



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
Π.Μ.Σ. ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

που εκπονήθηκε για τη χορήγηση  
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην κατεύθυνση:  
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ (ΤΠΕ)»

από τον  
**Νικόλαο Μπακόπουλο**  
Α.Μ. 426Μ/2005031

Θέμα:  
«Συνεργατικές Δραστηριότητες Μοντελοποίησης μέσω Τεχνολογικών  
Εφαρμογών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στο Δημοτικό Σχολείο»

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Αγγελική Δημητρακοπούλου	Καθηγήτρια	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Επιβλέπουσα
Κωνσταντίνος Τσολακίδης	Επίκουρος Καθηγητής	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής
Γεώργιος Φεσάκης	Λέκτορας	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής

Ρόδος, 2008

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Οι σύγχρονες έρευνες μελετούν τις διαδικασίες μοντελοποίησης μέσω υπολογιστών ενώ υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον για τη δημιουργία εκπαιδευτικών λογισμικών μοντελοποίησης. Η παρούσα έρευνα μελετά τον τρόπο με τον οποίο μαθητές της ΣΤ΄ Δημοτικού οικοδομούν έννοιες σχετικές με τα οξέα, τις βάσεις και τους δείκτες κάνοντας χρήση τριών κατηγοριών εκπαιδευτικών εργαλείων (βίντεο, φυσικά αντικείμενα, εκπαιδευτικό λογισμικό μοντελοποίησης). Από τα αποτελέσματα της έρευνας (ανάλυση των απαντήσεων μαθητών μέσα από τα φύλλα εργασίας, παρατήρηση των εικονικών πειραμάτων, πραγματοποίηση πειραμάτων με λογισμικά μοντελοποίησης) συνάγεται το συμπέρασμα ότι είναι απαραίτητη η διεξαγωγή εικονικών πειραμάτων παράλληλα με την πραγματοποίηση πραγματικών πειραμάτων για να προχωρήσουν οι συλλογισμοί των μαθητών σε μεγαλύτερο βάθος και να περάσουν από την συγκεκριμένη σκέψη στην τυπική. Στο πλαίσιο αυτό, τα συμβολικά πειράματα δεν έρχονται σε αντίθεση με την πραγματική πειραματική διαδικασία αλλά τη συμπληρώνουν. Παράλληλα, η χρήση περισσότερων παιδαγωγικών εργαλείων με διαφορετικά πλεονεκτήματα και διαφορετική σειρά χρήσης, φαίνεται να βοηθά ικανοποιητικά ώστε να δημιουργηθούν οι εννοιολογικοί δεσμοί μεταξύ της αναπαράστασης και της πραγματικότητας.

## **ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ**

Συνεργατική μάθηση, μοντελοποίηση, MODELLINGSPACE, πειράματα, φυσικές επιστήμες, βίντεο, οξέα – βάσεις – δείκτες.

## Ευχαριστίες

Η παρούσα ερευνητική εργασία πραγματοποιήθηκε με την καθοδήγηση της κ. Αγγελικής Δημητρακοπούλου, Καθηγήτριας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, την οποία και ευχαριστώ θερμά για τη δυνατότητα που μου προσέφερε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα και για την ουσιαστική συμβολή της κατά την πορεία της εργασίας με υποδείξεις και εύστοχες παρατηρήσεις.

Ευχαριστώ πολύ το μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής κ. Κωνσταντίνο Τσολακίδη, Επίκουρο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για τον τρόπο που με υποστήριξε καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Ευχαριστώ τον κ. Γεώργιο Φεσάκη, Λέκτορα του Πανεπιστημίου Αιγαίου, μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής που παρακολούθησε την πορεία της παρούσας εργασίας και προσέφερε απλόχερα τις γνώσεις, την καθοδήγηση και τη βοήθειά του στις συναντήσεις που είχαμε.

Ευχαριστώ την κ. Ζαχαρούλα Σμυρναίου, διδάσκουσα στο Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, για την άμεση και ουσιαστική βοήθειά της, για την εύστοχη κριτική και την προθυμία που έκανε τις παρατηρήσεις της, αλλά και την ουσιαστική συμβολή της στη σύνταξη των σεναρίων των δραστηριοτήτων. Την ευχαριστώ πολύ και για τη βοήθεια, που μου παρείχε στη βιβλιογραφία όποια στιγμή το ζητούσα, με άρθρα από το προσωπικό της συγγραφικό έργο ή αυτό άλλων ερευνητών.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ: ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	4
1.1 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ	4
1.2 ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ	5
1.3 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ	6
1.4 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ	8
ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	19
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	19
2.1 Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΠΕ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ	19
2.2 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ Η/Υ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ	20
2.3 ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ	21
2.4 ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ	24
2.4.1 Οι ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ	25
2.4.2 Η ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ.	26
2.4.3 ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΜΕΝΗ ΑΠΟ Η/Υ .	27
2.4.4 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ .	29
2.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	31
ΤΡΙΤΟ ΜΕΡΟΣ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	33
3.1 ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	33
3.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	36
ΤΕΤΑΡΤΟ ΜΕΡΟΣ: ΕΡΕΥΝΑ	37
4.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	37
4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	38
4.3 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	39
4.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	42
4.4.1 PRE-TEST	42
4.4.2 ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΨΕΩΝ -ΙΔΕΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΒΑΣΕΙΣ	44
4.4.3 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΤΑΝ ΜΕΣΩ ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ (ΒΙΝΤΕΟ)	49
4.4.4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΑΠΛΑ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΑ ΥΛΙΚΑ .	50
4.4.5 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΟ MODELLINGSPACE	52
4.4.6 POST TEST	62
4.4.7 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	65
4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	66
ΠΕΜΠΤΟ ΜΕΡΟΣ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	67
5.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	67
5.2 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	67
5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	77

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Μετάβαση από τον πραγματικό στον ιδεατό κόσμο με προσομοίωση.	5
Εικόνα 2: Το γραφικό περιβάλλον εργασίας του MODELLINGSPACE.	11
Εικόνα 3: Το γραφικό περιβάλλον εργασίας του Modellus	12
Εικόνα 4: Το γραφικό περιβάλλον εργασίας του Interactive Physics.	14
Εικόνα 5: Το γραφικό περιβάλλον εργασίας του M.A.Θ.H.M.A	15
Εικόνα 6: Το γραφικό περιβάλλον εργασίας του Microworlds Pro.	17
Εικόνα 7: Στάδια - διαδικασίες ανάπτυξης φύλλων δραστηριοτήτων (Ορφανός, 2005)	34
Εικόνα 8: βαθμολογίες μαθητών στο pre-test.	43
Εικόνα 9: Ενν. χάρτης ομάδας 1	45
Εικόνα 10: Ενν. χάρτης ομάδας 2	45
Εικόνα 11: Ενν. χάρτης ομάδας 3	46
Εικόνα 12: Ενν. χάρτης ομάδας 4	46
Εικόνα 13: Ενν. χάρτης ομάδας 5	46
Εικόνα 14: Ενν. χάρτης ομάδας 6	47
Εικόνα 15: Ενν. χάρτης ομάδας 7	47
Εικόνα 16: Πείραμα μέσω βίντεο	49
Εικόνα 17: Μοντέλο ομάδας 1	53
Εικόνα 18: Μοντέλο ομάδας 2	54
Εικόνα 19: Μοντέλο ομάδας 4	54
Εικόνα 20: Μοντέλο ομάδας 5	55
Εικόνα 21: Μοντέλο ομάδας 6	55
Εικόνα 22: Μοντέλο ομάδας 7	56
Εικόνα 23: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 1	59
Εικόνα 24: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 2	59
Εικόνα 25: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 4	60
Εικόνα 26: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 5	60
Εικόνα 27: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 6	61
Εικόνα 28: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 7	61
Εικόνα 29: Βαθμολογία post-test με άριστα το 10.	63
Εικόνα 30: Συγκριτική βαθμολογία pre-test και post-test με άριστα το 10.	64
Εικόνα 31: Pre-test	78
Εικόνα 32: Ανίχνευση ιδεών	81
Εικόνα 33: Δραστηριότητα βίντεο	83
Εικόνα 34: Πειράματα	93
Εικόνα 35: Δραστηριότητες μοντελοποίησης	97
Εικόνα 36: post-test	99
Εικόνα 37: Συμπεράσματα	101

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Πρόταση μεθοδολογίας μοντελοποίησης (Hestenes, 1996)	7
Πίνακας 2: Κατηγορίες και υποκατηγορίες εκπαιδευτικού λογισμικού και ψυχολογικές θεωρίες	23
Πίνακας 3: Φάσεις και δεδομένα της έρευνας	39
Πίνακας 4: Σχέδιο πορείας δραστηριοτήτων.	41
Πίνακας 5: Αριθμός μελών ανά ομάδα και Η/Υ.	41
Πίνακας 6: Βαθμολογίες μαθητών στο pre-test (με άριστα το 10)	42
Πίνακας 7: Ομαδοποίηση υλικών	44
Πίνακας 8: Ανάλυση συνεργασίας ομάδων 1 και 7.	48
Πίνακας 9: Ανάλυση συνεργασίας ομάδων 3 και 4.	48
Πίνακας 10: Ανάλυση συνεργασίας ομάδων 1 και 2.	58
Πίνακας 11: Ανάλυση συνεργασίας ομάδων 4 και 5.	58
Πίνακας 12: Αλλαγές με βάση τον πρώτο εννοιολογικό χάρτη	59
Πίνακας 13: Αναπαράσταση εννοιολογικών χαρτών σεναρίου	62
Πίνακας 14: Βαθμολογία post-test (με άριστα το 10)	63
Πίνακας 15: Αξιολόγηση συνεργασίας ομάδων	69
Πίνακας 16: Συνεργασία ομάδων συνολικά	70

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εποχή μας συνηθίζεται να αποκαλείται περίοδος της πληροφορικής επανάστασης και της επανάστασης της γνώσης καθώς είναι εμφανείς οι επιπτώσεις της νέας τεχνολογίας και της διείσδυσης της πληροφορικής σε όλους σχεδόν τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Είναι αμέτρητες οι φορές που έχουμε ακούσει τελευταία για τη νέα αυτή εποχή που βρισκόμαστε, για το ρόλο των τεχνολογιών και τις νέες ανάγκες που προκύπτουν. Η ραγδαία εξέλιξη της πληροφορικής και η ενσωμάτωσή της στην καθημερινή πρακτική έχει προκαλέσει και θα συνεχίζει να προκαλεί με πιο έντονους ρυθμούς στο μέλλον μεγάλες αλλαγές στην κοινωνική αλλά και στην προσωπική ζωή των ατόμων, αλλαγές στο χώρο των επαγγελμάτων, δημιουργώντας ή καταργώντας θέσεις εργασίας, αλλαγές στην επικοινωνία και αλλαγές στην καθημερινή ζωή αφού είναι γεγονός ότι όλες σχεδόν οι ανθρώπινες δραστηριότητες βασίζονται στη χρήση της τεχνολογίας. Δημιουργούνται νέες συνθήκες σε ότι αφορά την εργασία αφού τα περισσότερα επαγγέλματα πλέον απαιτούν δεξιότητες χειρισμού πληροφορικής τεχνολογίας.

Είναι γενικώς αποδεκτό ότι η πρώτη προτεραιότητα για να αντεπεξέλθουμε στις νέες ανάγκες και τις νέες απαιτήσεις που διαμορφώνονται, είναι η εκπαίδευση. Είναι η απαίτηση των καιρών, των σύγχρονων προβλημάτων που επιζητούν λύσεις, των κοινωνικών φαινομένων που όλο αυξάνονται, των δυσκολιών που συναντάει κάθε νέος, το σχολείο ώστε να παίξει έναν άλλο ρόλο. Μέσω της εκπαίδευσης οι μαθητές πρέπει να ενισχυθούν με γνώσεις, ικανότητες, δεξιότητες, στάσεις και συμπεριφορές τέτοιες, που να μπορούν να αντεπεξέλθουν στα σύγχρονα ενδιαφέροντα ή στα σύγχρονα προβλήματα, να αναπτύξει την ικανότητά τους να μαθαίνουν αυτόνομα, να διερευνούν, να στοχάζονται, να έχουν άποψη, να δρουν ομαδικά και να αντιδρούν καινοτομικά. Η εκπαίδευση λοιπόν βρίσκεται μπροστά σε μια πρόκληση που δεν είναι άλλη από το να καταφέρει να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία ώστε να γίνει πιο ευέλικτη και πιο αποτελεσματική.

Σημαντικό ρόλο στη νέα πραγματικότητα που φαίνεται να διαμορφώνεται στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Η φύση των ΤΠΕ τις έχει κάνει αναπόσπαστο εργαλείο της σύγχρονης εκπαίδευσης αφού μπορούν να προσφέρουν εναλλακτικές μορφές εκπαίδευσης, ταχύτητα στην επικοινωνία και ποικιλία στους τρόπους παρουσίασης με τα πολυμέσα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Λειτουργούν καταλυτικά, προκαλώντας ταυτόχρονα μια νέα δυναμική στη σχολική πράξη αλλά και μια έντονη επιστημονική συζήτηση στους κόλπους της εκπαιδευτικής κοινότητας, επηρεάζουν τη δομή του σχολείου με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στην αναμόρφωση του εκπαιδευτικού συστήματος. Στο καινούριας αντίληψης σχολείο, το εξοπλισμένο με διάφορα ηλεκτρονικά μέσα, πέρα από τα συμβατικά βιβλία, χάρτες και παραδοσιακά εποπτικά μέσα διδασκαλίας, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να αποκτούν πρόσβαση σε δεδομένα πέρα από τον έλεγχο και τις κατευθύνσεις του δασκάλου τους.

Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών, δημιουργούν ένα εντελώς διαφορετικό περιβάλλον στον χώρο της εκπαίδευσης. Οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν ένα ιδιαίτερα ενδιαφέροντα εκπαιδευτικό πεδίο, όπου οι ΤΠΕ μπορούν να εφαρμοστούν και να συμβάλλουν στη διδασκαλία τους. Η μοντελοποίηση και προσομοίωση φυσικών φαινομένων με χρήση Η/Υ αποτελεί ισχυρότατο εργαλείο για την κατανόηση φυσικών φαινομένων, ιδιαίτερα αυτών που είναι δύσκολο ή και αδύνατο να παρατηρηθούν άμεσα (π.χ. μικρόκοσμος).

Η μοντελοποίηση φυσικών φαινομένων σε περιβάλλον Η/Υ είναι ένα σύνολο από διαδικασίες μέσω των οποίων ο δημιουργός μοντέλων απεικονίζει γραφικά τις συνιστώσες του φαινομένου είτε με εικόνες είτε με αφηρημένα μπλοκ διαγράμματα. Οι διαδικασίες αυτές ακολουθούν, συνήθως, μία προκαθορισμένη σειρά γεγονότων που ορίζουν έναν κύκλο μοντελοποίησης, ο οποίος μπορεί να επαναλαμβάνεται. Ο κύκλος μοντελοποίησης αποτελείται από τα εξής γενικά στάδια: κατασκευή μοντέλου, πρόβλεψη, δοκιμή, σύγκριση προβλέψεων και αποτελεσμάτων, τροποποίηση αποτελεσμάτων και αναφορά αποτελεσμάτων (Ορφανός, 2005).

Όσον αφορά στην προσομοίωση φυσικών φαινομένων μπορεί να χαρακτηριστεί ως «μια από τις πλέον σημαντικές δυνατότητες του υπολογιστή που τον καθιστά ένα χρήσιμο μέσο για την τοποθέτηση του παιδιού σε έναν τεχνητό κόσμο, όπου μπορεί να πειραματίζεται με το οτιδήποτε» (Σολομωνίδου, 2001). Τόσο στην Επιστήμη, όσο και στην Εκπαίδευση η προσομοίωση είναι ένα ισχυρό εργαλείο έρευνας και μάθησης πολύπλοκων, κυρίως, φυσικών φαινομένων. Στην Εκπαίδευση, η προσομοίωση χρησιμοποιείται κυρίως για την επίδειξη φαινομένων ή διαδικασιών και για την επαλήθευση των φυσικών νόμων, μέσω της μίμησης και της αναπαραγωγής των φαινομένων, που δύσκολα μπορούν να μελετηθούν σε πραγματικές συνθήκες.

Τα τελευταία χρόνια, η εκπαιδευτική έρευνα έχει στραφεί προς τη συνεργατική μοντελοποίηση και προσομοίωση μέσα από ένα νέο πεδίο, που ονομάζεται «Συνεργατική Μάθηση Υποστηριζόμενη από Η/Υ» (Computer Supported Collaborative Learning – CSCL). Το πεδίο έρευνας CSCL αποτελεί ίσως το πιο αναπτυσσόμενο πεδίο στην εκπαιδευτική έρευνα, όσον αφορά στις ΤΠΕ (Crawley, 1997a,b). Με την ηλεκτρονική συνεργατική μάθηση μπορεί να δημιουργηθεί ένα νέο μαθησιακό περιβάλλον, το οποίο διαφέρει από το παραδοσιακό περιβάλλον μάθησης σε πολλές απόψεις και κυρίως στο ότι ευνοεί την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών (Σολομωνίδου, 2002).

Σύμφωνα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σχετικά με τη συνεργατική μοντελοποίηση, οι μαθητές μέσω της συνεργασίας, της ανατροφοδότησης και της διαφωνίας πάνω σε ένα πρόβλημα προς μελέτη, μπορούν να ξεκαθαρίσουν τις παρανοήσεις τους, να αποσαφηνίσουν έννοιες και να αναζητήσουν τη σωστή λύση του προβλήματος (Faggiano et al., 2005). Οι Κόμης & Φείδας (2002) υποστηρίζουν πως η χρήση εργαλείων αναπαράστασης, όπως ηλεκτρονικοί νοητικοί χάρτες, για την ανάδυση νοητικών αναπαραστάσεων, είναι αρκετά αποτελεσματική για την ανάδυση δηλωτικών αναπαραστάσεων



(declarative representations). Ωστόσο, «τα εργαλεία από μόνα τους δε μπορούν να υποστηρίξουν πλήρως ένα συλλογισμό και δεν καταφέρνουν πάντα να δημιουργήσουν την απαιτούμενη γνωστική σύγκρουση στην περίπτωση που το μοντέλο που έχει δημιουργηθεί δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί η συμβολή των Νέων Τεχνολογιών στη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής στο δημοτικό σχολείο, και κυρίως να διερευνηθεί η συμβολή των συνεργατικών λογισμικών μοντελοποίησης και προσομοίωσης. Μέσα από την έρευνα αναζητούνται τα πλεονεκτήματα και οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές καθώς εργάζονται σε διερευνητικά συνεργατικά λογισμικά μοντελοποίησης, με απώτερο σκοπό να γίνουν προτάσεις για τη βελτίωση της διδασκαλίας της Φυσικής και, τελικά, την επίτευξη αποτελεσματικότερης μάθησης των Φυσικών Επιστημών.

Πιο συγκεκριμένα, στην παρούσα έρευνα μελετώνται οι παράμετροι που καθορίζουν το επίπεδο συνεργασίας των μαθητών σε ηλεκτρονικά περιβάλλοντα μοντελοποίησης. Το δείγμα της έρευνας είναι οι 19 μαθητές της ΣΤ τάξης του 14<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Καλαμάτας, κατά το σχολικό έτος 2007-08. Το αντικείμενο μελέτης των μαθητών, κατά τις δραστηριότητές τους σε Η/Υ, είναι τα οξέα οι βάσεις και τα άλατα. Το περιβάλλον εργασίας των μαθητών είναι το λογισμικό MODELLINGSPACE, ένα λογισμικό διερευνητικής συνεργατικής μοντελοποίησης.

## ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ: ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Ο υπολογιστής και οι τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας (ΤΠΕ) έχουν πολύ μεγάλες δυνατότητες εκπαιδευτικής χρήσης, οι οποίες εξαρτώνται από το σκοπό για τον οποίο προορίζεται η χρήση αυτή. Τα τελευταία χρόνια έχουν αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό οι δυνατότητες του υπολογιστή και των ΤΠΕ. Έως σήμερα έχουν παραχθεί διεθνώς σημαντικός αριθμός τίτλων εκπαιδευτικού λογισμικού, καθώς και ποικίλα συστήματα προοριζόμενα για εκπαιδευτική χρήση.

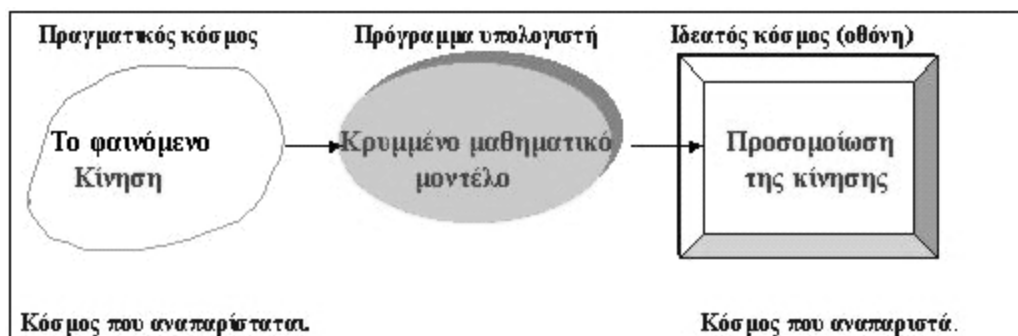
Στον χώρο των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) οι δυνατότητες χρήσης του υπολογιστή και των ΤΠΕ είναι θεωρητικά απεριόριστες. Η προσομοίωση φαινομένων και διαδικασιών, η δημιουργία πολλαπλών αναπαραστάσεων για ένα φαινόμενο ή μια διαδικασία, η αυξημένη αλληλεπίδραση με τον χρήστη μέσα από τη μοντελοποίηση, αποτελούν τις πλέον σημαντικές δυνατότητες που είναι δυνατό να αξιοποιηθούν στη σχολική τάξη. Από την άλλη πλευρά, η εποικοδομητική αντίληψη για τη διδασκαλία και τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες, η εργασία σε ομάδες και η συνεργατική μάθηση αποτελούν βασικές παιδαγωγικές αρχές στις οποίες θα πρέπει να στηρίζεται όχι μόνο η σχεδίαση του εκπαιδευτικού λογισμικού, αλλά και η κατάλληλη διδακτική αξιοποίησή του στην τάξη.

Στο πρώτο μέρος αυτής της εργασίας αρχικά, αναλύονται οι τρόποι και οι χρήσεις προσομοιώσεων και μοντελοποιήσεων φαινομένων των Φυσικών Επιστημών, και εξετάζονται οι ποικίλες δυνατότητες των εκπαιδευτικών λογισμικών μοντελοποίησης και προσομοίωσης, που συνδυάζονται με την εποικοδομητική αντίληψη για τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες.

### 1.1 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ

«Η προσομοίωση είναι μια από τις πλέον σημαντικές δυνατότητες του υπολογιστή που τον καθιστά ένα χρήσιμο μέσο για την τοποθέτηση του παιδιού σε έναν τεχνητό κόσμο, όπου μπορεί να πειραματίζεται με το οτιδήποτε» (Σολομωνίδου, 2001). Στην επιστήμη, η προσομοίωση είναι ένα ισχυρό εργαλείο έρευνας πολύπλοκων, κυρίως, συστημάτων που χρησιμοποιείται συχνά για τον έλεγχο επιστημονικών υποθέσεων. Στην εκπαίδευση, η προσομοίωση χρησιμοποιείται, κυρίως, για την επίδειξη φαινομένων ή διαδικασιών, για την επαλήθευση των φυσικών νόμων, αλλά και για την ανακάλυψή τους από τους ίδιους τους μαθητές. Με τις προσομοιώσεις επιδιώκεται η μίμηση και η αναπαραγωγή φαινομένων, τα οποία δύσκολα μπορεί να μελετήσει κανείς σε πραγματικές συνθήκες. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές μπορούν να παρατηρούν και να διερευνούν φαινόμενα που είναι δύσκολο ή αδύνατο να διερευνηθούν πειραματικά, μελετώντας τις συνέπειες σημαντικού αριθμού αλλαγών στις πειραματικές συνθήκες, μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα (Orfanos & Dimitracopoulou, 2003). Αυτές οι προσομοιώσεις προκύπτουν από κρυμμένα μαθηματικά μοντέλα (Δαπόντες κ.ά., 2003), κατάλληλα να τις αναπαραγάγουν

στην οθόνη μέσω ενός προγράμματος. Η απάντηση στο ερώτημα «ποια κρυμμένα μοντέλα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε» εξαρτάται κάθε φορά από τις δυνατότητες που επιθυμούμε να προσδώσουμε στις προσομοιώσεις και από τα ερωτήματα που θέτουμε. Είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί πως μπορούμε να παράγουμε την ίδια ακριβώς κίνηση χρησιμοποιώντας διαφορετικά κρυμμένα μοντέλα. Ιδιαίτερα τα λογισμικά προσομοίωσης ενδεχομένως να οδηγούν σε συγχύσεις και υπεραπλουστεύσεις από την πλευρά των μαθητών που τα χειρίζονται. Επιπρόσθετα, είναι πιθανόν οι μαθητές που εκτελούν προσομοιωμένα πειράματα να ενδυναμώνουν τις δικές τους λανθασμένες αντιλήψεις, αντί να οδηγούνται πλησιέστερα στις παραδεκτές επιστημονικές θεωρίες (Δημητρακοπούλου, 1999). Σχηματικά, η μετάβαση από τον πραγματικό κόσμο στον ιδεατό (μέσω της προσομοίωσης) παριστάνεται από το παρακάτω διάγραμμα (Δαπόντες κ.ά., 2003):



**Εικόνα 1:** Μετάβαση από τον πραγματικό στον ιδεατό κόσμο με προσομοίωση.

## 1.2 ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ.

Η προσομοίωση, ως οπτικοποίηση μιας πραγματικής κίνησης ενός αντικειμένου στην οθόνη, παρόλο που παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου (feedback), έχει πολύ μικρή εμβέλεια ισχύος αν συγκριθεί με άλλες αναπαραστάσεις μιας δραστηριότητας. Η περιγραφή μιας δραστηριότητας αποκλειστικά και μόνο με τη βοήθεια της προσομοίωσης είναι φτωχή εφόσον δεν μπορεί να προσφέρει κάτι παραπάνω από την ελεγχόμενη στο εργαστήριο παρακολούθηση του ίδιου φαινομένου. Τελικά, με την προσομοίωση δεν επιτυγχάνεται τίποτε άλλο παρά μία αναπαράσταση του φαινομένου.

Για τη διδασκαλία και τη μάθηση των φυσικών φαινομένων, είναι σημαντικό να αντικρίσουμε ολοκληρωμένα το οικοδόμημα του γνωστικού τομέα των κινήσεων ως σύστημα συνιστάμενο από ποικίλες αναπαραστάσεις και από τις σχέσεις μεταξύ τους. Έτσι, ένα ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοιώσεων φυσικών φαινομένων, οφείλει να εξάγει τις παρακάτω αναπαραστάσεις:

- προσομοίωση,
- στροβοσκοπική αναπαράσταση,

- γραφικές παραστάσεις,
- εξισώσεις περιγραφής του φαινομένου και
- διανυσματική αναπαράσταση των μεγεθών.

### **1.3 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ**

Η έρευνα που γίνεται τα τελευταία χρόνια, όσον αφορά στα εκπαιδευτικά λογισμικά, εστιάζει κυρίως στην μοντελοποίηση και την προσομοίωση. Συνήθως, τα λογισμικά μοντελοποίησης περιλαμβάνουν και κάποιες προσομοιώσεις, αλλά και τα λογισμικά προσομοίωσης δίνουν στο χρήστη το περιθώριο να δημιουργήσει μοντέλα. Έτσι, ορισμένες έρευνες αναδεικνύουν την προσφορά ενός εκπαιδευτικού λογισμικού στη διδασκαλία μέσω της μοντελοποίησης, ενώ άλλες μέσω της προσομοίωσης. Υπάρχουν βέβαια και έρευνες που συγκρίνουν λογισμικά μεταξύ τους, είτε αυτά είναι λογισμικά μοντελοποίησης είτε προσομοίωσης ή ακόμα και των δύο κατηγοριών. Τα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία θέσαμε στην παρούσα εργασία, προέκυψαν έπειτα από ανασκόπηση σχετικών ερευνών για τα λογισμικά μοντελοποίησης, προσομοίωσης και κυρίως συνεργατικής μοντελοποίησης φαινομένων Φυσικής.

Τα επιστημονικά μοντέλα, όπως αυτά της Φυσικής σύμφωνα με την επιστημονική πρακτική, οικοδομούνται, εξακριβώνονται και εντέλει γενικεύονται για να μπορούν να εφαρμοστούν σε προβλήματα δίνοντας τη ζητούμενη λύση. Με τέτοια μοντέλα, η οικοδόμηση της γνώσης από τους μαθητές είναι περισσότερο σαφής, αλλά και λιγότερο κουραστική σε σχέση με το παραδοσιακό πρόγραμμα διδασκαλίας της Φυσικής. Οι μαθητές, από τις τελευταίες τάξεις του δημοτικού, μπορούν να ασκηθούν σε μια μεθοδολογία μοντελοποίησης φαινομένων Φυσικής, ώστε μετά από την εξάσκηση να μπορούν μόνοι τους να ανακαλύπτουν απλούς νόμους της Φυσικής, αλλά και να σχεδιάζουν πειράματα. Αυτή η ιδέα μπορεί να υλοποιηθεί αφού προηγηθεί μία συστηματική εξάσκηση των διδασκόντων Φυσικής για τη διδασκαλία μέσω μοντελοποίησης από τους ίδιους του μαθητές (Hestenes, 1996). Ο Πίνακας 1 δείχνει ένα συνοπτικό σκιαγράφημα μιας τέτοιας μεθοδολογίας μοντελοποίησης, σύμφωνα με τον Hestenes (1996).

Σκοπός μοντελοποίησης	Σκοπός διδασκαλίας	Τρόπος διδασκαλίας
<p>Αποκατάσταση των αδυναμιών της παραδοσιακής διδασκαλίας, όπως ο περιορισμός της γνώσης, η παθητική στάση των μαθητών και οι παρανοήσεις των μαθητών για τον φυσικό κόσμο.</p>	<p>Οι μαθητές:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ να μάθουν το φυσικό κόσμο, οικοδομώντας και χρησιμοποιώντας επιστημονικά μοντέλα.</li> <li>▪ να εφοδιαστούν με τα βασικά εργαλεία μοντελοποίησης και ειδικότερα με τις μαθηματικές φόρμουλες, τις γραφικές παραστάσεις και τις αναπαραστάσεις.</li> <li>▪ να οικειοποιηθούν με ένα μικρό αριθμό μοντέλων (αρχικά), κατέχοντας έτσι ένα βασικό σετ μοντέλων Φυσικής.</li> <li>▪ να αποκτήσουν διορατικότητα μέσω της επιστημονικής γνώσης, εξετάζοντας πώς τα μοντέλα ταιριάζουν με τη θεωρία.</li> <li>▪ να εξακριβώσουν σε ποιο βαθμό η θεωρία συμφωνεί με τα πειραματικά αποτελέσματα.</li> <li>▪ να αντιληφθούν τη μοντελοποίηση ως διαδικασία απόκτησης επιστημονικής γνώσης.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Η διδασκαλία οργανώνεται σε επιμέρους κύκλους μοντελοποίησης, εμπλέκοντας τους μαθητές σε όλες τις φάσεις της μοντελοποίησης.</li> <li>▪ Ο διδάσκων ορίζει τις δραστηριότητες των μαθητών, μέσω μιας επίδειξης και συζήτησης και στη συνέχεια χωρίζει τους μαθητές σε ολιγομελείς ομάδες, οι οποίες θα συνεργαστούν μεταξύ τους.</li> <li>▪ Οι μαθητές παρουσιάζουν και τεκμηριώνουν τα συμπεράσματά τους, συγγράφοντας μία έκθεση, στην οποία συνδέονται τα δεδομένα με τα αποτελέσματα μέσω των μοντέλων.</li> <li>▪ Οι τεχνικοί όροι και τα εργαλεία αναπαράστασης και ανάλυσης εξηγούνται από τον διδάσκοντα.</li> <li>▪ Ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους μαθητές διακριτικά, χρησιμοποιώντας το Σωκρατικό διάλογο.</li> </ul>

**Πίνακας 1:** Πρόταση μεθοδολογίας μοντελοποίησης (Hestenes, 1996)

Ο Hestenes (1996) θεωρεί πως πολλοί Φυσικοί χρησιμοποιούν λανθασμένα τον όρο «μοντέλο» και δεν κάνουν διάκριση ανάμεσα στα μοντέλα και τις θεωρίες. Γι' αυτό προτείνει έναν δικό του ορισμό: «Ένα μοντέλο (στη Φυσική) είναι μία αναπαράσταση της δομής ενός φυσικού συστήματος και/ή των ιδιοτήτων του». Αντίθετα με τη θεωρία, ένα μοντέλο αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο σύστημα. Για να ολοκληρωθεί ο ορισμός του μοντέλου, ο Hestenes αποσαφηνίζει και τους όρους δομή και αναπαράσταση. Το μοντέλο περιγράφει ή καθορίζει τέσσερις τύπους δομών: συστημική δομή (σύνθεση, περιβάλλον, συνδέσεις), γεωμετρική δομή (θέση, διαμόρφωση), χρονική δομή και αλληλεπιδραστική δομή (αλληλεπιδράσεις μεταξύ συστημάτων).

Σύμφωνα με τον Schecker (1996), μοντελοποίηση φυσικών φαινομένων (σε H/Y) σημαίνει εφαρμογή των θεμελιωδών νόμων από το μαθητή και λύση των ανιαρών μαθηματικών εξισώσεων από τον H/Y. Η Δυναμική Μοντελοποίηση απαιτεί από τους μαθητές να αναλύσουν ένα φαινόμενο και να αναπτύξουν ένα μοντέλο από μόνοι τους.

Για τον Finkbeiner (1998) η μοντελοποίηση είναι μία ολοκληρωμένη και συστηματική μέθοδος αλληλεπιδραστικής μάθησης. Για να είναι όμως και αποδοτική, απαιτείται και ο αντίστοιχος προγραμματισμός, ώστε να μπορέσει να ενσωματωθεί στο επίσημο Αναλυτικό Πρόγραμμα των Γυμνασίων και Λυκείων.

Ο Schober (2002) υποστηρίζει ότι οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να συνδυάσουν όλα τα ερωτήματα ενός προβλήματος και να δώσουν μόνοι τους τη λύση, κάτι που τους οδηγεί στην πραγματική μάθηση. Επίσης, με τη μοντελοποίηση ο εκπαιδευτικός γνωρίζει καλύτερα τους μαθητές του και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν.

#### **1.4 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

Τα εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοίωσης διακρίνονται ανάλογα με το αντικείμενο της προσομοίωσης ή την ποικιλία των φαινομένων που προσομοιώνουν (Δημητρακοπούλου, 1999). Το αντικείμενο της προσομοίωσης μπορεί να είναι κάποιο φαινόμενο, διαδικασίες πολύ δύσκολες για πραγματική εργαστηριακή εφαρμογή (επικίνδυνες ή πολύ αργές ή πολύ γρήγορες), καταστάσεις με μη υπαρκτές ή ιδανικές οντότητες και θεωρίες σε μοριακή ή ατομική κλίμακα. Ένα άλλο αντικείμενο προσομοίωσης μπορεί να είναι η λειτουργία μιας μηχανής. Όσον αφορά στην ποικιλία των φαινομένων, ένα εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να χαρακτηριστεί ως κλειστό ή ανοικτό σύστημα. Κλειστό σύστημα σημαίνει ότι ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μόνο ανάμεσα σε προκαθορισμένες προσομοιώσεις που είναι ενσωματωμένες στο λογισμικό, ενώ με το ανοικτό σύστημα ο χρήστης έχει την ευχέρεια να επιλέξει τις παραμέτρους της προσομοίωσης.

Τα εκπαιδευτικά λογισμικά μοντελοποίησης μπορούν να διακριθούν τρία είδη (Δημητρακοπούλου, 1999):

1. Μοντελοποίηση μέσω γλωσσών προγραμματισμού (π.χ. LOGO).
2. Μοντελοποίηση με ποσοτικά μοντέλα (π.χ. Modellus). Σε τέτοια μοντέλα, ο χρήστης ορίζει τις μεταβλητές και τις τιμές τους, καθώς και τις σχέσεις που τις συνδέουν μεταξύ τους.
3. Μοντελοποίηση με ποιοτικά και ημιποσοτικά μοντέλα (π.χ. MODELLINGSPACE). Ο χρήστης οικοδομεί μόνος του τη γνώση, αφού ανακαλύπτει μόνος του τα μαθητικά μοντέλα που εκφράζουν τους φυσικούς νόμους.

#### **1.4.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

##### **1.4.1.1 MODELLINGSPACE**

Το MODELLINGSPACE, που αποτελεί την εξέλιξη του εκπαιδευτικού λογισμικού «Δημιουργός Μοντέλων», είναι ένα εκπαιδευτικό λογισμικό μοντελοποίησης (Dimitracopoulou, Komis, 2005), που έχει πιστοποιηθεί από το Ελληνικό Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, και σχεδιάστηκε ειδικά για να επιτρέπει σε ένα ευρύ φάσμα μαθητών (11-17 ετών) να εκφράσει τις ιδέες του και να τις εξελίξει σταδιακά. Έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί με στόχο, τόσο την υποστήριξη της μάθησης μέσω της διαδικασίας μοντελοποίησης, όσο και την οικοδόμηση των εννοιών που εμπλέκονται στα υπό μοντελοποίηση φαινόμενα. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή διδασκαλία, σε ένα περιβάλλον μοντελοποίησης, οι έννοιες συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια σχέσεων κατανοητών από τα παιδιά, ενώ ελέγχονται μέσω της δυνατότητας εκτέλεσης και κρίσης της συμβατότητας με τον πραγματικό κόσμο. Έτσι η «εκτέλεση» ενός μοντέλου που εξελίσσεται στον χρόνο, υπόκειται σε κριτική, δηλαδή συγκρίνεται με την αρχική πρόθεση και πρόβλεψη και στην περίπτωση που παρατηρείται ασυμβατότητα γίνονται τροποποιήσεις στο τρέχον μοντέλο ή αυτό αντικαθίσταται από άλλο, το οποίο ελέγχεται εκ νέου. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι οι μαθητές να καταλήξουν στο μοντέλο που θα τους δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Το MODELLINGSPACE βασίζεται σε ένα ευρύ φάσμα βασικών «συστατικών στοιχείων» μοντελοποίησης στη θέση των μοναδικών αφηρημένων μεταβλητών. Έτσι, προσφέρει τρεις βασικές κατηγορίες «οντοτήτων» από τις πιο αντικειμενοστραφείς στις πιο αφηρημένες (Orfanos & Dimitracopoulou, 2003):

- οντότητες «αντικείμενα», με ιδιότητες που μπορούν να εξελιχθούν σε πιο αφηρημένες.
- οντότητες «αφηρημένα αντικείμενα», με μία μόνο μεταβλητή, όπως αυτά των περισσότερων λογισμικών μοντελοποίησης ή προσομοίωσης (π.χ. Interactive Physics, Modellus)
- οντότητες «αφηρημένες μεταβλητές», δηλαδή επιστημονικές έννοιες

Οι ιδιότητες των οντοτήτων συνδέονται με σχέσεις. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει σχέσεις από τρεις κατηγορίες σχέσεων που υποστηρίζονται από το λογισμικό: τις ποιοτικές σχέσεις, τις ημιποσοτικές

και τις ποσοτικές. Στις ημιποσοτικές σχέσεις οι μαθητές προσδιορίζουν την κατεύθυνση των σχέσεων, δηλαδή με ποιο τρόπο μεταβάλλονται οι μεταβλητές (Ορφανός & Δημητρακοπούλου, 2003).

