυτροπικού κειμένου.

- Ρενέ **Λοιπόν οι απαντήσεις ήταν πολύ εύστοχες. Τι κάνατε και τα πήγατε τόσο καλά;**
- Αλεξάνδρα Κοιτούσαμε αυτά εκεί.
- Ρενέ **Εννοείς τον πίνακα και το ραβδόγραμμα;**
- Αλεξάνδρα Ναι!
- Κωνσταντίνα Κάτσε να πω και εγώ; Λοιπόν, ήμασταν πολύ προσεκτικές. Δώσαμε πάρα πολύ προσοχή στο κείμενο για να κατανοήσουμε κάποια στοιχεία.
- Αλεξάνδρα: **Ακόμα ανατρέξαμε και σε προηγούμενα μαθήματα με δραστηριότητες για να βρούμε στοιχεία παραπάνω**
- Ρενέ **Εννοείτε σε προηγούμενες ενότητες;**
- Κωνσταντίνα Ναι πηγαίναμε πιο πίσω αν θέλαμε να βρούμε ένα στοιχείο παραπάνω!

Διάλογος 29 : Ομάδα 8^η (Αλεξάνδρα, Κωνσταντίνα)

Κατά την διάρκεια των τελικών συνεντεύξεων οι μαθητές έδωσαν περισσότερες διευκρινήσεις σχετικά με τον τρόπο που σκέφτηκαν. Από τις απαντήσεις των

μαθητών κατά την διάρκεια της τελικής φάσης ομαδικών συνεντεύξεων συμπεράναμε ότι επιπρόσθετα έλαβαν υπόψη τους και άλλους παράγοντες, όπως την ανάπτυξη της τεχνολογίας και τα καιρικά εποχιακά φαινόμενα. Χαρακτηριστικά τα αποσπάσματα διαλόγων που ακολουθούν:

- Ρενέ
Θανάσης **Πώς σκεφτήκατε για να κάνετε την πρόβλεψη;**
Σκεφτήκαμε ότι τους περσινούς και τους προπέρσινους χρόνους η τεχνολογία δεν είχε αναπτυχθεί έτσι ώστε να προστατεύουμε τις πεταλούδες. Αλλά ευτυχώς δεν είχαμε τόσο καυσαέρια. Τώρα γίνεται το αντίθετο. Όσο αναπτύσσεται η τεχνολογία έχουμε και περισσότερα καυσαέρια. Και στο τέλος μπορεί και να μην υπάρχουν. Αλλά η τεχνολογία μπορεί να κάνει κάτι για να τις προστατέψει.(εννοεί τις πεταλούδες)
- Ρενέ **Άρα σκεφτήκατε ότι οι πεταλούδες ναι μεν μειώνονται αλλά η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει και έτσι ο αριθμός αυτός θα είναι μικρός αλλά όχι πάρα πολύ μικρός. Αυτό λέτε;**
- Γιώργος Ναι! Βέβαια, η Ελλάδα είναι μια χώρα που έχει μείνει πίσω στην τεχνολογία Και ίσως να μην βοηθάει τις πεταλούδες.
- Θανάσης Αν αυτές οι πεταλούδες ήταν στην Ελλάδα μπορεί να πέθαιναν όλες, Στην Αμερική ίσως η τεχνολογία βοηθάει. Εμείς έτσι όπως είμαστε όμως... δεν βοηθάμε!
[...]

Διάλογος 30: Ομάδα 3^η (Θανάσης, Γιώργος)

Από τον παραπάνω διάλογο συμπεραίνουμε ότι οι μαθητές έχουν λάβει υπόψη τους την ανάπτυξη και συμβολή της τεχνολογίας και έχουν συνθέσει την απάντησή τους. Οι μαθητές έχουν επιλέξει μία πεταλούδα που εντοπίζεται στην Αμερική. Ο Θανάσης είναι προβληματισμένος γιατί πιστεύει ότι στην Ελλάδα δεν αξιοποιείται αρκετά και η τεχνολογία. Ο Θανάσης συνεχίζει τον συλλογισμό του φανερά απογοητευμένος με την εικόνα της ελληνικής πραγματικότητας. Το ενδιαφέρον στον διάλογο αυτό είναι ότι οι μαθητές έχουν καταφέρει να συνθέσουν διάφορες πληροφορίες ώστε να απαντήσουν το ερώτημα ενώ παράλληλα το αυθεντικό πλαίσιο που επιλέξαμε ήγειρε και άλλα θέματα που προκάλεσαν τον προβληματισμό των μαθητών.

- Ρενέ
Αλεξία **Ενδιαφέρουσα η πρόβλεψή σας! Πώς σκεφτήκατε;**
Τώρα επειδή κάνει πολύ ζέστη στην Ελλάδα, τώρα το 2008, και μάθαμε ότι στη πεταλούδα αρέσει η ζέστη. Γεννάει τότε. Είχαμε όμως διαφωνία μεταξύ 2 ή 3 Βάλαμε 3.
- Ρενέ
Ιωάννα **Αλλά κρατήσατε έναν μικρό αριθμό;**
Ναι, είδαμε 1 το 2006. Βάλαμε μικρό αριθμό γιατί δεν πάμε πολύ καλά με το περιβάλλον δεν το προσέχουμε..

Διάλογος 31: Ομάδα 5^η (Ιωάννα, Αλεξία, Χρήστος)

Στον παραπάνω διάλογο οι μαθήτριες έχουν λάβει υπόψη τους πως είναι αρχές καλοκαιριού, η περίοδος δηλαδή που η πεταλούδα γεννάει τα αυγά της. Το ενδιαφέρον εδώ είναι ότι οι μαθήτριες έχουν δώσει απάντηση συνθέτοντας

πληροφορίες από διάφορες ενότητες και αξιοποιώντας τις διάφορες μορφές πολυτροπικότητας που υπήρχαν στις ενότητες.

Ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει και η απάντηση της 4^{ης} ομάδας. Θυμίζουμε ότι τα μέλη της ομάδας αυτής συχνά διαφωνούσαν αλλά κατέληγαν σε καλά αποτελέσματα. Οι συγκρούσεις τους αφορούν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το περιεχόμενο της απάντησης. Συνήθως αν το μέλος που διαφωνεί δεν καταφέρει να πείσει τους άλλους, αποφασίζουν να κρατήσουν την απάντηση που πλειοψηφικά υπερισχύει. Χαρακτηριστικό το απόσπασμα διαλόγου που ακολουθεί:

- Ρενέ **Αρα θεωρείτε ότι ο πίνακας και το ραβδόγραμμα βοήθησαν;**
- Σπύρος Ναι, αλλά εγώ δεν συμφωνώ με την απάντηση που δώσαμε εδώ «10» [δείχνει το φύλλο εργασίας] και θα έδινα την απάντηση «καμία».
- Ρενέ **Γιατί δεν συμφωνείς;**
- Σπύρος Γιατί οι άνθρωποι κάνουν δραστηριότητες που χαλάνε το περιβάλλον [...] και όλα τα ζώα, γενικώς όλα, επιβαρύνονται και δεν μπορούν να ζήσουν και τα νερά επιβαρύνονται. Και πιστεύω δεν θα υπάρχει καμία στο μέλλον.
- Ρενέ **Εντούτοις υπερίσχυσε το «10» .Ο Δ και ο Κ θέλανε 10;**
- Δήμος Ναι! Γιατί βλέπουμε ότι σιγά σιγά είχαν μειωθεί. [δείχνει στην οθόνη του υπολογιστή] Αλλά μετά αναβαίνει πάλι. Γι' αυτό.
Διαλογος 32: Ομάδα 4^η (Δήμος, Σπύρος, Κωνσταντίνος)

Εστιάζοντας στον διάλογο 32 αντιλαμβανόμαστε ότι ο Σπύρος, ο μαθητής που διαφωνούσε σπεύδει με την πρώτη ευκαιρία να το δηλώσει. Αναφέρει την άποψή του και είναι σε θέσει να επιχειρηματολογήσει για αυτή. Η επιχειρηματολογία του μαρτυρά ότι είναι επηρεασμένος από τα κείμενα και τα βίντεο σχετικά με περιβαλλοντικά ζητήματα. Από την άλλη πλευρά, ο Δήμος εστιάζει κυρίως στο γράφημα της δραστηριότητας και εξηγεί ότι το ραβδόγραμμα παρουσιάζει «σκαμπανευάσματα με πτωτική τάση» και εκφράζει την άποψη ότι ενδεχομένως τα «σκαμπανευάσματα» στο πλήθος θα συνεχιστούν και μελλοντικά.

Γενικότερα οι ομάδες έδωσαν αποδεκτές απαντήσεις τις οποίες μπορούσαν να υποστηρίξουν με λογικά επιχειρήματα. Αυτό βέβαια δεν συνέβη με μία ομάδα, την 1^η ομάδα. Η 1^η ομάδα παρουσίαζε σημαντικά προβλήματα συνεργασίας και κατά την διάρκεια της παρέμβασης μας έδωσε την εντύπωση ότι το ενδιαφέρον τους επικεντρώθηκε σε ένα απλό κοίταγμα των εικόνων και του βίντεο. Η ομάδα αυτή όπως φαίνεται και στον διάλογο που ακολουθεί (διάλογος 33) δεν έχει αξιοποιήσει πλήρως το πολυτροπικό κείμενο. Σημειώνουμε τέλος ότι οι μαθητές μας έδωσαν την εντύπωση ότι σκέφτονταν εκείνη τη στιγμή τι θα απαντήσουν αντί να επεξηγήσουν πώς σκέφτηκαν.

- Ρενέ **Πώς το σκεφτηκατε; Γιατί οι πεταλούδες θα είναι 12;**
- Δημήτρης Με το περιβάλλον οι πεταλούδες λιγοστεύουν.
- Χρήστος Ξέρω ότι οι πεταλούδες χρειάζονται καθαρό αέρα. Αν

Ρενέ κάθονται κάτω στο δρόμο θα τις πατήσει κανένα αυτοκίνητο.
Μάλιστα. Στο περιβάλλον υπήρχε κάποια νύξη σε περιβαλλοντικά προβλήματα και θέματα;
 Χρήστος Όχι δεν νομίζουμε! Ααα υπήρχε ένα βίντεο περιβαλλοντικό! Βίντεο με χαρτόνια!
Διάλογος 33: Ομάδα 1^η (Χρήστος, Δημήτρης, Γιώργος)

5.3.2 Το θερμόμετρο της πεταλούδας

Στην δραστηριότητα «Το θερμόμετρο της πεταλούδας», οι μαθητές κλήθηκαν να εξάγουν πληροφορίες από έναν animated χάρτη. Ο χάρτης ανά μήνα άλλαζε χρώματα. Κάθε χρώμα αντιστοιχούσε σε μία θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι μαθητές έπρεπε να επιστρατεύσουν την παρατηρητικότητα τους, να συλλέξουν τις απαραίτητες πληροφορίες από τα κείμενα και να συμπληρώσουν το ακόλουθο φύλλο εργασίας:

Οι ομάδες παρουσίασαν πολύ καλές επιδόσεις στη συγκεκριμένη δραστηριότητα. Κατά γενική ομολογία η δραστηριότητα αυτή δυσκόλεψε τους μαθητές καθώς όπως υποστήριξαν οι μήνες και τα χρώματα του χάρτη άλλαζαν γρήγορα και έπρεπε με ταχύτητα να συνθέσουν αρκετές πληροφορίες για να βγάλουν συμπεράσματα. Εντούτοις, η δραστηριότητα παρά την δυσκολία της, προκάλεσε και κέντρισε το ενδιαφέρον των μαθητών. Αξίζει να αναφερθεί ότι λόγω της φύσης της, η δραστηριότητα ώθησε τους μαθητές να αναπτύξουν έναν τρόπο αποτελεσματικής συνεργασίας.

Αξίζει να σταθούμε σε μερικά αποσπάσματα διαλόγων με τους μαθητές. Στο απόσπασμα που ακολουθεί η ομάδα αναφέρεται στην δυσκολία που εντόπισε και στο τρόπο που χρησιμοποίησε ώστε να ξεπεράσει την δυσκολία αυτή.

Γιώργος Με δυσκόλεψε εκείνη η ενότητα με την γη. Έπρεπε να βλέπεις ταυτόχρονα τους μήνες και τα χρώματα
 Ρενέ Σε αυτό που λες ότι δυσκολευτήκατε, έχετε πάει υπέροχα! Πείτε μου, πώς τα καταφέρατε; [Οι μαθητές είναι σιωπηλοί]
Είπατε ότι τρέχανε γρήγορα οι μήνες. Τι κάνατε και τα πήγατε τόσο καλά;
 Γιώργος Μια φορά έβλεπε ο ένας μία ο άλλος.
 Ρενέ **Μοιράσατε την δουλειά;**
 Χάρης Ο ένας κοιτούσε τις θερμοκρασίες. Και ο άλλος τους μήνες.
 Γιώργος Δεν μπορώ να καταλάβω πώς τα πήγαμε καλά αφού μας δυσκόλεψε!
 Ρενέ **Ήταν δύσκολο. Και εγώ το βρίσκω δύσκολο. Ίσως επειδή συνεργαστήκατε καλά, είχατε καλό αποτέλεσμα**
 Γιώργος **Οπότε δεν μας δυσκόλεψε τίποτα! [Γέλια]**
Διάλογος 34: Ομάδα 2^η (Χάρης, Γιώργος)

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το απόσπασμα διαλόγου με την 3^η ομάδα (βλέπε διάλογο 35). Οι μαθητές αναφέρονται στις δυσκολίες που εντόπισαν, γνωστοποιούν τον τρόπο που δούλεψαν αλλά επιπρόσθετα προτείνουν τρόπους κατά τους οποίους η δραστηριότητα θα μπορούσε να βελτιωθεί. Οι μαθητές θεωρούν ότι αν η ταχύτητα αλλαγής χρωμάτων ήταν μικρότερη, αν αναγράφονταν στα ελληνικά τα ονόματα κάθε χώρας και κάθε μήνα δεν θα υφίσταντο τα προβλήματα.

- Ρενέ **Υπήρχε κάτι που δεν σας άρεσε;**
Θανάσης Όχι! Να μόνο όταν έδειχνε ότι η γη αρχίζει να κοκκινίζει, να πήγαινε πιο αργά. Και θα ήταν πιο ωραίο να δείχνει Αμερική, να γράφει «Αμερική» για να το ξέρουμε[...]. Και αυτό για όλες τις χώρες
- Ρενέ **Δηλαδή λες να πήγαινε πιο αργά και να είναι πιο εμφανή ποια χώρα απεικονίζεται;**
Θανάσης Ναι. Το λέει και στα Αγγλικά. Αλλά αν δηλαδή είναι κάποιος πολύ νέος στα Αγγλικά και δεν έχει ενδιαφερθεί καθόλου και η ομάδα δεν ξέρει κάτι, μπορεί να πιστεύει ότι αυτό είναι μία άλλη λέξη. Να μην του έρθει καθόλου στο μυαλό.
- Ρενέ **Μάλιστα. Εννοείς να μην καταλάβει τι λέει. Παρόλα τα προβλήματα και τις δυσκολίες που αναφέρατε, τα πήγατε πολύ καλά. Πώς τα καταφέρατε;**
Θανάσης Τα μοιραστήκαμε....
Γιώργος Ο καθένας έβλεπε τις χώρες. Και έβλεπε αν είναι πολύ σκούρο κόκκινο ή μπλε...
- Θανάσης Τις μοιραστήκαμε με τον τρόπο... Έλεγα στο Γιώργο. «Γιώργο πες μου όταν δείξει Απρίλιο», πες ότι είναι Απρίλιος, πες μου «τώρα», και εγώ θα κοιτούσα τι χρώμα έχει το Μεξικό, η Καλιφόρνια και η Βόρεια Αμερική.
- Ρενέ **Νομίζω ότι αυτό ήταν το κλειδί της επιτυχίας όμως!**
Θ,Γ Ναι!

