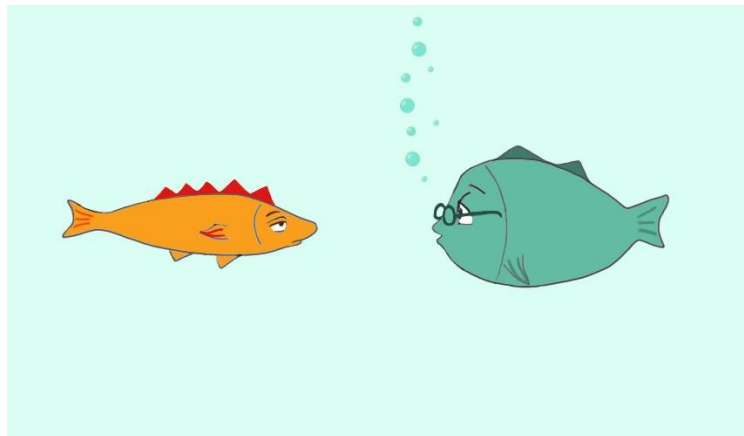




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ (Ι)
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

**Μελέτη της συμβολής των κινουμένων σχεδίων στη
διδασκαλία της Χημείας**



Διπλωματική Εργασία

Μαριάνθη Χιώτη

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:

ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΠΑΥΛΑΤΟΥ

Αναπλ. Καθηγήτρια ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ (Ι)
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

**Μελέτη της συμβολής των κινουμένων σχεδίων στη
διδασκαλία της Χημείας**

Διπλωματική Εργασία

Μαριάνθη Χιώτη

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:

ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΠΑΥΛΑΤΟΥ

Αναπλ. Καθηγήτρια ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις ../../....

Παυλάτου Ευαγγελία, Αναπλ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.,(Υπογραφή)

Δέτση Αναστασία, Επίκ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.,(Υπογραφή)

Καραντώνης Αντώνης, Επίκ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.,(Υπογραφή)

ΑΘΗΝΑ 2015

.....

ΜΑΡΙΑΝΘΗ ΧΙΩΤΗ
Διπλωματούχος Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Μαριάνθη Χιώτη, 2015.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται στην συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται στην εργασία αυτή εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία μελετά τη συμβολή των κινουμένων σχεδίων στη διδασκαλία της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Παρουσιάστηκε ως προφορική εισήγηση στο 10ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Χημικής Μηχανικής στην Πάτρα (4-6 Ιουνίου 2015).

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κ. Ευαγγελία Παυλάτου για την πολύτιμη καθοδήγηση και βοήθειά της κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Θέλω επίσης να την ευχαριστήσω που μου προσέφερε την δυνατότητα να ασχοληθώ με τα κινούμενα σχέδια κατά την εκπόνηση της εργασίας μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Νίκο Καλογερόπουλο για τις συμβουλές του και τη βοήθεια που μου προσέφερε.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Αναστασία Δέτση και τον κ. Αντώνη Καραντώνη για την συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τον φίλο μου Θοδωρή για την στήριξή του αλλά και για τη βοήθεια που μου προσέφερε δανείζοντας τη φωνή του σε έναν από τους χαρακτήρες κινουμένων σχεδίων που δημιούργησα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου που όλα αυτά τα χρόνια με στηρίζει σε κάθε μου προσπάθεια.

Η παρούσα εργασία είναι αφιερωμένη στον παππού μου, Δημήτρη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	10
ABSTRACT	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1. Γνώση και μάθηση	13
1.1. Η έννοια της μάθησης.....	13
1.2. Θεωρίες Μάθησης	13
1.2.1. Συμπεριφορισμός ή Μπιχεβιορισμός.....	13
1.2.2. Κονστρουκτιβιστικές θεωρίες.....	15
1.2.3. Διερευνητική (ή ανακαλυπτική) μάθηση.....	22
1.3. Σύνδεση μάθησης και διδασκαλίας.....	25
1.4. Στόχοι Διδασκαλίας.....	26
1.4.1. Τι είναι ο διδακτικός στόχος και πώς προσδιορίζεται.....	26
1.4.2. Η χρησιμότητα των διδακτικών στόχων.....	26
1.4.3. Κατηγορίες διδακτικών στόχων	27
1.5. Γνώση και Μεταγνώση.....	33
1.6. Η θεωρία της αξιολύνης(αυτό-αποτελεσματικότητας-self-efficacy).....	35
1.7. Ανθρώπινη μνήμη.....	35
1.8. Θεωρία Γνωστικών Φορτίων.....	35
1.9. Θεωρία διπλού κώδικα (Dual-Coding Theory)	37
1.10. Γνωστική Θεωρία Μάθησης με Πολυμέσα	39
1.11. Φαινόμενα Mayer.....	40
1.12. Η αρχή της προσαρμοστικότητας-The modality principle	40
1.13. Υπόθεση οπτικής εικόνας(Visual Imagery Hypothesis)	40
1.14. Συναισθήματα κι επίδοση	41
2. Οι οπτικές αναπαραστάσεις στην εκπαίδευση-η χρήση των καρτών και του animation	43
2.1. Οπτικές αναπαραστάσεις	43
2.1.1. Οπτική χωρική μάθηση.....	43
2.1.2. Εισαγωγή στις οπτικές αναπαραστάσεις	44
2.1.3. Συμβολή των οπτικών αναπαραστάσεων στην ενίσχυση της μαθησιακής διαδικασίας	44

2.1.4. Οπτικός αλφαριθμητισμός.....	45
2.1.5. Χρήση αναπαραστάσεων στον τομέα των φυσικών επιστημών	46
2.1.6. Ταξινόμηση εκπαιδευτικών οπτικοποιήσεων/γραφικών	46
2.2. Animation και καρτούν στην εκπαίδευση	47
2.2.1. Η χρήση των εικόνων στην εκπαίδευση	47
2.2.2. Animation (κινηματογράφος της εμπύχωσης)	48
2.2.3. Το animation στην εκπαίδευση.....	50
2.2.4. Κινούμενα σχέδια-κόμικς-καρτούν.....	52
2.2.5. Τα πλεονεκτήματα των καρτούν στην εκπαίδευση	52
2.2.6. Τα καρτούν στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών	54
2.2.7. Χιουμοριστικά καρτούν	55
2.2.8. Τα πλεονεκτήματα των κόμικς στην εκπαίδευση	56
2.2.9. Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των ρόλων: δημιουργός κινουμένων σχεδίων-ηθοποιός-καθηγητής	57
3. Σύγχρονες τάσεις στην εκπαίδευση	59
3.1. Διεπιστημονικότητα.....	59
3.2. Προηγμένες Τεχνολογικές εφαρμογές για την αναβάθμιση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών	60
3.3. Εννοιολογικά καρτούν-Concept Cartoons.....	63
3.4. Πολυμεσικές εφαρμογές	66
3.5. Ο ρόλος του δασκάλου σήμερα	67
4. Πορεία Εργασίας με βάση τα βήματα του Medina	69
4.1. Τα βήματα του Medina.....	69
4.2. Πορεία της διπλωματικής εργασίας	70
4.2.1. Μεθοδολογία Έρευνας	74
5. Αποτελέσματα.....	75
5.1. Διαπιστώσεις από το ερωτηματολόγιο.....	75
5.2. Διαπιστώσεις από το τεστ αξιολόγησης.....	80
6. Συμπεράσματα-Προτάσεις	85
6.1. Συμπεράσματα	85
6.2. Προτάσεις	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	103

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ταξινόμια στόχων Γνωστικού τομέα (Νοητικές λειτουργίες) κατά Bloom (Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008).....	28
Πίνακας 2: Ταξινόμια στόχων Συναισθηματικού Τομέα (Συναισθηματικές καταστάσεις) κατά Bloom και συνεργάτες του [Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008].....	31
Πίνακας 3: Ταξινόμια στόχων Ψυχοκινητικού Τομέα (Ψυχοκινητικές λειτουργίες) (Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008)	32
Πίνακας 4: Κατανομή συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 1(N=48)	75
Πίνακας 5: Κατανομή συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 2 (N=48)	76
Πίνακας 6: Κατανομή συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 3(N=48)	77
Πίνακας 7: Κατανομή συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 4(N=48)	78
Πίνακας 8: Σχέση μεταξύ ερωτήσεων 3 και 4.....	80
Πίνακας 9: Δείκτης Cronbach' s Alpha «εσωτερικής συνέπειας»	81
Πίνακας 10: Η τιμή του Cronbach's Alpha σε περίπτωση διαγραφής ενός θέματος κατά τη διδασκαλία με κινούμενα σχέδια.	81
Πίνακας 11: Η τιμή του Cronbach's Alpha σε περίπτωση διαγραφής ενός θέματος κατά τη κλασική μέθοδο διδασκαλίας.	81
Πίνακας 12: Mann- Whitney U test για τη κάθε ερώτηση μεταξύ των δύο μεθόδων διδασκαλίας	84

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Διάγραμμα ιεράρχησης κατηγοριών στόχων στο γνωστικό τομέα κατά Bloom και συνεργάτες.....	30
Σχήμα 2: Διάγραμμα ιεράρχησης κατηγοριών στόχων στο συναισθηματικό τομέα κατά Krathwohl και Bloom (Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008).....	32
Σχήμα 3: Διάγραμμα ιεράρχησης κατηγοριών στόχων στον ψυχοκινητικό τομέα κατά Harrow (Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008)...	33
Σχήμα 4: Διάγραμμα διασύνδεσης των τομέων γνωστικού, συναισθηματικού και ψυχοκινητικού κατά την μπιχεβιοριστική θεωρία.(Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008).....	33
Σχήμα 5: Απεικόνιση της έννοιας ενός τηλεφώνου με την Θεωρία του Διπλού Κώδικα (αρχική εικόνα από Paivio, 1986).....	38
Σχήμα 6: Η Γνωστική Θεωρία Μάθησης με Πολυμέσα (Cognitive Theory of Multimedia Learning). Αρχική εικόνα από Mayer, 2003.	39
Σχήμα 7: Παράδειγμα Concept Cartoons των Keogh & Naylor, 2005 (ιστοχώρος: http://www.conceptcartoons.com).....	64
Σχήμα 8: Οι τρεις ήρωες της σειράς κινουμένων σχεδίων του κέντρου διάδοσης επιστημών Noesis (ιστότοπος: http://www.noesis.edu.gr/noesis-και-εκπαίδευση/ταινίες-κινουμένων-σχεδίων/)	65
Σχήμα 9: Καρέ ενός επεισοδίου με θέμα τον νόμο διατήρησης της μάζας (ιστότοπος: http://www.noesis.edu.gr/noesis-και-εκπαίδευση/ταινίες-κινουμένων-σχεδίων/επιστήμες/μάζα/)	66
Σχήμα 10: Διαδοχικά καρέ από το πρώτο εκπαιδευτικό βίντεο	71
Σχήμα 11: Καρέ από το πρώτο εκπαιδευτικό βίντεο.....	72
Σχήμα 12: Καρέ από το δεύτερο εκπαιδευτικό βίντεο.....	73
Σχήμα 13: Κατανομή ποσοσטיαίων συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 1.....	76
Σχήμα 14: Κατανομή ποσοσטיαίων συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 2.....	77
Σχήμα 15: Κατανομή ποσοσטיαίων συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 3.....	78
Σχήμα 16: Κατανομή ποσοσטיαίων συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 4.....	79
Σχήμα 17: Μέσος όρος των σωστών απαντήσεων των μαθητών	83
Σχήμα 18: Ποσοστό μαθητών που απάντησαν σωστά σε κάθε ερώτηση και στις δύο μεθόδους.	83

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα κινούμενα σχέδια είναι ταινίες που έχουν δημιουργηθεί από διαδοχικά σκίτσα, στα οποία συνήθως κύρια χαρακτηριστικά τους είναι το χιούμορ, η υπερβολή και ο ανθρωπομορφισμός. Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η συμβολή των κινουμένων σχεδίων στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών και συγκεκριμένα της Χημείας σε μαθητές της Γ' γυμνασίου. Στην αρχή της εργασίας διατυπώνονται κάποιες βασικές θεωρίες μάθησης όπως ο συμπεριφορισμός και ο κονστρουκτιβισμός, αλλά και κάποιες ακόμη σημαντικές θεωρίες όπως η θεωρία του διπλού κώδικα του Ραϊνίο ή η γνωστική θεωρία των πολυμέσων του Mayer. Στη συνέχεια εξετάζονται ο ρόλος των εικόνων και των οπτικών αναπαραστάσεων στην εκπαίδευση και ειδικότερα τα πλεονεκτήματα της χρήσης των καρτών και του animation στη διδασκαλία. Επίσης, διερευνάται η σχέση συναισθημάτων και επίδοσης αλλά και η σχέση των ρόλων: δημιουργός κινουμένων σχεδίων-ηθοποιός-καθηγητής. Ακολούθως, παρουσιάζονται κάποιες σύγχρονες τάσεις στην εκπαίδευση, όπως η διεπιστημονικότητα και τα πολυμέσα. Στη συνέχεια παρατίθεται η πορεία της διπλωματικής εργασίας στην οποία ακολουθήθηκαν τα βήματα του Medina. Με τη βοήθεια κατάλληλων προγραμμάτων, δημιουργήθηκαν πρωτότυπα κινούμενα σχέδια και προέκυψαν δύο εκπαιδευτικά βίντεο. Κάθε ένα από τα βίντεο περιλάμβανε κείμενα και αφηγήσεις, ηχογραφημένους διαλόγους, σχεδιοκίνηση-animation και στατικές εικόνες. Η ενότητα που παρουσιάστηκε μέσω των βίντεο αφορούσε στο πυρίτιο και στις χρήσεις του και συγκεκριμένα στην παραγωγή του γυαλιού και των οπτικών ινών. Τα κινούμενα σχέδια εξυπηρέτησαν συγκεκριμένους γνωστικούς και συναισθηματικούς διδακτικούς στόχους. Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε έρευνα σε δύο σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (συνολικά 96 μαθητές) για να αξιολογηθεί η επίδοση των μαθητών, οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικοί μέθοδοι διδασκαλίας, η προσαρμοσμένη στη χρήση των εκπαιδευτικών βίντεο και η κλασική. Και στις δύο περιπτώσεις η αξιολόγηση των μαθητών έγινε μέσω πανομοιότυπων τεστ. Επίσης, διανεμήθηκε ερωτηματολόγιο στους μαθητές του πειραματικού τμήματος για να εκτιμηθεί κατά πόσο θεώρησαν τα βίντεο ποιοτικά, ενδιαφέροντα, ευχάριστα αλλά και ωφέλιμα στη μαθησιακή διαδικασία. Στη συνέχεια ακολούθησε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και εξήχθησαν θετικά συμπεράσματα σχετικά με τη συνεισφορά των κινουμένων σχεδίων στη διδασκαλία της χημείας και στην επίδοση των μαθητών του γυμνασίου. Τέλος, διατυπώνονται κάποιες προτάσεις για την καλύτερη εφαρμογή των οπτικών αναπαραστάσεων, των κινουμένων σχεδίων και του animation στην εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: θεωρίες μάθησης, κινούμενα σχέδια, οπτικές αναπαραστάσεις, χημεία, Γυμνάσιο, πυρίτιο

ABSTRACT

Animated cartoons are films made of sequential drawings. Humor, exaggeration and anthropomorphisms are their main characteristics. In the present diploma thesis, the contribution of animated cartoons to the teaching of Science, and specifically Chemistry to 3rd Grade Middle School students was studied. Initially learning theories, such as behaviorism and constructivism but also some important theories such as Paivio's Dual Coding Theory and Mayer's Multimedia Cognitive Theory are presented. Subsequently, the advantages of using pictures, visualisations and specifically animation and cartoons in education are mentioned. Additionally, the relationship between emotions and performance and also between an animator, an actor and a teacher is explored. Some modern tendencies in education are presented next, such as interdisciplinarity and multimedia tools as instruction issues. Subsequently, the procedure followed in the present thesis is described based on Medina's steps. Original animated cartoons were created and two videos were produced with the help of some computer programs. Each video included text and narrations, recorded dialogues, animation and static images. The chapter presented in the videos was about silicon and its uses and more specifically about the production of glass and optical fibers. The animated films served some purposes and more specifically, some cognitive and affective goals. A research took place next, at two secondary schools (96 students in total), to evaluate the students' performance. Two different instructional methods were used, the classic method and the one adjusted to the animated cartoons' presentation. In both cases, the students' assessment was achieved via two tests which were exactly the same for both groups of students. Moreover, a questionnaire was distributed to the students of the experiment group to examine to what degree they thought the videos were of high quality, interesting amusing and beneficial to the learning process. Statistical analysis followed, which led to quite positive conclusions about the contribution of animated cartoons to the instruction of Chemistry and to the middle school students' performance. Finally, some suggestions on the application of visual representations, cartoons and animation are proposed.

Keywords: learning theories, animated cartoons, visualisations, Chemistry, Middle School, silicon.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται η συμβολή των κινουμένων σχεδίων στη διδασκαλία της Χημείας. Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν δύο εκπαιδευτικά βίντεο με κινούμενα σχέδια και παρουσιάστηκαν σε μαθητές της Γ' Γυμνασίου. Όσον αφορά στη δομή της, η εργασία αποτελείται από επτά κεφάλαια.

Στο 1^ο Κεφάλαιο διατυπώνονται κάποιες θεωρίες μάθησης όπως ο συμπεριφορισμός, ο κονστρουκτιβισμός και η ανακαλυπτική μάθηση. Επίσης, διερευνάται η σχέση μάθησης-διδασκαλίας και αναφέρονται και ταξινομούνται οι διδακτικοί στόχοι. Στη συνέχεια, περιγράφονται τα είδη της ανθρώπινης μνήμης και διατυπώνονται κάποιες επιπλέον θεωρίες και αρχές όπως η θεωρία του διπλού κώδικα, η γνωστική θεωρία μάθησης με πολυμέσα και η αρχή της προσαρμοστικότητας. Τέλος, εξετάζεται η σχέση του σχεδιαστικού περιβάλλοντος και των συναισθημάτων και ακολούθως η σχέση συναισθημάτων και επίδοσης.

Στο 2^ο κεφάλαιο αναλύεται ο ρόλος των οπτικών αναπαραστάσεων και ειδικότερα των καρτών στην εκπαίδευση. Στην αρχή δίνονται οι ορισμοί της οπτικής χωρικής μάθησης και του οπτικού αλφαριθμητισμού και εξετάζεται ο ρόλος των οπτικών αναπαραστάσεων στην εκπαίδευση και συγκεκριμένα στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Στη συνέχεια αναφέρονται τα είδη των γραφικών. Ακολούθως, δίνονται οι ορισμοί του animation, των κινουμένων σχεδίων, των κόμικς και των καρτών και αναφέρονται τα πλεονεκτήματα τους στην εκπαίδευση και συγκεκριμένα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Επιπλέον, εξετάζεται η επίδραση του χιούμορ στην επίδοση των μαθητών. Τέλος, διερευνάται η σχέση δημιουργού κινουμένων σχεδίων-ηθοποιού-δασκάλου μέσα από αποσπάσματα συνεντεύξεων με τρεις καθηγητές.

Στο 3^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι σύγχρονες τάσεις στην εκπαίδευση όπως η διεπιστημονικότητα, ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός, το διαδίκτυο, το ψηφιακό σχολείο, τα concept cartoons, τα αντίστοιχα ελληνικά κινούμενα σχέδια και τα πολυμέσα. Τέλος, εξετάζεται ο ρόλος του δασκάλου στη σύγχρονη ελληνική πραγματικότητα.

Στο 4^ο κεφάλαιο περιγράφεται η πορεία της εργασίας με βάση τα βήματα του Medina και αναφέρεται η διαδικασία δημιουργίας των κινουμένων σχεδίων. Επιπλέον, περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά την διεξαγωγή έρευνας σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για να αξιολογηθεί η απόδοση των μαθητών.

Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας και στο 6^ο αναπτύσσονται κάποια συμπεράσματα και διατυπώνονται προτάσεις για την καλύτερη εφαρμογή των οπτικών αναπαραστάσεων και των καρτών στην εκπαίδευση.

1. Γνώση και μάθηση

1.1. Η έννοια της μάθησης

(Δήμου, 2013)

Από τα πιο πολυσυζητημένα θέματα και από τα κύρια ενδιαφέροντα της επιστήμης της ψυχολογίας είναι η έννοια της μάθησης. Η έννοια αυτή δεν είναι απλή, ούτε μονοσήμαντη. Έτσι, για κάποιους η μάθηση είναι ένα άθροισμα γνώσεων, οι οποίες είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ερεθίσματος-αντίδρασης, ενώ για άλλους η μάθηση είναι μια διαδικασία ανάπτυξης νέων γνώσεων και ικανοτήτων, που επέρχονται από την αναδιαμόρφωση των ήδη υπάρχοντων γνώσεων (Κολιάδης, 1997).

Χρησιμοποιώντας όμως την έννοια της μάθησης, γεννιούνται τα ερωτήματα: Με ποιον τρόπο μαθαίνει κανείς; Κάτω από ποιες συνθήκες συντελείται η μάθηση; Τις απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα δίνουν οι διάφορες θεωρίες μάθησης. Σύμφωνα με τον Bigge (1990), οι θεωρίες μάθησης στηρίζονται σε εμπειρικά και πειραματικά δεδομένα για να καταγράψουν ή να προσδιορίσουν το “πώς”. Στη συνέχεια προχωρούν σε παραδοχές και υποθέσεις προκειμένου να ερμηνεύσουν το “γιατί”. Μια θεωρία για τη μάθηση είναι μια γενική διατύπωση, η οποία έχει εφαρμογές σε όλα τα θέματα της μάθησης και σε όλες τις καταστάσεις, κάτω από τις οποίες επιτυγχάνεται η μάθηση. Μια τέτοια θεωρία λαμβάνει υπόψη τις συνθήκες που προκαλούν τη μάθηση, τα αίτια και τα αποτελέσματά της. Τέλος, ερμηνεύει, προβλέπει και ελέγχει τον τρόπο, με τον οποίο οι συνθήκες του περιβάλλοντος επηρεάζουν τη μάθηση. Μια ενδεικτική άποψη για το τι είναι θεωρία μάθησης, σύμφωνα με τον Κολιάδη (1997), είναι μια ολοκληρωμένη συστηματική άποψη για τη φύση της διαδικασίας αλλαγής της συμπεριφοράς του ατόμου σαν αποτέλεσμα εμπειρίας και πράξης.

Ορισμένες από τις πιο γνωστές θεωρίες μάθησης που βρίσκονται ακόμα και σήμερα σε ισχύ, είναι οι συμπεριφοριστικές θεωρίες, η ανακαλυπτική θεωρία και οι κονστρουκτιβιστικές θεωρίες (Κοκκotas & Rizaki, 2011).

1.2. Θεωρίες Μάθησης

1.2.1. Συμπεριφορισμός ή Μπιχεβιορισμός

(Θεοδώρου, 2011)

Σύμφωνα με τους οπαδούς του *συμπεριφορισμού* ή *αλλιώς μπιχεβιορισμού* δεν έχουν σημασία οι εσωτερικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της μάθησης, αλλά οι αλλαγές που συμβαίνουν στην εμφανή συμπεριφορά του υποκειμένου, στο τι δηλαδή μπορεί να κάνει ο μαθητευόμενος ως αποτέλεσμα της κατάλληλης οργάνωσης του περιβάλλοντος της μάθησης.

Ο σημαντικότερος μηχανισμός της μάθησης είναι, κατά τον συμπεριφορισμό, η ενίσχυση της επιθυμητής συμπεριφοράς. Η επιθυμητή αντίδραση σε ένα εξαρτημένο ερέθισμα, είναι μια βασική μορφή μάθησης. Η εξαρτημένη μάθηση συντελείται με την ενίσχυση της επιθυμητής συμπεριφοράς (θετική ενίσχυση), είτε μέσω της αμοιβής, είτε με τιμωρία ή την απαλλαγή από τις δυσάρεστες επιπτώσεις μιας μη επιθυμητής συμπεριφοράς (αρνητική ενίσχυση).

Ο Skinner, ο κορυφαίος των τελευταίων εκπροσώπων της Σχολής της Συμπεριφοράς, δεν προσπάθησε να ερμηνεύσει τη συμπεριφορά απλά κάνοντας υποθέσεις για τα όσα συμβαίνουν στο νευρικό σύστημα ή για τις εσωτερικές γνωστικές διαδικασίες, με βάση τις οποίες οι έμβιοι οργανισμοί μαθαίνουν. Αντίθετα, επιδίωξε να περιγράψει κυρίως τη συμπεριφορά τους και με βάση την ακριβή αυτή περιγραφή να διατυπώσει τους νόμους που την διέπουν.

Για το λόγο αυτόν, χρησιμοποίησε ως κύρια μέθοδο την άμεση παρατήρηση και το πείραμα. Όλη η συμπεριφορά, κατά τον Skinner, είναι αποτέλεσμα μάθησης, απορρέει από την οργάνωση των αντιδράσεων των ζωντανών οργανισμών στα ερεθίσματα που δέχονται από το περιβάλλον στο οποίο ζουν. Άλλες από τις αντιδράσεις αυτές ενισχύονται, και για το λόγο αυτόν, μαθαίνονται και γίνονται στοιχείο της συμπεριφοράς, ενώ άλλες δεν ενισχύονται και δεν εντάσσονται στη συμπεριφορά.

Είναι χρήσιμο να παρατεθούν τα δύο είδη αντίδρασης κατά τον Skinner :

- Την *αντανεκλαστική*, η οποία προκαλείται από ερεθίσματα που μπορούν εύκολα να εξακριβωθούν και των οποίων η παρουσία είναι αρκετή για να προκληθεί η αντίστοιχη δράση.
- Την *ενεργητική*, η οποία βασίζεται πάνω στη γνωστή αρχή της εξάρτησης ανάμεσα στο ερέθισμα και την αντίδραση, με τη διαφορά ότι το βασικό ερέθισμα, που επηρεάζει τη μάθηση στην περίπτωση αυτή, δεν είναι εκείνο που προηγείται, αλλά αυτό που ακολουθεί ορισμένη αντίδραση.