Οι μαθητές 11-15 ετών επιλέγουν συνήθως για να εργαστούν τις «οντότητες αντικείμενα», τα οποία έχουν ιδιότητες, που είτε εμπλέκονται και παίζουν ρόλο σε ένα φαινόμενο είτε όχι. Η προσομοίωση που δημιουργείται, είναι τελικά προσομοίωση μέσω «κινούμενης εικόνας» (animation), που παράγεται μέσω απεικόνισης διαδοχικών σχεδιασμένων εικόνων (στιγμιότυπα), που αναπαριστούν πιστά (και όχι μέσω αφαίρεσης) τα πραγματικά αντικείμενα. Παράλληλα, είναι δυνατή η ταυτόχρονη οπτικοποίηση μεταβλητών παραπάνω από μίας (Orfanos & Dimitracopoulou, 2003).

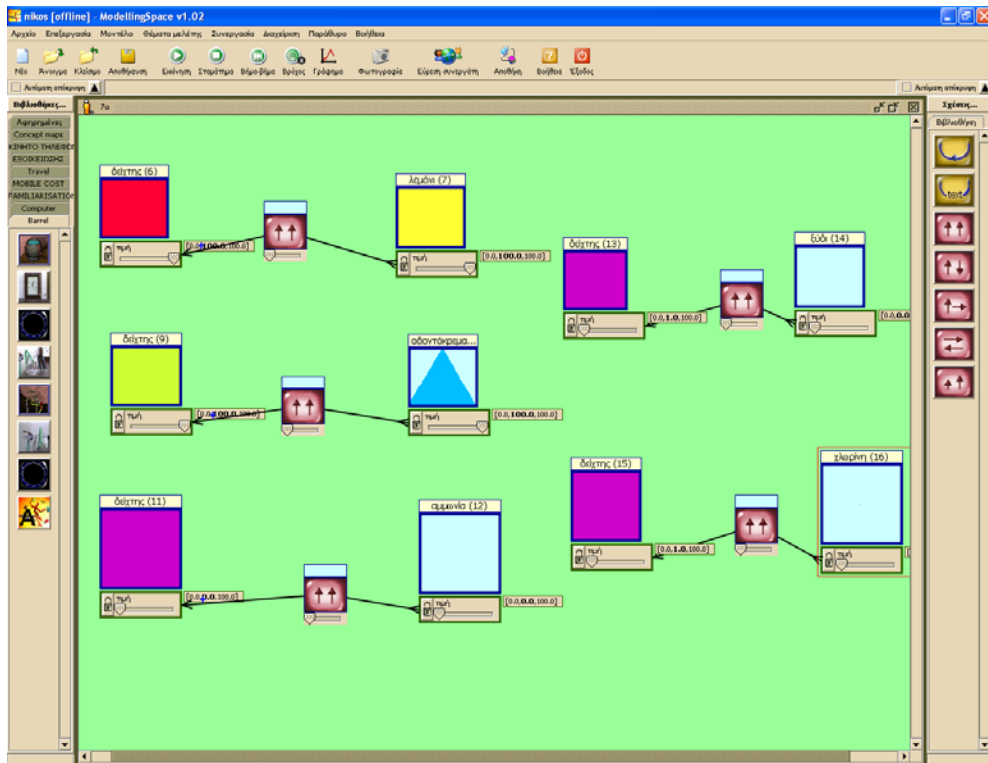
Τα πλεονεκτήματα της χρήσης του MODELLINGSPACE σε σχέση με άλλα λογισμικά προσομοίωσης ή μοντελοποίησης είναι:

- Ο διδάσκων και οι μαθητές που το χρησιμοποιούν δεν χρειάζεται να γνωρίζουν κάποια γλώσσα προγραμματισμού, όπως αυτό συμβαίνει άλλωστε και με τα Interactive Physics και Modellus.
- Η χρήση συγκεκριμένων αντικειμένων για τη μελέτη των διαδικασιών.
- Η προσομοίωση μέσω εικονικής «πιστής» αναπαράστασης και η ταυτόχρονη οπτικοποίηση των τιμών πολλαπλών μεταβλητών σε αντίθεση με άλλα λογισμικά προσομοίωσης ή μοντελοποίησης τα οποία παρουσιάζουν μόνο μια έννοια κάθε φορά ενώ μικτές οπτικοποιήσεις γίνονται ουσιαστικά μόνο στο διανυσματικό χώρο, και όχι στην οπτική αποτύπωση του φαινομένου.
- Η υιοθέτηση ειδικών κωδικοποιήσεων ώστε να καταστεί δυνατή η οπτικοποίηση της μεταβολής των τιμών των μεταβλητών, π.χ. η οπτικοποίηση της θέσης, γίνεται ουσιαστικά με το φόντο της κίνησης, αυτή της ταχύτητας με σκίαση (θόλωμα) της εικόνας του κινούμενου αντικειμένου, κλπ.

Η εφαρμογή της χρήσης του εκπαιδευτικού λογισμικού MODELLINGSPACE σε μαθητές έδειξε (Orfanos & Dimitracopoulou, 2003) πως:

- Αναδείχθηκαν μία σειρά από εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σε σχέση με έννοιες που διαπραγματεύονταν.
- Καταγράφηκε η συμβολή του MODELLINGSPACE στην εννοιολογική αλλαγή.
- Καταγράφηκε η συμβολή του MODELLINGSPACE στη λεκτική αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών και κυρίως στην έκφραση και στην εξωτερίκευση των ιδεών τους.





**Εικόνα 2:** Το γραφικό περιβάλλον εργασίας του MODELLINGSPACE.

#### 1.4.1.2 MODELLUS

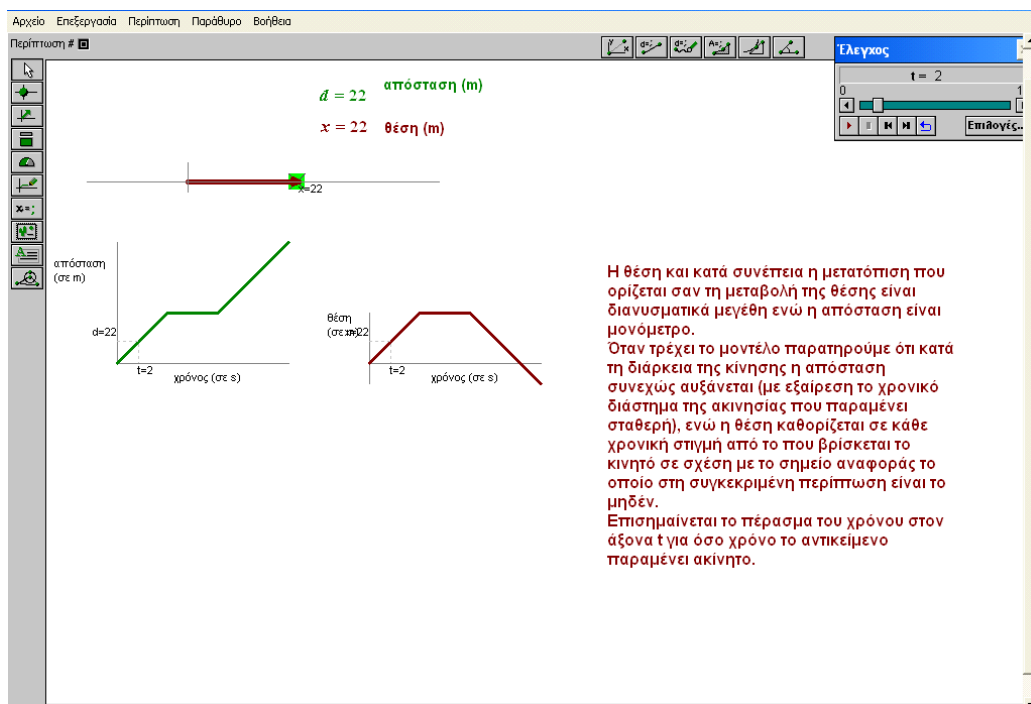
Πρόκειται για ένα «ανοιχτό» εκπαιδευτικό λογισμικό με τη βοήθεια του οποίου δημιουργούμε προσομιώσεις ποικίλων φαινομένων που επιδέχονται μαθηματική μοντελοποίηση. Αυτό σημαίνει ότι το Modellus μπορεί να αποτελέσει παιδαγωγικό εργαλείο και να ενταχθεί στη διδασκαλία πολλών μαθημάτων της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Φυσική, Μαθηματικά, Χημεία, Βιολογία, Οικονομία). Σημαντικά πλεονεκτήματα της χρήσης του συγκεκριμένου λογισμικού είναι:

- Τρέχει και σε παλιότερη τεχνολογία με ικανοποιητική ταχύτητα.
- Είναι εύκολο στην εξοικείωση και εκμάθηση γιατί, πέραν του παραθυριακού περιβάλλοντος, είναι δομημένο με τέτοιο τρόπο ώστε σε κάθε παράθυρο να υπάρχουν βοηθητικά εργαλεία με επεξηγήσεις.
- Είναι κατάλληλο για πολλές ειδικότητες.
- Είναι κατάλληλο όχι μόνο για προσομιώσεις αλλά και για μοντελοποιήσεις.
- Ο διδάσκων και οι μαθητές που το χρησιμοποιούν δε χρειάζεται να γνωρίζουν κάποια γλώσσα προγραμματισμού. Στην πραγματικότητα το λογισμικό συνιστά ένα «Εννοιολογικό Εργαστήριο» το οποίο στηρίζεται σε μια μεταφορά: σε ένα παράθυρο ο μαθητής ή ο διδάσκων μπορεί να

γράφει ένα μαθηματικό μοντέλο με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που το κάνει στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι.

- Τα μαθηματικά μοντέλα εκφράζονται με τους γνωστούς παραδοσιακούς τρόπους γραφής: μαθηματικές συναρτήσεις, παράγωγοι, ρυθμοί μεταβολής, διαφορικές εξισώσεις και εξισώσεις διαφορών. Στη συνέχεια το σύστημα αναλαμβάνει να πραγματοποιήσει την αναπαράσταση της εξέλιξης του φαινομένου που υπακούει στο μαθηματικό μοντέλο.
- Το Modellus, εκτός από το φιλικό περιβάλλον και την εύκολη εκμάθησή του, χαρακτηρίζεται από το ότι αξιοποιεί σε μεγάλο βαθμό την ιδέα των «πολλαπλών αναπαραστάσεων». Στο φιλικό περιβάλλον του λογισμικού οι μαθητές έχουν στη διάθεσή τους όλες τις γνωστές αναπαραστάσεις: μαθηματικά μοντέλα, προσομοιώσεις φαινομένων, πίνακες τιμών, γραφικές παραστάσεις, στροβοσκοπικές αναπαραστάσεις, διανυσματικές αναπαραστάσεις μεγεθών.
- Όσον αφορά τους μαθητές του Γυμνασίου, μπορεί να τους ασκήσει σε θέματα περιγραφής, ερμηνείας και πρόβλεψης σε όλη τη διδακτέα ύλη των αντίστοιχων μαθημάτων δηλαδή τα Μαθηματικά και τη Φυσική.
- Για τους μαθητές του Λυκείου οι στόχοι μπορεί να είναι υψηλότεροι, όπως η μοντελοποίηση και η καλλιέργεια νοητικών δεξιοτήτων στην αντιμετώπιση προβλημάτων (Τσοβόλας, 1999).

Μειονέκτημα του λογισμικού μπορεί να θεωρηθεί η μη υποστήριξη ήχου και video. Τα στοιχεία αυτά όμως δεν είναι απαραίτητα για την οικοδόμηση εννοιών και νόμων (Τσοβόλας, 1999).



Εικόνα 3: Το γραφικό περιβάλλον εργασίας του Modellus.

### 1.4.1.3 INTERACTIVE PHYSICS

Το εκπαιδευτικό λογισμικό διερευνητικού χαρακτήρα Interactive Physics είναι ένα «ανοιχτό» περιβάλλον μάθησης. Με το Interactive Physics παρέχεται η δυνατότητα δοκιμής εναλλακτικών υποθετικών σεναρίων. Οι μαθητές μπορούν να κάνουν προβλέψεις, να εκτελούν προσομοιώσεις και να βλέπουν άμεσα τα αποτελέσματα. Μερικοί από τους γενικούς διδακτικούς στόχους του λογισμικού είναι οι μαθητές:

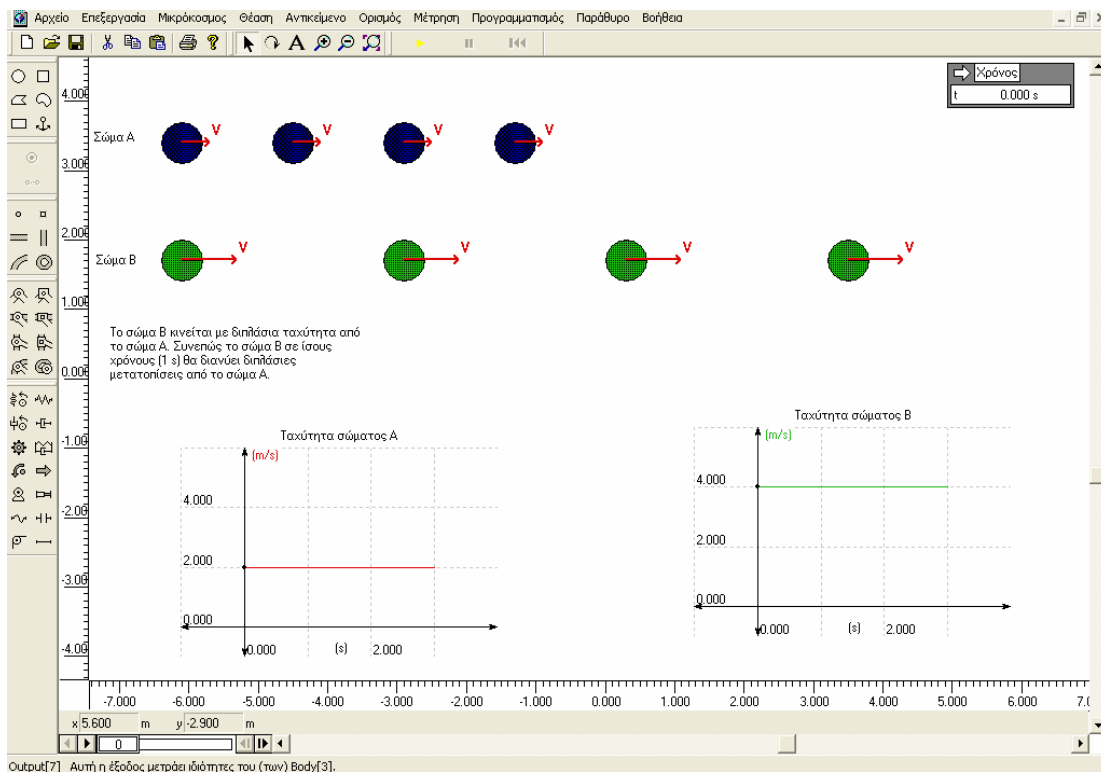
- να ασκηθούν στην περιγραφή, στην ερμηνεία και στην πρόβλεψη φαινομένων,
- να ασκηθούν στη διαδικασία μοντελοποίησης φαινομένων ή καταστάσεων και
- να καλλιεργήσουν νοητικές δεξιότητες για την αντιμετώπιση προβλημάτων.

Το λογισμικό έχει εργαλεία για τη δημιουργία γεωμετρικών σχημάτων τα οποία είναι οπτικά αναγνωρίσιμα και ο χρήστης απλώς τα επιλέγει. Υπάρχουν εργαλεία με τα οποία μπορεί να δώσει συγκεκριμένες διαστάσεις και τέλος, εργαλεία με τα οποία μπορεί να δώσει στα αντικείμενα τις φυσικές συνθήκες κάτω από τις οποίες θα εξελιχθεί το φαινόμενο καθώς και τις αρχικές συνθήκες. Κατά την εξέλιξη του φαινομένου υπάρχουν μετρητές αναλογικοί ή ψηφιακοί (όργανα μέτρησης), ώστε ανά πάσα στιγμή να μπορεί να εμφανιστεί πίνακας δεδομένων καθώς και πολλαπλές γραφικές παραστάσεις για το υπό μελέτη φυσικό φαινόμενο.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το Interactive Physics (όπως και η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών λογισμικών) σε σχέση με ένα πραγματικό εργαστήριο είναι ότι μπορεί κανείς:

- να βλέπει τα διανύσματα δυνάμεων, ταχυτήτων, επιταχύνσεων κ.ά.,
- να μελετήσει φαινόμενα που είναι αδύνατο να μελετηθούν σε ένα σχολικό εργαστήριο, όπως η κίνηση πλανητών, δορυφόρων, η μελέτη φαινομένων χωρίς βαρύτητα, η τριβή, ή και σε περιβάλλον υποθετικών πεδίων δυνάμεων και
- να μελετήσει φαινόμενα για τα οποία υπάρχουν αντικειμενικές δυσκολίες σε ένα σχολικό εργαστήριο είτε λόγω έλλειψης εξοπλισμού, είτε λόγω δυσκολίας υλοποίησης μετρήσεων.

Σημαντικό πλεονέκτημα, επίσης, αποτελεί το γεγονός πως δεν χρειάζεται η γνώση κάποιας γλώσσας προγραμματισμού, αλλά το Interactive Physics έχει μια δική του απλή γλώσσα προγραμματισμού που στηρίζεται σε απλές έννοιες που χρησιμοποιούνται συχνά στη Φυσική. Ο προγραμματισμός περιορίζεται μόνο στις περιπτώσεις που θέλουμε να δημιουργήσουμε περίπλοκες προσομοιώσεις. Χρήσιμη δυνατότητα είναι η εξαγωγή δεδομένων μιας προσομοίωσης σε φύλλο Excel για την επεξεργασία τους και τη δημιουργία γραφικών παραστάσεων. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να τα επεξεργασθούν οι μαθητές ή ακόμα να χρησιμοποιηθούν από τον εκπαιδευτικό για τις σημειώσεις του. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα προσθήκης ήχου στις προσομοιώσεις.



**Εικόνα 4:** Το γραφικό περιβάλλον εργασίας του Interactive Physics.

#### 1.4.1.4 Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.

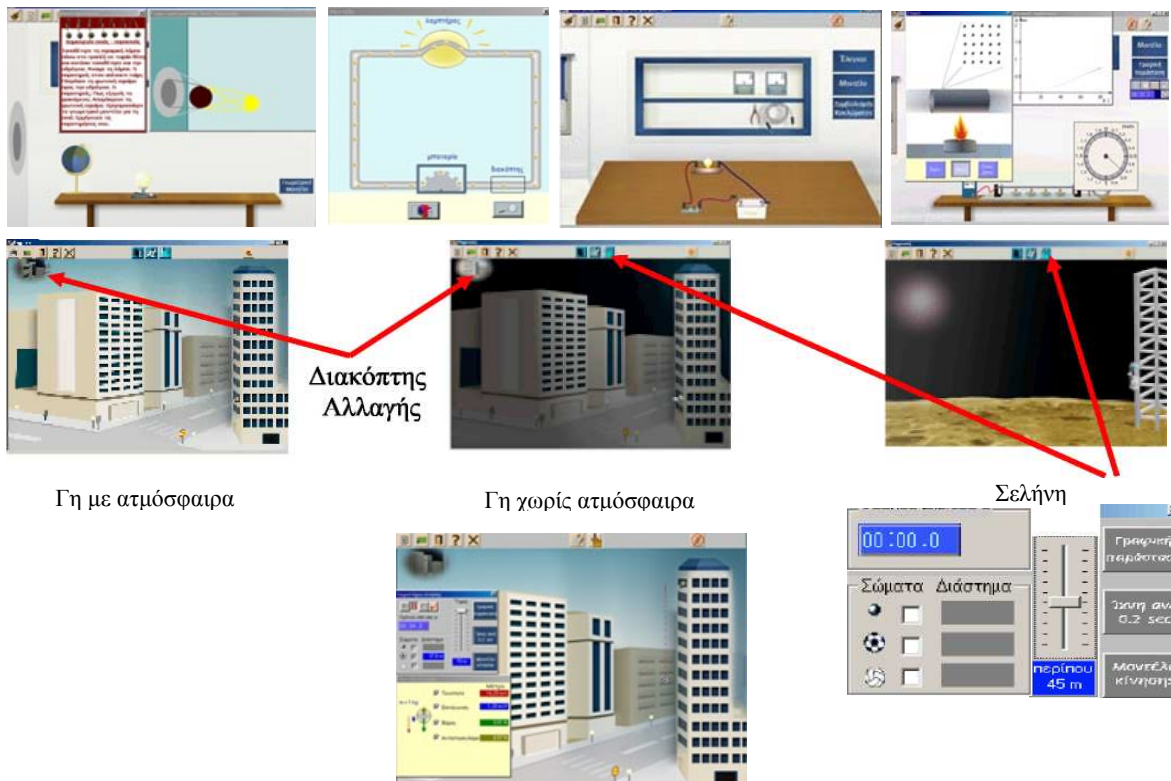
Το λογισμικό Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α. (Μηχανική, Ανάκλαση-Διάθλαση, Θερμότητα, Ηλεκτρισμός, Μοντέλα και Άτομα) έχει σχεδιασθεί έτσι ώστε κάθε δραστηριότητά του να ανταποκρίνεται σε τρία διαφορετικά επίπεδα: πειράματα προσομοίωσης (εμπειρικό επίπεδο), διαγράμματα και γραφικές παραστάσεις (συμβολικό επίπεδο) και μοντελοποίηση καταστάσεων (σωματίδια, διανύσματα κ.ά.).

Υπάρχουν τέσσερις χώροι εικονικών εργαστηρίων και δραστηριότητες που προσφέρει το λογισμικό. Τα εικονικά εργαστήρια είναι του Ηλεκτρισμού, της Οπτικής, της Θερμότητας και της Μηχανικής. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης του Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α. από τους μαθητές είναι τα εξής:

- Είναι ιδιαίτερα εύκολο στη χρήση του, με αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές να μπορούν να το χρησιμοποιήσουν σχεδόν άμεσα.
- Εκτός από τη χρήση του στη διδασκαλία στο σχολείο, έχει σχεδιασθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να το χρησιμοποιήσει ο μαθητής και στο σπίτι του.
- Έχει ένα πλούσιο ευρετήριο όρων με τη βοήθεια του οποίου ο μαθητής μπορεί να ανατρέξει στην αντίστοιχη θεωρία. Σε αρκετές ενότητες υπάρχουν και ερωτηματολόγια αξιολόγησης.

- Στην αρχή κάθε ενότητας υπάρχει μια φωνητική εισαγωγή για το συγκεκριμένο πείραμα και σε κάποιες περιπτώσεις η εισαγωγή αυτή επεκτείνεται και σε θέματα θεωρίας.
- Λόγω των πλούσιων γραφικών του, πιθανώς να υπερέχει στη χρήση άλλων λογισμικών για τις μικρότερες ηλικίες (μαθητές Νηπιαγωγείου και Δημοτικού).

Σημαντικό μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός πως ο μαθητής μπορεί να υλοποιήσει μόνο τα συγκεκριμένα πειράματα που προσφέρει το κάθε εικονικό εργαστήριο και δεν υπάρχει η δυνατότητα να σχεδιάσει ένα δικό του πείραμα με τα υλικά που υπάρχουν στα "ράφια" του εργαστηρίου. Το λογισμικό είναι επομένως κλειστό και η μόνη δυνατότητα διαφοροποίησης εξαρτάται από τα φύλλα εργασίας.



**Εικόνα 5:** Το γραφικό περιβάλλον εργασίας του Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.

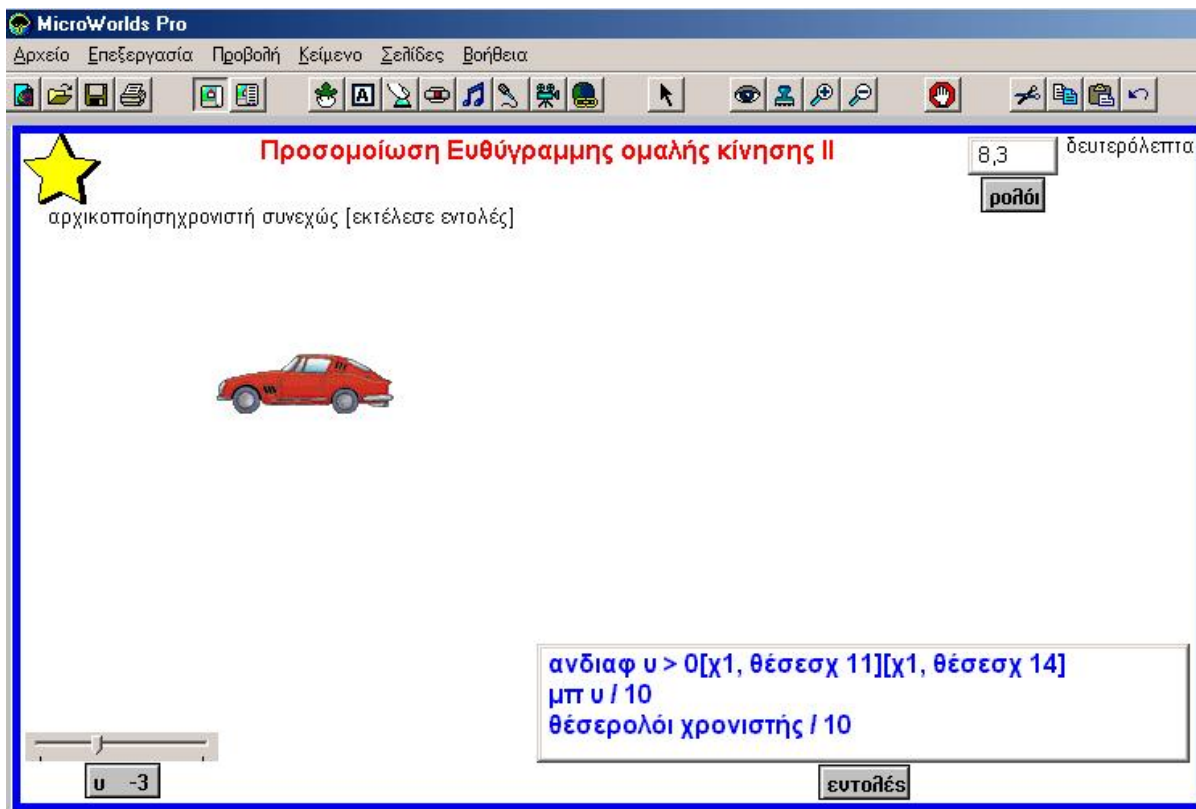
#### 1.4.1.5 MICROWORLDS PRO

Το εκπαιδευτικό λογισμικό Microworlds Pro είναι ένα πολυμεσικό περιβάλλον επινοημένο για εκπαιδευτική χρήση. Η κυρίαρχη υπόθεση για την εισαγωγή του Microworlds στην εκπαίδευση βρίσκεται στην αντίληψη ότι αυτό το περιβάλλον είναι ευνοϊκό για τη διερευνητική μάθηση εφόσον συνιστά ένα ανοιχτό σύστημα στο οποίο:

- Ο διδάσκων, καθοριστικός παράγοντας στις διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης, μπορεί να πειραματιστεί μαζί με τους μαθητές του, να επαναπροσδιορίσει το ρόλο του και να επανεξετάσει το περιεχόμενο της διδασκαλίας του.
- Ο μαθητής μπορεί να οικοδομήσει τις γνώσεις του, να αισθανθεί την ευχαρίστηση της εργασίας με άλλους και να δημιουργήσει, πειραματιζόμενος με τις ιδέες του. Στο πλαίσιο της «Φιλοσοφίας της Logo», η πρωτοβουλία ανήκει στο μαθητή που προγραμματίζει και όχι στη μηχανή.

Έτσι το Microworlds Pro (Δαπόντες κ.ά., 2003):

- Ενσωματώνει τη δυνατότητα δημιουργίας εργασιών με κείμενο, ήχο, εικόνα και βίντεο. Επιπλέον, περιλαμβάνει έναν επεξεργαστή εικόνας και εργαλεία για μουσική, επεξεργασία κειμένου και ζωγραφική.
- Εμπεριέχει τη Γλώσσα Προγραμματισμού Logo παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα προγραμματισμού και επίλυσης προβλημάτων (καθώς και δημιουργίας «Κινουμένων Σχεδίων», Παρουσιάσεων, Προσομοιώσεων και Μοντελοποιήσεων), οπότε ικανοποιεί την απαίτηση του νέου Προγράμματος Σπουδών για εξοικείωση των μαθητών με τον προγραμματισμό σε Logo-like περιβάλλον.
- Περιλαμβάνει την πασίγνωστη Χελώνα (Turtle) η οποία επιτρέπει στους μαθητές να σχεδιάζουν γεωμετρικά σχήματα και να κάνουν Μαθηματικά (Γεωμετρία της Χελώνας), τα Πλαίσια Κειμένου που αποτελούν μικρούς «Επεξεργαστές Κειμένου», τους Μεταβολείς και τα Κουμπιά ως εργαλεία κατάλληλα για τη δημιουργία εργασιών που απαιτούν αλληλεπίδραση μαθητή-υπολογιστή.
- Ικανοποιεί τις απαιτήσεις του νέου Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών για την ένταξη της Πληροφορικής στο Δημοτικό σχολείο με το προτεινόμενο «ολιστικό μοντέλο».
- Επιτρέπει τη δημιουργία εργασιών που αναρτώνται στη σχολική ιστοσελίδα (και επομένως τρέχουν στο Διαδίκτυο) ώστε να επιτευχθεί η απαίτηση του Προγράμματος Σπουδών για έκφραση των μαθητών και επικοινωνία με άλλους.
- Είναι σχεδιασμένο ώστε να προσφέρεται για μαθησιακό περιβάλλον διερευνητικού χαρακτήρα και ευνοϊκό για δημιουργικές δραστηριότητες, γνωστική ανάπτυξη και συνεργατική δουλειά των μαθητών στο σχολικό εργαστήριο.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το δάσκαλο είτε ως σχεδιαστικό πακέτο χωρίς να χρειάζεται καθόλου προγραμματισμός είτε ως πολυμεσικό περιβάλλον παρουσιάσεων με χρήση στοιχειωδών εντολών είτε ως περιβάλλον επικεντρωμένο σε δραστηριότητες διαθεματικού χαρακτήρα με προγραμματισμό.
- Συνεργάζεται άμεσα με το γνωστό λογισμικό MS Excel με τη βοήθεια ειδικών εντολών προγραμματισμού με εκπληκτικά αποτελέσματα.



**Εικόνα 6:** Το γραφικό περιβάλλον εργασίας του Microworlds Pro.

### Συμπεράσματα

Η επιλογή των παραπάνω εκπαιδευτικών λογισμικών προσομοίωσης και μοντελοποίησης έγινε λαμβάνοντας υπόψη:

1. Τις απαιτήσεις των σύγχρονων διδακτικών προσεγγίσεων των Φυσικών Επιστημών,
2. Το σχεδιασμό και την υλοποίηση αυτών των λογισμικών:
3. Η χρήση τους να απευθύνεται και στις ηλικίες 10-12 ετών
4. Ο κώδικάς τους να είναι ανοιχτός ώστε να επιτρέπονται επεμβάσεις
5. Να μην απαιτούν ιδιαίτερες γνώσεις σε προγραμματισμό
6. Οι οντότητες, οι ιδιότητές τους και οι σχέσεις που τις διέπουν να έχουν τη δυνατότητα άμεσης τροποποίησης και παραμετροποίησης
7. Να απευθύνονται σε όλο το φάσμα μαθημάτων των αναλυτικών προγραμμάτων του δημοτικού σχολείου.

Τα παραπάνω λογισμικά καλύπτουν μέρος ή το σύνολο των κριτηρίων επιλογής. Εξετάζοντας σε μεγαλύτερο βαθμό την παιδαγωγική αξία στην τάξη και τη βοήθεια που μπορούν να προσφέρουν στους μαθητές, καταλήξαμε στη χρήση του MODELLINGSPACE για την παρούσα εργασία μας. Το

συγκεκριμένο λογισμικό καλύπτει όλα τα παραπάνω κριτήρια αναφορικά με τους μαθητές των μικρών ηλικιών αλλά ταυτόχρονα αποτελεί και ένα άριστο μέσο για τη βαθύτερη και πλουσιότερη ανάλυση και παρακολούθηση της γνωστικής διαδικασίας τόσο από τους ίδιους τους μαθητές όσο και από τον εκπαιδευτικό.



## ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στο προηγούμενο μέρος αναπτύχθηκε το πλαίσιο που έχει δημιουργηθεί αναφορικά με την προσομοίωση και την μοντελοποίηση. Αναζητήσαμε τα λογισμικά μοντελοποίησης και προσομοίωσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία και επιλέξαμε το MODELLINGSPACE για να εφαρμόσουμε ερευνητικές δραστηριότητες μοντελοποίησης στο δημοτικό σχολείο.

Το δεύτερο μέρος της εργασίας μας αποτελείται από δύο κεντρικούς άξονες. Το γενικό πλαίσιο εφαρμογής της μοντελοποίησης στην εκπαίδευση μέσω των ΤΠΕ και τις σύγχρονες θέσεις της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, οι οποίες αποτελούν το θεωρητικό υπόβαθρο για την εφαρμογή συνεργατικών δραστηριοτήτων μοντελοποίησης.

Θα εξετάσουμε το λόγο και τον τρόπο εφαρμογής της μοντελοποίησης στα πλαίσια των ΤΠΕ στη σχολική πραγματικότητα και στις Φυσικές Επιστήμες και αν το συγκεκριμένο πεδίο εφαρμογής συμβάλλει στην εκπαιδευτική καινοτομία και βοηθά τους μαθητές α) να κατανοήσουν τις έννοιες που πραγματεύονται οι Φυσικές Επιστήμες και β) να καλλιεργήσουν νέες ικανότητες και αντιλήψεις. Οι προσεγγίσεις και οι έρευνες της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών για τη συνεργατική μάθηση, τον εποικοδομητισμό, τις παλιές και νέες αντιλήψεις των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα, θα μας καθορίσουν το πλαίσιο αυτής της έρευνας.

### 2.1 Η Χρήση των ΤΠΕ στο σχολείο

Οι Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση αποτελούν αναγκαιότητα και η ορθή αξιοποίησή τους θα επιφέρει ουσιαστικές καινοτομίες μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, τόσο στα μέσα διδασκαλίας όσο και στη μαθησιακή-διδακτική διαδικασία αυτή καθαυτή. Η αξιοποίηση των υπολογιστικών και δικτυακών τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, συνιστά μια σημαντική ποσοτική και ποιοτική παρέμβαση στο εκπαιδευτικό σύστημα της χώρας μας. Η χρήση των Τ.Π.Ε. στα σχολεία αποσκοπεί τόσο στην καλλιέργεια και την ανάπτυξη της δημιουργικής κριτικής σκέψης των μαθητών όσο και στην αλλαγή της διδακτικής πρακτικής, της διαδικασίας μάθησης και της επικοινωνίας. Απώτερος στόχος μέσα από τις νέες αυτές μαθησιακές διαδικασίες είναι να προωθηθεί η διερευνητική και η συνεργατική μάθηση και γενικότερα η απόκτηση νέων γνωστικών δεξιοτήτων από τους μαθητές. Οι στόχοι αυτοί θα επιτευχθούν μέσα από την παροχή της κατάλληλης υλικοτεχνικής υποδομής (δημιουργία και στελέχωση των σχολικών εργαστηρίων, χρήση δικτυακών υπολογιστικών υπηρεσιών, ανάπτυξη κατάλληλου δικτύου και κατάλληλων λογισμικών προγραμμάτων) και την εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού (επιμόρφωση επιμορφωτών και εκπαιδευτικών). Μέσα από αυτό το πρίσμα η αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. δεν αναμένεται απλά να συμβάλει στην εξοικείωση των μαθητών με αυτές αλλά να τροποποιήσει τη διδακτική και τη μαθησιακή διαδικασία στο σύνολό της. Αυτό βέβαια συνδέεται, μεταξύ άλλων, με αλλαγές στις στάσεις και στις πρακτικές των εκπαιδευτικών. Εκπαιδευτικά συστήματα προηγμένων χωρών προσπαθούν να τις

ενσωματώσουν γόνιμα στο σχολικό πρόγραμμα διδασκαλίας και τις αντιμετωπίζουν ως μοχλό ανάπτυξης και προόδου.

Η παιδαγωγική αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. θεωρείται συνεπώς μια εκπαιδευτική καινοτομία που μπορεί να προσφέρει πλέον πάρα πολλά στις εκπαιδευτικές διαδικασίες. Οι καινοτόμες εκπαιδευτικές δραστηριότητες πρέπει να υποστηρίζουν νέους ρόλους διδασκαλίας και νέους τρόπους μάθησης καθώς όλο και περισσότεροι μαθητές έχουν γνώσεις και δεξιότητες στην χρήση της τεχνολογίας σε υψηλότερο επίπεδο από τους εκπαιδευτικούς τους και τους γονείς τους. Έτσι, τα σχολεία και οι εκπαιδευτικοί αποκτούν νέους ρόλους, με κύριους προσανατολισμούς την προετοιμασία μαθητών για τη νέα κοινωνία της γνώσης, της δημιουργίας και της τεχνολογίας.

