



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Σχεδιασμός και Υλοποίηση Πλατφόρμας Προσομοίωσης
Χημικού Εργαστηρίου σε Επίπεδο Δευτεροβάθμιας
Εκπαίδευσης**

**Design and Implementation of a Secondary School
Chemistry Lab Simulation Platform**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΕΧΑΓΙΑ

Βόλος, Οκτώβριος, 2017



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Σχεδιασμός και Υλοποίηση Πλατφόρμας Προσομοίωσης
Χημικού Εργαστηρίου σε Επίπεδο Δευτεροβάθμιας
Εκπαίδευσης
Design and Implementation of a Secondary School
Chemistry Lab Simulation Platform**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΕΧΑΓΙΑ

Επιβλέποντες :

ΚΥΡΙΟΣ ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΤΣΟΜΠΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΤΣΑΛΑΠΑΤΑ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΕΔΙΠ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Εγκρίθηκε από την διμελή εξεταστική επιτροπή την

(Υπογραφή)

.....

ΤΣΟΜΠΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

(Υπογραφή)

.....

ΤΣΑΛΑΠΑΤΑ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ
ΕΔΙΠ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

(Υπογραφή)

.....

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΕΧΑΓΙΑΣ

Διπλωματούχος Μηχανικός Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Τηλεπικοινωνιών και
Δικτύων του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών,
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

© 2017 – Allrightsreserved

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στη σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών (πρώην Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στα πλαίσια της απόκτησης πτυχίου. Ολοκληρώνοντας τη διπλωματική εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου και ιδιαίτερα την κ. Τσομπανοπούλου Παναγιώτα καθώς και την κ. Τσαλαπάτα Χαρίκλεια για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν, την πολύτιμη βοήθεια τους και την άριστη συνεργασία που είχαμε για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη υποστήριξη και κατανόηση που έδειξαν τόσο κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας όσο και κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

ΚΕΧΑΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΒΟΛΟΣ, 2017

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια αναζητούνται σύγχρονες μέθοδοι διδασκαλίας σύμφωνες με τις νέες θεωρίες μάθησης και, παράλληλα, έχει ενταθεί σημαντικά η έρευνα για την εισαγωγή των νέων τεχνολογιών της πληροφορικής και των επικοινωνιών στην εκπαίδευση. Τα εικονικά εργαστήρια αποτελούν ιδανική λύση, ώστε με ασφάλεια, ταχύτητα και χαμηλό κόστος να υλοποιούνται διάφορα πειράματα. Η παρούσα εργασία υλοποιεί εικονικό εργαστήριο χημείας, για την ογκομέτρηση οξέος με βάση και αντίστροφα και τον υπολογισμό της άγνωστης συγκέντρωσης μιας ουσίας. Το εικονικό εργαστήριο μπορεί να λειτουργήσει μέσω φυλλομετρητή για παράδειγμα mozillafirefox, googlechrome. Η διεπαφή με το μαθητή έχει σχεδιαστεί με σκοπό να είναι όσο το δυνατόν πιο απλή και κατανοητή. Η εφαρμογή θα δίνει αρκετές δυνατότητες στον εκπαιδευτικό για τη διατήρηση και ανάλυση της επίδοσης τόσο του ίδιου όσο και των μαθητών του.

Abstract

In recent years, new teaching methods have been sought in accordance with new learning theories, while research has intensified in order to introduce new information and communication technologies into education. Virtual Labs are an ideal solution for making various experiments safely, quickly and at almost zero cost. The present work implements a virtual chemistry laboratory for the acid - base titration and vice versa and the calculation of the unknown concentration of a substance. The virtual lab can work on a browser such as mozilla firefox, or google chrome. The student interface is designed to be as simple and comprehensible as possible. The application will give the teacher a lot of opportunities to maintain and analyze the performance of both himself/herself and his/her students.

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	i	
Περίληψη	iii	
Abstract	iv	
1	Εισαγωγή.....	1
2	Μάθηση.....	2
2.1	Τα στάδια και τα επίπεδα της μάθησης.....	3
2.2	Σύγχρονες αντιλήψεις για τη μάθηση.....	4
2.3	Ενεργητική Μάθηση /ενεργή μάθηση (active learning).....	5
2.3.1	Χαρακτηριστικά της ενεργής μάθησης.....	7
2.4	Η βιωματική μάθηση (experienced based learning).....	8
2.4.1	Θεωρητικά μοντέλα βιωματικής μάθησης.....	9
2.4.2	Στάδια της βιωματικής μάθησης.....	11
2.5	Μάθηση μέσω Επίλυσης προβλήματος.....	11
2.5.1	Πλεονεκτήματα της μάθησης μέσω επίλυσης προβλήματος.....	12
2.5.2	Στάδια επίλυσης προβλήματος.....	13
2.5.3	Τρόποι επίλυσης προβλήματος.....	14
2.5.4	Μέθοδος επίλυσης προβλημάτων και ΤΠΕ.....	16
2.6	Μάθηση μέσω Ανάπτυξης Σχεδίου Εργασίας.....	17
3	Εκπαίδευση με χρήση Η/Υ.....	21

3.1	Ορισμός.....	21
3.2	Πλεονεκτήματα.....	23
3.3	Ιστορικά Στοιχεία.....	24
4	Σύγχρονες θεωρίες μάθησης και ΤΠΕ.....	27
4.1	Κατηγορίες Εκπαιδευτικού Λογισμικού.....	28
4.1.1	Γλώσσες προγραμματισμού.....	29
4.1.2	Πακέτα εφαρμογών γενικής χρήσης.....	30
4.1.2.1	Ο επεξεργαστής κειμένου.....	30
4.1.2.2	Το λογισμικό παρουσιάσεων.....	31
4.1.2.3	Το λογισμικό των λογιστικών φύλλων.....	33
4.1.2.4	Προσομοιώσεις.....	33
4.1.2.4.1	Τύποι προσομοιώσεων.....	35
4.1.2.5	Παιγνίδια.....	35
4.1.2.6	Επικοινωνίες - Διαδίκτυο.....	36
4.1.2.7	Νοήμονα συστήματα εκπαίδευσης.....	37
4.1.2.8	Εκπαιδευτικά συστήματα εικονικής πραγματικότητας.....	38
4.1.2.8.1	Ταξινόμηση των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας.....	39
4.1.2.9	Ηλεκτρονικά βιβλία -Εγκυκλοπαίδειες.....	39
4.1.2.10	Εκπαιδευτικές εφαρμογές πολυμέσων.....	40
4.1.2.11	Πακέτα εξάσκησης και πρακτικής (drill-and-practice).....	41
4.1.2.12	Προγράμματα εξατομικευμένης διδασκαλίας (Tutorials).....	43
4.1.2.13	Προγράμματα συνεργατικής μάθησης.....	43

4.2	Μοντέλα μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό.....	43
5	Εικονικά Εργαστήρια.....	49
5.1	Ορισμός.....	49
5.2	Πλεονεκτήματα.....	50
5.3	Εικονικό εργαστήριο στο μάθημα της Χημείας.....	51
6	Πειραματικό Μέρος.....	54
6.1	Παρουσίαση του αντικειμένου.....	54
6.2	Θεωρητική βάση του εργαστηρίου.....	55
6.2.1	Ογκομέτρηση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση.....	58
7	VCL: Αρχιτεκτονική και υλοποίηση.....	59
7.1	Περιγραφή του μηχανισμού του VCL: Ογκομέτρηση (Titration).....	59
7.2	Διεπαφή μαθητή.....	61
7.3	Υλοποίηση διαδικασίας ογκομέτρησης.....	64
7.3.1	Εισαγωγή παραμέτρων πειράματος από το χρήστη.....	64
7.3.2	Ρύθμιση λοιπών παραμέτρων πειράματος.....	65
7.3.3	Διαδικασία ογκομέτρησης.....	66
8	Μελλοντικές επεκτάσεις του VCL.....	67
8.1	Κατάλογος Επιλογής (MENU).....	67
8.2	Διεπαφή Καθηγητή.....	67
8.3	Λογαριασμός Καθηγητή.....	68
8.4	Επέκταση σε άλλα πεδία της Χημείας και σε άλλα μαθήματα.....	69

8.5	Ερευνητική ανάλυση στατιστικών δεδομένων/αποτελεσμάτων.....	69
9	Προβληματισμοί.....	71
	Βιβλιογραφία.....	73
	ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	77

1

Εισαγωγή

Ο μαθητής είναι ο πολίτης του αύριο και πρέπει να μάθει πώς να μαθαίνει, να ερευνά, να συγκρίνει, να παρατηρεί και να ανακαλύπτει από μόνος του τη γνώση, μια γνώση που είναι αδύνατον πλέον να του παρέχει έτοιμη το σχολείο. Η διαδικασία της μάθησης θα συνεχιστεί και στην ενήλικη ζωή του, αφού υπολογίζεται ότι πάνω από επτά φορές θα αναγκαστεί να αλλάξει επάγγελμα, λόγω των εξελίξεων. Πρέπει, συνεπώς, να κατακτήσει τεχνικές και δεξιότητες μάθησης πέρα από τη στείρα απομνημόνευση και την παθητική μάθηση. Παράλληλα, πρέπει να εξελίσσεται ώστε να είναι ο δημοκρατικός άνθρωπος που θα σέβεται τις γνώμες και τα δικαιώματα των συνανθρώπων του, θα συνεργάζεται αποδοτικά μαζί τους, ο κοινωνικός άνθρωπος που θα συζητά και θα αποδέχεται τον συνάνθρωπό του και θα συμμετέχει ενεργά στην εύρυθμη λειτουργία της σύγχρονης δημοκρατικής κοινωνίας. Το σύγχρονο σχολείο για να ανταποκριθεί στον ανανεωμένο ρόλο του, γίνεται πιο ευέλικτο και αντικαθιστά τον παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό του χαρακτήρα με τη λειτουργική παιδαγωγική ή τη λειτουργική αντίληψη στην αγωγή, η οποία θέτει το παιδί στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας και στηρίζεται στις ανάγκες του. Οι ανάγκες δημιουργούν ενδιαφέροντα και αυτά στη συνέχεια οδηγούν το παιδί προς τη μάθηση. Επομένως, κάθε ενέργεια του παιδιού πρέπει να πηγάζει από κάποια ανάγκη του[1].

2

Μάθηση

Η μάθηση είναι ένα σύνθετο εσωτερικό βιολογικό και πνευματικό φαινόμενο που έχει μελετηθεί από διάφορους κλάδους της επιστήμης όπως ψυχολογία, παιδαγωγική, φυσιολογία, ιατρική, βιολογία και άλλοι.

Ο Χαραλαμπίδης επισημαίνει ότι ως βιολογική διαδικασία, η μάθηση παρατηρείται και στα ζώα και στους ανθρώπους και είναι αποτέλεσμα μακράς διάρκειας άσκησης, επανάληψης και εθισμού. Ως πνευματική διαδικασία, όμως, η μάθηση παρατηρείται μόνο στον άνθρωπο, κατευθύνεται σε μεγάλο βαθμό από τον ίδιο και εκδηλώνεται στη συμπεριφορά του. Η μάθηση δεν είναι κάτι που μπορεί να παρατηρηθεί στην ολότητα της άμεσα. Μόνο το αποτέλεσμα της μπορεί να γίνει αντιληπτό (Χαραλαμπίδης, 2001, στο Μανώλης 2009) [2].

Κατά καιρούς, η μάθηση ορίστηκε ως: δημιουργία υποκατάστατων ανακλαστικών (Pavlov), ως δοκιμή και πλάνη (Thorndike), ως επανάληψη μιας αντίδρασης μετά από θετική ενίσχυση (Skinner), ως ενόραση (Kohler), ως μίμηση προτύπου (Bandura), ως επεξεργασία των πληροφοριών (Neisser, Seymour, Gagné) και ως προσωπική ερμηνεία στις νεοαποκτηθείσες πληροφορίες (Maslow, Rogers).

Σύμφωνα με τον Kimble (Kimble, 1980): «Μάθηση είναι μια σχετικά σταθερή αλλαγή σε μια δυνατότητα της συμπεριφοράς, η οποία συμβαίνει ως αποτέλεσμα ενισχυμένης πρακτικής» (Τριλιανός τ. Α΄, 2003 στο Μανώλης 2009)[2].

Ένας άλλος ορισμός είναι του Gagné σύμφωνα με τον οποίο η μάθηση είναι η διαδικασία που υποβοηθά τους οργανισμούς να τροποποιήσουν τη συμπεριφορά τους σε ένα σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα και με ένα μόνιμο τρόπο, έτσι ώστε η ίδια η τροποποίηση ή αλλαγή να μη χρειαστεί να συμβεί κατ' επανάληψη σε κάθε νέα περίπτωση. Η αλλαγή ή τροποποίηση αυτή γίνεται αντιληπτή από το ίδιο το πρόσωπο που μαθαίνει, αφού από τη στιγμή που θα έχει ολοκληρωθεί η μάθηση, θα είναι σε θέση να εκτελεί ορισμένες πράξεις που δεν θα μπορούσε να κάνει προηγουμένως (Gagné, 1985 στο θεωρίες μάθησης Π. Ε. Καθ. Γερμ. Γλώσσας)[3].

Παρότι έχει διεξαχθεί πληθώρα σχετικών μελετών, η μάθηση παραμένει μια διαδικασία η οποία δεν έχει ερμηνευτεί και κατανοηθεί πλήρως και κατά τρόπο παραδεκτό από όλους, όσους ασχολούνται με αυτή. Στην ουσία τα όσα γράφονται και λέγονται για τη μάθηση αποτελούν επιστημονικές υποθέσεις που εξάγονται από την παρατήρηση και τη μελέτη των αποτελεσμάτων της[2].

2.1 Τα στάδια και τα επίπεδα της μάθησης

Προκειμένου να ολοκληρωθεί μέσα σε έναν ανθρώπινο εγκέφαλο η διαδικασία μέσα από την οποία αυτός μαθαίνει, απαιτούνται πολλά και διαδοχικά, με εξαιρετική σημασία στην σειρά διαδοχής τους, στάδια. Τα στάδια μάθησης είναι τα εξής: [3]:

1. Διαδικασία στροφής της προσοχής - Επιλεκτική αντίληψη
2. Διατήρηση στη βραχυπρόθεσμη μνήμη

3. Κωδικοποίηση
4. Συγκέντρωση και διαφύλαξη
5. Ανάκτηση
6. Γεννήτρια αντιδράσεων
7. Εκτέλεση
8. Επανατροφοδότηση
9. Διαδικασίες εκτελεστικού ελέγχου

Πέρα από τις παραπάνω διαδικασίες μάθησης, τα επίπεδα μάθησης ορίζουν μια ιεραρχία διαφορετικών ειδών μάθησης που κατακτώνται με διαφορετικές κατηγορίες δεξιοτήτων διαβαθμισμένης δυσκολίας. Τα επίπεδα μάθησης είναι:

1. Πρώτο επίπεδο – Πληροφοριακό
2. Δεύτερο επίπεδο – Οργανωτικό
3. Τρίτο επίπεδο – Αναλυτικό
4. Τέταρτο επίπεδο – Πραξιακό[4]

2.2 Σύγχρονες αντιλήψεις για τη μάθηση

Οι αντιλήψεις για τη μάθηση και για την καλύτερη μέθοδο απόκτησης της γνώσης εξελίσσονται όσο εξελίσσονται οι επιστήμες της Παιδαγωγικής, Ψυχολογίας κλπ.

Στην παραδοσιακή αντίληψη για τη μάθηση η μόνη πηγή πληροφόρησης είναι το βιβλίο και ο δάσκαλος, ο οποίος μάλιστα αντιμετωπίζεται ως αυθεντία και είναι ο μόνος που μεταφέρει τη γνώση. Η γνώση αναπαράγεται και η μάθηση εστιάζεται στις γνωστικές ανεπάρκειες των μαθητών.

Στη σύγχρονη αντίληψη για τη μάθηση υπάρχουν πολλές πηγές πληροφόρησης πέρα από το βιβλίο και το δάσκαλο, ο οποίος πλέον αντιμετωπίζεται ως διευκολυντής της γνώσης. Η γνώση παράγεται από τους μαθητές και η μάθηση εστιάζεται στα ενδιαφέροντα και στις ικανότητες των μαθητών.



Εικόνα 1: Παραδοσιακές και Σύγχρονες αντιλήψεις για τη μάθηση.

Πηγή: Επιμόρφωση των εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση και εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδακτική πράξη. Ξάνθη 2013.

2.3 Ενεργητική Μάθηση /ενεργή μάθηση (active learning)

Η μάθηση είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη διδασκαλία. Οι απόψεις για τη διδασκαλία εξελίσσονται ταυτόχρονα με την εξέλιξη της επιστήμης της Παιδαγωγικής, της Ψυχολογίας, της Κοινωνιολογίας, της Ιατρικής, αλλά και της Τεχνολογίας που αποτελεί εργαλείο και συνάμα αντικείμενο μάθησης και διδασκαλίας.

Στην παραδοσιακή διδασκαλία η μάθηση είναι παθητική. Ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως μεσάζοντας της γνώσης, είναι πηγή αναφοράς, διαχειρίζεται τους μαθητές ως ένα αδιαφοροποίητο σύνολο. Η συμμετοχή των μαθητών περιορίζεται στην ακρόαση.

Υπάρχει επικοινωνία μόνο μεταξύ δασκάλου και καλών μαθητών. Μπορεί να παρασταθεί με το σχήμα:



Εικόνα 2: Παθητική μάθηση

Στις σύγχρονες μεθόδους διδασκαλίας που βασίζονται στην ενεργητική μάθηση ο δάσκαλος δε μεταφέρει γνώσεις, αλλά διευκολύνει το μαθητή να τις κατακτήσει, δηλ. ο εκπαιδευτικός καλλιεργεί δεξιότητες και θέτει τις βάσεις για αυτενέργεια και εκμάθηση των διαδικασιών της μάθησης (δηλ. να μάθει ο μαθητής πώς να μαθαίνει) κατά το σχήμα:



Εικόνα 3: Ενεργητική μάθηση. Το τρίγωνο της διδασκαλίας

Σύμφωνα με τις νέες αντιλήψεις στο χώρο της παιδαγωγικής ψυχολογίας ο μαθητής δεν αποτελεί ένα παθητικό ον που αντιδρά μηχανικά και χωρίς συμμετοχή στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος, αλλά αποτελεί μια ενεργητική ύπαρξη, έναν παραγωγό, ένα μετασχηματιστή των πληροφοριών που προσφέρονται από το δάσκαλο. Η μάθηση που επιτυγχάνεται από το μαθητή είναι ένα ζωντανό προϊόν που χρησιμεύει σ' αυτόν να ικανοποιήσει τις ανάγκες του και να λύσει τα προβλήματα της ζωής του.



Εικόνα 4: Ενεργητική μάθηση

Η μάθηση ως διαδικασία είναι ενεργητική και απαιτεί καλλιέργεια δεξιοτήτων, όπως ενημέρωση, παρατήρηση, σύγκριση, συσχέτιση πληροφοριών, ταξινόμηση, έρευνα, διατύπωση ερωτήσεων, αξιολόγηση, εξαγωγή συμπερασμάτων, λήψη αποφάσεων, ανάπτυξη κριτικής και δημιουργικής σκέψης.

2.3.1 Χαρακτηριστικά της ενεργής μάθησης

Σύμφωνα με τις αντιλήψεις της ενεργής μάθησης (active learning) ο μαθητής:

- Ανακαλύπτει-εφευρίσκει γνώση. Το αποτέλεσμα δεν προσφέρεται έτοιμο, αλλά οικοδομείται από το μαθητή.
- Έρχεται σε άμεση επαφή με το αντικείμενο της μάθησης για ικανό χρονικό διάστημα.
- Καλλιεργεί και ασκεί ποικιλία γνωστικών δεξιοτήτων.
- Ο δάσκαλος ενισχύει τις δεξιότητες που θεμελιώνουν την ενεργητική μάθηση.
- Εστιάζει τις προσπάθειές του σ' ένα συγκεκριμένο σκοπό δραστηριοποίησης (π.χ. κατατάσσει, ταξινομεί, αξιολογεί κτλ.)
- Χρησιμοποιεί ενσυνείδητα μια διαδικασία ή μέθοδο που θα τον οδηγήσει στο σκοπό[5].