Εδώ, βασική θέση έχει η έννοια της ενίσχυσης, όπου βασικός άξονας των απόψεων του Skinner είναι ότι αν ορισμένη αντίδραση ακολουθείται από κάποιο σχετικό ερέθισμα, η πιθανότητα να επαναληφθεί σε ανάλογες περιπτώσεις η ίδια συμπεριφορά αυξάνεται.

Αν, αντίθετα, μια ορισμένη συμπεριφορά δεν συνοδεύεται από κάποια ενίσχυση, παύει σιγά-σιγά να εκδηλώνεται, γίνεται δηλαδή απόσβεσής της. Για να έχει αποτελέσματα η ενίσχυση πρέπει να είναι άμεση. Πρέπει επίσης να έχει φροντίσει ο εκπαιδευτικός να ερευνήσει ποια είναι κάθε φορά η κατάλληλη ενίσχυση για το κάθε άτομο.

Η επίδραση των απόψεων του Skinner στη διδακτική μεθοδολογία υπήρξε πολύ σημαντική. Η δημιουργία της προγραμματισμένης διδασκαλίας, της οποίας βασική αρχή είναι η ενίσχυση των προσπαθειών των μαθητών με την

άμεση γνωστοποίηση της ορθότητας ή μη των απαντήσεων τους, προέκυψε από εκείνον.

Ακόμα οι προσπάθειες να διατυπωθούν με αντικειμενικό και σαφή τρόπο οι στόχοι της διδασκαλίας, έτσι ώστε ο κάθε διδάσκων να μπορεί να ξέρει τι είδους συμπεριφορά επιδιώκει να επιτύχει και να ελέγχει, αν με τα ερεθίσματα και τις ενισχύσεις που παρέχει στους μαθητές του, επιτυγχάνει τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα, ενισχύθηκαν αποφασιστικά με το έργο του Skinner.

Ο συμπεριφορισμός επικράτησε το πρώτο μισό του 20^{ου} αιώνα και παρόλο που βοήθησε στην εξήγηση ορισμένων φαινομένων της μάθησης, δέχτηκε αρκετή κριτική εξαιτίας το μοντέλου αγωγής και διδασκαλίας που εισήγαγε. Ένα σοβαρό μειονέκτημα του συμπεριφορισμού είναι η προσήλωση του στην εξωτερική συμπεριφορά του ατόμου και στο ρόλο των εξωτερικών συνθηκών και ταυτόχρονα η παραμέληση του ρόλου των εσωτερικών ανώτερων νοητικών λειτουργιών και της εσωτερικής προσπάθειας του ατόμου να κατανοήσει τον κόσμο και να ρυθμίσει ανάλογα τη συμπεριφορά του.

1.2.2. Κονστρουκτιβιστικές θεωρίες

Η Εκπαιδευτική θεωρία του *κονστρουκτιβισμού* αποτέλεσε το κύριο ρεύμα στην Εκπαίδευση τις τελευταίες δεκαετίες. Το επιστημολογικό του υπόβαθρο βρίσκεται στη φιλοσοφία της μετα-νεωτερικότητας (post modernism) και της αποδόμησης. (Βαμβακερός, 2013) Οι θεωρίες περί γνωστικής μάθησης, ή διαφορετικά κονστρουκτιβιστικές θεωρίες, έρχονται να σταθούν στον αντίποδα του κλασικού συμπεριφοριστικού προτύπου, καθώς εστιάζουν στην εσωτερική αναπαράσταση του εξωτερικού κόσμου, καθιστώντας έτσι πολύ απαραίτητες για την μάθηση τις ενσυνείδητες διαδικασίες. Σύμφωνα με τον Feldman (2011), η γνωστική προσέγγιση δίνει έμφαση στον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται τον κόσμο και τον αναπαριστά μέσα του. Η μάθηση λοιπόν δεν είναι μια μηχανιστική διαδικασία άθροισης πληροφοριών από έναν παθητικό δέκτη ή μια απλή συνάρτηση ερεθισμάτων και αντιδράσεων. Είναι το αποτέλεσμα της δόμησης πληροφοριών σε ήδη προϋπάρχουσες γνωστικές δομές. Αυτό λοιπόν είναι η γνωστική μάθηση, δηλαδή η πρόσκτηση, η οργάνωση, η κωδικοποίηση και η επεξεργασία των πληροφοριών με κύρια χαρακτηριστικά την ενεργό συμμετοχή του ατόμου που μαθαίνει, καθώς και τη δημιουργία γνωστικών δομών και όχι απομονωμένων συνεξαρτήσεων στο άτομο (Κολιάδης, 1997).

Παρά τις ετερογενείς απόψεις στους κόλπους του, κοινή βασική θέση είναι η *κατασκευή της γνώσης μέσω των εμπειριών* (Βαμβακερός, 2013). Ο κονστρουκτιβισμός υποστηρίζει πως οι άνθρωποι κατασκευάζουν τη γνώση τους με βάση τις προϋπάρχουσες εμπειρίες τους και πως από αυτές καθορίζεται και η πραγματικότητα, η οποία δεν υπάρχει αντικειμενικά και ανεξάρτητα από το άτομο. Καθώς, δηλαδή, οι νέες γνώσεις φιλτράρονται και ερμηνεύονται κάτω από το πρίσμα των υπαρχουσών εμπειριών και κεκτημένων γνώσεων, δεν μπορούμε να αποδεχόμαστε μια αντικειμενική αλήθεια πέρα από την δική μας εκάστοτε ερμηνεία (Elliott, Kratochwill, Cook, 2008).

Οι βασικές παραδοχές της εποικοδομητικής θεωρίας έχουν διαμορφωθεί με βάση ένα σημαντικό αριθμό ερευνητικών δεδομένων και τις έχει συνοψίσει μια εξέχουσα μορφή της διδακτικής των φυσικών επιστημών, η Rosalind Driver:

1. Οι μαθητές δεν θεωρούνται πλέον παθητικοί δέκτες, αλλά τελικοί υπεύθυνοι της δικής τους μάθησης. Σε κάθε μαθησιακή διαδικασία φέρνουν τις δικές τους προηγούμενες αντιλήψεις και απόψεις.
2. Η μάθηση θεωρείται ότι εμπλέκει το μαθητή με ενεργό τρόπο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η μάθηση προϋποθέτει την οικοδόμηση νοήματος και συμβαίνει συχνά μέσα από προσωπική διαπραγμάτευση.
3. Η γνώση δεν είναι «κάπου εκεί έξω», αλλά οικοδομείται με προσωπικό και κοινωνικό τρόπο. Το καθεστώς της γνώσης είναι λίγο προβληματικό. Μπορεί να αξιολογείται από τον μαθητή ως προς τον βαθμό που ταιριάζει με την υπάρχουσα εμπειρία του και είναι συνεπής με άλλες πλευρές της γνώσης του.
4. Οι διδάσκοντες φέρνουν επίσης στις μαθησιακές καταστάσεις τις δικές τους ιδέες και αντιλήψεις. Φέρνουν όχι μόνο τη γνώση που έχουν για το αντικείμενο, αλλά και τις απόψεις τους για τη διδασκαλία και τη μάθηση και όλα αυτά επηρεάζουν τον τρόπο αλληλεπίδρασης με τα παιδιά μέσα στην τάξη.
5. Η διδασκαλία δεν είναι η μετάδοση της γνώσης, αλλά προϋποθέτει την οργάνωση των καταστάσεων μέσα στην τάξη και τον σχεδιασμό των δραστηριοτήτων με τρόπο που να προωθούν την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.
6. Το αναλυτικό πρόγραμμα δεν είναι αυτό το οποίο θα πρέπει να μάθει κανείς, αλλά αποτελεί ένα πρόγραμμα από μαθησιακές δραστηριότητες, υλικά, πηγές, μέσα από τα οποία οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση. (Θεοδώρου, 2011)

Δύο από τις πιο σημαντικές κονστρουκτιβιστικές θεωρίες σύμφωνα με τους Kokkotas & Rizaki (2011) είναι οι εξής :

- Ατομικός Κονστρουκτιβισμός με κύριο θιασώτη του τον Jean Piaget
- Κοινωνικό Κονστρουκτιβισμός με βασικό υποστηρικτή τον Lev Vygotsky

Στη συνέχεια θα αναπτύχθούν οι πιο βασικές συνιστώσες των κονστρουκτιβιστικών θεωριών μάθησης με σημαντικότερους υποστηρικτές, ο καθένας με τον δικό του τρόπο και τη δική του θεωρία, τους ψυχολόγους-παιδαγωγούς Jean Piaget και Lev Vygotsky .

1.2.2.1. Ατομικός Κονστρουκτιβισμός (Δήμου, 2013)

Οι Kokkotas & Rizaki (2011) αναφέρουν ότι οι βασικότερες συνιστώσες του ατομικού κονστρουκτιβισμού είναι ο *Γνωστικός εποικοδομισμός* του J.Piaget και ο *Ριζοσπαστικός εποικοδομισμός* του von Glaserfeld.

Μια βασική θέση του κονστρουκτιβισμού την οποία εισήγαγε ο Jean Piaget, είναι η οικοδόμηση της γνώσης μέσω της γνωστικής σύγκρουσης. Όταν δηλαδή βρισκόμαστε αντιμέτωποι με μια νέα πληροφορία, η οποία είναι παντελώς ξένη με τα ήδη γνωστικά μας κεκτημένα, στην προσπάθειά μας να την κατανοήσουμε

και να την αφομοιώσουμε οδηγούμαστε σε γνωστική ανισορροπία. Με το να σκεφτόμαστε λοιπόν για πράγματα τα οποία δεν γνωρίζουμε, οι υπάρχουσες δομές της γνώσης αναδιοργανώνονται και κατασκευάζονται νέες. Άξιο επισήμανσης επίσης είναι το ό,τι δεδομένου πως δυο άνθρωποι δεν έχουν ποτέ τις ίδιες εμπειρίες, δυο γνωστικές κατασκευές που επέρχονται μετά από γνωστικές συγκρούσεις δεν είναι ποτέ ίδιες (Κολιάδης, 1997).

Μια επιπλέον θεώρηση του κονστρουκτιβισμού είναι ότι η κατασκευή της γνώσης επηρεάζεται σημαντικά από το περιβάλλον του ατόμου και από τα υλικά ή τις πηγές πληροφοριών στις οποίες έχει πρόσβαση. Ο φυσικός περίγυρος, οι κοινωνικές επαφές, αλλά και γενικότερα το παρεχόμενο πολιτισμικό υπόβαθρο επηρεάζουν τη δυνατότητα μόρφωσης του ατόμου.

Ο Piaget υπήρξε ένας από τους πιο σημαντικούς επιστήμονες στον τομέα της γενετικής επιστημολογίας. Ίδρυτής του σύγχρονου τομέα της παιδικής γνωσιακής ανάπτυξης, υπήρξε ιδιοφυής παρατηρητής της παιδικής ηλικίας, κάτι που τον οδήγησε στην διατύπωση εφευρετικών τρόπων ανακάλυψης του πώς συμπεριφέρονται και πώς προσαρμόζονται τα παιδιά στον κόσμο τους. *Ήταν αυτός που υποστήριξε ξεκάθαρα ότι οι ιδέες και οι γνώσεις δεν εμφανίζονται ξαφνικά, πλήρως ανεπτυγμένες, αντίθετα αναπτύσσονται μέσα από μια σειρά μερικών επιτεύξεων, που οδηγούν σε αυξημένη, ευρεία κατανόηση.*

Συγκεκριμένα, μέσα από την θεωρία του, περί γνωστικής ανάπτυξης, υποστήριξε ότι τα παιδιά κατασκευάζουν ενεργητικά την κατανόηση του κόσμου μέσα από δύο διεργασίες: την οργάνωση και την προσαρμογή, και περνούν μέσα από τέσσερα στάδια γνωστικής ανάπτυξης.

Για να κατανοήσουμε δηλαδή τον κόσμο οργανώνουμε τις εμπειρίες μας και προσαρμόζουμε τις σκέψεις μας προκειμένου να συμπεριλάβουμε νέες ιδέες. Ο Piaget περιέγραψε μάλιστα δύο διαδικασίες προσαρμογής: την *αφομοίωση*, κατά την οποία τα παιδιά ενσωματώνουν τις νέες πληροφορίες στις εκάστοτε γνώσεις τους και τη *συμμόρφωση ή προσαρμογή* κατά την οποία τα παιδιά αναδιατάσσουν- αναπροσαρμόζουν τις γνώσεις τους προκειμένου αυτές να ταιριάζουν με τις νέες πληροφορίες και εμπειρίες. Δηλαδή, η αφομοίωση και η συμμόρφωση λειτουργούν παράλληλα και ταυτόχρονα, ώστε να επιτευχθεί η γνωστική ανάπτυξη (Feldman, 2011).

Επιπλέον, θεωρούσε ότι η διαδικασία για την κατανόηση του κόσμου περνά μέσα από τέσσερα στάδια, θέτοντας έτσι αυστηρά χρονικά όρια. Κάθε στάδιο ορίζεται ηλικιακά και αφορά ξεχωριστούς τρόπους σκέψης. Συγκεκριμένα αναφέρει το *Αισθησιοκινητικό στάδιο (0-2 χρόνια)*, το *Προσυλλογιστικό στάδιο (2-7 χρόνια)*, το *Στάδιο των συγκεκριμένων συλλογισμών (7-12 χρόνια)* και το *Στάδιο των αφηρημένων συλλογισμών (12 χρόνων και πέρα)*. Βέβαια κατά τον Piaget υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι σκέψης, άλλοι περισσότερο εξελιγμένοι και άλλοι λιγότερο, όχι με βάση τη γνώση περισσότερων πληροφοριών, αλλά με βάση τους τρόπους κατανόησης του κόσμου (Feldman, 2011).

Επιπροσθέτως, αντιτιθέμενος στις φιλοσοφικές θεωρίες που θέλουν τον νου του ανθρώπου *tabula rasa* που γεμίζει αθροιστικά με γνώσεις, ο Piaget επεσήμανε πως τα παιδιά ερχόμενα στην τάξη έχουν ήδη πολλές ιδέες σχετικά με τον φυσικό και υλικό κόσμο, οι οποίες διαφέρουν από τις ιδέες των ενηλίκων. Τις ιδέες αυτές οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να σεβαστούν και με βάση αυτές να

απαντούν στις ερωτήσεις των μαθητών τους. Ακόμη, μετατρέποντας την τάξη σε περιβάλλον εξερεύνησης και ανακάλυψης, στην οποία ενθαρρύνεται η αλληλεπίδραση των μαθητών και η ανταλλαγή απόψεων, διαμορφώνεται όχι μόνο ευχάριστο κλίμα, αλλά και οι κατάλληλες προϋποθέσεις άσκησης των μαθητών στην έρευνα και στην συνεργασία. Τέλος, ο Piaget επεσήμανε ιδιαίτερα την προτεραιότητα της πνευματικής υγείας των μαθητών καθώς εκτιμούσε πως η μάθηση πρέπει να επέρχεται φυσικά, χωρίς τα παιδιά να καταπιέζονται να προοδεύσουν δυσανάλογα με την ηλικία και την ωριμότητά τους (Santrock, 2008).

Ο Piaget έχει προσφέρει περιγραφές που έχουν αντέξει στον έλεγχο και την κριτική χιλιάδων ερευνών. Έτσι, σε γενικές γραμμές, οι αντιλήψεις του σχετικά με την πορεία της νοητικής ανάπτυξης θεωρούνται ακριβείς (Feldman, 2011). Ωστόσο, ορισμένα στοιχεία της θεωρίας του, ιδιαίτερα αυτά που σχετίζονται με τις αλλαγές των νοητικών ικανοτήτων ως συνάρτηση της ηλικίας, έχουν τεθεί υπό αμφισβήτηση. Επίσης, η καθολικότητα των σταδίων του Piaget έχει γίνει σημείο αντιγνωμίας. Όλο και περισσότερα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι σε ορισμένους μη δυτικούς πολιτισμούς, μερικές νοητικές δεξιότητες εμφανίζονται σε διαφορετική χρονική στιγμή.

Εκτός αυτού, σε όλους τους πολιτισμούς ορισμένοι άνθρωποι φαίνεται να μη φτάνουν ποτέ στο ανώτατο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης που προβλέπει η θεωρία του Piaget, δηλαδή στην τυπική λογική σκέψη (Mc Donald & Stuart-Hamilton 2003, Genovese 2003). Τέλος, η κυριότερη κριτική στην πιαζετική προσέγγιση είναι ότι η νοητική ανάπτυξη δεν φαίνεται να είναι τόσο ασυνεχής όσο υποστηρίζει η θεωρία αυτή. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η ανάπτυξη είναι πολύ πιο συνεχής από τα τέσσερα στάδια που προτείνει ο Piaget (R. S. Feldman, 2011).

Στην ίδια κατηγορία ανήκει και ο *Ριζοσπαστικός κονστρουκτιβισμός* του von Glaserfeld. Η θεωρία αυτή εστιάζει στους προσωπικούς “κανονισμούς” όπως και ο εποικοδομισμός του Piaget, και στην κατασκευή νοητικών δομών (Kokkotas & Rizaki 2011). Ο ίδιος ο von Glaserfeld (1984) υποστηρίζει ότι οπωσδήποτε υπάρχει μια πραγματικότητα “εκεί έξω”, αλλά ποτέ δεν ξέρουμε πότε κινούμαστε πιο κοντά ή πιο μακριά από αυτήν, καθώς κατασκευάζουμε νέα σχέδια για να εξηγήσουμε πώς λειτουργεί ο κόσμος. Ο von Glaserfeld (1992), αν και ορίζει τη μάθηση ως προσωπική διαδικασία, αναγνωρίζει ότι αυτή η προσωπική κατασκευή της γνώσης πραγματοποιείται καθώς το άτομο αλληλοεπιδρά με τα υπόλοιπα μέλη της κοινωνίας στην οποία ζει. Έτσι, υποστηρίζει ότι η γνώση αναφέρεται σε εννοιολογικές δομές και γι' αυτό θα πρέπει οι επιστημονικοί παράγοντες να λαμβάνουν υπόψη την παρούσα εμπειρία και τη σκέψη του ατόμου.

Για τον ριζοσπαστικό κονστρουκτιβισμό αυτό που έχει σημασία είναι το πώς οικοδομείται η γνώση και ως συνέπεια, η θεωρία αυτή δε δίνει καθόλου σημασία στο τί είναι η γνώση. Ο ριζοσπαστικός κονστρουκτιβισμός έχει δεχθεί κριτική από πολλούς ερευνητές με ιδιαίτερα αξιοσημείωτη την κριτική του O' Loughlin (1992). Ο ίδιος αναφέρει χαρακτηριστικά ότι η θεωρία αυτή δεν λαμβάνει υπόψη της την υποκειμενική άποψη του κάθε μαθητή και ούτε το γεγονός ότι η γνώση, από τη φύση της, έχει μια κοινωνική και ιστορική τοποθέτηση. Επιπλέον, υποστηρίζει ότι αυτή η μορφή του κονστρουκτιβισμού αρνείται ότι η σύλληψη

ιδεών στηρίζεται από μόνη της σε μια συνεργατική και κοινωνική διαδικασία, ενώ προωθεί αποκλειστικά την τεχνοκρατική γνώση.

1.2.2.2. Κοινωνικός Κονστρουκτιβισμός

(Δήμου , 2013)

Όπως λοιπόν ο Piaget υποστήριξε την απόκτηση της γνώσης μέσα από τις ενσυνείδητες εσωτερικές διαδικασίες, ο αναπτυξιολόγος Lev Vygotsky υποστήριξε πως τα παιδιά κατασκευάζουν ενεργητικά τις γνώσεις τους. Στα πλαίσια του κοινωνικού περιβάλλοντος, έδωσε περισσότερη έμφαση στο πώς η κουλτούρα και η κοινωνική αλληλεπίδραση επηρεάζουν τη γνωστική ανάπτυξη. Ο κοινωνικός κονστρουκτιβισμός του Vygotsky, δίνει έμφαση στον τρόπο με τον οποίο προχωρεί η νοητική ανάπτυξη, ως προϊόν των κοινωνικών συναλλαγών ανάμεσα στα μέλη μιας πολιτισμικής ομάδας (Winsler A. 2003, Edwards S. 2005).

Ο ίδιος λοιπόν, παρουσιάζει την ανάπτυξη του παιδιού δεσμευμένη με τις κοινωνικές και πολιτιστικές δραστηριότητες. Ο Vygotsky που έζησε μια πολύ σύντομη ζωή (1896-1935), υποστήριξε ότι τα παιδιά αντιλαμβάνονται και κατανοούν τον κόσμο καθώς συναναστρέφονται με τους ενήλικες και τα άλλα παιδιά στην επίλυση προβλημάτων. Μέσω του παιχνιδιού και της συνεργασίας μαθαίνουν τί είναι σημαντικό στην κοινωνία τους και, παράλληλα, προάγουν την κατανόηση του περιβάλλοντος κόσμου (R.S. Feldman, 2011). Κατ' αυτόν, η ανάπτυξη της μνήμης, της προσοχής και της λογικής απαιτεί να ξέρει κανείς να χρησιμοποιεί τις επινοήσεις της κοινωνίας, όπως τη γλώσσα, τα μαθηματικά συστήματα και τις μνημονικές στρατηγικές. Έτσι λοιπόν για τον Vygotsky, η γνώση εγκαθίσταται και είναι αποτέλεσμα συνεργασίας. Εδώ έγκειται και η διαφορά του με τον Piaget.

Και για τον Vygotsky η γνώση κατασκευάζεται, δίνοντας βαρύτητα στην αλληλεπίδραση με άλλους ανθρώπους και αντικείμενα του πολιτισμού, όπως για παράδειγμα τα βιβλία. Η γνώση δηλαδή προάγεται πιο αποτελεσματικά μέσα από δραστηριότητες που απαιτούν τη συνεργασία και την αλληλεπίδραση με τους άλλους (Santrock , 2008). Μέσω της συνεργασίας, τα λιγότερο εκπαιδευμένα μέλη ενός πολιτισμού μαθαίνουν να χρησιμοποιούν εργαλεία, τα οποία τα βοηθούν να πετύχουν και να προσαρμοστούν στον πολιτισμό τους. Για παράδειγμα, όταν ένας ικανός αναγνώστης μαθαίνει ένα παιδί να διαβάζει, δεν του μεταβιβάζει απλώς τις αναγνωστικές ικανότητες, αλλά και το ότι η ανάγνωση και η μελέτη είναι σημαντική δραστηριότητα για τον εν λόγω πολιτισμό (Santrock , 2008). Επιπροσθέτως, σύμφωνα με τους Kokkotas & Rizaki (2011), στον κοινωνικό κονστρουκτιβισμό η κυρίαρχη υπόθεση είναι πως οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών και των δασκάλων έχουν κατασκευαστεί στηριζόμενες σε ένα κοινωνικό πλαίσιο.

Στο πλαίσιο της θεωρίας του για τις κοινωνικές διασυνδέσεις των νοητικών μας λειτουργιών, ο Vygotsky διατύπωσε την ιδέα για την *ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης*. Η ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης είναι ο όρος του Vygotsky για το σύνολο των εργασιών που είναι πολύ δύσκολες για να τις ελέγξει ένα παιδί μόνο του, αλλά που μπορεί να τις μάθει με καθοδήγηση και βοήθεια από ενήλικες ή από παιδιά με περισσότερες δεξιότητες. Έτσι, το κατώτατο όριο της ζώνης της επικείμενης ανάπτυξης είναι το επίπεδο στο οποίο φτάνει το παιδί δουλεύοντας ανεξάρτητα. Το ανώτατο όριο είναι το επίπεδο της επιπρόσθετης

ευθύνης που μπορεί να λάβει το παιδί με τη βοήθεια ενός ικανού καθοδηγητή (Santrock, 2008).

Ως συμπλήρωμα στην ιδέα της ζώνης της επικείμενης ανάπτυξης ο Vygotsky έθεσε τη σπουδαιότητα της γλώσσας και του διαλόγου για τη μάθηση στην πρώιμη παιδική ηλικία. Κατ' αυτόν τα παιδιά χρησιμοποιούν το λόγο όχι μόνο για να επικοινωνήσουν αλλά και για να ολοκληρώσουν διάφορες εργασίες, όπως για παράδειγμα για να σχεδιάσουν και να οδηγήσουν την συμπεριφορά τους με ένα είδος αυτορρύθμισης, δηλαδή εσωτερικού λόγου. Για τον Piaget ο εσωτερικός λόγος είναι εγωκεντρικός και ανώριμος αλλά για τον Vygotsky είναι ένα σημαντικό εργαλείο σκέψης κατά τα πρώτα χρόνια στην ζωή ενός παιδιού (Santrock, 2008).

Έτσι λοιπόν, τόνισε ότι η γλώσσα και η σκέψη αναπτύσσονται ανεξάρτητα η μια από την άλλη και στη συνέχεια συγχωνεύονται (Vygotsky, 2000). Για τον Vygotsky όλες οι νοητικές λειτουργίες έχουν εξωτερικές ή κοινωνικές καταβολές. Αρχικά λοιπόν τα παιδιά πρέπει να χρησιμοποιήσουν την γλώσσα για να επικοινωνήσουν με τους άλλους και στη συνέχεια να εστιάσουν στις δικές τους σκέψεις και να προχωρήσουν από τον εξωτερικό στον εσωτερικό λόγο.

Αυτή η περίοδος διαρκεί από την ηλικία των τριών έως επτά ετών περίπου και κατά την διάρκειά της το παιδί μιλάει στον εαυτό του. Μετά από λίγο καιρό που το παιδί εκτελεί πράξεις χωρίς να μιλάει, έχει εσωτερικεύσει τον εγωκεντρικό του λόγο με τη μορφή εσωτερικού λόγου.