## **2.2 Χρήση του Η/Υ στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστήμων**

Η Harlen (2000) υποστηρίζει ότι οι Η/Υ είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι, διότι βοηθούν τους μαθητές να καλλιεργήσουν την ικανότητα για τη λύση προβλημάτων, να αντιλαμβάνονται αφηρημένες έννοιες και να επεξεργάζονται προσομοιώσεις φυσικών φαινομένων. Η χρήση παραστατικών μέσων, όπως η κίνηση, οι γραφικές παραστάσεις, ο ήχος και βιντεοσκοπημένα στιγμιότυπα, κάνει εφικτή την παρουσίαση φαινομένων που δεν μπορούν να αναπαρασταθούν με παραδοσιακές μεθόδους. Αυτά τα εργαλεία προάγουν την οικοδόμηση της γνώσης, αφού επιτρέπουν στους μαθητές να έρθουν σε άμεση επαφή με πληροφοριακό υλικό και τους υποβάλλει να μαθαίνουν ενεργητικά με ρυθμό ανάλογο με τις ικανότητες τους. Η χρήση των πολυμέσων κεντρίζει επίσης το ενδιαφέρον τους και νιώθουν ότι είναι υπεύθυνοι για τη μάθηση τους.

Στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση δεν υφίσταται στα αναλυτικά προγράμματα μάθημα Πληροφορικής και γενικότερα Η/Υ. Οι μαθητές χρησιμοποιούν τους Η/Υ γνωρίζοντας ή μαθαίνοντας βασικές δεξιότητες (λογισμικά, παιχνίδια, εφαρμογές γραφείου, εκπαιδευτικά λογισμικά παρουσιάσεων) σε επίπεδο και σε σημείο που ο εκάστοτε δάσκαλος επιθυμεί με τη δική του ενασχόληση αλλά και των μαθητών του. Η χρήση γίνεται εργαστηριακά κυρίως και σε πολύ μικρότερο βαθμό μέσα στην τάξη ως υποστηρικτικό εργαλείο για τη διδασκαλία από τον εκπαιδευτικό. Οι μαθητές δεν έχουν τη δυνατότητα, παρόλο που αναζητούν νέες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, να εμπλακούν με τη μοντελοποίηση στον Η/Υ τόσο σε ατομικό όσο και σε ομαδικό επίπεδο.

Οι μαθητές εφόσον δεν κάνουν χρήση του Η/Υ στην τάξη, η δυνατότητα μοντελοποίησης πρώτιστα και προσομοίωσης σε δεύτερο βαθμό περιορίζεται στο λεκτικό και νοητικό κομμάτι της διδασκαλίας. Υποθέτουν οι μαθητές τα φυσικά φαινόμενα, μπορούν ίσως αρκετές φορές να πειραματίζονται στο εργαστήριο, όμως περιορίζονται στην παρατήρηση και την απλή και μεθοδευμένη χρήση των υλικών. Σε επίπεδο σχολικής πρακτικής έχουν επικρατήσει κυρίως τα λογισμικά πρακτικής και εξάσκησης, ή ακόμα τα λεγόμενα εκπαιδευτικά παιχνίδια. Τα περιβάλλοντα αυτά μπορεί να είναι

ελκυστικά στους μαθητές, ή ίσως χρήσιμα για μια πρώτη εξοικείωση των παιδιών με τη χρήση της τεχνολογίας, δε δίνουν όμως τη δυνατότητα για (α) υποστήριξη υψηλότερων μαθησιακών στόχων, (β) εργασία σε συνθήκες τάξης όπου τουλάχιστον δύο παιδιά εργάζονται μπροστά στον υπολογιστή, με σκοπό την αξιοποίηση των δυνατοτήτων της ομάδας στη λεκτική έκφραση και κυρίως στη διαπραγμάτευση των νοημάτων (Κομματάς, Ν., κ.α. (2004). Στο επίσημο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών του Δημοτικού για το μάθημα «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» αναφέρεται η δυνατότητα από τους μαθητές για τη διατύπωση υποθέσεων και την κατασκευή νοητικών μοντέλων προκειμένου να ερμηνεύσουν φυσικά φαινόμενα. Επίσης «το εποπτικό υλικό να περιλαμβάνει προσομοιώσεις πειραμάτων ή φαινομένων που δεν είναι εύκολο να γίνουν στην τάξη ή να παρατηρηθούν στο άμεσο περιβάλλον των μαθητών, ή να παρουσιάζει μοντέλα (πρότυπα) για την ερμηνεία των φαινομένων του μακρόκοσμου και του μικρόκοσμου». Για τα πειράματα επίδειξης: «Παρακολουθούν την αλλαγή του χρώματος διαλυμάτων βάμματος του ηλιοτροπίου και δεικτών της καθημερινής τους ζωής (π.χ. κόκκινο λάχανο, τσάι) με προσθήκη σταγόνων οξέος ή βάσεως», «Παρακολουθούν την αλλαγή του χρώματος διαλύματος βάμματος του ηλιοτροπίου κατά την προσθήκη σε αυτό διαφόρων ουσιών καθημερινής χρήσης και κατατάσσουν τις ουσίες αυτές σε οξέα ή βάσεις», «Παρακολουθούν την επίδραση οξέων σε μάρμαρο και σίδηρο», «Παρακολουθούν την εξουδετέρωση υδροχλωρικού οξέος από διάλυμα καυστικού νατρίου και την παραλαβή του άλατος που παράγεται», «συλλέγουν πληροφορίες από τη βιβλιογραφία ή το διαδίκτυο για την όξινη βροχή και τις αρνητικές επιδράσεις της στο οικοσύστημα: διάβρωση, καταστροφή, ρύπανση της ατμόσφαιρας (Ιστορία, Γλώσσα, Πληροφορική)». Γίνεται, λοιπόν, σαφές ότι το επίσημο Αναλυτικό Πρόγραμμα της Ελλάδας αναγνωρίζει τη σπουδαιότητα και τη χρησιμότητα των μοντέλων μόνο σε επίπεδο εποπτικού υλικού και παρατήρησης από τους μαθητές. Στην πράξη τα μοντέλα απουσιάζουν αντί να χρησιμοποιούνται με συστηματικό τρόπο ως κύριο εργαλείο διδασκαλίας.

### **2.3 Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών**

Οι τρόποι αξιοποίησης του υπολογιστή για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών αποτελούν αντικείμενο έρευνας από τα μέσα της δεκαετίας του '60. Οι πρώτες προσπάθειες για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών των ΤΠΕ έγιναν με την ανάπτυξη εκπαιδευτικών λογισμικών προσομοίωσης φυσικών φαινομένων. Στις αρχές της δεκαετίας του '70, οι προσπάθειες αυτές εντάθηκαν μετά την εισαγωγή των υπολογιστών στην εκπαίδευση σε χώρες της Ευρώπης. Η χρήση των εφαρμογών ΤΠΕ στην εκπαίδευση έγινε πιο αισθητή στη δεκαετία του '80, με την εμφάνιση των μικροϋπολογιστών. Η εξέλιξη της τεχνολογίας στην κατασκευή των υλικών των Η/Υ ευνόησε την ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων. Κατά τη δεκαετία του '90, είναι κυρίως η τεχνολογία των πολυμέσων που δίνει νέα ώθηση στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών λογισμικών, ενώ παράλληλα δημιουργείται ένα γενικότερο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των εφαρμογών αυτών στην εκπαίδευση.

Οι λόγοι ένταξης των εκπαιδευτικών λογισμικών στην εκπαίδευση και τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι επιστημολογικοί και μαθησιακοί. Σχετικά με την επιστημολογική άποψη, οι Η/Υ έχουν τη δυνατότητα να:

1. εκτελούν γρήγορους υπολογισμούς,
2. να επεξεργάζονται σύμβολα,
3. να παράγουν εικόνες,
4. να προσομοιώνουν και να μοντελοποιούν φαινόμενα.

Οι μαθησιακοί λόγοι εντοπίζονται στις δυνατότητες που παρέχουν τα εκπαιδευτικά λογισμικά στους μαθητές, αφενός ώστε να ασχοληθούν με νέες δραστηριότητες και αφετέρου στην υποστήριξη της διαδικασίας της μάθησης.

Η εργαστηριακή μελέτη των φυσικών φαινομένων, η κατανόηση των επιστημονικών μοντέλων και η σύνδεση των φυσικών φαινομένων με τα επιστημονικά μοντέλα αποτελούν βασικό σκοπό της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών. Πολύχρονες έρευνες δείχνουν ότι, στο κλασικό εργαστήριο, το βάρος των δραστηριοτήτων των μαθητών επικεντρώνεται συχνά στο χειρισμό των οργάνων και των διατάξεων, χωρίς να δίνεται σημασία στη διαδικασία, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται σημαντικά εμπόδια στη σύνδεση των φυσικών φαινομένων με τις αντίστοιχες επιστημονικές θεωρίες και μοντέλα. Τα εικονικά εργαστήρια προσομοιώνουν στην οθόνη του υπολογιστή εργαστήρια Φυσικών Επιστημών, φαινόμενα ή πειράματα, αξιοποιώντας την τεχνική αλληλεπίδρασης, τον άμεσο χειρισμό των αντικειμένων, την οπτικοποίηση των φυσικών ποσοτήτων και τη δυνατότητα εμφάνισης διασυνδεδεμένων πολλαπλών αναπαραστάσεων και μοντέλων της εξέλιξης ενός φαινομένου.

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές που βασίζονται στην Πληροφορική έχουν επίσης το προσόν πως μπορούν να λειτουργήσουν (να τρέξουν) είτε τοπικά, στον Η/Υ του χρήστη, είτε να κοινοποιηθούν μέσω του διαδικτύου. Η εξάπλωση του διαδικτύου και η ευκολία πρόσβασης παρέχει επιπλέον δυνατότητες και στην εκπαίδευση.

Όμως οι απλές υπερμεσικές εφαρμογές δεν μπορούν να καλύψουν μάθηση που σχετίζεται με εργαστηριακή διδασκαλία ούτε ως προς το ψυχοκινητικό μέρος (δεξιότητες εκτέλεσης πρακτικών εργασιών), ούτε ως προς το συναισθηματικό τομέα (αίσθηση –feeling- μεγεθών και διαδικασιών). Επίσης σύνθετες γνωστικές δεξιότητες, όπως π.χ. οι νοητικές δεξιότητες και η γνωστική στρατηγική (ταξινομία Gagne), οι οποίες απαιτούν χρόνο αναστοχασμού, και ενέργειες ανάδρασης (feedback) δεν μπορούν να καλυφθούν με τις απλές υπερμεσικές εφαρμογές. Τα θέματα αυτά μπορούν να καλυφθούν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό με την ενσωμάτωση ενεργών στοιχείων (active elements). Τα ενεργά στοιχεία είναι αντικείμενα (κυρίως προγράμματα και υποπρογράμματα) τα οποία επιτρέπουν την εκτέλεση διαφόρων εργασιών στον Η/Υ του χρήστη. Τέτοιες εργασίες περιλαμβάνουν π.χ. την εισαγωγή από τον χρήστη στοιχείων (π.χ. τιμές κάποιων μεταβλητών ή άλλα στοιχεία) και την εν συνεχεία εκτέλεση εργασιών που

εξαρτώνται από αυτά (π.χ. μια γραφική παράσταση, εκτέλεση υπολογισμών, κ.α.). Η διαδικασία αυτή μπορεί να επαναλαμβάνεται δίνοντας έτσι τη δυνατότητα ανάδρασης. Με βάση επίσης τα στοιχεία που δίνει ο χρήστης μπορεί να καθορίζεται ποια θα είναι η επόμενη ενέργεια του προγράμματος. Η αξιοποίηση της δυνατότητας αυτής οδηγεί άμεσα στις προσομοιώσεις και στο εικονικό εργαστήριο. Με τις προσομοιώσεις δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης ολοκληρωμένων εφαρμογών διδακτικής προσέγγισης, που μπορεί να καλύπτει ικανοποιητικά όλα τα επίπεδα του γνωστικού τομέα μάθησης και όχι μόνο τις πληροφορίες – γνώσεις. Η αξιοποίηση τέτοιων εφαρμογών για αυτοτελή διδασκαλία, μπορεί να καλύψει, σε κάποιο βαθμό και τους άλλους τομείς μάθησης, συναισθηματικό και ψυχοκινητικό, ενώ τέτοιες διαδικτυακές εφαρμογές, οι οποίες χρησιμοποιούνται από πολλούς χρήστες για αναπτύξουν νέες δεξιότητες.

<p><b>Συστήματα Μάθησης μέσω Ανακάλυψης, Διερεύνησης και Οικοδόμησης</b> (<i>Θεωρίες του εποικοδομισμού και του κοινωνικού εποικοδομισμού</i>)</p> <p>Εφαρμογές Υπερμέσων Εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας Συστήματα Οπτικοποίησης Συστήματα Εννοιολογικής Χαρτογράφησης Εφαρμογές Προσομοίωσης Εφαρμογές Μοντελοποίησης Εργαστήρια Βασισμένα σε Υπολογιστή Συσκευές Σύνδεσης με το Περιβάλλον Συστήματα Ρομποτικής (τύπου Lego) Μικρόκοσμοι Προγραμματιστικά Περιβάλλοντα (τύπου Logo)</p>	<p><b>Συστήματα Καθοδήγησης και Διδασκαλίας</b> (<i>Θεωρίες του Συμπεριφορισμού</i>)</p> <p>Λογισμικό Εξάσκησης και Πρακτικής Λογισμικό Καθοδήγησης ή Διδασκαλίας Εκπαιδευτικά παιχνίδια Λογισμικό Πολυμέσων Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα (<i>θεωρία επεξεργασίας της πληροφορίας</i>)</p>
	<p><b>Συστήματα Έκφρασης, Αναζήτησης και Επικοινωνίας της Πληροφορίας</b> (<i>Κοινωνικοπολιτισμικές Θεωρίες</i>)</p> <p>Εφαρμογές Διαδικτύου Εργαλεία Διαδικτύου για Συνεργασία και Επικοινωνία Ψηφιακές Εγκυκλοπαιδείες &amp; Λεξικά Λογισμικό Γενικής Χρήσης (εφαρμογές γραφείου, κλπ)</p>

**Πίνακας 2.** Κατηγορίες και υποκατηγορίες εκπαιδευτικού λογισμικού και ψυχολογικές θεωρίες

Το εκπαιδευτικό λογισμικό στοχεύει στο να εμπλέξει τους μαθητές σε δραστηριότητες σχετικές με τις Φυσικές Επιστήμες, σε προσομοιώσεις πειραμάτων, τα αποτελέσματα των οποίων άλλαξαν τον τρόπο με τον οποίο περιγράφουμε τα φαινόμενα και σε συζητήσεις σχετικές με την προέλευση των επιστημονικών θεωριών. Η συμβολή των επιστημόνων όπως του Αριστοτέλη, του Καρτέσιου, του Γαλιλαίου, του Νεύτωνα του Αϊνστάιν και των κυριότερων εκπροσώπων της κβαντομηχανικής παρουσιάζεται ενταγμένη μέσα στον επιστημονικό, κοινωνικό και στον ιστορικό περίγυρο που αυτοί έζησαν. Τα πειράματα που οριοθετούν τις εξελίξεις στην επιστημονική σκέψη παρουσιάζονται με προσομοιώσεις και σχετίζονται με το έργο αυτών των επιστημόνων. Το εκπαιδευτικό λογισμικού πρέπει:

1. Να υποστηρίζει τη διδασκαλία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών μέσα από ένα πληροφορικό μαθησιακό περιβάλλον ανοικτής διερεύνησης.
2. Να χρησιμοποιηθεί ως παιδαγωγικό εργαλείο στα χέρια των εκπαιδευτικών και των μαθητών προκειμένου να ανταποκριθούν στις προκλήσεις της κοινωνίας των πληροφοριών.
3. Να ενθαρρύνει εκπαιδευτικούς και μαθητές στην ανάληψη περισσότερο ενεργών ρόλων από αυτούς που κατέχουν στη σημερινή εκπαιδευτική πραγματικότητα.
4. Να συμπληρώνει τη μαθησιακή και διδακτική διαδικασία, ειδικά σε θέματα που είναι δύσκολο να προσεγγιστούν με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας ή να πραγματοποιηθούν πειραματικά.

Βασικές παιδαγωγικές θέσεις που χαρακτηρίζουν το λογισμικό είναι (Σολομωνίδου Χ. 2001):

1. Η διερευνητική μάθηση και η εργασία σε ομάδες (συνεργατική μάθηση).
2. Ο συνδυασμός και η οργάνωση πολλαπλών αναπαραστάσεων με αυτενέργεια του μαθητή αλλά και τη συνεργασία του διδάσκοντα.
3. Η αξιοποίηση του λάθους.
4. Η αντιμετώπιση και επίλυση προβλημάτων.

#### **2.4 Διδακτική των Φυσικών Επιστημών**

Οι Φυσικές Επιστήμες είναι ο τρόπος με τον οποίο εξερευνούμε το φυσικό κόσμο για να ανακαλύψουμε το πώς, γιατί, πότε και που των πραγμάτων. Αποτελούν μέθοδο, δεν είναι όμως μόνο μέθοδος αποτελούν γνώση, χωρίς να είναι μόνο γνώση, θα λέγαμε ότι οι Φυσικές Επιστήμες είναι και μέθοδος και γνώση. Η διδασκαλία τους στο σχολείο αποτελεί το πεδίο έρευνας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

Η έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών επικεντρώνεται κυρίως προς τρεις κατευθύνσεις:

1. Στην προσπάθεια εφαρμογής ή προσαρμογής μεθόδων, πορισμάτων και πρακτικών άλλων γνωστικών περιοχών, με στόχο την επίτευξη αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες.
2. Στον εντοπισμό και την ερμηνεία φαινομένων τα οποία συνδέονται με τη διδασκαλία και τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες (ιδέες μαθητών για διάφορα φυσικά φαινόμενα, στάσεις και απόψεις διδασκόντων) και γενικά των τρόπων με τους οποίους οι μαθητές και οι διδάσκοντες προσεγγίζουν και κατανοούν θέματα που αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες.
3. Στην ανάπτυξη μεθόδων διδασκαλίας, ολοκληρωμένων προγραμμάτων, διδακτικών εργαλείων, εργαλείων αξιολόγησης και εκπαιδευτικού υλικού (σύνταξη προγραμμάτων σπουδών, συγγραφή εγχειριδίων, δημιουργία κατάλληλου λογισμικού κ.λ.π.) με βάση τα αποτελέσματα των δυο προηγούμενων τύπων έρευνας. Οι δυο πρώτες κατευθύνσεις

εντάσσονται στη θεωρητική έρευνα ενώ η τρίτη στην πρακτική εφαρμογή των θεωρητικών συμπερασμάτων.

Ο μαθητής σήμερα, σύμφωνα με τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών, δεν αποτελεί πλέον το άτομο που αγωνίζεται να κατακτήσει προκαθορισμένες έννοιες, γεγονότα και φαινόμενα. Αντίθετα, αποτελεί ταυτόχρονα μέλος πολλών κοινοτήτων και ομάδων μέσα στις οποίες το περιεχόμενο και το νόημα των Φυσικών Επιστημών βρίσκεται υπό συνεχή διαπραγμάτευση, επιτελώντας ένα σημαντικό ρόλο στην όλη μαθησιακή διαδικασία.

Οι τρεις κυριότερες σύγχρονες προσεγγίσεις στην έρευνα των Φυσικών Επιστημών είναι (Κόκκοτας, 2002):

1. Γνωσιακές ερευνητικές προσεγγίσεις
2. Εποικοδομητικές ερευνητικές προσεγγίσεις
3. Το νατουραλιστικό ερευνητικό παράδειγμα

Σύμφωνα και με τις τρεις προαναφερόμενες προσεγγίσεις η έρευνα και η απόκτηση γνώσης θεωρείται περισσότερο υποκειμενικό παρά αντικειμενικό εγχείρημα, ένα μέσο διαπραγμάτευσης της άμεσης εμπειρίας των ανθρώπων μέσα σε συγκεκριμένα πλαίσια.

#### **2.4.1 Οι ιδέες των μαθητών. Εναλλακτικές αντιλήψεις - γνωστικές δυσκολίες**

Η έρευνά μας μελετά τη χρήση του βίντεο, των φυσικών αντικειμένων και του εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης στο πλαίσιο της διδασκαλίας της Χημείας και πιο συγκεκριμένα στην ενότητα οξέα και βάσεις. Παρόλο ότι οι έννοιες οξύ και βάση είναι από τις βασικότερες έννοιες δεν υπάρχουν πολλές έρευνες σε διεθνές επίπεδο για τις ιδέες των μαθητών σχετικά με τα οξέα και τις βάσεις καθώς και στο πως οικοδομούνται οι έννοιες αυτές σε πραγματικές σχολικές συνθήκες. Οι ιδέες των μαθητών για τα οξέα προκύπτουν από αισθητηριακές αντιλήψεις, όπως η δοκιμή των λεμονιών, του ξυδιού, κλπ. Οι Hund και Treagust (1988) βρήκαν ότι δύο είναι οι κυρίαρχες αντιλήψεις μαθητών: «τα οξέα τρώνε τα υλικά» και «τα οξέα μπορούν να σε κάψουν». Δύο διαφορετικές, αλλά ευρύτατα διαδεδομένες ιδέες επίσης είναι: ότι "το μόνο τεστ για να διαπιστώσεις ότι μια ουσία είναι οξύ, είναι να δεις αν αυτή τρώει κάτι" και ότι "τα ισχυρά οξέα διαβρώνουν τα υλικά γρηγορότερα από τα ασθενή οξέα". Ακόμα και οι ενήλικες συχνά συγχέουν τα οξέα και τις βάσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί παρόλο που αλλάζουν οι σημασίες που έχουν οι λέξεις στην καθημερινή ζωή από ότι στο επιστημονικό μοντέλο, οι μαθητές δεν το αντιλαμβάνονται πάντα. Επειδή ο όρος «βάση» όπως χρησιμοποιείται στη Χημεία δεν επικρατεί στην καθημερινή ζωή όπως ο όρος «οξύ», είναι λιγότερο πιθανό οι μαθητές να σχηματίσουν ιδέες για τις βάσεις πριν ακόμη τις διδαχθούν (Driver and al.,1998). Από έρευνες που αφορούν τις φυσικοχημικές μεταβολές (Hatzinikita and Koulaïdis, 1998) προέκυψε ότι οι μαθητές επικεντρώνουν συνήθως την προσοχή τους σε μακροσκοπικά χαρακτηριστικά ή σε κάτι που τους προκαλεί εντύπωση,

π.χ. στην αλλαγή του χρώματος. Συγκεκριμένα οι (Hatzinikita and Koulaïdis, 1998) διακρίνουν τα μοντέλα απαντήσεων των μαθητών όπου φαίνεται το προηγούμενο συμπέρασμα. Τα μοντέλα απαντήσεων των μαθητών είναι: α) μεταβολές στη μορφή (αλλαγή χρώματος, κλπ.), β) μεταβολές στη διάταξη (συσσωμάτωση, κλπ.), γ) μεταβολές στη συγκρότηση, δ) μεταβολές στη θέση. Όλες αυτές οι μεταβολές όπως εξηγούν οι συγγραφείς συμβαίνουν ενώ η ύπαρξη και η ταυτότητα των ουσιών διατηρούνται αναλλοίωτες σ' ένα επίπεδο. Οι ιδέες των μαθητών για τα οξέα προκύπτουν από τις αισθητηριακές τους εμπειρίες, όπως η δοκιμή του ξινισμένου γάλακτος, των λεμονιών ή του ξιδιού, αλλά και από τα νέα της τηλεόρασης για τα αποτελέσματα της όξινης βροχής (Driver et al 1998). Συνήθως, οι μαθητές γνωρίζουν τις βάσεις από αισθητηριακές εμπειρίες διαλυτών βάσεων που τους παρέχουν οι δάσκαλοί τους μετά την εισαγωγή τους στα οξέα (π.χ. τη σαπουνειδή αίσθηση και τα αποτελέσματα στους δείκτες). Ερευνητές βρήκαν ότι η μόνη ιδέα που είχαν οι δεκαπεντάχρονοι μαθητές για τις βάσεις ήταν η παρανόηση ότι "η βάση είναι κάτι που φτιάχνει ένα οξύ". Ο χαρακτηρισμός μιας ουσίας σύμφωνα με το χρώμα του δείκτη δεν προκαλεί δυσκολίες στους μαθητές. Καθώς όμως οι μαθητές δυσκολεύονται να διακρίνουν τις καθαρές ουσίες από τα μίγματα, δεν κατανοούν ότι ο χρωματισμός του δείκτη δεν οδηγεί αναγκαστικά στο συμπέρασμα ότι η ουσία είναι οξύ ή βάση. Ο χρωματισμός του δείκτη μάς οδηγεί με ασφάλεια μόνο στο συμπέρασμα ότι η ουσία που ελέγχουμε περιέχει οξύ ή βάση (Σμυρναίου Ζ. κ.α. 2008). Ένα ασθενές οξύ δεν συμπεριφέρεται όπως ένα ισχυρό οξύ. Πολλοί μαθητές, λοιπόν, χαρακτηρίζουν τα καθαριστικά και τα απορρυπαντικά ως οξέα ή βάσεις, ενώ ορθότερο είναι να αναφέρουν ότι αυτά περιέχουν οξέα ή βάσεις.

Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι μπορούν να διακρίνουν τα οξέα από την ξινή τους γεύση. Πράγματι σε πολλά βιβλία η ξινή γεύση αναφέρεται ως χαρακτηριστική ιδιότητα των οξέων.

#### **2.4.2 Η συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες**

Στις μέρες μας το μοντέλο της ομαδοσυνεργατικής μάθησης έχει λάβει τη μορφή οργανωμένου παιδαγωγικού κινήματος που οδηγεί σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Μεγάλος αριθμός ερευνών καθώς και ερευνών μετα-ανάλυσης έχει δείξει ότι συστηματική χρήση της ομαδοσυνεργατικής μάθησης εξασφαλίζει υψηλότερες μαθησιακές επιδόσεις ιδιαίτερα σε απαιτητικά μαθήματα όπως αυτό των Φυσικών Επιστημών, ευνοεί την ανάπτυξη της σκέψης και της κοινωνικότητας των παιδιών, κινητοποιεί και ενεργοποιεί τους μαθητές, προάγει την κατανόηση και την εμπέδωση της γνώσης.

Η συνεργατική μάθηση αναφέρεται στις εκπαιδευτικές μεθόδους στις οποίες ζευγάρια ή μικρές ομάδες μαθητών/τριών λειτουργούν μαζί για να ολοκληρώσουν έναν κοινό στόχο. Ο στόχος αυτής της συνεργασίας είναι να μεγιστοποιήσουν τις προσωπικές γνώσεις μέσω της αλληλεπίδρασης με τα άλλα μέλη της ομάδας που προσπαθούν για το κοινό όφελος. Οι δάσκαλοι με την εφαρμογή σκόπιμων



συνεργατικών τεχνικών στοχεύουν να διορθώσουν αθέλητες κοινωνικές και εκπαιδευτικές προκαταλήψεις που ευνοεί ο σχολικός ανταγωνισμός.

Πρώτος και κύριος στόχος της συνεργατικής μάθησης στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών είναι να εμπλέξει ενεργά τους μαθητές στη μαθησιακή διαδικασία. Οποιοδήποτε μαθησιακό έργο κι αν δοθεί στους μαθητές, μια ερώτηση, ένα πρόβλημα, ένα πείραμα θα πρέπει να ακολουθήσει μια συλλογική διερευνητική δραστηριότητα. Θα χρειαστεί τα μέλη της ομάδας να επικοινωνήσουν, να μοιραστούν ιδέες, απόψεις, πληροφορίες, να μελετήσουν τα δεδομένα και να πάρουν αποφάσεις ή να καταλήξουν σε συμπεράσματα και τελικά να παρουσιάσουν τη δουλειά τους στην ολομέλεια της τάξης. Επίσης, η συνεργατική μάθηση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών εξασφαλίζει αυθεντικές συνθήκες εξοικείωσης των μαθητών στην επιστημονική νοοτροπία, δημιουργεί το ιδανικό περιβάλλον για άσκηση των μαθητών στις επιστημονικές διαδικασίες και εξασφαλίζει με φυσικό και αβίαστο τρόπο την ενεργό συμμετοχή και αυτενέργειά τους.

### **2.4.3 Συνεργατική Μάθηση Υποστηριζόμενη από Η/Υ**

Η εκπαιδευτική έρευνα τα τελευταία χρόνια στράφηκε προς τη συνεργατική μάθηση και με τη σύμπραξη της ηλεκτρονικής τεχνολογίας δημιουργήθηκε ένα νέο πεδίο εκπαιδευτικής έρευνας, που ονομάζεται «Συνεργατική Μάθηση Υποστηριζόμενη από Η/Υ» (Computer Supported Collaborative Learning – CSCL). Το πεδίο έρευνας CSCL αποτελεί ίσως το πιο αναπτυσσόμενο πεδίο στην εκπαιδευτική έρευνα, όσον αφορά στις ΤΠΕ (Crawley, 1997a,b). Η χρήση των ΤΠΕ στην τάξη μπορεί να οδηγήσει σε ένα νέο μαθησιακό περιβάλλον, το οποίο διαφέρει από το παραδοσιακό περιβάλλον μάθησης σε πολλές απόψεις και κυρίως στο ότι ευνοεί την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών (Σολομωνίδου, 2002).

Αλλά και πέρα από την εκπαίδευση, η συνεργασία μέσω Η/Υ έχει ενδιαφέρον και στην εργασία. Υπάρχει, λοιπόν, και ένα άλλο πεδίο έρευνας, το οποίο ονομάζεται «Συνεργατική Εργασία Υποστηριζόμενη από Η/Υ» (Computer Supported Collaborative Work – CSCW), το οποίο παράλληλα με το πεδίο CSCL έχουν ως κοινό στόχο τη βελτίωση της αποδοτικότητας ομάδων ατόμων, μέσα από τη συνεργασία τους υποστηριζόμενη από Η/Υ.

Προϊόν και εργαλείο της έρευνας CSCL αποτελούν τα δικτυακά υπολογιστικά συστήματα που υποστηρίζουν τη συνεργατική μάθηση. Τα συστήματα αυτά μπορούν να διακριθούν, με βάση τον τρόπο υποστήριξης, σε συστήματα ανάλυσης των αλληλεπιδράσεων των μαθητών, τις οποίες αναλύσεις επεξεργάζονται οι ίδιοι οι μαθητές, π.χ. Sharlock, σε συστήματα συμβουλευτικής και καθοδήγησης των μαθητών προς τη συνεργασία μεταξύ τους, π.χ. Degree, και σε συστήματα κατανόησης και επεξήγησης των αλληλεπιδράσεων των μαθητών, π.χ. Epsilon (Πέτρου κ.ά., 2004).

Ένας άλλος τρόπος διάκρισης των συστημάτων αυτών αφορά στο χρόνο διεξαγωγής της συνεργασίας. Ο απλούστερος τρόπος συνεργασίας από πλευράς τεχνικής υλοποίησης είναι η ασύγχρονη συνεργασία, δηλαδή, αυτή η οποία πραγματοποιείται σε διαφορετικό χρόνο για τον κάθε συνεργαζόμενο (όχι ταυτόχρονα). Αυτού του είδους η συνεργασία δεν είναι και η αποδοτικότερη, καθώς, για παράδειγμα, ο μαθητής που στέλνει ένα μήνυμα προς τον/τους συνεργάτη/ες του αναμένει την απάντηση ίσως και μέρες αργότερα, με αποτέλεσμα η εργασία τους να περατώνεται σε μεγάλο χρονικό διάστημα και να χάνεται το ενδιαφέρον της.

Αντίθετα, όταν η συνεργασία είναι σύγχρονη (ταυτόχρονη), υπάρχει συνεχής επικοινωνία μεταξύ των μελών της ομάδας (ή μεταξύ των ομάδων). Έτσι, το ενδιαφέρον των κοινών εργασιών κορυφώνεται και η δουλειά των μαθητών γίνεται ευχάριστα και σύντομα. Το τίμημα που πληρώνει κανείς για την σύγχρονη αντί της ασύγχρονης συνεργασίας οφείλεται στην υλικοτεχνική υποδομή. Τα δικτυακά υπολογιστικά συστήματα που υποστηρίζουν τη σύγχρονη επικοινωνία οφείλουν να έχουν υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων, γρήγορη επεξεργασία πληροφοριών και υποστήριξη πολλών μεμονωμένων χρηστών ή ομάδων.

#### **2.4.3.1 Εργαλεία ανάλυσης σε λογισμικά CSCL**

Πέρα από την υλικοτεχνική υποδομή, σημαντικοί δείκτες ποιότητας ενός εκπαιδευτικού λογισμικού σύγχρονης συνεργατικής μάθησης είναι τα εργαλεία ανάλυσης που παρέχονται στους μαθητές και τα εργαλεία υποστήριξης των εκπαιδευτικών. Το λογισμικό που χρησιμοποιήσαμε στην έρευνά μας (MODELLINGSPACE) παρέχει στους μαθητές, μεταξύ άλλων, τα εξής εργαλεία ανάλυσης κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων:

- Ιστορικό μηνυμάτων.
- Αναγραφή του ονόματος του συμμετέχοντα που εισάγει οντότητα ή σχέση στον κοινό χώρο εργασίας.
- Καμπύλη Συνεργατικής Δράσης.

Επίσης, παρέχονται και εργαλεία ανάλυσης εκ των υστέρων, όπως:

- Τα ποσοστά κατοχής του κλειδιού ανά χρήστη.
- Τις οντότητες και σχέσεις στον κοινό χώρο εργασίας.
- Τις ενέργειες, όπως εισαγωγή, διαγραφή και μηνύματα ανά χρήστη.
- Ιστορικό όλων των μηνυμάτων.
- Playback video από την αρχή μέχρι το τέλος όλων των δραστηριοτήτων.

Όσον αφορά στα εργαλεία υποστήριξης των εκπαιδευτικών: «(Α) κατά τη διάρκεια της σύγχρονης συνεργατικής μάθησης (on the fly) που υποστηρίζεται από υπολογιστή θα πρέπει: (i) ο

εκπαιδευτικός να μπορεί να έχει πρόσβαση στον κοινό χώρο εργασίας κάθε ομάδας, (ii) να αναγράφονται οι «υποκείμενα» των συνεισφορών στον κοινό χώρο εργασίας, δηλαδή ποιος συμμετέχων «πρόσθεσε» τι στον κοινό χώρο εργασίας, (iii) να υπάρχει η δυνατότητα παρακολούθησης πολλών ομάδων ταυτόχρονα, γρήγορη εκτίμηση της εξέλιξης της συνεργασίας μεταξύ των μαθητευομένων ώστε να μπορεί να εστιάζει στην ομάδα που «φαίνεται» να έχει πρόβλημα. (B) εκ των υστέρων (a posteriori) της συνεργασίας που υποστηρίζεται από υπολογιστή, θα πρέπει: (i) οι εκπαιδευτικοί να έχουν μια γενική εικόνα της συνεργασίας της κάθε ομάδας, (π.χ. ποσοστά συμμετοχής των συμμετεχόντων, εναλλαγές του ελέγχου του χώρου εργασίας) προκειμένου να κάνουν αποτιμήσεις και παρατηρήσεις, (ii) να έχουν στη διάθεση τους λεπτομέρειες από τη συνεργασία: διάλογους και παράλληλα ενέργειες στον κοινό χώρο εργασίας.» (Πέτρου Α., κ.α. (2004).

Οι μαθητές χρησιμοποιούν τα εργαλεία ανάλυσης των λογισμικών για να ελέγξουν την ορθότητα των συλλογισμών και των αποτελεσμάτων τους στη μοντελοποίηση, είτε σε τμήματα του μοντέλου είτε και στο συνολικό μοντέλο. Ωστόσο, «τα εργαλεία από μόνα τους δε μπορούν να υποστηρίξουν πλήρως ένα συλλογισμό και δεν καταφέρνουν πάντα να δημιουργήσουν την απαιτούμενη γνωστική σύγκρουση στην περίπτωση που το μοντέλο που έχει δημιουργηθεί δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Καταλυτικό ρόλο στην περίπτωση αυτή παίζει η ανθρώπινη διαμεσολάβηση του διευκολυντή που πλαισιώνει τη σκέψη κάνοντας αναδιατυπώσεις που οδηγούν σταδιακά σε συγκρούσεις κοινωνιογνωστικού χαρακτήρα.» (Κόμης κ.ά., 2001α). Τελικά, φαίνεται πως η ύπαρξη της διδακτικής διαμεσολάβησης, η οποία θέτει ερωτήσεις, ζητά επεξηγήσεις και ευνοεί την αλληλεπίδραση και την επικοινωνία είναι απαραίτητη στα συνεργατικά υπολογιστικά περιβάλλοντα (Κόμης κ.ά., 2001β).

Τέλος, όσον αφορά στη χρήση εργαλείων αναπαράστασης, όπως ηλεκτρονικοί νοητικοί χάρτες, για την ανάδυση νοητικών αναπαραστάσεων, μπορούμε να πούμε ότι είναι αρκετά αποτελεσματική για την ανάδυση δηλωτικών αναπαραστάσεων (declarative representations). Από την άλλη, όμως, τα εργαλεία αναπαράστασης δε μπορούν να υποστηρίξουν αποτελεσματικά τις διαδικαστικές αναπαραστάσεις (procedural representations) (Κόμης & Φείδας, 2002).