Η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στη μάθηση (active learning) περικλείει κατά κάποιον τρόπο το μοντέλο της βιωματικής μάθησης (learning by doing, experienced based learning), Η ενεργητική – βιωματική μάθηση σχετίζεται, επίσης, άμεσα με τη

διερευνητική μάθηση (discovery learning), τη μέθοδο επίλυσης προβλημάτων (problem based learning), τη μάθηση μέσω της εκπόνησης εργασιών (project based learning) και τις μελέτες περίπτωσης (case studies). Όλα τα αναφερθέντα μοντέλα μάθησης προβλέπουν μια διαδικασία η οποία προϋποθέτει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών (active learning) σε δραστηριότητες, όπως η έρευνα, η έρευνα πεδίου, η παρατήρηση, οι συνεντεύξεις, οι προσομοιώσεις, οι δημιουργικές συνθέσεις, κ.λ.π.

2.4 Η βιωματική μάθηση (experienced based learning)

Η σημασία της εμπειρίας αναφέρεται στον Κονφούκιο, από το 450 π.Χ.: «Πες μου και θα ξεχάσω. Δείξε μου και μπορεί να θυμηθώ. Κάνε με να συμμετάσχω και θα καταλάβω.»

Με τον όρο βιωματική μάθηση (learning by doing, experienced based learning), εννοούμε τη διαδικασία οικειοποίησης της γνώσης μέσω της εμπειρίας και της αναζήτησης προσωπικού νοήματος σ' αυτήν. Παράλληλα, η βιωματική μάθηση ανταποκρίνεται στην ανάγκη ανάπτυξης του συνόλου της προσωπικότητας του ατόμου και όχι μόνο της νοητικής του βελτίωσης. Σε κάθε περίπτωση, αντιλαμβανόμαστε τη βιωματική μάθηση, ως «ένα ταξίδι ανακάλυψης του νοήματος της ανθρώπινης ύπαρξης και της φύσης του κοινού καλού» (Δεδούλη, 2002)[6].

Ειδικά στο χώρο της εκπαίδευσης, με τον όρο βιωματική μάθηση αναφερόμαστε στην οργάνωση της μάθησης με βάση την εμπειρία. Κάτι ανάλογο ισχύει και στην επιμόρφωση[7].

Η βιωματική μάθηση είναι ο κατ' εξοχήν τρόπος μάθησης των ενηλίκων. Στην απλούστερη μορφή της, η βιωματική μάθηση είναι η μάθηση μέσα από την κατάλληλη

αξιοποίηση της εμπειρίας, ή αλλιώς η μάθηση μέσα από την πράξη (learning by doing). Αν επιχειρούσαμε να δώσουμε έναν ορισμό, θα υποστηρίζαμε πως με τον όρο βιωματική μάθηση αναφερόμαστε στη διαδικασία εκείνη σύμφωνα με την οποία οι επιμορφούμενοι καλούνται να ζήσουν και ενσυνείδητα να κατανοήσουν τις δικές τους σκέψεις, συναισθήματα, δράσεις και αντιδράσεις σε μία κατάσταση. Αυτό μπορεί να γίνει είτε με το να μοιραστούν απλά μια δική τους εμπειρία σχετική με το αντικείμενο της επιμόρφωσής τους, είτε με το να συμμετέχουν στην αναπαράσταση μίας κατάστασης –αληθινής ή φανταστικής– την οποία εισάγει ο επιμορφωτής, με τη μορφή ενός γεγονότος ή περιστατικού, και η οποία προσφέρεται προκειμένου οι επιμορφούμενοι να κατανοήσουν βαθύτερα τις παραμέτρους της κατάστασης και να αναπτύξουν τις σχετικές ικανότητές τους (Πολέμη 2003)[8].

Η βιωματική μάθηση αποτελεί έναν εναλλακτικό τρόπο εκπαίδευσης που επεκτείνεται πέρα από τα θρανία, τα σχολικά βιβλία, τη μετωπική διδασκαλία και την απομνημόνευσή της «ύλης». Βρίσκεται στον αντίποδα των παραδοσιακών διδακτικών μεθόδων. Πρόκειται για μάθηση κατά την οποία ο παιδαγωγούμενος εμπλέκεται άμεσα στην πραγματικότητα που μελετά. Παρέχονται δηλαδή στους μαθητές δυνατότητες να βιώσουν το ζήτημα που ερευνούν. Επομένως ο όρος βιωματική μάθηση αναφέρεται τόσο στο περιεχόμενο και τις παιδαγωγικές μεθόδους της μαθησιακής διαδικασίας, όσο και στο κλίμα της σχολικής τάξης.

2.4.1 Θεωρητικά μοντέλα βιωματικής μάθησης

Οι τρεις μεγάλες παραδόσεις της βιωματικής μάθησης, όπως καταγράφονται από τον Kolb (1984), προέρχονται από τους Dewey, Lewin και Piaget[9].

Ο Dewey από τη φιλοσοφική προοπτική του πραγματισμού επεσήμανε από το 1938 τη σχέση ανάμεσα στην εκπαίδευση και την εμπειρία, εκφράζοντας την πεποίθησή ότι κάθε γνήσια μορφή εκπαίδευσης γεννιέται από την εμπειρία. Παραφράζοντας το απόφθεγμα του Λίνκολν για τη δημοκρατία υποστήριξε ότι η εκπαίδευση είναι «απ' την εμπειρία, για την εμπειρία και μέσω της εμπειρίας». (Dewey,1938, 1980 στο Δεδούλη, 2002)[10].

Η δεύτερη μεγάλη παράδοση της βιωματικής μάθησης προέρχεται από το χώρο της δυναμικής της ομάδας. Ο Lewin με την εργασία του στη δυναμική των ομάδων, καθώς και η μεθοδολογία της έρευνας-δράσης ανέδειξαν την αξία της υποκειμενικής προσωπικής εμπειρίας στη μάθηση. Σύμφωνα με το θεωρητικό μοντέλο του Lewin, η μάθηση, η αλλαγή και η ανάπτυξη, προάγονται καλύτερα μέσα από μια διαδικασία που ξεκινά από μια «εμπειρία» και ακολουθείται από τη συλλογή δεδομένων και παρατηρήσεων πάνω στην εμπειρία αυτή.

Η τρίτη μεγάλη παράδοση προέρχεται από τη συνεισφορά του Piaget και έγκειται στην περιγραφή της μάθησης, ως μιας διαδικασίας αλληλεπίδρασης μεταξύ του προσώπου και του περιβάλλοντος. Κατά τον Piaget, οι κατευθύνσεις της εμπειρίας και των ιδεών, του στοχασμού και της δράσης, παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της σκέψης. Η διεργασία της μάθησης, σε αυτή την περίπτωση, ακολουθεί μια κυκλική αλληλεπίδραση ανάμεσα στο άτομο και το περιβάλλον (στο Δεδούλη, 2002)[6].

2.4.2 Στάδια της βιωματικής μάθησης

Η βιωματική μάθηση σύμφωνα με το μοντέλο του Kolb[11] ακολουθεί μια σειρά από στάδια:

Στάδιο 1: Συγκεκριμένη εμπειρία.

Στάδιο 2: Παρατήρηση και Αντανάκλαση

Στάδιο 3: Διαμόρφωση αφηρημένων εννοιών.

Στάδιο 4: Δοκιμή σε νέες καταστάσεις

2.5 Μάθηση μέσω Επίλυσης προβλήματος

Οι σύγχρονες θεωρίες μάθησης θέτουν την επίλυση προβλήματος (Problem based learning-PBL) στο επίκεντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας και των μαθησιακών δραστηριοτήτων. «Πρόβλημα» αποκαλείται μία κατάσταση κατά την οποία το άτομο προσπαθεί να επιτύχει ένα συγκεκριμένο σκοπό, επιλέγοντας τα κατάλληλα μέσα και στρατηγικές που θα του δώσουν τη λύση. Συνεπώς, η «επίλυση προβλήματος» αναφέρεται στις προσπάθειες που καταβάλλει το άτομο για να λύσει το εκάστοτε πρόβλημα.

Σύμφωνα με μια άλλη προσέγγιση, ως πρόβλημα ορίζεται μια ερώτηση που δημιουργεί σύγχυση, αμφιβολία ή αβεβαιότητα, ένα δίλημμα, μια δύσκολη απροσδόκητη κατάσταση που πρέπει να ξεκαθαριστεί (Μπιρμπίλη, 2008:203 στο Γκλιάου, Ν.)[12].

Μέσω αυτού του μοντέλου προσεγγίζεται η γνώση και οι δεξιότητες ως προϊόντα ατομικής γνωστικής συγκρότησης και εμπειρίας, αφού ο ρόλος του δασκάλου δεν

είναι να μεταφέρει στους μαθητές τη μια και μοναδική αλήθεια, αλλά μάλλον τους βοηθά και τους καθοδηγεί στην αναζήτησή της (Mayer, 1992, στο Γκλιάου, Ν.)[12]. Το μοντέλο μάθησης μέσω της επίλυσης προβλήματος υποστηρίζει ένα περιβάλλον όπου οι μαθητές εμπλέκονται στην αυθεντική μάθηση με ευκαιρίες να εξερευνήσουν και να επεκτείνουν τις γνώσεις τους, να εμπλουτίσουν τις εμπειρίες, να ρωτούν, να αναζητούν απαντήσεις, να κατανοούν την πολυπλοκότητα του κόσμου. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται το ενδιαφέρον και τα παιδιά οδηγούνται στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων αναζητώντας απάντηση σε ερωτήματα με το δικό τους ρυθμό και σύμφωνα με τις δικές τους ανάγκες, συνδυάζοντας γνώσεις από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα (Nagel, 1996 στο Γκλιάου, Ν.)[12].

Με άλλα λόγια, η επίλυση προβλήματος αξιολογεί τις ικανότητες των μαθητών σε δραστηριότητες που δεν απαιτούν απλά τη γνώση, τη κατανόηση και την εφαρμογή, αλλά που επικεντρώνονται στην ανάλυση, τη σύνθεση και την αξιολόγηση, ικανότητες που απαιτούν υψηλού επιπέδου γνωστικές ικανότητες από τους μαθητές.

2.5.1 Πλεονεκτήματα της μάθησης μέσω επίλυσης προβλήματος

Η επίλυση προβλήματος αποτελεί μια αρχή στην κατεύθυνση της αυτορυθμιζόμενης μάθησης, η οποία ενισχύει την ανεξαρτησία και την αυτοεκτίμηση.

Η ικανότητα του ατόμου να βρίσκει νέα λύση στο πρόβλημά του, βοηθά τα παιδιά να σκέφτονται την αιτία, να παίρνουν τις δικές τους αποφάσεις και να μαθαίνουν. Εξερευνώντας, πειραματιζόμενα, δοκιμάζοντας τις υποθέσεις και τελικά επιλύοντας προβλήματα τα παιδιά κάνουν τη μάθηση δική τους διαδικασία γεμάτη νόημα.

Η συνεργασία για επίλυση προβλήματος ενισχύει τις κοινωνικές και διαπροσωπικές δεξιότητες και κινητοποιεί τους συμμετέχοντες και είναι αποτελεσματική όταν τα παιδιά μοιράζονται έναν σκοπό και έχουν διαφορετικές απόψεις για τον τρόπο που θα τον εκπληρώσουν.

Η μάθηση μέσου επίλυσης προβλήματος αντανακλά αυθεντικούς στόχους που συνδέονται με την πραγματική ζωή, ενθαρρύνει τους μαθητές να γίνονται ενεργητικά μέλη, ανταποκρίνεται στα ενδιαφέροντα των μαθητών και οδηγεί σε διερευνητική μάθηση, όπου εμπλέκονται πολλές και διαφορετικές γνωστικές περιοχές [12].

2.5.2 Στάδια επίλυσης προβλήματος

Στην εφαρμογή της επίλυσης προβλήματος ακολουθούνται σε γενικές γραμμές τα παρακάτω στάδια :

- Εντοπισμός και διερεύνηση του προβλήματος/ζητήματος
- Καθορισμός στόχων για την επίλυση (ή συμμετοχή στην επίλυση) του προβλήματος
- Διερεύνηση εναλλακτικών λύσεων
- Σύνταξη κριτηρίων για την επιλογή της πιθανής/ρεαλιστικής λύσης (ή λύσεων)
- Επιλογή της κατάλληλης λύσης (ή λύσεων) σύμφωνα με τις αρχές της αειφορίας
- Συγκρότηση σχεδίου δράσης
- Υλοποίηση της δράσης
- Αξιολόγηση και επανατροφοδότηση της διαδικασίας

Ορισμένα σημεία της διαδικασίας χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής όπως:

Ορισμός του προβλήματος. Το άτομο που επιλύει ένα πρόβλημα αρχικά χρειάζεται να το αναγνωρίσει. Συχνά η αναγνώριση του προβλήματος εμπεριέχει δυσκολίες. Αν π.χ. ένα παιδί κλαίει γιατί κάποιος το έδειρε το πρόβλημα δεν είναι το χτύπημα, αλλά η αιτία που το προκάλεσε. Η αναζήτηση της λύσης επομένως πρέπει να συνδέεται με την αιτία του προβλήματος κι όχι με το αποτέλεσμα της πράξης.

Καταιγισμός ιδεών για την επίλυση. Ο καταιγισμός ιδεών προσφέρει στα παιδιά ευκαιρίες να συζητήσουν, να διαπραγματευτούν να αναπτύξουν συνεργατικές δεξιότητες.

Αναζήτηση εναλλακτικών τρόπων, επιλογή μιας λύσης και προσπάθεια εφαρμογής. Επιλέγοντας και ακολουθώντας ένα δρόμο, μια επιλογή για τη λύση του προβλήματος τα παιδιά συναινούν και μοιράζονται την ευθύνη της απόφασης. Πρόκειται για μια πολύτιμη μάθηση σε μια δημοκρατική κοινωνία.

Αξιολόγηση των επιλογών και αιτιολόγηση του τι συνέβη. Αξιολογώντας τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος τα παιδιά αναγνωρίζουν τις επιλογές και τα λάθη τους και μαθαίνουν να εκτιμούν τη δουλειά τους (Becker et al., 1979, στο Γκλιάου Ν.)[12].

2.5.3 Τρόποι επίλυσης προβλήματος

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να βοηθήσει ο εκπαιδευτικός τους μαθητές ώστε να επιλύουν προβλήματα. Δύο στρατηγικές είναι οι πιο γνωστές (Hartman, 1997, στο Γκλιάου Ν.)[12]. Η επίλυση προβλήματος με συνεργασία, και μέσω εξωτερίκευσης των σκέψεων (ή σκέφτομαι δυνατά).

Επίλυση μέσω συνεργασίας

Αυτός ο τρόπος προσέγγισης και επίλυσης προβλήματος ενισχύει τη μεταγνωστική ικανότητα του μαθητή, την αυτορρύθμιση και προσφέρει ανατροφοδότηση σχετικά με ότι έχει ήδη κατανοήσει ή τι παραμένει ακόμη αδιευκρίνιστο. Οι ρόλοι στο ζευγάρι συνεργασίας μπορούν να αντιστραφούν έτσι ώστε όλοι να αναλαμβάνουν το ρόλο, άλλοτε αυτού που σκέπτεται και προτείνει, κι άλλοτε αυτού που αναλύει αυτά που ακούει. Ο εκπαιδευτικός παρατηρεί κάθε ζευγάρι, βοηθά στην εξέλιξη της διαδικασίας και παρέχει ανατροφοδότηση.

Επίλυση μέσω εξωτερίκευσης των σκέψεων (ή σκέφτομαι δυνατά)

Η τεχνική αυτή εμπλέκει ένα άτομο που εκφράζει δυνατά όλα τα βήματα και όλη τη διαδικασία που έχει σκεφτεί για να λύσει ένα πρόβλημα, να απαντήσει σε μια ερώτηση, να κάνει ένα πείραμα.

Στις περιπτώσεις που ο εκπαιδευτικός εξηγεί φωναχτά τα βήματα, τις σκέψεις, τα συναισθήματα του για να λύσει ένα πρόβλημα, η διαδικασία προσφέρει τη δυνατότητα στα παιδιά να ελέγχουν το δικό τους τρόπο σκέψης

Όταν αυτός που σκέφτεται και μιλά είναι το παιδί, η διαδικασία είναι εξίσου σημαντική. Το παιδί εργάζεται συστηματικά, εντοπίζει τα λάθη του πριν προχωρήσει η διαδικασία και ακολουθήσει λανθασμένη κατεύθυνση και μαθαίνει να ελέγχει τις σκέψεις του όταν τις παρουσιάζει.

Σε κάθε περίπτωση, επειδή αντικειμενικός σκοπός της συνεργασίας για επίλυση προβλήματος είναι να μοιράζεται κάποιος διαφορετικές απόψεις, είναι σημαντικό ο εκπαιδευτικός να επιζητά τη συνεργασία κι όχι την υπακοή των παιδιών, να ρωτά και να μην λέει, να προτείνει μάλλον και να μην απαιτεί, να πείθει παρά να ελέγχει, να ενθαρρύνει τα παιδιά να αυτορρυθμίζουν τη συμπεριφορά τους και να λειτουργούν αυτόνομα (Devries, & Zan, 1994, στο Γκλιάου Ν.)[12].

2.5.4 Μέθοδος επίλυσης προβλημάτων και ΤΠΕ

Οι Jonassen & Kwon (2001)[13] εντοπίζουν τη συμβολή των ΤΠΕ στην εφαρμογή της επίλυσης προβλήματος σε 3 επίπεδα:

Σε επίπεδο περιεχομένου

Το ψηφιακό υλικό αυξάνει πρακτικά τις δυνατότητες των μαθητών για ανεύρεση και συνδυασμό πληροφοριών για μία πληθώρα θεμάτων με τη χρήση των εργαλείων Web 2.0 και του διαδικτύου ανάλογα με το ζητούμενο της δραστηριότητας κάθε φορά.

Σε επίπεδο διεκπεραίωσης και οργάνωσης των πληροφοριών

Ένα σημαντικό στάδιο στην επίλυση προβλήματος είναι η αναπαράσταση του χώρου του προβλήματος. Η υποστήριξη του σταδίου αυτού με τη χρήση των ΤΠΕ οδηγεί σε βαθύτερη κατανόηση και αποτελεσματικότερη επίλυση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τα υπερμέσα (hypermedia), οι μικρόκοσμοι (microworlds), εργαλεία οπτικοποίησης (visualization tools), εννοιολογικοί χάρτες (concept mapping) κ.λ.π. Με τη βοήθεια των εργαλείων Web 2.0 οι μαθητές είναι σε θέση να οργανώνουν εύκολα και να δομούν τη δραστηριότητα βήμα-βήμα ανάλογα με το στάδιο στο οποίο βρίσκονται. Με αυτό τον τρόπο αρχειοθετούν και αποθηκεύουν τις ενέργειες τους προς την επίλυση τους προβλήματος.

Σε επίπεδο προέκτασης των καινοτόμων πρακτικών

Η ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση αυξάνει την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών, βελτιώνει την επίδοση και τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών και την αυτοπεποίθησή τους (Paz Dennen, 2000)[14].

2.6 Μάθηση μέσω Ανάπτυξης Σχεδίου Εργασίας

Όπως αναφέρει ο Οικονόμου [15] ο John Dewey προώθησε αρχικά την ιδέα της «μάθησης μέσα από την πράξη». Το 1897 κατέγραψε τις απόψεις του σχετικά με την εκπαίδευση: «Ο δάσκαλος δεν βρίσκεται στο σχολείο για να επιβάλει ορισμένες ιδέες ή να δημιουργήσει ορισμένες συνήθειες στο παιδί. Είναι εκεί ως μέλος της κοινότητας, αρωγός στην προσπάθεια οικοδόμησης της γνώσης».

Η ανάπτυξη ενός σχεδίου εργασίας αποτελεί ένα διδακτικό μοντέλο που στοχεύει μεταξύ άλλων στην ανάπτυξη κρίσιμων δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, όπως η συνεργασία, η επικοινωνία και η κριτική σκέψη. Τα σχέδια εργασίας υποστηρίζουν τη συλλογική δράση (Dornyei, 2001) [16], συμβάλλουν στην κοινωνικοποίηση και στην αυτονομία των μαθητών (Lee, 2002) [17], και ενισχύουν την κριτική ικανότητα (Ματσαγγούρας, 2004, στο Οικονόμου) [15]. Ειδικότερα, η χρήση Νέων Τεχνολογιών και η αξιοποίηση αυθεντικών πηγών κατά τη συλλογή πληροφοριών, υποστηρίζεται ότι αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών και οδηγεί σε αποτελεσματικότερη μάθηση (Φραγκούλης & Τσιπλακίδης, 2009) [18]. Οι υποστηρικτές του Project-based learning (PBL) αναφέρουν πολλά οφέλη από την εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας για τους μαθητές. Περιλαμβάνει βαθύτερη κατανόηση των εννοιών, διεύρυνση της βάσης γνώσεων, βελτίωση της επικοινωνίας και ενίσχυση των διαπροσωπικών / και κοινωνικών δεξιοτήτων, ενίσχυση ηγετικών ικανοτήτων και συνεργασίας και αυξημένη δημιουργικότητα.