Ο Vygotsky έδινε τόσο μεγάλη σημασία στον εσωτερικό λόγο επειδή πίστευε πως τα παιδιά που τον χρησιμοποιούν εκτενώς έχουν μεγαλύτερη κοινωνική επάρκεια από εκείνα που δεν τον χρησιμοποιούν. Μάλιστα σύγχρονοι ερευνητές στηρίζουν την άποψη του Vygotsky ότι ο ιδιωτικός λόγος επηρεάζει θετικά την ανάπτυξη των παιδιών (Winsler, 2003).

Γενικότερα λοιπόν ο Lev Vygotsky ενσωμάτωσε την κοινωνιολογία, την ανθρωπολογία και την ιστορία, στην προσπάθειά του να απαντήσει στο συγκεκριμένο ερώτημα στο πλαίσιο της ανάπτυξης του ατόμου. Συμπέρανε λοιπόν ότι ένα άτομο κατανοεί τον κόσμο μαθαίνοντας τα κοινά νοήματα των άλλων γύρω του. Οι άνθρωποι κατασκευάζουν κοινά νοήματα για κάθε είδος αντικειμένου ή γεγονότος, τα οποία μεταβιβάζονται από γενιά σε γενιά μέσω της παρατήρησης και μέσω της γλώσσας.

Σύμφωνα με τον Santrock (2008), η παρακαταθήκη του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού του Vygotsky επηρέασε πολλούς εκπαιδευτικούς και έχει μάλιστα εφαρμοστεί επιτυχώς. Ο ίδιος υποστήριζε πως η αξιολόγηση θα πρέπει να επικεντρώνεται στον καθορισμό της ζώνης της επικείμενης ανάπτυξης του παιδιού, με τον βοηθό να παρουσιάζει στο παιδί εργασίες διαφορετικής δυσκολίας προκειμένου να καθορίσει το καλύτερο επίπεδο από όπου πρέπει να αρχίσει την διδασκαλία. Ακόμη, προκειμένου ο δάσκαλος να βοηθήσει το παιδί να φτάσει σε ένα υψηλότερο επίπεδο δεξιοτήτων και γνώσεων, πρέπει να αρχίσει να διδάσκει προς το ανώτατο όριο της ζώνης προσφέροντας στο παιδί μόνο όση βοήθεια του είναι απαραίτητη και ενθαρρύνοντάς το όταν αυτό διστάζει. Η καθοδήγηση για τον Vygotsky παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη μάθηση. Μια ακόμη γνωστή παρότρυνση του Vygotsky σύμφωνα με τον Santrock (2008), ήταν ο δάσκαλος να χρησιμοποιεί συνομηλίκους των παιδιών με περισσότερες δεξιότητες ως δασκάλους, καθώς

έτσι τα παιδιά ενθαρρύνονται περισσότερο προς την κατάκτηση της γνώσης. Ακόμη ο Vygotsky υπερασπίζεται την παρακολούθηση και την ενθάρρυνση της χρήσης του ιδιωτικού λόγου από τα παιδιά, τονίζοντας τη σημασία που έχει η τοποθέτηση διδασκαλίας στο άμεσο περιβάλλον των παιδιών προκειμένου αυτά να μην την αντιλαμβάνονται ως κάτι μουσειακό, ξεκομμένο από την καθημερινή τους ζωή. Για παράδειγμα, αντί να αποστηθίζουν παθητικά μαθηματικές εξισώσεις, οι μαθητές θα πρέπει να επεξεργάζονται προβλήματα μαθηματικών που σχετίζονται με την καθημερινότητα (Santrock, 2008).

Γενικότερα, η θεωρία του Vygotsky είχε τόσο μεγάλη απήχηση διότι επεσήμανε *την κοινωνική φύση του ανθρώπου*. Για τον Piaget το παιδί είναι ένας «δραστήριος επιστήμονας» που αλληλοεπιδρά με το φυσικό περιβάλλον και αναπτύσσει όλο και πιο περίπλοκες στρατηγικές σκέψης, προσπαθώντας μόνο του να επιλύει προβλήματα και να διαμορφώνει αρχές. Ωστόσο, οι κοινωνικοί ψυχολόγοι όπως ο Vygotsky επισημαίνουν όλο και περισσότερο ότι τι παιδί είναι ένα *κοινωνικό όν* το οποίο αλληλοεπιδρά με τους γύρω του και μαθαίνει τα ίδια και περισσότερα από όσα μπορεί να κατανοήσει μόνο του. Επομένως, η γνωστική ανάπτυξη των παιδιών θα μπορούσε να θεαθεί ως μια «μαθητεία» κατά την οποία οι σύντροφοι που έχουν περισσότερες γνώσεις τα καθοδηγούν στην διεύρυνση των πνευματικών τους οριζόντων (Grace J Craig, Don Baucum, 2007).

Βέβαια, παρά τις διαφορές των Piaget και Vygotsky οι ειδικοί έχουν επισημάνει ότι οι προσεγγίσεις τους δεν είναι αντίθετες, τουναντίον συμπληρώνουν η μια την άλλη στην κατανόηση της γνωστικής ανάπτυξης ως σύνολο. Τα παιδιά λοιπόν, όπως και οι ενήλικες, έχει αποδειχθεί ότι άλλες φορές μαθαίνουν από τους άλλους και άλλες φορές από προσωπική και μόνο ενασχόληση (Grace J Craig Don Baucum ,2007). Συγκριτικά με άλλες θεωρίες, η κοινωνικο-κονστρουκτιβιστική θεωρία τονίζει με έμφαση ότι η ανάπτυξη αποτελεί *αμοιβαία συναλλαγή* ανάμεσα στο παιδί και τους ανθρώπους στο περιβάλλον του. Ο Vygotsky πίστευε ότι τα πρόσωπα και το περιβαλλοντικό πλαίσιο επηρεάζουν το παιδί, το οποίο με τη σειρά του, ασκεί επίδραση στα άτομα και στο πλαίσιο αυτό. Το φαινόμενο αυτό συνεχίζεται σε έναν ατέρμονα κύκλο, καθώς το παιδί αποτελεί αφενός δέκτη των επιδράσεων κοινωνικοποίησης και αφετέρου πηγή της επίδρασης (Feldman, 2011). Οι Kokkotas & Rizaki (2011) συμπληρώνουν χαρακτηριστικά ότι, πως μεγαλύτερη διαφορά ανάμεσα στον προσωπικό και κοινωνικό κονστρουκτιβισμό είναι πως στον προσωπικό εστιάζουμε στη νόηση και στο άτομο, ενώ στον κοινωνικό εστιάζουμε στη γλώσσα και τις κοινωνικές ομάδες.

Παρά το γεγονός ότι ο κονστρουκτιβισμός υπήρξε το κυρίαρχο ρεύμα στη διδακτική των φυσικών επιστημών για περισσότερο από δύο δεκαετίες, υπήρξαν σημαντικές αντιρρήσεις από την αρχή της εφαρμογής του (Shuchting 1992, Matthews 1993, Solomon 1994, Phillips 1995, 2000, Osborne 1996, Ogborn 1997, Nola 1997, Matthews 1997a,b, 1998, 2000a,b). Η παράδοση του επιστημονικού ρεαλισμού υποστηρίζει ότι οι μαθητές πρέπει να αποκτήσουν τη γνώση η οποία αντιστοιχεί σε αυτό που είναι πραγματικό και αληθινό (Ogborn & Κουλαϊδής, 1994).

Εξάλλου, η ίδια η ερευνητική ομάδα της Driver υποστήριξε ότι: « ... η εκμάθηση της επιστήμης περιλαμβάνει την εισαγωγή στη λογική των φυσικών επιστημών. Αν οι μαθητές πρόκειται να αποκτήσουν πρόσβαση στο γνωσιακό σύστημα της

επιστήμης, η διαδικασία κατασκευής της γνώσης πρέπει να πάει πέραν της προσωπικής εμπειρικής αναζήτησης. Στους μαθητές δεν πρέπει να δοθεί μόνο πρόσβαση σε φυσικές εμπειρίες αλλά και στις έννοιες και τα πρότυπα της συμβατικής επιστήμης» (Driver, 1994).

1.2.3. Διερευνητική (ή ανακαλυπτική) μάθηση

Η προσπάθεια του μαθητή να μαθαίνει μόνος του, αυτόβουλα, κάνοντας χρήση των εσωτερικών του εμπειριών και δυνατοτήτων ανάγεται στην εποχή του Σωκράτη και του Πλάτωνα. Στην εποχή εκείνη, ο μιν πρώτος αναταράζει τις δημιουργικές δυνάμεις των μαθητών του και χρησιμοποιεί την μαιευτική μέθοδο, ο δε δεύτερος με τη διαλεκτική του καθορίζει έναν επιστημονικό τρόπο εργασίας στη μάθηση.

Στη σύγχρονη εποχή, η προσπάθεια του μαθητή για ανακάλυψη ή διερεύνηση των γνώσεων συστηματοποιήθηκε, οργανώθηκε και τεκμηριώθηκε κυρίως μέσα από τις θέσεις του *Jerome Bruner*. Ο Bruner υποστηρίζει ότι έργο του δασκάλου είναι να παρουσιάζει στον μαθητή τα θέματα που θέλει να διδάξει με τον τρόπο με τον οποίο ο τελευταίος βλέπει και αντιλαμβάνεται τον κόσμο. Ο Bruner ανήκει στην κατηγορία των γνωστικών ψυχολόγων της μάθησης, που δίνει έμφαση στη διευκόλυνση της μάθησης μέσα από την κατανόηση των δομών και των επιστημονικών αρχών ενός αντικειμένου, καθώς και στην υιοθέτηση της ανακαλυπτικής μεθόδου, ή της καθοδηγούμενης ανακάλυψης με την ανάπτυξη εσωτερικών κινήτρων μάθησης από μέρους του μαθητευόμενου. Σύμφωνα με τα παραπάνω, όλα τα γνωστικά αντικείμενα που απευθύνονται στο παιδί πρέπει να παρουσιάζονται σε αυτό κατά τρόπο απλό και συμβατό με τις μαθησιακές του δυνατότητες. Στη θέση αυτή στηρίζεται και η πρότασή του για το σπειροειδές σχολικό πρόγραμμα, με βάση το οποίο έδειξε ότι η γνώση που έχει αναπτυχθεί με τον κατάλληλο τρόπο για τον μαθητή από πολύ νωρίς και αργότερα γίνεται αντικείμενο μελέτης σε πιο προχωρημένο επίπεδο (έτσι όλοι οι τρόποι αναπαράστασης να υπάρχουν), έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να γίνει κτήμα του μαθητή. Η ανακαλυπτική μάθηση και οι στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων δεν αναπτύσσονται ξαφνικά, ως δια μαγείας, ούτε είναι άσχετες με την προηγούμενη εμπειρία του παιδιού. Είναι δεξιότητες που μαθαίνονται, γι' αυτό και πρέπει να είναι μέλημα κάθε δασκάλου. Ο δάσκαλος καθοδηγεί τα παιδιά προς την «ανακάλυψη» αρχών, νόμων και κανόνων που διέπουν όχι μόνο τα φαινόμενα ως γνωστικά αντικείμενα αλλά και την ίδια του τη σκέψη.

Οι τρόποι σκέψης ή τα στάδια, τα οποία χρησιμοποιεί ο μαθητευόμενος για να κατανοεί τις πληροφορίες και να αναπτύσσεται γνωστικά (που αντιστοιχούν και στα ιστορικά στάδια της ανθρώπινης εξέλιξης) είναι κατά τον Bruner:

- Το στάδιο της πραξιακής αναπαράστασης, όπου το παιδί αποκτά κατά το στάδιο αυτό την αντίληψη των πραγμάτων μέσω των κινητικών του ενεργειών.
- Το στάδιο της εικονικής αναπαράστασης, όπου γίνεται αναπαράσταση των πραγμάτων μέσω εσωτερικών πνευματικών εικόνων, αλλά η σκέψη δεν μπορεί ακόμη να προβαίνει σε συνδυασμό των εικόνων αυτών.

- Το στάδιο της συμβολικής αναπαράστασης, το οποίο είναι και το ανώτερο στάδιο της νοητικής ανάπτυξης και το παιδί μπορεί πια να αναπαριστάνει με αφηρημένα σύμβολα τις σχέσεις μεταξύ των πραγμάτων, να τις αναλύει και να διατυπώνει θεωρίες, χωρίς να στηρίζεται στα συγκεκριμένα στοιχεία της εμπειρίας.

Ο Bruner υποστηρίζει ότι η μάθηση δεν πρέπει να περιορίζεται στην κατάκτηση συγκεκριμένων γνωστικών στοιχείων μόνον, αλλά πρέπει να αναπτύσσει σε αυτόν που μαθαίνει τη δυνατότητα να προχωρεί παραπέρα μόνος του. Υποστηρίζει, δηλαδή, την ανακαλυπτική-διερευνητική μάθηση, κατά την οποία ο μαθητής με τις δικές του δυνάμεις προσπαθεί να εμβαθύνει στο αντικείμενο και να ανακαλύψει τις θεμελιώδεις αρχές και σχέσεις που διέπουν τα επιμέρους στοιχεία του. Επίσης, θα πρέπει να είναι σε θέση ο μαθητής μαθαίνοντας τα βασικά στοιχεία ενός μαθήματος, να μπορεί να τα συσχετίζει με άλλες γνώσεις που ο ίδιος μπορεί να ανακαλύψει.

Σε μια από τις πιο γνωστές θέσεις του, ο Bruner υποστηρίζει ότι όλοι οι μαθητές είναι δυνατόν να μάθουν οτιδήποτε και σε οποιαδήποτε ηλικία, εφόσον υπάρχει η κατάλληλη δομή και οργάνωση της ύλης, καθώς και η απαραίτητη μεθόδευση της διδασκαλίας. Η θέση αυτή του Bruner προκάλεσε αρκετές αντιδράσεις, αφού προσέκρουσε στις μέχρι τότε αποδεκτές αντιλήψεις για το θέμα αυτό, αλλά και επέφερε επαναστατικές αλλαγές τόσο στη φύση των αναλυτικών προγραμμάτων, όσο και στην οργάνωση και διεξαγωγή της διδασκαλίας.

Η συμβολή του Bruner υπήρξε μοναδική, καθώς συνδύασε την έννοια του χειρισμού των πραγματικών αντικειμένων ως ένα μέρος του μοντέλου ανάπτυξης με τη στωικτική έννοια της μάθησης ως μια διαδικασία εσωτερικής αναδιοργάνωσης μέσω της ανακαλυπτικής μάθησης. (Θεοδώρου, 2011)

Η ιδέα της διδασκαλίας μέσω μιας ανακαλυπτικής προσέγγισης (inquiry) έχει μακρά ιστορία στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες.

Η ανακαλυπτική μάθηση προωθείται επίσημα σε πολλές χώρες ως παιδαγωγική προσέγγιση για τη βελτίωση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (Bybee et al., 2008, Hounsell & McCune, 2003, Minner, Levy & Century, 2010).

Μετά τη δημοσίευση της έκθεσης με τον τίτλο “Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe” («Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες Τώρα: Μια Ανανεωμένη Παιδαγωγική Προσέγγιση για το Μέλλον της Ευρώπης») (Rocard, 2007) η ανακαλυπτική διδασκαλία προωθείται επίσημα και ως ένας από τους κορυφαίους εκπαιδευτικούς στόχους της Ευρώπης. Η ανακαλυπτική προσέγγιση μπορεί να οριστεί ως: «η συνειδητή διαδικασία διάγνωσης προβλημάτων, κριτικής θεώρησης πειραμάτων, και διάκρισης εναλλακτικών λύσεων, σχεδιασμού ερευνών, διερεύνησης εικασιών, αναζήτησης πληροφοριών, κατασκευής μοντέλων, συζήτησης με «ομοίους» (peers), και διατύπωσης συνεκτικών επιχειρημάτων» (Linn, Davis & Bell, 2004).

Η ανακαλυπτική μάθηση έχει επίσης περιγραφεί ως μάθηση των Φυσικών Επιστημών ως ανακάλυψη καθώς και μέσω ανακάλυψης (Tamir, 1985). Η μάθηση των Φυσικών Επιστημών ως ανακάλυψη περιλαμβάνει την εκμάθηση του τρόπου με τον οποίο προχωρεί η επιστημονική προσπάθεια, καθώς και την ανάλυση της διερευνητικής διαδικασίας που πραγματοποιείται από άλλους,

ενίστε και με τη χρήση ιστορικών προσεγγίσεων (Bybee, 2000, Schwab, 1962). Από την άλλη πλευρά, η μάθηση των φυσικών επιστημών μέσω ανακάλυψης αφορά στο μαθητή, ο οποίος εγείρει ερευνητικά ερωτήματα, διατυπώνει υποθέσεις, σχεδιάζει πειράματα για να τις ελέγξει, δημιουργεί και αναλύει επιχειρήματα βασισμένα σε στοιχεία, αναγνωρίζει τις εναλλακτικές εξηγήσεις, αλλά και «επικοινωνεί» τα επιστημονικά επιχειρήματα προς τους άλλους (Tamir, 1985).

Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στην αρχή ότι οι καλύτερες στρατηγικές διδασκαλίας είναι εκείνες που βοηθούν την επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων που ο εκπαιδευτικός έχει ορίσει για τους μαθητές του. Πρέπει επομένως να ξεκινήσει κανείς από τον προσδιορισμό των «προσανατολισμένων στη ανακάλυψη αποτελεσμάτων» για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών.

Αυτά μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες:

- Κατανόηση του αντικείμενου της διδασκαλίας (της «διδασκτέας ύλης»)
- Ανάπτυξη των απαραίτητων ικανοτήτων για την πραγματοποίηση επιστημονικής διερεύνησης
- Ανάπτυξη κατανόησης της επιστημονικής διερεύνησης

Επιπλέον, όσον αφορά στις συμπεριφορές που ο μαθητής θα πρέπει να επιδεικνύει σε μια σχολική αίθουσα προσανατολισμένη στη διερεύνηση, πρέπει να ληφθούν υπόψη πέντε βασικά χαρακτηριστικά. Ο μαθητής:

- ασχολείται με ερωτήματα με επιστημονικό προσανατολισμό.
- δίνει προτεραιότητα στα αποδεικτικά στοιχεία κατά την απάντηση των ερωτημάτων.
- διατυπώνει εξηγήσεις βασιζόμενος στα στοιχεία.
- συνδέει τις εξηγήσεις με την επιστημονική γνώση.
- παρουσιάζει και δικαιολογεί τις εξηγήσεις (Γιαλούρη, 2011).

Είναι γεγονός πως η σημερινή κατάσταση στις αίθουσες διδασκαλίας στα περισσότερα σχολεία σε όλη της Ευρώπη απέχει σημαντικά από το να αποτελεί ένα περιβάλλον που προωθεί και υποστηρίζει την ανακαλυπτική μάθηση. Όπως εύστοχα παρατηρεί ο Kinchin (2004) πως η ισορροπία της δασκαλοκεντρικής και της μαθητοκεντρικής προσέγγισης είναι κυρίαρχο χαρακτηριστικό για την αποτελεσματική διδασκαλία. Τα αποτελέσματα της έρευνας TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) που παρουσιάζονται στο International Science Report (Martin *et al.*, 2004) αποδεικνύουν ότι τρεις είναι οι κυρίαρχες δραστηριότητες στις τάξεις όπου διδάσκονται Φυσικές Επιστήμες, σε διεθνές επίπεδο καλύπτοντας περίπου το 60% του χρόνου του μαθήματος: 30% αφιερώνεται σε διάλεξη ή παρουσίαση από τον εκπαιδευτικό, 16% σε καθοδηγούμενες από τον εκπαιδευτικό πειραματικές δραστηριότητες και 14% αφιερώνεται σε δραστηριότητες όπου οι μαθητές πειραματίζονται χωρίς καθοδήγηση. Το ποσοστό της διάλεξης του εκπαιδευτικού για την Ελληνική πραγματικότητα ανεβαίνει στο 40% του χρόνου του μαθήματος, ενώ ο ελεύθερος πειραματισμός των μαθητών περιορίζεται σε ποσοστά κάτω του 10% και για τις τελευταίες τάξεις του Λυκείου θα μπορούσε να πει κανείς πως απουσιάζει τελείως από την ατζέντα του μαθήματος. Τα δεδομένα αναδεικνύουν την ξεκάθαρη αστοχία των σημερινών εκπαιδευτικών

συστημάτων και τονίζουν το σημαντικό τους έλλειμμα. Αντί να βοηθούν τους μαθητές να σκέφτονται επιστημονικά και να λειτουργούν μεθοδικά και συστηματικά, τους επιβάλουν να ακούν για νόμους και έννοιες ασύνδετες με την καθημερινότητα τους, αλλά και να τους αποστηθίζουν, αφού η επιτυχία και η εισαγωγή τους στο πανεπιστήμιο εξαρτάται μόνο από αυτό.

Παρά το γεγονός ότι οι παιδαγωγικές προσεγγίσεις μελετώνται και δοκιμάζονται για πολλά χρόνια, παρά το γεγονός ότι τα αποτελέσματά τους προάγουν και βοηθούν την εκπαιδευτική διαδικασία, δεν φαίνεται να ενσωματώνονται στις εκπαιδευτικές πρακτικές. Οι εκπαιδευτικοί ισχυρίζονται πως δύο είναι οι κύριοι λόγοι που δεν επιτρέπουν τον εκσυγχρονισμό της εκπαιδευτικής πρακτικής: το αναλυτικό πρόγραμμα που δεν επιτρέπει την εισαγωγή της καινοτομίας και το ίδιο το περιβάλλον της σχολικής τάξης μαζί με την περιορισμένη υλικοτεχνική υποδομή που αποκλείει ακόμα και τη σκέψη για ανάπτυξη πειραματικών δραστηριοτήτων που θα ενεργοποιήσουν τους μαθητές. Είναι κοινό μυστικό μεταξύ των μάχιμων εκπαιδευτικών πως το σχολικό περιβάλλον ποτέ δεν εκσυγχρονίστηκε, ποτέ δεν τροποποιήθηκε έτσι ώστε να μπορέσει να ανταποκριθεί στις νέες προσεγγίσεις που προτείνονται από την εκπαιδευτική έρευνα (Γιαλούρη, 2011).

1.3. Σύνδεση μάθησης και διδασκαλίας

(Θεοδώρου, 2011)

Ο άνθρωπος χωρίς συστηματική βοήθεια δεν μπορεί στη διάρκεια της ζωής του να ανταποκριθεί στο περιβάλλον του κατά τρόπο ικανοποιητικό και να ανταπεξέλθει στις αυξημένες απαιτήσεις της σύγχρονης ζωής. Η συστηματική βοήθεια παρέχεται σε μεγάλο βαθμό με τη διδασκαλία, η οποία αποσκοπεί στο να μεταδώσει στο μαθητή την πείρα των προγόνων του και να τον καταστήσει ικανό όχι μόνο να τη χρησιμοποιήσει, αλλά και να τη βελτιώσει ή να την προσαρμόσει καλύτερα στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος.

Η μάθηση είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη διδασκαλία. 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.

Για να αποδειχτεί μια διδασκαλία χρήσιμη, ποιοτικά ανώτερη και αποτελεσματική, ο εκπαιδευτικός πρέπει να λάβει υπόψη του τις αρχές και τους νόμους της μάθησης. Άλλωστε, όπως αναφέρει ο Gagné, διδασκαλία σημαίνει το σύνολο των ενεργειών που θα κάνει ο δάσκαλος προκειμένου να προκαλέσει, να ενεργοποιήσει, να ενισχύσει και να προωθήσει τη μάθηση. Πρέπει να επισημανθεί ότι παρά τη στενή αλληλεπίδραση μάθησης και διδασκαλίας, η ύπαρξη της μιας δεν συνεπάγεται αυτόματα την ύπαρξη της άλλης ούτε το αντίστροφο.

Η διδασκαλία, λοιπόν, ορίζεται ως το σύνολο των προγραμματισμένων και μεθοδικών ενεργειών που επιλέγει να αναπτύξει ο εκπαιδευτικός μέσα σε ένα πλαίσιο επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης με τους μαθητές προκειμένου να εμπλέξει με φυσικό και αβίαστο τρόπο τους τελευταίους σε δραστηριότητες μαθητείας, οι οποίες κρίνει ότι θα τον οδηγήσουν στην υλοποίηση των μαθησιακών και αναπτυξιακών σκοπών του αναλυτικού προγράμματος. Ο όρος μαθητεία συμπεριλαμβάνει το σύνολο των ενεργειών που αποτελούν τη διαδικαστική πλευρά της μάθησης, όπως είναι η ανάγνωση, η γραφή, η ερώτηση, η απάντηση που αναπτύσσει ο μαθητής κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας.

Η διδασκαλία, λοιπόν, αποτελεί ένα από τα βασικά μέσα αγωγής και μάθησης. Με τη διδασκαλία δεν παρέχονται μόνο γνώσεις στο διδασκόμενο, αλλά ταυτόχρονα εξελίσσονται και μορφοποιούνται και οι ψυχικές του δυνάμεις.

1.4. Στόχοι Διδασκαλίας

(Κασσωτάκης Μ., Φλουρής Γ.2005, Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008)

1.4.1. Τι είναι ο διδακτικός στόχος και πώς προσδιορίζεται

Διδακτικός στόχος είναι η συμπεριφορά, την οποία αναμένεται να εμφανίσει το άτομο μετά το πέρας μια εκπαιδευτικής διαδικασίας και η οποία οφείλει να είναι παρατηρήσιμη και επαληθεύσιμη. Κατά τον ορισμό αυτό ο προσδιορισμός ενός διδακτικού στόχου πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- Τον καθορισμό του ποιός θα εμφανίσει την επιδιωκόμενη συμπεριφορά.
- Την περιγραφή της συμπεριφοράς, η οποία δείχνει ότι ο επιδιωκόμενος στόχος επιτεύχθηκε.
- Το αποτέλεσμα αυτής της συμπεριφοράς.
- Τις συνθήκες, μέσα στις οποίες θα εμφανιστεί.
- Τα κριτήρια με βάση τα οποία θα θεωρηθεί ότι το αποτέλεσμα που επιτεύχθηκε είναι ικανοποιητικό.