#### **2.4.4 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ**

Ελάχιστα από τα περιβάλλοντα των υπολογιστικών εργαλείων σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν για καθαρά εκπαιδευτικούς σκοπούς. Συνήθως οι εκπαιδευτικοί προσαρμόζουν τα υπάρχοντα εργαλεία και τα χρησιμοποιούν για λόγους διδακτικούς. Τα εργαλεία εννοιολογικής χαρτογράφησης στον υπολογιστή ανήκουν στην κατηγορία εργαλείων υπολογιστών που σχεδιάστηκαν συγκεκριμένα για μαθησιακούς σκοπούς. Μερικά από τα πλεονεκτήματα της υπολογιστικής υποστήριξης της χαρτογράφησης εννοιών είναι:

- Ευκολία αναδιοργάνωσης κόμβων, ετικετών και δεσμών (δυνατότητα μετακίνησης, προσθήκης εννοιών). Συγκρίνοντας τη χρήση λογισμικού εννοιολογικής χαρτογράφησης με την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών με χαρτί και μολύβι διαπιστώνεται ότι η χρησιμοποίηση του προγράμματος "ενθαρρύνει τις αναθεωρήσεις στο χάρτη επειδή οι διαγραφές, οι προσθήκες, και οι αλλαγές ολοκληρώνονται γρήγορα και εύκολα." (Anderson-Inman and Zeitz ,1993)

- Δυναμική μετακίνηση κόμβων χωρίς αλλαγή δεσμών: Τα περισσότερα λογισμικά εννοιολογικής χαρτογράφησης επιτρέπουν στο χρήστη να μετακινήσουν έναν κόμβο-έννοια σε μια άλλη θέση στο χάρτη, ενημερώνοντας ταυτόχρονα όλες τις συνδέσεις του.

- Η εργασία στον υπολογιστή, ευνοεί την συνεργασία μικρών ομάδων (Ράπτης και Ράπτη 2000).

- Δυνατότητα μετατροπής των εννοιολογικών χαρτών σε άλλες ηλεκτρονικές μορφές, όπως διανύσματα, περιλήψεις κειμένων ή ακόμα και με δομή υπερκειμένων. Αυτές οι μορφές μπορούν να αποθηκευτούν, να τυπωθούν, να αποσταλούν, να διαγραφούν, όπως οποιοδήποτε ηλεκτρονικό αρχείο.

- Δυνατότητα επιλεκτικής εστίασης σε μεγάλους νοητικούς χάρτες (μεγάλη επιφάνεια σχεδιασμού).

- Δυνατότητα εμπλουτισμού του χάρτη με γραφικά (χρώματα, εικόνες, σχήματα).

Στη μαθησιακή διεργασία, ο εννοιολογικός χάρτης μπορεί να αξιοποιηθεί από το διδάσκοντα για τη διδασκαλία ως μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση, για τη διερεύνηση των αντιλήψεων του μαθητή σχετικά με το υπό εξέταση θέμα και για την αξιολόγησή του. Μέσα από έναν εννοιολογικό χάρτη δίνεται η δυνατότητα στο διδάσκοντα να διερευνήσει τις έννοιες που γνωρίζει ο εκπαιδευόμενος, τις έννοιες που δε γνωρίζει, τις σχέσεις των εννοιών που έχει κατανοήσει καθώς και τις σχέσεις των εννοιών που αγνοεί ή/και παρανοεί. Ως μαθησιακό και γνωστικό εργαλείο, ο εννοιολογικός χάρτης προάγει και αναπτύσσει τις στοχαστικές διαδικασίες που είναι απαραίτητες για την ουσιαστική μάθηση βοηθώντας τον εκπαιδευόμενο να αναδομήσει και να συνδέσει τις γνώσεις που ήδη κατέχει, να ορίσει και να διευκρινίσει συνδέσεις μεταξύ των εννοιών και να συσχετίσει τις νέες έννοιες με όσα ήδη γνωρίζει. Ο εννοιολογικός χάρτης αντανακλά τις αλλαγές στον τρόπο σκέψης και λειτουργεί ως ένας «γνωστικός καθρέπτης» μέσα από τον οποίο ο εκπαιδευόμενος μπορεί να παρακολουθεί την πορεία της μάθησής του, να την αξιολογεί καθώς και να ελέγχει και να διορθώνει τα λάθη του, όταν χρειάζεται, ενισχύοντας την ικανότητα της αυτορρύθμισης και του αναστοχασμού (Βοσνιάδου, 2002). Δεν αποτελεί όμως μόνο γνωστικό εργαλείο αλλά και μεταγνωστικό εργαλείο γιατί ο εκπαιδευόμενος μαθαίνει να δομεί και να συσχετίζει τις έννοιες, μαθαίνει δηλαδή πώς να μαθαίνει «ουσιαστικά».

## 2.5 Συμπεράσματα

Η εισαγωγή των Νέων Τεχνολογιών στο δημοτικό σχολείο πρέπει να σκοπεύει στην αρχική συγκροτημένη και σφαιρική προσέγγιση από όλους τους μαθητές των διαφόρων χρήσεων της υπολογιστικής τεχνολογίας στα πλαίσια των καθημερινών σχολικών τους δραστηριοτήτων και η εξοικείωση με τον υπολογιστή γίνεται χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια (Ράπτης & Ράπτη, 1998). Η έμφαση δίνεται στο να αναπτύξουν οι μαθητές δραστηριότητες με τον υπολογιστή και να κατανοήσουν βασικές αρχές που διέπουν τη χρήση της υπολογιστικής τεχνολογίας σε σημαντικές ανθρώπινες ασχολίες: η πληροφορία και η επεξεργασία της, η επικοινωνία, η ψυχαγωγία, οι νέες δυνατότητες προσέγγισης της γνώσης.

Η υλοποίηση του παραπάνω γενικού σκοπού περνά μέσα από τέσσερις άξονες: ο υπολογιστής γνωστικό - διερευνητικό εργαλείο, εποπτικό μέσο διδασκαλίας σε βασικά γνωστικά αντικείμενα, εργαλείο επικοινωνίας και αναζήτησης πληροφοριών, και πληροφορικός αλφαριθμητισμός. Οι άξονες αυτοί καλύπτουν το εύρος του γενικού σκοπού αλλά δεν είναι απαραίτητο να υλοποιηθούν στην ολότητά τους και δεν είναι δεσμευτικοί για τους εκπαιδευτικούς. Ο κάθε εκπαιδευτικός επιλέγει με βάση τις γνώσεις του, την υπάρχουσα υποδομή και τις ανάγκες των μαθητών του, ποιον ή ποιους άξονες θα υλοποιήσει.

Ο υπολογιστής γνωστικό - διερευνητικό εργαλείο, συνιστά τον κύριο άξονα των νέων τεχνολογιών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Οι σύγχρονες διδακτικές και παιδαγωγικές αντιλήψεις, οι νέες θεωρήσεις της γνωστικής ψυχολογίας καθώς και οι πρόσφατες εξελίξεις στην προβληματική ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού καθιστούν απαραίτητη τη χρήση ανοικτού λογισμικού διερευνητικής μάθησης στο δημοτικό σχολείο. Το λογισμικό αυτό μπορεί να είναι μορφής αλληλεπιδραστικών πολυμέσων, προσομοίωσης, εκπαιδευτικού παιχνιδιού, μοντελοποίησης, κλπ. και πρέπει να προσφέρει στους μαθητές τη δυνατότητα διερεύνησης πραγματικών ή φανταστικών καταστάσεων, αντίστοιχων του επιπέδου ωριμότητάς τους, και να διευκολύνει την ανάπτυξη της δημιουργικής και ανακαλυπτικής μάθησης. Ο υπολογιστής γίνεται μέσο για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων από καταστάσεις που επιλέγονται από το άμεσο περιβάλλον του μαθητή και για την οργάνωση γνώσεων και δεξιοτήτων ώστε να είναι σε θέση να κατανοήσει σταδιακά τον κόσμο μέσα στον οποίο ζει και να δράσει πάνω σε αυτόν.

Οι μαθητές, μέσω της συνεργασίας, της ανατροφοδότησης και της διαφωνίας πάνω σε ένα πρόβλημα προς μελέτη, μπορούν να ξεκαθαρίσουν τις παρανοήσεις τους, να αποσαφηνίσουν έννοιες και να αναζητήσουν τη σωστή λύση του προβλήματος. Οι διαδικασίες όπως η συμμετοχή και η επιχειρηματολογία και οι μεταγνωστικές διαδικασίες όπως ο έλεγχος των αποτελεσμάτων και η επαλήθευσή τους γίνονται αποδοτικότερες, ευκολότερες και πιο ευχάριστες για τους μαθητές όταν πραγματοποιούνται μέσω συνεργατικών ηλεκτρονικών περιβαλλόντων μάθησης. Ωστόσο, η συνεργασία από μόνη της δεν παράγει συστηματική μάθηση. Ένας τρόπος για να είναι αποτελεσματική η συνεργασία

είναι η ενασχόληση των μαθητών με φύλλα εργασίας που περιέχουν καλώς καθορισμένα σενάρια μελέτης. Ένα φύλλο εργασίας για συνεργατική μάθηση περιλαμβάνει οδηγίες, συστάσεις και καθοδήγηση των μαθητών για αλληλεπίδραση και συνεργασία μεταξύ τους. Επίσης, τα σενάρια πρέπει να είναι συγκεκριμένα και με παραδείγματα τα οποία έχουν βιώσει ή γνωρίζουν οι μαθητές.

Σε ένα τέτοιο εκπαιδευτικό περιβάλλον συνεργασίας, οι μαθητές έχουν τον κυρίαρχο και πρωταγωνιστικό ρόλο στη χρήση των ΤΠΕ κατά τη διδακτική ώρα, ενώ ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι επικουρικός και ελάχιστα καθοδηγητικός. Αυτό όμως δε σημαίνει ότι ο ρόλος του εκπαιδευτικού υποβαθμίζεται. Χρειάζεται υπομονή, επιμονή και αρκετή πείρα, ώστε ο εκπαιδευτικός να αναδείξει, μέσω της κατάλληλης διδακτικής μεθόδου που θα επιλέξει να ακολουθήσει, τη χρησιμότητα των πολλαπλών αναπαραστάσεων κατά την ηλεκτρονική μοντελοποίηση των φυσικών φαινομένων και να υποδείξει τον τρόπο με τον οποίο αντλούνται πληροφορίες από αυτές τις αναπαραστάσεις.

Η τεχνολογία δεν αντικαθιστά την παραδοσιακή εκπαίδευση, αλλά αντίθετα την βελτιώνει, και δεν προϋποθέτει τον ολικό ανασχηματισμό της. Πρέπει να είναι προσαρμόσιμη σε όλες τις μεθόδους διδασκαλίας. Τα μέσα διδασκαλίας πρέπει να βοηθούν σε αυτά που είναι δύσκολο να διδάξει ο εκπαιδευτικός και όχι να κάνουν όλα όσα μπορεί να κάνει και ο εκπαιδευτικός.

## ΤΡΙΤΟ ΜΕΡΟΣ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Για την πραγματοποίηση δραστηριοτήτων στα πλαίσια της συνεργατικής μοντελοποίησης με τη χρήση Η/Υ απαιτείται μια στοιχειώδης καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό. Οι δραστηριότητες και τα σενάρια που καλούνται οι μαθητές να πραγματοποιήσουν, θα πρέπει να σχεδιαστούν με τον κατάλληλο τρόπο ώστε να υπάρχει μια ισορροπία ανάμεσα σε μια ελαφρά καθοδήγηση και στην ελευθερία των μαθητών να λειτουργήσουν συνεργατικά, να εκφράσουν τις ιδέες τους, να υποθέσουν, να εξάγουν συμπεράσματα και να γενικεύσουν. Στην παρούσα εργασία συνδυάσαμε τις δραστηριότητες μοντελοποίησης με τα πειράματα στο εργαστήριο και την χρήση βίντεο και σχεδιάσαμε τα φύλλα δραστηριοτήτων με γνώμονα και βάση την αυτενέργεια των μαθητών, δίνοντας τους τις απαραίτητες οδηγίες και την ώθηση για να τις πραγματοποιήσουν.

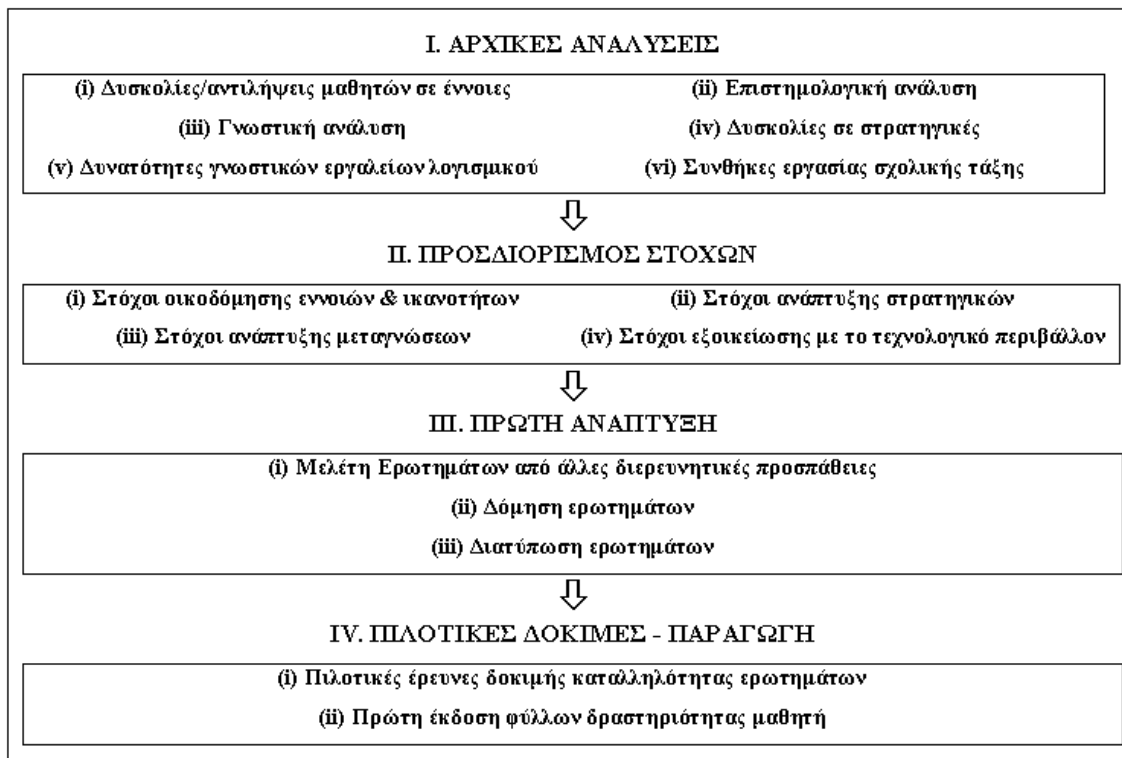
### 3.1 ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Η χρησιμότητα των φύλλων δραστηριοτήτων φαίνεται ξεκάθαρα από τα οφέλη που προσφέρονται προς τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς, όπως η γνωστική και η μεταγνωστική υποστήριξη του μαθητή, η διευκόλυνση διαχείρισης των δραστηριοτήτων, η διαχείριση χρόνου για τον εκπαιδευτικό και η διάγνωση των δυσκολιών των μαθητών (Ορφανός & Δημητρακοπούλου, 2004). Για τη δημιουργία τους απαιτείται λεπτομερής σχεδιασμός και προγραμματισμός προτού δοθούν στους μαθητές. Συνήθως, ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων και των αντίστοιχων φύλλων εργασίας βασίζεται: (α) στις γενικές αρχές μάθησης του εποικοδομητισμού και του κοινωνικού εποικοδομητισμού, ως προς τις διαδικασίες της μάθησης, (β) στα πορίσματα της Διδακτικής του γνωστικού αντικείμενου, (γ) στην αξιοποίηση των χαρακτηριστικών των τεχνολογικών εφαρμογών.

Στο σχεδιασμό των δραστηριοτήτων για το λογισμικό μοντελοποίησης πρέπει να ληφθούν υπόψη παράγοντες που αναφέρονται στη σχέση του μαθητή με τη μοντελοποίηση, την πειραματική διαδικασία, την υπόθεση, τον έλεγχο των αποτελεσμάτων, τις προϋπάρχουσες ιδέες. Οι γενικοί στόχοι επικεντρώνονται στα ακόλουθα σημεία:

1. Στη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών της Φυσικής, από τους μαθητές.
2. Στην οργάνωση των εννοιών της φυσικής, δηλαδή στο πέρασμα από το αρχικό διαισθητικό πλαίσιο, στο οργανωμένο επιστημονικά.
3. Στην ερμηνεία των φαινομένων της καθημερινής ζωής με τη βοήθεια των επιστημονικών μοντέλων της φυσικής.
4. Στην κατανόηση των επιστημονικών μοντέλων.

Τα τέσσερα στάδια-φάσεις ανάπτυξης των φύλλων δραστηριοτήτων, που προτείνονται με βάση τις παραπάνω θεωρήσεις, δίνονται στην εικόνα 7.



**Εικόνα 7:** Στάδια - διαδικασίες ανάπτυξης φύλλων δραστηριοτήτων (Ορφανός, 2005).

Τα φύλλα εργασίας, στο αρχικό τους στάδιο, που δημιουργήσαμε βασίστηκαν σε προηγούμενη αντίστοιχη έρευνα με διαδικασίες μοντελοποίησης σε βάσεις και οξέα (Σμυρναίου κ.α. 2004). Εμπλουτίστηκαν και διαμορφώθηκαν με επιπλέον σενάρια και δραστηριότητες σχετικά με τα οξέα, τις βάσεις και τον τρόπο ανίχνευσή τους. Δημιουργήσαμε 5 διαφορετικά φύλλα δραστηριοτήτων και 2 φύλλα αξιολόγησης.

Τα φύλλα αξιολόγησης (pre-test, post-test) δημιουργήθηκαν ώστε να καταστήσουμε δυνατό να παρατηρήσουμε την πορεία της γνώσης των μαθητών πριν από τις δραστηριότητες και μετά από αυτές. Στο pre-test δόθηκαν ερωτήσεις αναζήτησης του γνωστικού επιπέδου των μαθητών («Ονομάστε 4 οξέα που περιέχονται σε προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά», «με ποιους τρόπους μπορούμε να αναγνωρίσουμε τα οξέα;», «τι όνομα μπορούμε να δώσουμε σε υγρά που δεν είναι ούτε ξινά ούτε βασικά;» κ.α). Στο post-test συμπεριλήφθηκαν οι ερωτήσεις του post-test με επιπλέον ερωτήσεις αναζήτησης ποσοστού οικοδόμησης της γνώσης για τα οξέα, τις βάσεις και τους δείκτες («Τι είναι δείκτης;», «Αν προσθέσουμε δείκτη σε διάλυμα οξέος τι θα παρατηρήσουμε;»), ικανότητας χρήσης του λογισμικού («Ποιες οντότητες, σχέσεις, ιδιότητες θα χρησιμοποιήσετε;»), αφαίρεσης και γενίκευσης («Τι θα χρησιμοποιήσουμε ως αντίδοτο για το τσίμπημα της μέλισσας, της οποίας το δηλητήριο περιέχει οξύ και τι για το τσίμπημα της σφήκας που περιέχει βάση;»).

Τα πέντε φύλλα δραστηριοτήτων κατασκευάστηκαν και δοθήκαν με την ακόλουθη σειρά:



1. 1<sup>ο</sup> Φύλλο Δραστηριοτήτων: Ανίχνευση ιδεών μαθητών, («Αναφέρετε μερικές ουσίες που χρησιμοποιείτε καθημερινά και έχουν χαρακτηριστική γεύση, οσμή και αφή (για να φάτε, να πλυθείτε κ.α)», «Είναι κάποιες από αυτές οξέα; Μπορείς να εξηγήσεις την άποψή σου;» κ.α)
2. 2<sup>ο</sup> Φύλλο Δραστηριοτήτων: Παρατήρηση φαινομένου στο βίντεο, («Μπορείς να περιγράψεις και να εξηγήσεις το φαινόμενο στο βίντεο;»)
3. 3<sup>ο</sup> Φύλλο Δραστηριοτήτων: Πειράματα στο εργαστήριο, («Σκέψου τα πειράματα που θα κάνεις με αντικείμενα από την καθημερινή σου ζωή», «Πως θα τα πραγματοποιήσεις;», «Πριν ξεκινήσεις να πειραματίζεσαι διατύπωσε τα ερωτήματα που θέλεις να ερευνήσεις και τις πιθανές απαντήσεις – υποθέσεις σου», κ.α.)
4. 4<sup>ο</sup> Φύλλο Δραστηριοτήτων: Δημιουργία μοντέλων και σεναρίων μοντελοποίησης («Στο πρόγραμμα MODELLINGSPACE θα πρέπει να σχεδιάσετε τα πειράματα, ποιες οντότητες – σχέσεις – ιδιότητες θα χρησιμοποιήσετε;» «Χρησιμοποίησε τις κατάλληλες οντότητες και τις κατάλληλες σχέσεις ώστε να παρουσιάσεις μέσα από το πρόγραμμα τη διαδικασία φθοράς των δοντιών μας.»).
5. 5<sup>ο</sup> Φύλλο Δραστηριοτήτων: Απόψεις και συμπεράσματα σχετικά με το σύνολο των δραστηριοτήτων, («Ο ρόλος του δείκτη έγινε κατανοητός; Σε τι θα σας βοηθήσει όταν κάποια στιγμή θέλετε να κατατάξετε ένα υλικό ή ένα υγρό διάλυμα σε οξύ ή βάση;», «Υλικά που πριν από τον πειραματισμό στο εργαστήριο δεν ξέρατε αν ήταν οξέα ή βάσεις ανακαλύψατε τελικά σε ποια κατηγορία ανήκουν;» κ.α)

Τα φύλλα δραστηριοτήτων οργανώθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν με αυτή την ακολουθία ώστε να έχουμε τη δυνατότητα και εμείς αλλά και οι μαθητές να παρατηρούμε την κλιμακωτή διαδικασία, τα στάδια, της σκέψης και της δράσης τους. Οι αρχικές τους απόψεις σχετικά με τα φαινόμενα, τα ερωτήματα και οι υποθέσεις που διατύπωσαν πριν από τα πειράματα, η διαδικασία μοντελοποίησης μέσα από το MODELLINGSPACE (κατασκευή και έλεγχος των μοντέλων) είναι αναγκαίο να έχουν διατυπωθεί με σαφήνεια για να μπορέσουν οι μαθητές να οικοδομήσουν τη νέα γνώση που σε κάθε στάδιο ανακαλύπτουν.

Ο τρόπος που δίνονται οι οδηγίες και οι υποδείξεις για τη χρήση των φύλλων δραστηριοτήτων («Στο πρόγραμμα MODELLINGSPACE θα πρέπει να σχεδιάσετε τα πειράματα αυτά (π.χ. ρίχνω χυμό από πορτοκάλι στο διάλυμα με ζωμό από κόκκινο λάχανο)»), έχουν ως στόχο να παρακινήσουν τους μαθητές και να τους παρέχουν αφορμές για να εργαστούν πάνω σε αυτά.

### **3.2 Συμπεράσματα**

Ο συλλογισμός των μαθητών για τα φαινόμενα της καθημερινής ζωής είναι διαφορετικός από αυτόν που ενεργοποιούν οι επιστήμονες και ζητείται να αναπτυχθεί με παρόμοιες μεθόδους από τους μαθητές. Βασικός στόχος για την κατασκευή των δραστηριοτήτων είναι η εστίαση σε θέματα κατανοητά και ενδιαφέροντα για το μαθητή που βρίσκεται σε ηλικία από 11-12 ετών και συνδέουν οικεία φαινόμενα της καθημερινής ζωής με τη διδασκόμενη ύλη. Το περιεχόμενο των φύλλων δραστηριοτήτων σχεδιάστηκε με βάση την αυτενέργεια και την ελευθερία των μαθητών, γεγονός που αποτελεί όμως μια δύσκολη υπόθεση για την ισορροπία τους με την μικρή καθοδήγηση από την πλευρά μας ώστε να καταστήσουν δυνατή την επίτευξη των μαθησιακών στόχων των δραστηριοτήτων.

## ΤΕΤΑΡΤΟ ΜΕΡΟΣ: ΕΡΕΥΝΑ

Λαμβάνοντας υπόψη τις γνωστικές διαδικασίες που εμπλέκονται στη διαδικασία μοντελοποίησης, η έρευνα μας μελετά τη συμβολή της χρήσης του βίντεο, των πειραμάτων με φυσικά – καθημερινά υλικά και του εκπαιδευτικού λογισμικού MODELLINGSPACE στην κατανόηση χημικών εννοιών, και πιο συγκεκριμένα των βάσεων και των οξέων. Στοχεύει, στο πλαίσιο αυτό, να συμβάλει στην κατανόηση της χρήσης εναλλακτικών διδακτικών εργαλείων για την οικοδόμηση εννοιών της Χημείας και στην μοντελοποίηση. Οι άξονες μελέτης της έρευνάς μας είναι:

1. Ποια είναι τα μοντέλα που αναπτύσσουν οι μαθητές σε κάθε περίπτωση (πειραματική διαδικασία που υλοποιούν) και σε τι διαφέρουν και
2. Ποιες είναι οι δυσκολίες γνωστικές λειτουργικές, τεχνικές που αντιμετωπίζουν οι μαθητές σε όλες τις φάσεις της διαδικασίας.

### 4.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Στο ερευνητικό μέρος της εργασίας, δημιουργήσαμε φύλλα δραστηριοτήτων για την πραγματοποίηση πειραμάτων και συνεργατικής μοντελοποίησης σχετικά με τα οξέα και τις βάσεις, σενάρια που αφορούν την αλλαγή του χρώματος του ζωμού του κόκκινου λάχανου, ως φυσικού δείκτη, με την προσθήκη οξέος ή βάσης, με σκοπό να πάρουμε απαντήσεις σε συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα. Τα ερωτήματα αυτά είναι:

Κεντρικό ερώτημα

Μπορούν οι μαθητές να δημιουργήσουν αφηρημένα-γενικευμένα μοντέλα;

1. Δυσκολίες χρήσης του περιβάλλοντος μοντελοποίησης
  - α) Είναι ικανοί οι μαθητές στη χρήση ΤΠΕ;
  - β) Τυχόν λάθη ή και αδυναμίες εφαρμογής των μοντέλων οφείλονται στην αδυναμία χρήσης ή σε άλλους παράγοντες
  - γ) Χρησιμοποιούν οι μαθητές τις δυνατότητες ανατροφοδότησης που παρέχονται από το περιβάλλον μοντελοποίησης για διόρθωση των σφαλμάτων τους;
2. Η συνεργατική προσέγγιση που παρέχεται από το περιβάλλον μοντελοποίησης ποια απήχηση έχει στις ομάδες
  - α) Η εργασία των μελών μιας ομάδας βασίζεται στη συνεργασία;
  - β) Η μεταξύ των ομάδων προσπάθεια είναι ευδιάκριτη και πραγματοποιήσιμη;

3. Η χρήση του συνεργατικού περιβάλλοντος μοντελοποίησης βοηθά στην οικοδόμηση εννοιών σχετικά με τα οξέα, τις βάσεις και τα άλατα (ανίχνευση, περιεκτικότητα, εξουδετέρωση, προϊόντα, χρήσεις, ιδιότητες);
  - α) Με ποια εργαλεία ανάλυσης μπορούν οι μαθητές να βοηθηθούν για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων που έχουν τεθεί;
  - β) Η δυναμική της αναπαράστασης φυσικών φαινομένων σε πραγματικό χρόνο με ρεαλιστικό τρόπο μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές να ελέγξουν την ορθότητα του μοντέλου;
4. Μπορούν οι μαθητές να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα και να εξάγουν συμπεράσματα από τα μοντέλα που εφάρμοσαν;

## 4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σκοπός της έρευνάς μας είναι να μελετήσουμε τα πλεονεκτήματα και να εντοπίσουμε τα μειονεκτήματα της συνεργατικής μοντελοποίησης μέσω του MODELLINGSPACE στη διδασκαλία του μαθήματος Ερευνώ και Ανακαλύπτω της ΣΤ δημοτικού.

Η έρευνα που πραγματοποιήσαμε είναι μία μελέτη για τα οξέα, τις βάσεις και τους δείκτες. Συγκεκριμένα, συμμετείχαν 19 μαθητές από τα τμήματα ΣΤ1 και ΣΤ2 του 14<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Καλαμάτας, κατά το σχολικό έτος 2007-08. Οι μαθητές ασχολήθηκαν με τις δραστηριότητες συνεργατικής μοντελοποίησης στο εργαστήριο πληροφορικής του σχολείου.

Τα δεδομένα της έρευνας αντλήθηκαν από ποικίλες πηγές. Χρησιμοποιήσαμε φύλλα εργασίας, σύγχρονα ηλεκτρονικά μέσα (αρχεία μαθητών από το MODELLINGSPACE, βιντεοσκόπηση, καταγραφή οθονών εργασίας). Ο πίνακας 3 δείχνει την αντιστοιχία ανάμεσα στις πηγές δεδομένων και τη φάση στην οποία χρησιμοποιήθηκαν.

Φάση	Δεδομένα
1 <sup>η</sup>	↳ Δραστηριότητες για την εξοικείωση των μαθητών.
2 <sup>η</sup>	↳ Pre-test. ↳ Δημιουργία ομάδων.
3 <sup>η</sup>	↳ Αναζήτηση απόψεων -ιδεών για τα οξέα και τις βάσεις. ↳ Πειραματισμός με το ModellingSpace
4 <sup>η</sup>	↳ Παρατήρηση φαινομένου στο βίντεο.
5 <sup>η</sup>	↳ Πειραματισμός με απλά καθημερινά υλικά.
6 <sup>η</sup>	↳ Πειραματισμός με το MODELLINGSPACE.
7 <sup>η</sup>	↳ Post test.

8η	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Συγγραφή συμπερασμάτων.</li> <li>↳ Συζήτηση αποτελεσμάτων ομάδων.</li> </ul>
----	---

Πίνακας 3: Φάσεις και δεδομένα της έρευνας

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού, ήταν κυρίως ρόλος συντονιστή και όχι ρόλος καθοδηγητή. Αρχικά, ενημερώθηκαν οι μαθητές για τις δραστηριότητες που θα ακολουθούσαν. Στη συνέχεια, έγινε επίδειξη του λογισμικού MODELLINGSPACE και μικρές δραστηριότητες εξάσκησης. Η απαραίτητη υποστήριξη των μαθητών δόθηκε μέσα από τα φύλλα εργασίας. Καθοδηγήθηκαν έμμεσα να κάνουν έλεγχο ορθότητας των μοντέλων μέσα από ένα εργαλείο αναπαράστασης του λογισμικού. Επίσης, υπήρξε υποστήριξη για τη συγγραφή των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων τους στην τελευταία φάση.

### 4.3 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε ακολουθώντας 8 σχεδιασμένα βήματα - φάσεις, όπως δείχνει ο πίνακας 4.

Σε πρώτη φάση συζητήθηκε με τους μαθητές τι επρόκειτο να κάνουν στις δραστηριότητες που θα ακολουθούσαν. Για τη γνωριμία και εξοικείωσή τους με το MODELLINGSPACE, δουλέψαμε ομαδικά σε 2 στάδια:

A) Γνωριμία με το λογισμικό με παράλληλη παρουσίασή του και ταυτόχρονη χρήση του από τους μαθητές. Σε αυτό το σημείο υπήρχε η δυνατότητα να εξασκηθούν οι μαθητές σε πραγματικό χρόνο πάνω στις σχέσεις και τις οντότητες του προγράμματος.

B) Εφαρμογή απλών δραστηριοτήτων με σκοπό τη δημιουργία εννοιολογικών χαρτών με ποιοτικές σχέσεις και μοντέλων με ημιποσοτικές σχέσεις.

Στη συνέχεια, προκειμένου να χωρίσουμε τους μαθητές σε ομοιογενείς ομάδες, ετοιμάσαμε ένα pre-test (Εικόνα 31, βλ. Παράρτημα) με το οποίο αξιολογήθηκαν οι μαθητές σε θέματα των οξέων και των βάσεων. Για τη δημιουργία των ομάδων πέρα από το pre-test λήφθηκαν υπόψη και κάποιιο κοινωνικοί παράγοντες (φιλίες – φοίτηση στο ίδιο τμήμα). Για την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων δημιουργήθηκαν οι ομάδες 1 – 7 με αντιστοιχία κάθε ομάδας σε έναν Η/Υ, όπως δείχνει ο πίνακας 5.

Στη φάση 3, με σκοπό την αναζήτηση των εννοιών που προϋπήρχαν στους μαθητές, δημιουργήθηκαν φύλλα εργασίας (Εικόνα 32, βλ. Παράρτημα), ώστε οι μαθητές, με βάση τις εμπειρίες τους από την καθημερινή ζωή, να τις περιγράψουν με απλά λόγια αλλά και να προβούν στην οπτικοποίησή τους. Στο δεύτερο σκέλος της 3<sup>ης</sup> φάσης οι μαθητές δημιούργησαν εννοιολογικούς χάρτες με τις έννοιες που είχαν εκφράσει μέσω του MODELLINGSPACE.

Στη φάση 4 δόθηκε στους μαθητές να παρατηρήσουν ένα βίντεο που περιελάμβανε την αντίδραση (αλλαγή χρώματος) ενός δείκτη κατά την προσθήκη οξέος και βάσης, ενώ ταυτόχρονα

κατέγραφαν και συζητούσαν τις απόψεις τους ώστε να προαχθεί η συνεργασία μεταξύ τους (Εικόνα 33, βλ. Παράρτημα).

Στη φάση 5 πραγματοποιήθηκε ο πειραματισμός των μαθητών με υλικά από την καθημερινή ζωή στο εργαστήριο φυσικής. Προηγήθηκαν οι υποθέσεις εργασίας, η διατύπωση των ερωτημάτων και η καταγραφή τους σε φύλλα εργασίας (Εικόνα 34, βλ. Παράρτημα). Την πειραματική διαδικασία ακολούθησε η συνεργατική αποτίμηση των συμπερασμάτων της.

Στη φάση 6 οι μαθητές δημιούργησαν μοντέλα των πειραμάτων του εργαστηρίου μέσα από το MODELLINGSPACE ώστε να ελέγξουν την ορθότητά τους μέσα από το περιβάλλον μοντελοποίησης καθώς επίσης και επαναπροσδιόρισαν, έλεγξαν και διόρθωσαν τους εννοιολογικούς χάρτες που είχαν δημιουργήσει στη φάση 3 (Εικόνα 35, βλ. Παράρτημα).

Με το τέλος της 6<sup>ης</sup> φάσης οι μαθητές αξιολογήθηκαν με post test ώστε να μπορεί να παρατηρηθεί η αφομοίωση και το μέγεθος της γενίκευσης των νέων εννοιών (Εικόνα 36, βλ. Παράρτημα).

Η εργασία των μαθητών τελειώνει με την καταγραφή και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων (Εικόνα 37, βλ. Παράρτημα).

Φάση	Δεδομένα	Διδακτικές ώρες
1 <sup>η</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Επίδειξη και οδηγίες χρήσης του MODELLINGSPACE προς τους μαθητές.</li> <li>⇒ Εξάσκηση μέσω δραστηριοτήτων με απλές εφαρμογές ημι-ποσοτικών και ποιοτικών σχέσεων σε εννοιολογικούς χάρτες και αφηρημένες έννοιες - οντότητες.</li> </ul>	5
2 <sup>η</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Pre-test με ερωτήσεις θεωρίας σχετικά με τα οξέα και τις βάσεις.</li> <li>⇒ Δημιουργία ομάδων.</li> </ul>	2
3 <sup>η</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Αναζήτηση απόψεων -ιδεών για τα οξέα και τις βάσεις.</li> <li>⇒ Φύλλα εργασίας που περιλαμβάνουν την περιγραφή των απόψεων των μαθητών</li> <li>⇒ Σχέδια μαθητών (οπτικοποίηση των απόψεών τους)</li> <li>⇒ Πειραματισμός με το MODELLINGSPACE</li> <li>⇒ Δημιουργία εννοιολογικών χαρτών με τις παραπάνω καταγεγραμμένες απόψεις</li> </ul>	3
4 <sup>η</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Παρατήρηση φαινομένου που εμφανιζόταν μέσω οπτικοακουστικού υλικού (βίντεο)</li> <li>⇒ Ατομική παρατήρηση και καταγραφή του φαινομένου.</li> <li>⇒ Ομαδική δραστηριότητα συζήτησης και καταγραφής των διαφορών και των</li> </ul>	2

	αποτελεσμάτων.	
5 <sup>η</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Πειραματισμός με απλά καθημερινά υλικά</li> <li>⇒ Ατομικές υποθέσεις εργασίας, διατύπωση ερωτημάτων</li> <li>⇒ Συζήτηση των παραπάνω υποθέσεων και ερωτημάτων στα πλαίσια της εκάστοτε ομάδας</li> <li>⇒ Πραγματοποίηση πειραμάτων με ομάδες</li> <li>⇒ Συμπεράσματα</li> </ul>	5
6 <sup>η</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Πειραματισμός με το MODELLINGSPACE</li> <li>⇒ Μοντελοποίηση πειραμάτων του εργαστηρίου με ημιποσοτικές σχέσεις και αφηρημένες έννοιες</li> <li>⇒ Επαναπροσδιορισμός, έλεγχος και προσθήκη εννοιών των εννοιολογικών χαρτών της 3<sup>ης</sup> φάσης.</li> <li>⇒ Σενάριο δημιουργίας εννοιολογικού χάρτη</li> </ul>	4
7 <sup>η</sup>	⇒ Post test	1
8 <sup>η</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Καταγραφή συμπερασμάτων, χρήση των εργαλείων ανάλυσης των δραστηριοτήτων και των φύλλων εργασίας</li> <li>⇒ Συζήτηση αποτελεσμάτων ομάδων</li> </ul>	2
	Σύνολο	24

Πίνακας 4: Σχέδιο πορείας δραστηριοτήτων.

Ομάδα	Αριθμός μελών
1	3
2	2
3	2
4	3
5	3
6	3
7	3

Πίνακας 5: Αριθμός μελών ανά ομάδα και Η/Υ.

Τα φύλλα εργασίας που παρέλαβαν οι μαθητές δόθηκαν σε έντυπη μορφή. Η παρέμβαση του εκπαιδευτικού καθ' όλη τη διάρκεια των δραστηριοτήτων περιορίστηκε στην αντιμετώπιση τεχνικών προβλημάτων και προβλημάτων σχετικά με τη χρήση του λογισμικού και στην αποσαφήνιση των ερωτημάτων των φύλλων εργασίας. Οι ομάδες εργασίας δεν άλλαξαν από τη αρχή έως το τέλος των δραστηριοτήτων.