Η μεθοδολογία Project-based learning δίνει έμφαση στις μαθησιακές δραστηριότητες που είναι μακροπρόθεσμες, διαθεματικές – διεπιστημονικές και μαθητοκεντρικές. Αντίθετα, από τις παραδοσιακές, καθοδηγούμενες από το δάσκαλο δραστηριότητες

στην τάξη, οι μαθητές συχνά πρέπει να οργανώσουν την εργασία τους και να διαχειριστούν το χρόνο τους, βάσει οργανωμένου σχεδίου. Η Project-based προσέγγιση διαφέρει από την παραδοσιακή έρευνα. Η βασική ιδέα της μεθοδολογίας αυτής είναι να εμπλακούν οι μαθητές στην επίλυση προβλημάτων πραγματικού χρόνου, ώστε να προκληθεί το ενδιαφέρον για εποικοδομητική σκέψη πάνω σε αυτά. Μέσα από τη δημιουργική εμπλοκή που η διαδικασία προβλέπει, οι μαθητές αποκτούν και εφαρμόζουν νέα γνώση[15].

Η μεθοδολογία αυτή ενισχύει την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση (self-directed learning) (Prince & Felder, 2006)[19] μέσα από την από την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων (problem-centered) σε αυθεντικά πλαίσια, προσφέροντας δραστηριότητες που περιέχουν πολλαπλές αναπαραστάσεις της γνώσης και δίνοντας έμφαση στην διαχείριση του χρόνου (Οικονόμου)[15].

Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται συνοπτικά οι διαφορές μεταξύ ενός σχεδίου εργασίας (Projects) και της μάθησης μέσω σχεδίου εργασίας (Project-based Learning) (πηγή: <https://economu.wordpress.com/project-based-learning/>).

Projects	Project-based Learning
Μπορεί να γίνονται στο σπίτι, χωρίς την καθοδήγηση εκπαιδευτικού ή την ομαδική συνεργασία.	Απαιτεί την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών και τη συνεργασία της ομάδας.
Μπορεί να περιγράφονται λεπτομερώς σε ένα χαρτί (φύλλο εργασίας) από τον εκπαιδευτικό.	Περιλαμβάνει προαπαιτούμενη γνώση και από τους μαθητές αλλά και από τους εκπαιδευτικούς
Χρησιμοποιούνται κάθε χρόνο και συνήθως επικεντρώνονται στο αποτέλεσμα (δημιουργία αφίσας, παρουσίαση, κ.λπ.).	Είναι επίκαιρη, σύνθετη, καλύπτει πολλές θεματικές περιοχές, και απαιτεί σημαντικό χρόνο για τη σχεδίαση αλλά και την εφαρμογή.
Το έργο των εκπαιδευτικών εμφανίζεται κυρίως αφού το έργο	Το έργο των εκπαιδευτικών φαίνεται κυρίως πριν από την έναρξη του έργου.

ολοκληρωθεί.	
Οι μαθητές δεν έχουν πολλές δυνατότητες επιλογών σε οποιοδήποτε σημείο του έργου.	Οι μαθητές κάνουν τις περισσότερες από τις επιλογές τους κατά τη διάρκεια του έργου, εντός του αρχικού πλαισίου.
Οι μαθητές βαθμολογούνται συνήθως με βάση τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών.	Οι μαθητές βαθμολογούνται με βάση μια σαφώς καθορισμένη μέθοδο αξιολόγησης, που έχει δημιουργηθεί ειδικά για το έργο.
Είναι κλειστά: Κάθε έργο έχει τον ίδιο στόχο.	Είναι ανοικτό: οι μαθητές κάνουν επιλογές που καθορίζουν το αποτέλεσμα και την πορεία της έρευνας.
Τις περισσότερες φορές δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων στον πραγματικό κόσμο.	Θα μπορούσε να παρέχει λύσεις στον πραγματικό κόσμο στα πραγματικά προβλήματα, ακόμη και αν δεν μπορεί να εφαρμοστεί.
Δεν περιλαμβάνουν σενάρια και πληροφορίες που βασίζονται σε γεγονότα που έχουν ήδη επιλυθεί.	Το σενάριο ή προσομοίωση είναι πραγματικό. Αν είναι πλασματικό, είναι ρεαλιστικό, διασκεδαστικό, και επίκαιρο.
Συνήθως βασίζονται σε ένα εργαλείο. (π.χ. «Δημιουργήστε μια παρουσίαση»)	Οι μαθητές χρησιμοποιούν την τεχνολογία επιλέγοντας τα εργαλεία σύμφωνα με τους σκοπούς ή και τις ανάγκες του έργου.
Όλες οι εργασίες κινούνται στο ίδιο μοτίβο.	Είναι διαφορετικές μεταξύ τους ανάλογα με τις ανάγκες και την επικαιρότητα.

Η μεθοδολογία αυτή χαρακτηρίζεται από τη δημιουργία ομάδων. Οι ομάδες θα καθορίσουν τα σχέδια τους από κοινού. Με τον τρόπο αυτό, ασκούνται στην τεκμηριωμένη έκφραση απόψεων και αναλαμβάνουν την πλήρη ευθύνη για τη μάθησή τους. Αυτό που χαρακτηρίζει τη μεθοδολογία αυτή είναι κονστρουκτιβιστική προσέγγιση. Διακρίνουμε, συνήθως, πέντε φάσεις: Συλλογικός Προγραμματισμός, Ενδοομαδικός Προγραμματισμός, Συλλογική Διεξαγωγή Έργου, Παρουσίαση Ομαδικού Έργου, Αξιολόγηση Ομαδικού Έργου.

Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει το ρόλο του διαμεσολαβητή, σε συνεργασία με τους μαθητές, «καθοδηγεί» την ανάπτυξη γνώσεων και κοινωνικών δεξιοτήτων, αξιολογώντας προσεκτικά αυτό που οι μαθητές έχουν μάθει βασιζόμενοι στην εμπειρία που αποκτούν.

Οι μαθητές από την άλλη εμπλέκονται ενεργά σε δραστηριότητες έρευνας προκειμένου να επιλύσουν ένα πρόβλημα, να απαντήσουν σε μια ερώτηση ή να αντιμετωπίσουν μια πρόκληση που τους δίνεται. Εργάζονται από κοινού για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων και αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες, ανταλλάσσοντας ιδέες, και παράγοντας κοινές λύσεις. Επίσης, χρησιμοποιούν την τεχνολογία ως εργαλείο για να επικοινωνούν με τους άλλους. Επιλέγουν τον τρόπο που θα αποκτήσουν, ή θα χειρίζονται τις πληροφορίες.

Η ανάπτυξη ενός Σχεδίου Εργασίας μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένα πρόβλημα επίλυσης και αντίστροφα η επίλυση προβλήματος μπορεί να είναι η ανάπτυξη ενός Σχεδίου Εργασίας. Και στις δύο παραπάνω μεθοδολογικές προσεγγίσεις μπορεί να προγραμματιστούν οι ακόλουθες διδακτικές ενέργειες :

- Μέθοδος έρευνας με την υποβολή ερωτήσεων
- Πειραματική μέθοδος
- Επισκόπηση απόψεων – Σφυγμομέτρηση
- Ανάλυση και μελέτη μιας χαρακτηριστικής περίπτωσης
- Δραστηριότητες προσομοίωσης
- Διερεύνηση και τροποποίηση των εναλλακτικών ιδεών

3 Εκπαίδευση με χρήση Η/Υ.

3.1 Ορισμός

Η εκπαιδευτική τεχνολογία (educational technology) αφορά στη δημιουργία, χρήση και διαχείριση τεχνολογικών πόρων με απώτερο σκοπό την υποβοήθηση μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η υποβοήθηση περιλαμβάνει τη διευκόλυνση του εκπαιδευτή να μεταδώσει τη γνώση στον εκπαιδευόμενο και ταυτόχρονα την αύξηση των θετικών εκροών της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Συνεπώς, η εκπαιδευτική τεχνολογία συνδέεται με τις διάφορες θεωρίες μάθησης (learning theories) και διδασκαλίας (instructional theory) [20].

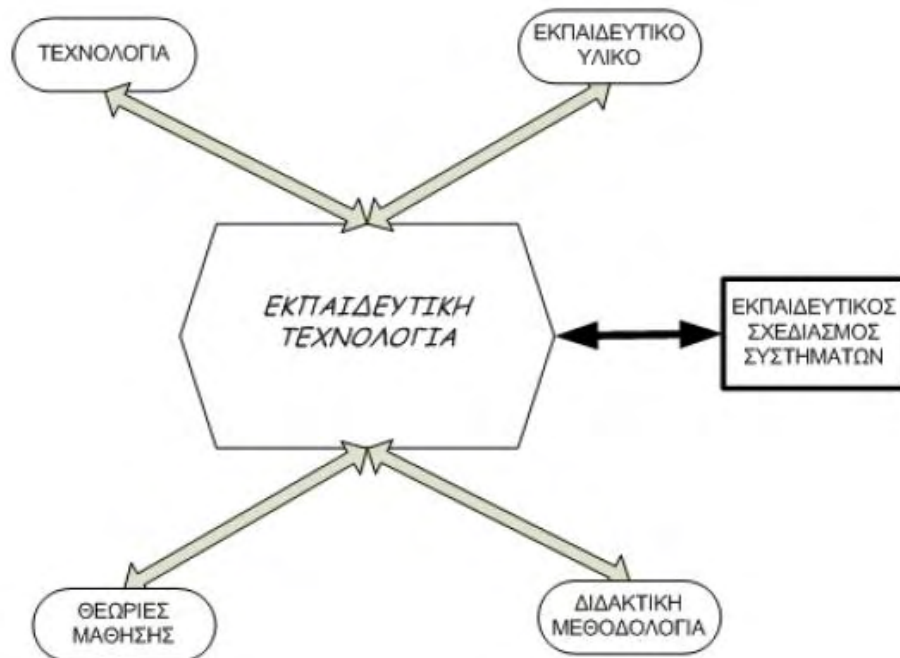
Η τεχνολογία στην εκπαίδευση αφορά όλα εκείνα τα εργαλεία, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαδικασία της εκπαίδευσης. Η εκπαιδευτική τεχνολογία προσδιορίζεται από μια ευρεία ερμηνεία του όρου «τεχνολογία». Η τεχνολογία μπορεί να αφορά υλικά αντικείμενα που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο, όπως μηχανές ή hardware, αλλά επίσης μπορεί να περιλαμβάνει μεθόδους, μορφές οργάνωσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας ή και τεχνικές. Η εκπαιδευτική τεχνολογία, λοιπόν, περιλαμβάνει συστήματα που ενισχύουν την ανθρώπινη ικανότητα, όπως λογισμικό

ηλεκτρονικών συσκευών (software), υλικό (hardware), καθώς επίσης και διαδικτυακές υπηρεσίες και εφαρμογές (π.χ. blogs).

Όλα τα παραπάνω μπορούμε να τα οριοθετήσουμε κάνοντας απλά αναφορά με τον όρο Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών ή πιο απλά με τα αρχικά ΤΠΕ. Επίσης πολύ γνωστός σε όλους όσους ασχολούνται με τον τομέα αυτό είναι ο αγγλικός όρος που χρησιμοποιείται και είναι: Information and Computer Technology.

Ο όρος Εκπαιδευτική Τεχνολογία εμφανίζεται για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1960 και σε όλο αυτό το διάστημα οι ειδικοί έχουν ορίσει το περιεχόμενο της έννοιας με διάφορους τρόπους. Ωστόσο, ακόμα και σήμερα δεν υπάρχει ένας καθολικά αποδεκτός ορισμός για την έννοια. Χαρακτηριστικός ορισμός είναι αυτός των Seels & Reachey (1994)[21]: Εκπαιδευτική Τεχνολογία είναι «η εφαρμογή τεχνολογικών διαδικασιών και εργαλείων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να λύσουν προβλήματα της διδασκαλίας και της μάθησης».

Η εκπαιδευτική τεχνολογία είναι ένας κλάδος της παιδαγωγικής επιστήμης που σχετίζεται με τη βέλτιστη εφαρμογή όλων των παραγόντων που μπορούν να συνεισφέρουν στην επίλυση προβλημάτων της μάθησης και που βοηθούν στην εξέλιξη της διδακτικής διαδικασίας. Ο σωστός συντονισμός των παραγόντων που θα αναφέρουμε στην συνέχεια έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την αξιόπιστη διενέργεια της διαδικασίας της διδασκαλίας και της παραγωγής της μάθησης όσο αυτό είναι εφικτό αφού εισέρχονται και υποκειμενικοί συντελεστές.



Εικόνα 5: Οι παράγοντες που συνιστούν την εκπαιδευτική τεχνολογία.

Πηγή: Κομματάς Ν.(2009)^[22].

3.2 Πλεονεκτήματα

Η εκπαιδευτική τεχνολογία στοχεύει στη βελτίωση του αποτελέσματος της εκπαιδευτικής διαδικασίας ή των όρων διεξαγωγής της διαδικασίας αυτής καθ' αυτής.

Μερικά από τα πλεονεκτήματά της είναι[23]:

1. Εύκολη πρόσβαση στο εκπαιδευτικό υλικό.
2. Παροχή κινήτρων για τον εκπαιδευόμενο.
3. Συμμετοχικότητα.
4. Βελτίωση της γραφής.
5. Τα υποκείμενα της διαδικασίας μαθαίνουν ευκολότερα.
6. Μέτρηση και βελτίωση των αποτελεσμάτων.
7. Διαφοροποιημένη διδασκαλία.

3.3 Ιστορικά Στοιχεία

Η εκπαιδευτική τεχνολογία, ιστορικά, τοποθετείται στα μέσα της δεκαετίας του '60. Ωστόσο, οι πρόδρομοι της έννοιας ανάγονται αρκετά πίσω στο παρελθόν. Συγκεκριμένα, υπάρχουν δύο τάσεις, από τις οποίες η πρώτη συνδέεται με την εισαγωγή τεχνικό-οπτικό-ακουστικών μέσων στην εκπαίδευση και η δεύτερη με την πρακτική εφαρμογή της ψυχολογίας και της παιδαγωγικής.

Υπήρχαν πολλοί που περίμεναν την εισαγωγή των οπτικοακουστικών μέσων στην εκπαίδευση αλλά πρωτοπόρος θεωρείται ο B.F. Skinner με τη δημοσίευση του άρθρου του με τίτλο «The Science of Learning and the Art of Teaching» το 1954. Η θεωρητική προσέγγιση που πρότεινε ο Σκίνερ, ως θιασώτης της θεωρίας της συμπεριφοράς, ήταν η εισαγωγή των διδακτικών μηχανών στην εκπαίδευση, οι οποίες θα δημιουργούσαν ευνοϊκό περιβάλλον για τη μάθηση[24].

Τρεις βασικές περίοδοι μπορούν να διακριθούν στην ιστορία χρήσης των υπολογιστών στην εκπαίδευση:

Η περίοδος πριν την εμφάνιση των μικροϋπολογιστών. Ήταν η εποχή που κάποια πανεπιστήμια χρησιμοποιούσαν μεγάλους υπολογιστές (mainframes) για να αναπτύξουν υλικά διδασκαλίας βοηθούμενης από υπολογιστή (Computer Assisted Instruction –CAI). Ξεχωρίζει η προσπάθεια που καθοδηγούσε ο καθηγητής του Stanford University και «πρόγονος του CAI», Patrick Suppes. Ήταν μια γλώσσα συγγραφής μαθημάτων για τη δημιουργία μαθημάτων εξάσκησης και πρακτικής (drill-andpractice) στην ανάγνωση και τα μαθηματικά.

Η περίοδος των μικροϋπολογιστών. Η συνολική εικόνα άλλαξε στα τέλη της δεκαετίας του 1970, με την εφεύρεση των μικρών, αυτόνομων υπολογιστών γραφείου (desktop

computers) που μετέφεραν τους υπολογιστές στα χέρια των εκπαιδευτικών και των σχολείων.

Η εποχή του Διαδικτύου. Ο πρώτος φυλλομετρητής (browser), το λογισμικό Mosaic, μετέτρεψε το -μέχρι τότε- βασισμένο σε κείμενο Διαδίκτυο σε έναν συνδυασμό κειμένου και γραφικών. Κατά τα τέλη της δεκαετίας του 1990, καθηγητές και μαθητές μπήκαν στην «Κοινωνία της Πληροφορίας». Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, τα online πολυμέσα και η βιντεοδιάσκεψη έγιναν καθημερινά εργαλεία στα χέρια των χρηστών του Διαδικτύου και οι φορητές συσκευές διευκόλυναν την πρόσβαση στο Διαδίκτυο από παντού. Έχουμε εντυπωσιακή αύξηση των προσφορών εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, πρώτα στην ανώτερη εκπαίδευση και έπειτα στα σχολεία. Η χρήση των ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών) στην εκπαίδευση είναι σήμερα γενικευμένη και συνεχώς αυξανόμενη. Δηλαδή, πριν από 20 χρόνια η έμφαση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας δινόταν στο ραδιόφωνο και την τηλεόραση και σε δεύτερη μοίρα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή· σήμερα η έμφαση δίνεται στο Διαδίκτυο, ενώ σε 20 χρόνια από τώρα μπορεί να δίνεται στα ευφυή συστήματα διδασκαλίας, στην εικονική πραγματικότητα ή όπως αλλιώς μπορεί να ονομάζονται οι τεχνολογίες τότε.

Οι ΤΠΕ μπορούν και πρέπει να συμβάλουν στην[25]:

- Παροχή κινήτρων στους μαθητές μέσα από αυθεντικές δραστηριότητες
- Αναγνώριση και διαπραγμάτευση των αντιλήψεων των μαθητών
- Ενθάρρυνση της ενεργητικής συμμετοχής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης
- Ανάπτυξη της συνεργασίας μεταξύ μαθητών καθώς και μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού

- Ενθάρρυνση της εποικοδόμησης των γνώσεων από τους μαθητές
- Συμμετοχή των μαθητών σε διερευνητικές δραστηριότητες
- Μύηση των μαθητών στις επιστημονικές πρακτικές και μεθόδους με τις οποίες παράγεται και διαδίδεται η επιστημονική γνώση

Συνοπτικά οι τεχνολογικές εξελίξεις στην εκπαίδευση συνοψίζονται ως εξής:

1. Προφορική παράδοση
2. Γραπτός λόγος (συσσώρευση και διάδοση γνώσης)
3. Μέσα γραφής και εκτύπωσης (εργαλεία νόησης—cognitive tools)
4. Οπτική διδασκαλία (εικόνες, κινηματογράφος)
5. Σχολικό ραδιόφωνο (1925-1935)
6. Εκπαιδευτική τηλεόραση (1930-50)
7. Ηλεκτρονικοί υπολογιστές και πολυμέσα (1960-90)
8. Διαδίκτυο (1990-)

4 Σύγχρονες θεωρίες μάθησης και ΤΠΕ

«Εκπαιδευτικό λογισμικό» θεωρείται το προϊόν της τεχνολογίας, μέσω του οποίου πραγματοποιείται η διδασκαλία ενός ή περισσοτέρων γνωστικών αντικειμένων, ακολουθώντας συγκεκριμένη παιδαγωγική φιλοσοφία και εκπαιδευτική στρατηγική (ΥΠΔΒΜΘ) [26]. Προκειμένου, επομένως, να χαρακτηριστεί ένα λογισμικό ως εκπαιδευτικό, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη τόσο η παιδαγωγική όσο και η τεχνολογική του διάσταση. Το εκπαιδευτικό λογισμικό θεωρείται ότι εμπεριέχει διδακτικούς στόχους, ολοκληρωμένα σενάρια, αλληγορίες με παιδαγωγική σημασία και κυρίως ότι επιφέρει συγκεκριμένα διδακτικά και μαθησιακά αποτελέσματα, ενώ από τεχνική άποψη εξετάζεται ως προς την ποιότητα του περιβάλλοντος διεπαφής, την εργονομία, το είδος της αλληλεπίδρασης που επιτρέπει με το χρήστη, τα χρησιμοποιούμενα μέσα (εικόνα, ήχος, κλ.).