1.4.2. Η χρησιμότητα των διδακτικών στόχων

Οι διδακτικοί στόχοι είναι απαραίτητοι για:

1. Την επιλογή της διδακτέας ύλης και τον προγραμματισμό των διδακτικών ενεργειών
2. Την αξιολόγηση του βαθμού επιτυχίας της διδασκαλίας.

Σημαντική είναι η φράση του για να τονίσει τη χρησιμότητα των στόχων στη διδασκαλία, πως «αν ξέρεις πού πας, έχεις μεγαλύτερες πιθανότητες να φτάσεις εκεί».

1.4.3. Κατηγορίες διδακτικών στόχων

Στη διεθνή βιβλιογραφία οι αντικειμενικοί διδακτικοί στόχοι συνήθως κατατάσσονται σε τρεις τομείς, όπως πρώτος πρότεινε ο Bloom και οι συνεργάτες του, και αυτοί είναι:

- Ο *γνωστικός* τομέας, ο οποίος περιλαμβάνει όλες τις νοητικές διαδικασίες, δηλαδή με ποιους τρόπους οι εκπαιδευόμενοι σκέπτονται, δρουν ή αισθάνονται, αφού διδαχθούν ένα διδακτικό αντικείμενο.
- Ο *συναισθηματικός* τομέας, ο οποίος περιλαμβάνει τις στάσεις και τις αξίες που διαμορφώνουν οι εκπαιδευόμενοι, μετά τη διδασκαλία ενός αντικειμένου.
- Και ο *ψυχοκινητικός* τομέας, ο οποίος περιλαμβάνει όλες εκείνες τις κινητικές δεξιότητες που αποκτούν οι εκπαιδευόμενοι από τη διδασκαλία ενός αντικειμένου.

Πίνακας 1: Ταξινόμια στόχων Γνωστικού τομέα (Νοητικές λειτουργίες) κατά Bloom (Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008)

Γνώση-απομνημόνευση πληροφοριών- Γνώση επιμέρους δεδομένων
<ul style="list-style-type: none"> • Γνώση ορολογίας • Γνώση επί μέρους γεγονότων και στοιχείων
Γνώση απομνημόνευση πληροφοριών - Γνώση μέσων και μεθόδων
<ul style="list-style-type: none"> • Γνώση συμβατικών τρόπων παρουσίασης, όπως η σημασία των συμβόλων κ.α. • Γνώση τάσεων και ακολουθιών • Γνώση ταξινομήσεων και κατηγοριών • Γνώση κριτηρίων • Γνώση μεθοδολογίας και τεχνικής
Γνώση-απομνημόνευση πληροφοριών - Γνώση αφηρημένων εννοιών και γενικών αρχών
<ul style="list-style-type: none"> • Γνώση νόμων και αρχών • Γνώση θεωριών
Κατανόηση
<ul style="list-style-type: none"> • Μετάφραση-Μετατροπή ή Παράφραση • Ερμηνεία • Προέκταση ή επέκταση
Εφαρμογή

Ανάλυση

- Ανάλυση στοιχείων
- Ανάλυση σχέσεων

Σύνθεση

- Παραγωγή προσωπικού έργου
- Παραγωγή ενός σχεδίου ή σειράς ενεργειών
- Παραγωγή αφηρημένων σχέσεων

Αξιολόγηση

- Κρίσεις με εσωτερικά κριτήρια
- Κρίσεις με εξωτερικά κριτήρια

Συνοπτικά παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα η ιεράρχηση των στόχων του γνωστικού τομέα κατά τον Bloom και τους συνεργάτες του (Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008).



Σχήμα 1: Διάγραμμα ιεράρχησης κατηγοριών στόχων στο γνωστικό τομέα κατά Bloom και συνεργάτες

Σύμφωνα με τον παραπάνω διάγραμμα και τον πίνακα 1 κάθε βαθμίδα του γνωστικού τομέα, κατά την κατακόρυφη ταξινόμια του Bloom, είναι ψηλότερη από την προηγούμενη, την οποία προϋποθέτει και εμπεριέχει. Πρέπει να σημειωθεί πως υπάρχει αλληλουχία στις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες.

Αποκλειστικός σκοπός του σχολείου δεν είναι και δεν πρέπει να είναι να εφοδιάζει τον μαθητή μόνο με γνώσεις και με δεξιότητες, αποστολή του *είναι και η αγωγή του* νέου ανθρώπου προς όφελος του κοινωνικού συνόλου στο οποίο ανήκει. Η αξιολόγηση των στόχων του συναισθηματικού τομέα γίνεται πολύ αργότερα έξω από το σχολείο. Ωστόσο και στον συναισθηματικό τομέα όπως και στο γνωστικό ακολουθείται η ταξινόμια των στόχων. Συγκεκριμένα κατά τους Bloom, Krathwohl και Masia είναι ως εξής (Πίνακας 2) :

Πίνακας 2: Ταξινόμια στόχων Συναισθηματικού Τομέα (Συναισθηματικές καταστάσεις) κατά Bloom και συνεργάτες του [Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008]

Πρόσληψη
<ul style="list-style-type: none"> • Συνειδητοποίηση • Δεκτικότητα • Εκλεκτικότητα
Ανταπόκριση ή αντίδραση
<ul style="list-style-type: none"> • Συγκατάθεση • Επιθυμία για ανταπόκριση • Ικανοποίηση για την ανταπόκριση
Εκτίμηση αξιών ή αποτίμηση
<ul style="list-style-type: none"> • Αποδοχή μιας αξίας • Προτίμηση μιας αξίας • Δέσμευση σε μια αξία
Οργάνωση αξιών
Αξιολογικός χαρακτήρας

Συνοπτικά παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα η ιεράρχηση των στόχων του συναισθηματικού τομέα κατά τον Bloom και τους συνεργάτες του (Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008)



Σχήμα 2: Διάγραμμα ιεράρχησης κατηγοριών στόχων στο συναισθηματικό τομέα κατά Krathwohl και Bloom (Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008)

Όσον αφορά στον ψυχοκινητικό τομέα, εκεί δεν υπάρχει το ίδιο μεγάλος αριθμός ερευνών, και μεγαλύτερη σημασία στον τομέα αυτό δίνεται στη προσχολική και στη πρώτη σχολική αγωγή. Σύμφωνα με την ταξινόμια που μελετήθηκε και προτάθηκε από την Α. Harrow οι στόχοι ιεραρχούνται ως εξής:

Πίνακας 3: Ταξινόμια στόχων Ψυχοκινητικού Τομέα (Ψυχοκινητικές λειτουργίες) (Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008)

Αντανακλαστικές κινήσεις
Βασικές κινήσεις
Αντιληπτικές ικανότητες ή δεξιότητες
Φυσικές ικανότητες
Κινήσεις επιδεξιότητας
Κινητική επικοινωνία

Συνοπτικά είναι:



Σχήμα 3: Διάγραμμα ιεράρχησης κατηγοριών στόχων στον ψυχοκινητικό τομέα κατά Harrow (Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008)

Ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται οι τρεις αυτοί τομείς φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα 4: Διάγραμμα διασύνδεσης των τομέων γνωστικού, συναισθηματικού και ψυχοκινητικού κατά την μιχεβιοριστική θεωρία.(Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., 2008)

1.5. Γνώση και Μεταγνώση

Ο Elshout(1983) διατύπωσε την άποψη ότι: Η νοημοσύνη μπορεί να θεωρηθεί ως ποιοτικό και ποσοτικό μέτρο της ανθρώπινης γνωστικής εργαλειοθήκης, η οποία περιέχει βασικές γνωστικές λειτουργίες. Ο Neisser (1967) ως γνωστικές λειτουργίες θεωρεί όλες τις ανώτατες νοητικές λειτουργίες του ανθρώπινου

οργανισμού, οι οποίες συνεργάζονται για την απόκτηση, οργάνωση και χρησιμοποίηση της γνώσης. Συνεπώς, οι γνωστικές λειτουργίες όπως π.χ. η αντίληψη, η μνήμη, οι αναπαραστάσεις, η νόηση, η γλώσσα, η λήψη αποφάσεων, η λύση προβλημάτων κ.α., είναι διάμεσα στην αλληλεπίδραση του ατόμου με το περιβάλλον, δηλαδή παρεμβάλλονται ανάμεσα στο ερέθισμα και την αντίδραση. Προσδίδουν νόημα και σημασία στα ποίικιλα ερεθίσματα που δέχεται οργανισμός και συμβάλλουν στο σχηματισμό των γνωστικών δομών του ανθρώπου. Το περιεχόμενο λοιπόν της γνωστικής εργαλειοθήκης καθορίζεται από το βιολογικό υπόστρωμα (π.χ. κληρονομικοί παράγοντες ή ποιότητα εγκεφάλου), αλλά και από τις ευκαιρίες για την απόκτηση χρήσιμων στρατηγικών μάθησης στο σχολείο ή στο σπίτι (Veenman & Spaans, 2005).

Η *μεταγνώση* σημαίνει τη γνώση που αποκτούμε από την εξέταση και μελέτη των τρόπων και των μηχανισμών, μέσω των οποίων τελείται από το πνεύμα μας εν γένει η γνωστική διαδικασία (Κολιάδης, 2006). Σύμφωνα με τους Moses & Baird (2005), η μεταγνώση είναι μια πλατιά οριζόμενη έννοια, που συγκεφαλαιώνει κάθε γνώση ή γνωστική διαδικασία που αναφέρεται, παρακολουθεί ή ελέγχει κάποια μορφή της γνώσης (Μπότσας 2007). Η μεταγνώση αναφέρεται στον σκόπιμο και κάποιες φορές συνειδητό έλεγχο των γνωστικών ενεργειών ενός ατόμου από τον ίδιο (Brown 1980). Όπως όρισε ο Flavell (1979), είναι η γνώση για τη γνώση, οι γνώσεις και οι πεποιθήσεις μας για τις γνωστικές μας διεργασίες, την πορεία τους και τα αποτελέσματα τους (Κωσταρίδου- Ευκλείδη, 2005). Επιπλέον, η μεταγνώση αναφέρεται στην ενεργή παρακολούθηση και στον έλεγχο ή στη ρύθμιση όλων των γνωστικών διαδικασιών για να στηριχθεί και να επιτευχθεί ένας στόχος (Flavell 1976, Brown 1980)

Στην εκπαιδευτική κοινότητα αντικείμενο μελέτης εδώ και πολλά χρόνια αποτελεί η επίγνωση της γνώσης και πώς επηρεάζει τη διαδικασία της μάθησης. Οι γνωστικές δεξιότητες που μπορεί να κατακτήσει ένας μαθητής και που είναι πνευματικής φύσης μπορούν να διαχωριστούν σε απλές γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες. Οι γνωστικές δεξιότητες χρησιμοποιούνται όταν ένα άτομο προσπαθεί να επιτύχει έναν καθορισμένο στόχο, ενώ οι μεταγνωστικές (Kluwe, 1982) χρησιμοποιούνται για να επιβεβαιώσουν ότι αυτός ο στόχος επετεύχθη (Γιαννάκη, Δημητρακοπούλου 2006).

Σύμφωνα με τον Pintrich (1999) η έννοια της μεταγνώσης εστιάζει στην ρύθμιση και στον έλεγχο των ενεργειών του ατόμου χρησιμοποιώντας τρεις στρατηγικές: το σχεδιασμό, την παρακολούθηση (monitoring) και τη ρύθμιση. Η αυτο-ρύθμιση (self-regulation) αποτελεί μια εκ των μεταγνωστικών δεξιοτήτων του ατόμου και επιτυγχάνεται μέσω της παρακολούθησης της διεργασίας της σκέψης, της αναγνώρισης του σταδίου στο οποίο βρίσκεται το άτομο σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό επίλυσης, της αξιολόγησης του στόχου και της κατάλληλης ρύθμισης της γνωστικής του δραστηριότητας. (Δαλακώστα, 2009)

1.6. Η θεωρία της αξιολόγησης (αυτό-αποτελεσματικότητας-self-efficacy)

(Κολιάδης, 2006)

Για να μορφοποιήσει ένα άτομο μια σωστή και κοινωνικά αποδεκτή συμπεριφορά πρέπει να κατέχει μια σειρά από ορισμένες δεξιότητες και επιπλέον διάφορες αξιολογικές κρίσεις και εκτιμήσεις για την προσωπική του αξία δηλαδή το πώς και το κατά πόσο το άτομο αντιλαμβάνεται ότι είναι άξιο και ικανό να πραγματοποιήσει με επιτυχία κάποιο επιδιωκόμενο σκοπό. Αυτή η αίσθηση της αξιολόγησης παρέχει στο άτομο την δυνατότητα να επιλέξει τον τρόπο που θα ενεργήσει, δηλαδή πόσο θα εντείνει τις προσπάθειές του για να πετύχει τους στόχους που έθεσε και ποια συμπεριφορά θα υιοθετήσει προκειμένου να αντιμετωπίσει τα εμπόδια και τις δυσκολίες και να αποφύγει τις δυσάρεστες εμπειρίες.

1.7. Ανθρώπινη μνήμη

Η γνωστική επιστήμη έχει ασχοληθεί μεταξύ άλλων με την ανθρώπινη μνήμη. Υποστηρίζει ότι η μνήμη χωρίζεται σε τέσσερις τομείς.

- Στην *αισθητήρια μνήμη*. Η αισθητήρια λειτουργεί ασυναίσθητα και είναι ο αποδέκτης των ερεθισμάτων των αισθητηρίων μας. Η διάρκεια των σημάτων σε αυτήν είναι έως 1 δευτερόλεπτο.
- Στη *βραχύχρονη/βραχυπρόθεσμη* μνήμη, που διαρκεί λιγότερο από 20'' ή και λίγες μέρες σε περίπτωση που θα μεσολαβήσει επανάληψη. Από διάφορα πειράματα έχει διαπιστωθεί ότι η βραχύχρονη μνήμη περιορίζεται σε 7 περίπου στοιχεία άσχετα μεταξύ τους.
- Στην *εργασίας/λειτουργική* μνήμη που είναι μια πτυχή της βραχύχρονης μνήμης. Εκεί γίνεται η ανάκληση και επεξεργασία των πληροφοριών.
- Στη *μακρόχρονη/μακροπρόθεσμη* μνήμη, που προέρχεται από επαναλήψεις και επεξεργασία – ταξινόμηση και κωδικοποίηση των πληροφοριών και διαρκεί πολύ χρόνο. (Ντερρ, 2010)

1.8. Θεωρία Γνωστικών Φορτίων

Το **γνωστικό φορτίο** μπορεί να οριστεί ως το φορτίο που επιβάλλεται στο γνωστικό σύστημα του ενός μαθητή κατά την πραγμάτωση μιας μαθησιακής δραστηριότητας. Σύμφωνα με τη θεωρία των γνωστικών φορτίων, οι διαδικασίες μάθησης που οδηγούν στην κατασκευή και την αυτοματοποίηση της γνώσης καθορίζονται από το στόχο, τις απαιτούμενες νοητικές αναπαραστάσεις, τα γνωστικά σχήματα με τα οποία μαθαίνει ο μαθητευόμενος και τις στρατηγικές επεξεργασίας. Στη μαθησιακή διαδικασία η απόδοση των

στόχων και οι σχετικές διαδικασίες μάθησης επιβάλλουν ένα γνωστικό φορτίο στη λειτουργική μνήμη του μαθητευόμενου.

Τρεις τύποι γνωστικών φορτίων αναφέρονται βιβλιογραφικά: ο *εξωγενής*, ο *εγγενής* και ο *συναφής*. Ο *εξωγενής* τύπος γνωστικού φορτίου αναφέρεται στο μαθησιακό περιβάλλον και στον τρόπο παρουσίασης των πληροφοριών. Ο *εγγενής* τύπος αναφέρεται στα χαρακτηριστικά που φέρει ο στόχος μάθησης και αυξάνεται αναλογικά με την πολυπλοκότητα του στόχου μάθησης, όταν ξεχωριστά στοιχεία με υψηλό βαθμό αλληλοσύνδεσης βρίσκονται μέσα στο υλικό μάθησης. Ο *συναφής* τύπος γνωστικού φορτίου αναφέρεται στη νοητική προσπάθεια που είναι απαραίτητη για την κατασκευή καλών νοητικών σχημάτων. Βασικό στοιχείο στη θεωρία των γνωστικών φορτίων αποτελεί η διάκριση μεταξύ του εγγενούς φορτίου, που οφείλεται στην ύπαρξη συγκεκριμένων στόχων, και του εξωγενούς φορτίου, το οποίο αναφέρεται στο μαθησιακό περιβάλλον και στον τρόπο παρουσίασης των πληροφοριών. Το εγγενές φορτίο περιλαμβάνει την παρουσίαση στοιχείων που καθορίζεται από τη φύση των απαιτήσεων του στόχου σε σχέση με την πείρα και το κίνητρο/ενεργοποίηση του μαθητή. Ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός μπορεί να οδηγήσει στο εξωγενές φορτίο (που είναι αναποτελεσματικό για τη μάθηση) και στο συναφές φορτίο (που είναι αποτελεσματικό στη μαθησιακή διαδικασία). Το εξωγενές φορτίο, μπορεί και να θεωρηθεί ως περιττό πρόσθετο φορτίο σε περιπτώσεις φτωχού σχεδιασμού εκπαιδευτικού υλικού. Αντίθετα, το συναφές φορτίο μπορεί να θεωρηθεί ως το φορτίο που συμβάλλει στη μάθηση όπως στην περίπτωση των επεξηγήσεων. (Cook, 2006)

Σύμφωνα με την κλασική άποψη της θεωρίας των γνωστικών φορτίων, τα υλικά μάθησης πρέπει να ελαχιστοποιούν το εξωγενές γνωστικό φορτίο των μαθητών και να μεγιστοποιούν το συναφές φορτίο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μάθησης. Έχει διαπιστωθεί ότι το γνωστικό φορτίο των εκπαιδευτικών υλικών μπορεί να μειωθεί με τη χρησιμοποίηση προβλημάτων χωρίς να αποσκοπούν στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων ή παρουσίασης παραδειγμάτων, ή με το να καταστήσουν τη νοητική ολοκλήρωση ευκολότερη μέσω της ταυτόχρονης διαθεσιμότητας στη λειτουργική μνήμη. Μια πρόσφατη θεώρηση των Schnotz και Kurschner προτείνει ότι το συναφές φορτίο δεν πρέπει απλά να μεγιστοποιείται, αλλά μάλλον να προσαρμόζεται στο εγγενές φορτίο βάση του στόχου μάθησης, ακολουθώντας όμως τους περιορισμούς της λειτουργικής μνήμης. Η θεωρία των γνωστικών φορτίων εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο οι περιορισμοί της λειτουργικής μνήμης πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να βελτιστοποιηθούν οι διαδικασίες μάθησης. Βασικός άξονας της λειτουργικής μνήμης αποτελεί ο μηχανισμός που στην ουσία συντονίζει την επεξεργασία και την αποθήκευση βασικών πληροφοριών. Παράλληλα επιτρέπει στο μαθητή να κτίσει πληροφορίες συνδυάζοντας τα κατάλληλα στοιχεία στη μακροπρόθεσμη μνήμη, τα αποκαλούμενα «σχήματα». Τα σχήματα ορίζονται ως οι γνωστικές δομές που αποτελούν τη βάση της γνώσης. Σύμφωνα με τη θεωρία των γνωστικών σχημάτων, η γνώση αποθηκεύεται στη μακροπρόθεσμη μνήμη σε σχήματα έτσι, ώστε να είναι προσιτή όταν χρειάζεται. Τα *σχήματα* βοηθούν στο να οργανώσουν και να συνδέσουν σχετικές πληροφορίες μεταξύ τους, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα οι σχετικές πληροφορίες να είναι αργότερα διαθέσιμες σε σχετικούς εννοιολογικούς στόχους μάθησης. Αν και ένα σχήμα μπορεί να αποθηκεύσει μεγάλη ποσότητα

πληροφοριών, υποβάλλεται σε επεξεργασία ως ενιαία μονάδα στη λειτουργική μνήμη. Έτσι, τα *γνωστικά σχήματα* μειώνουν το φορτίο στο σύστημα λειτουργικής μνήμης περιορίζοντας το μόνο σε μερικά στοιχεία των πληροφοριών κάθε φορά. Επίσης, με την πάροδο του χρόνου αυτού του είδους τα σχήματα πολλαπλασιάζουν τη γνώση και μεταμορφώνουν βαθμιαία τους αρχάριους σε έμπειρους. Εντούτοις, η απόκτηση σχημάτων εξαρτάται από τη λειτουργική μνήμη και από τον βαθμό στον οποίο το γνωστικό φορτίο ευθυγραμμίζεται με τη γνωστική ικανότητά του.(Cook, 2006)

Σύμφωνα με τους Paas et al.(2003) και τους Schnotz & Kurschner (2007) η Γνωστική θεωρία φορτίου υποθέτει ότι η εργασία μνήμης ενός ανθρώπου έχει περιορισμένη χωρητικότητα και θεωρεί την μάθηση σαν μια διαδικασία απόκτησης σχημάτων. Το εγγενές φορτίο καθορίζεται από την αλληλεπίδραση των στοιχείων και δεν μπορεί να μεταβληθεί υπό την προϋπόθεση ότι το μαθησιακό υλικό έχει καθοριστεί και η επίδοση του μαθητή δεν έχει αλλάξει. Το εξωγενές φορτίο προκαλείται από φτωχό σχεδιασμό εκπαιδευτικού υλικού και αποτελεί περιττό πρόσθετο φορτίο. Αντιθέτως, ο κατάλληλο σχεδιασμός ευνοεί τις γνωστικές διαδικασίες που συνδέονται με τη μάθηση, δηλαδή ευνοεί το συναφές φορτίο. (Lin & Atkinson, 2011)

Η θεωρία της γνωστικής υπερφόρτωσης(cognitive load) του John Sweller υποστηρίζει ότι οι πληροφορίες που παρουσιάζονται στον μαθητή δεν πρέπει να υπερφορτώνουν το γνωστικό του σύστημα.(Sweller & Chandler, 1991, 1994)

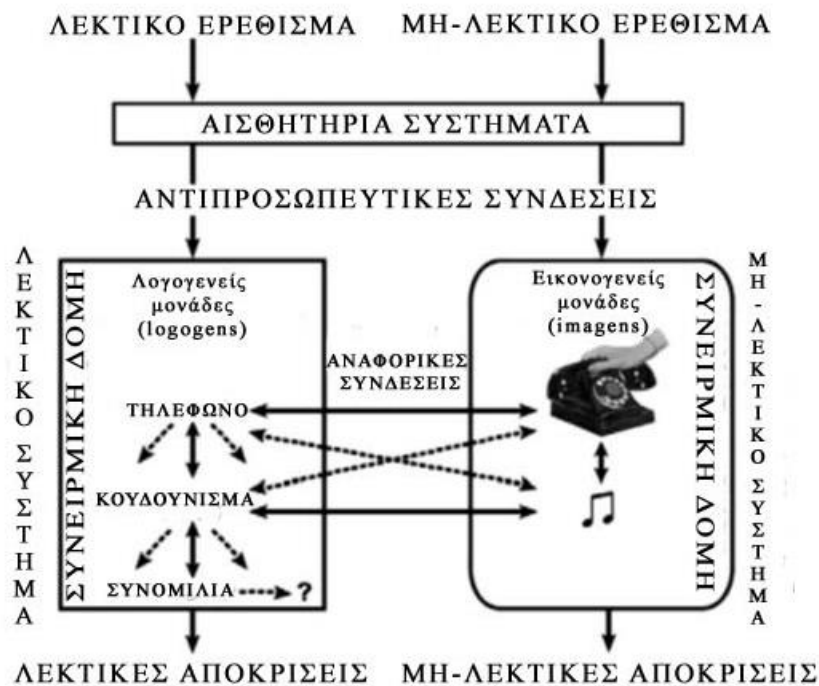
1.9. Θεωρία διπλού κώδικα (Dual-Coding Theory)

Η θεωρία του διπλού κώδικα του Paivio (1986) υποστηρίζει ότι οι λεκτικές και μη-λεκτικές πληροφορίες που λαμβάνουμε από το περιβάλλον μας κωδικοποιούνται στο λεκτικό και μη-λεκτικό κανάλι αντίστοιχα. Το δεύτερο αποκαλείται συχνά σύστημα φανταστικών/νοητικών μοντέλων(imagery system) διότι οι λειτουργίες του περιλαμβάνουν την παραγωγή, ανάλυση και μεταμόρφωση νοητικών αναπαραστάσεων(mental images). (Sadoski & Paivio 2004)Τα δύο συστήματα συνδέονται μεταξύ τους (Δαλακώστα, 2009).

Η θεωρία διπλού κώδικα προσδιορίζει τρεις τύπους επεξεργασίας: την αντιπροσωπευτική, δηλαδή την αρχική ενεργοποίηση των λεκτικών και μη λεκτικών αναπαραστάσεων, την αναφορική, δηλαδή την ενεργοποίηση του λεκτικού συστήματος από το μη-λεκτικό και το αντίθετο, και την συνειρμική επεξεργασία, την ενεργοποίηση μέσα στο ίδιο λεκτικό ή μη-λεκτικό σύστημα (Sadoski & Paivio, 2004). Μια δοθείσα εργασία μπορεί να απαιτεί και τα τρία είδη επεξεργασίας.