#### 4.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

##### 4.4.1 Pre-test

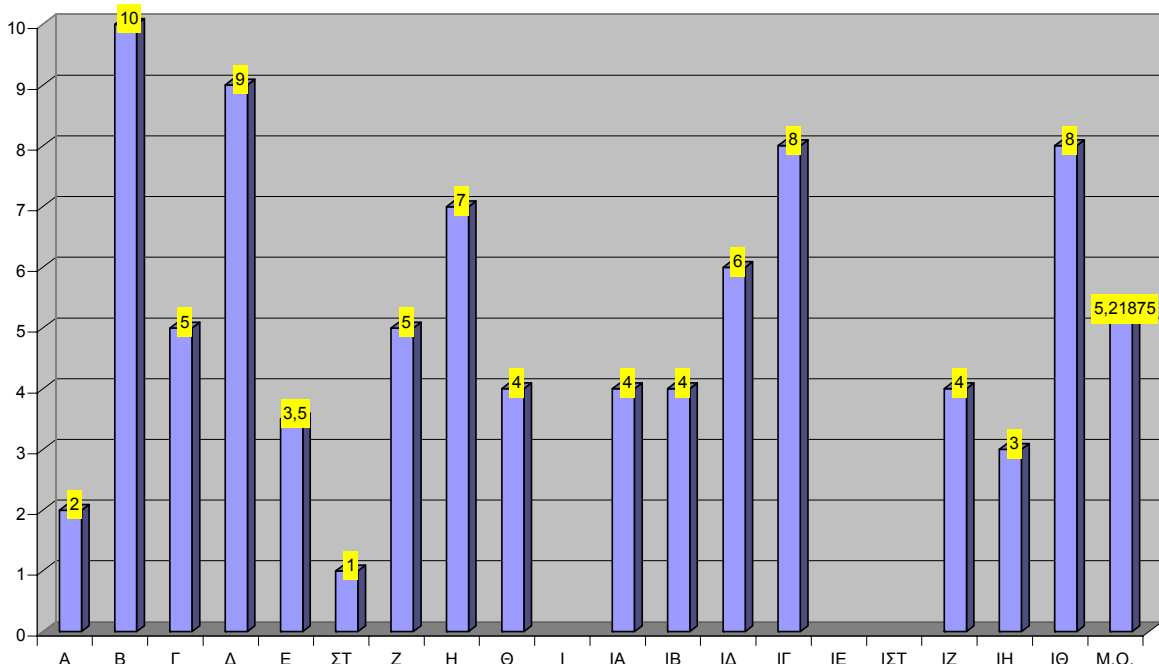
Το εισαγωγικό τεστ (Εικόνα 31, βλ. Παράρτημα), βάσει του οποίου χωρίσαμε τους μαθητές σε ομάδες, αποτελούνταν από ερωτήσεις σχετικές με τις βάσεις και τα οξέα. Ο πίνακας 6 δείχνει τις βαθμολογίες των μαθητών και τον αντίστοιχο μέσο όρο, ενώ το σχετικό διάγραμμα φαίνεται στην εικόνα 17.

<b>ΟΜΑΔΑ 1</b>	A	2
	B	10
	Γ	5
<b>ΟΜΑΔΑ 2</b>	Δ	9
	E	3,5
<b>ΟΜΑΔΑ 3</b>	ΣΤ	1
	Z	5
<b>ΟΜΑΔΑ 4</b>	H	7
	Θ	4
	I	
<b>ΟΜΑΔΑ 5</b>	ΙΑ	4
	ΙΒ	4
	ΙΔ	6
<b>ΟΜΑΔΑ 6</b>	ΙΓ	8
	ΙΕ	
	ΙΣΤ	
<b>ΟΜΑΔΑ 7</b>	ΙΖ	4
	ΙΗ	3
	ΙΘ	8
	<b>M.O</b>	<b>5,21875</b>

Πίνακας 6: Βαθμολογίες μαθητών στο Pre-test (με άριστα το 10)



Βαθμολογία pro-test



Εικόνα 8: βαθμολογίες μαθητών στο pre-test.

Το γνωστικό επίπεδο των μαθητών σχετικά με τα οξέα και τις βάσεις στην πρώτη αξιολόγησή τους ήταν μέτριο με μέσο όρο βαθμολογίας 5,2 με άριστα το 10. Δεν αξιολογήθηκαν αρχικά στη χρήση του λογισμικού MODELLINGSPACE.

Στην ερώτηση 1 («Ονομάστε 4 οξέα που περιέχονται σε προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.») και οι 16 μαθητές που αξιολογήθηκαν ανέφεραν από 1 έως 4 οξέα (ξίδι, λεμόνι, οξυγόνο, υδροχλωρικό οξύ, χυμός πορτοκαλιού κ.α). Στην αντίστοιχη ερώτηση (3) για τις βάσεις («Ονομάστε 4 βάσεις που περιέχονται σε προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.») λάβαμε σωστές απαντήσεις (αμμωνία, χλωρίνη, οδοντόκρεμα, απορρυπαντικό), απαντήσεις που συγχέουν τις βάσεις με τα άλατα (κιμωλία, άλατα κ.α) ενώ 4 από τους μαθητές δεν απάντησαν καθόλου. Σχετικά με την αναγνώριση των οξέων και των βάσεων στις ερωτήσεις 2 και 4 («Με ποιους τρόπους μπορούμε να αναγνωρίσουμε τα οξέα – τις βάσεις;») 9 από τους 16 μαθητές δεν απάντησαν, ενώ από τους υπολοίπους λάβαμε απαντήσεις σχετικά με το δείκτη («θα αλλάξει χρώμα, κόκκινο»), με βάση τις αισθήσεις («θα έχει ξινή γεύση, θα μας κάψουν») και με βάση τα αποτελέσματα («Διαλύουν τα άλατα, θα αντιδράσει με το οξύ, θα έχουμε εξουδετέρωση»). Στην ερώτηση 6 («Τι όνομα μπορούμε να δώσουμε σε υγρά που δεν είναι ούτε ξινά ούτε βασικά;») υπήρχε σύγχυση των ουδέτερων διαλυμάτων με τους δείκτες.

Τα αποτελέσματα των βαθμολογιών ήταν αναμενόμενα, λαμβάνοντας υπόψη ότι είναι συνηθισμένο φαινόμενο οι μαθητές της ΣΤ τάξης του Δημοτικού να μην έχουν εμπεδώσει τις έννοιες αυτές αφού κατά την πρώτη τους ουσιαστική επαφή με εξειδικευμένα θέματα χημείας στηρίζονται στις

προϋπάρχουσες διαισθητικές ιδέες τους, στις αυθόρμητες αντιλήψεις και στις αναπαραστάσεις και τα νοητικά μοντέλα που έχουν αναπτύξει έως τώρα εμπειρικά παρά στις επιστημονικές μεθόδους. Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την αναγνώριση των οξέων με βάση την ξινή τους γεύση, την εξουδετέρωση οξέως και βάσης με την παραδοσιακή και καθημερινή έννοια της φροντίδας των δοντιών μας.

#### 4.4.2 Αναζήτηση απόψεων -ιδεών για τα οξέα και τις βάσεις

Μέσα από τα φύλλα εργασίας (Εικόνα 32, βλ. Παράρτημα) αναζητήσαμε τις απόψεις που υπήρχαν στους μαθητές σχετικά με τα οξέα και τις βάσεις. Η κατασκευή του συγκεκριμένου φύλλου εργασίας στηρίχθηκε στην κλιμακωτή ανάπτυξη των απόψεων αυτών με βάση τις αισθήσεις των μαθητών

Οσμή, γεύση, αφή → περιγραφή χαρακτηριστικών των ουσιών → ομαδοποίηση ουσιών σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά τους → ιδιότητες ουσιών → οπτικοποίηση (σχεδιασμός ενός οξέος και μιας βάσης).

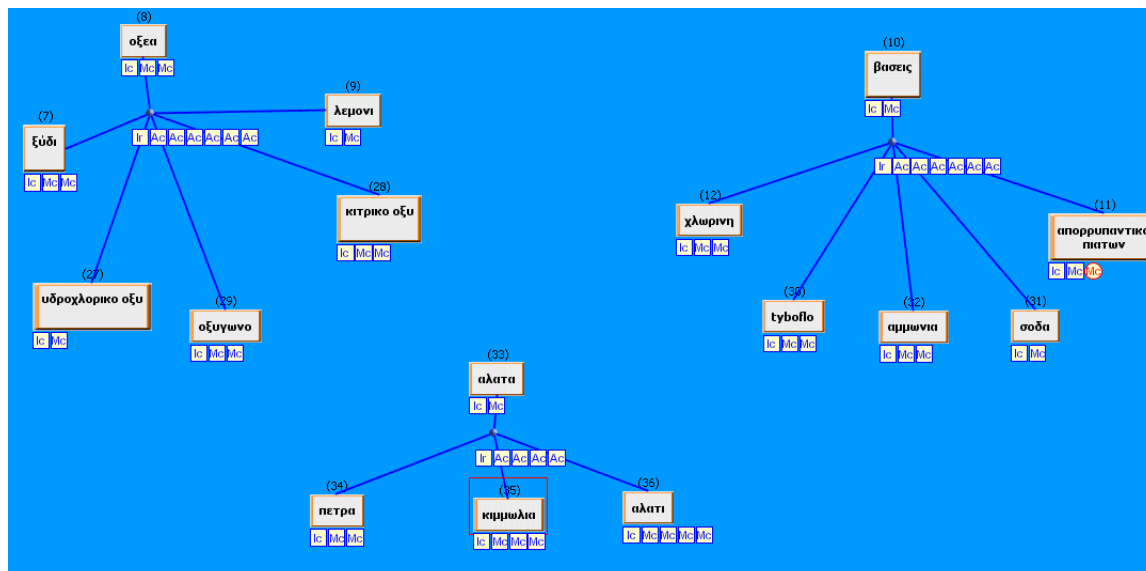
Κατηγοριοποιήσαμε τις απαντήσεις των μαθητών σύμφωνα με τις απαντήσεις τους (Πίνακας 7).

<b>Ιδιότητες οξέων - βάσεων</b>	
<b>Αισθήσεις</b>	<b>Αποτελέσματα</b>
ξινά	καθαρισμός
καυτά	διάλυση αλάτων
πικρά	εξουδετέρωση
αλμυρά	
έντονη μυρωδιά	
αίσθησης δροσιάς	

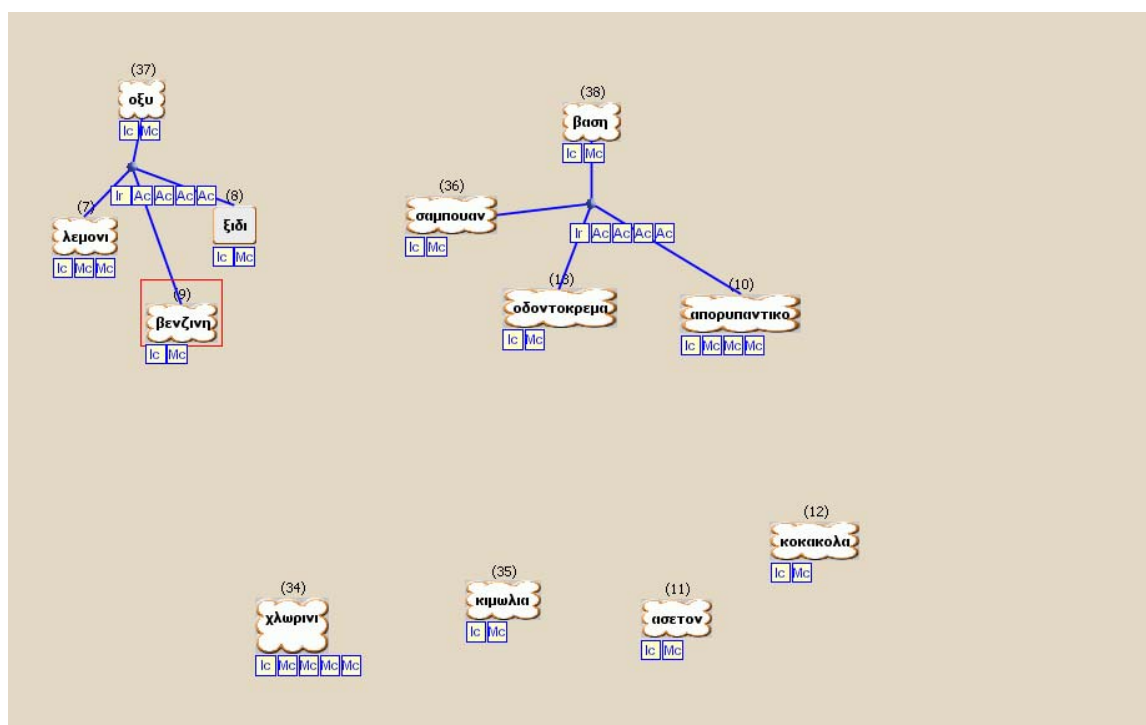
Πίνακας 7: Ομαδοποίηση υλικών

Στο σημείο αυτό παρατηρούμε ότι οι μαθητές απάντησαν σύμφωνα με τις προϋπάρχουσες ιδέες τους για τα οξέα (μπορούν να σε κάψουν, διαλύουν τα άλατα κ.α.). Στις απαντήσεις σχετικά με ποια υλικά είναι βάσεις («Είναι κάποιες από αυτές βάσεις; Μπορείς να εξηγήσεις την άποψή σου;») οι μαθητές παρόλο που ανέφεραν σχετικά υλικά δυσκολεύτηκαν να απαντήσουν το λόγο που κρίνουν ότι τα υλικά αυτά είναι βάσεις («Η οδοντόκρεμα επειδή καθαρίζει τα δόντια μας.»).

Το δεύτερο σκέλος του φύλλου εργασίας περιελάμβανε τη δημιουργία εννοιολογικού χάρτη με τα δεδομένα που έγραψαν οι μαθητές στο φύλλο εργασίας.

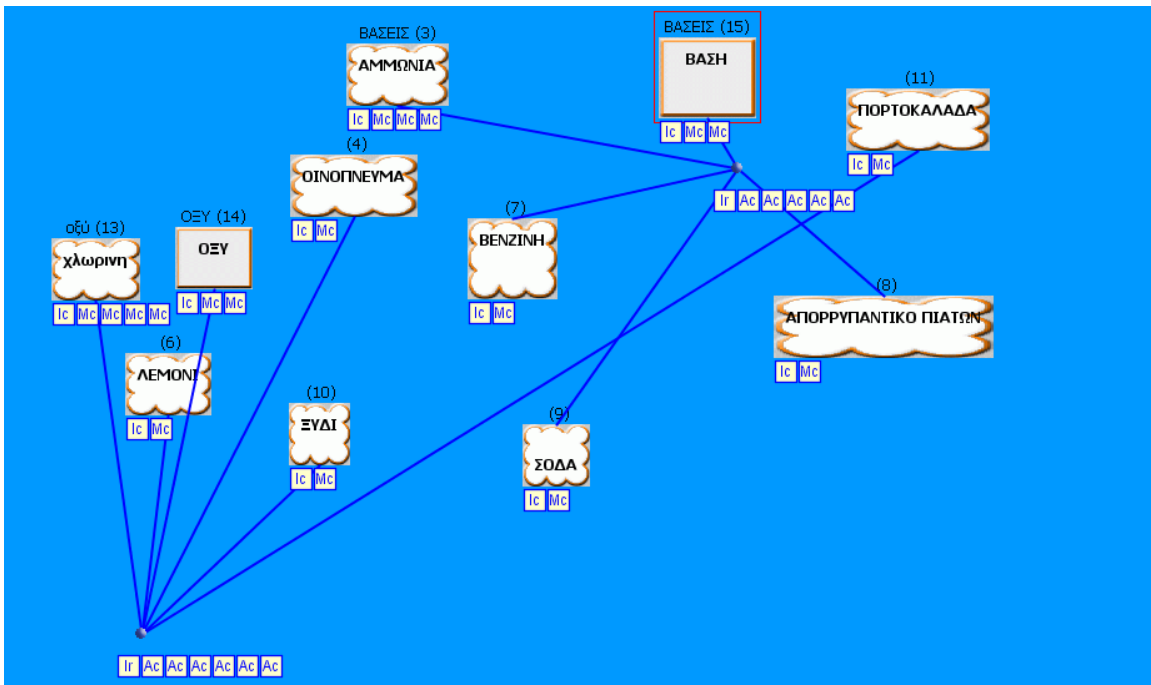


Εικόνα 9: Ενν. χάρτης ομάδας 1.

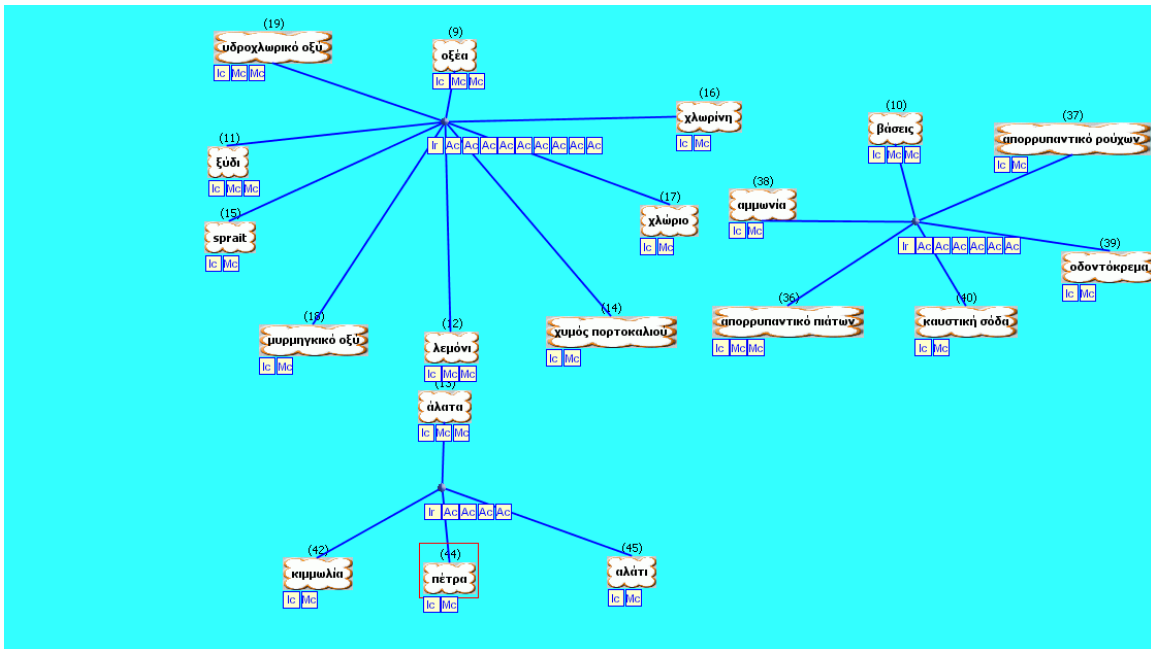


Εικόνα 10: Ενν. χάρτης ομάδας 2.





Εικόνα 14: Ενν. χάρτης ομάδας 6.



Εικόνα 15: Ενν. χάρτης ομάδας 7.

Παρουσιάστηκαν στην παρούσα φάση 6 χάρτες αστερά και 1 ιεραρχικός που είχαν ως στόχους:

- γραφική αναπαράσταση γνώσης
- καταγραφή παρατηρήσεων

- αξιολόγηση της εννοιολογικής κατανόησης
- μηχανισμός εξαγωγής αρχικών ιδεών
- οπτική αναπαράσταση σχέσεων μεταξύ θεμάτων, εννοιών

Όλοι οι εννοιολογικοί χάρτες εμφανίζονται με ένα επίπεδο σύνδεσης εκτός από αυτόν της ομάδας 4 που εμφανίζει 3 επίπεδα συνδέσεων. Σκοπός της πρώτης αυτής δραστηριότητας με το MODELLINGSPACE ήταν η πρώτη αποτύπωση των απόψεων των μαθητών μέσα από το πρόγραμμα ώστε σε επόμενη φάση (6<sup>η</sup>) να ανατρέξουν σε αυτούς που δημιούργησαν με σκοπό να αναζητήσουν τυχόν διαφορές στη μεταγνωστική τους πορεία.

Από την ανάλυση των δεδομένων με τα εργαλεία ανάλυσης του MODELLINGSPACE οι ομάδες που χρησιμοποίησαν τις συνεργατικές δυνατότητες του προγράμματος είναι κατά ζεύγη: Ομάδα 1 με την Ομάδα 7 και η Ομάδα 3 με την Ομάδα 4. Για τις υπόλοιπες ομάδες δεν εμφανίστηκαν στοιχεία συνεργασίας στο πρόγραμμα. Τα χαρακτηριστικά της συνεργασίας των ομάδων που αναφέρθηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες 8 και 9.

Ομάδες	Ομάδα 1	Ομάδα 7
Μηνύματα	26	2
Κατοχή κλειδιού	94%	6%
Αίτηση κλειδιού	1	0
Αποστολή κλειδιού	3	1
Άρνηση αποστολής κλειδιού	0	1

Πίνακας 8: Ανάλυση συνεργασίας ομάδων 1 και 7.

Ομάδες	Ομάδα 3	Ομάδα 4
Μηνύματα	5	4
Κατοχή κλειδιού	100%	0%
Αίτηση κλειδιού	0	0
Αποστολή κλειδιού	0	0
Άρνηση αποστολής κλειδιού	0	0

Πίνακας 9: Ανάλυση συνεργασίας ομάδων 3 και 4.

Οι ομάδες 2,3,4,5 και 6, μέσα από τη μελέτη των αρχείων της καταγραφής βίντεο, συνεργάστηκαν προφορικά, σε μικρό βαθμό βέβαια, ώστε να λύσουν κάποιες από τις απορίες τους. Οι

ερωτήσεις που δεχθήκαμε ήταν πολλές και σχετίζονταν τόσο με κάποιες αδυναμίες χρήσης του MODELLINGSPACE όσο και με την παροχή βοήθειας στη δημιουργία των εννοιολογικών χαρτών. Φαίνεται εδώ ότι η χρήση του προγράμματος δυσκόλεψε τις ομάδες.

Οι ομάδες ήταν “κλειστές” στο θέμα της επικοινωνίας και αυτό φαίνεται τόσο από την ποσότητα και την ποιότητα της συνεργασίας των Ομάδων 1 με 7 και 3 με 4, που καταγράφηκαν μέσα από το αρχείο καταγραφής του προγράμματος, όσο και για τις υπόλοιπες ομάδες από το αρχείο βίντεο. Ο χρόνος που διανύθηκε για την τελική διαμόρφωση των εννοιολογικών χαρτών ήταν περίπου 25 λεπτά για όλες τις ομάδες.

#### 4.4.3 Παρατήρηση φαινομένου που εμφανιζόταν μέσω οπτικοακουστικού υλικού (βίντεο)

Στη φάση 4 ζητήθηκε από τους μαθητές να παρατηρήσουν ένα φαινόμενο εξουδετέρωσης που προβλήθηκε στον Η/Υ κάθε ομάδας και να καταγράψουν στο φύλλο εργασίας (Εικόνα 33, βλ. Παράρτημα) τη δική τους εξήγηση για το φαινόμενο. Κατόπιν ακολουθούσε συνεργασία με την ομάδα τους σχετικά με τις απόψεις που κατέγραψαν, αν αυτές μέσα από τη συνεργασία άλλαξαν και με ποιο τρόπο καθώς και η συμπεριφορά της ομάδας τους (ομόφωνες αποφάσεις, στήριξη στην άποψη της πλειοψηφίας, επιβολή απόψεων).



Εικόνα 16: Πείραμα μέσω βίντεο

Στην ερώτηση μας για περιγραφή του φαινομένου που παρατήρησαν στο βίντεο («Μπορείς να περιγράψεις και να εξηγήσεις το φαινόμενο στο βίντεο; Σκέψου μόνος σου και γράψε την απάντησή σου στο φύλλο εργασίας») οι απαντήσεις των μαθητών ήταν πολλές και διαφορετικές. Παραθέτουμε μερικές από αυτές:

1. Έριξε δείκτη στο νερό και παραμένει μωβ. Μετά έριξε βάση και έγινε κόκκινο και όταν πρόσθεσε λίγο οξύ έγινε σαν μωβ, όταν όμως έριξε όλο το οξύ γίνεται πράσινο.
2. Σε ένα ποτήρι ρίχνουμε ένα υγρό και γίνεται μωβ. Το ανακατεύει και μετά ρίχνει λίγο λάδι και γίνεται κόκκινο. Ρίχνει λίγο νερό το ανακατεύει και γίνεται μωβ, ξαναρίχνει νερό και γίνεται σκούρο πράσινο.
3. Στο δείκτη προσθέτουμε οξέα και βάσεις και αλλάζει χρώμα.

Οι μαθητές επικεντρώθηκαν στα αντικείμενα, κυρίως στα χρώματα των υγρών στην αλλαγή τους κατά την προσθήκη νέων, στα υλικά, στην περιγραφή των ενεργειών - στη διαδικασία εκτέλεσης του πειράματος, σε αυτούσιες έννοιες της φυσικής - χημείας. Σε σχέση με τα αντικείμενα: Επικεντρώθηκαν σε απόλυτο ποσοστό στα χρώματα των υγρών και στην αλλαγή αυτών κατά την προσθήκη νέων (οξύ σε δείκτη, βάση στο προηγούμενο διάλυμα). Σε σχέση με τα υλικά: ανέφεραν τα υλικά νερό, ζωμός κόκκινου λάχανου, λάδι, «άγνωστο υγρό», κρίνοντας από το χρώμα που εμφάνιζε το κάθε υλικό. Μικρό ποσοστό επίσης ανέφερε τη διαδικασία που παρατήρησε ως “εξουδετέρωση” βάσεων και οξέων, καθώς επίσης και τα υγρά ως οξύ και βάση, χωρίς όμως να μπορούν να εκφράσουν με σαφήνεια τα υλικά (οξέα, βάσεις).

Αναφορικά με τη συνεργασία των μαθητών («Υπήρξε διαφορά στη γνώμη σου (άλλαξες γνώμη;)  
Αν ναι για ποιο λόγο;», «Πως συμπεριφέρθηκε η ομάδα σου;») όλες οι ομάδες είδαν αρκετές φορές επιπλέον το βίντεο ώστε να μπορέσουν να ανταλλάξουν τις απόψεις τους και να καταλήξουν σε κάποια ουσιώδη συμπεράσματα. Να σημειωθεί εδώ ότι σκόπιμα επιλέχθηκε η προβολή του βίντεο με τη βοήθεια του Η/Υ κάθε ομάδας ώστε να έχουν οι μαθητές τη δυνατότητα να το αναπαράγουν όσες φορές επιθυμούν. Η διαδικασία ελέγχου των ατομικών απαντήσεων μέσα στα πλαίσια της ομάδας λειτούργησε ενισχυτικά, αφού όλες οι ομάδες αναζήτησαν τυχόν λάθη στις απόψεις τους και τις επανεξέτασαν. Για παράδειγμα μια μαθήτρια αναφέρει: «Άλλαξε η άποψή μου γιατί σκέφτηκα ότι μπορεί να μην είναι λάδι το πρώτο ούτε νερό το δεύτερο», ενός άλλου μαθητή «η ομάδα μου απέδειξε ότι το χρώμα τελικά είναι σκούρο πράσινο», «όλοι μαζί συμφωνήσαμε ότι οι πρώτες απαντήσεις μας ήταν όλες λάθος».

Συμπεραίνουμε ότι όταν οι μαθητές παρατηρούν το βίντεο δίνουν διαφορετικές απαντήσεις από όταν το εξηγούν. Ποια η διαφορά ανάμεσα στην παρατήρηση και στην εξήγηση του βίντεο; Γιατί προκύπτουν οι διαφορές στις κατηγορίες στις δύο περιπτώσεις; Όταν το εξηγούν σαφώς είναι διαφορετική γνωστική διαδικασία από ότι όταν το παρατηρούν. Η παρατήρηση είναι στο φαινομενολογικό επίπεδο (οπότε η συζήτηση εστιάζεται σε αυτά που φαίνονται ή παρατηρούνται, τη μορφή συνεπώς ) ενώ η εξήγηση μετατοπίζεται στο επίπεδο των συλλογισμών για τα αίτια (που ενδεχομένως δεν είναι εμφανή και προέρχονται από τη φύση των υλικών, τις ιδιότητές τους, κλπ.) όπου εμπλέκονται οι έννοιες και τα μοντέλα που σχετίζονται με το χημικό αυτό φαινόμενο. Η παρατήρηση αντιστοιχεί στο πρώτο επίπεδο της πραγματικότητας ενώ η εξήγηση στο δεύτερο της αναπαράστασης (Σμυρναίου Ζ. κ.α. 2008).

#### 4.4.4 Πειραματισμός με απλά καθημερινά υλικά

Στη φάση 5 πραγματοποιήθηκε η πειραματική διαδικασία με οξέα και βάσεις στο εργαστήριο φυσικής. Η φάση αυτή είχε 6 βήματα:

1. Ατομική καταγραφή υποθέσεων σχετικά με τον τρόπο πραγματοποίησης των πειραμάτων, με τις μετρήσεις και παρατηρήσεις, μεταβλητοί και σταθεροί παράγοντες.
2. Ομαδική συζήτηση απόψεων και τυχόν αλλαγές ή μετατροπές στις παραπάνω μεταβλητές



3. Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων και υποθέσεων σε ατομικό επίπεδο.
4. Διατύπωση και μετατροπή των προηγούμενων ερευνητικών ερωτημάτων και των υποθέσεων σε ομαδικό επίπεδο.
5. Πραγματοποίηση και καταγραφή της πειραματικής διαδικασίας βήμα – βήμα.
6. Συμπερασματικές απόψεις των μαθητών (επιβεβαίωση ή όχι των υποθέσεων του 3<sup>ου</sup> βήματος)

Αναλύοντας τις απαντήσεις των μαθητών στα φύλλα εργασίας (Εικόνα 34, βλ. Παράρτημα) παρατηρήσαμε:

Βήμα 1<sup>ο</sup>: Η διαδικασία ατομικού συλλογισμού και γραπτής αποτύπωσης στα φύλλα εργασίας των απόψεων τους ήταν:

1. Προσθήκη υλικών μέσα σε άλλα περιγράφοντάς τα με τις καθημερινές ονομασίες τους (κυρίως οξέα ή βάσεις σε δείκτη και οξέα σε βάσεις και το αντίστροφο).
2. Αλλαγή του χρώματος του δείκτη ή/και αλλαγή του χρώματος των υλικών, αλλαγή γεύσης (παρατήρηση - μέτρηση)
3. Μεταβολή χρώματος δείκτη (μεταβλητός παράγοντας)
4. Απουσία σταθερού παράγοντα («τίποτα δε θα παραμείνει σταθερό»)

Βήμα 2<sup>ο</sup>: Κατά την ομαδική διαδικασία επεξεργασίας των απαντήσεών τους οι μαθητές πρόσθεσαν και αποσαφήνισαν τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουν για τα πειράματά τους. Οι παράγοντες 2, 3 και 4 του βήματος 1 παρέμειναν ίδιοι.

Βήμα 3<sup>ο</sup>: Οι μαθητές κλήθηκαν να διατυπώσουν τα ερευνητικά τους ερωτήματα και υποθέσεις, ατομικά, σχετικά με το ποιες ουσίες από την καθημερινή ζωή είναι βασικές ή όξινες. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε μερικά από αυτά τα υλικά: απορρυπαντικό πιάτων, χυμός από λεμόνι και πορτοκάλι, ξίδι, νερό, μπίρα, υδροχλωρικό οξύ, κρασί, απορρυπαντικό ρούχων κ.α. Οι πιθανές απαντήσεις που παρέθεσαν χωρίζονται σε 3 κατηγορίες:

1. Ανάλογα με το χρώμα του δείκτη.
2. Ανάλογα με τις επιδράσεις σε άλλα υλικά (διάλυση αλάτων, καθαρισμός κ.α.).
3. Ανάλογα με τις αισθήσεις (γεύση, αφή, όσφρηση).

Βήμα 4<sup>ο</sup>: Σε ομαδικό επίπεδο τα ερευνητικά ερωτήματα και οι υποθέσεις πολλαπλασιάστηκαν ως αποτέλεσμα της συνεργασίας των μαθητών. Σχεδόν όλες οι ατομικές απόψεις έγιναν συλλογικές παρατηρώντας όμως ότι το ενδεχόμενο σφάλματος για τις απόψεις των υπολοίπων μέσα στην ομάδα είναι υψηλότερο σε σχέση με το ατομικό («πιστεύω ότι το κρασί είναι βάση και όταν το ρίξουμε μέσα στο δείκτη θα γίνει κόκκινος αλλά δεν είμαι σίγουρη»).

Βήμα 5<sup>ο</sup>: Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο φυσικής του σχολείου, το οποίο δεν είναι εξοπλισμένο. Τα υλικά συγκεντρώθηκαν από το δάσκαλο ώστε να οργανωθεί με καλύτερο τρόπο η

πειραματική διαδικασία και να αποφευχθούν πιθανοί κίνδυνοι από τη λάθος χρήση. Προστέθηκαν και άλλα υλικά που δεν είχαν αναφέρει στα φύλλα εργασίας οι μαθητές ώστε να διευρυνθεί το πεδίο της έρευνάς τους. Οι ομάδες, όπως ορίστηκαν στην αρχή, πραγματοποίησαν τα πειράματά τους καταγράφοντας τα υλικά που χρησιμοποιούσαν και το αποτέλεσμα σε κάθε ένα από αυτά. Σημείο αναφοράς αποτέλεσε η χρήση του δείκτη για την ανίχνευση της όξινης ή βασικής ιδιότητας των διαλυμάτων.

Βήμα 6<sup>ο</sup>: Τελευταίο στάδιο της πειραματικής διαδικασίας αποτέλεσε η αποτύπωση των αποτελεσμάτων συγκρινόμενα με τις υποθέσεις του βήματος 3. Κατέγραψαν ποιες από αυτές επιβεβαιώθηκαν και ποιες όχι, δικαιολογώντας την άποψή τους.

Κατά την πραγματοποίηση της φάσης αυτής διαπιστώσαμε ότι οι μαθητές δυσκολεύτηκαν αρκετά στην καταγραφή των υποθέσεών τους, των ερευνητικών τους ερωτημάτων και των πιθανών απαντήσεων. Το 50% αυτών συνάντησαν τα φύλλα εργασίας για πρώτη φορά κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων της εργασίας μας καθώς επίσης και για το σύνολο των μαθητών η διαδικασία καταγραφής των υποθέσεών τους και των απόψεών τους ήταν επίπονη αφού αυτό μέχρι εκείνη τη χρονική στιγμή γινόταν μόνο προφορικά μέσα στα πλαίσια της διδασκαλίας.

Μετά το πέρας των πειραμάτων οι μαθητές κατέληξαν σε γενικά συμπεράσματα τα οποία είναι στη σωστή κατεύθυνση.

1. Ο δείκτης είναι το ζωμό του κόκκινου λάχανου το οποίο αλλάζει χρώμα με την προσθήκη βάσης ή οξέως.
2. Η προσθήκη οξέως έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του χρώματος του δείκτη σε ροζ.
3. Η προσθήκη βάσεως έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του χρώματος του δείκτη σε πράσινο.
4. Ο χυμός από λεμόνι, το ξύδι, είναι οξέα και επομένως με την προσθήκη του δείκτη, το χρώμα γίνεται ροζ.
5. Το απορρυπαντικό για τα ρούχα, η γλωρίνη, το απορρυπαντικό» για πλύσιμο πιάτων είναι βάσεις και με την προσθήκη του δείκτη, το χρώμα γίνεται πράσινο.
6. Όση ποσότητα δείκτη κι αν προσθέσουμε σε οξύ ή βάση το χρώμα του δεν αλλάζει.

#### **4.4.5 Πειραματισμός με το MODELLINGSPACE**

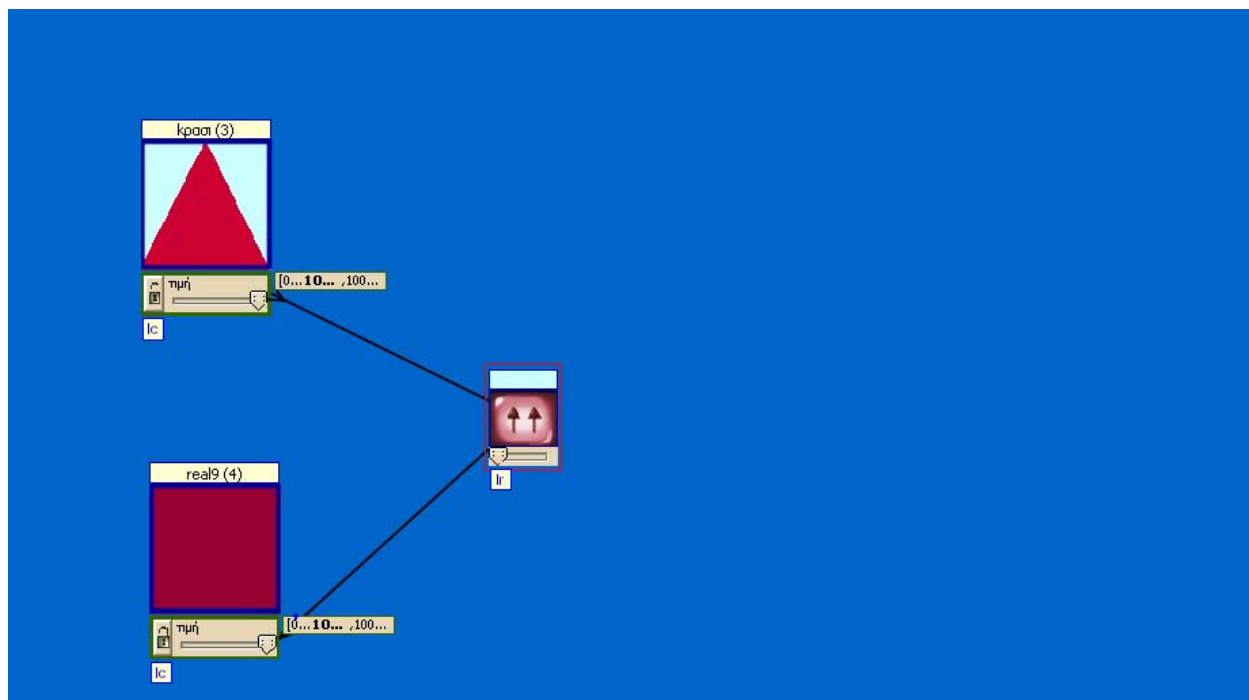
Η 6<sup>η</sup> φάση αποτέλεσε το σχεδιασμό μοντέλων από τους μαθητές με το MODELLINGSPACE με τα ακόλουθα βήματα:

1. Μοντελοποίηση πειραμάτων εργαστηρίου Φυσικής.
2. Έλεγχος, επαναπροσδιορισμός και προσθήκη εννοιών των εννοιολογικών χαρτών της 3<sup>ης</sup> φάσης.