Καμιά Θεωρία Μάθησης δεν είναι απορριπτέα στο σχεδιασμό των Εκπαιδευτικών Λογισμικών. Μπορούν όλες να βρουν εφαρμογή, ανάλογα με το υπόβαθρο των χρηστών και το εκπαιδευτικό θέμα που αναλύεται (Παναγιωτακόπουλος, Πιερρακάας & Πιντέλας, 2003, στο Αποστολοπούλου,)[27].

Οι ερευνητές των Θεωριών της Συμπεριφοράς αντιμετωπίζουν τη γνώση ως κάτι που συμβαίνει, ως απάντηση σε εξωτερικούς παράγοντες. Οι ερευνητές των Γνωστικών

Θεωριών αντιμετωπίζουν τη γνώση ως αφηρημένες συμβολικές αναπαραστάσεις στο μυαλό του αντικειμένου που μαθαίνει. Οι ερευνητές των Θεωριών Οικοδόμησης της Γνώσης εστιάζουν στον τρόπο που η γνώση κατασκευάζεται εσωτερικά σε κάθε άτομο. Υποστηρίζουν πως η γνώση δεν μπορεί να μεταφερθεί ακριβώς η ίδια από το ένα άτομο στο άλλο. Κάθε άνθρωπος θα διαμορφώσει τη νέα γνώση ανάλογα με την εμπειρία του, προκειμένου να την «τοποθετήσει» μέσα στο πλαίσιο αναφοράς του

4.1 Κατηγορίες Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται στην εκπαιδευτική διαδικασία κατηγοριοποιείται ως προς το είδος του, αλλά και ως προς το επιθυμητό παιδαγωγικό αποτέλεσμα σύμφωνα με τους στόχους που βάζει ο εκπαιδευτικός. Ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να επιλέξει από ένα μεγάλο σύνολο τύπων λογισμικού από εφαρμογές γενικής χρήσης που αξιοποιούνται στη διδακτική πράξη, εργαλεία λογισμικού για συγκεκριμένους σκοπούς και καθαρά εκπαιδευτικό λογισμικό.

Εκπαιδευτικά λογισμικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς μπορούν να χαρακτηριστούν διάφοροι τύποι πακέτων όπως τα παρακάτω[28]:

- Γλώσσες προγραμματισμού
- Πακέτα εφαρμογών γενικής χρήσης
- Προσομοιώσεις- εικονικά εργαστήρια
- Παιγνίδια
- Επικοινωνίες - Διαδίκτυο
- Νοήμονα συστήματα εκπαίδευσης

- Εκπαιδευτικά συστήματα εικονικής πραγματικότητας
- Ηλεκτρονικά βιβλία -Εγκυκλοπαίδειες
- Εκπαιδευτικές εφαρμογές πολυμέσων
- Πακέτα εξάσκησης και πρακτικής
- Προγράμματα εξατομικευμένης διδασκαλίας
- Προγράμματα που υποστηρίζουν συνεργατική μάθηση

4.1.1 Γλώσσες προγραμματισμού

Οι γλώσσες προγραμματισμού είναι το κύριο εργαλείο για την ανάπτυξη πνευματικών δεξιοτήτων λογικού και μαθηματικού τύπου. Ο μαθητής- προγραμματιστής μαθαίνει μέσα από τον προγραμματισμό το δομημένο και ιεραρχικό τρόπο σκέψης και την αντιμετώπιση προβλημάτων και καταστάσεων και εκτός υπολογιστή. Όπως αναφέρει ο Papert, με ένα τόσο ισχυρό εργαλείο στην τάξη, ο εκπαιδευτικός χάνει την αυθεντία του, συνεργάζεται με το μαθητή, προσεγγίζει το δικό του τρόπο αντιμετώπισης προβλημάτων (Papert, 1991 στο Κομματάς)[22].

Μια από τις πιο ενδεδειγμένες γλώσσες προγραμματισμού για την εισαγωγή της στην εκπαιδευτική διαδικασία θεωρείται η LOGO που αποτελεί μία ολόκληρη θεωρία μάθησης, ένα ανοικτό και επεκτάσιμο περιβάλλον προγραμματισμού και ανάπτυξης.

Ο Papert προχώρησε πολύ πιο πέρα από τις κλασσικές εποικοδομηστικές προσεγγίσεις δημιουργώντας τη λεγόμενη κατασκευαστική προσέγγιση μάθησης με υπολογιστές. Ενώ, οι κλασικοί εποικοδομιστές δίνουν έμφαση στο να προσδιορίσουν τα κατάλληλα και σχετικά υλικά και να χρησιμοποιήσουν καλές διδακτικές στρατηγικές ώστε να ενθαρρύνουν τα παιδιά στο να μάθουν, οι οπαδοί της Logo πηγαίνουν ένα

βήμα πιο πέρα και επιδιώκουν να δημιουργήσουν περιβάλλοντα όπου τα παιδιά παίζουν και χειρίζονται αντικείμενα και μπορούν συνεπώς να αναπτύξουν νέους συλλογισμούς με φυσικό τρόπο και πέρα από την καθιερωμένη εκπαίδευση. Ένα προγραμματιστικό περιβάλλον τύπου Logo οφείλει να επιτρέπει στους χρήστες του[22]:

- τη δυνατότητα ελέγχου του προγράμματος εκτελώντας βήμα -βήμα τις εντολές και να προσφέρει έτσι άμεση ανατροφοδότηση,
- τη δυνατότητα τροποποίησης του προγράμματος, προσφέροντας έτσι την προοπτική της εκφρασμάτωσης
- τη δυνατότητα να δημιουργηθεί από ένα σύνολο εντολών ένα ενιαίο όλο (το πρόγραμμα), να υποστηρίζει δηλαδή την εποικοδόμηση των εννοιών.

4.1.2 Πακέτα εφαρμογών γενικής χρήσης

Επεξεργαστές κειμένου, φύλλα εργασίας και βάσεις δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα σχολικά εργαστήρια πληροφορικής και ως εργαλεία στη διδακτική πράξη[28].

4.1.2.1 Ο επεξεργαστής κειμένου

Ο επεξεργαστής κειμένου σε ένα τέτοιο πλαίσιο μπορεί να υποστηρίξει την παραγωγή ενός ποιοτικού και πλήρως δομημένου κειμένου από έναν μαθητή ή από ομάδες μαθητών. Στα πλεονεκτήματα του περιλαμβάνονται: Η καθαρή εικόνα του κειμένου όπως εμφανίζεται σε έναν επεξεργαστή κειμένου, ακόμα και εάν προέρχεται από έναν κακογράφο ή δυσλεκτικό μαθητή, η οπτικοποίηση των νοημάτων και η εύκολη

πραγματοποίηση πολλών δοκιμών και διορθώσεων με αποτέλεσμα την εύκολη απόκτηση του καλύτερου αποτελέσματος. Οι μαθητές επικεντρώνονται αποκλειστικά στην καταγραφή και ολοκλήρωση της σκέψης τους. Η δυνατότητα αποθήκευσης πολλαπλών εκδόσεων των κειμένων που παράγονται υποστηρίζει την αρχειοθέτησή τους καθώς και την εύκολη ανάκτησή τους. Μέσα από τα εργαλεία μορφοποίησης χαρακτήρων, παραγράφων, τίτλων, κ.λ.π., που διαθέτει ένας επεξεργαστής κειμένου, υποστηρίζεται η δόμηση ενός κειμένου και η παρουσίασή του. Επιπλέον, η δυνατότητα να αξιοποιηθούν διαφορετικοί τύποι πληροφορίας (κείμενο, εικόνες, πίνακες, διαγράμματα, ήχων, video, κ.λ.π.) σε ένα αρχείο-κειμένου συντελεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών στη χρήση εναλλακτικών αναπαραστάσεων της πληροφορίας και διευκολύνει τη μάθηση και εμπλουτίζει το κείμενο, ενώ παράλληλα τονώνει την αυτοπεποίθηση του μαθητή. Επιπρόσθετα ο επεξεργαστής κειμένου μπορεί να υποστηρίξει την επικοινωνία, τη συνεργασία ομάδων μαθητών, αφού μέσω αυτού διαμοιράζουν ηλεκτρονικά τα κείμενά τους, παρεμβαίνουν άμεσα σε αυτά, τα ενοποιούν, τα συνθέτουν ή και τα ανασκευάζουν.

4.1.2.2 Το λογισμικό παρουσιάσεων

Το λογισμικό παρουσιάσεων υποστηρίζει τη δημιουργία διαφανειών με στόχο την παρουσίαση ενός θέματος ή ακόμη την υποστήριξη ενός μαθήματος. Στην περίπτωση που οι διαφάνειες μιας παρουσίασης προβληθούν μέσα από υπολογιστή είναι δυνατό να συνδυάζουν διαφορετικές μορφές πληροφορίας όπως κείμενο, εικόνα, ήχο, βίντεο, συνδέσμους προς άλλες παρουσιάσεις ή δικτυακούς τόπους. Όσον αφορά στην υποστήριξη ενός μαθήματος, οι καθηγητές, στο περιβάλλον του εργαστηρίου, μπορούν να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό παρουσιάσεων για την ταυτόχρονη

εμφάνιση σε όλους τους υπολογιστές της τάξης, του γενικού πλαισίου του μαθήματος. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει διαφάνειες με σχετικό πληροφοριακό υλικό, οδηγίες, ερωτήματα, δραστηριότητες, συνδέσμους προς δικτυακούς τόπους, κ.λ.π. Οι μαθητές, χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο λογισμικό για να δημιουργήσουν παρουσιάσεις-διαφάνειες, εξασκούνται γενικότερα στην υποστήριξη της δουλειάς τους. Γενικότερα, η δημιουργία μιας παρουσίασης ακολουθεί κανόνες όπως[28]:

- Το επίπεδο της παρουσίασης πρέπει να είναι αντίστοιχο του ακροατηρίου, των απαιτήσεων του και του γνωστικού επιπέδου του
- Η παρουσίαση πρέπει να επικεντρώνεται στα σημαντικά της σημεία του θέματος
- Η κάθε διαφάνεια πρέπει να μεταφέρει ένα και μόνο μήνυμα, το οποίο θα επεξηγείται σε αυτήν επαρκώς
- Το κείμενο της κάθε διαφάνειας πρέπει να είναι περιορισμένο (το απολύτως απαραίτητο) και να περιλαμβάνει τα βασικά επιχειρήματα τα οποία θα πρέπει προφορικά να αναπτυχθούν. Ο στόχος μιας διαφάνειας είναι να υπενθυμίζει, σε κάθε χρονική στιγμή της παρουσίασης, στον ομιλητή και στο κοινό, το θέμα στο οποίο αναφέρεται ο ομιλητής και όχι να επιφορτίζει το ακροατήριο με το διπλό ρόλο της ανάγνωσης των διαφανειών και της ακρόασης των λόγων του ομιλητή
- Η παρουσίαση θα πρέπει να είναι αισθητικά προσεγμένη: ισορροπημένη χρήση ήχων, εικόνων, βίντεο, κειμένου, χρωμάτων και εφέ. Οι τίτλοι και το υπόλοιπο κείμενο της κάθε διαφάνειας πρέπει να ακολουθούν συγκεκριμένη μορφοποίηση (τύπος, μέγεθος, στυλ γραμμάτων, κεφαλαία-μικρά) δίνοντας

ένα συγκεκριμένο στίγμα στην αισθητική της παρουσίασης χωρίς να αποσπούν την προσοχή του ακροατηρίου από το θέμα της.

4.1.2.3 Το λογισμικό των λογιστικών φύλλων

Το λογισμικό των λογιστικών φύλλων (Spreadsheets) διαχειρίζεται δεδομένα με μορφή κειμένου αριθμών, μαθηματικών συναρτήσεων. Σε ένα φύλλο εργασίας αναπαριστώντας τις παραμέτρους (μεταβλητές) που καθορίζουν ένα δεδομένο πρόβλημα και τις σταθερές που το επηρεάζουν, δίνεται η δυνατότητα δυναμικών υπολογισμών των μεταξύ τους σχέσεων με τον ορισμό των κατάλληλων τύπων. Παρέχονται επίσης δυνατότητες οπτικοποίησης αποτελεσμάτων αριθμητικά ή και με γραφικό τρόπο.

4.1.2.4 Προσομοιώσεις

Η προσομοίωση (simulation) ως τεχνική μίμησης της συμπεριφοράς ενός συστήματος από ένα άλλο σύστημα, καταλαμβάνει περίοπτη θέση στα πλαίσια των εκπαιδευτικών εφαρμογών των ΤΠΕ. Μπορούμε να ορίσουμε την προσομοίωση ως μια μέθοδο μελέτης ενός συστήματος (ενός αντικειμένου, ενός φαινομένου, μιας δραστηριότητας, μιας διαδικασίας) με τη βοήθεια ενός άλλου συστήματος. Η προσομοίωση δηλαδή είναι μία αναπαράσταση ή ένα μοντέλο που έχει κατασκευαστεί για να αναπαραστήσει και να επιτρέψει την κατανόηση της λειτουργίας ενός συστήματος. Το σύστημα προσομοίωσης «μιμείται» τη συμπεριφορά αυτού που αναπαριστά και συνεπώς επιτρέπει εξοικείωση με τα χαρακτηριστικά του και κατανόηση των λειτουργιών του.

Το σύστημα προσομοίωσης στις περισσότερες περιπτώσεις σήμερα είναι ένα μοντέλο που «εκτελείται» σε έναν υπολογιστή[28].

Ο μαθητής θα πρέπει σταδιακά να αποκτήσει μια εικόνα για τον τρόπο λειτουργίας του λογισμικού, τα εργαλεία που προσφέρει και τη χρήση τους καθώς και να κατανοήσει το πρόβλημα που πρόκειται να μοντελοποιήσει. Οι μαθητές ενεργοποιούνται αξιοποιώντας ένα τέτοιο περιβάλλον, αναλαμβάνοντας εργασίες που τους εμπλέκουν.

Η χρήση προσομοιώσεων (simulations) και λογισμικών μοντελοποίησης προσφέρει τη δυνατότητα στο μαθητή να λειτουργήσει ως ερευνητής, ορίζοντας και κατασκευάζοντας ο ίδιος το μοντέλο ενός προβλήματος, μελετώντας την επίδραση διαφορετικών παραμέτρων σε αυτό αλλά και δοκιμάζοντας διαφορετικές υποθέσεις για τη λειτουργία ενός δεδομένου μοντέλου.

Μια πληθώρα από έτοιμες προσομοιώσεις παρέχεται από αντίστοιχες εφαρμογές εκπαιδευτικού λογισμικού μέσα σε περιβάλλοντα εικονικών εργαστηρίων που προσομοιώνουν πραγματικά εργαστήρια. Οι προσομοιώσεις αυτές συνήθως διαμορφώνουν ένα συγκεκριμένο περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές μπορούν είτε απλά να παρακολουθήσουν την εξέλιξη ενός φαινομένου είτε να παρέμβουν και να πειραματιστούν με βάση τις διαφορετικές δυνατότητες και τα εργαλεία που τους παρέχονται. Οι προσομοιώσεις αφορούν διάφορα θέματα όπως Φυσική, Μαθηματικά, Χημεία, Αρχιτεκτονική Υπολογιστών, Μουσεία κ.λ.π.[28]. Συχνά οι δημιουργοί των προσομοιώσεων αυτών τις διαθέτουν ελεύθερα, παρέχοντας τη δυνατότητα απόκτησής τους και εκτέλεσής τους τοπικά σε οποιονδήποτε υπολογιστή, χωρίς να απαιτείται σύνδεση με το Διαδίκτυο ή μπορεί να εκτελεστούν μέσω κάποιου φυλλομετρητή.

4.1.2.4.1 Τύποι προσομοιώσεων

Μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις τύπους προσομοιώσεων[28]:

1. Αυτές που προσομοιώνουν κάτι
 - a. φυσική προσομοίωση, στην οποία ένα φυσικό φαινόμενο ή κατάσταση αναπαρίσταται από το υπολογιστικό σύστημα στην οθόνη επιτρέποντας στον χρήστη να μάθει κάτι για αυτό όταν χειρίζεται κάποια ή κάποιες μεταβλητές
 - b. επαναληπτική προσομοίωση, στην οποία ο χρήστης εκτελεί διαδοχικές φορές την προσομοίωση επιλέγοντας τιμές για τις διάφορες παραμέτρους
2. Αυτές που δείχνουν πώς να γίνει κάτι
 - a. διαδικαστική προσομοίωση, η οποία στοχεύει να διδάξει μια αλληλουχία ενεργειών για την επίτευξη κάποιου στόχου
 - b. προσομοίωση κατάστασης, κατά την οποία ο χρήστης εξερευνά εναλλακτικές διαδρομές σε ένα σύστημα για να μελετήσει τις επιπτώσεις τους.

4.1.2.5 Παιγνίδια

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια στον υπολογιστή είναι δράσης, περιπέτειας (adventure games), στρατηγικής, ανάπτυξης ικανοτήτων γλωσσικών, μαθηματικών κλπ. και μπορούν να αξιοποιηθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Απευθύνονται σε παιδιά

διαφόρων ηλικιών και αποσκοπούν στο να βοηθήσουν τα παιδιά να μάθουν παίζοντας. Επίσης υπάρχουν ομαδικά παιχνίδια που παίζονται μέσω του Διαδικτύου.

4.1.2.6 Επικοινωνίες - Διαδίκτυο

Το Διαδίκτυο αποτελεί μια πηγή πληροφορίας και γνώσης. Επιπλέον, οι δυνατότητες επικοινωνίας που προσφέρει, μέσα από υπηρεσίες όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, λίστες συζήτησης, chat, κ.λπ., υποστηρίζουν τη διαμόρφωση ανθρώπινων κοινοτήτων που συνομιλούν, συνεργάζονται και αλληλεπιδρούν. Η δυναμική του Διαδικτύου μπορεί να αξιοποιηθεί από την εκπαιδευτική κοινότητα για εκπαιδευτικούς σκοπούς σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Η αξιοποίηση του Διαδικτύου στην Εκπαίδευση από Απόσταση στο χώρο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης αλλά και γενικότερα στη δια βίου εκπαίδευση, κατάρτιση και επιμόρφωση αποτελεί πλέον γεγονός.

Παράλληλα, το Διαδίκτυο διαθέτει χαρακτηριστικά που το διαφοροποιούν από την προϋπάρχουσα τεχνολογία των εποπτικών μέσων (προβολή διαφανειών, video, κ.λ.π.). Αυτά είναι οι πολλαπλές υπηρεσίες που παρέχει (Παγκόσμιος Ιστός, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, κ.λπ.), η υπερμεσική του δομή καθώς και η αλληλεπιδραστικότητά του με το χρήστη.

Το Διαδίκτυο αποτελεί, μέσα από την υπηρεσία του Παγκόσμιου Ιστού, ένα μέσο δημοσίευσης πληροφορίας και επικοινωνίας μεταξύ μαθητών και σχολείων. Ο Παγκόσμιος Ιστός φιλοξενεί ήδη τις Ιστοσελίδες πολλών σχολείων (<http://www.pi-schools.gr/greek/schools/schools.htm>), τα οποία συνήθως παρουσιάζουν τις

δραστηριότητές τους και ανοίγουν έτσι ένα κανάλι επικοινωνίας με άλλες σχολικές μονάδες και μαθητικές κοινότητες.

4.1.2.7 Νοήμονα συστήματα εκπαίδευσης

Καθώς το εκπαιδευτικό λογισμικό εξελίσσεται και επαναπροσδιορίζονται οι στόχοι του και οι δυνατότητές του. νοήμονα χαρακτηριστικά και ικανότητες όπως η αντίληψη και η σωστή κρίση, η πρόβλεψη και η ορθή αντιμετώπιση περιπτώσεων που εμπεριέχουν αβεβαιότητα και ασάφεια, η κατά το δυνατόν εύκολη, απλή και ολοκληρωμένη επικοινωνία με το μαθητή, η χρήση φυσικής γλώσσας, η ευρύτητα γνώσεων και εμπειριών, η γρήγορη και σωστή αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων και καταστάσεων καθώς και η προσαρμοστικότητα είναι πλέον ιδιαίτερα χρήσιμα στο χώρο του εκπαιδευτικού λογισμικού.

Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στο εκπαιδευτικό λογισμικό στοχεύει να συμβάλλει ουσιαστικά στην κάλυψη παιδαγωγικών αναγκών και απαιτήσεων όπως είναι η[28]:

- Ικανότητα προσαρμογής της διδασκαλίας σε διαφορετικούς μαθητές.
- Κατάλληλη επιλογή παραδειγμάτων και προβλημάτων ανά μαθητή.
- Υποστήριξη της προσπάθειας των μαθητών για διερεύνηση και εξερεύνηση σε πλατειά πεδία γνώσης έτσι ώστε η συγκεκριμένη απασχόλησή τους να είναι ευχάριστη, χρήσιμη και αποδοτική.
- Ελευθερία επίλυσης των προβλημάτων από τους μαθητές όπως θέλουν οι ίδιοι και η ικανότητα ανίχνευσης και εντοπισμού των λαθών τους.

- Σωστή αξιολόγηση και μαθησιακή υποστήριξη του εκπαιδευόμενου βασισμένη στην αντίληψη του επιπέδου γνώσεών του, την κατανόηση της λογικής του και των αδυναμιών που υπάρχουν στις χρησιμοποιούμενες από αυτόν γνώσεις.

4.1.2.8 Εκπαιδευτικά συστήματα εικονικής πραγματικότητας

Με τον όρο «εικονική πραγματικότητα» περιγράφονται τα περιβάλλοντα υπολογιστών που αναπαριστούν ιδεατούς χώρους, βασισμένους σε ένα πληροφορικό μοντέλο, οι οποίοι κάνουν χρήση τρισδιάστατων γραφικών και συσκευών αλληλεπίδρασης και προσφέρουν έτσι στο χρήστη τη δυνατότητα να «εισχωρεί» σε αυτούς και να χειρίζεται απ' ευθείας τα αντικείμενά τους. Ως συνώνυμος όρος για την περιγραφή του χώρου αυτού χρησιμοποιείται συχνά και ο όρος εικονικό περιβάλλον (virtual environment). Πρόκειται για ισχυρά αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα στα οποία ο χρήστης γίνεται συμμετοχός σε έναν «εικονικά πραγματικό» κόσμο.

Η εικονική πραγματικότητα ή Virtual Reality (VR) είναι ένα interface ανθρώπου - υπολογιστή που βιώνεται από τον άνθρωπο με τρόπο φυσικό και ενστικτώδη. Είναι μία τεχνολογία η οποία υποστηρίζει τη δημιουργία μίας διαφορετικής μορφής interface στο οποίο ο χρήστης καλείται να αλληλεπιδράσει με το σύστημα μέσω πράξεων, κινήσεων και εκτιμήσεων που μοιάζουν με τις καθημερινές του ενέργειες, στο πραγματικό του περιβάλλον[28].

4.1.2.8.1 Ταξινόμηση των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας

Η ταξινόμηση των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας γίνεται σύμφωνα με τις συσκευές εξόδου (input devices), οι οποίες του παρέχουν τις απεικονίσεις πληροφοριών. Αυτός ο τρόπος σχετίζεται με τον βαθμό απορρόφησης - εμβύθισης (immersion) του χρήστη στο τεχνητό περιβάλλον. Έτσι, ανάλογα με την συσκευή οπτικής απεικόνισης μπορούμε να κατατάξουμε τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας σε[28]:

- immersive VR, όταν ο χρήστης εμβυθίζεται στο περιβάλλον μέσω ενός ειδικού κράνους Head Mounted Display (HMD),
- desktop VR, όταν χρησιμοποιείται απλά μια οθόνη,
- projection-based VR, όταν η απεικόνιση δίνεται μέσω μονοσκοπικής ή στερεοσκοπικής προβολής και τέλος
- mirror worlds, όταν το VR σύστημα παρουσιάζει στον χρήστη κάποια απεικόνιση του εαυτού του μέσα στο εικονικό περιβάλλον, με την οποία αλληλεπιδρά σε πραγματικό χρόνο

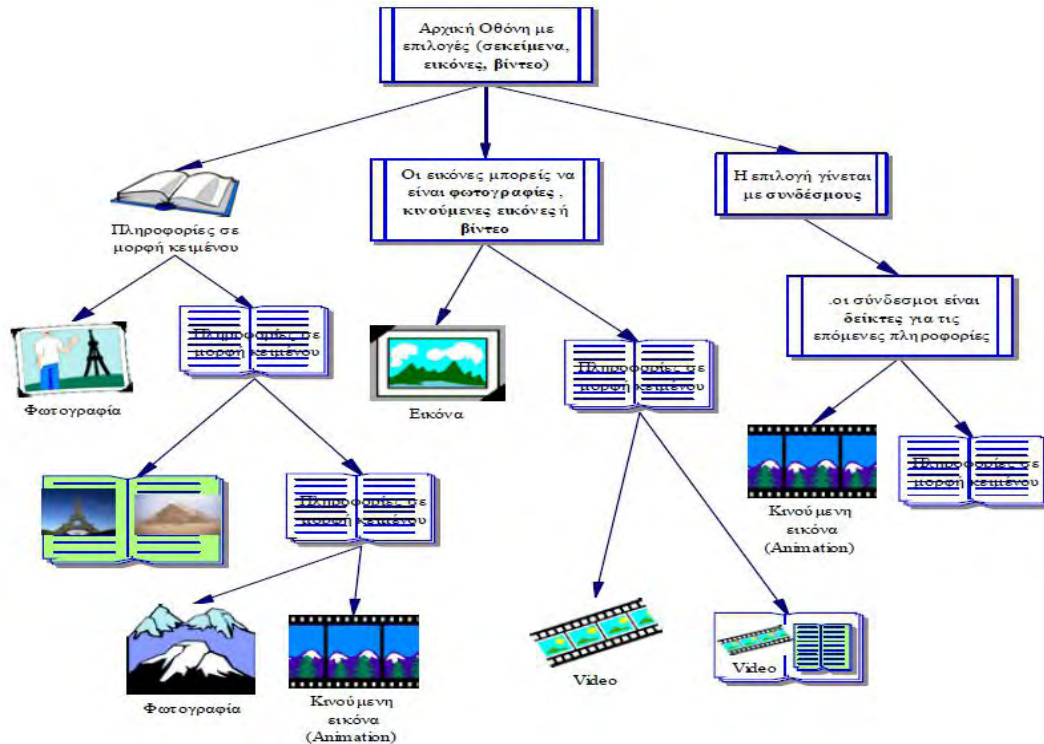
4.1.2.9 Ηλεκτρονικά βιβλία -Εγκυκλοπαίδειες

Πρόκειται για μαθήματα με μορφή ηλεκτρονικών σελίδων στον υπολογιστή, αλλά δύνανται να παρέχουν μεγαλύτερη αλληλεπιδραστικότητα στον χρήστη.

4.1.2.10 Εκπαιδευτικές εφαρμογές πολυμέσων

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές πολυμέσων κυριαρχούν στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Πρόκειται συνήθως για εκπαιδευτικό λογισμικό σε CD-ROM ή στο Διαδίκτυο που παρέχει περιβάλλον με κύρια χαρακτηριστικά την υπερμεσική δομή, τη δυνατότητα πρόσβασης στην πληροφορία με πολλαπλούς τρόπους και την αλληλεπιδραστικότητα με το χρήστη. Ένα υπερμεσικό περιβάλλον χρησιμοποιεί πληροφορίες διαφόρων μορφών όπως: κείμενο, εικόνα, γραφικά, ήχο, βίντεο, κινούμενη εικόνα κλπ.. Μπορεί επί πλέον να είναι εμπλουτισμένο με προσομοιώσεις ή στοιχεία εικονικής πραγματικότητας.

Η έννοια του αλληλεπιδραστικού πολυμέσου αφορά, συνεπώς, τα συστήματα πολυμέσων που επιτρέπουν την αλληλεπίδραση με το χρήστη, τη δυνατότητά του δηλαδή να επεμβαίνει στην εξέλιξη της εφαρμογής (με βάση όμως τις προσφερόμενες επιλογές) καθορίζοντας το τι και πότε θα δει ή θα ακούσει κάτι.



Εικόνα 6: Δομή αρχιτεκτονικής αλληλεπιδραστικού πολυμέσου (δομή δέντρου).

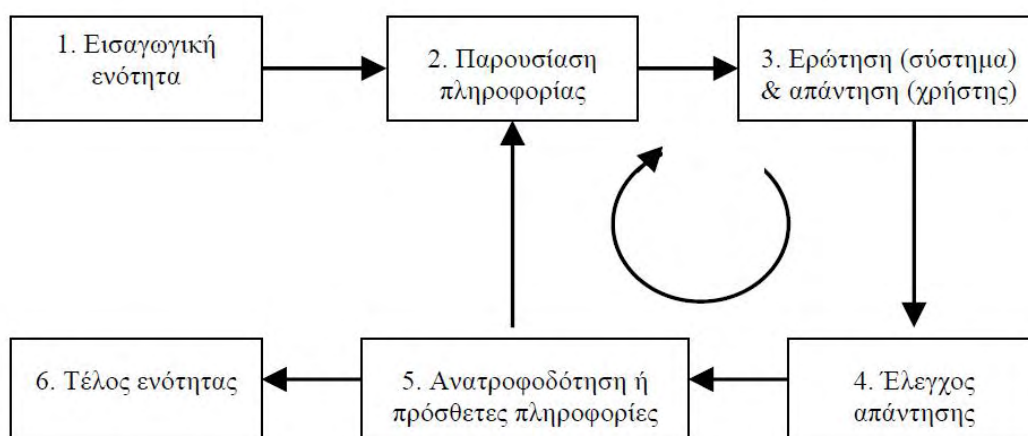
Πηγή: users.sch.gr/nikbalki/epim_kse/files/Basic/Enotita_3_eid.pdf

4.1.2.11 Πακέτα εξάσκησης και πρακτικής (drill-and-practice)

Πρόκειται για προγράμματα που στηρίζονται στην προγραμματισμένη διδασκαλία. Οι εφαρμογές αυτού του τύπου βασίζονται σε συγκεκριμένη διδακτέα ύλη που ακολουθεί κάποιο σχολικό αναλυτικό ή άλλο πρόγραμμα εκπαίδευσης και παρέχουν ασκήσεις και προβλήματα σχετικά με αυτήν. Συχνά υπάρχει και θεωρητική κάλυψη των ασκήσεων. Οι ασκήσεις είναι διάφορων τύπων όπως σωστό - λάθος, πολλαπλών επιλογών, ανοικτού τύπου και έχουν απλή γραμμική μορφή καλώντας τον χρήστη να απαντήσει σε μία σειρά ερωτήσεων. Αποτελούν την κύρια μορφή διδασκαλίας με τη βοήθεια υπολογιστή (Computer Assisted Instruction). Τα προγράμματα αυτά

στηρίζονται στην επιλογή από τον μαθητή της σωστής απάντησης και δεν αξιοποιούν διδακτικά το λάθος του μαθητή ώστε να τον οδηγήσουν στην ενεργητική και δημιουργική μάθηση[21].

Στο πλαίσιο αυτό, τα λογισμικά καθοδήγησης και διδασκαλίας υποκαθιστούν σε κάποιο βαθμό τον εκπαιδευτικό, αναλαμβάνοντας τόσο την παρουσίαση της ύλης, όσο και το έργο της αξιολόγησης του μαθητή, θέτοντας ερωτήματα και δίνοντας ασκήσεις αποτίμησης για τις γνώσεις που έχουν προσκτηθεί. Η διδακτική τους σχεδίαση, αλλά και γενικότερα η παιδαγωγική τους προσέγγιση βασίζεται στη σχολή της συμπεριφοράς (με βασικό εκπρόσωπο τον B.F. Skinner). Στη σύγχρονη μορφή τους, τα προγράμματα διδασκαλίας -εκμάθησης και καθοδήγησης με υπολογιστές οργανώνονται με τη μορφή πολυμέσων (κάνοντας συνεπώς χρήση πολλών μορφών παρουσίασης της πληροφορίας) ενώ προσφέρουν ένα προκαθορισμένο δρόμο μάθησης καθοδηγώντας το μαθητή. Για το λόγο αυτό μπορούν να χαρακτηριστούν με τον όρο «ηλεκτρονικά αλληλεπιδραστικά βιβλία» (interactive ή electronic books)[21].



Εικόνα 7: Δομή και αλληλουχία ενός συστήματος καθοδήγησης.

Πηγή: users.sch.gr/nikbalki/epim_kse/files/Basic/Enotita_3_eid.pdf

4.1.2.12 Προγράμματα εξατομικευμένης διδασκαλίας (Tutorials)

Τα προγράμματα αυτά βοηθούν στην ανάπτυξη συγκεκριμένων πρακτικών δεξιοτήτων όπως εκτέλεσης αριθμητικών πράξεων, τυφλό σύστημα, εκμάθηση ξένων γλωσσών κλπ. Παρέχουν ερωτήσεις αυξανόμενης δυσκολίας και επεξηγήσεις για τις ενέργειες που πρέπει να κάνει ο εκπαιδευόμενος, ελέγχουν τα αποτελέσματα, μετρούν την απόδοσή του και αξιολογούν την επίδοσή του[28].

4.1.2.13 Προγράμματα συνεργατικής μάθησης

Είναι προγράμματα με δραστηριότητες στον υπολογιστή που προωθούν τη συνεργατική μάθηση σε τρόπο που να γίνεται αποφυγή διακρίσεων[28].

4.2 Μοντέλα μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό

Όπως αναφέρει η Αποστολοπούλου (2012)[29]: Η πρόοδος που έχει προκύψει τα τελευταία χρόνια στο χώρο της γνωστικής επιστήμης έχει οδηγήσει σε μεγάλο βαθμό και στην αλλαγή προοπτικής όσον αφορά στη χρήση και ενσωμάτωση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση. Η υιοθέτηση της ιδέας ότι η μάθηση είναι αποτέλεσμα μιας διαρκούς διαδικασίας αλλαγών στις γνωστικές δομές του υποκειμένου, όπου σημαντικό ρόλο παίζει το κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον, το πλαίσιο μέσα στο οποίο διαδραματίζεται η μαθησιακή δραστηριότητα, αλλά και η διαμεσολάβηση μέσω εργαλείων (νοητικών αλλά και υλικών) της ανθρώπινης δραστηριότητας (Vygotsky), έχει συντελέσει στην

εισαγωγή των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαιδευτική διαδικασία μέσω των Εκπαιδευτικών Λογισμικών.

Στο κέντρο ανάπτυξης κάθε εκπαιδευτικού λογισμικού, λοιπόν, βρίσκονται οι θεωρίες μάθησης. Συγκεκριμένα, η ανάπτυξη ενός σύγχρονου εκπαιδευτικού λογισμικού βασίζεται στις εξής κύριες ψυχολογικές θεωρίες μάθησης (Κόμης, 2004, στο Αποστολοπούλου 2012)[29]:

Συμπεριφορισμός (behaviorism): Προσέγγιση που δίνει έμφαση στην αναμετάδοση της πληροφορίας και στην τροποποίηση της συμπεριφοράς. Σύμφωνα με αυτή, η αντίδραση σε ένα γεγονός και το αποτέλεσμα της είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν μια αντίδραση του χρήστη επιβραβευτεί ή ανταμειφτεί, τότε ο χρήστης σε μια ανάλογη περίπτωση, θα ανακαλέσει στη μνήμη του το περιστατικό αυτό, και θα έχει ξανά την ίδια αντίδραση και σε αυτή την περίπτωση (Skinner, 1954, στο Κομματάς, 2009) [22α].

Για τις Θεωρίες της Συμπεριφοράς, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο εγκέφαλος του μαθητή αποτελεί ένα «μαύρο κουτί» και οι γνωστικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε αυτό δεν αποτελούν αντικείμενο έρευνας. Στις Θεωρίες της Συμπεριφοράς αυτό που ενδιαφέρει είναι μόνο το εξωτερικό ερέθισμα από το περιβάλλον προς το άτομο και η ανταπόκρισή του ατόμου στο συγκεκριμένο ερέθισμα. Μάθηση αποτελεί η σύνδεση ερεθισμάτων ανταπόκρισης και επειδή οι επαναλήψεις ενισχύουν τις συνδέσεις κατά επέκταση ενισχύουν και τη μάθηση. Σύμφωνα με τον Κομματά (2009) [22], ο οποίος αναφέρθηκε στην περίπτωση της «ενίσχυσης», η συμπεριφορά που ενισχύεται θετικά από το περιβάλλον (ή τον εκπαιδευτικό) και έχει μεγαλύτερες πιθανότητες επανάληψης.

Εδώ εντάσσονται μεταξύ άλλων[30]:

- Πακέτα πρακτικής και εξάσκησης (drill-and-practice).
- Συστήματα καθοδήγησης (tutorials).
- Διαλογικά πολυμέσα (interactive stories).
- Έμπειρα συστήματα καθοδήγησης στην επίλυση προβλημάτων.

Κυριότεροι εκπρόσωποι των θεωριών συμπεριφοράς είναι οι Ivan Pavlov, John B. Watson, Edward L. Thorndike, B. F. Skinner, N. Crowder και R. Gagne.

Οικοδομισμός (constructivism). Προσέγγιση που υποστηρίζει την οικοδόμηση νέων γνώσεων και εννοιών πάνω στις ήδη υπάρχουσες.

Η μάθηση στις θεωρίες αυτές δε μεταδίδεται, αλλά είναι μια διαδικασία προσωπικής κατασκευής της γνώσης η οποία κατασκευάζεται πάνω σε προγενέστερες γνώσεις (οι οποίες φυσικά τροποποιούνται κατάλληλα ώστε να συζευχθούν με τη νέα γνώση).

Η συμμετοχή του μαθητή είναι ενεργή και η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον συνεχής. Οι θεωρίες Οικοδόμησης της Γνώσης αποδίδουν πολύ μεγάλη σημασία στις εσωτερικές, νοητικές διεργασίες του ατόμου.

Δίνεται έμφαση στις διαφορετικές τεχνολογίες μάθησης των διαφορετικών μαθητών (ικανότητα συγκέντρωσης, ανάλυσης, μνήμης πληροφοριών και δεξιοτήτων). Είναι η επικρατέστερη θεωρία στη δημιουργία εκπαιδευτικού λογισμικού. Περιβάλλοντα μάθησης μέσω (καθοδηγούμενης ή όχι) ανακάλυψης και διερεύνησης βασίζονται στην οικοδομική προσέγγιση. Ορισμένα τέτοια περιβάλλοντα είναι[30] :

- Εφαρμογές υπερμέσων.
- Εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας.
- Εφαρμογές προσομοιώσεων.
- Εφαρμογές μοντελοποίησης.

- Ρομποτική.
- Προγραμματιστικά περιβάλλοντα (Logo).
- Λογισμικό εννοιολογικής χαρτογράφησης (concept mapping).

Κυριότεροι εκπρόσωποι των Θεωριών Οικοδόμησης της Γνώσης είναι ο J. Piaget, ο S. Papert, ο R. Gagne, ο A. Newell, ο H. Simon, ο Boyle, ο J. Bruner, ο A. Bandura, ο L. S. Vygotsky, ο J. Dewey .

Κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες - Θεωρία της δραστηριότητας (activity theory).

Προσέγγιση που αντιλαμβάνεται τη μαθησιακή δραστηριότητα πλήρως ενταγμένη στο κοινωνικό, ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διαδραματίζεται. Οι γνωστικές διεργασίες δε νοούνται συνεπώς ως αυτόνομες οντότητες, αλλά ως συστατικά ενός οργανωμένου όλου, του νου, ο οποίος λειτουργεί και αναπτύσσεται μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον, ιστορικά προσδιορισμένο. Σε γενικές γραμμές, οι θεωρίες αυτές υποστηρίζουν ότι η οικοδόμηση των γνώσεων λαμβάνει χώρα σε συνεργατικά περιβάλλοντα, διαμέσου συζητήσεων που εμπειρικλείουν τη δημιουργία και κατανόηση της επικοινωνίας και την από κοινού (μεταξύ ατόμων ή ομάδων) υλοποίηση δραστηριοτήτων (Κόμης, 2004)[50]. Κάτω από το πρίσμα αυτό, οι συνεργατικές δραστηριότητες είναι ιδιαίτερες σημαντικές, ενώ καθοριστικό ρόλο παίζουν τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία και ο καταμερισμός εργασίας. Συνεπώς, ο Κοινωνικός Οικοδομισμός, όπως αλλιώς ονομάζονται οι θεωρίες αυτές, διαφοροποιείται από τον κλασικό στο επίπεδο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, θεωρώντας πως οι γνώσεις δομούνται μέσω των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ατόμων και των ερμηνειών του κόσμου τους και επίσης ότι και οι ίδιες οι γνώσεις είναι κοινωνικά καθορισμένες μέσα από κώδικες (Κόμης, 2004)[50]. Περιβάλλοντα έκφρασης, περιβάλλοντα οικοδόμησης, παρουσίασης,

αναζήτησης και διάδοσης-επικοινωνίας της πληροφορίας βασίζονται στην κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση.