Στο σχήμα 5 απεικονίζεται το πώς το μοντέλο του διπλού κώδικα χαρακτηρίζει την έννοια ενός τηλεφώνου. Το λεκτικό σύστημα στα αριστερά περιλαμβάνει τις λογογενείς μονάδες (logogens) για τις φωνολογικές και ορθογραφικές μορφές της λέξης και των σχετικών λέξεων όπως το κουδούνισμα. Το μη λεκτικό κανάλι στα δεξιά περιλαμβάνει τις εικονογενείς μονάδες (imagens) για τα οπτικά, ακουστικά και απτά χαρακτηριστικά των τηλεφώνων. Επίσης, φαίνονται οι

διαδρομές που συνδέουν αυτές τις αναπαραστάσεις με τον κόσμο που αντιλαμβανόμαστε, έτσι ώστε οι λέξεις και τα τηλέφωνα να μπορούν να αναγνωριστούν με κατάλληλο τρόπο. Επίσης, υπάρχουν διαδρομές που συνδέουν τους διάφορους τύπους των λεκτικών και μη- λεκτικών αναπαραστάσεων, έτσι ώστε τα τηλέφωνα είτε τα δούμε ,είτε τα ακούσουμε είτε τα αγγίζουμε να μπορούμε να τα ονομάσουμε, αλλά και το αντίθετο. Δηλαδή, τα ονόματά τους να μπορούν να γεννήσουν νοητικές αναπαραστάσεις κάθε είδους(Paivio, 2007). Αφηρημένες έννοιες όπως η συνομιλία είναι δύσκολο να απεικονιστούν κι επομένως είναι λιγότερο πιθανό να κωδικοποιηθούν διπλά (Paivio, 2006).



Σχήμα 5: Απεικόνιση της έννοιας ενός τηλεφώνου με την Θεωρία του Διπλού Κώδικα (αρχική εικόνα από Paivio, 1986)

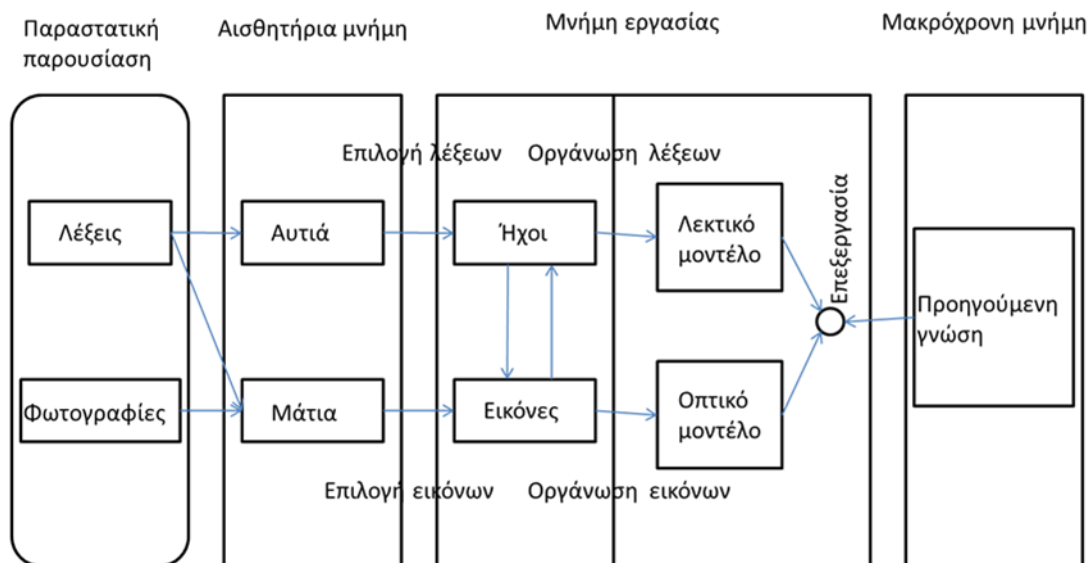
Οι εικόνες υπερिशύουν των λέξεων κατά την ανάκληση, δηλαδή θυμόμαστε καλύτερα εικόνες διότι κωδικοποιούνται και σαν εικόνες και σαν λεκτικά στοιχεία (Paivio & Csapo, 1973). Επίσης, οι εικόνες επικαλούνται τα ονόματα πιο συχνά από ότι οι λέξεις επικαλούνται τις εικόνες(Stenberg, 2006). Με άλλα λόγια, όταν βλέπουμε μια εικόνα αναπαριστούμε αυτή την εικόνα και λεκτικά, ενώ όταν βλέπουμε μια λέξη δεν σχηματίζουμε πάντοτε μια νοητική εικόνα της λέξης. Επίσης, οι δύο κώδικες συμβάλλουν αθροιστικά στην ανάκληση πληροφοριών. Δηλαδή, το να διπλασιάζεις τους διαθέσιμους μνημονικούς κώδικες διπλασιάζει την πιθανότητα σωστής ανάκλησης (Paivio & Csapo, 1973). Με άλλα λόγια, η παρουσίαση διάφορων εννοιών και στα δύο συστήματα υπερिशύει της παρουσίασης εννοιών στο ένα μόνο από τα δύο συστήματα.

1.10. Γνωστική Θεωρία Μάθησης με Πολυμέσα

Η Γνωστική Θεωρία Μάθησης με Πολυμέσα (Cognitive Theory of Multimedia Learning, Mayer 2001, 2003) (βλέπε Σχήμα 6) υποθέτει δύο ξεχωριστά κανάλια κατά την πρόσληψη της πληροφορίας, το οπτικό-εικονογραφικό και το ακουστικό-λεκτικό (Baddeley 1998, Paivio 1986), περιορισμένη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας (Baddeley 1998, Sweller 1999) και ενεργή μάθηση: ο μαθητής πρέπει ενεργά να επιλέξει, οργανώσει και αποθηκεύσει τις πληροφορίες στη μακρόχρονη μνήμη (Wittrock, 1989).

Η Γνωστική Συναισθηματική Θεωρία Μάθησης με Πολυμέσα (Cognitive Affective Theory of Learning with Media, Moreno 2007) επεκτείνει τη θεωρία του Mayer ενσωματώνοντας κινητήριους και μεταγνωστικούς παράγοντες που μεσολαβούν στην μάθηση με πολυμέσα.

Η Γ.Σ.Θ.Μ.Π. υποθέτει δύο λειτουργίες του πολυμεσικού υλικού. Η πρώτη είναι η γνωστική λειτουργία που υποστηρίζει τη γνωστική επεξεργασία του υλικού. Η δεύτερη είναι η συναισθηματική λειτουργία που επηρεάζει τη διάθεση και το κίνητρο του μαθητή. (Plass et al., 2014)



Σχήμα 6: Η Γνωστική Θεωρία Μάθησης με Πολυμέσα (Cognitive Theory of Multimedia Learning). Αρχική εικόνα από Mayer, 2003.

1.11. Φαινόμενα Mayer

Ο Mayer προσδιορίζει τέσσερα φαινόμενα που ισχύουν σε περιβάλλον βιβλίου και υπολογιστή: Πρώτον, την επίδραση των πολυμέσων (multimedia effect)-οι μαθητές μαθαίνουν εις βάθος από λέξεις και εικόνες από ότι από λέξεις μόνο. Δεύτερον, την επίδραση της συνοχής (coherence effect) -οι μαθητές μαθαίνουν εις βάθος όταν το εξωγενές υλικό (δηλ. άχρηστες λεπτομέρειες) αποκλείεται. Τρίτον, την επίδραση της χωρικής συνάφειας (spatial contiguity effect)- η εκ βάθους μάθηση επακολουθεί όταν τυπωμένες λέξεις τοποθετούνται δίπλα σε ανταποκρινόμενες εικόνες και όχι μακριά τους και τέταρτον την επίδραση της εξατομίκευσης (personalization effect) – ο προσωπικός τόπος οδηγεί σε καλύτερη επεξεργασία από τον πιο επίσημο τόνο (Reimann, 2003). Όταν τα μέσα αποτελούνται από ομιλία και animation το φαινόμενο των πολυμέσων (multimedia effect) είναι ισχυρό και όταν τα μέσα περιλαμβάνουν animation και αφήγηση υπάρχει ισχυρό φαινόμενο εξατομίκευσης (Mayer, 2003).

1.12. Η αρχή της προσαρμοστικότητας-The modality principle

Σύμφωνα με την *αρχή της προσαρμοστικότητας* (modality principle) οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα με γραφικά σε συνδυασμό με προφορικό κείμενο από ό,τι με γραφικά σε συνδυασμό με τυπωμένο κείμενο.

Το τυπωμένο κείμενο απαιτεί από τον αναγνώστη να ασχοληθεί με εξωγενή επεξεργασία μέσα στο οπτικό κανάλι όπως το να κοιτάει μπρος πίσω ανάμεσα στην εικονογράφηση και το κείμενο. Αυτό μειώνει τη γνωστική χωρητικότητα που είναι διαθέσιμη για την εγγενή και συναφή επεξεργασία. Αντιθέτως, στην περίπτωση της εικονογράφησης και αφήγησης οι λέξεις μεταφορτώνονται από το οπτικό στο λεκτικό-ακουστικό κανάλι μόνο, μειώνοντας έτσι την εξωγενή επεξεργασία και ελευθερώνοντας γνωστική χωρητικότητα για εγγενή και συναφή επεξεργασία (Harskamp et al., 2007).

1.13. Υπόθεση οπτικής εικόνας (Visual Imagery Hypothesis)

Σύμφωνα με τον Vekiri (2002) οι γραφικές αναπαραστάσεις επιτρέπουν σε κάποιον να επεξεργαστεί την πληροφορία πιο αποτελεσματικά απ' ότι οι λεκτικές μειώνοντας έτσι, την απαίτηση σε μνήμη εργασίας. Επίσης, υπογραμμίζει κάποιες σημαντικές λειτουργίες των οπτικοποιημένων αντικειμένων όπως το να οργανώνουν έννοιες κλειδιά και να δίνουν έμφαση σε αυτές, να κάνουν την πληροφορία προσβάσιμη για επεξεργασία και σύγκριση έτσι ώστε, να παράγονται συμπεράσματα για επίλυση προβλημάτων, και να

αναγνωρίζουν λογικές και πολύπλοκές διασυνδέσεις και σχέσεις (Vavra et al. 2011).

1.14. Συναισθήματα κι επίδοση

Το χρώμα αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής μας ζωής και η παρουσία του είναι προφανής σε όσα αντιλαμβανόμαστε. Είναι ευρέως αναγνωρισμένο ότι τα χρώματα έχουν επίσης ένα ισχυρό αντίκτυπο στα συναισθήματά μας και στην ψυχολογία μας. Στην έρευνα τους οι Boyatzis και Varghese (1994) βρήκαν ότι τα ανοιχτά χρώματα προκάλεσαν σε παιδιά θετικά συναισθήματα και στη μελέτη του ο Hemphill (1996) βρήκε ότι τα φωτεινά χρώματα είχαν την ίδια επιρροή σε φοιτητές. Άλλοι ερευνητές έχουν αποδείξει μια αύξηση της ευχαρίστησης και του ενθουσιασμού εξαιτίας των κορεσμένων και θερμών χρωμάτων (Berlyne 1970, Tucker 1987) και έχουν βρει ότι μπορούν να προκαλέσουν εντονότερα συναισθήματα διέγερσης από τα ψυχρά χρώματα (Bellizzi & Hite 1992, Wolfson & Case 2000). Γενικά τα ψυχρά χρώματα, όπως το πράσινο και το μπλε, θεωρούνται χαλαρωτικά και ήπια, ενώ τα θερμά χρώματα, όπως το κόκκινο και το πορτοκαλί, θεωρούνται «ζωντανά» και τονωτικά. Στην έρευνα του Kaya (2004) όπου διερευνήθηκε η σχέση μεταξύ χρωμάτων και συναισθημάτων, το μπλε προκάλεσε πολλά θετικά συναισθήματα όπως ηρεμία, χαλάρωση, ευτυχία, άνεση, ειρήνη και ελπίδα. Στην ίδια έρευνα οι ενδιάμεσοι τόνοι τουρκουάζ και πορτοκαλί βρήκαν πολύ θετική ανταπόκριση.

Η έρευνα των Plass et al. (2014) πάνω στο σχήμα από την άλλη έχει δείξει ότι χαρακτηριστικά που είναι στρογγυλά και θυμίζουν χαρακτηριστικά μωρού (μεγάλα μάτια, μικρή μύτη, κοντά πηγούνια) μπορούν να επιφέρουν θετικό συναίσθημα. Παρομοίως, ανθρωπόμορφα στοιχεία αιχμαλωτίζουν την προσοχή των χρηστών και τους προσελκύουν σε σχέση με τα μη ανθρωπόμορφα.

Στην ίδια έρευνα βρέθηκε ότι εφαρμόζοντας ένα θετικό συναισθηματικό σχεδιασμό χρησιμοποιώντας έναν συνδυασμό χρωμάτων και σχημάτων, μια θετική συναισθηματική κατάσταση μπορεί να προκληθεί, η οποία παραμένει κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας.

Το ότι τα συναισθήματα επηρεάζουν τις γνωστικές διαδικασίες και τη μάθηση είναι ένα αποδεδειγμένο γεγονός (Izard 2009, Russell 2003) και συγκεκριμένα μια συνολικά ωφέλιμη επίδραση των θετικών συναισθημάτων στις γνωστικές διαδικασίες έχει καταγραφεί (Isen et al. 1987).

Όντως τα αποτελέσματα των Plass et al. (2014) και Um et al. (2012) αποκάλυψαν ότι ένα θετικό συναισθηματικό σχεδιασμένο περιβάλλον με στρογγυλά σχήματα, θερμά χρώματα και ανθρωπομορφισμούς κατά την διδασκαλία με πολυμέσα ήταν ικανό να προκαλέσει θετικά συναισθήματα και να προάγει την μάθηση. Παρόλα αυτά οι ανθρωπομορφισμοί πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή έτσι ώστε να αιχμαλωτίζουν την προσοχή αλλά να μην αποσπούν από το περιεχόμενο του μαθήματος. (Park et al. 2015) Η μελέτη των Mayer και Estrella (2014) επανέλαβε τα αποτελέσματα ότι ένα

συναισθηματικά ελκυστικό σχέδιο ενισχύει τη μάθηση. Επίσης μία μελέτη από τους Nummenmaa et al. έδειξε ότι οι συναισθηματικές εικόνες κατευθαίνουν αιχμαλωτίζουν την προσοχή του θεατή και προωθούν την αφοσίωση. Στην έρευνά τους οι Park et al.(2015) εξέτασαν την επιρροή των συναισθημάτων κατά την μάθηση με πολυμέσα χρησιμοποιώντας την μέθοδο παρακολούθησης την κίνησης των ματιών. Οι κινήσεις των ματιών διαφόρων φοιτητών εξετάστηκαν ως ένα μέτρο της γνωστικής επεξεργασίας. Η κίνηση των ματιών αποκαλύπτει υποβόσκουσες διαδικασίες αντίληψης, προ απαιτούμενες της αποθήκευσης μιας πληροφορίας στη μνήμη εργασίας. Όσο περισσότερο παραμένει το βλέμμα σε μια πληροφορία τόσο πιο βαθιά είναι η επεξεργασία. Για να μην χωρίσουν οι φοιτητές την προσοχή τους ανάμεσα στο κείμενο και το οπτικό υλικό εφαρμόστηκε η αρχή προσαρμοστικότητας στη μάθηση με πολυμέσα και χρησιμοποιήθηκε αφήγηση αντί για γραπτό κείμενο. Τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαίωσαν ότι η θετική διάθεση πριν την μάθηση ενίσχυσε την επίδοση των φοιτητών.

Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι τα θετικά συναισθήματα ενισχύουν την επεξεργασία της πληροφορίας και την επικοινωνία, τη διαπραγμάτευση, τη λήψη αποφάσεων, τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων και την ικανότητα ταξινόμησης (Erez & Isen 2002, Konradt et al. 2003). Επίσης, ο συναισθηματικός σχεδιασμός αυξάνει την έμπνευση και το ενδιαφέρον. Τέλος, αποτελέσματα ερευνών δείχνουν ότι τα θετικά συναισθήματα υποστηρίζουν τη γνωστική επεξεργασία και τη μεταγνώση. (Plass et al. 2014)

2. Οι οπτικές αναπαραστάσεις στην εκπαίδευση- η χρήση των καρτών και του animation

2.1. Οπτικές αναπαραστάσεις

2.1.1. Οπτική χωρική μάθηση

(Larkin & Simon, 1987)

Είναι γνωστό ότι ο άνθρωπος μαθαίνει μέσω ποικίλων μηχανισμών και μάλιστα μαθαίνει περισσότερα αν ο τρόπος διδασκαλίας ταιριάζει με το ύφος μάθησής του. Οι Gardner, Felder και Silverman έχουν μελετήσει διαφορετικές μορφές μάθησης και έχουν αναπτύξει σχεδιαγράμματα ή προγράμματα σχετικά με τον προσδιορισμό της προτεινόμενης μάθησης και των διαφόρων μορφών διδασκαλίας. Οι Felder και Silverman έχουν ταξινομήσει τις μορφές μάθησης σε πέντε ομάδες (*αισθητήρια/δισαισθητική, οπτική/λεκτική, επαγωγική/παραγωγική, ενεργή/αντανακλαστική, διαδοχική/σφαιρική*). Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι γενικά, το ύφος διδασκαλίας των περισσότερων καθηγητών δεν ταιριάζει με το ύφος μάθησης των περισσότερων μαθητών. Και αυτό γιατί, οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα από διαδικασίες που είναι αισθητήριες, οπτικές, επαγωγικές και ενεργές, ενώ οι διαλέξεις τείνουν να είναι λεκτικές και παραγωγικές. Σύμφωνα με τον Gardner, μεταξύ των διαφορετικών μορφών μάθησης βρέθηκε να υπερισχύει η οπτικό-χωρική μορφή, δηλαδή η κατανόηση του κόσμου μέσω των ματιών και η έκφραση των ιδεών μέσω των γραφικών αναπαραστάσεων. Η οπτικό-χωρική μάθηση καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την *οπτικό-χωρική ικανότητα*. Ο όρος αυτός περιγράφει τη δυνατότητα της διαμόρφωσης και του ελέγχου μιας νοητικής εικόνας. Αντίθετα, η *οπτικό-χωρική κατανόηση* είναι η δυνατότητα της αντιπαραβολής, του χειρισμού και του προσανατολισμού ενός αντικειμένου νοητικά και της δημιουργίας νοητικών δομών μέσα από γραπτές και λεκτικές οδηγίες. Η κατανόηση αυτή υποδιαιρείται στα ακόλουθα δύο μέρη:

- Στον **χωρικό προσανατολισμό**, που σχετίζεται με τη συνειδητοποίηση ή την εκτίμηση των χωρικών σχέσεων και της σταθερότητας της εικόνας.
- Στη **χωρική απεικόνιση**, που σχετίζεται με τους νοητικούς χειρισμούς σε άλλα οπτικά σχέδια/μοτίβα.

Τέλος, εάν η οπτικό-χωρική γνώση είναι τόσο θεμελιώδης στην επιστήμη πρέπει επίσης να είναι σημαντική και στην επιστήμη της διδασκαλίας. Επιπροσθέτως, πρέπει να αναφερθεί ότι αντίθετα από τους τυπικούς χειρισμούς που τόσο συχνά χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία, τα νοητικά πειράματα αυξάνουν την ανθρώπινη ικανότητα χρήσης εικόνων και επιτρέπουν στους μαθητεύμενους να κατανοήσουν τις δυναμικές διαδικασίες και επομένως, να κατασκευάσουν καλύτερες και πιο μόνιμες αντιλήψεις. Γι' αυτό το σκοπό όλο και πιο συχνά στην μαθησιακή διαδικασία χρησιμοποιούνται οι οπτικές αναπαραστάσεις.

2.1.2. Εισαγωγή στις οπτικές αναπαραστάσεις

(Levie & Lentz, 1982)

Οι οπτικές αναπαραστάσεις προσελκύουν την προσοχή των μαθητών και διατηρούν το κίνητρό τους για μάθηση. Ουσιαστικά παρέχουν έναν πρόσθετο τρόπο παρουσίασης πληροφοριών και ενθαρρύνουν την απόκτηση γνώσης, την οποία οι μαθητές δεν μπορούν να εκλάβουν απευθείας και μόνο από το κείμενο. Πιο συγκεκριμένα, οι οπτικές αναπαραστάσεις ενισχύουν τη διατήρηση πληροφοριών που λαμβάνονται από σχετικό με το εξεταζόμενο θέμα ή έννοια, βελτιώνουν δηλαδή την επίλυση προβλημάτων και διευκολύνουν την ολοκλήρωση της νέας γνώσης με το να επιτυγχάνουν τη σύνδεσή της με την προγενέστερη γνώση. Στον χώρο των φυσικών επιστημών, οι οπτικές αναπαραστάσεις παίζουν σημαντικό και καθοριστικό ρόλο στον τρόπο παρουσίασης και ανάλυσης των φυσικών εννοιών ή διαδικασιών. Στην ουσία παρέχουν τα μέσα για να απεικονιστούν φαινόμενα ή διαδικασίες που χαρακτηρίζονται είτε ως πολύ μικρά ή μεγάλα σε μέγεθος είτε ως γρήγορα ή αργά για να τα παρακολουθήσει και να τα παρατηρήσει ένα μη εκπαιδευμένο μάτι. Επίσης, σύμφωνα με τον Buckley, ερμηνεύουν φαινόμενα μη ορατά ή αφηρημένα τα οποία δεν μπορούν άμεσα να παρατηρηθούν ή να βιωθούν.

Οι οπτικές αναπαραστάσεις ουσιαστικά εξωτερικεύουν την εσωτερική γνώση και αυτό έχει τουλάχιστον δύο οφέλη. Το όφελος όσον αφορά το μεμονωμένο άτομο είναι ότι μειώνει το γνωστικό φορτίο στη μνήμη. Ενώ, το όφελος όσον αφορά τις ομάδες ατόμων είναι ότι παρατηρείται μια ενιαία εκτίμηση του ίδιου συνόλου των ιδεών, καθώς επίσης και μια συλλογική αναθεώρησή τους. Επιπροσθέτως οι οπτικές αναπαραστάσεις έχουν χρησιμοποιηθεί για να προωθήσουν τη διαδικασία διατύπωσης του συμπεράσματος και της ανακάλυψης της γνώσης, με το να καταστήσουν τις παρουσιαζόμενες δομές και διαδικασίες πιο κατανοητές.

2.1.3. Συμβολή των οπτικών αναπαραστάσεων στην ενίσχυση της μαθησιακής διαδικασίας

(Lowe 2003, Mayer 2001)

Στην περίπτωση των μαθητών, οι οπτικές αναπαραστάσεις βελτιώνουν τη διαδικασία της μάθησής τους σε σχέση με το κείμενο, επειδή τους βοηθούν να εστιάζουν την προσοχή τους στο κείμενο, καθιστούν δηλαδή το κείμενο πιο σαφές («μια εικόνα αξίζει χίλιες λέξεις»), πιο συγκεκριμένο (ενισχύοντας τη λειτουργία της αντιπροσώπευσης), πιο κατανοητό (αναβαθμίζοντας τη λειτουργία τη ερμηνείας), δημιουργούν συνειρμούς (εξυπηρετώντας τη λειτουργία της οργάνωσης του κειμένου), συσχετίζουν το άγνωστο κείμενο με προγενέστερη γνώση τους και ενισχύουν τη μνημονική λειτουργία του μετασχηματισμού και της αναδόμησης της γνώσης. Οι διάφορες έννοιες και πληροφορίες συνδέονται με εικόνες οι οποίες εντυπώνονται στο μυαλό των μαθητών και ανακαλούνται πιο εύκολα.

Περαιτέρω, οι Levin και Mayer υιοθέτησαν την άποψη του Bransford, του τετραεδρικού προτύπου του Jenkins, για να υποστηρίξουν ότι τέσσερις μεταβλητές πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εξέταση του «γιατί», του

«πότε» και για «ποιους λόγους» οι οπτικές αναπαραστάσεις διευκολύνουν τη μάθηση. Οι μεταβλητές είναι:

- τα επιθυμητά αποτελέσματα όσον αφορά την απόδοση των μαθητών (όπως π.χ. η κατανόηση, η μνήμη, η μεταφορά),
- η φύση των απεικονίσεων (π.χ. πρέπει να συσχετίζονται με το περιεχόμενο του κειμένου),
- η φύση του κειμένου (π.χ. όσο πιο δυσνόητο είναι το κείμενο τόσο περισσότερο οι απεικονίσεις βοηθούν) και
- τα χαρακτηριστικά των μαθητών (π.χ. οι αρχάριοι που στερούνται σχετικού με το γνωστικό αντικείμενο υποβάθρου γνώσεων ωφελούνται περισσότερο από τις απεικονίσεις).

Επιπροσθέτως ο Reeck απαριθμεί διάφορους λόγους σύμφωνα με τους οποίους οι οπτικές αναπαραστάσεις πρέπει να διευκολύνουν τη μάθηση, συμπεριλαμβανομένων της ενδυνάμωσης του κινήτρου, της εστίασης του ενδιαφέροντος, της εμβάθυνσης της διαδικασίας της επεξεργασίας, της διευκρίνισης του περιεχομένου του κειμένου, της θεωρίας του διπλού κώδικα, της εννοιολογικής κωδικοποίησης, της ελαχιστοποίησης της παρέμβασης/αλλοίωσης του περιεχομένου, της επεξεργασίας του είδους των πληροφοριών που εξάγονται από ένα συγκεκριμένο τύπο κειμένου και της χρήσης νοητικών μοντέλων.

2.1.4. Οπτικός αλφαριθμητισμός

(Huk 2006, Rieber 2000)

Ο οπτικός αλφαριθμητισμός παρέχει τη δυνατότητα να ερμηνευθούν (να διαβαστούν) και να παραχθούν ή να χρησιμοποιηθούν (να διατυπωθούν) οι οπτικές αναπαραστάσεις, αντικείμενα και ορατές διαδικασίες.

Ο όρος «οπτικός αλφαριθμητισμός» χρονολογείται από τη δεκαετία του '60, αλλά η έννοια αυτή έχει παλαιότερες ρίζες. Αν και οι άνθρωποι παρατηρούν εικόνες/οπτικοποιήσεις συνεχώς, η οπτική εκπαίδευση στηρίζεται στην υπόθεση ότι οι άνθρωποι, και συγκεκριμένα οι μαθητές, πρέπει να μάθουν τρόπους να εξετάζουν τις οπτικές αναπαραστάσεις πιο αναλυτικά. Οι στρατηγικές που ακολουθούνται για τη διδασκαλία του οπτικού αλφαριθμητισμού, ξεκινούν με το χτίσιμο πάνω στη γνώση που ήδη οι μαθητές κατέχουν και οδηγούν σε μια πιο αναβαθμισμένη ανάλυση, μια προσέγγιση που συχνά αποκαλείται *γνωστική μαθητεία*. Ένας από τους σκοπούς της γνωστικής μαθητείας, περιλαμβάνει την ενεργοποίηση των εκπαιδευτικών να τεμαχίζουν ένα σύνθετο πρόβλημα στα συστατικά του μέρη, από όπου εξετάζεται ένα κάθε φορά.