Διάλογος 35: Ομάδα 3^η (Θανάσης, Γιώργος)

Τέλος κρίνουμε σκόπιμο να παραθέσουμε ένα κομμάτι διαλόγου με την 9^η ομάδα καθώς ήταν μία από τις ομάδες που παρουσίαζαν προβλήματα συνεργασίας. Όπως μπορεί να διαπιστωθεί μόνο τα δύο από τα τρία μέλη συνεργάζονταν με επιτυχία και εκεί οφείλεται το γεγονός ότι διεκπεραίωσαν επιτυχώς την δραστηριότητα. Οι μαθητές δηλώνουν ότι βρήκαν ενδιαφέρουσα την δραστηριότητα παρά το γεγονός ότι υπήρχαν δυσκολίες. Χαρακτηριστικό το απόσπασμα που ακολουθεί:

- Ρενέ **Η δραστηριότητα αυτή είναι που μου είπατε πώς σας άρεσε;**
Ηλιάνα Ναι, αυτή μου άρεσε!
Αλέξανδρος Και εμένα μου άρεσε!
Ηλιάνα Εσύ δεν συνεργάστηκες!
Ρενέ **Πώς τα καταφέρατε; Οι συμμαθητές σας ανέφεραν ότι δυσκολεύτηκαν.**

| | |
|------------|---|
| Ηλιάνα | Ναι, λοιπόν ο Βασίλης κοιτούσε τους μήνες και εγώ τα χρώματα! |
| Ρενέ | Ο Αλέξανδρος τι έκανε; |
| Ηλιάνα | Καθόταν! |
| Αλέξανδρος | Εγώ; |
| Ηλιάνα | Ναι! |
| Αλέξανδρος | Προσπαθούσα και εγώ να βοηθήσω αλλά δεν με αφήνατε! |
| Ηλιάνα | Δεν σου είπαμε εμείς «δεν σε αφήνουμε». |
| Αλέξανδρος | Ναι, αλλά δεν με αφήνατε να γράψω ενώ είχα σκέψεις στο μυαλό μου. |
| Ηλιάνα | Ναι, αλλά περίμενες να γράψεις και να σου πούμε εμείς τι να γράψεις, όχι από μόνος σου! |

Διάλογος 36: Ομάδα 9^η (Ηλιάνα, Αλέξανδρος, Βασίλης)

5.3.3 Το ταξίδι της πεταλούδα

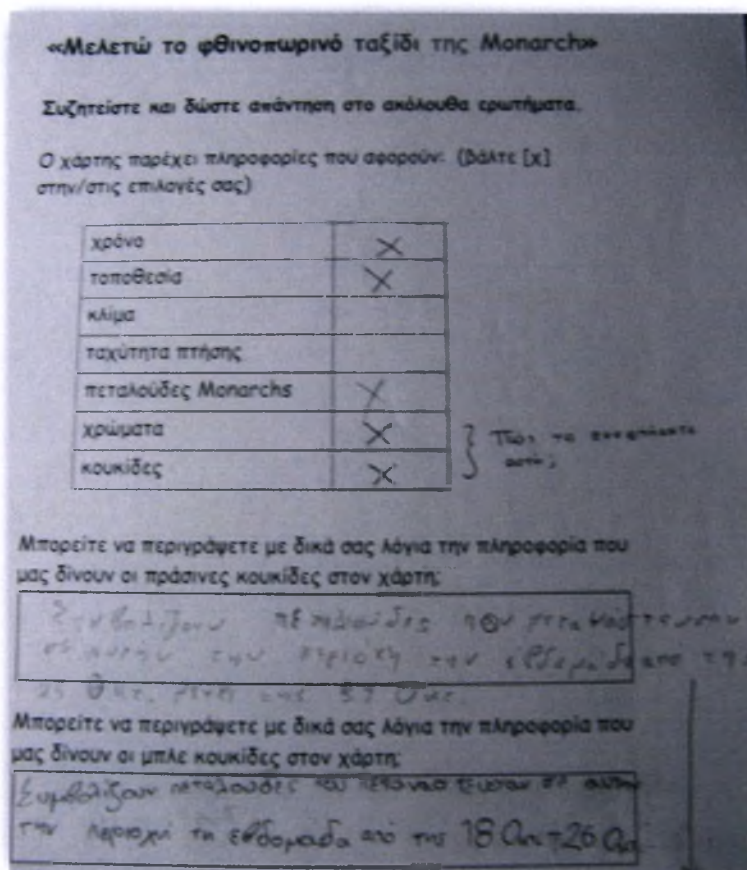
Στη δραστηριότητα «Το ταξίδι της πεταλούδας» οι μαθητές κλήθηκαν να ερμηνεύσουν το χάρτη του ταξιδιού φθινοπωρινής μετανάστευσης της πεταλούδας. Στη διάθεση των μαθητών υπήρχε πληροφοριακό υλικό με τις παρατηρήσεις επιστημόνων, εθελοντών και απλών κατοίκων των περιοχών που σχετίζονταν άμεσα με το ταξίδι της πεταλούδας. Το πληροφοριακό υλικό ήταν σε μορφή κειμένου, εικόνων αλλά και βίντεο. Ο προς ερμηνεία χάρτης ήταν διαδραστικός. Οι μαθητές είχαν την δυνατότητα να επιλέξουν χρονικές περιόδους και να δουν πως μέχρι τότε έχει εξελιχθεί το ταξίδι. Χρωματιστές κουκίδες αναπαριστούσαν το που βρισκόταν οι πεταλούδες Monarchs τη δεδομένη χρονική στιγμή (με το χρώμα να συμβολίζει τις διαφορετικές χρονικές περιόδους). Κρίνουμε σκόπιμο να παρουσιάσουμε ένα στιγμιότυπο της διεπαφής που αφορά την δραστηριότητα αυτή.



Εικόνα 5.2: Στιγμιότυπο από την δραστηριότητα «Το ταξίδι της πεταλούδας»

Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται οι απαντήσεις των μαθητών της 7^{ης} ομάδας στα τρία πρώτα ερωτήματα της δραστηριότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι απαντήσεις αυτές είναι αντιπροσωπευτικές των απαντήσεων που λάβαμε γενικότερα. Παρουσιάζει ενδιαφέρον το γεγονός ότι ενώ οι μαθητές έχουν απαντήσει εύστοχα στο

δεύτερο και στο τρίτο ερώτημα, προσδιορίζοντας το τι συμβολίζουν οι κουκίδες στον χάρτη, δεν είναι το ίδιο εύστοχοι στο 1^ο ερώτημα όπου και θεωρούν ότι ο χάρτης παρέχει πληροφορίες που αφορούν κουκίδες και χρώματα



Εικόνα 5.3: Οι απαντήσεις της 7^{ης} ομάδας

Κρίναμε σκόπιμο να ρωτήσουμε τους μαθητές γιατί σημείωσαν τις δύο τελευταίες επιλογές του πίνακα. Από τις απαντήσεις τους αντιληφθήκαμε πως το γεγονός ότι ο χάρτης απεικόνιζε χρωματιστές κουκίδες επηρέασε την κρίση των μαθητών. Βέβαια, η πλειοψηφία των ομάδων μετά από σχετική συζήτηση αντιλαμβάνεται το λανθασμένο της επιλογής τους. Καθοριστικό ρόλο στην κατανόηση της εσφαλμένης κρίσης τους παίζει η ερώτηση μας σχετικά με το εάν ένα ραβδόγραμμα μας δίνει πληροφορίες για ράβδους. Θεωρήσαμε ότι ο παραλληλισμός με το ραβδόγραμμα, ένα οικείο γράφημα στους μαθητές της Δ' δημοτικού, θα έφερνε αποτέλεσμα και όντως αυτό συνέβη στις περισσότερες των περιπτώσεων. Χαρακτηριστικά είναι τα αποσπάσματα διαλόγων που ακολουθούν:

- Ρενέ: **Γιατί βάλατε 'X' στις κουκίδες και στα χρώματα;**
 Χάρης: Επειδή βλέπαμε στο χάρτη τις κουκίδες με χρώματα μέσα
- Ρενέ: **Είναι σαν να μου λέτε ότι ένα ραβδόγραμμα δίνει πληροφορίες για τις ράβδους.**
 Χάρης: Έτσι το βλέπαμε! Αλλά συμβόλιζαν τους μήνες και τις εγκαταστάσεις των πεταλούδων. Που πήγαιναν οι πεταλούδες...

Γιώργος

Ααα ναι!

Διάλογος 37 :Ομάδα 2^η (Γιώργος, Χάρης)

Ρενέ

Σημειώσατε ότι ο χάρτης περιέχει πληροφορίες που αφορούν χρώματα και κουκίδες. Το σημειώσατε αυτό επειδή τα βλέπετε στο χάρτη επάνω;

Κωνσταντίνος

Ναι!

Ρενέ

Δηλαδή αν είχαμε ένα ραβδόγραμμα και σας ρωτούσα αν το ραβδόγραμμα δίνει πληροφορίες για τις ράβδους τι θα λέγατε «ναι» ή «όχι»;

Κ,Σ

Όχι!

Ρενέ

Επιμένετε ότι ο χάρτης δίνει πληροφορίες για χρώματα και κουκίδες;

Σπύρος

Όχι, δεν δίνει!

Κωνσταντίνος

Αφού έχει κουκίδες και χρώματα!

Σπύρος

Έχει, περιλαμβάνει αλλά δεν δίνει πληροφορίες για αυτές!

Κωνσταντίνος

Ναι, φτου να πάρει!

Ρενέ

Οι κουκίδες τι συμβολίζουν;

Δήμος

Τις πεταλούδες!

Κωνσταντίνος

Κανονικά θα έπρεπε να βάλουν πεταλούδες κανονικές

Ρενέ

Αντί κουκίδας εννοείς. Θα το καταλάβαινες καλύτερα;

Κωνσταντίνος

Ναι

Διάλογος 38: Ομάδα 4^η (Σπύρος, Δήμος, Κωνσταντίνος)

Γιάννης

Στο έλεγα Πάνο , ότι αυτά είναι λάθος!

Ρενέ

Γιατί αυτά, οι κουκίδες και τα χρώματα, ήταν λάθος;

Πάνος

Δείχνει κουκίδες!

Γιάννης

Βλακείες του Π!

Ρενέ

Αν είχαμε ένα ραβδόγραμμα και σας ρωτούσα αν το ραβδόγραμμα δίνει πληροφορίες για τις ράβδους, θα απαντούσατε ναι ή όχι;

Πάνος

Όχι!

Ρενέ

Άρα μήπως είναι το ίδιο ακριβώς;

Πάνος, Γιάννης

Ναι

Ρενέ

Οι κουκίδες εδώ τι δείχνουν;

Γιάννης

Οι κουκίδες είναι για να δούμε πόσες πεταλούδες αποδημούν κάθε εβδομάδα και που.

Ρενέ

Άρα τις χρησιμοποιούμε για συμβολισμό;

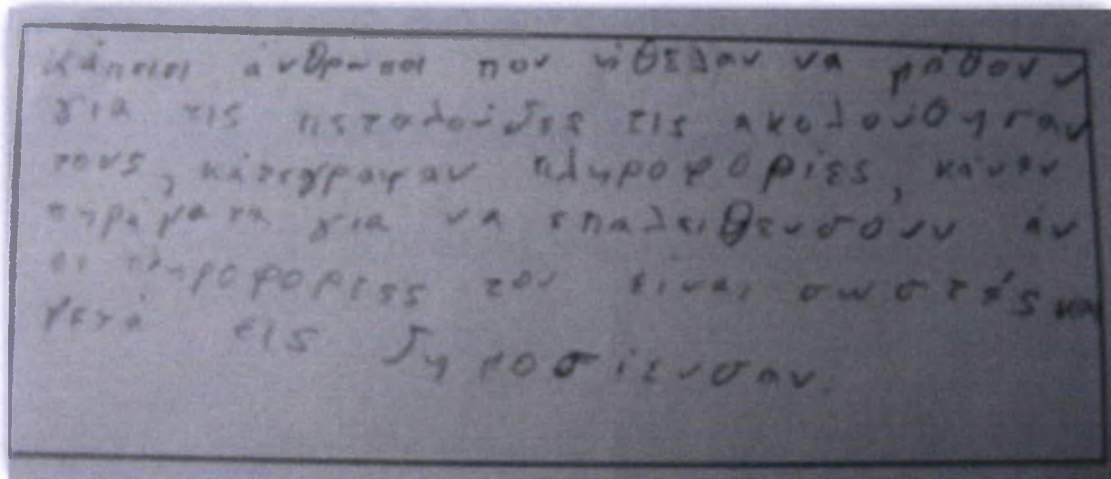
Πάνος, Γιάννης

Ναι!

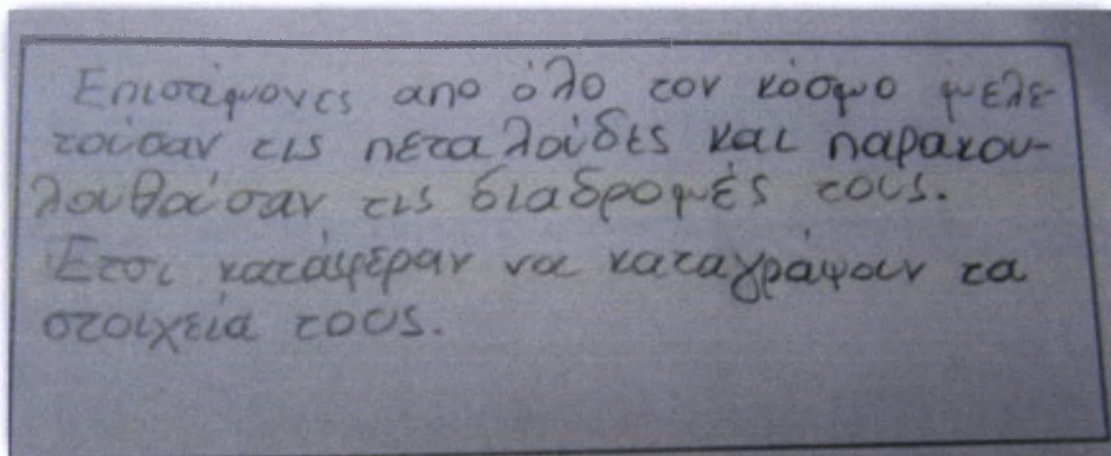
Διάλογος 39: Ομάδα 7^η (Πάνος, Γιάννης)

Η τελευταία ερώτηση της δραστηριότητας αφορούσε το πώς μπορεί να προέκυψε αυτός ο χάρτης. Οι μαθητές καλούνταν να αξιοποιήσουν το πολυτροπικό κείμενο και

δώσουν μία ολοκληρωμένη απάντηση (για περισσότερα σχετικά με το ερώτημα βλέπε παράρτημα μέρος II). Όσον αφορά λοιπόν στην τελευταία ερώτηση τέσσερις στις εννιά ομάδες απάντησαν πολύ εύστοχα δείχνοντας ότι έχουν μελετήσει και κατανοήσει το αντίστοιχο πληροφοριακό υλικό. Οι εικόνες που ακολουθούν είναι χαρακτηριστικές τέτοιων απαντήσεων:



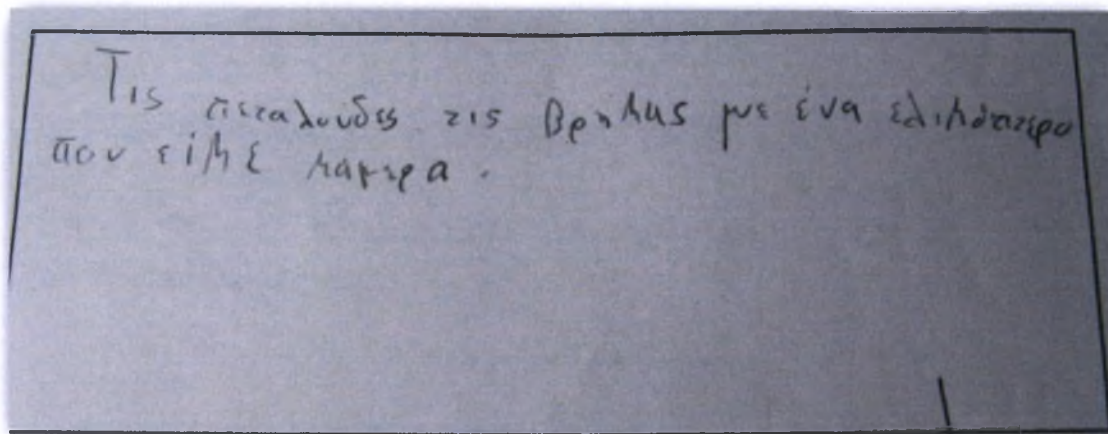
Εικόνα 5.4: Οι απαντήσεις της 4^{ης} ομάδας



Εικόνα 5.5: Οι απαντήσεις της 8^{ης} ομάδας

Σημειώνουμε ότι λάβαμε και απαντήσεις αόριστες ή άσχετες με το ερώτημα. Αυτό συνέβη με την 9^η και 6^η ομάδα, οι οποίες δήλωσαν ότι δεν πρόσεξαν τι ακριβώς ζητούσε η εκφώνηση του ερωτήματος.