Εδώ εντάσσονται[30]:

- Επεξεργασία κειμένου.
- Πίνακες και λογιστικά φύλλα.
- Συστήματα δημιουργίας και διαχείρισης βάσεων δεδομένων.
- Εργαλεία σχεδιασμού και γραφικών.
- Λογισμικό στατιστικής επεξεργασίας.
- Λογισμικό παραγωγής διαγραμμάτων.
- Επιτραπέζια συστήματα εκδόσεων (για δημιουργία, π.χ. σχολικών εφημερίδων).
- Εργαλεία δημιουργίας υπερμέσων, πολυμέσων, ιστοσελίδων (για παρουσίαση εργασιών).
- Ψηφιακές εγκυκλοπαίδειες, ηλεκτρονικά λεξικά, βάσεις δεδομένων, ψηφιακές βιβλιοθήκες.
- Εργαλεία επικοινωνίας (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο).
- Εργαλεία τηλεδιάσκεψης.
- Εργαλεία συζητήσεων.

Κυριότεροι εκπρόσωποι των Κοινωνικοπολιτισμικών Θεωριών είναι ο Lev Vygotsky με την επικοινωνιακή και πολιτισμική διάσταση και οι Aleksei Leontiev, Alexander Luria, Nardi οι οποίοι μαζί με το Vygotsky ερμήνευσαν τη Θεωρία της Δραστηριότητας. Οι θεωρίες του Vygotsky είναι συμπληρωματικές αυτών του A. Bandura, διαμορφωτή της θεωρίας της Κοινωνικής – Γνωστικής Θεωρίας Μάθησης.

Κλείνοντας τη σύνοψη αυτή θυμίζουμε το κλασικό ρητό:

Μαθαίνουμε:

- 10% από όσα διαβάζουμε
- 20% από όσα ακούμε
- 30% από όσα βλέπουμε
- 50% από όσα βλέπουμε και ακούμε
- 70% από όσα συζητούμε με άλλους
- 80% από όσα βιώνουμε προσωπικά
- 95% από όσα εμείς διδάσκουμε σε κάποιον άλλον

William Glasser¹

¹ Τα ποσοστά δεν έχουν επιβεβαιωθεί πειραματικά.

5 Εικονικά Εργαστήρια

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών και της επιστήμης της πληροφορικής έφεραν επαναστατικές αλλαγές στις μεθόδους εκπαίδευσης. Δόθηκε η δυνατότητα για εκπαίδευση και εξάσκηση με χρήση υπολογιστών και κατάλληλων προγραμμάτων εκπαιδευτικού λογισμικού.

Τα μαθησιακά περιβάλλοντα και εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί και φέρουν το τίτλο Εκπαιδευτικό Λογισμικό είναι πολλά και διαφορετικά μεταξύ τους. Διαφέρουν κυρίως ως προς τα επί μέρους χαρακτηριστικά τους, αλλά και ως προς τη φιλοσοφία σχεδιασμού τους και τη διδακτική προσέγγιση που χρησιμοποιούν έτσι ώστε να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες της τεχνολογίας για να υποστηριχθεί η διαδικασία της μάθησης. Μεταξύ των τεχνικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαίδευση με λογισμικό είναι αυτή της «εικονικής πραγματικότητας».

5.1 Ορισμός

Αν και είναι πολυάριθμα τα συστήματα λογισμικού που τα τελευταία χρόνια έχουν κατασκευαστεί και διανεμηθεί με τον χαρακτηρισμό «εικονικό εργαστήριο», εντούτοις, δεν υπάρχει σήμερα κοινώς αποδεκτή περιγραφή για το τι είναι το εικονικό

εργαστήριο. Με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες στο εικονικό εργαστήριο χρησιμοποιείται η προσομοίωση διαδικασιών και λειτουργιών.

Ως προσομοίωση ορίζεται η αναπαράσταση κατάστασης ή αντικειμένου μέσω λογισμικού, το οποίο παρέχει δυνατότητες χειρισμού συνθηκών και παραμέτρων για μελέτη (Μικρόπουλος, 2002) [31]. Οι προσομοιώσεις βασίζονται σε μοντέλα αναπαράστασης διαφόρων φυσικών καταστάσεων, τις οποίες εξερευνά ο μαθητής.

Για παράδειγμα, μπορεί να αναπαρασταθεί η λειτουργία ενός χημικού αναλυτικού οργάνου με χρήση κατάλληλου μαθηματικού ή εμπειρικού μοντέλου.

Στο εικονικό εργαστήριο μπορούμε να πειραματιστούμε σχεδιάζοντας μια διάταξη η οποία αποτελείται από «εικονικά» όργανα, συσκευές, κλπ. Μπορούμε να ρυθμίσουμε παραμέτρους, να παρατηρήσουμε τις επιπτώσεις που προκαλούν και να μετρήσουμε την επίδραση που έχουν.

Σε αυτό μπορούμε να «κάνουμε» πειράματα όπως αυτά που κάνουμε στο εργαστήριο, με τη διαφορά ότι με αυτά δεν «ανακρίνουμε» την ίδια τη φύση αλλά μια «φύση» που ζει μέσα στα κυκλώματα του υπολογιστή και εκδηλώνεται με χρώματα, με σχήματα (στατικά ή κινούμενα), με ήχους. Μελετάμε μια προσομοίωση της φύσης η οποία έχει κατασκευαστεί από τους σχεδιαστές του λογισμικού που χρησιμοποιούμε και διαφέρει από τη μελέτη της φύσης όπως γίνεται στο εργαστήριο[32].

5.2 Πλεονεκτήματα

Η σύγχρονη πληροφορική τεχνολογία υποστηρίζει θετικά τη μαθησιακή διαδικασία. Οι δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα της άσκησης σε μια εικονική πραγματικότητα (εικονικό εργαστήριο) είναι πολλά και σημαντικά μεταξύ των οποίων:

- μεγαλύτερη ασφάλεια στην εκτέλεση των ασκήσεων
- δυνατότητα λειτουργίας πολύπλοκων οργάνων από κάθε σπουδαστή
- πολύ χαμηλό κόστος λειτουργίας των εργαστηρίων
- μεγάλη ελευθερία στο πρόγραμμα εξάσκησης
- Ο χρόνος εξέλιξης των φαινομένων είναι και αυτός εικονικός. Έτσι φαινόμενα που έχουν μεγάλη διάρκεια ολοκληρώνονται σε σύντομο χρονικό διάστημα ή αντίθετα επιμηκύνεται η διάρκεια άλλων βραχύβιων φαινομένων.

5.3 Εικονικό εργαστήριο στο μάθημα της Χημείας

Σήμερα, βιώνουμε την εποχή της ραγδαίας εξέλιξης της πληροφοριακής και τηλεπικοινωνιακής τεχνολογίας και ιδιαίτερα του Διαδικτύου, ο ρυθμός συσσώρευσης γνώσεων σχετικών με τη Χημεία είναι υψηλός. Η διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας είναι απαραίτητο να συνδυάζει τη θεωρία με την πράξη και να βοηθά τους μαθητές να ανακαλύπτουν τη γνώση αναπτύσσοντας πρωτοβουλίες μέσα από τη δημιουργική διαδικασία και τον πειραματισμό. Συνεπώς, η διδασκαλία της οφείλει να διασφαλίζει στον μαθητή τον τρόπο προσέγγισης και αξιοποίησης όλης αυτής της γνώσης ώστε να ερμηνεύει φαινόμενα και διαδικασίες τόσο στη διάρκεια των σπουδών του όσο και στην μετέπειτα ζωή του. Προϋπόθεση αποτελεί η χρήση κατάλληλων μεθόδων που θα διευκολύνουν, θα ενθαρρύνουν και θα ενεργοποιούν το μαθητή για «να μαθαίνει πώς να μαθαίνει». Επομένως, το μάθημα της Χημείας πρέπει να έχει εργαστηριακό χαρακτήρα ώστε να δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να δραστηριοποιούνται, να πειραματίζονται και να ανακαλύπτουν τη γνώση.

Ο εργαστηριακός χαρακτήρας του μαθήματος της Χημείας μπορεί εύκολα να υλοποιηθεί μέσα από τη χρήση εικονικών εργαστηρίων. Η ευχρηστία των εικονικών

εργαστηρίων και οι παροχές τους έχουν απήχηση στους εκπαιδευτικούς. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι τα αποτελέσματα από την εφαρμογή τους δεν είναι κατώτερα από το πραγματικό εργαστήριο.

Οι δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα της άσκησης σε μια εικονική πραγματικότητα (εικονικό εργαστήριο Χημείας) είναι πολλά και σημαντικά: μεγαλύτερη ασφάλεια στην εκτέλεση των ασκήσεων, δυνατότητα λειτουργίας πολύπλοκων οργάνων από κάθε μαθητή, χαμηλό κόστος λειτουργίας των εργαστηρίων και μεγάλη ελευθερία στο πρόγραμμα εξάσκησης. Οι μαθησιακές δραστηριότητες στο εικονικό εργαστήριο πρέπει να είναι αντίστοιχες αυτών που συνιστώνται για το σχολικό εργαστήριο δηλαδή να προσομοιώνουν με εικονικό και λειτουργικό τρόπο, στην οθόνη του υπολογιστή, εργαστήρια, αξιοποιώντας τη δυναμική που παρέχει η σύγχρονη τεχνολογία πολυμέσων με βασικό χαρακτηριστικό την τεχνική αλληλεπίδρασης και τον άμεσο και αληθοφανή χειρισμό των αντικειμένων και των παραμέτρων (Λεύκος κ.α., 2005)[33].

Η διάκριση και συσχέτιση των μεταβλητών αποτελεί μία από τις βασικές διαδικασίες της επιστημονικής διερεύνησης. Συχνά, οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόησή τους, γιατί δεν διακρίνουν τα μεγέθη όπως οι επιστήμονες. Για παράδειγμα, συγχέουν τη θερμότητα με τη θερμοκρασία και αντιμετωπίζουν προβλήματα στη μεθόδευση της πειραματικής μελέτης τους. Στις προσομοιώσεις προσφέρεται η δυνατότητα διαχείρισης και τροποποίησης όλων των παραμέτρων που υπεισέρχονται στη μελέτη ενός φαινομένου από τους μαθητές σε συνθήκες σχολικής τάξης. Με τον τρόπο αυτό ο μαθητής μπορεί να αναγνωρίσει και να διακρίνει όλες τις μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν το φαινόμενο, για παράδειγμα, τη μέτρηση

του pH. Έτσι έχουν τη δυνατότητα να κάνουν προβλέψεις, να πάρουν αποφάσεις, να οδηγηθούν σε συμπεράσματα, να καλλιεργήσουν την κριτική σκέψη[25].

Τα εικονικά εργαστήρια παρέχουν δυνατότητες ρύθμισης του περιβάλλοντος χώρου, των φυσικών ιδιοτήτων και των αρχικών συνθηκών των αντικειμένων που χρησιμοποιούνται στα πειράματα τα οποία πραγματοποιούν οι μαθητές, εύκολης αλλαγής των μεταβλητών, αλλαγής των αντικειμένων, πειραματισμού με επικίνδυνες ουσίες και διατάξεις, όπως ραδιενεργές ή τοξικές ουσίες. Κατά την εκτέλεση των πειραμάτων ιδιαίτερη σημασία έχουν παροχές όπως οι ακόλουθες[25]:

- Δυνατότητα διακοπής και συνέχισης του πειράματος
- Επιτάχυνση χρόνου, η οποία παρέχει τη δυνατότητα εκτέλεσης ενός πειράματος σε μικρότερο χρόνο, σε περιπτώσεις όπου η εξέλιξη του φαινομένου είναι πολύ αργή
- Διασύνδεση του εικονικού πειράματος συγχρονικά με τα αντίστοιχα μοντέλα
- Εμφάνιση γραφικών παραστάσεων πραγματικού χρόνου
- Εύκολη διακοπή και επανάληψη όλου του πειράματος, η οποία οδηγεί στη γενίκευση των αποτελεσμάτων

6 Πειραματικό Μέρος

6.1 Παρουσίαση του αντικειμένου

Στην παρούσα εργασία θα αναπτύξουμε ένα μοντέλο εικονικού εργαστηρίου με θέμα την οπτικοποίηση της ογκομέτρησης (οξυμετρία – αλκαλιμετρία) που αναφέρεται στην ύλη Χημείας Κατεύθυνσης της Γ΄ Τάξης Γενικού Ενιαίου Λυκείου[34].

Ο λόγος επιλογής του συγκεκριμένου εργαστηρίου είναι διπλός:

Αφενός, από τις εμπειρίες πολλών μαθητών καταγράφεται ως ένα θέμα που προβληματίζει και χαρακτηρίζεται αρκετά δυσνόητο από πολλούς μαθητές. Αυτό συμβαίνει επειδή η θεωρητική παρουσίαση (που κυρίως επιλέγεται στη σχολική τάξη) για ένα αντικείμενο κύρια πειραματικό, το καθιστά δύσκολο στην κατανόηση. Αντίθετα, με την υλοποίηση του πειράματος οπτικοποιείται και απεικονίζεται η όλη διαδικασία και αυτό οδηγεί στην πλήρη κατανόηση του σκοπού, του αποτελέσματος και των συνθηκών της ογκομέτρησης.

Αφετέρου, η χρήση των πραγματικών εργαστηρίων χημείας στο σχολικό χώρο είναι γενικά περιορισμένη. Είτε λόγω έλλειψης εξοπλισμένων εργαστηρίων στις σχολικές μονάδες, είτε λόγω του περιορισμένου χρόνου που αφιερώνεται από το ωρολόγιο πρόγραμμα για το μάθημα της χημείας, είτε ακόμη λόγω της δυσκολίας του

εκπαιδευτικού να προετοιμάσει, να επιδείξει και να παρακολουθήσει ταυτόχρονα 25-30 μαθητές ώστε με ασφάλεια να χρησιμοποιήσουν οξέα και βάσεις, η ενασχόληση των μαθητών με το εργαστήριο χημείας είναι ελάχιστη ή και καθόλου. Ειδικότερα η πίεση χρόνου για εντατική προετοιμασία των μαθητών της Γ΄ τάξης για τις πανελλαδικές εξετάσεις καθιστά πολυτέλεια την ανάλωση χρόνου για την υλοποίηση ζωντανών πειραμάτων.

Το εργαστήριο θα καλύπτει αρχικά την ογκομέτρηση ισχυρού οξέος και ισχυρής βάσης, αλλά θα μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω με προσθήκη και ασθενών ηλεκτρολυτών και με προσθήκη και άλλων πειραμάτων.

Ο διδάσκων και οι μαθητές που το χρησιμοποιούν δεν χρειάζεται να γνωρίζουν κάποια γλώσσα προγραμματισμού. Στην πραγματικότητα το λογισμικό συνιστά ένα πλήρες «Χημικό Εργαστήριο», το οποίο στηρίζεται στους νόμους και τις εξισώσεις της χημείας.

6.2 Θεωρητική βάση του εργαστηρίου

(Από το σχολικό εγχειρίδιο χημείας Γ' Λυκείου).

Ογκομέτρηση είναι η διαδικασία ποσοτικού προσδιορισμού μιας ουσίας με μέτρηση του όγκου διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης (πρότυπου διαλύματος) που χρειάζεται για την πλήρη αντίδραση με την ουσία.

Η μέτρηση του όγκου του πρότυπου διαλύματος γίνεται με προχοϊδα (ή σταγονόμετρο), ενώ το ογκομετρούμενο διάλυμα (άγνωστο διάλυμα) τοποθετείται στην κωνική φιάλη, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 8: Διαγραμματική παρουσίαση της ογκομετρίας:

α) εισάγεται με το σιφώνιο στην κωνική φιάλη ορισμένη ποσότητα διαλύματος οξέος (άγνωστο) β) δείκτης προστίθεται στο «άγνωστο» και ακολουθεί προσθήκη σιγά - σιγά του πρότυπου διαλύματος με τη βοήθεια της προχοΐδας γ) η χρωματική αλλαγή του δείκτη φανερώνει το τέλος της ογκομέτρησης.

Ισοδύναμο σημείο είναι το σημείο της ογκομέτρησης, όπου έχει αντιδράσει πλήρως η ουσία (στοιχειομετρικά) με ορισμένη ποσότητα του πρότυπου διαλύματος.

Ο εντοπισμός του ισοδύναμου σημείου διασφαλίζεται με τη βοήθεια των δεικτών, οι οποίοι αποκαλύπτουν το ισοδύναμο σημείο με την αλλαγή του χρώματός τους.

Το σημείο όπου παρατηρείται χρωματική αλλαγή του ογκομετρούμενου διαλύματος ονομάζεται **τελικό σημείο ή πέρασ ογκομέτρησης**.

Όσο πιο κοντά είναι το ισοδύναμο σημείο με το τελικό σημείο τόσο πιο ακριβής είναι η ογκομέτρηση.

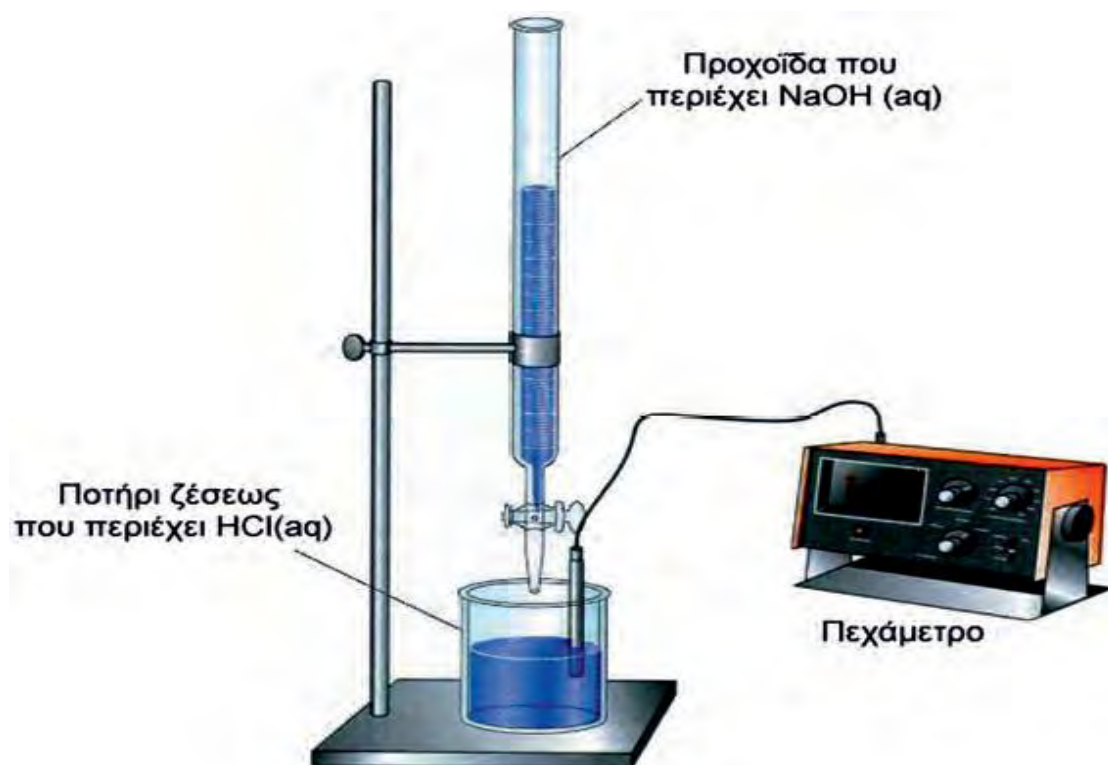
Η οξυμετρία είναι ο κλάδος της ογκομετρίας που περιλαμβάνει προσδιορισμούς συγκεντρώσεων βάσεων με πρότυπο διάλυμα οξέος. Ενώ αλκαλιμετρία έχουμε όταν ογκομετρείται ένα οξύ με πρότυπο διάλυμα βάσης. Η αλκαλιμετρία - οξυμετρία με άλλα λόγια είναι ογκομετρήσεις που στηρίζονται σε αντιδράσεις εξουδετέρωσης.

Έχουμε δηλαδή:

Κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης με οξέα ή βάσεις (οξυμετρία ή αλκαλιμετρία) το pH του ογκομετρούμενου διαλύματος μεταβάλλεται συνεχώς.

Αν παραστήσουμε γραφικά την τιμή του pH του άγνωστου διαλύματος, όπως διαβάζει ένα πεχάμετρο, σε συνάρτηση με τον όγκο του προστιθέμενου προτύπου διαλύματος, παίρνουμε την **καμπύλη ογκομέτρησης**.