Οι μαθητές μεταβαίνουν από τους αρχικούς ευδιάκριτους και γνωστούς στόχους στην ουσιαστική και δυσκολότερη προσωπική τους εργασία. Ο δάσκαλος, με άλλα λόγια, με τη χρήση μιας προσεκτικά επιλεγμένης ομάδας ασκήσεων ή ερωτήσεων πάνω σε ένα εξεταζόμενο θέμα ή έννοια, επιτρέπει στους μαθητές να προσεγγίσουν σταδιακά ένα επίπεδο υψηλότερης κατανόησης και γνώσης. Όπως π.χ. σε μια τάξη του δημοτικού σχολείου στο μάθημα των καλλιτεχνικών, ένα μάθημα οπτικού αλφαριθμητισμού μπορεί να

ξεκινήσει με το δάσκαλο να ζητά από τους μαθητές του να ορίσουν ένα αγαπημένο τους χρώμα, και στη συνέχεια τους προτείνει να εξετάσουν διαφημίσεις που χρησιμοποιούν το χρώμα της επιλογής τους, προκειμένου να εξερευνήσουν πώς το χρώμα κατευθύνει την προσοχή και διαμορφώνει τη διάθεσή τους. Όπως οι στρατηγικές διδασκαλίας του αλφαριθμητισμού με το κείμενο, έτσι και ο οπτικός αλφαριθμητισμός εξελίσσεται και αναβαθμίζεται. Αυτό γίνεται καθώς οι μαθητές αναπτύσσουν τις δεξιότητές τους χρησιμοποιώντας όρους και μορφές διαφορετικών οπτικών αναπαραστάσεων.

2.1.5. Χρήση αναπαραστάσεων στον τομέα των φυσικών επιστημών

Τα οπτικοποιημένα αντικείμενα βοηθούν στην εξήγηση, ανάπτυξη και μάθηση εννοιών στο πεδίο της επιστήμης. Για παράδειγμα η οπτικοποίηση έχει πολυάριθμες εφαρμογές στη χημεία. Στη χημεία οι οπτικές αναπαραστάσεις κάνουν τις συνδέσεις ορατές, παρουσιάζουν την δυναμική και διαδραστική φύση της χημείας και μειώνουν όλα αυτά που χρειάζεται να θυμούνται οι μαθητές καθιστώντας τις πληροφορίες πιο σαφείς (Vanra et al. 2011).

Τα εκπαιδευτικής φύσης πειράματα των φυσικών επιστημών που έχουν πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια των αναπαραστάσεων, εστιάζουν στην παραγωγή νέων επιστημονικών γεγονότων χρησιμοποιώντας τη βοήθεια, την οποία προσφέρουν οι νοητικές εικόνες, οι νοητικές διαδικασίες ή και τα δύο. Για παράδειγμα πολλοί φυσικοί χρησιμοποίησαν φανταστικούς κόσμους για να βρουν νέες ιδέες: το τρένο του Einstein, ο δαίμονας του Maxwell έχουν γίνει μέρος της θεωρίας της σχετικότητας, της διδασκαλίας της θερμοδυναμικής αντίστοιχα (Θεοδώρου 2011).

2.1.6. Ταξινόμηση εκπαιδευτικών οπτικοποιήσεων/γραφικών (Gunstone, R.F. ,1994)

Σύμφωνα με τον Alesandrini στην εκπαιδευτική διαδικασία χρησιμοποιούνται οπτικοποιήσεις/γραφικά που μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το περιεχόμενό τους σε τρεις τύπους:

1. *Αντιπροσωπευτικά γραφικά*, τα οποία παρουσιάζουν φυσική ομοιότητα με το αντικείμενο ή την έννοια που απεικονίζουν και μπορεί να είναι από πολύ ρεαλιστικά μέχρι και αφηρημένα. Τα πιο κοινά παραδείγματα ρεαλιστικών γραφικών παραστάσεων είναι οι φωτογραφίες και τα πλούσια λεπτομερειακά έγχρωμα γραφικά ή τα γραφικά υψηλής ποιότητας που μπορούν να δημιουργηθούν από υπολογιστές τελευταίας τεχνολογίας.
2. *Αναλογικά γραφικά*, τα οποία αποτελούν τον πιο συνηθισμένο τύπο γραφικών που χρησιμοποιούνται σε εκπαιδευτικά υλικά και περιβάλλοντα μάθησης. Βασικός σκοπός των αναλογικών γραφικών αποτελεί να κατευθύνουν τους μαθητές να δουν τις απαραίτητες σχέσεις μεταξύ των μερών της αναλογίας και να βοηθήσουν στη γνωστική διαδικασία. Μια αναλογία

μπορεί να ενεργήσει ως μια «δομική μονάδα» πάνω στην οποία η νέα έννοια κατασκευάζεται.

Βέβαια η παραπάνω διαδικασία προϋποθέτει ότι ο μαθητής κατανοεί το περιεχόμενο της αναλογίας, ειδάλλως η χρήση της είναι ανούσια. Όμως, υπάρχουν και περιπτώσεις όπου οι μαθητές μπορεί να διαμορφώσουν *παρανοήσεις* λόγω της λανθασμένης κατανόησης του τρόπου που η αναλογία λειτουργεί σε σχέση με το γνωστικό αντικείμενο. Συνεπώς η χρησιμότητα της αναλογίας, εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από την προγενέστερη γνώση του μαθητή.

3. *Αυθαίρετα γραφικά*, τα οποία δεν παρουσιάζουν καμία φυσική ομοιότητα με τις έννοιες ή τις διαδικασίες που περιγράφουν και αντιπροσωπεύουν, αλλά οπτικοποιούν και επεξηγούν τις λογικές ή εννοιολογικές σχέσεις χρησιμοποιώντας ποικίλα οπτικά και χωρικά μέσα. Παραδείγματα αυτού του είδους είναι τα διαγράμματα, τα ιστογράμματα, οι γραφικές παραστάσεις, τα διαγράμματα ροής, εννοιολογικοί χάρτες κ.α.

Σε εκπαιδευτικές εφαρμογές οι τρεις τύποι γραφικών ανάλογα με τη χρήση τους ταξινομούνται σε διακοσμητικά, παροχής κινήτρου, πρόκλησης προσοχής-απόκτησης κέρδους, παρουσίασης και πρακτικής. Οι τρεις εφαρμογές των εκπαιδευτικών γραφικών (προσοχής-κέρδους, παρουσίασης και πρακτικής) εξυπηρετούν γνωστικές λειτουργίες, ενώ οι άλλες δύο εφαρμογές (διακοσμητική και κινήτρου) εξυπηρετούν συναισθηματικές λειτουργίες.

2.2. Animation και καρτούν στην εκπαίδευση

2.2.1. Η χρήση των εικόνων στην εκπαίδευση

Από τη μία μεριά ο λεκτικός τρόπος διδασκαλίας έχει μια μακρά ιστορία στην εκπαίδευση και οι λέξεις είναι ξεκάθαρα το κύριο μέσο μεταφοράς πληροφορίας στο σχολείο. Επίσης, η διάλεξη και το σχολικό βιβλίο παρουσιάζουν σαφώς τις βασικές πληροφορίες. Από την άλλη μεριά όμως η λεκτική μέθοδος διδασκαλίας είναι κάποιες φορές βασισμένη σε μια ανεπαρκή θεωρία για το πώς μαθαίνουν οι μαθητές- τη θεωρία της μεταφοράς πληροφορίας. Σύμφωνα με αυτήν την άποψη το να μαθαίνεις περιλαμβάνει την προσθήκη νέας πληροφορίας στη μνήμη, έτσι η διδασκαλία περιλαμβάνει μεταφορά της πληροφορίας στον μαθητή μέσω λέξεων. Αυτή η άποψη είναι ασύμβατη με νέες θεωρίες για το πώς μαθαίνουν οι άνθρωποι όπως την θεωρία του κονστрукτιβισμού/επικοδομιτισμού. Υπάρχουν εμπειρικά στοιχεία ότι η μόνο λεκτική μέθοδος δεν λειτουργεί πάντα τόσο καλά (Mayer, 2003). Επίσης, τα κείμενα ορισμένων βιβλίων είναι βαρετά. Δεν επικαλούνται τις αισθήσεις και είναι γραμμένα με έναν τρόπο τυπικό και δυσανάγνωστο. Όλο αυτό προκαλεί αδράνεια, δύσκολο να ξεπεραστεί ειδικά αν το θέμα του βιβλίου είναι δυσνόητο (Rowe, 2005).

Η έρευνά του Mayer(1997,1999,2001) δείχνει ότι οι μαθητές που ακούν η διαβάζουν εξηγήσεις που παρουσιάζονται μόνο μέσω λέξεων είναι ανίκανοι στο

να θυμηθούν τις περισσότερες έννοιες-κλειδιά και αντιμετωπίζουν δυσκολία στο να χρησιμοποιήσουν ό,τι τους παρουσιάστηκε για να λύσουν προβλήματα.

Επιπλέον, οι Mayer & Anderson(1991) βρήκαν ότι ο συνδυασμός των οπτικών αναπαραστάσεων και της λεκτικής πληροφορίας ενίσχυσε την κατανόηση των επιστημονικών εξηγήσεων και εννοιών. Οι μαθητές στους οποίους παρουσιάστηκαν και κείμενο και εικόνες απέδωσαν καλύτερα σε δραστηριότητες λύσης προβλημάτων από τους μαθητές στους οποίους η παρουσίαση έγινε με λέξεις ή εικόνες μόνο. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η αποτελεσματική κατανόηση των επιστημονικών εξηγήσεων απαιτεί μια χαρτογράφηση μεταξύ λέξεων και εικόνων.

Τέλος, τα ευρήματα της έρευνας των Dechsri, Jones και Heikkinen (1997) αποκάλυψαν ότι οι μαθητές που χρησιμοποίησαν έναν οδηγό εργαστηρίου με εικόνες και διαγράμματα απέδωσαν καλύτερα και είχαν πιο θετική στάση απέναντι στην εργαστηριακή εργασία σε σχέση με τους μαθητές που χρησιμοποίησαν ένα εγχειρίδιο χωρίς εικόνες.

Σύμφωνα με τη θεωρία του διπλού κώδικα οι μαθητές θα θυμούνται και θα επεξεργάζονται υλικό καλύτερα αν το κωδικοποιήσουν και οπτικά και λεκτικά διότι έχουν δύο ξεχωριστούς τρόπους να βρίσκουν την πληροφορία στην μνήμη (Mayer & Anderson, 1991).

Η χρήση των εικόνων στην εκπαίδευση έχει διάφορες σημαντικές λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένου του κινήτρου, της προσοχής, της εξερεύνησης, της παρουσίασης του περιεχομένου, της οργάνωσης της εξήγησης, της επιβεβαίωσης, της έμφασης, της αισθητικής και της διασκέδασης (Medina, 1992).

Βέβαια θα πρέπει οι εικόνες να χρησιμοποιούνται με μέτρο και να μην είναι πολύπλοκες. Ο Dewey(1913) έχει προειδοποιήσει στο βιβλίο του ότι το να προσθέτεις ενδιαφέρουσες αλλά άσχετες λεπτομέρειες παρεμβαίνει στην διαδικασία της μάθησης. Μελέτες οι οποίες ελέγχουν τις αρχές της Γνωστικής Θεωρίας Μάθησης με Πολυμέσα έδειξαν ότι η οπτική πολυπλοκότητα σκηνών με πολλές ενδιαφέρουσες αλλά άσχετες οπτικές πληροφορίες εμποδίζει την μάθηση (Harp & Mayer, 1997, 1998, Mayer et al., 2001).

2.2.2 Animation (κινηματογράφος της εμψύχωσης)

Σύμφωνα με τους Bétrancourt & Tversky (2000), το animation είναι η οπτική αναπαράσταση, η οποία παράγει μια σειρά από καρέ έτσι ώστε κάθε καρέ να εμφανίζεται σαν εναλλαγή του προηγούμενου. Το animation (κινηματογράφος της εμψύχωσης) είναι οτιδήποτε δεν είναι μια απλή λήψη της πραγματικής ζωής αλλά κατασκευάζει κάτω ή απέναντι από την κάμερα ή με μέσο τον υπολογιστή, ένα φανταστικό είδος ζωής, στο οποίο τα γεγονότα συμβαίνουν για πρώτη φορά στην οθόνη. Το animation είναι η εμψύχωση σταθερών εικόνων, οι οποίες προβαλλόμενες στη σειρά δημιουργούν κινηματογραφική συνέχεια. Τα animation films είναι ταινίες στις οποίες σε αντίθεση με το live film, που κινηματογραφεί την πραγματικότητα στην συνέχεια, κάθε frame δημιουργείται

ξεχωριστά. Η ASIFA (διεθνής ένωση παραγωγών του animation film) έχει δώσει τους εξής ορισμούς: «Ο κινηματογράφος του αληθινού παράγει με μηχανικό τρόπο και μέσω την φωτογραφία συμβάντα παρόμοια με αυτά που βλέπουμε τελικά στην οθόνη, ενώ ο κινηματογράφος της εμψύχωσης δημιουργεί τα συμβάντα με μέσο διαφορετικά εργαλεία και λήψη. Σε ένα film animation τα γεγονότα συμβαίνουν πρώτη φορά στην οθόνη». «Το animation film είναι η τέχνη η οποία επικοινωνεί μέσω των εικόνων της κίνησης και του ήχου»(Μούρη, 2009).

Από πάντα προσπαθούσε ο άνθρωπος να κάνει τις εικόνες να κινηθούν, και επομένως η ιδέα του animation είναι αιώνες πιο παλιά από τις ταινίες ή την τηλεόραση. Πριν 35.000 χρόνια ο άνθρωπος ζωγράφιζε ζώα σε σπηλιές, ζωγραφίζοντας κάποιες φορές τέσσερα ζευγάρια πόδια για να δείξει την κίνηση. Το 1600 π.Χ. ο Φαραώ της Αιγύπτου Ραμσής ο δεύτερος έκτισε ένα ναό στη θεά Ίσιδα που είχε 110 κολώνες. Ευφυώς κάθε κολώνα είχε μια ζωγραφισμένη φιγούρα της θεάς σε μια διαφορετική στάση η κάθε μία. Έτσι στους ιππείς και τους αρματηλάτες η Ίσιδα φαινόταν σαν να κινείται. Οι αρχαίοι Έλληνες κάποιες φορές διακοσμούσαν τα αγγεία τους με φιγούρες σε διαδοχικά στάδια δράσης. Η περιστροφή του αγγείου δημιουργούσε την αίσθηση της κίνησης.(Williams, 2009)

Πολύ αργότερα δημιουργήθηκαν μια σειρά από animation toys και σιγά-σιγά το animation εξελίχθηκε σε αυτή τη μαγεία που γνωρίζουμε σήμερα. Τα βασικότερα από αυτά τα *animation toys* στη χρονολογική τους εξέλιξη είναι τα εξής: Το θαυματοτρόπιο, το φενακιστικοσκόπιο, το στροβοσκόπιο, το ζωοτρόπιο, το φαντοσκόπιο, το πραξινοσκόπιο, το ζωοπραξινοσκόπιο, ο κινεογράφος, το mutoscope και το οπτικό θέατρο.

Η τεχνική του animation αλλά και του κινηματογράφου στηρίχτηκε στη θεωρία του μετεϊκασματος της όρασης, σύμφωνα με την οποία ο ανθρώπινος εγκέφαλος και το σύστημα της όρασης χρειάζονται 1/12 του δευτερόλεπτου για να αποτυπώσουν μια εικόνα και να περάσουν στην επόμενη. Αυτή η θεωρία είναι γνωστή από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα, από ένα άρθρο του Peter Mark Roget. Γι' αυτό το λόγο ο κόσμος δεν σκοτεινιάζει κάθε φορά που κλείνουμε τα μάτια μας. Στον κινηματογράφο προβάλλονται 24 εικόνες το δευτερόλεπτο και κάθε μία χωρίζεται με την επόμενη με μαύρα διαστήματα. Οι εικόνες δεν είναι δεμένες μεταξύ τους αλλά αυτό ο θεατής δεν μπορεί να το αντιληφθεί, λόγω του μετεϊκασματος της όρασης.

Όταν ο θεατής λαμβάνει μια σειρά από εικόνες που διαδέχεται η μία την άλλη με ταχύτητα 1/12 του δευτερόλεπτου και μεγαλύτερη, δημιουργείται το αίσθημα της κίνησης και της συνέχειας, ενώ τα σκοτεινά μέρη δεν μπορεί να τα αντιληφθεί. (Μούρη, 2009).

2.2.3. Το animation στην εκπαίδευση

Τα animation και οι ψηφιακές οπτικές αναπαραστάσεις έχουν αυξηθεί δραματικά από τη δεκαετία του '80 (Vavra et al., 2011) και η χρήση τους επεκτείνεται και στον τομέα της εκπαίδευσης.

Μελέτες έδειξαν ότι η χρήση ταινιών animation στη διδασκαλία της επιστήμης είχαν θετικό αντίκτυπο στη μαθησιακή διαδικασία (Barak et al., 2011). Όσο πιο πολύπλοκο το μαθησιακό υλικό τόσο περισσότερα τα πλεονεκτήματα των δυναμικών μέσων σε σύγκριση με τα στατικά. Για παράδειγμα ένα animation για την αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης πλεονεκτεί συγκριτικά με τις ακίνητες εικόνες (Vavra et al., 2011).

Γενικά τα κινούμενα γραφικά υπερτερούν των στατικών στις παρακάτω περιπτώσεις (Rieber, 1994):

- Για οπτικοποίηση δυναμικών φαινομένων που δεν μπορούν να γίνουν εύκολα αντιληπτά λόγω χρονικής ή χωρικής κλίμακας.
- Για οπτικοποίηση δυναμικών φαινομένων που δεν μπορούν να αναπαρασταθούν και να καταγραφούν φωτογραφικά λόγω επικινδυνότητας ή κόστους.
- Για οπτικοποίηση αφηρημένων εννοιών.
- Για αναπαράσταση τροχιάς, κίνησης και χρονικών μεταβολών.

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα των Yang et al.(2003) που παρακολούθησαν animation επέδειξαν καλύτερη κατανόηση των εννοιών της χημείας από ότι οι αντίστοιχοι που μελέτησαν στατικά διαγράμματα, μιας και υπάρχει πολύ περισσότερη πληροφορία συγκεντρωμένη σε ένα animation σε σχέση με τα στατικά γραφικά (Tversky et al. 2002). Επίσης, σύμφωνα με τους Mayer & Anderson (1991) η παρουσίαση επεξηγηματικών λέξεων και εικόνων ξεχωριστά, στα πλαίσια του σχολικού βιβλίου, δεν είναι αρκετή για να εξασφαλίσει την επιστημονική κατανόηση, διότι η αποτελεσματική κατανόηση εξαρτάται από τον συντονισμό λέξεων και εικόνων, δηλαδή λεκτική αφήγηση ταυτόχρονα με animation.

Παρακολουθώντας εκπαιδευτικά animations οι μαθητές δεν καταβάλλουν γνωστική προσπάθεια για να κατασκευάσουν διανοητικά δυναμικές αναπαραστάσεις. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα περισσότεροι γνωστικοί πόροι να απελευθερώνονται, οι οποίοι θα μπορούσαν ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν για δραστηριότητες σχετικές με τη μάθηση και τη βαθιά επεξεργασία. Από την άλλη μεριά το να μαθαίνεις με στατικές γραφικές αναπαραστάσεις απαιτεί ενσωμάτωση της πληροφορίας και επαγωγικό συλλογισμό τα οποία μπορεί να επιβάλλουν αξιοσημείωτο νοητικό φορτίο στους μαθητές (Lin & Atkinson 2011). Αυτές οι επιπρόσθετες απαιτήσεις σε επεξεργασία μπορεί να προκαλέσουν στους μαθητές να βιώσουν γνωστική υπερφόρτωση όπως δείχνουν κάποια ευρήματα ερευνών (Hegarty, 1992; Hegarty & Just, 1993).

Τρεις πρόσφατες μελέτες βρήκαν ότι τα animation αύξησαν τα επίπεδα αφοσίωσης και ενδιαφέροντος των μαθητών (Annetta et al. 2009, Korakakis et al. 2009, Limniou et al. 2008) Στην έρευνα των Barak et al.(2011) στόχος ήταν

η διερεύνηση της επίδρασης των ταινιών animation στην απόδοση και το κίνητρο των μαθητών. Οι ταινίες animation αποτέλεσαν την αιτία για τη βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών, της επεξηγηματικής ικανότητας και του κινήτρου για μάθηση της επιστήμης. Επίσης, οι μαθητές ανέπτυξαν υψηλότερο κίνητρο να γνωρίσουν την επιστήμη σε σχέση με την αυτό-αποτελεσματικότητα, το ενδιαφέρον, την ευχαρίστησή τους, την καθημερινή ζωή αλλά και το μέλλον τους συγκριτικά με τους μαθητές που χρησιμοποίησαν σχολικά βιβλία με ακίνητες εικόνες.

Το animation μπορεί να συμβάλει σε καλύτερη κατανόηση με δύο τρόπους: πρώτον καθιστά δυνατή την δημιουργία νοητικών αναπαραστάσεων, εννοιών, φαινομένων και διαδικασιών. Δεύτερον μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντικαταστήσει δύσκολες γνωστικές διαδικασίες (όπως αφαίρεση, φαντασία ή δημιουργικότητα) που είναι ελλιπείς σε κάποιους μαθητές (Barak et al., 2011).

Σύμφωνα με τη Γνωστική Θεωρία του Mayer (2002) η γνώση αναπαρίσταται και διαχειρίζεται μέσω δύο γνωστικών καναλιών. Οι ταινίες animation που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη ήταν ένας συνδυασμός των δύο αυτών καναλιών. Το γραπτό κείμενο και οι χαρακτήρες δημιούργησαν το οπτικό-εικονικό κανάλι. Η μουσική, η αφήγηση και η φωνή των χαρακτήρων σχημάτισαν το ακουστικό-λεκτικό κανάλι. Όπως και σε άλλες μελέτες στα πολυμέσα (Dori et al., 2007, Garcia et al., 2007) η έρευνα των Barak et al., (2011) έδειξε ότι η χρήση πολλών αισθήσεων για την οικοδόμηση της γνώσης προωθεί την μάθηση με νόημα. Επίσης, το animation μπορεί να ενισχύσει την μαθησιακή διαδικασία και των οπτικών τύπων (visualizers) και των ακουστικών (verbalizers).

Το animation σε συνδυασμό με την αφήγηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τα παιδιά να μάθουν ειδικά αυτά με χαμηλή χωρική νοημοσύνη χωρίς την παρεμβολή του κειμένου που θα αυξήσει το γνωστικό τους φορτίο (Khan & Masood, 2012).

Ακόμη ένα από τα δυνατά σημεία του animation είναι ότι αν βρίσκεται σε ένα web server οι μαθητές μπορούν να το συμβουλευτούν όποτε εκείνοι επιθυμούν.

Φυσικά υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα στη χρήση του animation στην τάξη. Πρώτον, στην περίπτωση πολύχρωμων animation με ήχο κάποιοι μαθητές δεν μπορούν να παρακολουθήσουν τις εξηγήσεις και η προσοχή τους αποσπάται από τις κινήσεις των κινούμενων αντικειμένων. Αυτό συμβαίνει όταν το σχέδιο αποσκοπεί μόνο στο να είναι διασκεδαστικό και δεν διατηρεί την σωστή ισορροπία ανάμεσα στον περισπασμό και τη μετάδοση της πληροφορίας (Garcia et al., 2007). Δεύτερον, σύμφωνα με τους Schnotz & Rasch (2005) τα animation μπορούν να βλάψουν τη διαδικασία της μάθησης εμποδίζοντας τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τη φαντασία τους για να δημιουργήσουν τα δικά τους νοητικά μοντέλα.

Ο κινηματογράφος της εμπύχωσης δεν σημαίνει και αναγκαστικά παιδικός κινηματογράφος. Το εμπορικό animation και οι τηλεοπτικές σειρές είναι ο τομέας που απευθύνεται στη μαζική κατανάλωση του φαινομένου. Αυτός ο τομέας του animation, βοήθησε στο να αναπτυχθούν τα δύο βασικά λάθη που ακολουθούν τον κινηματογράφο της εμπύχωσης μέχρι σήμερα:

A) Θεωρείται παρακλάδι του κινηματογράφου και όχι μια αυτόνομη τέχνη, μίγμα ζωγραφικής, γραφιστικής, χαρακτηριστικής και γλυπτικής σε κίνηση.

B) Συγγέεται με τα κινούμενα σχέδια, που είναι μόνο ένα είδος του κινηματογράφου της εμψύχωσης (Μούρη, 2009)

2.2.4. Κινούμενα σχέδια-κόμικς-καρτούν

Τα **κινούμενα σχέδια** αποτελούν μια σειρά διαδοχικών σχεδίων που αφηγούνται μια ιστορία, διαπραγματεύονται ένα κεντρικό θέμα και εμπεριέχουν τα στοιχεία της αφήγησης και της σχεδιοκίνησης. Τρία από τα χαρακτηριστικά των κινουμένων σχεδίων που συναντούμε συχνά είναι η υπερβολή, το χιούμορ και ο ανθρωπομορφισμός. Η ιστορία παρουσιάζεται μέσα από τους διαλόγους, την αφήγηση ή τα αμιγώς οπτικά σύμβολα. (Δαλακώστα 2009).