Τέλος θα θέλαμε να αναφερθούμε στις απαντήσεις που λάβαμε από τις υπόλοιπες τρεις ομάδες. Οι απαντήσεις αυτές είχαν ένα κοινό γνώρισμα: δεν προέκυπταν από τα κείμενα ή τα βίντεο της ενότητας. Θεωρούμε ότι οι μαθητές κατέγραψαν τις σκέψεις τους χωρίς να έχουν μελετήσει τα κείμενα. Σε αυτή την κατηγορία εμπίπτει η 1^η ομάδα, η οποία όπως έχουμε προαναφέρει είχε και αρκετά προβλήματα συνεργασίας. Η απάντηση της 1^η ομάδας ήταν η ακόλουθη:



Εικόνα 5.6: Απάντηση της 1^{ης} ομάδας στην δραστηριότητα «Το ταξίδι της πεταλούδας»

Κρίναμε σκόπιμο να ρωτήσουμε τα μέλη της ομάδας σχετικά με το πώς προέκυψε αυτή η απάντηση. Οι μαθητές δείχνουν να σκέφτονται επιχειρήματα και αντεπιχειρήματα την στιγμή της συνέντευξης. Τέλος επιβεβαιώνουν τόσο ότι δεν προέκυψε η απάντηση από τα κείμενα όσο και την κακή τους συνεργασία τους. Χαρακτηριστικό το απόσπασμα διαλόγου που ακολουθεί:

- | | |
|----------|--|
| Ρενέ | Μάλιστα! Η απάντησή σας είναι... «με ένα ελικόπτερο που έχει κάμερα». Σαν ιδέα μου αρέσει. Πώς το σκεφτήκατε; |
| Δημήτρης | Μπορεί να είναι ένα ελικόπτερο ψηλά και να περνάει |
| Χρήστος | Ναι αλλά πού θα τις δουν τις πεταλούδες; Εγώ διαφωνώ! Δεν είναι ωραία ιδέα. |
| Ρενέ | Αυτό το σκέφτηκες μόνος σου ή υπήρχε στο περιβάλλον; |
| Δημήτρης | Μόνος μου! |
| Ρενέ | Εσύ τι λες δηλαδή; [Ερώτηση προς τον Χρήστο] |
| Χρήστος | Συμφωνώ να τις πιάσουν όχι να τις παρατηρήσουν. Στο ελικόπτερο μπορεί να γίνουν ταρακουνήματα και τι θα γράφει η κάμερα; |
| Δημήτρης | Γιατί; |
| Δημήτρης | Όχι κάμερα! Δεν θα έχει ακρίβεια! |
| Χρήστος | Δηλαδή είχατε μία ιδέα που δεν προέκυψε από τα κείμενα. Τη σκεφτήκατε μονοί σας και διαφωνούσατε σε αυτή; |
| Γιώργος | Ναι! Όμως, κάμερα δεν βάζουμε; |
- Διάλογος 40: 1^η ομάδα (Δημήτρης, Χρήστος, Γιώργος)**

Τέλος, οι άλλες δύο ομάδες απάντησαν ότι η συλλογή στοιχείων για την κατασκευή του χάρτη προκύπτει με χρήση δορυφόρου και επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Οι μαθητές στις συνεντεύξεις που ακολούθησαν υποστήριξαν ότι συνέθεσαν τα όσα διάβασαν με το γεγονός ότι η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί και προσφέρει προς την κατεύθυνση της συλλογής στοιχείων. Από την παρατήρησή μας όμως κατά την διάρκεια της παρέμβασης, αντιληφθήκαμε ότι η μία ομάδα ρώτησε τον δάσκαλο που παρευρισκόταν στην αίθουσα αν με δορυφόρους καθίσταται δυνατή η συλλογή στοιχείων. Ανυποψίαστος ο δάσκαλος απάντησε καταφατικά και ενδεχομένως οι

μαθητές δεν αντιλήφθηκαν το γενικό ύφος της απάντησής του και αξιοποίησαν την πληροφορία για να απαντήσουν το ερώτημα. Οι δύο ομάδες καθόντουσαν σε διπλανά θρανία και είναι πολύ πιθανό η μία ομάδα να επηρεάστηκε από το ερώτημα της άλλης προς τον δάσκαλο.

5.3.4 Μέτρηση στον Ταϋγετο

Στην δραστηριότητα «Μέτρηση στον Ταϋγετο» οι μαθητές κλήθηκαν να εφαρμόσουν την διαδικασία που ακολουθούν οι ειδικοί ώστε να υπολογίσουν το πλήθος πεταλούδων *Polymatous Menelaus* στην περιοχή του Ταϋγέτου. Η διαδικασία υπολογισμού στηρίζεται στην εφαρμογή ενός μαθηματικού τύπου. Στόχος της δραστηριότητας ήταν να προβληματιστούν οι μαθητές σχετικά με το εάν η διαδικασία αυτή υπολογίζει τον ακριβή αριθμό του πλήθους των πεταλούδων. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το σενάριο της δραστηριότητα παραπέμπουμε στο παράρτημα.

Γενικά, όλες οι ομάδες δυσκολεύτηκαν να σκεφτούν ότι πρέπει να εφαρμόσουν την διαδικασία που ακολούθησαν οι ειδικοί αντικαθιστώντας στο μαθηματικό τύπο τα τρία σύνολα A,B,Γ και επιλύοντας τον τελευταίο. Η παρατήρηση αυτή προέκυψε κατά τη διάρκεια της παρέμβασης αφού πολλές ομάδες καλούσαν σε διευκρινίσεις σχετικά με το πώς θα έπρεπε να ξεκινήσουν να δουλεύουν την δραστηριότητα. Κάποιες ομάδες κατάφεραν και επέλυσαν τον μαθηματικό τύπο, επανέλαβαν την διαδικασία και για την δεύτερη ομάδα (βλέπε εκφώνηση στο παράρτημα), σύγκριναν τα αποτελέσματα και εξήγαν τα συμπεράσματά τους. Γενικά αισθανθήκαμε ότι οι μαθητές τρόμαξαν στη θέα του μαθητικού τύπου. Χαρακτηριστικά είναι τα αποσπάσματα διαλόγου που ακολουθούν:

| | |
|---------|---|
| Ρενέ | Πώς σκεφτήκατε και δουλέψατε; |
| Πάνος | Εεε ρωτήσαμε και το δάσκαλο. |
| Γιάννης | Μας είπε απλά τι πρέπει να κάνουμε και το κάναμε |
| Πάνος | Δεν ήταν και δύσκολο να κάνουμε τον τύπο. |
| Γιάννης | Ναι τελικά όχι! |
| Ρενέ | Εδώ λέτε «ο τύπος δείχνει τον αριθμό των πεταλούδων στο περίπου». Τι εννοείτε; Πώς σκεφτήκατε; |
| Γιάννης | Είναι περίπου κοντά. Δεν έχουν μεγάλη διαφορά [εννοεί τα 2 αποτελέσματα]. Δεν είναι 30 και 100. Είναι 6 ή 7 η διαφορά [εννοεί μονάδες]. |
| Ρενέ | Και πώς το καταλάβατε αυτό; |
| Πάνος | Φαίνεται από τα αποτελέσματα. Οι ειδικοί είναι ειδικοί ενώ οι άλλοι είναι απλοί άνθρωποι, όχι εξειδικευμένοι |

Διάλογος 41: Ομάδα 7^η (Γιάννης, Πάνος)

Αξίζει να σημειώσουμε ότι δεν κατάφεραν όλοι οι μαθητές να διεκπεραιώσουν με επιτυχία την δραστηριότητα. Οι λόγοι ποικίλουν. Συγκεκριμένα αναφέρουμε ότι δύο ομάδες (4^η ομάδα και 9^η ομάδα) δεν επέλυσαν από επιλογή τον μαθηματικό τύπο και εξήγαν συμπεράσματα βασιζόμενοι στο ότι τα τρία σύνολα ήταν διαφορετικά υπολογισμένα στις δύο ομάδες (βλέπε εκφώνηση). Μία άλλη ομάδα (7^η ομάδα) εκτέλεσε λάθους υπολογισμούς/πράξεις, γεγονός όμως που δεν την εμπόδισε να συνεχίσει σε συγκρίσεις και να εξάγει συμπεράσματα. Τέλος, υπήρχαν δύο ομάδες (1^η ομάδα, 8^η ομάδα) που δεν ολοκλήρωσαν το φύλλο εργασίας για διαφορετικούς λόγους η καθεμία. Η μη ολοκλήρωση για την 1^η ομάδα οφείλεται σε προβλήματα συνεργασίας, όπως χαρακτηριστικά και με έναν αστείο τρόπο αναφέρουν και οι ίδιοι οι μαθητές.

Ρενέ **Εδώ δεν έχετε απαντήσει. Τη θεωρήσατε πιο δύσκολη δραστηριότητα από τις άλλες; Τι συνέβη;**
 Χρήστος Να την κάνουμε τώρα προφορικά;
 Ρενέ **Αν θέλεις να περιγράψεις κάτι...**
 Χρήστος [Διαβάζει την εκφώνηση γέλια αμηχανίας]
 Ρενέ **Δεν θέλω να σε κουράζω. Πες μου αν σε δυσκόλεψε κάτι**

Χρήστος Αυτή την ερώτηση δεν την είχαμε διαβάσει. Βιαζόμασταν. Την δώσαμε έτσι βιαστικά.

Ρενέ **Μου κάνει εντύπωση που θυμάσαι το $A \cdot B / \Gamma$ (το είχε αναφέρει στην αρχή της συνέντευξης). Πώς το συγκράτησες αφού δεν το εφαρμόσατε;**

Χρήστος Κοιτάζτε είμαστε μία δύσκολη ομάδα. Είναι σαν να είμαστε στη τελική φάση να πάρουμε το κύπελο. Θέλει να συνεργαστούμε. Πρέπει να προσπαθήσουμε αναγκαστικά. Αλλά δεν γίνεται πάντα.

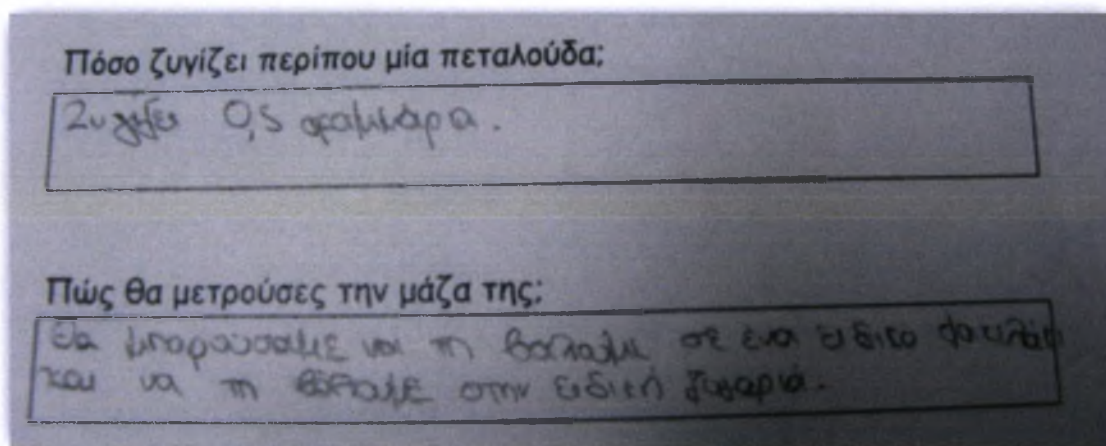
Διάλογος 42: Ομάδα 1^η (Χρήστος, Πάνος, Γιώργος)

Η 8^η ομάδα ακολούθησε την διαδικασία και εφάρμοσε τον μαθηματικό τύπο με ιδιαίτερη επιτυχία, εντούτοις δεν συμπλήρωσε τα ερωτήματα. Ο λόγος οφειλόταν σε στενά χρονικά περιθώρια. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι δύο μαθήτριες, οι μικρές ερευνήτριες, έδειξαν να λυπούνται που δεν πρόλαβαν να ολοκληρώσουν την δραστηριότητα. Χαρακτηριστικό το απόσπασμα διαλόγου που ακολουθεί, το οποίο επίσης επιβεβαιώνει τις παρατηρήσεις μας σχετικά με το πώς οι δύο μαθήτριες καταφέρνουν και συνεργάζονται κατανέμοντας αρμοδιότητες:

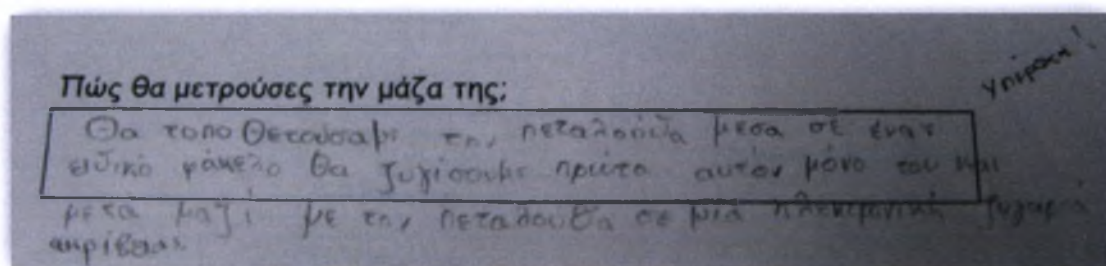
Ρενέ **Ποιος είναι ο λόγος που δεν ολοκληρώσατε;**
 Κωνσταντίνα Δεν προλάβαμε, να το ολοκληρώσουμε τώρα;
 Αλεξάνδρα Απλώς σχολούσαμε και δεν προλάβαμε!
 Κωνσταντίνα [διαβάζει εκφώνηση και επιχειρεί να απαντήσει] **Όχι, δεν δίνει ακριβώς το πλήθος. Το δίνει στο περίπου [εύστοχη απάντηση]**
 Ρενέ **Ήταν πολλές οι δραστηριότητες για αυτό δεν προλάβατε;**
 Αλεξάνδρα Όχι, απλώς χτύπησε το κουδούνι και χάναμε και χρόνο να βρούμε ποια θα γράψει τι.