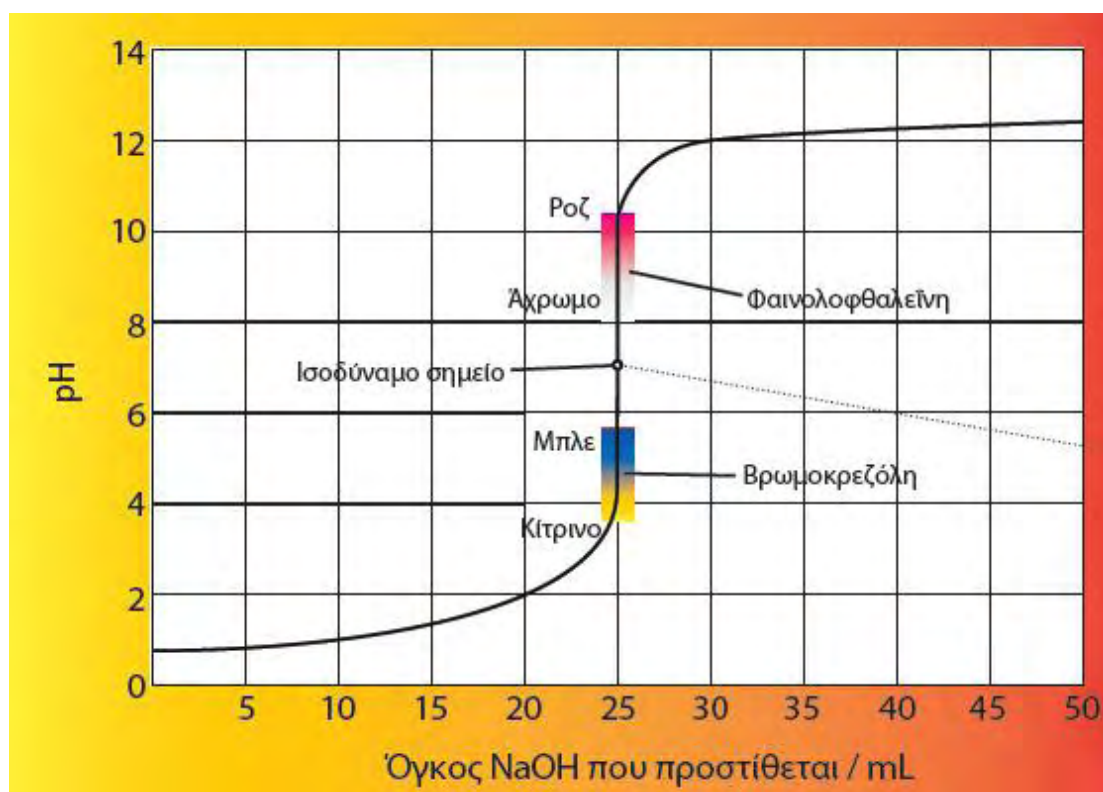
Με τη βοήθεια της καμπύλης αυτής μπορεί να γίνει η επιλογή του δείκτη για τη συγκεκριμένη ογκομέτρηση. Οποσδήποτε, δηλαδή, θα πρέπει η περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη να περιλαμβάνει το pH του διαλύματος στο ισοδύναμο σημείο (ή τουλάχιστον να βρίσκεται στο κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης ογκομέτρησης, όπως φαίνεται στα σχήματα που ακολουθούν). Σε αντίθετη περίπτωση προκύπτουν σημαντικά σφάλματα που κάνουν το δείκτη ακατάλληλο για τη συγκεκριμένη ογκομέτρηση.



Εικόνα 9: Πειραματική διάταξη για τη μέτρηση του pH κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης, με βάση την οποία προκύπτει η καμπύλη ογκομέτρησης.

6.2.1 Ογκομέτρηση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση

Π.χ. ογκομέτρηση διαλύματος HCl με πρότυπο NaOH. Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται η καμπύλη ογκομέτρησης και το αντίστοιχο πρωτόκολλο μετρήσεων. Όπως φαίνεται στο σχήμα, στο ισοδύναμο σημείο το διάλυμα έχει $\text{pH} = 7$ (έχουμε μάθει ότι το διάλυμα NaCl έχει ουδέτερο χαρακτήρα). Κατάλληλος δείκτης για την ογκομέτρηση αυτή είναι π.χ. η φαινολοφθαλεΐνη και το πράσινο της βρωμοκρεζόλης γιατί τα πεδία pH αλλαγής χρώματος των δεικτών βρίσκονται, όπως φαίνεται στο σχήμα 10, στο κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης ογκομέτρησης.

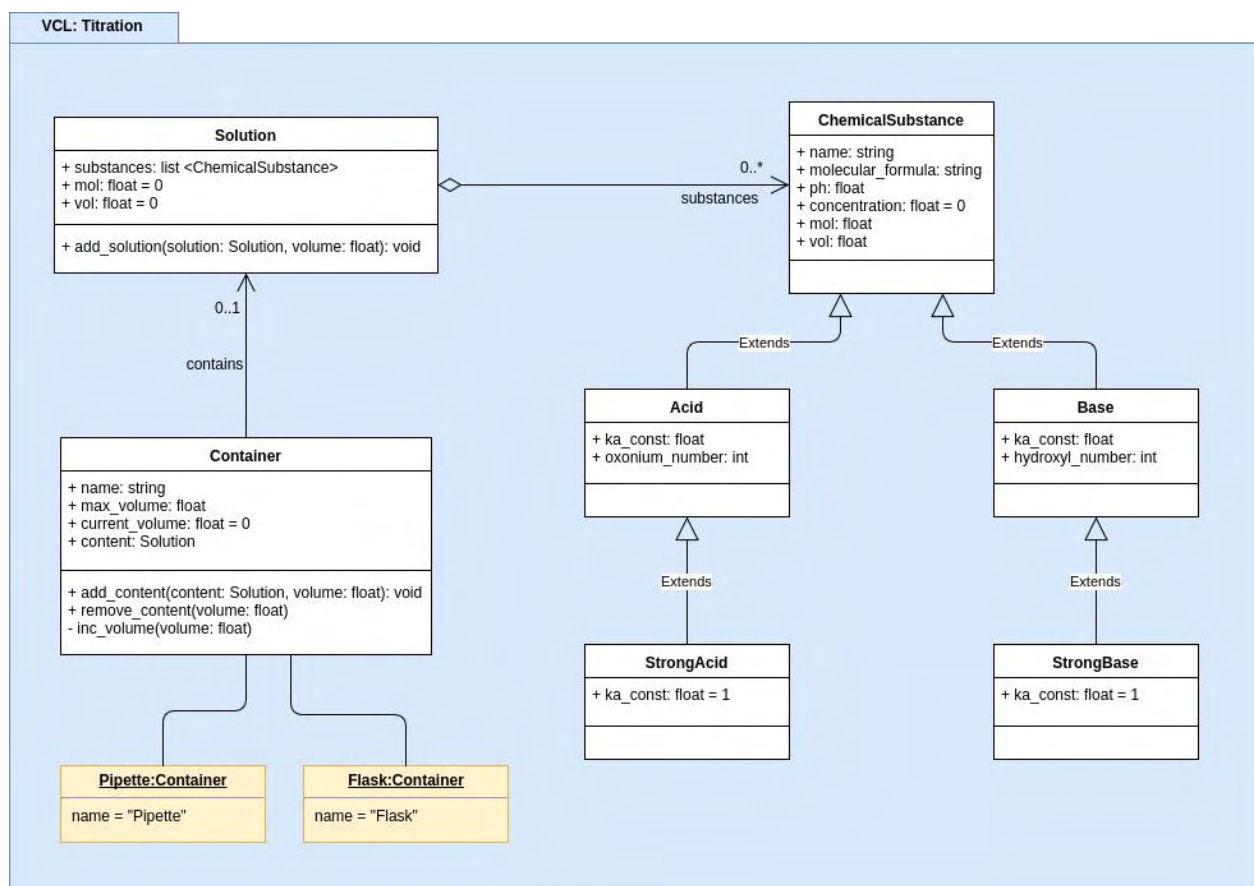


Εικόνα 10: Καμπύλη ογκομέτρησης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση, π.χ. διαλύματος HCl με πρότυπο διάλυμα NaOH.

7 VCL: Αρχιτεκτονική και υλοποίηση

7.1 Περιγραφή του μηχανισμού του VCL: Ογκομέτρηση (Titration)

Ο μηχανισμός του κομματιού της ογκομέτρησης του VCL αποτελείται από τα ακόλουθα αντικείμενα/objects, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 11: Ο μηχανισμός του κομματιού της ογκομέτρησης του VCL αποτελείται από τα ακόλουθα αντικείμενα/objects

Δοχείο (CONTAINER): Κάθε πείραμα ογκομέτρησης χρειάζεται τουλάχιστον 2 δοχεία για να διεκπεραιωθεί. Ένα δοχείο που περιέχει τη γνωστή σε περιεκτικότητα ουσία και ένα που περιέχει την ουσία που μετράμε. Στο VCL όλα τα δοχεία αναπαριστώνται από την κλάση Container, τα οποία έχουν τις εξής ιδιότητες: όνομα τύπου αλφαριθμητικού (string), μέγιστος όγκος τύπου κινητής υποδιαστολής, τρέχων όγκος τύπου κινητής υποδιαστολής, περιεχόμενο τύπου SOLUTION.

Το κάθε δοχείο μπορεί να περιέχει ένα ή περισσότερα διαλύματα (SOLUTIONS).

Διάλυμα (SOLUTION): Κάθε διάλυμα αποτελείται από μία λίστα από όλες τις ουσίες (CHEMICAL SUBSTANCES) που περιέχει. Επίσης αποτελείται από τα συνολικά moles που περιέχει, τύπου κινητής υποδιαστολής (το απόλυτο της τιμής των moles όλων των οξέων μείον τα moles όλων των βάσεων). Τέλος, από το συνολικό του όγκο, τύπου κινητής υποδιαστολής.

Χημική Ουσία (CHEMICAL SUBSTANCE): Αποτελείται από ένα όνομα τύπου αλφαριθμητικού (string), την μοριακή του φόρμουλα τύπου αλφαριθμητικού (string), το PH τύπου κινητής υποδιαστολής, την συγκέντρωση τύπου κινητής υποδιαστολής, τα moles, τύπου κινητής υποδιαστολής, και τον όγκο, τύπου κινητής υποδιαστολής.

Οξύ: Η κλάση Οξύ κληρονομεί την κλάση Χημική Ουσία. Τα καινούργια πεδία της είναι τα: σταθερά Ka, τύπου κινητής υποδιαστολής, και αριθμός κατιόντων υδρογόνου, τύπου ακεραίου.

Ισχυρό Οξύ: Η κλάση Ισχυρό Οξύ κληρονομεί την κλάση Οξύ. Η διαφορά της είναι ότι η σταθερά K_a δεν ορίζεται, γιατί τα ισχυρά οξέα έχουν πάντα την ιδιότητα να ιοντίζονται πλήρως.

Βάση: Η κλάση Βάση κληρονομεί την κλάση Χημική Ουσία. Τα καινούργια πεδία της είναι τα: σταθερά K_a , τύπου κινητής υποδιαστολής, και αριθμός υδροξυλιόντων, τύπου ακεραίου.

Ισχυρή Βάση: Η κλάση Ισχυρή Βάση κληρονομεί την κλάση Βάση. Η διαφορά της είναι ότι η σταθερά K_a δεν ορίζεται, γιατί οι ισχυρές βάσεις έχουν πάντα την ιδιότητα να διΐστανται πλήρως.

7.2 Διεπαφή μαθητή

Όταν ο μαθητής θα ανοίγει την οθόνη της ογκομέτρησης θα βλέπει τα ακόλουθα στοιχεία:

A) Εδώ θα αναφέρονται τα στοιχεία της ουσίας που βρίσκεται στο σταγονόμετρο. Πιο συγκεκριμένα θα αναγράφονται η ουσία (χημικός τύπος), ο όγκος και η συγκέντρωση (γραμμομοριακότητα κατ' όγκο). Δεν αναφέρεται τίποτα για τον μέγιστο όγκο του σταγονόμετρου διότι θεωρούμε ότι στο πείραμά μας οι όγκοι του σταγονόμετρου και της κωνικής φιάλης είναι υπέρ αρκετοί για να χωράνε πάντα ολόκληρη την ποσότητα του οξέος και της βάσης.

Β) Εδώ θα αναφέρονται τα στοιχεία της ουσίας που βρίσκεται στην κωνική φιάλη. Πιο συγκεκριμένα θα αναγράφονται η ουσία (χημικός τύπος), ο αρχικός καθώς και ο τωρινός όγκος. Δεν αναφέρεται τίποτα για τον μέγιστο όγκο της κωνικής φιάλης διότι θεωρούμε ότι στο πείραμά μας οι όγκοι του σταγονόμετρου και της κωνικής φιάλης είναι υπέρ αρκετοί για να χωράνε πάντα ολόκληρη την ποσότητα του οξέος και της βάσης.

DISCLAIMER: Ο λόγος για τον οποίο η διεπαφή της ογκομέτρησης εστιάζει στα απολύτως βασικά είναι για να βοηθήσει το μαθητή να επικεντρωθεί στο πείραμα αυτό καθ' αυτό. Έτσι ο μαθητής δεν ασχολείται με λεπτομέρειες που αφορούν στην αρχικοποίηση του πειράματος. Για όλες αυτές τις ρυθμίσεις ευθύνεται το λογισμικό με τρόπο που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Οπότε όλα τα πειράματα είναι ορθά.

Γ) Εδώ θα αναπαριστώνται οι δείκτες που θα χρησιμοποιούνται στο πείραμα. Το χρώμα του κάθε δείκτη θα αλλάζει δυναμικά, ανάλογα με το ΡΗ του διαλύματος της κωνικής φιάλης.

Δ) Το σταγονόμετρο: Πρόκειται για ένα interactive object. Όταν το χρήστης “πατάει” με το ποντίκι πάνω του, μία σταγόνα της ουσίας που βρίσκεται μέσα του θα πέφτει στην κωνική φιάλη.

Ε) Η κωνική φιάλη: Πρόκειται για ένα non-interactive object. Περιέχει αρχικά το διάλυμα της άγνωστης ουσίας.

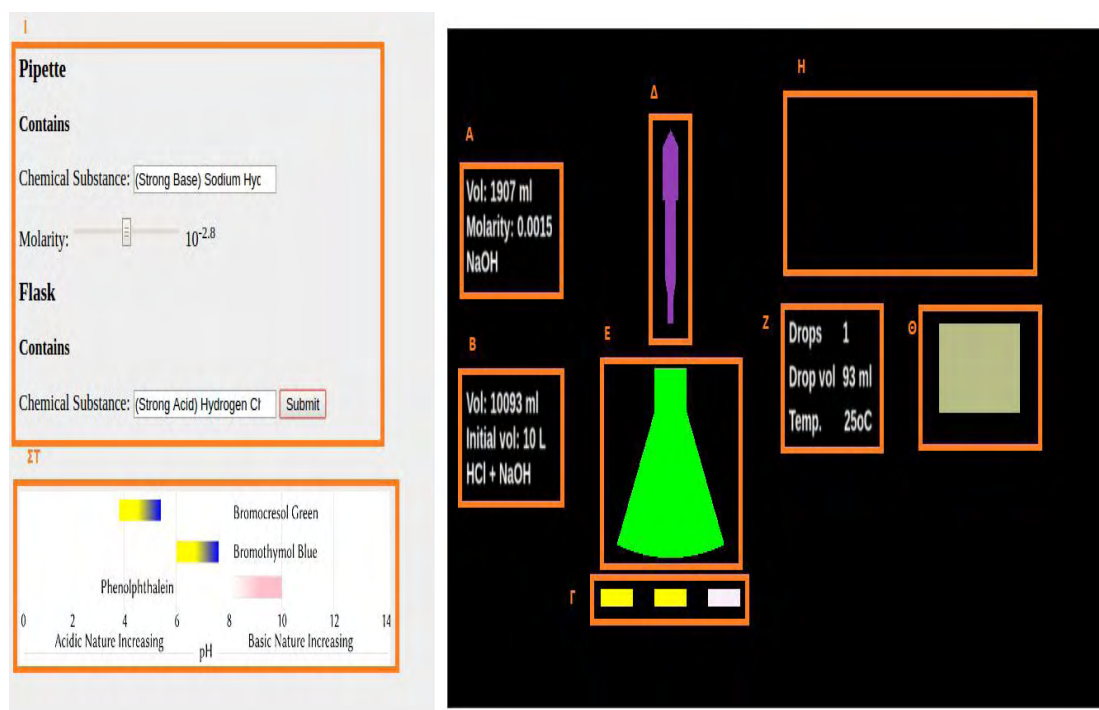
ΣΤ) Υπόμνημα στο οποίο θα φαίνεται ο τρόπος αλλαγής του χρώματος των δεικτών ανάλογα με το ΡΗ του διαλύματος μέσα στο οποίο βρίσκονται.

Ζ) Όλες οι πληροφορίες του πειράματος που χρειάζονται οι μαθητές για να υπολογίσουν τη λύση του προβλήματος: αριθμός σταγόνων που έχουν πέσει ως εκείνη τη στιγμή από το σταγονόμετρο στην κωνική φιάλη, ο όγκος της κάθε σταγόνας και η θερμοκρασία.

Η) Οδηγίες χρήσης προς το μαθητή, αναφορικά με τον τρόπο εκτέλεσης του πειράματος.

Θ) Εδώ ο μαθητής θα εισάγει την απάντησή του και θα μπορεί να την αποστείλει προς αξιολόγηση στον καθηγητή.

Ι) Το μενού επιλογής, όπου ο μαθητής θα επιλέγει το ποιές ουσίες θα χρησιμοποιηθούν στο πείραμα και την γραμμομοριακότητα κατ' όγκο της γνωστής ουσίας.



Εικόνα 12: Η διεπαφή μαθητή του VCL

7.3 Υλοποίηση διαδικασίας ογκομέτρησης

7.3.1 Εισαγωγή παραμέτρων πειράματος από το χρήστη

Αρχικά, ζητάμε από το μαθητή να εισάγει τα δεδομένα του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα πρώτα επιλέγει από μία λίστα την «γνωστή» (αναφορικά με τον όγκο και το Molarity) για αυτόν ουσία, δηλαδή την ουσία που θα βρίσκεται στην προχοϊδα, και της οποίας το Molarity θα γνωρίζει ο μαθητής, αφού ο ίδιος θα το εισάγει. Αυτή αποτελεί το πρότυπο διάλυμα. Στη συνέχεια ακολουθεί το Molarity της ουσίας αυτής. Η επιλογή της τιμής του Molarity γίνεται μέσω κυλιόμενης μπάρας για να κυμαίνεται εντός λογικών πλαισίων. Τέλος εισάγει την «άγνωστη» ουσία, που θα βρίσκεται στην κωνική φιάλη.

7.3.2 Ρύθμιση λοιπών παραμέτρων πειράματος

Το VCL θα αναλάβει να παραμετροποιήσει τις υπόλοιπες αρχικές συνθήκες του πειράματος. Πρώτα απ' όλα θέτει μέγιστο όγκο σε προχοϊδα και κωνική φιάλη. Στη συνέχεια υπολογίζει, με τυχαίο τρόπο, το πόσες σταγόνες θα χρειαστούν για να έχουμε πλήρη εξουδετέρωση μεταξύ του οξέος και της βάσης, καθώς επίσης και τον όγκο της κάθε σταγόνας. Από τη στιγμή που γνωρίζει πλέον τα Molarity, αριθμό σταγόνων και όγκο σταγόνας, υπολογίζει τα συνολικά moles που θα χρειαστούν για πλήρη εξουδετέρωση. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφέρουμε ότι όλοι οι υπολογισμοί εκτελούνται με τρόπο ώστε να μην πλησιάζουμε ποτέ επικίνδυνα κοντά στο PH 7 (από 6.5 έως 7.5 περίπου) στο διάλυμα της κωνικής φιάλης, διότι διαφορετικά στο διάλυμά για να υπολογιστεί σωστά το PH θα έπρεπε να λαμβάνουμε υπ' όψιν και το φαινόμενο του αυτοϊοντισμού του νερού. Τα moles της ουσίας της κωνικής φιάλης θέτονται ίσα με τα moles που υπολογίζονται παραπάνω. Ο όγκος του διαλύματος της ουσίας της κωνικής φιάλης αρχικοποιείται και αυτός, αλλά με στατικό τρόπο και όχι τυχαία. Τέλος υπολογίζονται τα molarity και PH του διαλύματος της ουσίας της κωνικής φιάλης και αρχικοποιούνται τα χρώματα των δεικτών.