Τα **κόμικς** (comics) από την άλλη, που αναφέρονται και ως «ένατη τέχνη», είναι μια μορφή οπτικής τέχνης που αποτελείται από διαδοχικές εικόνες που συνήθως συνδυάζονται με κείμενο, το οποίο ως εκφερόμενος λόγος τοποθετείται σε συννεφάκια κειμένου ή ως περιγραφή σε λεζάντες. Στο κόμικ υπάρχει αφηγηματική αλληλουχία μεταξύ των εικόνων. Τα κόμικς σε αντίθεση με τα κινούμενα σχέδια είναι στατικά.

Ένας γενικότερος όρος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι το **καρτούν** (cartoon) που μπορεί να ταυτίζεται με κινούμενο σχέδιο ή με κόμικ στριπ (ένα σύντομο κόμικ που συναντάται σε εφημερίδες και περιοδικά). Ένας από τους ορισμούς του καρτούν είναι ο εξής: ένα αστείο σκίτσο που διεγείρει τη σκέψη και χειρίζεται οποιοδήποτε γεγονός σχετικά με τους ανθρώπους και την κοινωνία χρησιμοποιώντας υπερβολή (Sengül & Dereli, 2010).

2.2.5. Τα πλεονεκτήματα των καρτούν στην εκπαίδευση

Τα καρτούν και τα κόμικς αποτελούν μια από τις πιο δημοφιλείς μορφές των διδακτικών μέσων και είναι επίσης άφθονα και εύκολα προσβάσιμα. Είναι διαθέσιμα σε εφημερίδες και περιοδικά αιχμαλωτίζοντας την προσοχή των παιδιών και όχι μόνο. Είναι ευρέως διαδεδομένα και αποδεκτά από όλα τα επίπεδα της κοινωνίας (Khalid et al., 2010).

Τα καρτούν και τα κόμικς έχουν χρήση στη διδασκαλία επίσης πέρα από την χρήση τους στα μέσα μαζικής ενημέρωσης (Gafoor & Shilna, 2013). Πολλές μελέτες έχουν αποδείξει την αξία των κόμικς και των καρτούν σαν μέθοδο μάθησης (Sim et al., 2014). Τα καρτούν έχουν παιδαγωγική αξία και αιχμαλωτίζουν την προσοχή του πιθανώς απρόθυμου αναγνώστη. (Witkowski, 1997).

Το κύριο μέλημα του εκπαιδευτικού είναι αρχικά να κεντρίσει το ενδιαφέρον και κατά συνέπεια να αποσπάσει την προσοχή των μαθητών του ώστε να μπορέσει να επικοινωνήσει μαζί τους και να μεταφέρει αλλά και να ανασκευάσει τη γνώση (Roesky & Kennepohl 2008, Di Raddo 2006). Τα κινούμενα σχέδια παρέχουν

στους εκπαιδευτικούς το μέσο με το οποίο μπορούν να προσεγγίσουν τους μαθητές τους (Brocka 1982, Urbani 1982). Τα κινούμενα σχέδια λόγω του χαλαρού και μη επίσημου ύφους τους, οι μαθητές δεν τα αντιλαμβάνονται ως απειλή ή ως υλικό εκμάθησης που του επιβάλλεται από τον εκπαιδευτικό (Richie, 1979).

Τα χρώματα, οι συστάσεις και τα σχέδια είναι ιδιαίτερα ελκυστικά στους περισσότερους μαθητές. Κατά τη χρήση τους στη διδακτική πράξη αιχμαλωτίζουν αρχικά το βλέμμα των μαθητών και στη συνέχεια τους επιτρέπουν να ταξιδέψουν με το μυαλό τους σε ένα κόσμο φαντασίας και διασκέδασης.

Με τα κινούμενα σχέδια οι μαθητές διευκολύνονται, το μάθημα γίνεται πιο κατανοητό και το κείμενο πιο σαφές αφού χρησιμοποιούνται οπτικές αναπαραστάσεις. Ιδιαίτερως λόγω της οπτικής κι ελκυστικής προοπτικής, αλλά κυρίως λόγω της γενικής απήχησης, τα κινούμενα σχέδια είναι συνήθως απλά, περιγράφουν ένα ενιαίο μήνυμα και είναι οργανωμένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολο να τα ανακαλέσει ο θεατής στη μνήμη του. Έχουν σχεδιαστεί χωρίς πολλές λεπτομέρειες, αφού αυτό που ενδιαφέρει είναι η παρουσίαση και η κατανόηση μιας ιδέας, έννοιας ή κατάστασης (Δαλακώστα, 2009). Το καρτούν είναι ικανό κάποιες φορές να μεταδώσει ένα πολύπλοκο μήνυμα με ένα πολύ πιο άμεσο και συνοπτικό τρόπο από ότι η γλώσσα (Tsakona, 2009) και μπορεί να πει κάτι σημαντικό πιο άμεσα και ανώδυνα από ότι η ανάγνωση ή οι διαλέξεις θα μπορούσαν ποτέ (Gafoor & Shilna 2013).

Οι ιδέες που μεταφέρονται μέσω των καρτούν είναι εύκολα κατανοητές μέσα από τη δράση του κεντρικού χαρακτήρα (Khalid, 2010). Η χρησιμοποίηση των κινουμένων σχεδίων είναι αποτελεσματική επειδή είναι οικεία στους μαθητές και το σημαντικότερο είναι ότι μπορούν να αποκαλύψουν πολλά γεγονότα με μία μόνο ματιά (Philippe, 1980).

Η χρήση των καρτούν ως διδακτική στρατηγική άρχισε να κερδίζει την προσοχή των εκπαιδευτικών διότι τα καρτούν είναι ικανά:

- Να αυξάνουν την κατανόηση, την προσοχή και το ενδιαφέρον.
- Να βελτιώνουν το κίνητρο για μάθηση.
- Να βελτιώνουν την νοοτροπία των μαθητών, να αυξάνουν την παραγωγικότητα, την δημιουργικότητα και την αποκλίνουσα σκέψη (τρόπος σκέψης που βασίζεται στο να σκέφτεται κάποιος πρωτότυπες και ασυνήθιστες λύσεις για την επίλυση ενός προβλήματος).
- Να μειώνουν το άγχος και το στρες και να αυξάνουν την ενεργό συμμετοχή στην μαθησιακή διαδικασία.
- Να μειώνουν την ανία και τις διαταραχές συμπεριφοράς (Khalid, 2010).

Τα καρτούν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κερδίσουν και να διατηρήσουν την προσοχή γεφυρώνοντας το χάσμα ανάμεσα στην αντίληψη και τη βαθιά κατανόηση (Rowe, 2005). Επίσης, μέσω των καρτούν αυξάνεται ο ενθουσιασμός και η αποφασιστικότητα (Plass et al. 2014).

Ο Eullie (1969) υποστηρίζει ότι όταν τα καρτούν χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία μπορούν να δημιουργήσουν και να διατηρήσουν το ενδιαφέρον, να ενθαρρύνουν τους μαθητές να σκεφτούν και να βοηθήσουν τους καθηγητές να καταλάβουν τα θέματα των μαθητών.

2.2.6. Τα καρτούν στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών

Τα κινούμενα σχέδια παίζουν ένα σημαντικό ρόλο σε πολλές πτυχές της μετάδοσης της επιστήμης (Witkowski 1997) και αποτελούν ένα ενδιαφέρον και ευχάριστο διδακτικό εργαλείο γενικά για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Ένας από τους λόγους για τους οποίους οι φυσικές επιστήμες θεωρούνται δυσνόητες και συχνά φοβίζουν τους μαθητές είναι ότι οι ίδιοι οι μαθητές έχουν την πεποίθηση ότι εξετάζουν και αναλύουν έννοιες, φαινόμενα και καταστάσεις, που δύσκολα μπορούν να εξηγήσουν και να κατανοήσουν (Δαλακώστα, 2009).

Για παράδειγμα ένα από τα μαθήματα που φοβούνται οι μαθητές είναι τα μαθηματικά και είναι ένα μάθημα για το οποίο έχουν προκαταλήψεις. Το άγχος των μαθηματικών ισοδυναμεί με πανικό, παράλυση και μαθησιακές διαταραχές όταν οι μαθητές επιθυμούν να λύσουν ένα αριθμητικό πρόβλημα. Λαμβάνοντας αυτό υπόψη είναι σημαντικό να κανονίζουμε δραστηριότητες και να δημιουργούμε περιβάλλοντα που στοχεύουν στην ανακούφιση του άγχους του μαθητή. Αυτό μπορεί να γίνει με τη χρήση των καρτούν που επικαλούνται περισσότερες αισθήσεις τραβώντας την προσοχή του μαθητή και τον βοηθούν να θυμάται τη γνώση δίνοντάς του την ευκαιρία να διερωτηθεί και να επικαλεστεί όχι μόνο τα γνωστικά αλλά και τα συναισθηματικά του πεδία.

Η θετική επίδραση των εικονογραφήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των παράλογων ιδεών και την ανάπτυξη της μαθηματικής σκέψης. Καλώς επιλεγμένα καρτούν συμβάλουν στην πνευματική ανάπτυξη και την κριτική ικανότητα του μαθητή. Η διδασκαλία των μαθηματικών υποβοηθούμενη από τα καρτούν μπορεί να υποβιβάσει τα μαθηματικά αντικείμενα από αφηρημένα σε συγκεκριμένα, να κάνει τους μαθητές να σκεφτούν ενώ διασκεδάζουν και να απαλύνει τα άγχη τους ενώ επικαλείται τα συναισθηματικά τους πεδία.

Ένα οπτικό εργαλείο όπως τα καρτούν θα βοηθούσε την εργασία του καθηγητή στον μαυροπίνακα διότι το καρτούν παρακινεί και δημιουργεί μια ευκαιρία για διάλογο τραβώντας το βλέμμα. Ελκύει την όραση και θα μπορούσε να εξασφαλίσει τη μονιμότητα/σταθερότητα της γνώσης και να εξαλείψει τις πληροφορίες που ξεχνούν οι μαθητές όταν μαθαίνουν με απομνημόνευση ή αποστήθιση (Sengül & Dereli, 2010).

Η στρατηγική χρήσης των καρτούν προσελκύει περισσότερους μαθητές στο να ενδιαφερθούν εκτός από τα μαθηματικά και για τη φυσική, το δύσκολο μάθημα που αποτελεί τη βάση για την κατανόηση της επιστήμης και της τεχνολογίας. Ο σκοπός της μάθησης δεν είναι μόνο ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός, αλλά η κατανόηση και χρήση της επιστημονικής γνώσης και των δεξιοτήτων που θα τους επιτρέψουν να συμμετάσχουν ως ενημερωμένοι πολίτες στη λήψη αποφάσεων για βιώσιμη ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας σε εθνικό επίπεδο (Khalid et al. 2010).

Στην έρευνα των Khalid et al. (2010) ένα ερωτηματολόγιο δόθηκε σε 50 καθηγητές και η πλειοψηφία των καθηγητών απάντησε ότι όταν χρησιμοποιούνται καρτούν:

- Οι μαθητές ευχαριστούνται να μαθαίνουν φυσική
- Το περιβάλλον της τάξης είναι θετικό
- Οι μαθητές γίνονται πιο ευφάνταστοι
- Ερεθίζεται η δημιουργικότητα τους
- Κατανοούν καλύτερα και αυξάνεται το ενδιαφέρον τους
- Το υλικό είναι διασκεδαστικό σε αντίθεση με το ανιαρό γραπτό υλικό.

Τα καρτούν κάνουν τις επιστημονικές ιδέες πιο προσβάσιμες. Επίσης, εξυπηρετούν πολλούς εκπαιδευτικούς στόχους όπως την ανάπτυξη των ικανοτήτων ανάγνωσης και λεξιλογίου, των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων, την επίλυση διαφωνιών και την εκμείευση προ υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης.(Gafoor & Shilna, 2013)

Τα κινούμενα σχέδια μπορούν να αποτελέσουν ένα πολύτιμο εργαλείο αξιολόγησης στον τομέα των φυσικών επιστημών για πολλούς λόγους. Καταρχάς είναι σχετικά με τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Δεύτερον προωθούν τις δεξιότητες της παρατήρησης, της καθιέρωσης των υποθέσεων και της επαγωγικής τους σκέψης. Τρίτον, ενισχύουν τις δυνατότητές τους στην προσπάθεια τους να εφαρμόσουν την επιστημονική γνώση στην καθημερινή τους ζωή, αφού αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής των περισσότερων μαθητών. Τέταρτον, υποκινούν την περιέργεια, τη δημιουργικότητα και την επιθυμία των μαθητών να εκφραστούν μέσω της αντιπροσώπευσης ακόμα και δικών τους ιδεών υπό μορφή ενδιαφερόντων σχεδίων και κωμικών ιστοριών (Δαλακώστα,2009).

Ακόμη και στο πανεπιστήμιο τα κινούμενα σχέδια στον χώρο των φυσικών επιστημών μπορούν να σπάσουν την μονοτονία μιας διάλεξης και να κρατήσουν όχι μόνο το ενδιαφέρον των φοιτητών ζωντανό αλλά και αν επιτύχουν την κατανόηση του θέματος που τους παρουσιάζεται (Flannery, 1993).

2.2.7. Χιουμοριστικά καρτούν

Τα καρτούν μπορούν επίσης να αποτελέσουν έναν καλό τρόπο αντιμετώπισης του άγχους και της έλλειψης κατανόησης με το χιούμορ(Sengül & Dereli 2010, Rowe 2005).

Σε μια άλλη έρευνα, του Chua Yan Piau (2012), συμμετείχαν καθηγητές που παρακολουθούσαν ένα σεμινάριο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πειραματική έρευνας όταν προστέθηκαν χιουμοριστικές εικονογραφήσεις με καρτούν στο υλικό του σεμιναρίου αυξήθηκαν σημαντικά οι βαθμοί των καθηγητών.

Κάποιοι ερευνητές εξηγούν τα αποτελέσματα των χιουμοριστικών εικονογραφήσεων στο διάβασμα μέσω της θεωρίας ανακούφισης του γέλιου, η οποία έχει ρίζες στη θεωρία του Freud. Η θεωρία δηλώνει ότι το χιούμορ απελευθερώνει συναισθηματική ενέργεια και ένταση. Δρα σαν ένα θετικό κίνητρο, ενισχύει την πρόθεση για ανάγνωση και αυξάνει τον ρυθμό ανάγνωσης. Έτσι, η χιουμοριστική εικονογράφηση εξουδετερώνει την ανία των μαθητών όταν διαβάζουν ακαδημαϊκό υλικό και αυξάνει την κατανόηση.

Συγκεκριμένα η πλειοψηφία των αναγνωστών που συμμετείχαν στην έρευνα του Chua Yan Piau υποστήριξε ότι οι εικονογραφήσεις έκαναν το διάβασμα και τη μάθηση διασκεδαστικά, είχαν ένα θετικό αντίκτυπο στο διάβασμά τους, η μάθηση απέκτησε νόημα, τα μηνύματα που μεταδόθηκαν μέσω των εικονογραφήσεων τους βοήθησαν να καταλάβουν το νόημα σε μικρότερο χρονικό διάστημα και ότι οι εικονογραφήσεις ερέθισαν την φαντασία τους. Επίσης, σχεδόν οι μισοί συμμετέχοντες απάντησαν ότι οι εικονογραφήσεις ελάφρυναν το έντονα ακαδημαϊκό περιεχόμενο, μείωσαν την πίεση για το διάβασμα, απελευθέρωσαν την έντασή τους, μείωσαν την ανία και την βαρεμάρα και ενίσχυσαν την υπομονή τους. Κάποιοι υποστήριξαν ότι οι εικονογραφήσεις είναι αποτελεσματικά επικοινωνιακά εργαλεία, αύξησαν τη θέληση τους και το κίνητρο τους, μείωσαν το αίσθημα κορεσμού και βελτίωσαν την ικανότητά τους να ανακαλούν πληροφορίες.

Τα ευρήματα δείχνουν ότι οι εικονογραφήσεις αύξησαν την ικανοποίηση των καθηγητών, η οποία αντλείται από το να καταλαβαίνουν πολύπλοκες ιδέες, και την προθυμία τους να μάθουν δύσκολες έννοιες(πρόκληση) δυνάμωσε την πίστη τους στις ικανότητες τους (αποτελεσματικότητα), αύξησε την επιθυμία να μάθουν (περιέργεια) και αύξησε την προθυμία τους να συμμετάσχουν στην ανάγνωση και τη μάθηση του υλικού (συμμετοχή). Επίσης, οι εικονογραφήσεις βελτίωσαν την επιθυμία τους να μοιραστούν τη γνώση με άλλους (κοινωνικοποίηση) και αύξησε την προθυμία τους να μάθουν το υλικό (συμμόρφωση) Επίσης, τα αποτελέσματα της έρευνας φανερώνουν την ικανότητα των χιουμοριστικών καρτούν να παρακινούν τους συμμετέχοντες να διαβάσουν με μεγαλύτερη συγκέντρωση. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν τα πρόσφατα ευρήματα ότι το χιούμορ αυξάνει το κίνητρο και την κατανόηση και δυναμώνει τη μνήμη (Chik 2005, Aboudan 2009, Atir 2010, Strick et al. 2010).

Τα χιουμοριστικά καρτούν μπορούν να χρησιμοποιηθούν γιατί μπορούν να αναθρέψουν αρετές όπως η ευρύτητα σκέψης, η υπομονή, η ανεκτικότητα, ευγένεια, επιμονή και θάρρος, να απελευθερώσουν την ένταση και να προάγουν την επικοινωνία. Επίσης, μπορούν να βοηθήσουν στη μακροπρόθεσμη διατήρηση της πληροφορίας και να κάνουν τη διαδικασία της μάθησης πιο ευχάριστη. Αποτελεί μια καλή τεχνική για να βελτιωθεί η αυτό-αποτελεσματικότητα των συμμετεχόντων, το κίνητρο τους ,ο ρυθμός ανάγνωσης, η κατανόηση και η ικανοποίηση (Chua Yan Piau, 2012).

2.2.8. Τα πλεονεκτήματα των κόμικς στην εκπαίδευση

Αρκετά πλεονεκτήματα όμως έχουν και οι «συγγενείς» των κινουμένων σχεδίων, τα κόμικς.

Η κονστρουκτιβιστική προσέγγιση των κόμικς, τα οποία είναι αστεία, εκπαιδευτικά και θέτουν ερωτήματα, επηρεάζει την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών θετικά (Tuncel & Ayva, 2010).

Στη μελέτη του ο Ozalp (2006) έχει φτάσει στο συμπέρασμα ότι η χρήση των κόμικς έχει αυξήσει την επιτυχία των μαθητών και έχει βελτιώσει την προσέγγιση του μαθήματος με θετικό τρόπο. Πρόσφατα οι Hosler & Boomer (2011) υποστήριξαν ότι ένα βιβλίο κόμικς είναι αποτελεσματικό στο να

προσελκύει το ενδιαφέρον μαθητών να μάθουν και να εκτιμήσουν την επιστήμη. Τέλος, οι Keogh & Naylor (1999) έχουν αναφέρει ότι τα κόμικς αυξάνουν τη συγκέντρωση των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες και αυξάνουν τη συμμετοχή σε συζητήσεις μέσα στην τάξη.

Οι οπτικές εικόνες στα κόμικς σε συνδυασμό με το κείμενο ενεργοποιούν διαφορετικά συστήματα επεξεργασίας στον εγκέφαλο, τα οποία βελτιώνουν την κατανόηση και αυξάνουν την ανάκληση πληροφοριών. Επίσης, το να εισάγεις το κείμενο μέσα σε μια εικόνα (από το να έχεις το κείμενο και την εικόνα χωριστά) επιφέρει καλύτερη κατανόηση ενός θέματος (Sim et al. 2014).

2.2.9. Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των ρόλων: δημιουργός κινουμένων σχεδίων-ηθοποιός-καθηγητής

Ο δημιουργός κινουμένων σχεδίων δίνει ζωή στους χαρακτήρες του, δηλαδή τους εμψυχώνει, σχεδιάζοντας χαρακτηριστικά προσώπου και εκφράσεις που δηλώνουν συναισθήματα. Επίσης, σχεδιάζει και τις αντίστοιχες στάσεις και χειρονομίες αφού η γλώσσα του σώματος αποτελεί ακόμη ένα επικοινωνιακό εργαλείο. Χαρακτηριστική είναι η φράση «*animators are actors with pencils*», δηλαδή ότι οι δημιουργοί κινουμένων σχεδίων είναι ηθοποιοί με μολύβια.

Μια ταινία κινουμένων σχεδίων είναι σαν μια θεατρική παράσταση όπου μεγάλη σημασία έχει το σενάριο, η σκηνοθεσία, η μουσική και η ερμηνεία. Ακόμη και όταν το θέμα των βίντεο είναι επιστημονικό, οι παραπάνω παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη. Τα εκπαιδευτικά βίντεο με κινούμενα σχέδια απευθύνονται στο κοινό των μαθητών κι πρέπει να αιχμαλωτίσουν την προσοχή τους και να τονώσουν το ενδιαφέρον τους.

Κατά την πραγματοποίηση εκπαιδευτικών βίντεο ο ρόλος του δημιουργού μπορεί να παρομοιαστεί με αυτόν του ηθοποιού, αφού ενδεχομένως ηχογραφεί και οφείλει με την ερμηνεία του και την αφήγηση του να πείσει και να συνεπάρει τους μαθητές. Επίσης, επιδιώκει να τους διασκεδάσει και να τους ψυχαγωγήσει πέρα από το να τους εκπαιδεύσει. Επιπλέον, αναλαμβάνει και τον ρόλο του σκηνοθέτη παίρνοντας αποφάσεις για το πώς θα ξετυλιχθεί το σενάριο, αλλά και καθοδηγώντας κάποιον πιθανό συνεργάτη του στην ηχογράφιση.

Στην περίπτωση που ο δημιουργός κινουμένων σχεδίων επιδιώκει να διδάξει μέσω των ταινιών του και επιπλέον ηχογραφεί τότε αναλαμβάνει όλους τους παραπάνω ρόλους, του σχεδιαστή, του εμψυχωτή, του καθηγητή, του ηθοποιού αλλά και του σκηνοθέτη.

Παρακάτω παρατίθενται κάποια αποσπάσματα από συνεντεύξεις των καθηγητών Ιωαννίδη Γ., Γραμματά Θ. και Πελεgrίνη Θ. στα πλαίσια της διπλωματικής του Αρβανίτη Ν. (2013) όπου εξετάζεται η σχέση του ρόλου του δασκάλου με αυτόν του ηθοποιού.

Ν.Α.: Ένας ηθοποιός υπηρετεί την απόλαυση. Στόχος μιας θεατρικής παράστασης είναι η απόλαυση, η ψυχαγωγία, η διασκέδαση. Ο δάσκαλος πρέπει να είναι και διασκεδαστής; Η απόλαυση ξεκλειδώνει πιο εύκολα τη γνώση; Ποια η γνώμη σας για την γνώση ως απόλαυση;

Γ. Ι.: Ναι, ναι, ναι, σε όλα αυτά ναι! Έχει αποδειχθεί, επίσης, υπάρχουν μελέτες που το δείχνουν αυτό, ότι γίνεται πολύ πιο εύκολα. Αν κάνεις τον φοιτητή να περνάει καλά στο μάθημα, όχι απαραίτητα με την έννοια του αστείου και της κωμωδίας, έχει πολύ μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Δένεται συναισθηματικά μ' αυτό που γίνεται και επομένως το προσλαμβάνει και περισσότερο. Είναι σημαντικό να μπορείς να του δώσεις τον τόνο της διασκέδασης, ότι μπορεί να γίνει κάτι αστείο κι εσύ να παίξεις με αυτό, ή να επιτρέψεις και στο κοινό να κάνει κάτι αστείο χωρίς να φοβάται(...) Θέλω να πω δηλαδή πως όταν ανεβαίνεις στην έδρα- σκηνή, δίνεις μια παράσταση.

Θ. Γ.: Θα καταφύγουμε πάλι στους αρχαίους Έλληνες και στον Πλάτωνα συγκεκριμένα, ο οποίος είπε ότι η γνώση, η παιδεία και η παίδευση δε μπορεί να γίνει παρά μόνο δια του παιχνιδιού. Το «παίζουν». Το παιχνίδι, λοιπόν, είναι αυτό που μπορεί να αποτελέσει την καλύτερη μέθοδο διδασκαλίας, ιδιαίτερα σε νεότερα άτομα αλλά και σε ενήλικους. Γιατί η διάσταση αυτή, της παιγνιώδους μάθησης, είναι αυτή που διευρύνει και αυξάνει το ενδιαφέρον του ατόμου που προσλαμβάνει τα πράγματα, το κάνει να ανοίγει τη συνείδησή του και το μυαλό του ευχάριστα απέναντι σ' αυτό που του παρέχει η γνώση, τον κάνει να ξεφεύγει από το στερεότυπο, ή από το δύσκολο του περιεχομένου που κάθε φορά πάει να μεταδοθεί, και κατ' αυτόν τον τρόπο βλέπει πολύ πιο ευχάριστα και πολύ πιο εύκολα το νέο, γίνεται πιο ευεπίφορος στη μάθηση.

Θ. Π.: Υπάρχει ένας πολύ ωραίος στίχος στον Γαλιλαίο του Μπρεχτ: «και η απόλαυση είναι επίτευγμα». Η απόλαυση δεν είναι κάτι χαζό. Η διασκέδαση σημαίνει αυτό το σκόρπισμα δεξιά και αριστερά. Η διασκέδαση όπως την εννοώ εγώ είναι η ψυχαγωγία. Η αγωγή της ψυχής. Για να μπορέσεις, λοιπόν, να πάρεις μαζί σου μια ψυχή που είναι του θεατή ή είναι του μαθητή, πρέπει να την ελκύσεις. Πρέπει να την κάνεις να ευχαριστείται αυτό που κάνει, δηλαδή, είναι μια διαδικασία η απόλαυση που θέλει αγώνα.