5.3.5 Η μάζα της πεταλούδας

Η δραστηριότητα αυτή έλαβε χώρα ξεχωριστά από τις υπόλοιπες και με αυτή ολοκληρώθηκε το δεύτερο στάδιο του διδακτικού πειράματος. Στην δραστηριότητα αυτή οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν αξιοποιώντας τις παρεχόμενες πληροφορίες της ενότητας θέματα σχετικά με την μάζα της πεταλούδας (για το ακριβές σενάριο της δραστηριότητας δες το φύλλο εργασίας στο παράρτημα). Γενικότερα οι απαντήσεις των μαθητών ήταν εύστοχες. Σαφώς υπήρχαν δυσκολίες ή και λανθασμένες απαντήσεις αλλά θα αναφερθούμε σε αυτές στην συνέχεια. Όλες ανεξαιρέτως οι ομάδες φάνηκε ότι είχαν αξιοποιήσει και κατανοήσει το πληροφοριακό υλικό της ενότητας και αυτό ήταν σημαντικό. Κρίναμε ότι θα παρουσίαζε ενδιαφέρον να μάθουμε πως λειτούργησαν οι μαθητές ώστε να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας. Χαρακτηριστικές είναι τόσο οι εικόνες που ακολουθούν όσο και τα αποσπάσματα διαλόγου:



Εικόνα 5.7: Οι απαντήσεις στη δραστηριότητα «Η μάζα της πεταλούδας»



Εικόνα 5.8: Οι απαντήσεις στη δραστηριότητα «Η μάζα της πεταλούδας»

Ρενέ

Πάμε να δούμε τις απαντήσεις σας στο «Μελετώ την μάζα της πεταλούδας»

Κωνσταντίνος

Ααα ήταν με την ειδική ζυγαριά και το φακελάκι

Ρενέ
Κωνσταντίνος

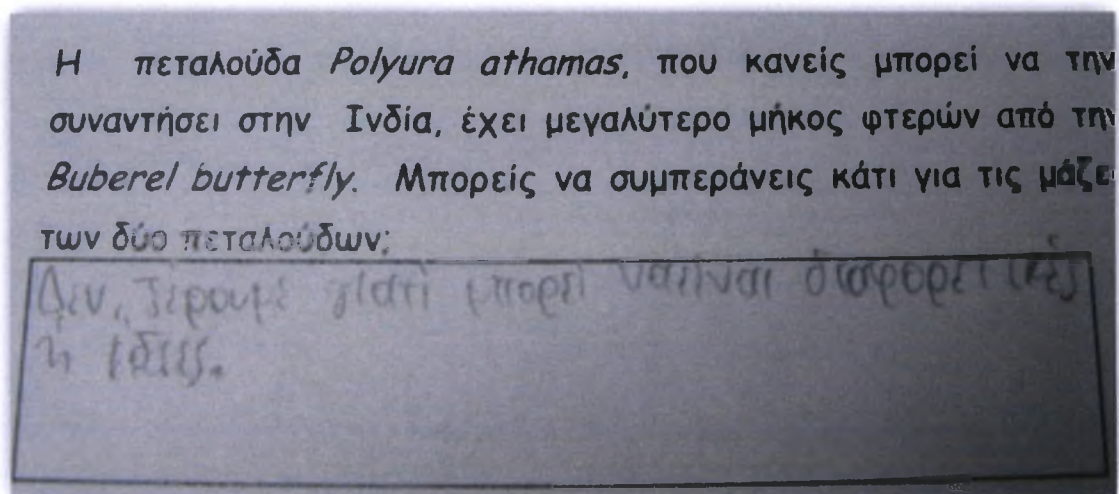
Ναι. Πώς το βρήκατε αυτό και το γράψατε;
Το είδαμε από το πρόγραμμα και το διαδίκτυο
*Διάλογος 44: Ομάδα 4^η (Κωνσταντίνος, Δήμος,
Σπυρος)*

Ρενέ
Ιωάννα
Αλεξία

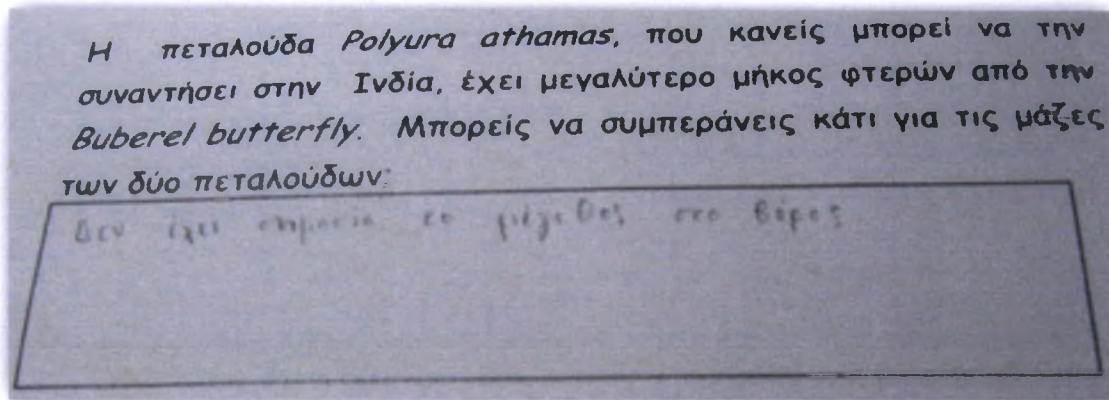
Εδώ απαντάτε: «με μία ηλεκτρονική ζυγαριά». Πώς το σκεφτήκατε αυτό;
Το είχαμε διαβάσει
Μας επηρέασε και αυτή η εικόνα [δείχνει την εικόνα στην αντίστοιχη ενότητα του περιβάλλοντος]
Διάλογος 45: Ομάδα 5^η (Ιωάννα, Αλεξία, Χρήστος)

Από τους διαλόγους 44 και 45 συμπεραίνουμε ότι οι μαθητές έχουν συνθέσει τις διάφορες μορφές πολυτροπικού κειμένου (ακόμα και αυτά που υπάρχουν σε έναν δικτυακό τόπο) ώστε να δώσουν απάντηση στα ερωτήματα του φύλλου εργασίας.

Στη συνέχεια παρουσιάζουν ενδιαφέρον οι απαντήσεις των μαθητών στο τρίτο κατά σειρά ερώτημα του φύλλου εργασίας (βλέπε παράρτημα). Στόχος του ερωτήματος είναι να δούμε κατά πόσο οι μαθητές πιστεύουν ότι το μέγεθος σχετίζεται με το βάρος. Ένα σώμα που έχει μεγάλο μέγεθος είναι και πιο βαρύ από ένα σώμα μικρότερου μεγέθους; Τέσσερις στις εννιά ομάδες απάντησαν ότι δεν μπορούν να συμπεράνουν κάτι για τη μάζα έχοντας ως δεδομένο το μήκος των φτερών. Παρακάτω (Εικόνα 5.9 και 5.10) παρουσιάζουμε δύο τέτοιες αντιπροσωπευτικές απαντήσεις.



Εικόνα 5.9: Οι απαντήσεις στη δραστηριότητα «Η μάζα της πεταλούδας»



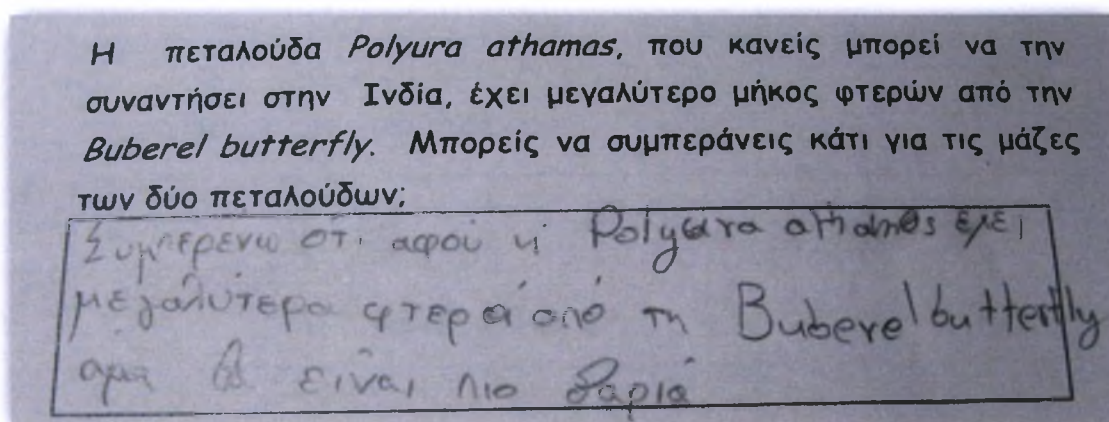
Εικόνα 5.10: Οι απαντήσεις στη δραστηριότητα «Η μάζα της πεταλούδας»

Δύο επιπλέον ομάδες απάντησαν διαφορεόμενα χωρίς να μας δίνουν την δυνατότητα από τα φύλλα εργασίας να καταλάβουμε τι πιστεύουν. Οι ομάδες αυτές έδωσαν διευκρινίσεις κατά την διάρκεια της συνέντευξης της τελικής φάσης, από όπου και συμπεράναμε ότι δεν θεωρούν ότι μπορούμε με σιγουριά να εξάγουμε κάποιο συμπέρασμα για το πόσο ζυγίζει η πεταλούδα. Χαρακτηριστικό και αντιπροσωπευτικό είναι το απόσπασμα που ακολουθεί:

- | | |
|---------|--|
| Ρενέ | Εδώ δεν κατάλαβα πώς το σκεφτήκατε. |
| Θανάσης | Σκεφτήκαμε ότι κάθε πεταλούδα δεν έχει φτιαχτεί ίδια [...] |
| Ρενέ | Άρα μπορείτε να συμπεράνατε κάτι για τη μάζα τους; |
| Θανάσης | Όχι, γιατί μπορεί να τρώνε ίδια, αλλά η φύση να τις έχει φτιάξει διαφορετικές. Με πιο μεγάλα φτερά. Δεν έχει σημασία το μέγεθος στο βάρος. |

Διάλογος 46: 3^η ομάδα (Θανάσης, Γιώργος)

Τέλος, τρεις ομάδες υποστήριξαν ότι με δεδομένο το μήκος των φτερών μπορεί να προκύψει συμπέρασμα για το βάρος. Οι απαντήσεις αυτών των ομάδων επιβεβαιώνουν την ανάγκη για σχετικά πειράματα όπως αυτά που διεξήχθησαν το 1975 από τον Hughes. Χαρακτηριστική είναι η εικόνα που ακολουθεί:



Εικόνα 5.11: Η εσφαλμένη απάντηση

Ένα επιπλέον ζήτημα που αναδύθηκε από τη συγκεκριμένη δραστηριότητα ήταν η τάση των μαθητών να παραλείπουν τις μονάδες μέτρησης δίπλα από αριθμούς που αφορούν μάζες. Έξι στις εννιά ομάδες ανέγραφαν αριθμούς που αφορούσαν μετρήσεις παραλείποντας τις μονάδες μέτρησης. Χαρακτηριστικές οι εικόνες που ακολουθούν:

Πόσες πεταλούδες τύπου monarchs χρειάζονται ώστε η συνολική τους μάζα να ισούται με την δική σου;

Η δική μου μάζα είναι 37

Χρειάζονται 71.000 πεταλούδες τύπου monarchs

Εικόνα 5.12: Οι μαθητές παραλείπουν τις μονάδες μέτρησης

Πόσες πεταλούδες τύπου monarchs χρειάζονται ώστε η συνολική τους μάζα να ισούται με την δική σου;

Η δική μου μάζα είναι 23

Χρειάζονται 66.000 πεταλούδες τύπου monarchs

Εικόνα 5.13: Οι μαθητές παραλείπουν τις μονάδες μέτρησης

Το ερώτημα εδώ είναι αν πρόκειται απλά για μια παράλειψη ή μήπως οι μαθητές μαθαίνουν διαδικασιακά και όχι εννοιολογικά. Μήπως δηλαδή μπορεί κανείς εδώ να συναντήσει τον διαχωρισμό της γνώσης που έκανε ο Hiebert(1986) (βλέπε ενότητα 2) σε διαδικασιακή (procedural knowledge) και σε εννοιολογική (conceptual knowledge). Αν οι μαθητές δεν παρέλειψαν απλά τις μονάδες (π.χ από βιασύνη) τότε ίσως να λειτουργούν εκτελώντας διαδικασίες, στην περίπτωση μας αριθμητικές πράξεις, και να μην έχουν άμεση αντίληψη και συνειδητοποίηση σχετικά με το πώς «λειτουργούν» τα μαθηματικά.

Η δυσκολία που εντόπισαν οι μαθητές στις μετατροπές μονάδων ενίσχυσε τα ερωτήματά μας σχετικά με τον αν οι μαθητές έχουν αντίληψη του πώς λειτουργούν τα μαθηματικά. Αφορμή για να αντιληφθούμε την δυσκολία που αντιμετώπιζαν οι μαθητές, στάθηκε το τελευταίο ερώτημα της δραστηριότητας. Αναμέναμε από τους μαθητές στο ερώτημα αυτό να επιλέξουν τα 0.4 γραμμάρια και τα 0,0005 κιλά αφού κατά μέσο όρο η ζητούμενη πεταλούδα ζυγίζει 0,5 γραμμάρια. Κάποιοι μαθητές μετά από συζήτηση κατά την διάρκεια της παρέμβασης κατανόησαν πώς πρέπει να εργαστούν και μετέτρεψαν τα κιλά σε γραμμάρια. Η πλειοψηφία όμως των ομάδων

είχε σημειώσει μόνο την πρώτη επιλογή, δηλαδή τα 0.4 γραμμάρια. Παραθέτουμε επίσης εικόνες από τα φύλλα εργασίας των μαθητών.

Ποιες από τις παρακάτω μετρήσεις σου φαίνεται πιο λογικό να αφορούν την μάζα μίας πεταλούδας *Monarch*; [Βάλε X στην απάντησή σου]

| | |
|---------------|---|
| 0.4 γραμμάρια | X |
| 50 γραμμάρια | X |
| 5 κιλά | |
| 0.0005 κιλά | X |
| 10 γραμμάρια | |

Σ. σαν βοήθεια & ίσως να πω...

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

Γιατί 0,4 είναι κοντά στο 0,5. Γιατί 0,0005 κιλά είναι 0,5 γραμμάρια.

Εικόνα 5.14: Οι απαντήσεις των μαθητών που είχαν ζητήσει βοήθεια στο τελευταίο ερώτημα της δραστηριότητας «Η μάζα της πεταλούδας»

Επίσης είναι κοντά στο 0,5

| | |
|---------------|---|
| 0.4 γραμμάρια | X |
| 50 γραμμάρια | |
| 5 κιλά | |
| 0.0005 κιλά | X |
| 10 γραμμάρια | |

Προσπάθησα να πω με τα 10000 γρ με τα 0,0005 και να φτάσει 0,5 γρ.

Εικόνα 5.15: Οι απαντήσεις των μαθητών που είχαν ζητήσει βοήθεια στο τελευταίο ερώτημα της δραστηριότητας «Η μάζα της πεταλούδας»

Ποιες από τις παρακάτω μετρήσεις σου φαίνεται πιο λογικό να αφορούν την μάζα μίας πεταλούδας Monarch; [Βάλε X στην απάντησή σου]

5106/2005

| | |
|---------------|---|
| 0,4 γραμμάρια | X |
| 50 γραμμάρια | |
| 5 κιλά | |
| 0,0005 κιλά | X |
| 10 γραμμάρια | |

Προσέληση
κατά την
τελική φάση

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

Γιατί είναι πιο κοντά στο σωστό αποτέλεσμα.

Εικόνα 5.16: Εικόνα διορθωμένου φύλλου εργασίας μετά την συζήτηση στην συνέντευξη της τελικής φάσης.

Κατά την διάρκεια των συνεντεύξεων της τελικής φάσης παροτρύναμε τους μαθητές μέσα από συζήτηση να ξανασκεφτούν τις επιλογές τους. Οι συζητήσεις με τους μαθητές παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και για αυτό το λόγο επιλεκτικά παραθέτουμε κάποιες.