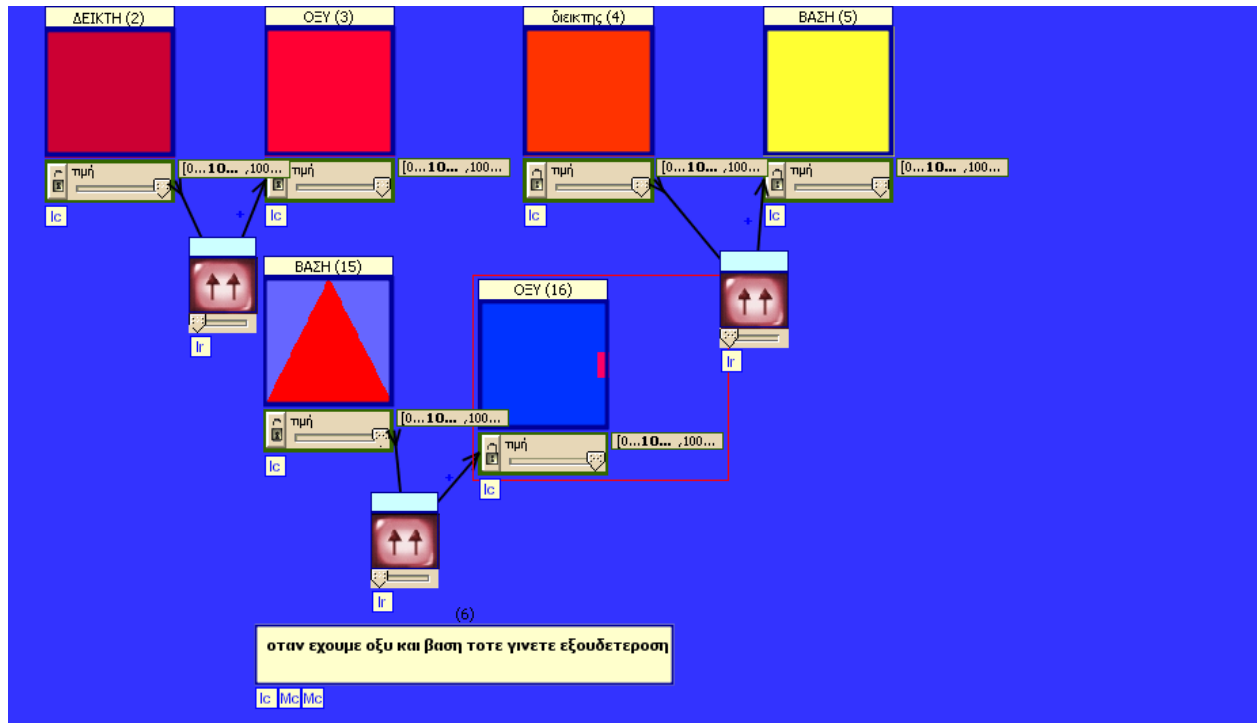
### 3. Σενάριο δημιουργίας εννοιολογικού χάρτη σχετικά με τη φθορά των δοντιών.

Σενάρια για το 1<sup>ο</sup> βήμα αποτέλεσαν τα πειράματα που πραγματοποίησαν οι μαθητές στη προηγούμενη φάση. Με τη βοήθεια φύλλων εργασίας (Εικόνα 34, βλ. Παράρτημα) οργάνωσαν τα σενάρια τους ομαδικά, χρησιμοποιώντας με σχετική ευκολία τόσο τις αφηρημένες έννοιες των βιβλιοθηκών του MODELLINGSPACE όσο και τις ημιποσοτικές σχέσεις που συνέδεαν αυτές τις έννοιες. Ακολούθησε η προσομοίωση των μοντέλων τους ώστε να παρατηρήσουν – ελέγξουν τα αποτελέσματά τους.

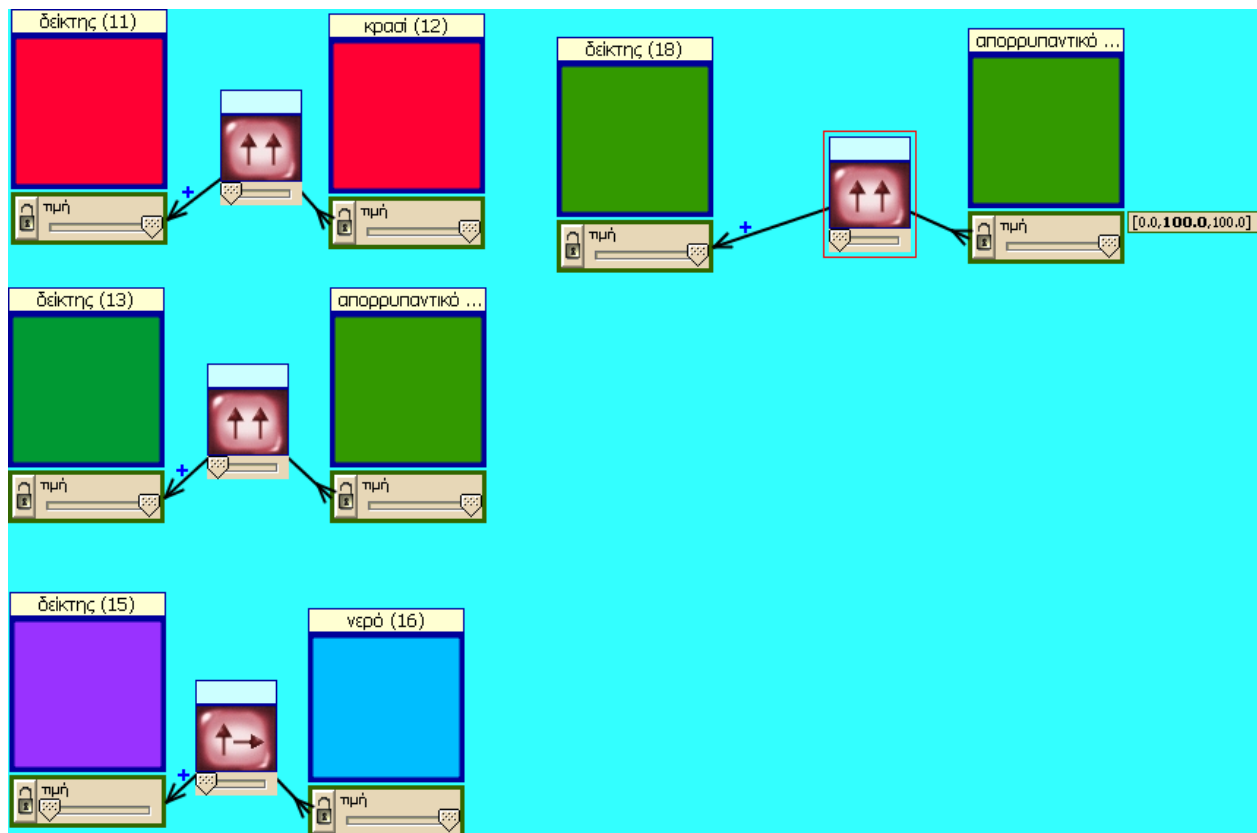
Πριν προχωρήσουν στο σχεδιασμό των μοντέλων τους στο MODELLINGSPACE κατέγραψαν, σε ομαδικό επίπεδο α) το είδος των οντοτήτων, β) τις ιδιότητες που θα έχουν, καθώς και γ) ποιες θα είναι οι σχέσεις που θα τις διέπουν. Όλες οι ομάδες έδωσαν σωστές απαντήσεις και για τα τρία παραπάνω ζητούμενα, από το οποίο συμπεραίνουμε ότι είχαν κατανοήσει τη λειτουργία του προγράμματος.



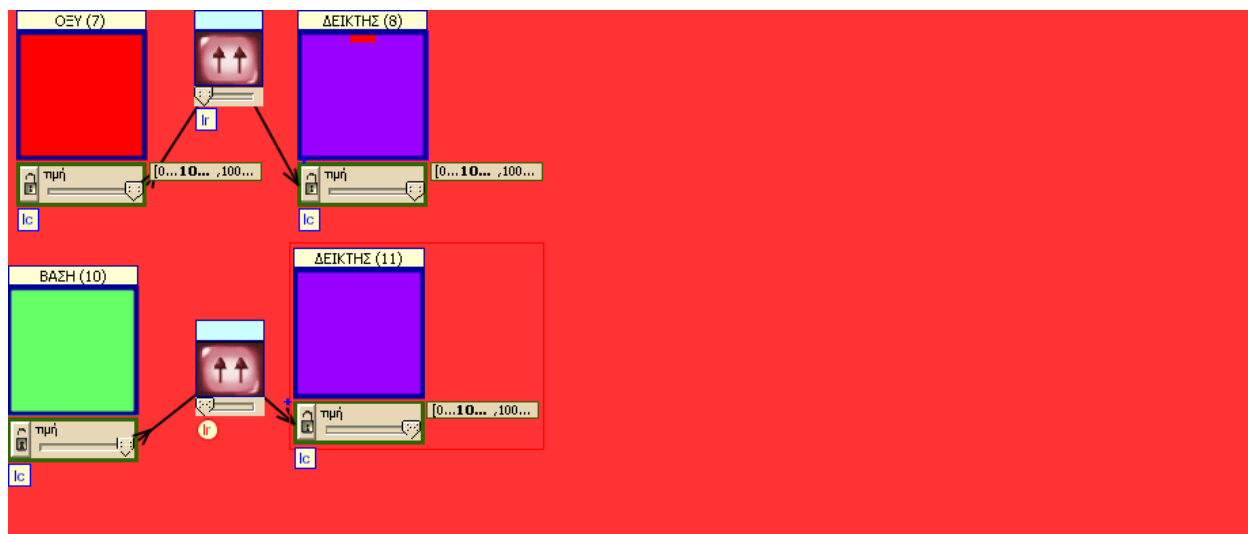
Εικόνα 17: Μοντέλο ομάδας 1



Εικόνα 18: Μοντέλο ομάδας 2



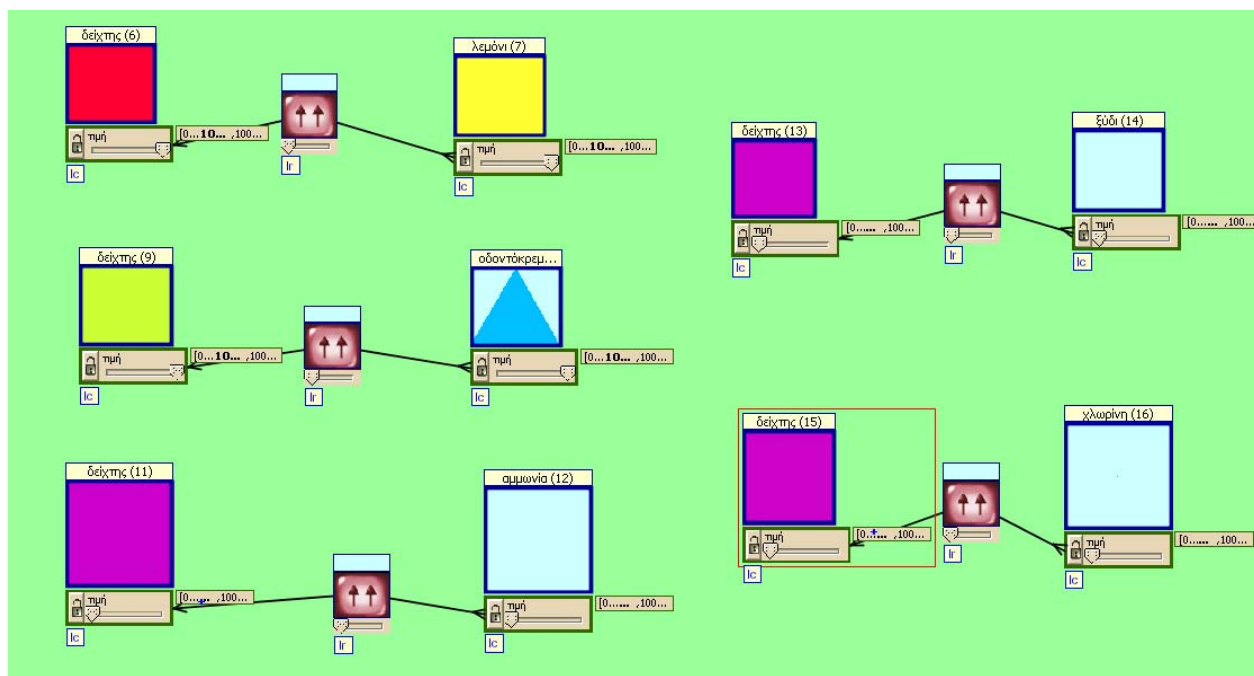
Εικόνα 19: Μοντέλο ομάδας 4



Εικόνα 20: Μοντέλο ομάδας 5



Εικόνα 21: Μοντέλο ομάδας 6



Εικόνα 22: Μοντέλο ομάδας 7

Στο περιβάλλον μοντελοποίησης οι μαθητές χρησιμοποίησαν τις ανοικτές-αφηρημένες οντότητες, ώστε να μπορούν ελεύθερα να εκφράσουν τις ιδέες τους, να τις ονομάσουν και να γράψουν τις ιδιότητές τους. Παρόλο που όλες σχεδόν οι ομάδες μαθητών κατέληξαν σε ανάλογα συμπεράσματα μετά την ολοκλήρωση των πειραμάτων με τα αντικείμενα - υλικά, όπως φάνηκε στη συνέχεια, τα μοντέλα που οικοδόμησαν στο λογισμικό μοντελοποίησης ήταν διαφορετικά. Οι απαντήσεις των μαθητών μπορούν να ανήκουν σε περισσότερες από μία κατηγορίες. Συγκεκριμένα, τα μοντέλα διέφεραν ως προς τα ονόματα των οντοτήτων που χρησιμοποίησαν, αλλά και ως προς τις ημιποσοτικές σχέσεις που χρησιμοποίησαν για να τις συνδέσουν.

1. Ως προς το είδος των οντοτήτων που οι μαθητές χρησιμοποίησαν, όλες οι ομάδες χρησιμοποίησαν ανοικτές-αφηρημένες οντότητες.
2. Ως προς τα ονόματα των οντοτήτων που χρησιμοποίησαν οι μαθητές, ονόμασαν τις οντότητες αναφερόμενοι στα αντικείμενα (λεμόνι, ξίδι) και στις έννοιες (βάση, οξύ, δείκτης).
3. Ως προς την επιλογή των σχέσεων. Η πλειοψηφία των μοντέλων (16) περιέχουν την ημιποσοτική σχέση της αναλογίας «αυξάνεται – αυξάνεται» ενώ 1 την ημιποσοτική σχέση της σταθεράς «το ένα αυξάνεται το άλλο σταθερό», όπου προσπαθούν να απεικονίσουν το συμπέρασμα ότι «όσο και να αυξάνεται η ποσότητα του διαλύματος οξέος ή βάσης το χρώμα του δείκτη παραμένει σταθερό».

Στην ομάδα 2 εμφανίζεται ένα μοντέλο που προσεγγίζει την έννοια της εξουδετέρωσης. Οι μαθητές αυτής της ομάδας οικοδόμησαν ένα μοντέλο, με το οποίο, προσπαθούν να αναπαραστήσουν την

έννοια της εξουδετέρωσης. Ειδικότερα, έχουν σχεδιάσει δυο οντότητες την οντότητα οξύ και την οντότητα βάση οι οποίες αλλάζουν χρώμα χωρίς την παρουσία δείκτη.

Όσον αφορά τα συμπεράσματα που περιγράφουν τα μοντέλα είναι τα συμπεράσματα της πειραματικής διαδικασίας που τους ζητήσαμε να τα απεικονίσουν με συμβολική μορφή οικοδομώντας ένα μοντέλο στο MODELLINGSPACE. Δηλαδή:

1. Ο δείκτης είναι «το ζυμό του κόκκινου λάχανου» το οποίο αλλάζει χρώμα με την προσθήκη βάσης ή οξέως.
2. Η προσθήκη οξέως ή βάσεως έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του χρώματος του δείκτη σε κόκκινο ή πράσινο αντίστοιχα.
3. Ο χυμός από λεμόνι, το ξίδι, το κρασί, είναι οξέα και επομένως με την προσθήκη του δείκτη, το χρώμα γίνεται κόκκινο, ενώ απορρυπαντικό για τα ρούχα, το απορρυπαντικό για τα πιάτων, η αμμωνία, η οδοντόκρεμα είναι βάσεις και με την προσθήκη του δείκτη, το χρώμα γίνεται πράσινο
4. Όση ποσότητα δείκτη κι αν προσθέσουμε σε οξύ ή βάση το χρώμα του δεν αλλάζει.

Σε όλα τα μοντέλα έχουν εισαχθεί οι σωστές σχέσεις.

Προσομοίωση και έλεγχος – παρατηρήσεις έγιναν και κατά ζεύγη ομάδων σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα:

Η ομάδα 1 προσομοίωσε ένα μοντέλο της ομάδας 2

Η ομάδα 2 προσομοίωσε ένα μοντέλο της ομάδας 1

Η ομάδα 3 προσομοίωσε ένα μοντέλο της ομάδας 4

Η ομάδα 4 προσομοίωσε ένα μοντέλο της ομάδας 3

Η ομάδα 5 προσομοίωσε ένα μοντέλο της ομάδας 6

Η ομάδα 6 προσομοίωσε ένα μοντέλο της ομάδας 5

Η ομάδα 7 προσομοίωσε ένα μοντέλο της ομάδας 1

Στόχος της παραπάνω διαδικασίας ήταν να μπορέσουν οι μαθητές από τις υπόλοιπες ομάδες να παρατηρήσουν τυχόν διαφορετικά μοντέλα και αποτελέσματα τα οποία και κατέγραφαν στα φύλλα εργασίας τους.

Από το αρχείο συμβάντων και την αναπαραγωγή της διαδικασίας κατασκευής των μοντέλων που ακολούθησαν οι μαθητές διαπιστώνουμε:

1. Πολύ μικρή συνεργασία σε επίπεδο ομάδων μέσα από το MODELLINGSPACE

2. Αυξημένο ποσοστό λαθών κατά τη δημιουργία του πρώτου μοντέλου. Τα λάθη περιορίστηκαν και σε αρκετές περιπτώσεις εξαλείφθηκαν κατά την κατασκευή των επόμενων μοντέλων.
3. Συνεχείς προσπάθειες προσομοιώσεων των μοντέλων ακόμη και όταν δεν υπήρχαν σχέσεις ορισμένες ανάμεσα στις αφηρημένες οντότητες.
4. Ικανοποιητικό επίπεδο συνεργασίας μεταξύ των μελών των ομάδων.

Η 1<sup>η</sup> διαπίστωση εμφανίζεται στους πίνακες 10 και 11. Οι 4 από τις 6 ομάδες που εργάστηκαν πάνω σε δραστηριότητες μοντελοποίησης συνεργάστηκαν μέσα από το MODELLINGSPACE, χωρίς να αναπτύξουν ένα ουσιαστικό επίπεδο συνεργασίας.

Ομάδες	Ομάδα 1	Ομάδα 2
Μηνύματα	0	0
Κατοχή κλειδιού	69%	31%

Πίνακας 10: Ανάλυση συνεργασίας ομάδων 1 και 2.

Ομάδες	Ομάδα 4	Ομάδα 5
Μηνύματα	4	5
Κατοχή κλειδιού	81%	19%

Πίνακας 11: Ανάλυση συνεργασίας ομάδων 4 και 5.

Στο δεύτερο βήμα ζητήθηκε από τους μαθητές να μελετήσουν, να ελέγξουν και να εμπλουτίσουν τους εννοιολογικούς χάρτες που είχαν ετοιμάσει με το MODELLINGSPACE στη φάση 3. Σκοπός της δραστηριότητας αυτής ήταν να αναζητήσουν λάθη, παρανοήσεις σε θέματα εννοιών αλλά και να αναπροσαρμόσουν τη δομή του εννοιολογικού τους χάρτη μετά από την πραγματοποίηση των επόμενων δραστηριοτήτων. Στον πίνακα 12 παραθέτουμε ποιες ομάδες άλλαξαν κάποια στοιχεία σε σχέση με τον πρώτο εννοιολογικό χάρτη.

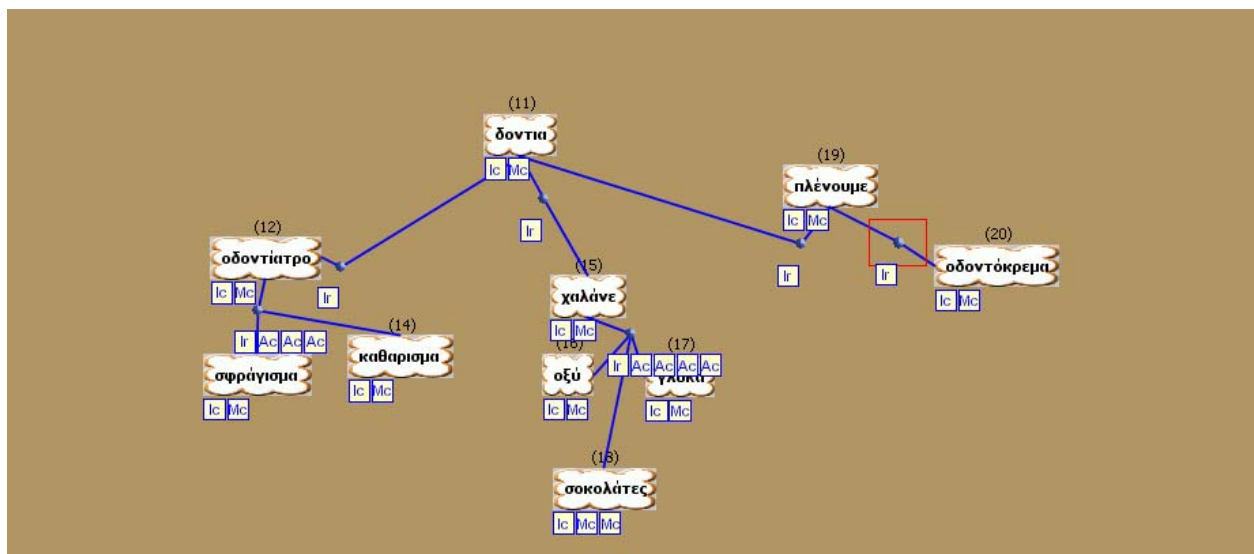
Ομάδες	2 <sup>ος</sup> ενν. χάρτης
1	OXI
2	OXI
3	NAI
4	OXI



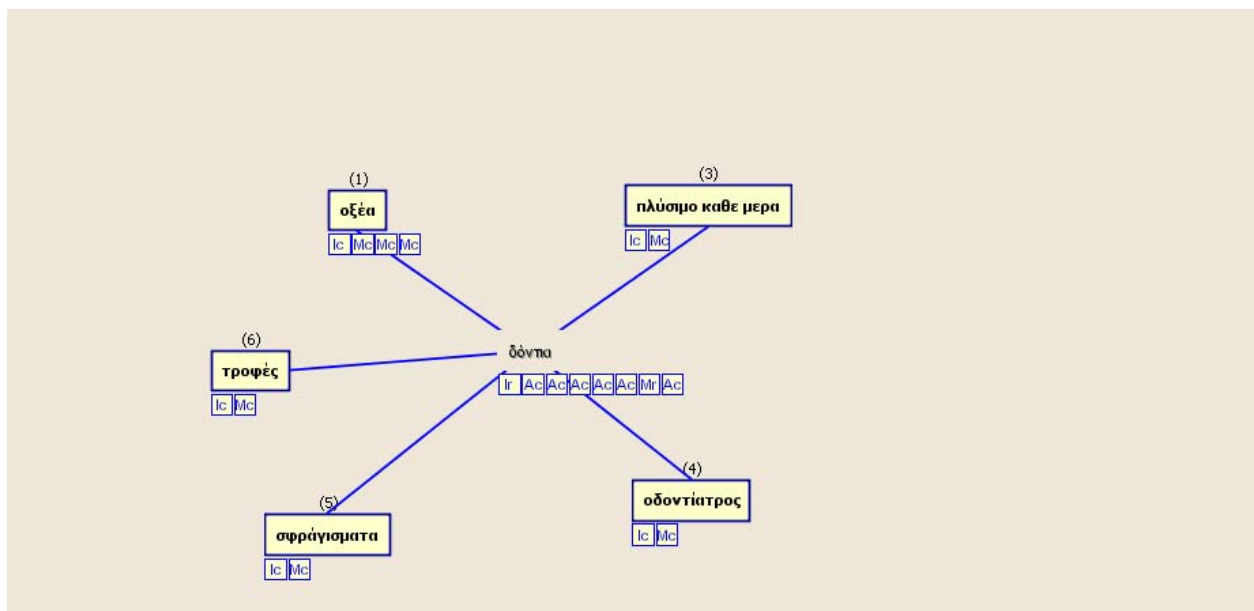
5	OXI
6	ΝΑΙ
7	OXI

Πίνακας 12: Αλλαγές με βάση τον πρώτο εννοιολογικό χάρτη

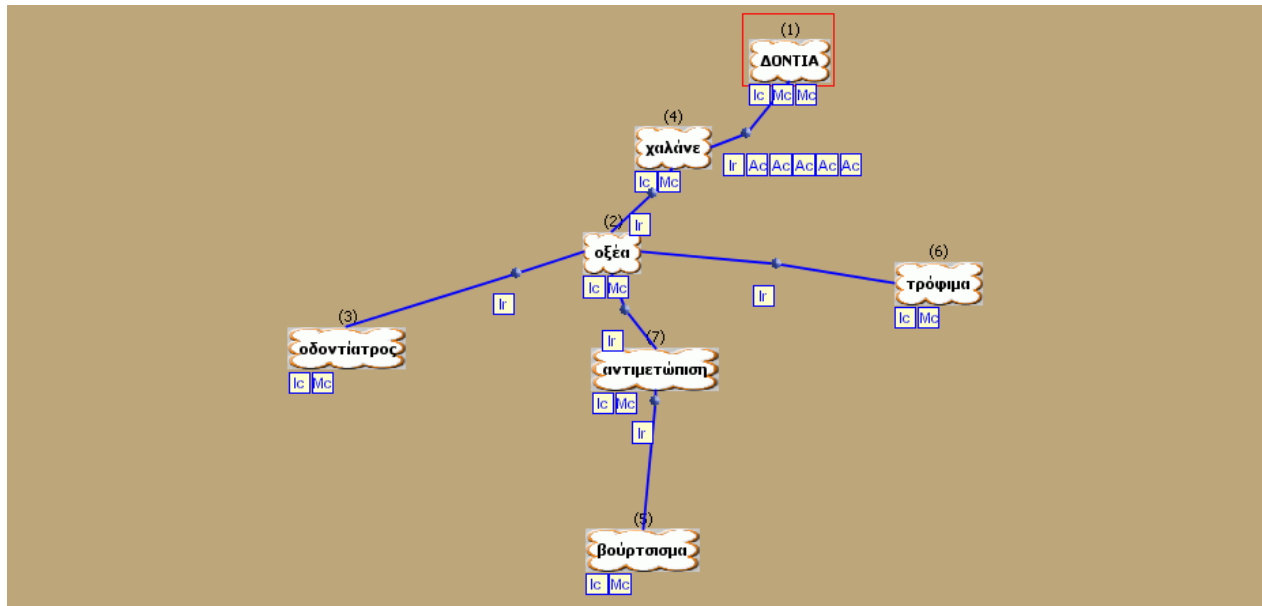
Στο τρίτο βήμα ζητήθηκε από τους μαθητές να εργαστούν να παρουσιάσουν μέσα από το MODELLINGSPACE έναν εννοιολογικό χάρτη με τη διαδικασία φθοράς των δοντιών. Στο φύλλο εργασίας για αυτό το σενάριο οι μαθητές καθοδηγήθηκαν μερικώς.



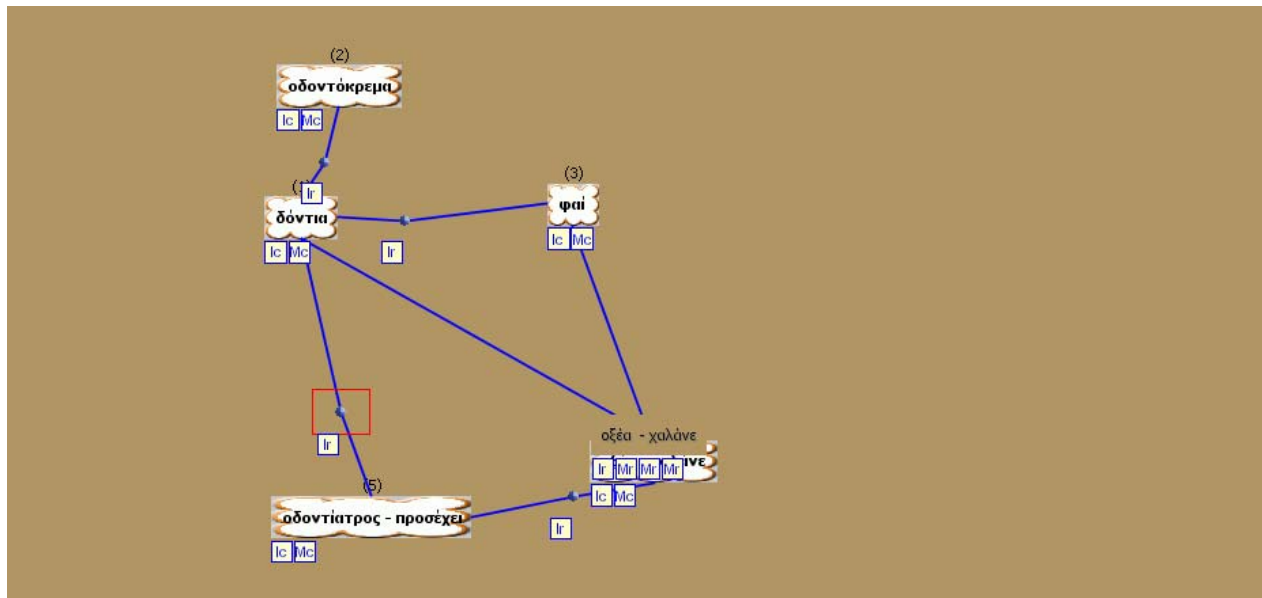
Εικόνα 23: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 1



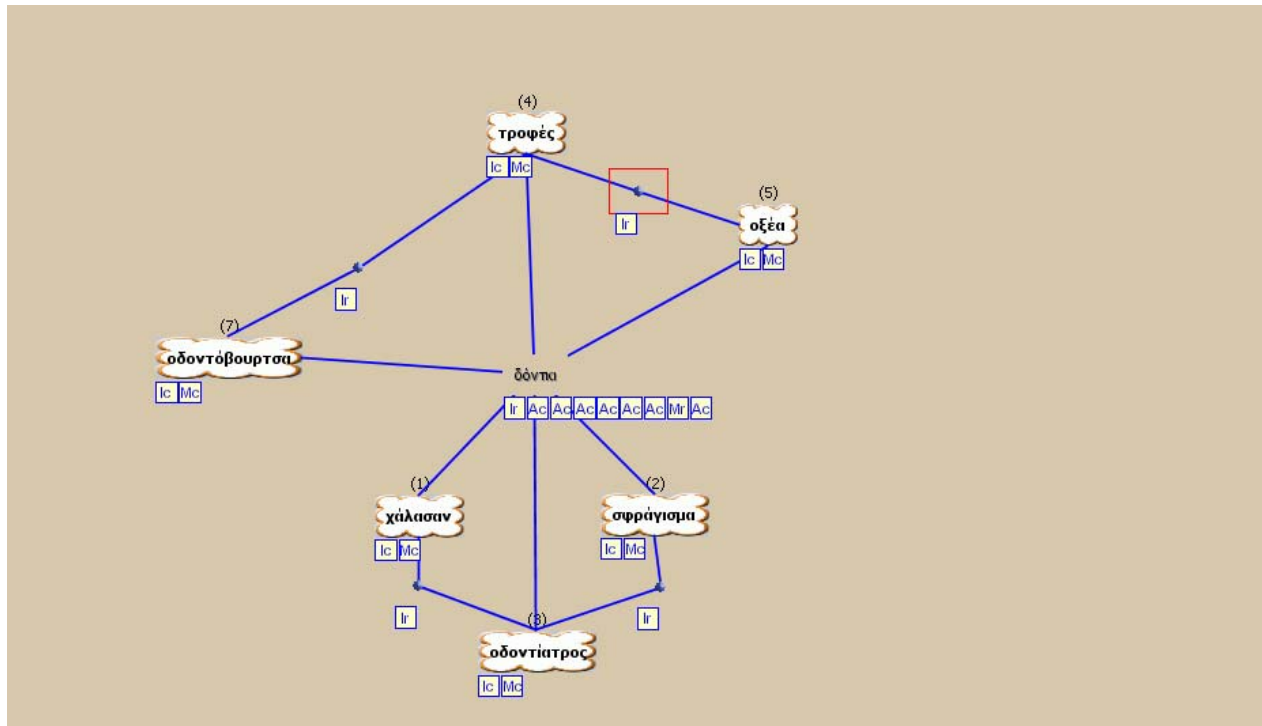
Εικόνα 24: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 2



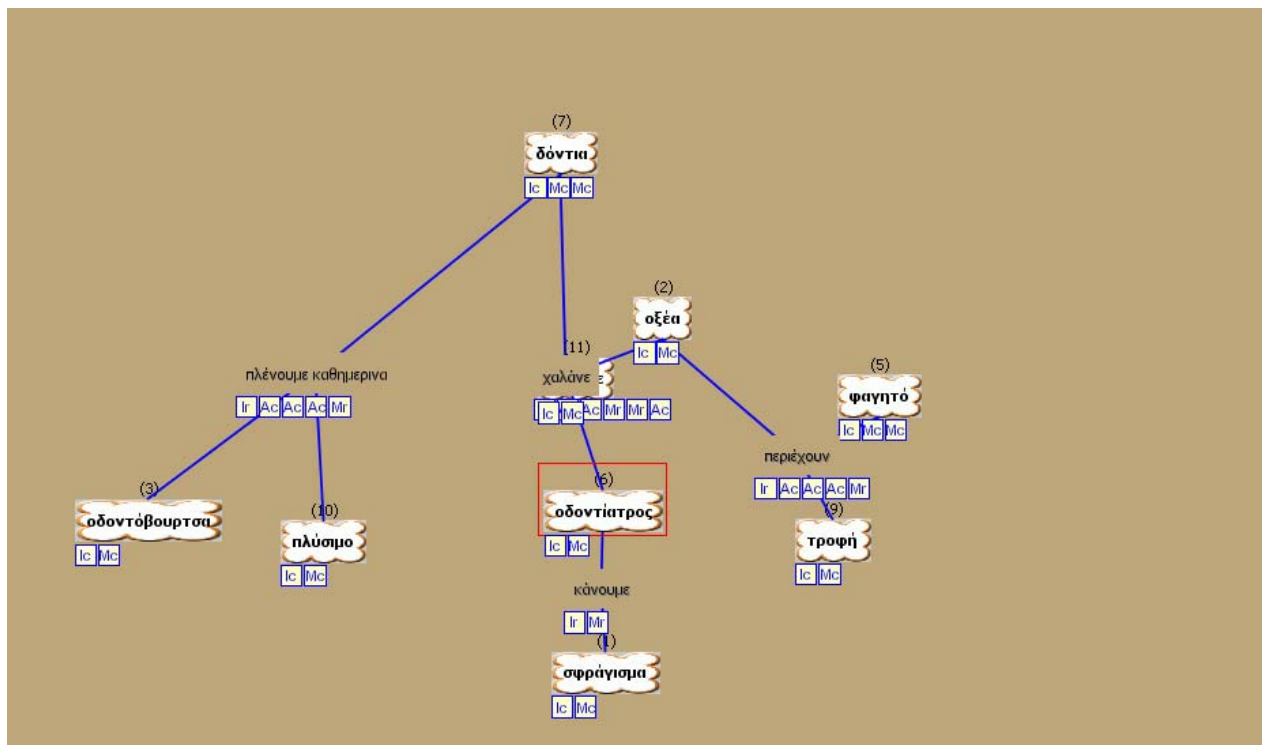
Εικόνα 25: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 4



Εικόνα 26: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 5



Εικόνα 27: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 6



Εικόνα 28: Εννοιολογικός χάρτης ομάδας 7

ΟΜΑΔΑ	ΚΟΜΒΟΙ	ΣΧΕΣΕΙΣ	ΒΑΘΟΣ	ΤΥΠΟΣ
1	10	8	3	Ιεραρχικός
2	6	5	1	Αστέρας
3	0	0	0	Αστέρας
4	7	6	2	Αστέρας
5	5	6	2	Αστέρας
6	7	10	2	Αστέρας
7	12	11	4	Ιεραρχικός

Πίνακας 13: Αναπαράσταση εννοιολογικών χαρτών σεναρίου

Το σενάριο του εννοιολογικού χάρτη χρησιμοποιήθηκε για να μπορέσουν οι μαθητές να εξωτερικεύσουν με δομημένο τρόπο τις αναπαραστάσεις τους για τα οξέα και τις βάσεις. Από τις περιγραφές των εννοιολογικών χαρτών που παρουσιάζονται μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η δόμηση των νέων εννοιών που συγκρότησαν οι μαθητές καθ' όλη την διαδικασία των δραστηριοτήτων τους βρίσκεται σε καλό επίπεδο. Διαπιστώνουμε σε αυτό το σημείο τη δυσκολία των μαθητών, αφού πέρασαν από το στάδιο της παρατήρησης και του πειραματισμού, να περάσουν εξ ολοκλήρου στο στάδιο της αφαίρεσης και της γενίκευσης αυτών των ιδεών. Δεν υπάρχουν οι παρανοήσεις που διαπιστώθηκαν στην αρχή των δραστηριοτήτων, όμως η εννοιολογική αλλαγή δεν μπορεί να παρατηρηθεί ξεκάθαρα.