Όλα τα παραπάνω υλοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε τα πειράματα που θα προκύπτουν ύστερα από την αρχικοποίηση των συνθηκών να μπορούν να δώσουν αποτελέσματα άμεσα παρατηρήσιμα από το μαθητή. Πιο συγκεκριμένα, οι παράμετροι όπως ο όγκος της κάθε σταγόνας, ο όγκος και το Molarity της άγνωστης ουσίας δημιουργούνται λαμβάνοντας υπ' όψη τους εξής στόχους: το πείραμα να τελειώνει ύστερα από σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, δηλαδή να μην χρειάζεται περισσότερες από είκοσι περίπου σταγόνες κάθε φορά, και οι τιμές PH του

διαλύματος της φιάλης να αλλάζουν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι παρατηρήσιμο με το χρώμα των δεικτών, δηλαδή η μεταβολή του PH να είναι σχετικά ομαλή και αργή.

7.3.3 Διαδικασία ογκομέτρησης

Το βασικό γεγονός (event) που λαμβάνει χώρα κατά τη διαδικασία της ογκομέτρησης είναι η πτώση μίας σταγόνας από το διάλυμα που βρίσκεται στην προχοΐδα στο διάλυμα της κωνικής φιάλης. Αρχικά, γίνεται ο έλεγχος για το εάν έχει μείνει διάλυμα στην προχοΐδα. Εάν το διάλυμα έχει όγκο λιγότερο από τον όγκο για τη δημιουργία μίας σταγόνας, τότε το πείραμα θα σταματήσει, στέλνοντας το κατάλληλο μήνυμα στο χρήστη ("Experiment is finished"). Κάθε φορά που πέφτει μία σταγόνα διαλύματος από την προχοΐδα στην κωνική φιάλη, ανατρέχεται η λίστα με όλες τις ουσίες που υπάρχουν μέσα στην φιάλη. Έπειτα, γίνεται έλεγχος για το εάν η ουσία υπάρχει ήδη στη λίστα. Όταν υπάρχει, τότε δε γίνεται τίποτα. Σε αντίθετη περίπτωση εισάγεται στη λίστα. Στη συνέχεια αφαιρεί από το διάλυμα της προχοΐδας ποσότητα διαλύματος με όγκο ίσο με μία σταγόνα, το οποίο προσθέτει στο αντίστοιχο πεδίο του πίνακα με τις χημικές ουσίες που βρίσκονται στο διάλυμα της κωνικής φιάλης. Πλέον θα υπολογιστεί ο νέος όγκος του διαλύματος της κωνικής φιάλης, καθώς και το PH του. Τέλος, γίνεται ανανέωση του χρώματος των δεικτών και του αριθμού των σταγόνων που προσθέσαμε ως τώρα στην φιάλη.

8 Μελλοντικές επεκτάσεις του VCL

8.1 Κατάλογος Επιλογής (MENU)

Το VCL μπορεί να επεκταθεί έτσι ώστε να αποτελεί εργαλείο για περισσότερα μαθήματα, εκτός της Χημείας, όπως η Βιολογία για παράδειγμα. Θα πρέπει να δημιουργηθεί ο κατάλληλος κατάλογος επιλογής. Αρχικά, θα υπάρχει η επιλογή ανάμεσα σε μαθητή και καθηγητή. Στην συνέχεια η τάξη . Έπειτα το μάθημα και τέλος το κεφάλαιο, έτσι ώστε το VCL να είναι σε θέση να γνωρίζει το είδος της άσκησης και να δημιουργήσει το κατάλληλο εικονικό περιβάλλον.

8.2 Διεπαφή Καθηγητή

Όταν ο καθηγητής θα ανοίγει την οθόνη της ογκομέτρησης θα βλέπει τα ίδια στοιχεία με το μαθητή, εκτός από τους τομείς Η και Θ. Στον τομέα Η αντί για οδηγίες του πειράματος ο καθηγητής θα μπορεί να βλέπει όλα τα στοιχεία του πειράματος, δηλαδή τα moles της κάθε ουσίας που βρίσκεται μέσα στην κωνική φιάλη καθώς και το PH του διαλύματος. Στον τομέα Θ ο καθηγητής θα μπορεί να εισάγει ο ίδιος τις μεταβλητές του πειράματος, αντί να τις αφήνει στο μαθητή και στο VCL.

8.3 Λογαριασμός Καθηγητή

Ο κάθε καθηγητής θα μπορεί να διαθέτει δικό του λογαριασμό, μέσω του οποίου θα του δίνεται η δυνατότητα να πραγματοποιεί τα εξής:

- να δημιουργεί τα δικά του online διαγωνίσματα
- να διατηρεί αρχείο με τα αποτελέσματα
- να συγκρίνει την απόδοση των μαθητών

Ο κάθε καθηγητής θα μπορεί να δημιουργεί κάποιο διαγώνισμα το οποίο θα περιέχει μία ή και περισσότερες ασκήσεις. Στο διαγώνισμα θα δίνεται ένα κλειδί από το server.

Ο καθηγητής θα μπορεί στη συνέχεια να το ανακοινώσει στους μαθητές του κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Οι μαθητές θα πληκτρολογούν το κλειδί στην εφαρμογή και θα δίνουν τα στοιχεία τους: όνομα, επώνυμο και ημερομηνία. Όταν τελειώνουν με το διαγώνισμα θα πατάνε αποστολή και οι απαντήσεις τους θα σώζονται στον λογαριασμό του καθηγητή. Στο καθηγητή θα δίνεται η δυνατότητα να μπορεί να αποθηκεύσει στον προσωπικό χώρο του αρκετά διαγωνίσματα, καθώς και τα αποτελέσματα μαθητών του. Επίσης, θα μπορεί να ορίζει τα διαγωνίσματα ως ιδιωτικά ή δημόσια, επιτρέποντας έτσι και σε άλλους καθηγητές να τα χρησιμοποιήσουν. Θα μπορεί, λοιπόν, να βλέπει την απόδοση των μαθητών του σε σύγκριση με μαθητές παλαιότερων ετών του ίδιου καθηγητή, αλλά και με μαθητές άλλων καθηγητών, καθώς τα αποτελέσματα των δημοσίων διαγωνισμάτων θα κοινοποιούνται, αν και ανώνυμα. Δηλαδή, δε θα κοινοποιούνται τα στοιχεία των μαθητών, παρά μόνο τα αποτελέσματά τους.

8.4 Επέκταση σε άλλα πεδία της Χημείας και σε άλλα μαθήματα

Το εργαστήριο καλύπτει αρχικά την ογκομέτρηση ισχυρού οξέος και ισχυρής βάσης, αλλά θα μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω με προσθήκη και ασθενών ηλεκτρολυτών και με προσθήκη και άλλων πειραμάτων, για παράδειγμα ογκομέτρηση οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων.

Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης της εκπαιδευτικής χρήσης του εργαστηρίου και σε άλλες τάξεις του Λυκείου (πιθανόν και του Γυμνασίου), αλλά και σε άλλα μαθήματα (π.χ. Βιολογία).

Ειδικότερα το εργαστήριο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο μάθημα: Χημεία Α΄ Λυκείου (στο 3ο Κεφάλαιο – Χημικές Αντιδράσεις, Εξουδετέρωση και στο 4ο Κεφάλαιο Στοιχειομετρία), Χημεία Β΄ Λυκείου (στο 2ο Κεφάλαιο – Ατμοσφαιρική ρύπανση και στο 4ο Κεφάλαιο – Όξινος χαρακτήρας καρβοξυλικών οξέων). Ακόμη μπορεί να αξιοποιηθεί στα πλαίσια του μαθήματος γενικής παιδείας Ερευνητική Εργασία της Α΄ και Β΄ Λυκείου, καθώς και του μαθήματος επιλογής Γεωλογία και Διαχείριση Φυσικών Πόρων, αλλά και Εφαρμογές Πληροφορικής της Α΄ Λυκείου.

8.5 Ερευνητική ανάλυση στατιστικών δεδομένων/αποτελεσμάτων

Η επεξεργασία των μετρήσεων οι οποίες προκύπτουν από την εκτέλεση ενός πειράματος, σε πραγματικό ή εικονικό εργαστήριο, διευκολύνεται από γενικά λογισμικά τα οποία είναι ανεξάρτητα από τη διάταξη ή το εκπαιδευτικό περιβάλλον,

όπως το EXCEL. Εναλλακτικά, υπάρχουν λογισμικά τα οποία είτε έχουν πρόσβαση στα γενικά εργαλεία είτε παρέχουν ειδικά ενσωματωμένα εργαλεία.

Ίσως το πιο σημαντικό εργαλείο που μπορεί να προσφέρει το VCL είναι η δυνατότητα αποθήκευσης των αποτελεσμάτων και η ανάλυσή τους. Ο καθηγητής θα μπορεί να βλέπει το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν σωστά, καθώς επίσης και το πόσο «κοντά» ήταν στην απάντηση, όπου αυτό είναι εφικτό. Για παράδειγμα, εάν γίνει μία ερώτηση οξειδοαναγωγής, όπως το Molarity μίας ουσίας, ο μαθητής θα απαντήσει με κάποιον αριθμό. Μπορεί να κατασκευαστεί μία γραφική παράσταση, όπου στον άξονα Χ'Χ θα βρίσκονται οι απαντήσεις και στον ΥΥ η συχνότητά τους. Θα μπορεί, λοιπόν, να υπάρχει οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων. Θα είναι εύκολο για τον καθηγητή να δει το πόσοι μαθητές απάντησαν σωστά, λάθος, καθώς και το πόσο απείχαν από τη λύση.

Εκτός αυτού, είναι δυνατόν να διατηρείται και αρχείο με τα αποτελέσματα όλων των μαθητών ενός καθηγητή για να μπορεί ο ίδιος να διαπιστώσει σε ποιούς τομείς υστερούν και να βελτιώσει τον τρόπο διδασκαλίας του ως προς τον κάθε μαθητή ξεχωριστά.

9 Προβληματισμοί

Στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφέρουμε τον προβληματισμό που έχει διατυπωθεί σχετικά με τη χρήση των εικονικών εργαστηρίων.

Υπάρχει μια διαμάχη μεταξύ των επιστημόνων που υποστηρίζουν τη χρήση εικονικών πειραμάτων και που υποστηρίζουν τη χρήση των παραδοσιακών πειραμάτων με πραγματικά υλικά όσον αφορά στην αποτελεσματικότητά τους για την μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Οι πρώτοι θεωρούν πως τα εικονικά πειράματα οδηγούν στη βελτίωση των δεξιοτήτων, των στάσεων και της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών. Οι δεύτεροι υποστηρίζουν ότι ο πειραματισμός με πραγματικά υλικά είναι απαραίτητος για την κατανόηση των Φυσικών Επιστημών. Οι μαθητές, δηλαδή, σύμφωνα με την άποψη αυτή, είναι απαραίτητο να αγγίζουν και να χειρίζονται με τα χέρια τους τις συσκευές και τα εργαστηριακά υλικά.

Πέραν της γενικής αυτής προβληματικής, πρέπει να επισημανθεί ότι, τις περισσότερες φορές, τα εικονικά εργαστήρια βασίζονται σε σχεδιαστικά προγράμματα ή μαθηματικές μηχανές που λειτουργούν με βάση προσομοιωμένα μοντέλα και παράγουν δεδομένα χωρίς σφάλματα. Το στοιχείο αυτό σε συνδυασμό με ευκολία της εικονικής σύνδεσης των διατάξεων και της λήψης των δεδομένων μπορεί να δημιουργήσει στους μαθητές εντυπώσεις οι οποίες δεν ανταποκρίνονται στη

πειραματική μελέτη όπως, για παράδειγμα, ότι δεν υπάρχουν σφάλματα στις μετρήσεις ή ότι δεν απαιτούνται ιδιαίτερες δεξιότητες για την συναρμολόγηση των πειραματικών διατάξεων και την εκτέλεση των πειραμάτων. Η ενασχόληση με εικονικά πειράματα μπορεί να καλύπτει συμπληρωματικά ορισμένους περιορισμούς που συναντώνται στο εργαστήριο, να διευκολύνει την κατανόηση του φαινομένου και να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών. Δεν πρέπει, όμως, να δημιουργηθεί η αντίληψη στον εκπαιδευτικό ότι μπορεί ή είναι επιθυμητή η αποκοπή από τη κλασική πειραματική πρακτική.

Βιβλιογραφία

- [1] <http://www.scientific-journal-articles.org/greek/free-online-journals/education/education-articles/manolis-xristos/manolis-xristos-2.htm>, web page.
- [2] <blogs.sch.gr/13dimevo/files/2011/03/epikodomitismos.pdf>
- [3] <https://www.pdv.org.gr/img/theoriesmathisis.pdf>
- [4] <ikee.lib.auth.gr/record/112873/files/KOMMATAΣ.pdf>, Κομματάς, Ν.: Διδακτορική διατριβή: « Ανάπτυξη Ηλεκτρονικού Μαθήματος για την Διδασκαλία των Αρχών Στατιστικής στις Κοινωνικές Επιστήμες». 2009.
- [5] <http://www.ssneond.sch.gr/Keimena%20dimosieumena/sichroni%20didaskalia.htm>
- [6] <http://www.pi-schools.gr/download/publications/epitheorisi/teykos6/deloudi.PDF> , Δεδούλη Μ. : «Βιωματική Μάθηση- Δυνατότητες αξιοποίησής της στο πλαίσιο της Ευέλικτης Ζώνης». 2002, Στο περιοδικό «Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων». Σελ 145-157.
- [7] <http://docplayer.gr/30284080-l-viomatiki-mathisi-g-nasainas-aspait-eppaik-parartima-argoys.html>
- [8] Πολέμη, Μ : «Αξιοποιώντας τη διεργασία της ομάδας στην εκπαίδευση». Πρόγραμμα εκπαίδευσης εκπαιδευτών, κεφ. 10, ΕΚΕΠΙΣ, Αθήνα, 2003.
- [9] Kolb, D. : «Experiential Learning». New Jersey: Pentice Hall. 1984, σελ. 12.
- [10] Dewey, J.: «Εμπειρία και Εκπαίδευση». μτφ. Λ. Πολενάκης. Αθήνα: Γλάρος, 1938, σελ 19

- [11] Kolb, D. : «Experiential Learning». New Jersey: Pentice Hall. 1984, page 42.
- [12] www.pi-schools.gr/preschool_education/articles/math_ep_provl.doc, Γκλιάου - Χριστοδούλου, Ν. : «Μάθηση μέσω επίλυσης προβλημάτων στο νηπιαγωγείο».
- [13] Jonassen, D., & Kwon, H. : «Communication patterns in computer mediated versus face-to-face group problem solving». Educational Technology Research and Development, 19 (1), 2001, pages 35-51.
- [14] Paz Dennen, V.: «Task Structuring for On-line Problem Based Learning: A Case Study». Educational Technology & Society, 3(3), 2000, pages 329-336.
- [15] <https://economu.wordpress.com/project-based-learning/>
- [16] Dornyei, Z.: «Motivational Strategies in the Language Classroom». Cambridge: Cambridge University Press, 2001, pages 100-101.
- [17] Lee, I.: «Project work made easy in the English classroom». Canadian Modern Language Review, 59, 2002, pages 282-290.
- [18] <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/openedu/article/view/451/414>
Φραγκούλης, Ι. & Τσιπλακίδης, Ι.: «Υλοποίηση σχεδίων εργασίας με χρήση του διαδικτύου: Η συμβολή τους στα κίνητρα για μάθηση της Αγγλικής ως ξένης γλώσσας». 5th International Conference in Open & Distance Learning - November 2009, Athens, Greece – PROCEEDINGS , Athens, Greece, 2009.
- [19] Prince, M.J. & Felder, R.M.: «Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases». Journal of Engineering Education, Vol. 95, No. 2, 2006, pages 123-138.
- [20] <http://repository.library.teimes.gr/xmlui/handle/123456789/2288> Παπαγρηγορίου, Ε.-Μ. & Συλεούνη, Ε. : Πτυχιακή εργασία: «Μελέτη, σχεδιασμός και ανάπτυξη on-line εικονικού εργαστηρίου (VirtualLab) για το μάθημα «Λογική Σχεδίαση». 2013.
- [21] https://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/3710/1101_01_oaed_enotita13_v01.pdf

- [22] ikee.lib.auth.gr/record/112873/files/KOMMATAS.pdf, Κομματάς Ν. : Διδακτορική διατριβή: «Ανάπτυξη Ηλεκτρονικού Μαθήματος για την Διδασκαλία των Αρχών Στατιστικής στις Κοινωνικές Επιστήμες, 2009.
- [22α] Skinner, B. F. : «The science of learning and the art of teaching». Harvard Educational Review, 24, 1954, pages 86-97.
- [23] <https://core.ac.uk/download/pdf/53054250.pdf> Μακανίκα, Σ. : Διπλωματική εργασία: «Διερεύνηση διοικητικών και οργανωτικών παραγόντων που οδήγησαν στην καθυστέρηση υλοποίησης ενός προγράμματος επιμόρφωσης επιμορφωτών στις ΤΠΕ», 2010.
- [24] https://el.wikipedia.org/wiki/Εκπαιδευτική_τεχνολογία
- [25] Επιμορφωτικό υλικό για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών - Τεύχος 5: Κλάδος ΠΕ04 ΕΑΙΤΥ - Τομέας Επιμόρφωσης και Κατάρτισης (ΤΕΚ)
- [26] http://www.de.sch.gr/epimorfosi/files_for_downl/cert/power/PLOHGSH.ppt ΥΠΑΔΒΜΘ
- [27] www.etpe.gr/custom/pdf/etpe1893.pdf
- [28] <https://eclass.uoa.gr/modules/document/?course=D225>
- [29] http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/5309/3/Nimertis_Apostolopoulou%28math%29.pdf Αποστολοπούλου, Δ.: Διπλωματική εργασία «Οι θεωρίες μάθησης και η ενσωμάτωσή τους στο εκπαιδευτικό λογισμικό». 2012
- [30] <https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/MEDIA153/diplomatikes/Tomara-2011.pdf> ,
- [31] Μικρόπουλος, Τ. Α. : «Προσομοιώσεις και οπτικοποιήσεις στην οικοδόμηση εννοιών στις φυσικές επιστήμες». Στο Α. Μαργετουσάκη & Π. Γ. Μιχαηλίδης (Επ.), Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου: «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση» (σ. 371- 376). Ρέθυμνο. 2002.
- [32] <http://users.otenet.gr/~givla1/Virtual-labssimulations.htm>

[33] Λεύκος, Ι., Ψύλλος, Δ., Χατζηκρανιώτης, Ε., & Παπαδόπουλος, Α. : «Μία πρόταση για την εργαστηριακή υποστήριξη της διδασκαλίας της θερμικής ακτινοβολίας με συνδυασμένη χρήση εργαλείων ΤΠΕ». Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη», 2005, σελ. 114-120. Σύρος

[34] <http://ebooks.edu.gr/new/books-pdf.php?course=DSGL-C135>

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Παραδοσιακές και Σύγχρονες αντιλήψεις για τη μάθηση.....	5
Εικόνα 2: Παθητική μάθηση.....	6
Εικόνα 3: Ενεργητική μάθηση. Το τρίγωνο της διδασκαλίας.....	6
Εικόνα 4: Ενεργητική μάθηση.....	7
Εικόνα 5: Οι παράγοντες που συνιστούν την εκπαιδευτική τεχνολογία.....	23
Εικόνα 6: Δομή αρχιτεκτονικής αλληλεπιδραστικού πολυμέσου (δομή δέντρου).....	41
Εικόνα 7: Δομή και αλληλουχία ενός συστήματος καθοδήγησης.....	42
Εικόνα 8: Διαγραμματική παρουσίαση της ογκομετρίας:.....	56
Εικόνα 9: Πειραματική διάταξη για τη μέτρηση του pH κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης, με βάση την οποία προκύπτει η καμπύλη ογκομέτρησης.....	57
Εικόνα 10: Καμπύλη ογκομέτρησης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση, π.χ. διαλύματος HCl με πρότυπο διάλυμα NaOH.....	58
Εικόνα 11: Ο μηχανισμός του κομματιού της ογκομέτρησης του VCL αποτελείται από τα ακόλουθα αντικείμενα/objects.....	59
Εικόνα 12: Η διεπαφή μαθητή του VCL.....	64