- Ρενέ **Για να δούμε τις επιλογές σας.**
 Γιώργος Εδώ βάλαμε 0.4 γραμμάρια γιατί είναι κοντά στο 0.5
 Ρενέ **Τα 0,0005 κιλά γιατί δεν τα επιλέξατε;**
 Γιώργος 0,0005 κιλά.... Χμμ είναι πίσω αυτό
 Χάρης Πιο πίσω και από χιλιοστά
 Ρενέ **Είναι κιλά. Για να το βρούμε σε γραμμάρια τι θα κάναμε;**
 Γιώργος 1000 επί [διαστακτικός] 0,0005. Ωχ είναι και αυτό! [Το σημειώνει]

Διάλογος 47: 2^η ομάδα (Χάρης, Γιώργος)

Στον διάλογο που ακολουθεί (διάλογος 48) οι μαθητές φαίνεται να έχουν δυσκολία στο να μετατρέψουν τα κιλά σε γραμμάρια. Μέσα από την συζήτηση κατανοούν τι πρέπει να κάνουν. Ο διάλογος κλείνει με τους μαθητές να εντοπίζουν τι προκάλεσε το πρόβλημα. Η αναγραφή των κιλών δεν κινητοποίησε εκείνη την νοητική διεργασία

σύμφωνα με την οποία θα μετέτρεπαν τα κιλά σε γραμμάρια για να μπορέσουν αν συγκρίνουν τις αναγραφόμενες μάζες και να εξάγουν αποτελέσματα.

- Ρενέ **Επιλέξατε τα 0,4 γραμμάρια γιατί λέτε είναι περίπου 0,5 γραμμάρια**
- Κωνσταντίνος **Ναι, είναι κοντά**
- Ρενέ **Το 0,0005 κιλά για να το βρούμε σε γραμμάρια τι θα κάναμε;**
- Κωνσταντίνος **Θα πολλαπλασιάζαμε με το 0,001;**
- Σπύρος **Με το 0,1;**
- Ρενέ **Το ένα κιλό πόσα γραμμάρια είναι;**
- Σπύρος **Ωχχ! Είναι και αυτό! [Ο μαθητής βάσει X στο κουτάκι]**
- Ρενέ **Σωστά! Άρα για να βρούμε αυτό σε γραμμάρια τι κάνουμε;**
- Σπύρος **Πολλαπλασιάζουμε 0,0005 με 1000**
- Ρενέ **Και τι μας δίνει;**
- Κωνσταντίνος **0,5 γραμμάρια. Φτου, να πάρει!**
- Ρενέ **Τι σας μπερδέψε και δεν το σκεφτήκατε αμέσως;**
- Σπύρος **Ότι έγραφε κιλά και δεν σκεφτήκαμε να πολλαπλασιάσουμε**
Διάλογος 48: 4^η ομάδα (Κωνσταντίνος, Δήμος, Σπύρος)

Αλλά και από τον διάλογο που είχαμε με την Ηλιάνα (διάλογος 49), αντιληφθήκαμε ότι η μαθήτριά στάθηκε μόνο στο νούμερο και έκρινε με βάση τα μηδενικά που προηγούνται της υποδιαστολής αγνοώντας τις αναγραφόμενες μονάδες. Από την συζήτηση με την μαθήτριά εντοπίσαμε και πάλι το πρόβλημα συνεργασίας που αντιμετώπιζαν τα μέλη της ομάδας.

- Ρενέ **Πώς σκεφτήκατε εδώ;**
- Ηλιάνα **Αφού είναι 0.5 θα μπορεί να είναι και 0.4. Τώρα αυτό [δείχνει την επιλογή των 0.0005 κιλών] θα είναι μια πιο μικρή πεταλούδα.**
- Ρενέ **Αυτό το θεωρείς πιο μικρό από τα 0,4 γραμμάρια;**
- Ηλιάνα **Βεβαίως γιατί έχει πιο πολλά μηδενικά μπροστά.**
- Ρενέ **Ναι, αλλά είναι σε κιλά.**
- Ηλιάνα **[Σιωπηλή]**
- Ρενέ **Τι θα κάναμε για να το βρούμε σε γραμμάρια;**
- Ηλιάνα **Με 1000**
- Ρενέ **Θα πολλαπλασιάζαμε με 1000; Τι θα μας έδινε;**
- Ηλιάνα **[Σκέφτεται]... τρεις θέσεις... [κοιτάει πως θα μετακινηθεί η αποδιαστολή] 0.5 ;**
- Ρενέ **0,5 γραμμάρια μάλιστα!**
- Ηλιάνα **Αααα ναι! Αλέξανδρε πες κάτι! Έχουμε θέματα άλλα εδώ. Όλα εγώ τα λέω! Κοίτα λίγο [Ο Αλέξανδρος ασχολείται με ένα φωτάκι που αναβοσβήνει]**
Διάλογος 49: 9^η ομάδα (Αλέξανδρος, Ηλιάνα, Βασίλης)

Αν και δεν μπορούμε να πούμε με σιγουριά αν επιβεβαιώνονται οι θεωρίες των Hiebert(1984,1986,1990) και Skemp (1979) σύμφωνα με τις οποίες οι μαθητές μαθαίνουν μηχανικά τις διαδικασίες των μαθηματικών και δεν επικεντρώνονται στην κατανόηση αυτών ή των σχέσεων που διέπουν θεμελιώδη μεγέθη, εντούτοις οι απαντήσεις των μαθητών αποτελούν αφορμή για προβληματισμό.

5.4 Πως αξιολογήθηκε το ANIMath συνολικά

Μετά τη διδακτική παρέμβαση όπως έχει προαναφερθεί έλαβαν χώρα ομαδικές ημιδομημένες συνεντεύξεις με τους μαθητές. Το ενδιαφέρον μας επικεντρώθηκε στο κατά πόσο εμπλουτίστηκαν οι γνώσεις των μαθητών και άλλαξαν οι αρχικές τους απόψεις και στο πώς οι μαθητές είδαν το περιβάλλον ANIMath,

Οι γνώσεις των μαθητών εμπλουτίστηκαν και αυτό ήταν κάτι που διαπιστώθηκε τόσο κατά την διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης όσο και κατά την διάρκεια της τελικής φάσης του πειράματος. Όλες οι ομάδες ακόμα και αυτές με προβλήματα συνεργασίας θεωρούν ότι επετεύχθη εμπλουτισμός στις γνώσεις τους. Παρακάτω παρουσιάζουμε κάποιους ενδεικτικούς διαλόγους που είχαμε με τις ομάδες κατά την διάρκεια της τελικής φάσης του πειράματος.

| | |
|-----------------------------|---|
| Γιώργος | Μάθαμε κάποια πράγματα για την πεταλούδα που δεν γνωρίζαμε |
| Θανάσης | Εμένα με ενδιέφερε πώς η πεταλούδα καταλάβαινε ότι σε λίγο καιρό θα έχει κρύο και πρέπει να φύγει |
| Ρενέ | Άρα μάθατε καινούργια πράγματα; |
| Θανάσης, Γιώργος Ρενέ | Ναι Μάθατε κάτι καινούργιο σχετικά με τον τρόπο που δουλεύουν οι ειδικοί; |
| Γιώργος | Ναι, πώς την περιεργάζονται (εννοεί την πεταλούδα), πώς την πιάνουν |
| Ρενέ | Είδατε κάποια εργαλεία που χρησιμοποιούν οι ειδικοί; |
| Γιώργος | Το παχύμετρο, την ειδική ζυγαριά |
| Θανάσης | Εντάξει και τις απόχες, το αυτοκόλλητο και το σακουλάκι |

Διάλογος 50: 3^η ομάδα (Θανάσης, Γιώργος)

Αξίζει να σημειώσουμε ότι σχεδόν όλες οι ομάδες ήταν «γαντζωμένες» στο αυθεντικό πλαίσιο. Στον διάλογο 50, ο Θανάσης και ο Γιώργος εστιάζουν κυρίως στον εμπλουτισμό των γνώσεων τους για την πεταλούδα. Κάτι τέτοιο είναι αναμενόμενο και λογικό να συμβεί και παίρνει ανησυχητικές διαστάσεις μόνο αν οι μαθητές δεν καταφέρουν μελλοντικά να μεταφέρουν τις γνώσεις τους και σε άλλα θεματικά πλαίσια. Στην συνέχεια παρουσιάζουμε ένα απόσπασμα διαλόγου με την 8^η ομάδα. Ενδιαφέρον εδώ είναι ότι οι μαθήτριες της 8^{ης} ομάδας είναι λιγότερο «γαντζωμένες» στο αυθεντικό πλαίσιο μάθησης που επιλέχθηκε.

- Κωνσταντίνα Εγώ έπαθα σοκ που έμαθα ότι ζουν τόσο λίγο (εννοεί τις πεταλούδες). Περίμενα ότι ζουν 10 χρόνια
- Αλεξάνδρα Έστω 2 χρόνια, αλλά όχι 8 μήνες!
- Ρενέ **Δηλαδή μάθατε καινούργια πράγματα;**
- Κωνσταντίνα Μάθαμε πολλά για τις πεταλούδες, για τις Monarchs, ποια είναι η μεγαλύτερη πεταλούδα
- Ρενέ **Τα οποία δεν γνωρίζατε πριν;**
- Αλεξάνδρα Δεν τα γνωρίζαμε ,όχι!
- Κωνσταντίνα Εγώ εμπλούτισα τις γνώσεις μου γιατί είδα ένα διαφορετικό περιβάλλον μέσα από όλα αυτά και κατάλαβα πόσο δύσκολη είναι η δουλειά των επιστημόνων στο να βρουν πόσες είναι οι πεταλούδες. Μπορεί κάποια να μεταναστεύει και να χάσουν κάποιον αριθμό.
- Αλεξάνδρα Εμένα με παραξένεψε πώς δεν τις τραυματίζουν έτσι όπως τις ταΐζουν ή τις βάζουν μέσα στον ειδικό φάκελο (αναφέρεται στην πρακτική των επιστημόνων)

Διάλογος 51: 8^η ομάδα (Κωνσταντίνα, Αλεξάνδρα)

Όσον αφορά στην αλλαγή των απόψεων των μαθητών, αυτή επιτεύχθηκε σε θέματα μέτρησης πλήθους και μέτρησης μάζας. Σχετικά με το ζήτημα της ύπαρξης μονάδων μέτρησης διαφορετικών του μέτρου δεν μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι το ANIMath συνέβαλε στην αποκατάσταση εσφαλμένων αντιλήψεων, όπως αυτές είχαν διατυπωθεί στην πρώτη φάση του πειράματος, καθώς οι ομάδες έκαναν αναφορά σε αυτές (π.χ στην ίντσα) κατόπιν δικής μας νύξη. Έχουμε επιλέξει κάποια αντιπροσωπευτικά αποσπάσματα διαλόγων που επιβεβαιώνουν την διαπίστωσή μας σχετικά με την αλλαγή των απόψεων των μαθητών προς αυτές τις κατευθύνσεις.

Ο διάλογος που ακολουθεί διεξήχθη με την 8^η ομάδα. Το ενδιαφέρον στο διάλογο αυτό είναι ότι η μαθήτρια προσπαθεί να περιγράψει μία λύση στο πρόβλημα με βάση την επιστημονική διαδικασία αλλά με τη χρήση περισσότερο οικείων προς σε αυτή υλικών. Η μαθήτρια αντικαθιστά το ειδικό αυτοκόλλητο με ένα τσιρότο και δίνει λύση στο πρόβλημα που στην πρώτη φάση του πειράματος αδυνατούσε να δώσει.

- Ρενέ **Πώς θα μετρούσατε το πλήθος εντόμων στο σχολείο σας;**
- Κωνσταντίνα Θα έπιανα το έντομο, θα του έβαζα πάνω κάτι σαν μικρό αυτοκολλητάκι με σελοτέηπ. Χμμμ καλύτερα ένα μικρό τσιρότο. Αυτό, για να το ξεχωρίζω και θα έβαζα σε κάθε έντομο που έπιανα. Την άλλη μέρα θα έβγαινα και θα τα έπιανα με το δίχτυ μου και θα κοιτούσα να δω ποια έχουν το τσιρότο[...]
- Ρενέ **Κάτι σαν αυτό που έκαναν οι ειδικοί;**
- Κωνσταντίνα Ναι, όσο μπορούσα!

Διάλογος 52

Η μόνη ομάδα που δεν έδωσε λύση και απάντηση στο συγκεκριμένο ερώτημα αλλά επέμενε σε ότι είχε αρχικά υποστηρίξει κατά την διάρκεια της πρώτης φάσης του διδακτικού πειράματος ήταν η 1^η ομάδα που και σε προηγούμενη ενότητα έχει

αναφερθεί ότι παρουσίαζε προβλήματα συνεργασίας και έδινε την εντύπωση ότι δεν μελετά ουσιαστικά το πληροφοριακό υλικό. Χαρακτηριστικό είναι το απόσπασμα διαλόγου με την συγκεκριμένη ομάδα:

- Ρενέ **Πώς θα μετρούσατε το πλήθος εντόμων στην γειτονιά σας;**
- Χρήστος Αυτό που είχαμε πει πριν.
- Ρενέ **Πότε το είχαμε πει;**
- Χρήστος Την προηγούμενη φορά. [εννοεί στη 1^η φάση του διδακτικού πειράματος]
- Δημήτρης Εγώ νομίζω τις πιάνουν και τις αφήνουν. Κάτι σαν κατοικίδια. Τις παρατηρούν και πρέπει να καταλάβουμε ότι αυτές πεθαίνουν [μιλάει σιγά και ασυνάρτητα]
- Χρήστος Να φτιάξουν φακελάκια ειδικά. Να βάζουν μέσα τις πεταλούδες και όταν τις μαζέψουν όλες να τις μετρήσουν [άστοχη απάντηση]

Διάλογος 53: 1η ομάδα (Χρήστος, Δημήτρης, Γιώργος)

Κατά την πρώτη φάση του διδακτικού πειράματος οι ομάδες στην πλειοψηφία τους αντιμετώπισαν δυσκολία στο να προτείνουν τρόπο μέτρησης της μάζας ενός ελαφρού σώματος (βλέπε ενότητα 5.1). Διαπιστώσαμε ότι αυτό ήταν κάτι που άλλαξε μετά την διδακτική παρέμβαση. Η διαπίστωσή μας βασίζεται κυρίως στα φύλλα εργασίας που συμπλήρωσαν οι ομάδες (βλέπε ενότητα 5.3.5). Βέβαια και κατά την διάρκεια της τρίτης φάσης του διδακτικού πειράματος ο διάλογος με τις ομάδες επιβεβαιώνει αυτή μας την διαπίστωση. Χαρακτηριστικές είναι οι φράσεις που απομονώσαμε από τον διάλογο μας με την 5^η ομάδα:.

- Χρήστος Τώρα έμαθα ότι οι ειδικοί για να μετρήσουν το βάρος την βάζουν σε φακελάκι ειδικό
- Αλεξία Και σε ζυγαριά για μικρά πραγμάτια
- Ιωάννα Μας έκανε εντύπωση πώς μετράνε τη μάζα. Και πρώτη φορά στη ζωή μου έμαθα ότι υπάρχει ειδική ζυγαριά για να μετρήσεις και ένα πούπουλο!

Διάλογος 54: 5^η ομάδα (Χρήστος, Αλεξία, Ιωάννα)

Χαρακτηριστικό επίσης της 5^η ομάδας είναι ότι κατά την πρώτη φάση του πειράματος ήταν ιδιαίτερα αρνητική σχετικά με την ύπαρξη μονάδων μέτρησης διαφορετικών του μέτρου. Με δική μας πρωτοβουλία έγινε αναφορά στην ίντσα και ξεκίνησε ο διάλογος που ακολουθεί:

- Ρενέ **Παρατηρήσατε κάποια αναφορά στην ίντσα;**
- Αλεξία Ναι, το είχαμε δει
- Ρενέ **Πώς σας φάνηκε η χρήση ίντσας;**
- Αλεξία Περίεργο!.
- Ιωάννα Έχουμε συνηθίσει το μέτρο και πιστεύαμε ότι όλοι μετράνε με το μέτρο

Διάλογος 55: 5^η ομάδα (Χρήστος, Αλεξία, Ιωάννα)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι οι μαθητές μέσα σε αυτό το αυθεντικό πλαίσιο που πραγματεύεται το ANIMath εντόπισαν μαθηματικά αλλά και επιστημονικές διαδικασίες και φάνηκε ότι διευρύνουν το πεδίο μέσα στο οποίο μπορεί κανείς να συναντήσει τα μαθηματικά. Θυμίζουμε ότι κατά την πρώτη φάση του διδακτικού πειράματος η πλειοψηφία των μαθητών εντόπιζε τα μαθηματικά σε σχολικούς χώρους, σε πανεπιστήμια και σε μέρη όπου διεξάγονται αγοροπωλησίες.