Τέσσερις από τους χάρτες εμφανίστηκαν με τη μορφή αστέρα και δύο ιεραρχικοί (Πίνακας 13). Ο αριθμός των εννοιών μπορεί να χαρακτηριστεί ικανοποιητικός, εκτός αυτών των ομάδων 2 και 5. Ο αριθμός και η ορθότητα των συνδέσεων, σχετιζόμενα με το επίπεδο των μαθητών δεν ικανοποιεί τα θεωρητικά δεδομένα ανάπτυξης των εννοιολογικών χαρτών. Όσον αφορά στους γνωστικούς στόχους, διαπιστώθηκε ότι επιτεύχθηκαν κυρίως στόχοι σε επίπεδο κατανόησης των παρουσιαζόμενων εννοιών και συνδέσεών τους, ενώ η πραγμάτωση υψηλότερου επιπέδου γνωστικών στόχων όπως ανάλυσης και σύνθεσης δεν επιτεύχθηκαν σε μεγάλο βαθμό. Κατά τη δημιουργική φάση της υλοποίησης η παρέμβαση του δασκάλου ήταν ελάχιστη. Αντίθετα χρειάστηκε να παρέμβουμε αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της διαπραγμάτευσης, δίνοντας επιπλέον κριτήρια για τη σωστή επιλογή των κόμβων. Αυτό έγινε μόνο όπου κρίθηκε απαραίτητο για τη διασφάλιση της αρμονικής συνεργασίας των μελών και των ομάδων μεταξύ τους.

#### 4.4.6 Post test

Την 7<sup>η</sup> φάση της εργασίας αποτέλεσε η μετά - αξιολόγηση των μαθητών σε ατομικό επίπεδο. Τα ερωτήματα που περιέχονταν σε αυτή την αξιολόγηση περιελάμβαναν (Εικόνα 36, βλ. Παράρτημα):

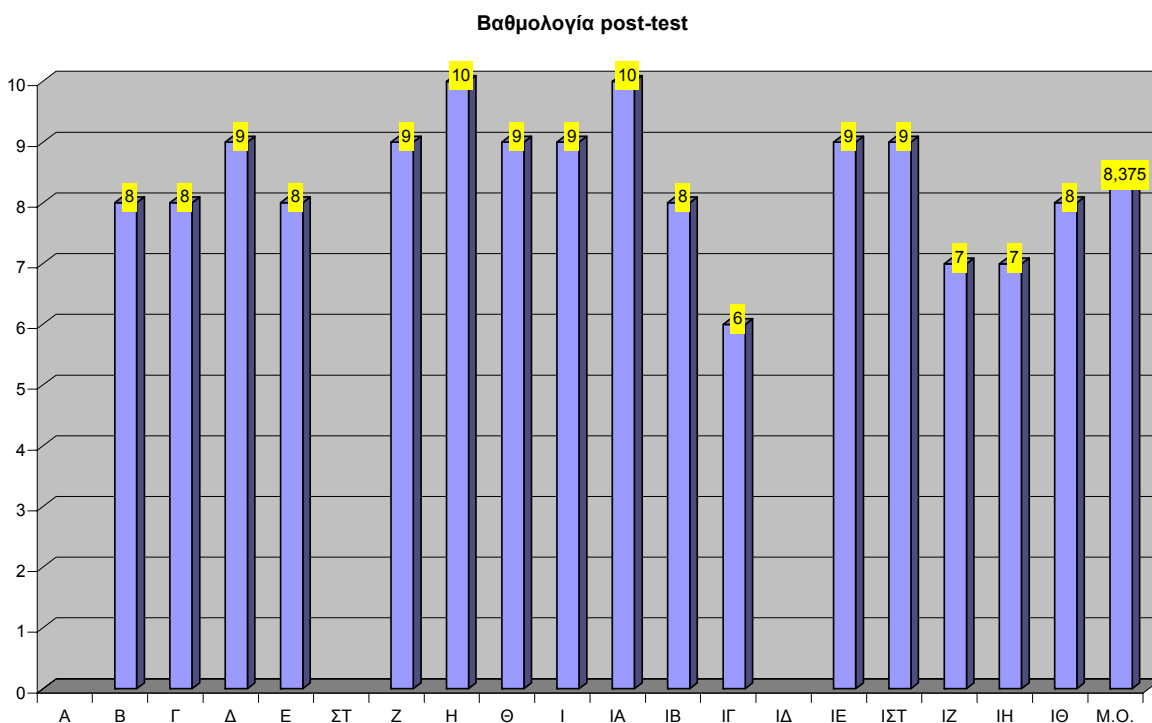
1. Τα αρχικά ερωτήματα της αξιολόγησης κατά την 2<sup>η</sup> φάση (ερωτήματα 1 έως 6).

2. Ερωτήματα που τέθηκαν για την αναζήτηση του ποσοστού κτήσης της νέας γνώσης τόσο από την πειραματική διαδικασία όσο και από τη μοντελοποίηση (ερωτήματα 7-13).
3. Χρήση του προγράμματος MODELLINGSPACE (ερώτημα 13).

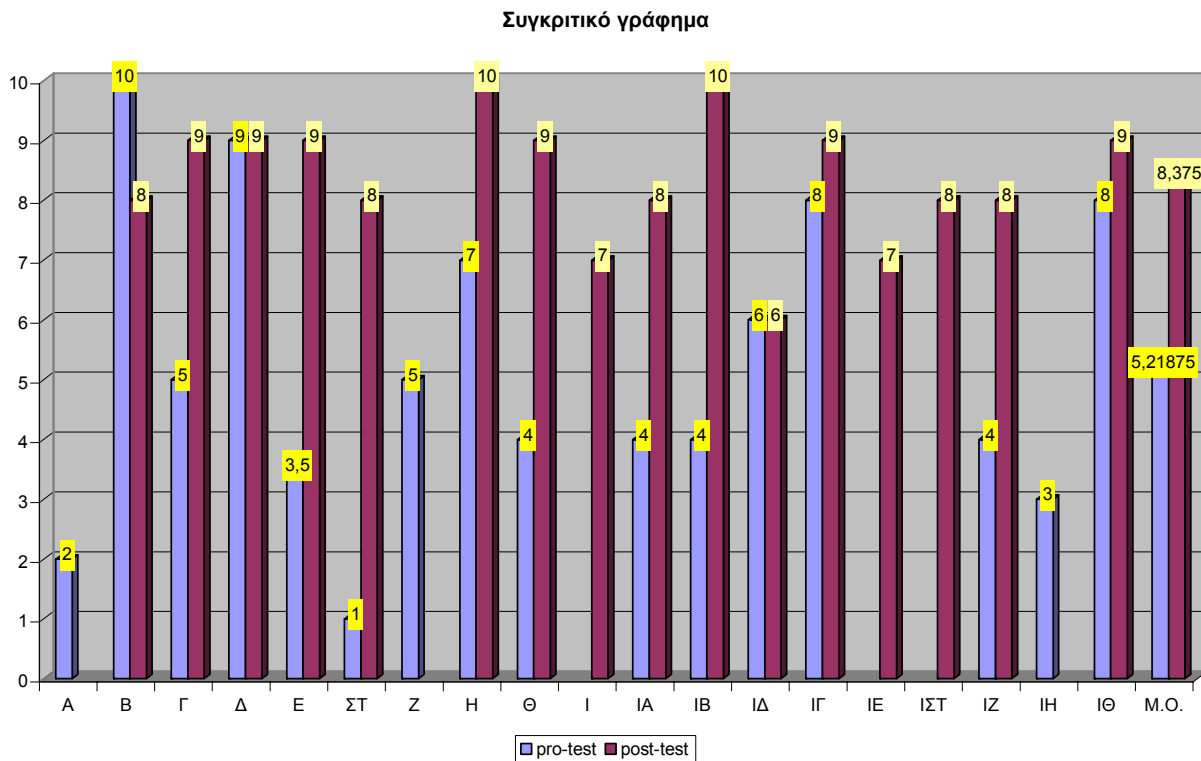
Παρακάτω παραθέτουμε τη βαθμολογία αναλυτικά για τους μαθητές που αξιολογήθηκαν σε αυτή τη φάση όσο και το μέσο όρο αυτής.

Μαθητές	A	B	Γ	Δ	E	ΣΤ	Z	H	Θ	I	ΙΑ	ΙΒ	ΙΓ	ΙΔ	ΙΕ	ΙΣΤ	ΙΖ	ΙΗ	ΙΘ	M.O
Βαθμός		8	8	9	8		9	10	9	9	10	8	6		9	9	7	7	8	8,375

Πίνακας 14: Βαθμολογία post-test



Εικόνα 29: Βαθμολογία post-test με άριστα το 10.



Εικόνα 30: Συγκριτική βαθμολογία pre-test και post-test με άριστα το 10.

Μέσα από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του τελικού τεστ των μαθητών παρατηρούμε μια αρκετά μεγάλη αλλαγή. Στο πρώτο μέρος (αρχικά ερωτήματα pre-test) δόθηκαν απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις σε αντίθεση με το pre-test. Στην ερώτηση 1 («Ονομάστε 4 οξέα που περιέχονται σε προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.») καταγράφηκαν παραπάνω από 4 οξέα από το σύνολο των μαθητών προσθέτοντας και άλλα από αυτά που είχαν καταγράψει αρχικά (απορρυπαντικό για καθαρισμό αλάτων, αναψυκτικό, μυρμηγκικό οξύ). Στην αντίστοιχη ερώτηση (3) για τις βάσεις («Ονομάστε 4 βάσεις που περιέχονται σε προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.») καταγράφηκαν παραπάνω από 4 βάσεις από το σύνολο των μαθητών προσθέτοντας και άλλες από αυτές που είχαν καταγράψει αρχικά (απορρυπαντικό για τα πιάτα, οδοντόκρεμα, σόδα κ.α). Σχετικά με την αναγνώριση των οξέων και των βάσεων στις ερωτήσεις 2 και 4 («Με ποιους τρόπους μπορούμε να αναγνωρίσουμε τα οξέα – τις βάσεις;») 13 μαθητές απάντησαν ότι παρατηρούν το χρώμα του δείκτη για να τα αναγνωρίσουν και 3 απάντησαν για τα οξέα «βάζοντάς τα σε βάσεις θα γίνει εξουδετέρωση» (1 μαθητής), «διαλύουν τα άλατα» (2 μαθητές) και για τις βάσεις «διαλύουν τα λίπη» (2 μαθητές) και «το ρίχνουμε σε άλατα» (1 μαθητής). Στην ερώτηση 5 («Τι σχηματίζεται όταν ένα οξύ και μια βάση βρεθούν μαζί;») είχαμε απαντήσεις «εξουδετέρωση και άλατα» και από τους 11 μαθητές και «εξουδετέρωση» από τους 5. Η έννοια της εξουδετέρωσης σε αυτό το σημείο για τους μαθητές δεν είναι η έννοια της χημικής αντίδρασης δύο υλικών αλλά επαναφορά του χρώματος του δείκτη σε μωβ μετά την προσθήκη με τη σειρά οξέος και

βάσης. Στην ερώτηση 6 («Τι όνομα μπορούμε να δώσουμε σε υγρά που δεν είναι ούτε ξινά ούτε βασικά;») όλοι οι μαθητές ανέφεραν «ουδέτερα» χωρίς να υπάρχει η σύγχυση που παρατηρήθηκε στο pre-test μεταξύ ουδετέρων διαλυμάτων και δείκτη. Στην ερώτηση 12 («Ποια η συμπεριφορά (χρώμα) του δείκτη αν προσθέσουμε επιπλέον διάλυμα;») οι μαθητές απάντησαν ότι «θα παραμείνει το ίδιο», «δεν αλλάζει», «θα γίνει πιο έντονο». Με το φαινόμενο αυτό πειραματίστηκαν στο εργαστήριο όλες οι ομάδες, εμφανίστηκε όμως μόνο από μια ομάδα κατά την κατασκευή των μοντέλων των πειραμάτων από το MODELLINGSPACE.

Η αξιολόγηση αυτή των μαθητών μας έδειξε ότι οι έννοιες για τα οξέα, τις βάσεις, το δείκτη και τις ιδιότητές τους οικοδομήθηκαν επαρκώς και οι μαθητές έφτασαν στο επίπεδο της αφαίρεσης και της γενίκευσης (ερώτηση 15 «Τι θα χρησιμοποιήσουμε ως αντίδοτο για το τσίμπημα της μέλισσας, της οποίας το δηλητήριο περιέχει οξύ και τι για το τσίμπημα της σφήκας που περιέχει βάση;»).

#### **4.4.7 Καταγραφή συμπερασμάτων - Συζήτηση αποτελεσμάτων**

Στην τελευταία φάση της εργασίας μας (8<sup>η</sup>) συζητήθηκε και αξιολογήθηκε η πορεία των προσπαθειών των μαθητών.

Αναλύοντας τις απαντήσεις της αναφορικά με τα ερωτήματα λάβαμε τα εξής αποτελέσματα:

Ερώτημα Α): Οι 5 από τις 6 ομάδες χαρακτήρισαν δύσκολη τη διάκριση των υλικών σε οξέα και βάσεις πριν την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων

Ερώτημα Β): Όλες οι ομάδες περιέγραψαν τα ερωτήματα που έθεσαν πριν από την πειραματική διαδικασία περισσότερο προφορικά για το λόγο ότι ήταν αρκετά σε μέγεθος για να τα αποτυπώσουν ξανά στο φύλλο εργασίας.

Ερώτημα Γ): Όλες οι ομάδες ανέφεραν τα υλικά που πριν τις δραστηριότητες δεν γνώριζαν αν ήταν οξέα ή βάσεις. Εδώ θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών των υλικών ήταν βάσεις, κάτι που φάνηκε και στην πρώτη αξιολόγησή τους.

Ερώτημα Δ): Όλες οι ομάδες ανέφεραν ότι ο ρόλος του δείκτη έγινε κατανοητός, αναφέρουν το λόγο υπαρξής του στα πειράματα (ανίχνευση οξέων – βάσεων).

Ερώτημα Ε): Σε αυτό το ερώτημα οι μαθητές αποτιμούν τη χρήση και τον πειραματισμό τους με το MODELLINGSPACE. Περιέχει 6 υποερωτήματα:

Υποερώτημα 1: Οι ομάδες 1 και 2 απάντησαν με τα αυστηρά πλαίσια της ερώτησης (ημιοσοτικές σχέσεις, αναλογίες). Οι υπόλοιπες ομάδες ακολούθησαν την περιγραφική οδό των υλικών («στο δείκτη βάλαμε λεμόνι κ.α.»)

Υποερώτημα 2: Όλες οι ομάδες απάντησαν ότι ο μοναδικός τρόπος ελέγχου της ορθότητας των μοντέλων που σχεδίασαν ήταν να "τρέξουν" - εκκινήσουν το μοντέλο μέσα από το MODELLINGSPACE.

Υποερώτημα 3: Οι ομάδες δήλωσαν τη σχέση συνεργασίας που αναπτύχθηκε μεταξύ των μελών τους.

1. 3 από τις 6 ομάδες συνεργάστηκαν κατά την επιλογή των οντοτήτων.
2. 2 από τις 6 ομάδες συνεργάστηκαν κατά την επιλογή των σχέσεων των οντοτήτων.
3. 3 από τις 6 ομάδες συνεργάστηκαν κατά την αξιολόγηση του εννοιολογικού χάρτη.
4. 3 από τις 6 ομάδες συνεργάστηκαν κατά τη χρήση του προγράμματος.

Υποερώτημα 4: 5 από τις ομάδες χαρακτήρισαν καλό το επίπεδο της συνεργασίας τους γενικά και μία ομάδα μέτριο λόγω έντονων διαφωνιών.

Υποερώτημα 6: Όλες οι ομάδες δηλώνουν ικανοποίηση για τη συνεργασία τους.

Υποερώτημα 7: Όλες οι ομάδες θεώρησαν εύκολη τη χρήση του MODELLINGSPACE.

#### **4.5 Συμπεράσματα**

Με το βίντεο οι μαθητές παρατηρούν μια πειραματική διαδικασία, αναφορικά με ένα φαινόμενο που το συναντούν σχεδόν καθημερινά στη ζωή τους. Το βίντεο τους επιτρέπει να παρατηρήσουν συγκεκριμένες ενέργειες και τα αποτελέσματά τους. Η διαχείριση των πραγματικών αντικειμένων, τους επιτρέπει να δημιουργήσουν μόνοι τους καταστάσεις προκειμένου να εξάγουν συμπεράσματα. Στο λογισμικό, οι ανοικτές οντότητες και ιδιότητες, τους επιτρέπουν να σκεφτούν ελεύθερα πάνω στο ποια είναι τα μεγέθη που εμπλέκονται στο υπό μελέτη φαινόμενο. Οι μαθητές είναι δυνατόν σχετικά εύκολα, να εκφράσουν τις κατάλληλες ημιποσοτικές σχέσεις και να δημιουργήσουν ικανοποιητικά μοντέλα που αναπαριστούν τα φαινόμενα. Μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός του βίντεο, των πειραμάτων στο εργαστήριο και της χρήσης του εκπαιδευτικού λογισμικού, εκμεταλλευόμενοι τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το καθένα, οδηγεί στην κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών, στη διατύπωση συλλογισμών, στην ανάδειξη των αναπαραστάσεων τους. Η διατύπωση κατάλληλων ερωτήσεων και οι διάφοροι συνδυασμοί δημιουργούν ένα ευνοϊκό κλίμα όπου μπορούν καταρχάς να αναδυθούν οι ιδέες και οι αναπαραστάσεις των μαθητών, και στη συνέχεια να αμφισβητηθούν και να τροποποιηθούν ή να επιβεβαιωθούν. Έτσι ο κάθε νόμος των Φυσικών Επιστημών δεν είναι ένας απλός μαθηματικός τύπος: περιλαμβάνει σύμβολα που αναπαριστούν συγκεκριμένα φυσικά μεγέθη που έχουν κάποιες ιδιότητες, και ισχύει κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις. Συνεπώς για να κατανοήσουν οι μαθητές τις έννοιες και τις ιδιότητές τους δε θα πρέπει να τις απομνημονεύουν αλλά να τις οικοδομούν.



## **ΠΕΜΠΤΟ ΜΕΡΟΣ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ**

### **5.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα πραγματοποίησαν μοντελοποίηση πειραμάτων σχετικά με τα οξέα και τις βάσεις, την ανίχνευση των ιδιοτήτων τους και την κατάταξή τους. Δημιούργησαν δύο εννοιολογικούς χάρτες με της έννοιες που διαπραγματεύτηκαν κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων τους, έναν με άξονα την ομαδοποίηση σε οξέα και βάσεις και έναν διαπραγματευόμενοι σενάριο της καθημερινής ζωής (φθορά των δοντιών). Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις, ο έλεγχος των μοντέλων, οι προσομοιώσεις και μερικώς τα εργαλεία ανάλυσης βοήθησαν τους μαθητές να οικοδομήσουν τη νέα γνώση σε ικανοποιητικό βαθμό. Οι μαθητές, με αυτά τα εργαλεία, μπορούσαν να δουν (εκκινήσουν) τα μοντέλα τους και να διαπιστώσουν πότε υπήρχε πρόβλημα στο προς κατασκευή μοντέλο. Με τους εννοιολογικούς χάρτες κατάφεραν να οργανώσουν τις έννοιες σε ομάδες διαχωρίζοντας τις επιμέρους από τις βασικές.

### **5.2 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Για τη συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων της έρευνάς μας θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι υπήρξε συνδυασμός τριών παιδαγωγικών εργαλείων: α) πειραματική διαδικασία με πραγματικά – καθημερινά υλικά και αντικείμενα, β) με το εκπαιδευτικό λογισμικό MODELLINGSPACE, και γ) με παρατήρηση βίντεο. Καθένα από τα παραπάνω έχει ξεχωριστά πλεονεκτήματα που βοηθούν τους μαθητές να ενδιαφερθούν, να διατυπώσουν υποθέσεις και να αναδείξουν τις αναπαραστάσεις τους ώστε στη μετέπειτα διαδικασία να αμφισβητηθούν, να τροποποιηθούν ή να επιβεβαιωθούν (Σμυρναίου κ.α 2004).

Η παρατήρηση με εποπτικά μέσα συντελεί σημαντικά στην ανάπτυξη της παρατηρητικότητας και της κριτικής σκέψης των μαθητών. Το βίντεο μπορεί να κινητοποιήσει το ενδιαφέρον των μαθητών με τα πλεονεκτήματα που προσφέρει (με τη δυναμική της εικόνας του, με τη δυνατότητα επανάληψης καθώς και με το ότι αναπαριστάνει πιστά την πραγματικότητα).

Είναι επίσης βασικό να αντιληφθούμε ότι για τη φυσική το πείραμα είναι θεμελιώδους σημασίας. Για την επίτευξη της διερευνητικής διάστασης, ώστε να καλλιεργούνται δεξιότητες που έχουν σχέση με τον διερευνητικό χαρακτήρα της μάθησης (διατύπωση υποθέσεων, θεωρητική επεξεργασία του μοντέλου, έλεγχος του κ.λπ.), είναι αναγκαία η υιοθέτηση της πειραματικής διαδικασίας ως βασικής μεθοδολογίας για την εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές μπορούν με τη χρήση υλικών της καθημερινότητας να δημιουργούν υποθέσεις και να εξάγουν συμπεράσματα.

Η δυνατότητα του μαθητή στο περιβάλλον των πολλαπλών αναπαραστάσεων να αλληλεπιδρά με τις αναπαραστάσεις, να τις τροποποιεί, να τις εξελίξει και να τις επαναοικοδομεί υποβοηθά τη διδασκαλία σε δυο κατευθύνσεις:

1. Στην απόκτηση γνώσεων (γεγονότα, έννοιες, μεγέθη, νόμοι, διαδικασίες, μοντέλα).
2. Στην εξοικείωση με στοιχεία επιστημονικής μεθόδου-έρευνας (ερώτημα-πρόβλημα, υπόθεση, χρήση μοντέλων, πρόβλεψη, μέτρηση, εξαγωγή συμπερασμάτων, επικοινωνία με άλλους).

Οι μαθητές μπορούν συνεργατικά ή ατομικά να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες μοντελοποίησης είτε κατασκευάζοντας μοντέλα είτε ελέγχοντας μοντέλα κατασκευασμένα από άλλους. Εμπλέκονται έτσι σε σημαντικές για αυτούς δραστηριότητες κατά τις οποίες η σχολική γνώση γίνεται λειτουργική. Με την χρήση των μοντέλων, οι μαθητές μπορούν να εξωτερικεύσουν με πλουσιότερους τρόπους τις ιδέες τους για τα γνωστικά αντικείμενα, να καταστήσουν ρητές και σαφείς τις υποθέσεις που συχνά κάνουν όταν αντιμετωπίζουν ένα πρόβλημα και να πάρουν ανατροφοδότηση για την ορθότητα των συλλογισμών τους αξιολογώντας τα μοντέλα με τα οποία αλληλεπιδρούν.

Απαντώντας στο ερευνητικό ερώτημα 1α πρέπει να παρατηρήσουμε τόσο την έλλειψη κεντρικού σχεδιασμού για τον εξοπλισμό των δημοτικών σχολείων με υπολογιστές όσο και την απουσία από το αναλυτικό πρόγραμμα του δημοτικού ξεχωριστού μαθήματος πληροφορικής. Κινούμενοι σε αυτούς τους άξονες, μπορούμε να πούμε ότι οι μαθητές στα πλαίσια της διδακτικής τους προετοιμασίας στο σχολείο δεν έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν δραστηριότητες με τον υπολογιστή και να κατανοήσουν βασικές αρχές που διέπουν τη χρήση της υπολογιστικής τεχνολογίας σε σημαντικές ανθρώπινες ασχολίες: την πληροφορία και την επεξεργασία της, την επικοινωνία, την ψυχαγωγία, τις νέες δυνατότητες προσέγγισης της γνώσης. Όμως οι 12 από τους 19 μαθητές (ποσοστό 63%) που συμμετείχαν στις δραστηριότητες της εργασίας μας είχαν κάποιον Η/Υ στο σπίτι, με αποτέλεσμα να μπορούν να τον χρησιμοποιούν για τις περισσότερες από τις παραπάνω δραστηριότητες που περιγράψαμε. Με αυτά τα δεδομένα, και αξιολογώντας τη προθυμία των μαθητών να γνωρίσουν και να εργαστούν με ένα λογισμικό μοντελοποίησης, το οποίο ήταν άγνωστο σε αυτούς μέχρι την έναρξη των δραστηριοτήτων της εργασίας μας, μπορούμε να καταλήξουμε ότι σε μεγάλο ποσοστό είναι ικανοί στη χρήση των ΤΠΕ. Η εφαρμογή στην πράξη και η χρήση του λογισμικού μοντελοποίησης δεν έγινε βέβαια χωρίς λάθη. Αυτό βέβαια οφείλεται (ερώτημα 1β) στο γεγονός ότι ο χρόνος ενασχόλησης και επαφής με το λογισμικό MODELLINGSPACE ήταν λιγοστός και οι μαθητές δεν είχαν την απαιτούμενη ώρα να αξιοποιήσουν όλες τις δυνατότητές του. Οι δυνατότητες ανατροφοδότησης για την διόρθωση των λαθών των μαθητών (ερώτημα 1γ), παρότι ήταν γνωστές, δεν αξιοποιήθηκαν επαρκώς. Τις περισσότερες φορές οι ομάδες δέχονταν την παρότρυνση του δασκάλου για να κάνουν χρήση των εργαλείων ανατροφοδότησης του λογισμικού.

Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων υπήρχε καταγραφή των εργασιών των ομάδων, πέρα από την καταγραφή που μας δίνει το λογισμικό MODELLINGSPACE, με παρακολούθηση της οθόνης στις ομάδες 1 και 7, αλλά και καταγραφή σε βίντεο όλων των ομάδων. Επεξεργαζόμενοι τα δεδομένα αυτά, στα πλαίσια της συνεργατικής προσέγγισης που παρέχεται από το περιβάλλον μοντελοποίησης μπορούμε να απαντήσουμε στο ερευνητικό ερώτημα 2α. Η εργασία των μελών της κάθε ομάδας αποτυπώθηκε στην αυτό-αξιολόγησή τους στο υποερώτημα 3 της 8<sup>ης</sup> φάσης.

<b>Οι ομάδες δήλωσαν τη σχέση συνεργασίας που αναπτύχθηκε μεταξύ των μελών τους.</b>	
3 από τις 6 ομάδες συνεργάστηκαν κατά την επιλογή των οντοτήτων.	
2 από τις 6 ομάδες συνεργάστηκαν κατά την επιλογή των σχέσεων των οντοτήτων.	
3 από τις 6 ομάδες συνεργάστηκαν κατά την αξιολόγηση του εννοιολογικού χάρτη.	
3 από τις 6 ομάδες συνεργάστηκαν κατά τη χρήση του προγράμματος.	

Πίνακας 15: Αξιολόγηση συνεργασίας ομάδων

Από την επεξεργασία των αρχείων βίντεο και καταγραφής της οθόνης προκύπτει ότι η εργασία των μελών σε όλες τις ομάδες ήταν συνεργατική, με διακυμάνσεις του ποσοστού. Δεν παρατηρήθηκε σε καμιά ομάδα αδυναμία συνεργασίας που να οφειλόταν σε σημαντικούς λόγους. Σε όλες τις ομάδες υπήρχαν διενέξεις για τη “χρήση” του Η/Υ, μια ανταγωνιστική προσπάθεια ανάδειξης των ατομικών τους προσωπικοτήτων.

Η προσπάθεια μεταξύ των ομάδων για συνεργασία (ερώτημα 2β) μέσα από το αρχείο καταγραφής αποτυπώνεται με τον πίνακα 16.

<b>Αλληλεπίδραση ομάδων</b>		
<b>Ομάδες</b>	<b>Δραστηριότητες με MODELLINGSPACE</b>	<b>Υπήρχε αλληλεπίδραση</b>
<b>1</b>	<b>1<sup>η</sup></b>	<b>ΝΑΙ</b>
	<b>2<sup>η</sup></b>	<b>ΝΑΙ</b>
	<b>3<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
	<b>4<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
<b>2</b>	<b>1<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
	<b>2<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
	<b>3<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
	<b>4<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
<b>3</b>	<b>1<sup>η</sup></b>	<b>ΝΑΙ</b>
	<b>2<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
	<b>3<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
	<b>4<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
<b>4</b>	<b>1<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
	<b>2<sup>η</sup></b>	<b>ΝΑΙ</b>
	<b>3<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>
	<b>4<sup>η</sup></b>	<b>ΟΧΙ</b>

5	1 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>
	2 <sup>η</sup>	<b>NAI</b>
	3 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>
	4 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>
6	1 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>
	2 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>
	3 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>
	4 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>
7	1 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>
	2 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>
	3 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>
	4 <sup>η</sup>	<b>OXI</b>

Πίνακας 16: Συνεργασία ομάδων συνολικά

Το μικρό ποσοστό συνεργασίας μεταξύ των ομάδων, όπως εμφανίζεται στο αρχείο καταγραφής του MODELLINGSPACE (αιτήματα συνεργασίας και χρήση του εργαλείου συνομιλίας), μπορεί να αποδοθεί στην αίσθηση βαθμολογικής αξιολόγησης που υπήρχε κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων. Παρατηρώντας τα αρχεία βίντεο διαπιστώνουμε ότι το ποσοστό συνεργασίας ήταν μεγαλύτερο μεταξύ των ομάδων, αφού προτιμούσαν να ανταλλάσουν απόψεις προφορικά.

Το συνεργατικό περιβάλλον μοντελοποίησης προσφέρει στους μαθητές τη δυνατότητα να αναζητήσουν τις έννοιες και να τις δομήσουν σύμφωνα με τις δικές τους αναπαραστάσεις. Εργαλεία ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν, για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων (ερώτημα 3α), από τους μαθητές αποτέλεσαν το ιστορικό μηνυμάτων, η αναπαραγωγή, οι εισαγόμενες οντότητες και σχέσεις, οι ενέργειες όπως οι εισαγωγή και η διαγραφή των οντοτήτων. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι τόσο το αρχείο καταγραφής του προγράμματος όσο και τα υπόλοιπα εργαλεία ανάλυσης που περιέχονται στο MODELLINGSPACE δυσκόλεψαν πολύ τους μαθητές.

Επίσης, σχετικά με το ερώτημα 3β φάνηκε πως η ιδιότητα του λογισμικού να προβάλλει μία οντότητα με ίδια ή διαφορετικά χρώματα ή εναλλαγή χρωμάτων, όταν εφαρμόζεται διαφορετικός τύπος ημι-ποσοτικής σχέσης κατά την προσομοίωση, αποτελεί για τους μαθητές ένα καλό εργαλείο ελέγχου ορθότητας ενός μοντέλου. Με αυτό το εργαλείο οι μαθητές διόρθωσαν τον τύπο των ημι-ποσοτικών σχέσεων, καθώς και τις ιδιότητες των οντοτήτων που είχαν ορίσει.

Οι μαθητές δυσκολεύτηκαν στην έκφραση των ιδεών τους σχετικά με τη μοντελοποίηση και να περιγράψουν τις διαδικασίες που ακολούθησαν (ερώτημα 4). Παρόλα αυτά, όλοι οι μαθητές έμειναν ενθουσιασμένοι από τις δραστηριότητες και συμφώνησαν πως, με τη συνεργασία και την ηλεκτρονική μοντελοποίηση και προσομοίωση του MODELLINGSPACE, η διδασκαλία της Φυσικής γίνεται και πιο κατανοητή και ευχάριστη.

Απαντώντας στο κεντρικό ερώτημα της έρευνας, οι μαθητές κατάφεραν να κατασκευάσουν μόνοι τους, με το λογισμικό MODELLINGSPACE, γενικευμένα και αφηρημένα μοντέλα. Η δυσκολία των μαθητών του δημοτικού σχολείου να κατανοήσουν και να γενικεύσουν έννοιες και διαδικασίες αυξάνει περισσότερο την αξία αυτού του εγχειρήματος. Οι μαθητές εξοικειώθηκαν με τις διαδικασίες σε μεγάλο βαθμό, συνεργάστηκαν και κατάφεραν να γενικεύσουν τη νέα γνώση.

### **5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

Η μοντελοποίηση, κύριο συστατικό της ανθρώπινης δραστηριότητας, συνιστά βασικό μεθοδολογικό εργαλείο στην επιστημονική έρευνα και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της μαθησιακής δραστηριότητας. Η ανάπτυξη μοντέλων παρέχει τη δυνατότητα χειρισμού τους, και επιτρέπει τη δυνατότητα υπολογισμών, την ανακάλυψη νέων σχέσεων, την οικοδόμηση νέων γνωστικών σχημάτων, την κατάκτηση νέων βεβαιοτήτων αλλά και την ανατροπή κάποιων άλλων. Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα εκπαιδευτικά συστήματα εντάσσουν δραστηριότητες μοντελοποίησης, και την ολοκληρωμένη προσέγγιση διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων που αυτές προσφέρουν, στην προβληματική τους. Ειδικά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αποσκοπεί στο να κάνει ικανούς τους μαθητές να κατανοήσουν με ουσιαστικό τρόπο τη φύση της επιστήμης και τις επιμέρους έννοιες, νόμους, θεωρίες, αλλά και για να χρησιμοποιούν την τεχνική της μοντελοποίησης για να προσεγγίζουν καταστάσεις - προβλήματα της καθημερινής τους ζωής, καθώς και να καταστούν ικανοί να αναλύουν κριτικά τα αποτελέσματα της επινόησης και της χρήσης μοντέλων. Ο συνδυασμός της μοντελοποίησης με τις νέες τεχνολογίες και τη συνεργατική μάθηση οικοδομούν το κατάλληλο εκπαιδευτικό περιβάλλον και κάνει πιο αποτελεσματική τη διδασκαλία.

Η εφαρμογή των διαδικασιών μοντελοποίησης με το λογισμικό MODELLINGSPACE θεωρήθηκε από τους μαθητές ως μια διάσταση που πρέπει να εφαρμόζεται συνέχεια στη διδακτική διαδικασία και άλλων μαθημάτων. Η δυναμική της αναπαράστασης φαινομένων της καθημερινής ζωής με ρεαλιστικό τρόπο, τους ενέπνευσαν να γνωρίσουν τρόπους και μεθόδους διαδικασιών που διευκολύνουν τη μάθησή τους, τους επέτρεψαν να ενεργούν συνεργατικά και να αποκτήσουν καινούριες δεξιότητες. Παρόμοια κρίθηκε η αποδοτικότητα και η χρήση του λογισμικού, αφού οι μαθητές, παρότι χρησιμοποίησαν μέρος των εργαλείων και των δυνατοτήτων του, ενθουσιάστηκαν με τη χρήση του.

Η παρούσα έρευνα μας αποκάλυψε την δυνατότητα που έχουν οι μαθητές να κατανοήσουν τις έννοιες των οξέων και των βάσεων, να καλλιεργήσουν τη συνεργατική μάθηση και να φτάσουν στο στόχο τους, εργαζόμενοι μέσα από τις δραστηριότητες της μοντελοποίησης και της προσομοίωσης.

Από τα παραπάνω συμπεράσματα και τα πορίσματα από προηγούμενες έρευνες γίνεται φανερή η θετική συμβολή της συνεργατικής μοντελοποίησης στη διδασκαλία της Φυσικής στο δημοτικό σχολείο και γενικότερα σε μαθήματα όπου η μοντελοποίηση μπορεί να λάβει χώρα. Η ένταξη λογισμικών

συνεργατικής μάθησης, όπως το MODELLINGSPACE, στο επίσημο Αναλυτικό Πρόγραμμα είναι ένα εγχείρημα, με το οποίο θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν τα οφέλη της συνεργατικής μοντελοποίησης. Το εγχείρημα αυτό απαιτεί συστηματική και σωστά προγραμματισμένη εκπαιδευτική πολιτική. Η υλικοτεχνική υποδομή που απαιτείται για τη χρήση συνεργατικών λογισμικών έχει αρκετά μεγάλο κόστος. Τα συνεργατικά λογισμικά και ιδιαίτερα τα λογισμικά σύγχρονης επικοινωνίας δε μπορούν να υποστηριχτούν ικανοποιητικά από τους Η/Υ και τα δίκτυα υπολογιστών που υπάρχουν σήμερα στα ελληνικά σχολεία, κάτι που διαπιστώσαμε και κατά την εξέλιξη της παρούσας έρευνας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anderson-Inman, L. & Zeitz, L. (1993, August/September) Computer – based Concept Mapping. Active studying for active learners. Retrieved from the URL <http://www.work.uni-hannover.de>
- Crawley R. (1997), «What is CSCL – Computer Supported Collaborative Learning, Cooperative Learning or just another name for groupware?», retrieved from the URL [http://www.brighton.ac.uk/cscl/jtap/what\\_is.htm](http://www.brighton.ac.uk/cscl/jtap/what_is.htm)
- Dillenbourg P. (2002), «Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design», *Three worlds of CSCL. Can we support CSCL*, Heerlen, Open Universiteit Nederland, pp. 61-91.
- Dimitracopoulou A., Komis V., (2005), « Design principles for the support of modelling and collaboration in a technology-based learning environment», *Int. J. Cont. Engineering Education and Lifelong Learning*, Vol. 15, Nos. 1/2, 2005
- Driver R. & Oldham V. (1985), «A constructivist approach to curriculum development in Science», *Studies in Science Education*, pp. 105-122.
- Driver R. (2000), *Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών*, Αθήνα, Μετάφραση από τις εκδ. Τυπωθήτω.
- Faggiano E., Pertichino M. & Roselli T. (2005), «CSCL in Math Education », *35<sup>th</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Indianapolis, October 19-22.
- Finkbeiner W. (1998), «Modelling and Block Scheduling: a good match», retrieved from the URL <http://modeling.asu.edu/modeling/Block.pdf>
- Fernantes, H. & Asencio, M. (1998), Concept mapping as a research tool: Knowledge assessment in social science domain, *International Journal of Contemporary Engineering Education and Life-Long Learning*, Vol. 8, Nos 1/2 (109-123)
- Fessakis G., Dimitracopoulou A. & Kalavassiss F. (2001). *Technology based Modelling Activities in secondary Education: Exploration and experimentation*. In (Ed) V. Makrakis, Proceedings of Hellenic congress with international participation, New Technologies in education and Distance Education, Atrapos Editions, pp. 673-688
- Hatzinikita, V. and Koulaïdis, V. (1998), Représentations des élèves de l'école primaire sur les changements des systèmes physico-chimiques : système de classification, *Didaskalia*, vol. 12, pp. 93-114.
- Hestenes D. (1996), «Modelling Methodology or Physics Teachers», *Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education*, College Park.
- Hund, B. M. and Treagust, D. F. (1988), “Application of a conceptual conflict teaching strategy to enhance student learning of acids and bases: a two year study”, *Research in Science Education*, 18: 53-63.