Ένα εξίσου σημαντικό θέμα που τέθηκε στις συνεντεύξεις της τελικής φάσης ήταν αυτό της ευχρηστίας της διεπαφής. Σαφώς και κατά τον σχεδιασμό είχαμε λάβει υπόψη τα διάφορα κριτήρια ευχρηστίας (βλέπε ενότητα 4.3) αλλά οι τελικοί χρήστες είναι αυτοί που θα κρίνουν το κατά πόσο το περιβάλλον ήταν εύκολο και κατανοητό στη χρήση του. Από τις απαντήσεις των μαθητών συμπεραίνουμε ότι δεν τίθεται πρόβλημα ευχρηστίας. Οι μαθητές θεωρούν ότι η πλοήγηση είναι εύκολη και ο χειρισμός των μενού επιλογών κατανοητός. Επιπρόσθετα και σύμφωνα με τα λεγόμενα των μαθητών, το περιβάλλον ικανοποιεί και το κριτήριο της «αναγνωρισιμότητας του εικονικού κόσμου μέσω αναφοράς στον πραγματικό κόσμο» (Ακουμιανάκης Δ., 2006), δηλαδή το περιβάλλον χρησιμοποιεί γλώσσα απλή, κατανοητή και αποδεκτή από τον χρήστη. Εν συνεχεία, διαπιστώθηκε ότι ο σχεδιασμός θεωρήθηκε καλαισθητός και απεριττός από τους χρήστες-μαθητές. Τέλος, οι τελευταίοι φάνηκε να αντιλαμβάνονται ότι το περιβάλλον παρουσιάζει συνέπεια και υπακοή σε πρότυπα, δηλαδή ότι υπάρχει συνέχεια και συνέπεια στον τρόπο παρουσίασης των βασικών επιλογών όπως το μενού προσανατολισμού και πλοήγησης. Στο σημείο αυτό κρίνουμε σκόπιμο να παραθέσουμε κάποια αποσπάσματα διαλόγων με τους μαθητές:

| | |
|---------|--|
| Ρενέ | Ήταν εύκολη η πλοήγηση; |
| Αλεξία | Ναι, πάρα πολύ εύκολη! |
| Ρενέ | Δεν υπήρχε δυσκολία; |
| Αλεξία | Όχι, ίσως επειδή κάνω υπολογιστές από την 1 ^η δημοτικού |
| Χρήστος | Εγώ που δεν κάνω το βρήκα εύκολο! |
| Ιωάννα | Ναι, και ένα παιδί που δεν ξέρει από υπολογιστές και δεν έχει δει ποτέ, νομίζω μπορεί να τα καταφέρει. |
| Αλεξία | Βοηθούσε πολύ το μενού, που έβγαινε η λέξη και έλεγε τι είναι τι. |

Διάλογος 56: 5^η ομάδα (Αλεξία, Ιωάννα, Χρήστος)

| | |
|----------|---|
| Ρενέ | Ήταν εύκολο να πλοηγηθείτε στο περιβάλλον; |
| Ελίζα | Ναι, για εμένα δεν ήταν δύσκολο, γιατί ήταν ταξινομημένο. |
| Θεσσαλία | Ναι, δεν ήταν μπερδεμένο! |

Διάλογος 57: 6^η ομάδα (Ελίζα, Θεσσαλία, Κωνσταντίνα)

Εκτός από εύχρηστο, το περιβάλλον ANIMath κρίθηκε από τους μαθητές ενδιαφέρον και χρήσιμο. Χαρακτηριστικά και αντιπροσωπευτικά είναι τα αποσπάσματα διαλόγων με τους μαθητές:

Ρενέ Πώς σας φάνηκε το περιβάλλον με τις πεταλούδες που είδαμε;

Αλεξία Διασκεδαστικό! Εμένα μου άρεσε πάρα πολύ. Ήταν τέλειο πρόγραμμα!

Ρενέ Θα το προτείνετε σε φίλους σας να το δουν;

Όλοι μαζί Ναι!

Ρενέ Ήταν ενδιαφέρον;

Αλεξία Ναι! Μάθαμε πολλά πράγματα για την ζωή της πεταλούδας, πώς γεννιέται, πού πάει

Ρενέ Δεν τα ξέρατε;

Αλεξία Όχι, το μόνο που ξέραμε είναι ότι ήταν πρώτα κάμπια και μετά πεταλούδα. Τα υπόλοιπα, όχι.

Διάλογος 58: 5^η ομάδα (Αλεξία, Ιωάννα, Χρήστος)

Ρενέ Θα το προτείνετε σε φίλους σας;

Αλεξάνδρα Ναι, γιατί είναι πολύ ωραίο!

Κωνσταντίνα Ναι, γιατί θα κάνουν πολλές σκέψεις, γιατί είναι εκπαιδευτικό αυτό το πρόγραμμα και είναι για σχολείο!

Ρενέ Το βρήκατε ενδιαφέρον και χρήσιμο;

Κωνσταντίνα Ναι! Και ελπίζω όλα τα παιδιά είτε είναι φτωχά είτε πλούσια να μπορέσουν να το δουν

Διάλογος 59: 8^η ομάδα (Κωνσταντίνα, Αλεξάνδρα)

Στη τελική φάση του διδακτικού πειράματος ρωτήσαμε τους μαθητές αν υπήρχε κάτι που δεν τους άρεσε όσον αφορά το εκπαιδευτικό υλικό ή την διδακτική προσέγγιση. Η πλειοψηφία των ομάδων (εφτά στις εννιά) έκρινε ότι δεν υπήρχε κανένα πρόβλημα με το εκπαιδευτικό υλικό (βίντεο, κείμενα κτλ). Αξίζει να αναφερθούμε σε δύο ομάδες (ομάδα 3^η και ομάδα 9^η) που θεώρησαν ότι πρέπει να γίνουν κάποιες αλλαγές στα βίντεο. Στην ενότητα «Γνωρίζω την πεταλούδα» υπήρχαν τρία βίντεο με την μεταμόρφωση της πεταλούδας. Το πρώτο βίντεο αφορούσε το στάδιο της μεταμόρφωσης από αυγό σε κάμπια. Το δεύτερο βίντεο αφορούσε την μεταμόρφωση της κάμπιας σε χρυσαλίδα και το τελευταίο αυτή της χρυσαλίδα σε νύμφη. Οι δύο ομάδες έκριναν καλύτερο να υπήρχε ένα βίντεο και για τα τρία στάδια.

Ρενέ **Τα βίντεο τα βρήκατε ενδιαφέροντα;**

Ηλιάννα Ναι, αλλά δεν μου άρεσε εκεί στην κάμπια που αλλάζει που ήταν σε 3 βίντεο.

Ρενέ **Θα ήθελες να ήταν συνεχόμενο;**

Ηλιάννα Ναι!

Διάλογος 60

Η 3^η ομάδα αναφέρθηκε και στο βίντεο της ενότητας «Το ταξίδι της πεταλούδας». Από το συγκεκριμένο 7^ο βίντεο που ήταν στην Αγγλική γλώσσα, παρουσιάσαμε επιλεκτικά κάποια κομμάτια του που ήταν χρήσιμα για τις δραστηριότητες και μεταφράσαμε αυτά στους μαθητές. Ο Θανάσης δήλωσε ότι το βίντεο δεν του «πολύαρεσε» γιατί δεν απαντούσε στις απορίες του. Ξαναπαιξαμε το βίντεο στο μαθητή δείχνοντας περισσότερα αποσπάσματα από αυτό και ο μαθητής έκρινε ότι

όντως είχε κάποιο ενδιαφέρον. Η ίδια ομάδα ανέφερε ότι θα ήθελαν να υπάρχουν περισσότερες πληροφορίες για την πεταλούδα όταν ήταν στην μορφή της κάμπιας. Στο σημείο αυτό να σημειώσουμε ότι η επιθυμία του μαθητή αποτελεί μία καλή ιδέα προέκτασης του περιβάλλοντος καθώς και η οντότητα της κάμπιας μπορεί να αποτελέσει ένα αυθεντικό πλαίσιο μάθησης για μαθηματικά, και όχι μόνο, ζητήματα. Κρίνουμε σκόπιμο να παρουσιάσουμε ένα απόσπασμα διαλόγου με την 3^η ομάδα.

| | |
|---------|--|
| Θανάσης | Επίσης θα ήθελα να δω και την μορφολογία της κάμπιας. Την βλέπω σε μία εικόνα. Τρώει αυτό το φυτό [δείχνει στην εικόνα]. Αλλά θα ήθελα να μάθω και άλλα. |
| Ρενέ | Το κείμενο δεν βοήθησε; |
| Θανάσης | Βοήθησε! |
| Ρενέ | Άρα για να καταλάβω, θα θέλατε να μάθετε περισσότερα συγκεκριμένα για την κάμπια; |
| Θανάσης | Ναι! Είναι σαν καμπύλη; Κινείται; Πηδάει; Σέρνεται; Τι; |

Διάλογος 61

Κρίνουμε σκόπιμο να αναφέρουμε ότι υπολογιστικά συστήματα παλιάς τεχνολογίας καθώς και αργές συνδέσεις στο διαδίκτυο ενδέχεται να μειώσουν την αποδοτικότητα του περιβάλλοντος και εύκολα μπορεί να προκαλέσουν τον εκνευρισμό του εκπαιδευόμενου.

| | |
|---------|--|
| Ρενέ | Τα βίντεο πώς τα βρήκατε; |
| Πάνος | Προσπάθησα και εγώ να τα βάλω στον υπολογιστή να παίξουν αλλά κολλούσαν! |
| Ρενέ | Αυτό ήταν εκνευριστικό; |
| Γιάννης | Εεε λίγο! 2'' και σταματούσε, 2'' και σταματούσε! |
| Ρενέ | Έφταιγε η σύνδεση στο διαδίκτυο |

Διάλογος 62: 7η ομάδα (Πάνος, Γιάννης)

Πριν κλείσουμε αυτή την ενότητα θα θέλαμε να αναφερθούμε και στο πώς τα αυθεντικά πλαίσια μάθησης επηρέασαν τους μαθητές. Ένα από τα πλεονεκτήματα των αυθεντικών πλαισίων είναι ότι επιτυγχάνουν όσο το δυνατόν δυναμικότερη σύνδεση της εκπαιδευτικής πράξης με σενάρια του πραγματικού κόσμου. Οι μαθητές μπορούν να εντοπίσουν τα πλαίσια αυτά γύρω τους και αυτή αποτελεί και μία αφορμή για περαιτέρω αναστοχασμό, προβληματισμό ή δράση. Κατά την τελική φάση του διδακτικού πειράματός μας δόθηκε η ευκαιρία να το δούμε αυτό να συμβαίνει. Επιλέξαμε να παρουσιάσουμε δύο διαλόγους που έχουν ενδιαφέρον:

| | |
|---------|--|
| Θανάσης | Πες Γιώργο αυτό που έκανες με τα φυτά και τις πεταλούδες. |
| Ρενέ | Έκανες κάτι με φυτά και πεταλούδες; |
| Γιώργος | Δεν θυμάμαι.. [ντροπαλός] |
| Θανάσης | Βάζεις φυτά στο μπαλκόνι σου και έρχονται τετοιες πεταλούδες... [τον παρακινεί να μιλήσει] |
| Γιώργος | Ναι, έχω φυτά στο μπαλκόνι μου και με επισκέπτονται οι πεταλούδες το Καλοκαίρι. Βάζω και μικρά μπόλκια για |

να φάνε κάτι.
Ρενέ **Αυτό το κάνεις καιρό;**
Γιώργος Όχι κατά λάθος! Όταν έβαλα για πρώτη φορά φυτά στο μπαλκόνι μου από τον Ιούνιο άρχισαν να με επισκέπτονται οι πεταλούδες.
Ρενέ **Μάλιστα! Και το περιβάλλον που είδαμε σε βοήθησε ώστε να μάθεις περισσότερα για τις πεταλούδες;**
Γιώργος Ναι. Πήρα και μία πεταλούδα, λιγάκι την μελέτησα. Να δω πώς είναι.
Ρενέ **Το περιβάλλον βοήθησε να σκεφτείς για την πεταλούδα;**
Γιώργος Είδα πόσο λίγο είναι το μέρος της και είπα να την βοηθήσω. Θα βάλω περισσότερα φυτά έτσι να έρχονται περισσότερες.

Διάλογος 63: 3^η ομάδα

Κωνσταντίνα Εγώ πάντως είδα ομοιότητα με τον άνθρωπο. Που και αυτός φεύγει αν υπάρχει δυσκολία, πόλεμος, φτώχεια.
Ρενέ **Τι εννοείς;**
Κωνσταντίνα Ότι και οι άνθρωποι αναγκάζονται και μεταναστεύουν για να ζήσουν. Και ίσως δεν καταφέρουν να ζήσουν πολύ[...].

Διάλογος 64: 8^η ομάδα

Στην ενότητα που ακολουθεί (ενότητα 6) παρουσιάζουμε συγκεντρωτικά και συνοπτικά τα συμπεράσματά μας, έτσι όπως αυτά προέκυψαν από το διδακτικό πείραμα.

6. Συμπεράσματα

Το νέο διαδικτυακό μαθησιακό περιβάλλον ANIMath που βασίζεται σε αυθεντικά πλαίσια μάθησης αναμένεται να φέρει σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα. Η αξιολόγηση του περιβάλλοντος που έγινε με τη μορφή διδακτικού πειράματος με μικρό αριθμό μαθητών Δημοτικού σχολείου έδειξε ότι οι μαθητές διαμόρφωσαν στο τέλος της εκπαιδευτικής τους εμπειρίας σαφέστερη αντίληψη για τα όσα διδάχθηκαν μέσα από αυτό. Οι γνώσεις των μαθητών εμπλουτίστηκαν και αυτό ήταν κάτι που διαπιστώθηκε τόσο κατά την διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης όσο και κατά την διάρκεια της τελικής φάσης του πειράματος.

Όσον αφορά στην αλλαγή των απόψεων των μαθητών, αυτή επιτεύχθηκε σε θέματα μέτρησης πλήθους και μέτρησης μάζας. Σχετικά με το ζήτημα της ύπαρξης μονάδων μέτρησης διαφορετικών του μέτρου δεν μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι το ANIMath συνέβαλε στην αποκατάσταση εσφαλμένων αντιλήψεων.

Το ANIMath υιοθετεί την πολυτροπική/ πολλαπλή αναπαράσταση γνώσης (κείμενα, οπτικοακουστικό υλικό, πίνακες και γραφικές παραστάσεις) και αυτό είναι κάτι που συμβάλει στην κατανόηση των μαθηματικών εννοιών που αυτό πραγματεύεται και παράλληλα οδηγεί στην επιτυχή διεκπεραίωση των δραστηριοτήτων όπως συζητήθηκε και διεξοδικότερα σε προηγούμενες υποενότητες.

Η ενασχόληση των μαθητών με πέντε από τις συνολικά εννέα δραστηριότητες επιβεβαίωσε τα ευρήματα της έρευνας του Hughes(1975) σύμφωνα με την οποία δεν έχουν κατανοήσει όλοι οι μαθητές ότι το μέγεθος ενός σώματος δεν συνεπάγεται απαραίτητα κάτι για την μάζα του. Επίσης διαπιστώθηκε από τις απαντήσεις των μαθητών στα φύλλα εργασίας ότι οι μαθητές ερμηνεύουν αποτελεσματικά γραφικές παραστάσεις δύο μεγεθών και λιγότερο αποτελεσματικά πιο σύνθετες γραφικές παραστάσεις που εσωκλείουν πληροφορία για περισσότερα μεγέθη (βλέπε 5.3.3). Τέλος, φαίνεται ότι οι μαθητές δυσκολεύονται στο χειρισμό των μονάδων μέτρησης κάτι που θέτει τον προβληματισμό σχετικά με το εάν οι μαθητές λειτουργούν εκτελώντας διαδικασίες χωρίς να έχουν άμεση αντίληψη και συνειδητοποίηση σχετικά με το πώς «λειτουργούν» τα μαθηματικά.

Κατά την τελική φάση του διδακτικού πειράματος οι μαθητές και χρήστες της διεπαφής του ANIMath έκριναν την τελευταία εύχρηστη. Η διεπαφή χρησιμοποιεί γλώσσα απλή, κατανοητή και αποδεκτή από τον χρήστη και όχι σύνθετη, δυσνόητη ή εξειδικευμένη ορολογία. Επιτυγχάνεται επιπρόσθετα συνέπεια και υπακοή σε πρότυπα καθώς οι συμβολισμοί, οι καταστάσεις και οι δράσεις τους περιβάλλοντος επιδέχονται την ίδια ερμηνεία ανεξαρτήτως της κατάστασης που βρίσκεται η εφαρμογή. Ο σχεδιασμός της διεπαφής ικανοποιεί το κριτήριο περί καλαισθησίας. Η διεπαφή είναι ευχάριστη στους μαθητές και το ίδιο συμβαίνει και με τους διαλόγους της. Η χρήση του σχεδιασμού είναι εύκολα κατανοητή, ανεξάρτητα από την εμπειρία και τις τεχνικές γνώσεις του χρήστη. Αξίζει να αναφέρουμε ότι δεν μπορούμε να

υποστηρίζουμε ότι το ANIMath επιτρέπει στους χρήστες να έχουν σαφή άποψη για το νόημα των λέξεων καθώς ένας μαθητής του δείγματος εφαρμογής αναφέρθηκε αρνητικά στη χρήση αγγλικής γλώσσας σε κάποιο βίντεο και χάρτη δραστηριότητας

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης δείχνουν πως η εφαρμογή του αυθεντικού περιβάλλοντος κρίθηκε επιτυχής καθώς διαπιστώθηκε ότι η διδακτική προσέγγιση των μαθηματικών ζητημάτων που στρέφονται γύρω από το αυθεντικό πλαίσιο της πεταλούδας, συντέλεσε στο να κατανοήσουν οι μαθητές σε ικανοποιητικό βαθμό νέα γνωστικά αντικείμενα και παράλληλα να ευαισθητοποιηθούν για το περιβάλλον. Είναι σημαντικό βέβαια να αναφερθούμε ότι η αποτελεσματικότητα του ANIMath είναι συνδεδεμένη άρρηκτα με την καλή συνεργασία των μελών της ομάδας, την προσεκτική και ουσιαστική μελέτη και αξιοποίηση του πληροφοριακού υλικού από τους μαθητές καθώς και από την διακριτική αλλά ενεργή συμμετοχή του εκπαιδευτικού στην διαδικασία αυτή.

Παρόλο που το διδακτικό πείραμα έλαβε τέλος θεωρήσαμε σημαντικό να κρατήσουμε επικοινωνία με τους μαθητές που ενεπλάκησαν σε αυτό. Στα πλαίσια αυτής της επικοινωνίας ανταλλάξαμε emails με τους μαθητές από όπου και προέκυψαν ενδιαφέροντα στοιχεία για την έρευνα, τα οποία ενισχύουν τη σημασία της ενεργούς συμμετοχής και του ανατροφοδοτικού ρόλου των εκπαιδευτικών στη διαδικασία αυτή.

Τέλος, κρίνουμε σκόπιμο να αναφέρουμε ότι υπολογιστικά συστήματα παλιάς τεχνολογίας καθώς και αργές συνδέσεις στο διαδίκτυο ενδέχεται να μειώσουν την αποδοτικότητα του περιβάλλοντος και εύκολα μπορεί να προκαλέσουν τον εκνευρισμό του εκπαιδευόμενου.

7. Βελτιώσεις και μελλοντικά σχέδια

Από το διδακτικό πείραμα που διεξήχθη στα πλαίσια της παρούσης πτυχιακής εργασίας προέκυψαν σημαντικά στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη ώστε το ANIMath να ανταποκρίνεται πλήρως στις ανάγκες των χρηστών. Κρίνουμε λοιπόν σκόπιμο να αναφερθούμε σε προτεινόμενες βελτιώσεις του περιβάλλοντος έτσι όπως αυτές προέκυψαν από το διδακτικό πείραμα αλλά και στα σχέδια μας για το μέλλον.

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του διδακτικού πειράματος αντιλαμβανόμαστε ότι πρέπει να γίνει βελτίωση της δραστηριότητας στην ενότητα «Το θερμόμετρο της πεταλούδας». Όλοι οι μαθητές ανέφεραν ότι η δυσκολία που εντόπισαν ήταν αποτέλεσμα του γεγονότος ότι ο animated χάρτης άλλαζε κατάσταση με μεγάλη ταχύτητα. Επίσης αναφέρθηκε συγκεκριμένη πρόταση σύμφωνα με την οποία ο μαθητής έκρινε χρήσιμη την αναγραφή πάνω στο χάρτη των ονομάτων των ηπείρων και των χωρών. Όσον αφορά την ταχύτητα αλλαγής κατάστασης του χάρτη, θα κινηθούμε προς την κατεύθυνση που υποδεικνύουν οι μαθητές. Ωστόσο θεωρούμε ότι η σχετικά γρήγορη εναλλαγή καταστάσεων ήταν αυτή που ώθησε τους μαθητές να αναπτύξουν έναν αποδοτικό τρόπο συνεργασίας και να διεκπεραιώσουν με επιτυχία την δραστηριότητα. Συνεπώς θεωρούμε ότι ναι μεν πρέπει να προβούμε στη συγκεκριμένη αλλαγή αλλά πρέπει να μειώσουμε συγκρατημένα την ταχύτητα αλλαγής των καταστάσεων. Όσον αφορά στην πρόταση του μαθητή περί αναγραφής των ονομάτων των χωρών και των ηπείρων στο χάρτη, θεωρούμε ότι μία αναδιαμόρφωση προς αυτή την κατεύθυνση θα ενίσχυε τις καλές επιδόσεις των μαθητών ενώ ταυτόχρονα θα τους έφερνε σε επαφή με μία πτυχή του γνωστικού αντικείμενου της γεωγραφίας, όπου μπορεί κανείς επίσης να συναντήσει αυθεντικά πλαίσια μάθησης και να διερευνήσει αρκετά εκπαιδευτικά ζητήματα.

Επιπροσθέτως, αυτό που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η αντικατάσταση της Αγγλικής γλώσσας όπου αυτή εμφανίζεται με την Ελληνική. Αν και μόνο ένας μαθητής φάνηκε να ενοχλείται θεωρούμε ότι θα ήταν χρήσιμο να υπάρχει η δυνατότητα οι παρεχόμενες πληροφορίες να είναι στη μητρική γλώσσα των μαθητών. Η Αγγλική γλώσσα χρησιμοποιείται σε δύο βίντεο. Το ένα προσφέρεται διαδικτυακά οπότε αυτό που θα μπορούσαμε να υλοποιήσουμε θα ήταν να το συνοδεύουμε από ένα ηχητικό αρχείο όπου και θα υπάρχει η μεταγλώττισή του. Το δεύτερο που είναι τοπικό θα μπορούσε να ενσωματώνει ελληνικούς υπότιτλους.

Αποτέλεσμα της διεξαγωγής του διδακτικού πειράματος ήταν επιπρόσθετα και η έκφραση της επιθυμίας μίας ομάδας να μάθει περισσότερα για το στάδιο εκείνο όπου η πεταλούδα έχει την μορφή της κάμπιας. Η πρόταση τους αυτή είναι σαφώς υλοποιήσιμη και καλύπτεται από το επιλεγμένο μοντέλο σχεδιασμού με αυξητική ανάπτυξη. Λαμβάνοντας υπόψη μάλιστα ότι και η οντότητα της κάμπιας αποτελεί ένα πρόσφορο αυθεντικό πλαίσιο μάθησης για μαθηματικά και όχι μόνο, η πρόταση των μαθητών ενθαρρύνει τις προσδοκίες μας για το μαθησιακό εργαλείο ANIMath.

Στα πλαίσια του διδακτικού πειράματος δεν διερευνήθηκε το πώς οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το χώρο ηλεκτρονικής κουβέντας και επικοινωνίας ώστε να προαχθεί η ηλεκτρονική συνεργατική μάθηση και να αξιολογηθεί η εκπαιδευτική διαδικασία που υποστηρίζει ψηφιακή επικοινωνία και συνεργασία. Θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον να δούμε πώς μπορεί το ANIMath να φέρει κοντά σχολεία ανά την Ελλάδα και την σχολική κοινότητα με αυτή των επιστημόνων. Ίσως σε αυτό το σημείο να αξίζει να αναφέρουμε ότι κατά την διδακτική παρέμβαση, οι μαθητές φάνηκε ότι θα ήθελαν να δοκιμάσουν αυτή την δυνατότητα του ANIMath. Ενδεχομένως η διδακτική παρέμβαση προς αυτή την κατεύθυνση να έδινε σημαντικές πληροφορίες, οι οποίες θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την κατασκευή ενός νέου χώρου επικοινωνίας που δεν θα εξαρτάται από την πλατφόρμα ασύγχρονης εκπαίδευσης e-class αλλά θα ανταποκρίνεται καθαρά στους μαθησιακούς στόχους του ANIMath και στις ιδιαίτερες ανάγκες των χρηστών του.

Τέλος, η διεξαγωγή του διδακτικού πειράματος αφορούσε πέντε από τις εννέα συνολικά δραστηριότητες. Θεωρούμε ότι θα παρουσιάζει ενδιαφέρον η διεξαγωγή ενός ακόμα διδακτικού πειράματος όπου θα διερευνηθούν και άλλες πτυχές των μαθηματικά ζητημάτων που πραγματεύεται το ANIMath.

Θεωρούμε ότι με αυτές μας τις προτάσεις ξεκινά ένας νέος κύκλος σχεδιασμού, ο οποίος όμως είναι απαραίτητος γιατί εσωκλείει την διαδικασία που θα μπορέσει να καταστήσει το ANIMath ελκυστικό, αποτελεσματικό, αποδοτικό και επίκαιρο. Επιθυμία μας είναι να δούμε το ANIMath να εφαρμόζεται σε σχολικούς χώρους για τις ανάγκες της διδασκαλίας των μαθηματικών και να αναπτύσσεται ώστε να διεκπεραιώνει και μαθησιακούς στόχους επιπρόσθετα σε αυτούς που αναφέρονται στην παρούσα πτυχιική εργασία.

8. Επίλογος











Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας είχαμε τη δυνατότητα να εμπλακούμε στην διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής ενός ψηφιακού περιβάλλοντος. Σε όλη τη διάρκεια εξέλιξης της εργασίας αυτής και ιδιαιτέρως κατά την ανάπτυξη της διδακτικής μας παρέμβασης είχαμε κατά νου ότι ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών ψηφιακών περιβαλλόντων δεν εγγυάται από μόνος του μια ουσιαστική συμβολή στην εκπαιδευτική διαδικασία. Τα εκπαιδευτικά προβλήματα δεν λύνονται απλά με την μεταφορά τεχνολογίας στη σχολική τάξη. Η τεχνολογία από μόνη της θα μπορούσε να αποδειχτεί το ίδιο αναποτελεσματική, όπως και κάθε άλλο εκπαιδευτικό μέσο, αν δεν συνοδεύεται από μια θεωρία και φιλοσοφία εκπαίδευσης που θα αξιοποιεί κατάλληλα τα τεχνολογικά εργαλεία. Ο τεχνολογικός σχεδιασμός πρέπει και μπορεί να υπηρετεί τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό. Ένα καλά σχεδιασμένο εκπαιδευτικό περιβάλλον μπορεί να αποδειχθεί αναποτελεσματικό αν δεν συνδυαστεί με την κατάλληλη διδακτική και μαθησιακή προσέγγιση που θα λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών.

Στην εργασία αυτή προσεγγίσαμε το ψηφιακό περιβάλλον ANIMath σαν ένα ζωντανό οργανισμό, μία οργανική οντότητα, η οποία δεν μπορεί να σταθεί μόνη της αλλά απαιτείται η ενεργοποίηση ενός πλήθους άλλων οντοτήτων για να αποκτήσει νόημα το ίδιο. Έτσι προσπαθήσαμε να το εντάξουμε σε μια μεθοδολογία διδασκαλίας και μάθησης μαθηματικών εννοιών που αξιοποιεί ένα αυθεντικό περιβάλλον μάθησης, που εμπλέκει τα παιδιά σε μίαν ενεργητική και συνεργατική διαδικασία μάθησης, που παίρνει υπ' όψη αρχικές ιδέες τους και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στην κατανόηση των διδασκομένων εννοιών και που, τέλος, αναπτύσσει δραστηριότητες που έχουν νόημα για τα ίδια τα παιδιά και εναρμονίζονται με τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά τους.

Τα αποτελέσματα της πειραματικής διδακτικής μας παρέμβασης ήταν για μας ιδιαιτέρως ενθαρρυντικά. Η ανατροφοδότηση που πήραμε από τα ίδια τα παιδιά συνιστά για μας μια παρότρυνση για συνέχιση και περαιτέρω μετεξέλιξη αυτής της προσπάθειας αξιοποιώντας την εμπειρία που προέκυψε από αυτή την εργασία.

9. Παράρτημα

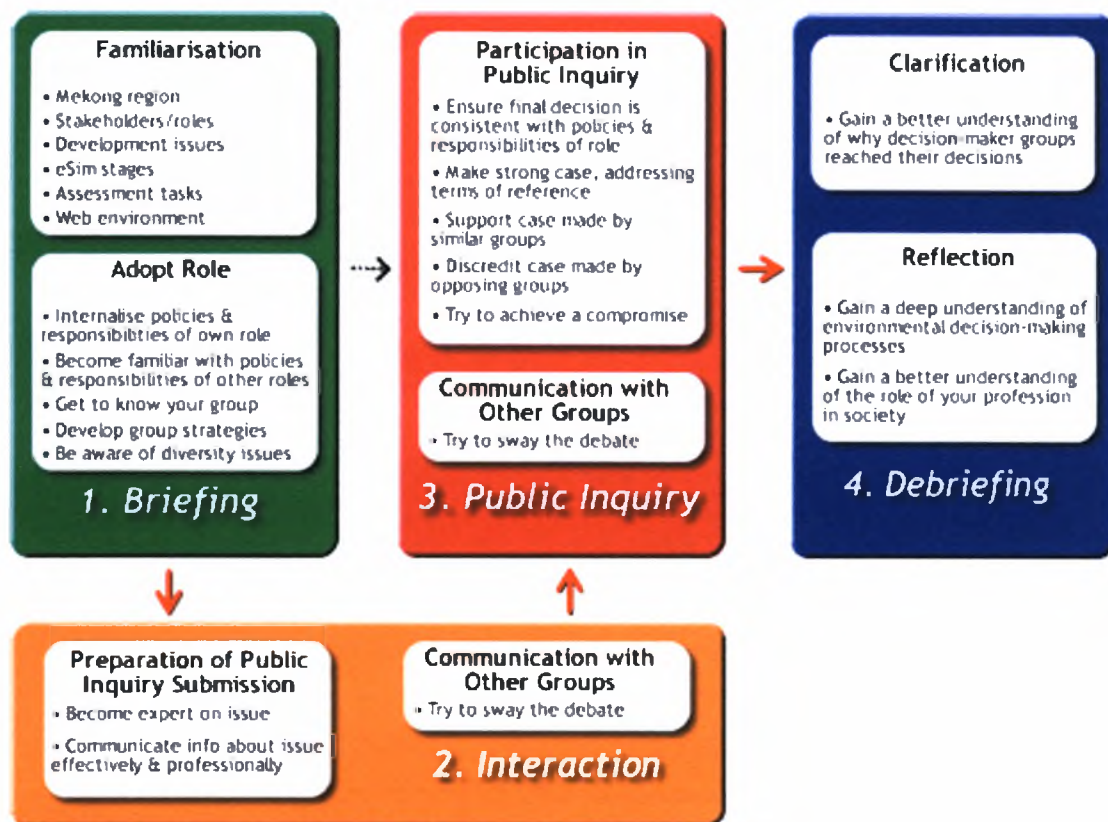
I. ΕΙΚΟΝΕΣ ΑΠΟ ΨΗΦΙΑΚΑ ΑΥΘΕΝΤΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΑΘΗΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|--|
|  |  |  | Complex Trip Planning Journey to Cedar Creek Rescue at Boone's Meadow Get Out the Vote |
|  |  |  | Statistics and Business Plans The Big Splash Bridging the Gap A Capital Idea |
|  |  |  | Geometry Blueprint for Success The Right Angle The Great Circle Race |
|  |  |  | Algebra Working Smart Kim's Komet The General is Missing |

Εικόνα 7_1: Τα 12 βίντεο του Jasper Series



Mekong eSim



Εικόνα 7_2: Οι τέσσερις φάσεις του Mekong eSim

Οι αναγνώστες μπορούν να βρουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά το Mekong e-Sim στην διεύθυνση:

<http://www.adelaide.edu.au/situationallearning/examples/mekong/>

II. ΤΑ ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

A.