Jones T. (1983), «Investigation of students, understanding of speed, velocity and acceleration», *Research in Science Education*, vol. 13, pp. 95-104.

Kress G. & Ogborn J. (1998), *Modes of representation and local epistemologies: the presentation in science education*, SISC Paper.

Mol A., Stathopoulou C., Kollias V. & Vosniadou S. (2003), «Gradual learning of science in a CSCL environment and the quest of epistemologically sophisticated learners», *Proceedings of The 3<sup>rd</sup> IEEE International Conference Of Advanced Learning Technologies*.

Novak & Gowin (1984), *Learning how to learn*, Cambridge, University Press.

OECD (1996), «New developments in educational software and multimedia», *CERI/SFT*, retrieved from the URL <http://www.oecd.org/dataoecd/3/50/1820252.pdf>

Ross, B., & Munby, H., (1991), *Concept mapping and misconceptions: A study of high-school students' understanding of acids and bases*. *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-24.

Smyrniou Z. & Dimitracopoulou A. (2007). Inquiry learning using a technology-based learning environment. In (Ed) C. Constantinou & Z. Zacharia, *Computer Based Learning in Sciences, Proceedings of 8th International Conference on Computer Based Learning (CBLIS), 31 June-6 July, Heraklion, Crete, pp. 90-100*.

Βοσνιάδου Σ. (2002), «Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση: Προοπτικές, προβλήματα και προτάσεις» *Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος, Σεπτέμβριος 26-29, εκδ. Καστανιώτη, τόμος Α, σελ. 49-53.

Δαπόντες Ν., Τζιμόπουλος Ν., Τσοβόλας Σ., Μαστρογιάννης Ι., Ιωάννου Σ. (2003), «Παρουσίαση καινοτόμων λογισμικών και δραστηριοτήτων Microworlds Pro», *Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη*, Σύρος, Μάιος 9-11, εκδ. Νέων Τεχνολογιών, Τόμος Β, σελ. 281-291.

Δημητρακοπούλου Α. (1997), Σημειώσεις για το μάθημα «Μοντέλα ένταξης των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Αιγαίου – ΤΕΠΑΕΣ.

Δημητρακοπούλου Α. (1999), «Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Τι προσφέρουν και πώς τις αξιοποιούμε;», *Επιθεώρηση Φυσικής*, 3η Περίοδος, Vol. Η', No 30, σελ.48-58.

Δημητρακοπούλου Α, Κόμης Β., Ορφανός Σ., Πασσάλης, Ν., Μιτσούλλης Χ. (2004). Το Συνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον μοντελοποίησης MODELLINGSPACE και μαθησιακές δραστηριότητες Φυσικής, Χημείας, Μαθηματικών. Εισαγωγικό κείμενο Συνεδρίας Εργασίας. Στο (Επιμ). Ν. Τζιμόπουλος & Μ. Ιωσηφίδου, *Πρακτικά 2ου Ελληνικού Συνεδρίου «Εκπαιδευτικοί και ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη»*, ΕΤΠΕ, Σύρος, 9-11 Μαΐου, 2003, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, pp. 676-678.

Κόκκοτας Π. (2002), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Αθήνα, Αυτοέκδοση.

Κολοκοτρώνης Δ. & Σολομωνίδου Χ. (2002) «Χρήση στην τάξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού Παρουσιάσεων για Εποικοδομητική Διδασκαλία της Νευτώνειας Δυναμικής», *Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου*



Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος, Σεπτέμβριος 26-29, εκδ. Καστανιώτη, τόμος Α, σελ. 335-344.

Κόμης Β., Ράπτης Α., Πολίτης Π., Δημητρακοπούλου Α., (2004). *Εκπαιδευτικά Λογισμικά Μοντελοποίησης στις Φυσικές Επιστήμες, Στο Ι. Κεκκές (Επιμ). Νέες Τεχνολογίες και Εκπαίδευση: Θέματα Σχεδιασμού, Κοινωνικές και Φιλοσοφικές Επεκτάσεις*, Εκδόσεις Ατραπός, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, σελ..113-135. [GR]

Κόμης Β., Κότσαρη Μ., Λαβίδας Κ., Φείδας Χ., Αβούρης Ν., Δημητρακοπούλου Α. & Πολίτης Π. (2001), «Εργαλεία αναπαράστασης και διαμεσολάβηση κατά τη συνεργατική επίλυση προβλήματος σε υπολογιστικό περιβάλλον», *5ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Διδακτική των Μαθηματικών και Πληροφορική στην Εκπαίδευση*», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Κόμης Β., Φείδας Χ. & Κότσαρη Μ. (2001), «Μελέτη των αλληλεπιδράσεων κατά τη συλλογική δημιουργία εννοιολογικού χάρτη με τη χρήση του λογισμικού αναπαράστασης», *Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση και στην Εκπαίδευση από Απόσταση»*

Κόμης Β. & Φείδας Χ. (2000), «Παιδαγωγικές και τεχνολογικές αρχές σχεδίασης ενός λογισμικού συνεργατικής εννοιολογικής χαρτογράφησης βασισμένο στο Διαδίκτυο», *Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, Πανεπιστήμιο Πατρών, σελ. 297-308.

Κρητικός Γ. (2006), *Δραστηριότητες συνεργατικής μοντελοποίησης φαινομένων φυσικής σε συνθήκες πραγματικής τάξης*. Διπλωματική εργασία για το Πανεπιστήμιο Αιγαίου – ΤΕΠΑΕΣ, Ρόδος

Ορφανός Σ. & Δημητρακοπούλου Α. (2004), “Σχεδιασμός φύλλων δραστηριοτήτων μαθητών για διερευνητικά τεχνολογικά περιβάλλοντα στις Φυσικές Επιστήμες: Η περίπτωση σχεδιασμού δραστηριοτήτων μοντελοποίησης», *Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση» [www.ict.e.gr]*, Αθήνα.

Ορφανός Σ. (2005), *Δραστηριότητες μοντελοποίησης για τη διδασκαλία της Φυσικής, με αξιοποίηση τεχνολογικών περιβαλλόντων μάθησης*, Διδακτορική διατριβή για το Πανεπιστήμιο Αιγαίου – ΤΕΠΑΕΣ, Ρόδος

Πέτρου Α., Φεσάκης Γ., Μιτσούλλης Χ. & Δημητρακοπούλου Α. (2004), «Εργαλεία ανάλυσης των αλληλεπιδράσεων κατά τη διάρκεια σύγχρονης συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων: αξιοποίηση από εκπαιδευτικούς σε συνθήκες πραγματικής τάξης», *4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»*, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνας, 29/9-3/10.

Σμυρναίου Ζ., Κόμης Β. & Δημητρακοπούλου Α. (2008). «Συμβολή στη Μελέτη των συλλογισμών των μαθητών ΣΤ Δημοτικού Σχολείου με χρήση βίντεο, πειραματικής διαδικασίας και εκπαιδευτικού λογισμικού. Η περίπτωση των βάσεων και οξέων», *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, Κλειδάριθμος, τ. 1, σελ. 9-33.

Σμυρναίου Ζ., Δημητρακοπούλου Α. & Κόμης Β. (2006). Συμβολή στην μελέτη των συλλογισμών των μαθητών ΣΤ Δημοτικού Σχολείου για τα οξέα & τις βάσεις με χρήση βίντεο, πειραματικής διαδικασίας

και εκπαιδευτικού λογισμικού. Σταυρίδου Ε. (επιμ.), «Διδακτική Φυσικών Επιστημών: Μέθοδοι και Τεχνολογίες Μάθησης», Πρακτικά 3ου συνεδρίου ΕΔΙΦΕ, Βόλος, 7-9 Απριλίου, σελ. 303-310.

Σμυρναίου Ζ., Δημητρακοπούλου Α., Πολίτης Π. & Κόμης Β. (2004). «Η χρήση βίντεο, φυσικών αντικειμένων και εκπαιδευτικού λογισμικού στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών», 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», Αθήνα, 29 Σεπτεμβρίου-3 Οκτωβρίου, σελ. 45-55

Σολομωνίδου Χ. (2001), «Εκπαιδευτικό Λογισμικό Φυσικών Επιστημών: από τη σχεδίασης στη διδασκαλία στην τάξη», *Οι Φυσικές Επιστήμες στην Ελλάδα σήμερα: προβλήματα και προοπτικές*, Αθήνα, εκδ. Γρηγόρη, σελ. 139-165.

Σολομωνίδου Χ. (2002), «Συνεργατική μάθηση με τη χρήση των ΤΠΕ: Εμπειρίες από Δημοτικά σχολεία της Θεσσαλίας», Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος, Σεπτέμβριος 26-29, εκδ. Καστανιώτη, τόμος Α, σελ. 325-334.

Σταυρίδου Ε. (1995), *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης*, Αθήνα, εκδ. Σαββάλας.

Σταυρίδου Ε. (2000), *Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες*, Βόλος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Τσοβόλας Σ. (1999), «Modellus: ένα λογισμικό ευνοϊκό για διερευνητική μάθηση», 1<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο «Πληροφορική & Εκπαίδευση», Ιωάννινα, Μάιος 14-15.

Τσολακίδης Κ., Φώκιαλη Π., (1998) , Η εισαγωγή της πληροφορικής στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, πρακτικά Συνεδρίου: Η Εισαγωγή της Πληροφορικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος

Τσολακίδης Κ. (2001). «Η πληροφορική στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση». Πρακτικά συνεδρίου, Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Σχολή Ελληνικών και Μεσογειακών Σπουδών. Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Επιμέλεια Κώστας Τσολακίδης. Ρόδος.

Φεσάκης Γ., Δημητρακοπούλου Α., (2007 υπο έκδοση), «Επισκόπηση του χώρου των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού ΗΥ: Τεχνολογικές και Παιδαγωγικές προβολές», στο ΘΕΜΑΤΑ στην Εκπαίδευση - Ειδικό αφιέρωμα: Σύγχρονη έρευνα στη Διδακτική της Πληροφορικής: ερευνητικοί άξονες, μέθοδοι, τεχνικές, εργαλεία. Επιμέλεια: Κόμης Β., Πολίτης Π. και Τζιμογιάννης Α.

Φορτούνη Τ., Φραγκάκη Μ. 2003. Εννοιολογική χαρτογράφηση: Μια διδακτική παρέμβαση. Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Συνεδρίου ΤΠΕ στην Εκπαίδευση. Σύρος.

Χατζηγεωργίου Γ. (2002), «Παιδαγωγικοί προβληματισμοί και νέες τεχνολογίες», Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος, Σεπτέμβριος 26-29, εκδ. Καστανιώτη, τόμος Α, σελ. 402-408.

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

## **ΦΥΛΛΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ονοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1:  
Αξιολόγηση Για Τη  
Δημιουργία Ομάδων**

Φύλλο αξιολόγησης

1. Ονομάστε 4 οξέα που περιέχονται σε προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.  
.....  
.....
2. Με ποιους τρόπους μπορούμε να αναγνωρίσουμε τα οξέα;  
.....  
.....
3. Ονομάστε 4 βάσεις που περιέχονται σε προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.  
.....  
.....
4. Με ποιους τρόπους μπορούμε να αναγνωρίσουμε τις βάσεις;  
.....  
.....
5. Τι σχηματίζεται όταν ένα οξύ και μια βάση βρεθούν μαζί;  
.....  
.....
6. Τι όνομα μπορούμε να δώσουμε σε υγρά που δεν είναι ούτε ξινά ούτε βασικά;  
.....  
.....

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2:**  
**Ανίχνευση απόψεων - ιδεών**  
**για τα οξέα και τις βάσεις**

Αναζήτηση απόψεων -ιδεών για τα οξέα και τις βάσεις.

1. Αναφέρετε μερικές ουσίες που χρησιμοποιείτε καθημερινά και έχουν χαρακτηριστική γεύση, οσμή και αφή (για να φάτε, να πλυθείτε κ.α).

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Μπορείτε να περιγράψετε αυτές τις ουσίες σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά τους;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Μπορείτε να χωρίσετε τις ουσίες αυτές σε ομάδες; Με ποιο τρόπο;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Είναι κάποιες από αυτές οξέα; Μπορείς να εξηγήσεις την άποψή σου;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Είναι κάποιες από αυτές βάσεις; Μπορείς να εξηγήσεις την άποψή σου;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Αναφέρετε μερικά οξέα. Έχουν κοινά με τις ουσίες που ανέφερες στην ερώτηση 4; Δικαιολόγησε την άποψή σου.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. Τι ιδιότητες έχουν; Περιγράψτε

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Αναφέρετε μερικές βάσεις. Έχουν κοινά με τις ουσίες που ανέφερες στην ερώτηση 5; Δικαιολόγησε την άποψή σου.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2:**  
**Ανίχνευση απόψεων - ιδεών**  
**για τα οξέα και τις βάσεις**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9. Τι ιδιότητες έχουν; Περιγράψτε

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. Σχεδιάσε ένα οξύ και μια βάση



**Πειραματισμός με το ModellingSpace**

Θέλουμε να ερευνήσουμε και να σχεδιάσουμε πως σχετίζονται οι παραπάνω έννοιες μεταξύ τους. Τρέξτε το πρόγραμμα ModellingSpace.

1. Ποιες οντότητες θα χρησιμοποιήσετε;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Ποιες σχέσεις;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Πως θα μπορέσετε να περιγράψετε τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2:**  
**Ανίχνευση απόψεων - ιδεών**  
**για τα οξέα και τις βάσεις**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Συμπεράσματα** (γράψτε με λίγα λόγια τι θα σχεδιάσετε στο ModellingSpace):

---

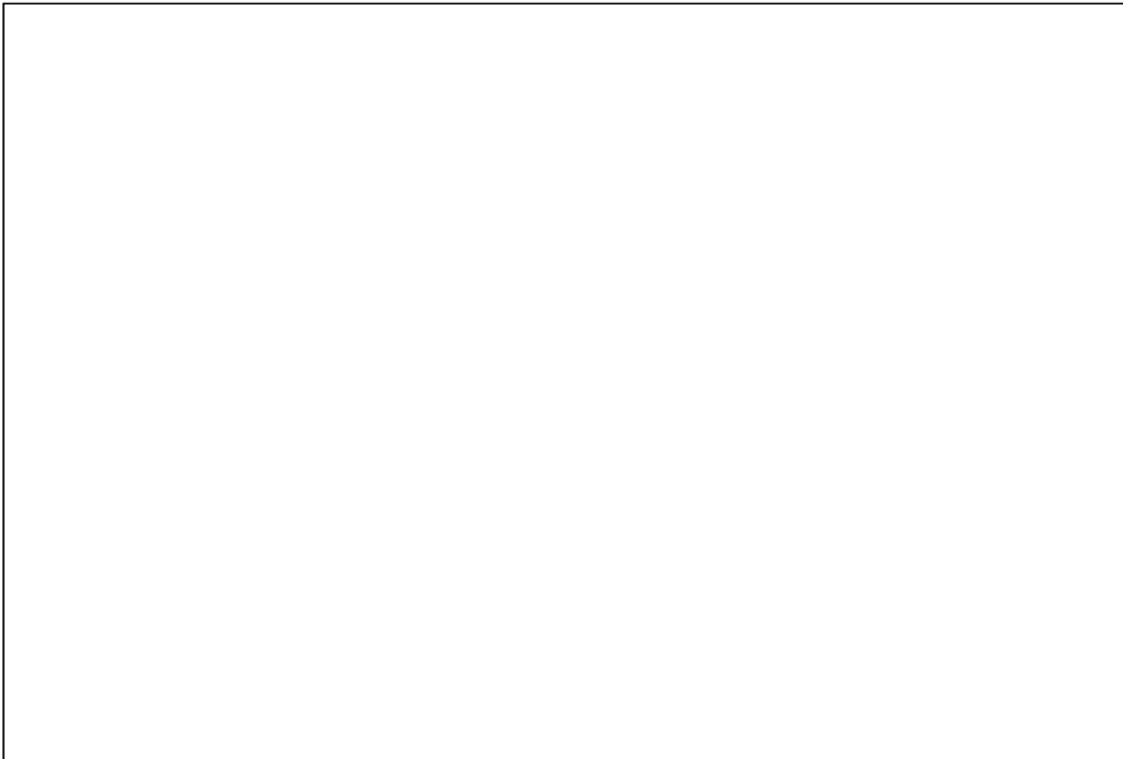
---

---

---

---

**Τώρα μπορείτε να το σχεδιάσετε στο ModellingSpace.**



**Εικόνα 32:** Ανίχνευση ιδεών

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3:**  
**Παρατήρηση φαινομένου σε βίντεο.**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Παρατηρώ το φαινόμενο στο βίντεο**



**Οδηγίες:**

Πάνω στην επιφάνεια εργασίας υπάρχει ένα αρχείο βίντεο με όνομα **peirama\_xhmeias.wmv**. Ανοίξε αυτό το αρχείο και παρατήρησε το φαινόμενο.

Μπορείς να περιγράψεις και να εξηγήσεις το φαινόμενο στο βίντεο; Σκέψου μόνος σου και γράψε την απάντησή σου στο φύλλο εργασίας

---

---

---

---

Τώρα συζήτησε με την ομάδα σου και γράψε την απάντησή σου.

---

---

---

---

Υπήρξε διαφορά στη γνώμη σου (άλλαξες γνώμη;) Αν ναι για ποιο λόγο;

---

---

---

Όταν είπες την άποψή σου ή οι συμμαθητές σου είπαν τη δική τους ποιους τρόπους και κινήσεις έκανες εσύ ή οι συμμαθητές σου για να υποστηρίξεις τις απόψεις σου;

---

---

---

Πως συμπεριφέρθηκε η ομάδα σου;

A) Ήταν ομόφωνη η άποψή σας;

---

---

B) Στηριχτήκατε στην άποψη της πλειοψηφίας;

---

---



**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3:**  
**Αναζήτηση απόψεων - ιδεών**  
**για τα οξέα και τις βάσεις**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Γ) Ποια ήταν η άποψη της μειοψηφίας;

\_\_\_\_\_

Δ) Επιβλήθηκε η άποψη κάποιου; Με ποιον τρόπο;

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ε) Κάτι άλλο που θα ήθελες να συμπληρώσεις;

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:**  
**Πειράματα με καθημερινά υλικά στο εργαστήριο Φυσικής.**

**Πειραματιζόμαστε με απλά και καθημερινά υλικά.**

**Σκέφτομαι μόνος/η μου και απαντώ**



Σκέψου τα πειράματα που θα κάνεις με αντικείμενα από την καθημερινή σου ζωή (χυμός από λεμόνι, ξύδι, υγρό σαπούνι, απορρυπαντικό για πιάτα, αναψυκτικά, ζωμός από κόκκινο λάχανο, καθαριστικό αλάτων, χλωρίνη, αμμωνία κλπ.). Πως θα τα πραγματοποιήσεις;

---

---

---

---

---

---

---

---

Ποια αντικείμενα θέλεις να χρησιμοποιήσεις;

---

---

---

---

---

Όταν θα πειραματίζεσαι με αυτά τα υλικά και τα αντικείμενα τι θα μετρήσεις ή θα παρατηρήσεις;

---

---

---

---

---

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:**  
**Πειράματα με καθημερινά υλικά στο εργαστήριο Φυσικής.**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων τι νομίζεις ότι θα αλλάξει; Θα μεταβάλλονται κάποιοι παράγοντες; Αν ναι περίγραψε αυτές τις μεταβολές.

---

---

---

---

Υπάρχει κάτι που θα παραμένει σταθερό; Αν ναι δικαιολόγησε την άποψή σου.

---

---

---

---



**Συζήτησε τώρα με την ομάδα σου τα παραπάνω και σημείωσε σε κάθε μια αν άλλαξες γνώμη και τι από αυτά που έγραψες πιο πάνω θα μετέτρεπες.**

Σκέψου τα πειράματα που θα κάνεις με αντικείμενα από την καθημερινή σου ζωή (χυμός από λεμόνι, ξύδι, υγρό σαπούνι, απορρυπαντικό για πιάτα, αναψυκτικά, ζωμός από κόκκινο λάχανο, καθαριστικό αλάτων, χλωρίνη, αμμωνία κλπ.). Πως θα τα πραγματοποιήσεις;

---

---

---

Ποια αντικείμενα θέλεις να χρησιμοποιήσεις;

---

---

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:**  
**Πειράματα με καθημερινά υλικά στο εργαστήριο Φυσικής.**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Όταν θα πειραματίζεσαι με αυτά τα υλικά και τα αντικείμενα τι θα μετρήσεις και θα παρατηρήσεις;

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων τι νομίζεις ότι θα αλλάξει; Θα μεταβάλλονται κάποιοι παράγοντες; Αν ναι περίγραψε αυτές τις μεταβολές.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Υπάρχει κάτι που θα παραμένει σταθερό; Αν ναι δικαιολόγησε την άποψή σου.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Περίγραψε με δυο λόγια τη διαδικασία που ακολούθησε η ομάδα σου.

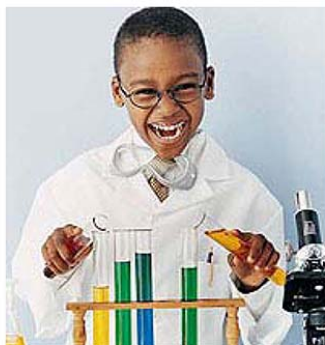
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:**  
**Πειράματα με καθημερινά υλικά στο εργαστήριο Φυσικής.**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Ονοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**Σκέφτομαι μόνος/η μου και απαντώ**

Πριν ξεκινήσεις να πειραματίζεσαι διατύπωσε τα ερωτήματα που θέλεις να ερευνήσεις και τις πιθανές απαντήσεις – υποθέσεις σου.

Για παράδειγμα:

1. Ποιες από τις ουσίες είναι βασικές ή όξινες
2. Ποια η συμπεριφορά (χρώμα) του δείκτη αν προσθέσουμε επιπλέον διάλυμα; κ.α.

**Θέλω να ερευνήσω:**

---

---

---

**Πιθανές απαντήσεις (Υποθέτω ότι):**

---

---

---

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:**  
**Πειράματα με καθημερινά υλικά στο εργαστήριο Φυσικής.**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Ονοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Συζήτησε τώρα με την ομάδα σου τα παραπάνω και σημείωσε σε κάθε μια αν άλλαξες γνώμη και τι από αυτά που έγραψες πιο πάνω θα μετέτρεπες.

**Θέλω να ερευνήσω:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Πιθανές απαντήσεις (Υποθέτω ότι):**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:**  
Πειράματα με καθημερινά υλικά στο εργαστήριο Φυσικής.

### ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ



### Σκέφτομαι μόνος/η μου και απαντώ

Ποια από τα πειράματα θα υλοποιήσεις για να ελέγξεις αν οι υποθέσεις που έκανες πιο πριν είναι σωστές ή όχι;

---

---

---

---

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:**  
**Πειράματα με καθημερινά υλικά στο εργαστήριο Φυσικής.**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Ονοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**Συζήτησε τώρα με την ομάδα σου τα παραπάνω και σημείωσε αν άλλαξες γνώμη και τι από αυτά που έγραψες πιο πάνω θα μετέτρεπες.**

Ποια από τα πειράματα θα υλοποιήσεις για να ελέγξεις αν οι υποθέσεις που έκανες πιο πριν είναι σωστές ή όχι;

---

---

---

---



**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:**  
**Πειράματα με καθημερινά υλικά στο εργαστήριο Φυσικής.**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Ονοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**Παρατηρήσεις πειραμάτων:**

Τώρα που πειραματίζεσαι στο εργαστήριο με τα υλικά σου, εδώ μπορείς να σημειώνεις τι παρατηρείς σε κάθε ένα από τα πειράματά σου. Για να είναι πιο εύκολη η καταγραφή σημείωσε τις παρατηρήσεις σου για κάθε ένα πείραμα σε έναν αριθμό παρακάτω:

Πείραμα 1<sup>ο</sup> :

---

---

---

Πείραμα 2<sup>ο</sup> :

---

---

---

Πείραμα 3<sup>ο</sup> :

---

---

---

Πείραμα 4<sup>ο</sup> :

---

---

---

Πείραμα 5<sup>ο</sup> :

---

---

---

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:**  
**Πειράματα με καθημερινά υλικά στο εργαστήριο Φυσικής.**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Πείραμα 6<sup>ο</sup> :

---

---

---

---

Πείραμα 7<sup>ο</sup> :

---

---

---

---

Πείραμα 8<sup>ο</sup> :

---

---

---

---

Πείραμα 9<sup>ο</sup> :

---

---

---

---

Πείραμα 10<sup>ο</sup> :

---

---

---

---

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:**  
**Πειράματα με καθημερινά υλικά στο εργαστήριο Φυσικής.**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Ονοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**Συμπεράσματα από τα πειράματα:**

Συζητήστε με την ομάδα σας και καταγράψτε:

**Οι υποθέσεις** που κάνατε πριν πειραματιστείτε **επιβεβαιώθηκαν ή όχι** με **τα αποτελέσματα** των πειραμάτων που υλοποιήσατε;

---

---

---

Ποιες επιβεβαιώθηκαν;

---

---

---

Ποιες άλλαξαν;

---

---

---

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5:**  
**Πειραματισμός και**  
**σχεδιασμός δραστηριοτήτων**  
**με το λογισμικό**  
**MODELLINGSPACE**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Σήμερα θα δουλέψουμε ομαδικά για να σχεδιάσουμε τα πειράματα που πραγματοποιήσαμε στον εργαστήριο με τη βοήθεια του υπολογιστή. Ο υπολογιστής μας θα είναι το μικρό ηλεκτρονικό μας εργαστήριο. Για να έχετε βοήθεια, στην τελευταία σελίδα υπάρχει αντίγραφο αυτών που γράψατε πριν από τα πειράματα.

Στο πρόγραμμα ModellingSpace θα πρέπει να σχεδιάσετε τα πειράματα αυτά (π.χ. ρίχνω χυμό από πορτοκάλι στο διάλυμα με ζωμό από κόκκινο λάχανο).

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αποφασίσετε ομαδικά:

Ποιες οντότητες θα χρησιμοποιήσετε;

---

---

---

---

---

Ποιες ιδιότητες θα έχουν αυτές οι οντότητες;

---

---

---

---

---

Ποιες θα είναι οι σχέσεις μεταξύ τους;

---

---

---

---

---

**Σημαντικό:** Αν σε κάποιο σημείο διαπιστώσετε ότι βρίσκεστε μπροστά σε ένα **άλυτο** πρόβλημα ή μια διαδικασία **δυσκόλη** ζητήστε βοήθεια από κάποια από τις υπόλοιπες ομάδες μέσα από το πρόγραμμα ModellingSpace.

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5:**  
**Πειραματισμός και**  
**σχεδιασμός δραστηριοτήτων**  
**με το λογισμικό**  
**MODELLINGSPACE**

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Όταν ετοιμάσετε καθένα από αυτά τα πειράματα τρέξτε (προσομοιώστε) το μοντέλο σας.  
Τι παρατηρείτε;

Μοντέλο Νο1:

---

---

---

Μοντέλο Νο2:

---

---

---

Μοντέλο Νο3:

---

---

---

Μοντέλο Νο4:

---

---

---

Μοντέλο Νο5:

---

---

---

Όταν όλες οι ομάδες ολοκληρώσουν αυτή τη διαδικασία η καθεμία θα τρέξει (προσομοιώσει) με συνεργασία από το ModellingSpace κάποιο μοντέλο μιας άλλης ομάδας σύμφωνα με τα παρακάτω:

Η **ομάδα 1** ένα μοντέλο της **ομάδας 2**

Η **ομάδα 2** ένα μοντέλο της **ομάδας 1**

Η **ομάδα 3** ένα μοντέλο της **ομάδας 4**

Η **ομάδα 4** ένα μοντέλο της **ομάδας 3**

Η **ομάδα 5** ένα μοντέλο της **ομάδας 6**

Η **ομάδα 6** ένα μοντέλο της **ομάδας 5**

Η **ομάδα 7** ένα μοντέλο της **ομάδας 1**

Τι αναπαριστά; Τι συμπεραίνετε;

---

---

---

---

---

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **B ΜΕΡΟΣ**

Μερικές συναντήσεις πριν σχεδιάσατε με το ModellingSpace πως σχετίζονταν οι έννοιες που είχατε αναφέρει. Για δική σας ευκολία στο τέλος του φυλλαδίου υπάρχει αντίγραφο των εννοιών και των σχέσεων που γράψατε. Το ίδιο θα κάνουμε και τώρα. Όμως κάποια ομάδα ίσως να θέλει να προσθέσει κάποιες νέες έννοιες. Τις καινούριες αυτές έννοιες γράψτε τες πιο κάτω:

Νέες έννοιες που θέλετε να προσθέσετε:

---

---

---

---


---

---

---

---

**Τώρα σχεδιάστε στο πρόγραμμα ModellingSpace με τον τρόπο που περιγράφετε. Όταν ολοκληρώσετε τη σχεδίαση αποθηκεύστε με το όνομα της ομάδας σας. Κατόπιν μπορείτε να πάρετε φωτογραφία του μοντέλου σας και να την επικολλήσετε παρακάτω.**



Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ομάδα: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5:**  
**Πειραματισμός και**  
**σχεδιασμός δραστηριοτήτων**  
**με το λογισμικό**  
**MODELLINGSPACE**

### Γ ΜΕΡΟΣ

Όλοι γνωρίζουμε σχετικά για τη φθορά των δοντιών μας. Σε συνεργασία με την ομάδα σας να δημιουργήσετε έναν εννοιολογικό χάρτη με τη βοήθεια του ModellingSpace

**Δημιουργία εννοιολογικού χάρτη (concept map) σχετικά με τη φθορά των δοντιών μας.**

Άνοιξε το ModellingSpace και χρησιμοποίησε τις κατάλληλες οντότητες (βοήθεια **κατηγορία βιβλιοθηκών concept maps**) και τις κατάλληλες σχέσεις ώστε να παρουσιάσεις μέσα από το πρόγραμμα τη διαδικασία φθοράς των δοντιών μας.

Σημείωση:

Τι πρέπει να σκεφτείς;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Γιατί φθείρονται – χαλάνε τα δόντια μας;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Επιδρούν κάποιες ουσίες πάνω στα δόντια μας; Ποιες είναι αυτές; Γιατί φθείρουν – χαλάνε αυτές οι ουσίες τα δόντια μας;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Πως μπορούμε να αντιμετωπίσουμε τη φθορά; Τι πρέπει να κάνουμε καθημερινά;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Αν φθαρούν τα δόντια μας μπορούμε να κάνουμε κάτι; Τι είναι αυτό;

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Αφού ετοιμάσετε το χάρτη φωτογραφήστε τον και επικολλήστε τον εδώ:

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ονοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 6:**  
**Τελικό τεστ αξιολόγησης**  
**(post test)**

Φύλλο αξιολόγησης

1. Ονομάστε 4 οξέα που περιέχονται σε προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.  
.....  
.....
2. Με ποιους τρόπους μπορούμε να αναγνωρίσουμε τα οξέα;  
.....  
.....
3. Ονομάστε 4 βάσεις που περιέχονται σε προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.  
.....  
.....
4. Με ποιους τρόπους μπορούμε να αναγνωρίσουμε τις βάσεις;  
.....  
.....
5. Τι σχηματίζεται όταν ένα οξύ και μια βάση βρεθούν μαζί;  
.....  
.....
6. Τι όνομα μπορούμε να δώσουμε σε υγρά που δεν είναι ούτε ξινά ούτε βασικά;  
.....  
.....
7. Σχεδιάσε ένα οξύ και μια βάση



8. Τι είναι δείκτης;  
.....  
.....



Ημερομηνία: \_\_\_\_\_

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_

9. Τι χαρακτηριστικό (ποιος ο ρόλος τους) έχουν οι δείκτες;

.....  
.....

10. Αν προσθέσουμε δείκτη σε διάλυμα οξέος τι θα παρατηρήσουμε;

.....  
.....

11. Αν προσθέσουμε δείκτη σε διάλυμα βάσεως τι θα παρατηρήσουμε;

.....  
.....

12. Ποια η συμπεριφορά (χρώμα) του δείκτη αν προσθέσουμε επιπλέον διάλυμα; κ.α.

.....  
.....

13. Σκέψου πειράματα που θέλεις να κάνεις με αντικείμενα από την καθημερινή σου ζωή (χυμός από λεμόνι, ξύδι, υγρό σαπούνι, απορρυπαντικό για πιάτα, αναψυκτικά, ζωμός από κόκκινο λάχανο, καθαριστικό αλάτων, χλωρίνη, αμμωνία κλπ.). Μπορείς να αιτιολογήσεις την απάντησή σου (για ποιο λόγο θα πραγματοποιήσεις αυτά τα πειράματα, τι θέλεις να ερευνήσεις, ποια θα είναι τα αποτελέσματά σου);

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

14. Στο πρόγραμμα ModellingSpace θα πρέπει να σχεδιάσετε τα πειράματα αυτά (π.χ. ρίχνω χυμό από πορτοκάλι στο διάλυμα με ζωμό από κόκκινο λάχανο).

- Ποιες οντότητες θα χρησιμοποιήσετε;
- Ποιες ιδιότητες θα έχουν αυτές οι οντότητες;
- Ποιες θα είναι οι σχέσεις μεταξύ τους;

.....  
.....  
.....

15. Τι θα χρησιμοποιήσουμε ως αντίδοτο για το τσίμπημα της μέλισσας, της οποίας το δηλητήριο περιέχει οξύ και τι για το τσίμπημα της σφήκας που περιέχει βάση;

.....  
.....  
.....  
.....

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_

### Συμπεράσματα

Σε αυτή τη συνάντησή μας θα συζητήσουμε και θα αξιολογήσουμε την πορεία των προσπαθειών μας μέχρι τώρα. Κάθε ομάδα έχει μαζί της τις σημειώσεις και τα φύλλα εργασίας που συμπλήρωσε μέχρι τώρα. Με βάση αυτά αλλά και τη βοήθεια που μας παρέχει το ModellingSpace (αρχείο μηνυμάτων και βίντεο) απαντήστε στα ερωτήματα. Τις απόψεις σας θα τις μοιραστείτε με όλους μετά το τέλος των απαντήσεων ώστε να γνωρίσουμε τα μικρά μυστικά των μεγάλων ερευνητών μας!



A) Ήταν εύκολο ή δύσκολο τα διακρίνετε μέσα από υλικά της καθημερινής σας ζωής; Ποιος ή ποιοι ήταν οι λόγοι που σας έκαναν να τα κατατάσετε στη μια ή στην άλλη ομάδα (οξέα ή βάσεις);

---

---

---

---

B) Ποια ερωτήματα εκφράσατε πριν από τα πειράματα στο εργαστήριο και ποια πειράματα με υλικά πραγματοποιήσατε ώστε να μπορέσετε να απαντήσετε σε αυτά τα ερωτήματα;

---

---

---

---

Γ) Υλικά που πριν από τον πειραματισμό στο εργαστήριο δεν ξέρατε αν ήταν οξέα ή βάσεις ανακαλύψατε τελικά σε ποια κατηγορία ανήκουν; Αναφέρετε κάποια από αυτά;

---

---

---

---

Δ) Ο ρόλος του δείκτη έγινε κατανοητός; Σε τι θα σας βοηθήσει όταν κάποια στιγμή θέλετε να κατατάξετε ένα υλικό ή ένα υγρό διάλυμα σε οξύ ή βάση;

---

---

---

---

E) Σχετικά με τον πειραματισμό με το ModellingSpace

1. Ποια μοντέλα σχεδιάσατε; Ποιες οντότητες και ποια η σχέση μεταξύ τους;

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_  
Ονοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 7:**  
**Συζήτηση και καταγραφή**  
**συμπερασμάτων όλων των**  
**δραστηριοτήτων**

---

---

---

2. Με ποιο τρόπο μπορέσατε να ελέγξετε αν το μοντέλο που δημιουργήσατε ήταν σωστό;

---

---

3. Υπήρξαν στιγμές που, μέσα στα πλαίσια της ομαδικής προσπάθειας, βοηθήσατε ή πήρατε βοήθεια από τα άλλα μέλη της ομάδας. Σημειώστε παρακάτω:

- Κατά την επιλογή των οντοτήτων
- Κατά την επιλογή των σχέσεων
- Κατά την κρίση-αξιολόγηση της ορθότητας του εννοιολογικού χάρτη
- Κατά τη χρήση του προγράμματος
- Άλλο: .....
- .....

ΝΑΙ	ΟΧΙ

4. Ποιο ήταν το επίπεδο της συνεργασίας σας; Καλό, μέτριο ή κακό; Εξηγήστε τους λόγους της απάντησής σας.

---

---

5. Αισθάνεστε ικανοποιημένοι/ες από τη συνεργασία της ομάδας σας; ΝΑΙ ή ΟΧΙ;  
Αν ΟΧΙ γιατί δεν είστε ικανοποιημένοι/ες;

---

---

Τι θα μπορούσατε να βελτιώσετε σε κάποια άλλη συνεργασία των μελών της ομάδας σας;

---

---

6. Ποιες είναι οι παρατηρήσεις σχετικά με το πρόγραμμα ModellingSpace; Εδώ μπορείτε να αναφέρετε την ευκολία ή τη δυσκολία χρήσης του, το ποσοστό κατανόησης της χρήσης του τη βοήθεια που σας προσφέρει (π.χ. επικοινωνία μέσω chat με άλλες ομάδες, τη δυνατότητα αναζήτησης όλων των ενεργειών σας ή ό,τι άλλο θεωρείτε ότι θα πρέπει να αλλάξει και να βελτιωθεί.

---

---

---