Δραστηριότητα 1

«Μέτρηση στον Ταΰγετο»

Στη περιοχή του Ταΰγέτου έχουν καταγραφεί περισσότερα από 100 είδη ημερόβιων πεταλούδων, χωρίς να υπάρχει ολοκληρωμένη μελέτη. Η πιο σημαντική είναι η καταγραφή της ύπαρξης ενός ενδημικού είδους πεταλούδας, η *Polyommatus menelaos*. Μία ομάδα ερευνητών υπολόγισε ότι οι πεταλούδες αυτού του είδους ανέρχονται στις 120. Τα μέλη του ορειβατικού συλλόγου Σπάρτης δημιούργησαν 2 ομάδες και αποφάσισαν να ακολουθήσουν τις οδηγίες των ειδικών και να υπολογίσουν και οι ίδιοι το πλήθος των πεταλούδων *Polyommatus Menelaos*. Μετά το πέρας των δύο ημερών οι 2 ομάδες παρουσίασαν τα τρία σύνολα του πλήθους των πεταλούδων.

το A αναπαριστά τον αριθμό των πεταλούδων που πιάστηκαν την πρώτη μέρα, το B τον αριθμό των πεταλούδων που πιάστηκαν τη δεύτερη μέρα και το Γ τον αριθμό των πεταλούδων που πιάστηκαν τη δεύτερη μέρα και ήταν σημαδεμένες

| 1 ^η ομάδα | 2 ^η ομάδα |
|----------------------|----------------------|
| A = 40 | A = 20 |
| B = 43 | B = 31 |
| Γ = 13 | Γ = 5 |

Για ποιους λόγους πιστεύετε ότι οι δύο ομάδες κατέληξαν σε διαφορετικά αποτελέσματα; Υπήρξε κάποια από τις δύο ομάδες περισσότερο παρατηρητική;

Στην υποενότητα, «οι ειδικοί μετρούν», περιγράφηκε η διαδικασία που ακολουθούν οι ειδικοί προκειμένου να υπολογίσουν το πλήθος συγκεκριμένου είδους πεταλούδας σε συγκεκριμένη περιοχή. Πιστεύεις ότι η διαδικασία και ο μαθηματικός τύπος δίνουν τον ακριβή αριθμό των πεταλούδων; Κατέγραψε τις όποιες σκέψεις σου.

B.

Δραστηριότητα 1

<<Μελετώ την **μάζα της πεταλούδας**>>

Με βάση αυτά που διάβασες στην ενότητα αυτή απάντησε τις ερωτήσεις που ακολουθούν:

Πόσο ζυγίζει περίπου μία πεταλούδα;

Πώς θα μετρούσες την μάζα της:

| |
|--|
| |
|--|

Η πεταλούδα *Polyura athamas*, που κανείς μπορεί να την συναντήσει στην Ινδία, έχει μεγαλύτερο μήκος φτερών από την *Buberel butterfly*. Μπορείς να συμπεράνεις κάτι για τις μάζες των δύο πεταλούδων;

| |
|--|
| |
|--|

Οι monarchs ζυγίζονται κατά μέσο όρο 0,5 γραμμάρια. Τι εννοούμε όταν λέμε «κατά μέσο όρο»;

| |
|--|
| |
|--|

Πόσες πεταλούδες τύπου monarchs χρειάζονται ώστε η συνολική τους μάζα να ισούται με την δική σου;

Η δική μου μάζα είναι

Χρειάζονται πεταλούδες τύπου monarchs

Ποιες από τις παρακάτω μετρήσεις σου φαίνεται πιο λογικό να αφορούν την μάζα μίας πεταλούδας Monarch; [Βάλε X στην απάντησή σου]

| | |
|---------------|--|
| 0,4 γραμμάρια | |
| 50 γραμμάρια | |
| 5 κιλά | |
| 0,0005 κιλά | |
| 10 γραμμάρια | |

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

Γ.

Δραστηριότητα

«Μελετώ το φθινοπωρινό ταξίδι της Monarch»

Συζητείστε και δώστε απάντηση στο ακόλουθα ερωτήματα.

Ο χάρτης παρέχει πληροφορίες που αφορούν: (βάλτε [x] στην/στις επιλογές σου)

| | |
|---------------------|--|
| χρόνο | |
| τοποθεσία | |
| κλίμα | |
| ταχύτητα πτήσης | |
| πεταλούδες Monarchs | |
| χρώματα | |
| κουκίδες | |

Μπορείτε να περιγράψετε με δικά σας λόγια την πληροφορία που μας δίνουν οι πράσινες κουκίδες στον χάρτη;

Μπορείτε να περιγράψετε με δικά σας λόγια την πληροφορία που μας δίνουν οι μπλε κουκίδες στον χάρτη;

Σύμφωνα με όσα διαβάσατε στην ενότητα αυτή πώς πιστεύετε ότι έγινε η συλλογή των πληροφοριών που απεικονίζονται στο χάρτη; Με άλλα λόγια, πώς μπορεί να προέκυψε η γνώση για το πού και πότε βρισκόντουσαν οι Monarchs; Μαζέψτε πληροφορίες και γράψτε την γνώμη σας.

Δ.

Δραστηριότητα

« Μελετώ τον χάρτη, προλαβαίνω τους μήνες, αντιστοιχίζω χρώματα σε θερμοκρασίες»

Βρείτε στον χάρτη την Β. Αμερική και βάλτε [x] στον μήνα που πιστεύετε ότι η Monarch πεταλούδα δεν μπορεί να πετάει.

| | |
|---------------------|--|
| Ιανουάριος - "Jan" | |
| Φεβρουάριος - "Feb" | |
| Μαρτιος- "Mar" | |
| Απρίλιος- "Apr" | |
| Μάιος - "May" | |
| Ιούνιος- "Jun" | |
| Ιούλιος- "Jul" | |
| Αύγουστος- "Aug" | |

| | |
|-------------------|--|
| Σεπτέμβριος-"Sep" | |
| Οκτώβριος-"Oct" | |
| Νοέμβριος-"Noe" | |
| Δεκέμβριος-"Dec" | |

Η κάμπια για να αναπτυχθεί χρειάζεται ζεστό κλίμα και σχετικά υψηλή θερμοκρασία περίπου 15 με 30 βαθμούς κελσίου. Μπορείτε να βρείτε περιοχές στο χάρτη όπου θα μπορούσε η κάμπια να αναπτυχθεί κανονικά τον μήνα Απρίλιο;

Εντοπίστε την Μεσόγειο και βάλτε [x] στους μήνες τους οποίους η Monarch θα μπορούσε να πετάξει.

| | |
|---------------------|--|
| Ιανουάριος -"Jan" | |
| Φεβρουάριος - "Feb" | |
| Μαρτιος- "Mar" | |
| Απρίλιος- "Apr" | |
| Μάιος - "May" | |
| Ιούνιος-"Jun" | |
| Ιούλιος-"Jul" | |
| Αύγουστος-"Aug" | |
| Σεπτέμβριος-"Sep" | |
| Οκτώβριος-"Oct" | |

| | |
|------------------|--|
| Νοέμβριος-"Noe" | |
| Δεκέμβριος-"Dec" | |

ΣΤ.

Δραστηριότητα 1

<<Πόσες πεταλούδες υπήρχαν όταν...>>

Με βάση τη γραφική παράσταση προσπαθήστε να δώσετε απάντηση στα ακόλουθα ερωτήματα:

Πόσες πεταλούδες αυτού του είδους υπήρχαν όταν γεννηθήκατε;

Πόσες πεταλούδες αυτού του είδους υπήρχαν όταν ξεκινήσατε το νηπιαγωγείο;

Πόσες πεταλούδες αυτού του είδους υπήρχαν όταν πήγατε στο δημοτικό;

Πόσες πεταλούδες αυτού του είδους υπάρχουν τώρα που συμμετέχετε σε αυτή την δραστηριότητα; Ποια η πρόβλεψη σας για το μέλλον;

10. Βιβλιογραφία

Αβούρης, Ν., Κόμης, Β. (2004) Ζητήματα σχεδιασμού και αξιολόγησης συνεργατικών συστημάτων μάθησης με υπολογιστή, Πάτρα, αντλήθηκε από: http://www.ee.upatras.gr/hci/CSCL_workshop_2004/Avouris_Komis_Intro_ws_ETP_E.pdf

Ακουμιανάκης, Δ. (2006). Διεπαφή Χρήστη-Υπολογιστή μια σύγχρονη προσέγγιση, Αθήνα, εκδόσεις Κλειδάριθμος

Bragg, P., Outhred, L. (2001). So that's what a centimeter looks like: Students' understandings of linear units

Berg, C. A. και Smith P. 1994, Assessing Students' Abilities to Construct and Interpret Line Graphs: Disparities between Multiple-Choice and Free-Response Instruments, *Science Education* 78(6):527-554

Berg, C.& Phillips, D.G. (1994). An investigation of the relationship between logical thinking structures and the ability to construct and interpret graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 323-344.

Brown, J.S., Collins, A. and Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning, *Educational Researcher*, 18(1), 32-34

CGTV (Cognition and Technology Group) (1997). *The Jasper Project: Lessons in Curriculum, Instruction, Assessment, and Professional Development*, LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES, London

Chronaki, A. (2000 A). Computers in Classrooms: Learners and Teachers in new Roles. In B. Moon, M. Ben-Peretz, and S. Brown (eds.) *Routledge International Companion to Education*. Routledge. London (pp. 558-572)

Chronaki, A. & Kynigos, C. (χ.χ). Teachers views on pupil collaboration in computer-based groupwork settings in the classroom

Chronaki, A. (2000). Teaching maths through theme-based resources: Pedagogic style, 'theme' and 'maths' in lessons. *Educational Studies in Mathematics_Vol. 42. pp 141-163.*

Cleveland, S. (1985). *The Elements of Graphing Data*, Wads worth.

Cohen, L. & Manion L. (1997) *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*, εκδόσεις Μεταίχμιο-εκφραση

Conway, J. (1998). *Teaching for better thinking, Authentic Learning and Technology*

Dickson, L., Brown, M., Gibson, O. (1984) Children learning Mathematics, A teacher's guide to recent Research, Section 2,

Dillenbourg, P. & Schneider, D. (1995). Mediating the Mechanisms Which Make Collaborative Learning Sometimes Effective, University of Geneva, Switzerland, International JI. of Educational Telecommunications 1(2/3), 131-146

Dixon-Krauss, L. (2000) A Mediation Model For Dynamic Literacy Instruction, αντλήθηκε από: <http://psych.hanover.edu/vygotsky/krauss.html>

Driver, R.H., Guesne, E. and Tiberghien, A. (1985). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*, έκδ. Ε.Ε.Φ. και Τροχαλία, Αθήνα.

Engelhardt, P., Edgar, C., Darryl, O. and Rebello, S. (2003). The Teaching Experience- What it is and what it isn't

Gardner, H. (1991). The unschooled mind: How children think and how schools should teach. New York: BasicBooks

Gokhale, A. (1995). Collaborative Learning Enhances Critical Thinking, *Journal of Technology Education Vol. 7 No. 1*

Hiebert, J. (1984). Children mathematics learning: The struggle to link form and understanding. The elementary School Journal, 84(5), 496-513

Hiebert, J. (1986). Conceptual and Procedural Knowledge: The case of Mathematics, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates

Hughes, M. (2002). Τα παιδιά και η έννοια των αριθμών: Δυσκολίες στην Εκμάθηση των Μαθηματικών (επιμέλεια: Βοσνιάδου Σ.), εκδ. Gutenberg, Αθήνα.

Kammii, C. & Clark, F. (1997). Measurement of length: The need for a better approach to teaching. School Science and Mathematics, 97(3), 116-121

Lave, J.& Wenger, E. (1991). Situated learning: Legitimate peripheral participation. Cambridge, MA: Cambridge University Press

Lewis, A. (1992) "Group child interviews as a research tool", British Educational Research Journal, 18(4), 413-421

Lombardi, M.(2007).Authentic Learning for the 21st Century: An Overview, EDUCAUSE LearningInitiative

McDermott, L.C., Rosenquist, M.L. and van Zee, E.H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics, American Journal of Physics, 55(6), 503-513

Mims,C.(2003).Authentic Learning: A practical introduction & guide for implementation, Meridian, Computer Technologies Journal

Multisilta, J. (1998) Learning environments on the World Wide Web experiences from astronomy online, Finland

Nicaise, M., Gibney, T., Crane M. (2000) Toward an Understanding of Authentic Learning: Student Perceptions of an Authentic Classroom, *Journal of Science Education and Technology*, Vol 9, No 1

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*, New York: Basic Books

Pfleeger, L. S. (2004) Τεχνολογία Λογισμικού- Θεωρία και Πράξη, Α' τόμος

Piaget, J. (1954) *The construction of reality in the child*. New York: BasicBooks

Piaget, J. (1974) *To understand is to invent: The future of education*. New York: Grossman.

Skemp, R. (1979). *Intelligence, Learning and Action: - A foundation for Theory and Practice in Education*, Chinchester, UK: Wiley.

Schank, R. C. & Cleary, C. (1995). *Engines for Education*, The Institute for the learning sciences, Northwestern University, Evanston, Illinois

Snyder, I. (1998). *Page to Screen*, London (pp xxvi -xxvii)

Reeves, T.C., Herrington, J., & Oliver, R. (2002). *Authentic activities and online learning*

Tufte, E. R. (1983). *The Visual Display of Qualitative Information*. Graphic Press.

Ρίτσμοντ, Π. (1970). *Εισαγωγή στον Πιαζέ*, Αθήνα, εκδ. Υποδομή.

Χρονάκη, Α. (2000). *Συνεργασία μαθητών σε ομάδες: Μια προσέγγιση από την σκοπιά των εκπαιδευτικών*

Χρονάκη, Α. & Μπουρδάκης, Β. (2003). *Κυβερνοχώρος, Ανοιχτή Εκπαίδευση και Κοινότητες Μάθησης: Βασικές Παιδαγωγικές Αρχές Σχεδιασμού*

Χρονάκη, Α. (2007). *Το «διδασκτικό πείραμα»: μελετώντας την ανάπτυξη μάθησης στο πλαίσιο της διδακτικής πράξης*

Οι ηλεκτρονικές πηγές αναφέρονται με υποσημειώσεις μέσα στο κείμενο



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000091584