Ν.Α.: Ο ηθοποιός πασχίζει να αρέσει η παράστασή του στο κοινό του. Πρέπει να μπαίνει μια τέτοια προδιαγραφή σ' ένα μάθημα; Το μάθημα να είναι αρεστό;

Γ.Ι.: (...) Για να μπορέσεις να μεταδώσεις πρέπει να ψυχαγωγήσεις, να δώσεις αγωγή στην ψυχή, στο πνεύμα και στο νου, να αρέσει(...) Σκοπός του δασκάλου είναι να παρασύρει και τον τελευταίο. Και για να το κάνει αυτό πρέπει να αρέσει, πρέπει να προσελκύσει(...) Αν μπορείς να κάνεις τον φοιτητή, ακόμα και τον αδιάφορο, να μπει μέσα στο δρώμενο της διδασκαλίας, να του αρέσει, να τον ιντριγκάρεις, τότε το μάθημα γίνεται αρεστό και πετυχαίνεις όσο μπορείς τον στόχο σου. Έχει μεγάλη σημασία.

Ν. Α.: Η συνειδητοποίηση ότι ο δάσκαλος είναι ρόλος τον οποίο υποδυόμαστε, με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που συνιστούν την «τέχνη του διδάσκειν», τι γνωρίσματα έχει και ποια τα κοινά με την τέχνη του ηθοποιού;

Θ.Π.: (...) Ο δάσκαλος πρέπει να έχει ένα στοιχείο του υποκριτή, του ηθοποιού, να μπορεί να περνάει πράγματα στον μαθητή διότι όπως είπαμε δεν είναι το τι αλλά το πώς! (...) Και να πω το εξής: Ερμηνεία! Από πού προέρχεται; Από τον Ερμή. Τι ήταν ο Ερμής; Ο Ερμής ήταν αυτός που του έλεγε ο Δίας, «ξέρεις, πήγαινε στον Αλκιβιάδη και πες του κάτι». Αλλά η γλώσσα του θεού είναι διαφορετική από την ανθρώπινη. Έπαιρνε, λοιπόν, το μήνυμα ο Ερμής και έπρεπε να το μετασχηματίσει έτσι που να το καταλάβει ο άλλος.

3. Σύγχρονες τάσεις στην εκπαίδευση

3.1. Διεπιστημονικότητα

(Θεοδώρου, 2011)

Η **διαθεματική προσέγγιση** στη διδασκαλία χαρακτηρίζεται από τη συνένωση θεμάτων και μαθημάτων διαφορετικών επιστημονικών κλάδων, τα οποία στην παραδοσιακή πρακτική διδάσκονται ξεχωριστά, ξεκομμένα το ένα από το άλλο, και επιχειρεί να προσεγγίσει τη σχολική γνώση ενιαιοποιημένη.

Οι υποστηρικτές της διαθεματικής μεθόδου θεωρούν ότι η διδασκαλία διαφορετικών κλάδων ξεχωριστά και απομονωμένα (κατακερματισμός της ύλης) δημιουργεί δυσκολίες στους μαθητές στο να κατανοήσουν τις σχέσεις που συνδέουν τα «διαφορετικά» πεδία γνώσης.

Τα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή της μεθόδου είναι:

Εξετάζεται περισσότερο συστηματικά και ολόπλευρα το «θέμα», γιατί ενοποιούνται διάφορα περιεχόμενα της διδασκαλίας. Έτσι η γνώση παρουσιάζεται ως ενιαία, οπότε και προσφέρονται ολιστικές εικόνες της πραγματικότητας.

Αναδεικνύονται ορισμένες διασυνδέσεις – σχέσεις των διαφόρων μαθημάτων τόσο μεταξύ τους, όσο και με την κοινωνία και με την πραγματικότητα της καθημερινής ζωής, τις ανάγκες και τις εμπειρίες των μαθητών. Έτσι αυξάνεται το ενδιαφέρον και τα κίνητρα των μαθητών για μάθηση και οι μαθητές καθίστανται ικανοί να αξιοποιήσουν/ εφαρμόσουν τη γνώση.

Αναπτύσσεται η ικανότητα να γίνονται συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών τομέων γνώσης και προστίθεται «αξία» σε αυτό που μαθαίνεται σε ένα τομέα με την εφαρμογή ικανοτήτων και αρχών που μαθαίνονται σε άλλους τομείς. Με τον τρόπο αυτό η γνώση οικοδομείται από τους ίδιους τους μαθητές, οι οποίοι στη συνέχεια μπορούν αποτελεσματικότερα να διαχειριστούν και να αντιμετωπίσουν «προβλήματα» της καθημερινής ζωής.

Καλλιεργούνται και αξιοποιούνται δεξιότητες και στάσεις που θεωρούνται σημαντικές για τους μαθητές – πολίτες, όπως για παράδειγμα, συμμετοχή, συνεργασία, υπευθυνότητα, επικοινωνία, δράση, αλληλεγγύη, οργάνωση, διερευνητική στάση, αξιοποίηση πληροφοριών.

3.2. Προηγμένες Τεχνολογικές εφαρμογές για την αναβάθμιση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών

Σήμερα, μετά κυρίως την έκδοση της έκθεσης Rocard που δημοσιεύτηκε το 2007 και τις εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις που ακολούθησαν σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες, οι παλιότερες διδακτικές προσεγγίσεις που βασίζονται στο ανακαλυπτικό διδακτικό μοντέλο έρχονται ξανά στο προσκήνιο. Οι προσεγγίσεις αυτές διευρύνονται μέσω διερεύνησης και μοντελοποίησης, και φιλοδοξούν να οδηγήσουν στη μάθηση των επιστημονικών μοντέλων, αλλά κυρίως στη μύηση στις επιστημονικές διαδικασίες. Υπάρχει όμως και μία άλλη παράμετρος σήμερα που φαίνεται να δίνει σημαντική ώθηση στις προσεγγίσεις αυτές. Οι ιδέες της διερεύνησης και μοντελοποίησης ευνοούνται και από την ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογικών εφαρμογών που προσφέρουν κατάλληλα εργαλεία και υποστήριξη στην εκπαιδευτική κοινότητα δίνοντας την ευκαιρία να υιοθετηθούν αποτελεσματικά στην εκπαιδευτική πράξη. Παράλληλα εμφανίζονται και νέες ιδέες όπως η *έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού* ή αλφαριθμητισμού με ασαφή όμως τόσο τον ορισμό του όσο και τις μεθόδους επίτευξής του, διαπολιτισμικές, διαθεματικές προσεγγίσεις, όπως και προσεγγίσεις για την εκπαίδευση ειδικών ομάδων μαθητών. Το ενδιαφέρον στοιχείο βρίσκεται στο ότι σε αντίθεση με προηγούμενες απόπειρες αλλαγής, όπως για παράδειγμα το 1980 φαίνεται ότι οι νέες προσεγγίσεις ενσωματώνουν σε μεγάλο βαθμό παλιότερες ιδέες, όπως π.χ. την αξιοποίηση των αρχικών ιδεών των μαθητών και τη σύνδεση με την καθημερινότητα τους, αλλά κυρίως την επέκταση της έννοιας της ανακάλυψης που (είτε καθοδηγούμενη ή πιο ελεύθερη) διατρέχει πλέον όλες τις φάσεις της διδακτικής παρέμβασης.

Στο επίπεδο της εκπαιδευτικής πράξης, στη χώρα μας γίνονται προσπάθειες να ενσωματωθούν ορισμένες από τις προηγούμενες καινοτομίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη νέων Αναλυτικών Προγραμμάτων και σχολικών βιβλίων και τη δημιουργία σημαντικών εργαστηριακών υποδομών ιδιαίτερα στα Λύκεια. Στο επίπεδο της διδασκαλίας, αν και γίνεται προσπάθεια για πειράματα και πιο ομαδοσυνεργατικές προσεγγίσεις, δεν φαίνεται να υποχωρεί σημαντικά η παραδοσιακή διδασκαλία, λόγω και της περιορισμένης μετεκπαίδευσης των εκπαιδευτικών.

Στις βασιζόμενες στην Τεχνολογία κοινωνίες, όλο και περισσότερες αποφάσεις σχετίζονται με την πρόοδο στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία. Κατά συνέπεια, ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός καθίσταται κρίσιμος για τη δημοκρατία ως σύστημα ενεργούς συμμετοχής των πολιτών. Επίσης, σε όλους σχεδόν τους τομείς της παραγωγής, της αναψυχής και της καθημερινής ζωής, εισάγονται συνεχώς νέα προϊόντα, μέσα και διαδικασίες, τα οποία απαιτούν εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις σε συγκεκριμένο τομέα καθώς και γενικότερη εξοικείωση. Επειδή πρόκειται για νέα προϊόντα και υπηρεσίες, η εξοικείωση και, προπάντων, ο αλφαριθμητισμός μπορεί να επιτευχθούν μόνο μέσω της εκπαίδευσης. Προβάλλει έτσι, επιτακτικά η ανάγκη για μια αποτελεσματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), η οποία θα πρέπει να καλύπτει τις ανάγκες αλφαριθμητισμού του μεγάλου μέρους του πληθυσμού και, συγχρόνως, να δημιουργεί τις βάσεις για την περαιτέρω εκπαίδευση των μελλοντικών

επιστημόνων (συνδυασμός του ανακαλυπτικού ρεύματος και του επιστημονικού αλφαριθμητισμού).

Οποιαδήποτε πρόταση για αλλαγή των εκπαιδευτικών προγραμμάτων και την εφαρμογή νέων πολιτικών πρέπει να επιλύσει την ασυμβατότητα των θεωρητικών προσεγγίσεων διότι, αν οι διαφορετικές επιστημολογικές θεωρήσεις συνεχίσουν να συνυπάρχουν, το μόνο που εξασφαλίζεται σίγουρα είναι η δυσλειτουργία του συστήματος (Σκορδούλης και Σωτηράκου 2005).

Πολλοί εκπαιδευτικοί/παιδαγωγοί (educators) πρότειναν μία «πολιτική» συμφωνία. Προκειμένου η Εκπαίδευση στις Φ.Ε. να υπερβεί την κρίση επιλογών που τη δυσχεραίνει, πρέπει να βρεθεί τρόπος να συνεισφέρει αυτή αποτελεσματικά στην κοινωνία, μέσω της ανάπτυξης εκείνων των μεταρρυθμιστικών πρωτοβουλιών που απαιτούνται, ώστε να οδηγηθεί προς τον στόχο του επιστημονικού αλφαριθμητισμού ή/και εγγραμματοσμού όλων των πολιτών (Millar 1996, Millar & Osborne 1998). Τα κρίσιμα ζητήματα του 21ου αιώνα είναι αναπόσπαστα συνδεδεμένα με την επιστημονική και τεχνολογική εξέλιξη (Karle 1985). Απαιτείται για τον πολίτη Επιστημονικός και Τεχνολογικός Αλφαριθμητισμός, και μάλιστα με επίγνωση και προσανατολισμό (Altunata 2001). Πολλές πρωτοβουλίες έχουν αναληφθεί σε διάφορες χώρες όπως: Science-Technology-Society and Environment (STSE), Beyond 2000-science education for the future, American Association for the Advancement of Science: Project 2061-science for all Americans, Towards a science curriculum for public understanding, I.O.P. -the post-16 Initiative, A.C.S. Chemistry in Context-applying chemistry to society, UNESCO:Science 2000+ Curriculum κ.ά. Όλες αυτές οι πρωτοβουλίες ξεκίνησαν πρακτικά στην αρχή της δεκαετίας του 1990 και κορυφώθηκαν προς το τέλος της, ενόψει της εισόδου στο νέο αιώνα. Η απήχηση αυτών των πρωτοβουλιών είναι μεγάλη (και στην Ελλάδα) και έχουν παρουσιαστεί πολλές ανακοινώσεις σε συνέδρια, άρθρα, εργασίες, βιβλία κ.ά. (Τσελφές 2001).

Η προστιθέμενη αξία της εισαγωγής των νέων τεχνολογικών εφαρμογών έγκειται στην αναβάθμιση της υπάρχουσας εκπαιδευτικής πραγματικότητας και ειδικότερα σε περιοχές που όπου οι παρούσες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις φαίνεται να αποτυγχάνουν. Μία χαρακτηριστική περίπτωση είναι η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στις τάξεις του Λυκείου. Οι διδασκόμενες έννοιες (π.χ. ταχύτητα, επιτάχυνση, ορμή, στροφορμή, δύναμη, ώθηση, τριβή, ηλεκτρομαγνητικά κύματα, πεδία) παρουσιάζονται στους μαθητές με θεωρητικό τρόπο, ασύνδετες με τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών. Το αποτέλεσμα είναι η διδασκαλία να μην κεντρίζει το ενδιαφέρον των μαθητών και αυτοί με τη σειρά τους να χάνουν το ενδιαφέρον τους για τις φυσικές επιστήμες, αλλά και γενικότερα για τις διαδικασίες της επιστημονικής μεθοδολογίας. Το παράδοξο είναι ότι όλες οι έννοιες των φυσικών επιστημών που διδάσκονται στο σχολείο αφορούν σε μεγάλο βαθμό στις καθημερινές μας δραστηριότητες και είναι άμεσα συνδεδεμένες με την καθημερινή μας ζωή. Κι όμως, η εκπαιδευτική προσέγγιση που ακολουθείται στο σύνολο των σχολείων (όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό) αγνοεί επίμονα αυτούς τους ισχυρότατους δεσμούς.

Η εκπαιδευτική τεχνολογία είναι μια διαδικασία διαδοχικών προσεγγίσεων για τον σχεδιασμό αποτελεσματικής διδασκαλίας. Περιλαμβάνει την εφαρμογή γνώσεων (πχ. από τις θεωρίες μάθησης, τη γνωστική ψυχολογία, ...), την

ανάπτυξη τεχνικών διδακτικής προσέγγισης (σύμφωνα με το υιοθετούμενο κάθε φορά διδακτικό μοντέλο), και προπάντων, την ανάπτυξη, επιλογή και χρήση μέσων για την υποβοήθηση της διδασκαλίας. Η ανάγκη για μία πιο αποτελεσματική διδασκαλία, ιδιαίτερα στις Φυσικές Επιστήμες, καθώς και η δημιουργία νέων τεχνολογικών εφαρμογών, έχει στρέψει το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών προς την αναζήτηση νέων διδακτικών προσεγγίσεων, κυρίως με τη χρήση των συνεχώς εξελισσόμενων δυνατοτήτων της Πληροφορικής, με συνέπεια μια ιδιαίτερα ανθηρή δραστηριότητα στον τομέα της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας. Θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε σήμερα πως η τεχνολογική (ή ψηφιακή) «κουλτούρα» αρχίζει να αναπτύσσεται στη σχολική κοινότητα. Σε επίπεδο εκπαιδευτικής πολιτικής φαίνεται επίσης πως γίνονται σημαντικά βήματα για την υποστήριξη της εισαγωγής της καινοτομίας.

Το Νέο Σχολείο είναι πρώτα απ' όλα ΕΝΑ ΣΧΟΛΕΙΟ ΧΩΡΙΣ...ΤΟΙΧΟΥΣ! Ένα σχολείο ανοικτό στις ιδέες, και στην κοινωνία, στην γνώση και το μέλλον, που αξιοποιεί κάθε σύγχρονο εργαλείο.

Ο διαδραστικός πίνακας, το ηλεκτρονικό βιβλίο, το ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό, ο προσωπικός μαθητικός υπολογιστής:

διευρύνουν τους ορίζοντες κάθε μαθητή και μαθήτριας, καταργούν τα σύνορα της γνώσης, διευκολύνουν την επικοινωνία με τον εκπαιδευτικό, συνδράμουν στο να ολοκληρώνεται η μαθητική διαδικασία στο σχολείο, ώστε «η τσάντα να μένει στο σχολείο», εμπλουτίζουν τον μαθητικό βίο με δραστηριότητες εκπαιδευτικού παιχνιδιού και δημιουργικές εργασίες.

ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ – ΠΡΩΤΑ Ο ΜΑΘΗΤΗΣ, Υπουργείο Παιδείας, δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων, Φεβρουάριος 2010.

Στο Νέο Σχολείο (Υπ. Παιδείας, 2010), που υποστηρίζεται από την τεχνολογία και φιλοδοξεί να ανοίξει παράθυρα στον κόσμο, ο Μαθητής γίνεται «μικρός Επιστήμονας» και αποκτά γνωστική επάρκεια στον χειρισμό των φυσικών και μαθηματικών εννοιών, την εφαρμογή τους στην καθημερινή ζωή, και παράλληλη ανάπτυξη της επιστημονικής λογικής και αφαιρετικής ικανότητας.

Ο Μαθητής γίνεται «μικρός ερευνητής». Αποκτά ποιότητα και ταχύτητα στην ανάλυση και στη σκέψη, επάρκεια στη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας ώστε με κριτική ικανότητα να μπορεί να επιλέγει μέσα από την πληθώρα πληροφοριών και γνώσεων που έχει πλέον στην διάθεση του. Στο Νέο Σχολείο, γίνεται μεγαλύτερη εξατομίκευση της διδασκαλίας ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε μαθητή και μαθήτριας και προωθείται η ενεργητική συμμετοχή τους στις δραστηριότητες μάθησης αντί της παθητικής παρακολούθησης. Σύμφωνα με το πλάνο του Υπουργείου Παιδείας προωθούνται μαθητοκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις που αναγνωρίζουν τη μοναδικότητα του κάθε μαθητή και μαθήτριας καθώς και της κάθε σχολικής τάξης. Κύρια χαρακτηριστικά των νέων παιδαγωγικών τεχνικών που απαιτούνται είναι το πιο ευέλικτο μαθησιακό περιβάλλον, η βιωματική μάθηση, η ενεργητικότερη συμμετοχή των μαθητών στις δραστηριότητες και στο σχεδιασμό της προσωπικής τους μάθησης, η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών και η μεγαλύτερη εξατομίκευση της διδασκαλίας. Βασικές διδακτικές προσεγγίσεις οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά περίπτωση και σε συνδυασμό μεταξύ τους είναι (Υπ. Παιδείας, 2010):

Η *διαθεματική* προσέγγιση - ώστε να αλληλοτροφοδοτείται η γνώση

Τα σχέδια εργασίας – από το «αποστηθίζω» να περάσουμε στο «ερευνώ»

Η διδασκαλία σε ομάδες – με στόχο το συλλογικό πνεύμα

Η διαφοροποιημένη παιδαγωγική – που αφορά τις ανάγκες του μαθητή και όχι γενικά της τάξης.

Η *αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία* – που αποτελεί βασικό συντελεστή της νέας πραγματικότητας που είναι το **ψηφιακό σχολείο**.

Ειδικά για την αναβάθμιση του ρόλου των Φυσικών Επιστημών το Νέο Σχολείο θα πρέπει να κινηθεί προς τρεις κύριες κατευθύνσεις:

- Την εισαγωγή ανακαλυπτικών διδακτικών προσεγγίσεων στη σχολική τάξη και την επέκταση του ρόλου και της χρήσης του σχολικού εργαστηρίου.
- Την αποτελεσματική διασύνδεση του σχολείου με χώρους άτυπης μάθησης που προωθούν σύγχρονες παιδαγωγικές αντιλήψεις που αυξάνουν σημαντικά το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκπαιδευτική διαδικασία και την απόκτηση νέων γνώσεων.
- Την εισαγωγή στο αναλυτικό πρόγραμμα σύγχρονων επιστημονικών θεμάτων που μπορούν να αποτελούν την αφορμή για την ανάπτυξη αποτελεσματικών δεσμών ανάμεσα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο και την επιστημονική έρευνα (Γιαλούρη, 2011).

3.3. Εννοιολογικά καρτούν-Concept Cartoons

Τα Concept Cartoons αποτελούν μια καινοτόμο στρατηγική διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών.(Δαλακώστα, 2009) Είναι σχέδια-καρτούν που θέτουν ερωτήματα, προάγουν τον διάλογο και την επιστημονική σκέψη (Inel & Balim, 2013). Τα concept cartoons είναι οπτικά εργαλεία που αποτελούνται από τρεις ή περισσότερους χαρακτήρες που προτείνουν ιδέες συζητούν ή σκέφτονται ένα θέμα ή μια ιδέα στην καθημερινή ζωή (Gafoor & Shilna 2013). Αποτελούν την οπτική αναπαράσταση επιστημονικών θεμάτων, συνοδεύονται από μικρά γραπτά κείμενα με τη μορφή διαλόγου και παρουσιάζουν εναλλακτικές προτάσεις γύρω από το κυρίως θέμα (Σχήμα 7). Όλες οι προτάσεις είναι πιθανές, αλλά μόνο μία ή δύο είναι επιστημονικά ορθές (Δαλακώστα, 2009).

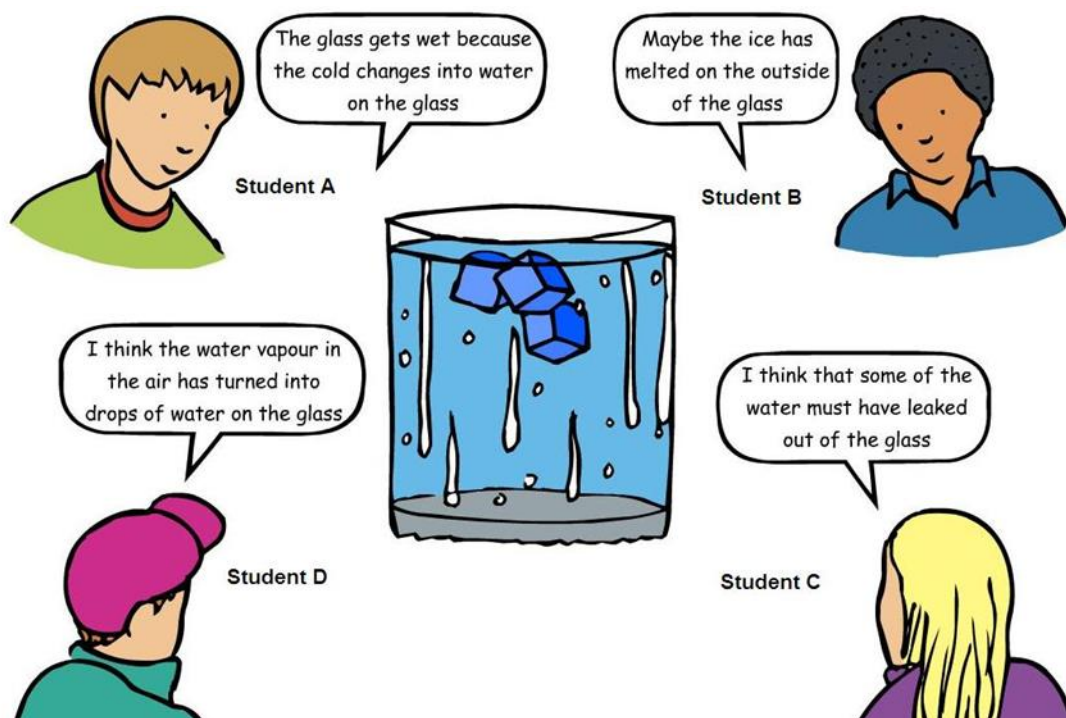
Αναπτύχθηκαν πρώτα την δεκαετία του '90 από τους Keogh και Naylor σύμφωνα με τους οποίους η προσέγγιση της επιστημονικής διδασκαλίας με concept cartoons ενισχύει το κίνητρο, παρέχει ένα σκοπό για πρακτική εργασία, ελαχιστοποιεί τα προβλήματα διαχείρισης της τάξης και παρέχει ένα τρόπο για να γίνει το μάθημα με βάση τις ιδέες των μαθητών (Akamca et al. 2009). Η δημιουργία αυτής της μορφής των κινουμένων σχεδίων στηρίχθηκε στις βασικές αρχές του κονστρουκτιβισμού (Δαλακώστα, 2009).

Τα concept cartoons προάγουν την κριτική σκέψη και βοηθούν στην συγκέντρωση των μαθητών κάνοντας το μάθημα πιο ενδιαφέρον. Όταν οι

μαθητές αξιολογούν την γνώση που απέκτησαν με μια κριτική άποψη θυμούνται τα αποτελέσματα πιο εύκολα (Tuncel & Ayva, 2010).

Το αποτέλεσμα της έρευνας των Akamca et al.(2009) δείχνουν ότι τα concept cartoon επηρέασαν την απόδοση των μαθητών θετικά. Επίσης, στην έρευνα των Kartan & Izgi (2013) μαθητές του δημοτικού εξέφρασαν ότι τους άρεσε το μάθημα με τη χρήση των concept cartoons, ότι έμαθαν εύκολα και ότι αυτό που έμαθαν ήταν μόνιμο. Επιπλέον, στη μελέτη των Inel & Balim (2012) τα concept cartoons παρείχαν στους μαθητές την ευκαιρία να μάθουν διασκεδάζοντας, να συγκρίνουν τις μεταξύ τους απόψεις, να συμμετάσχουν δραστήρια στο μάθημα και να μάθουν μόνιμα και με νόημα.

Όσον αφορά το μάθημα της χημείας τα εννοιολογικά καρτούν μπορούν να αιχμαλωτίσουν την προσοχή των μαθητών πιο εύκολα να προάγουν την συμμετοχή και να επιτρέψουν στους καθηγητές να κατανοήσουν καλύτερα τους μαθητές. Αυτή η ιδέα δεν είναι καινούρια στους καθηγητές χημείας αφού υπάρχουν πολλές μελέτες σχετικές με την χρήση των concept cartoons στο μάθημα της χημείας. Η χημεία είναι πολύ αφηρημένη και κάποιες φορές άσχετη με την καθημερινή τους ζωή. Η πλειοψηφία των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης υποστηρίζουν ότι η χημεία είναι πολύ δύσκολή στην μελέτη της. Είναι καθήκον των καθηγητών να κάνουν τη μάθηση πιο εύκολη. Επομένως, αξίζει να υπερασπιστούμε την χρήση των εννοιολογικών καρτούν στην διδασκαλία της χημείας (Gafoor & Shilna 2013).



Σχήμα 7: Παράδειγμα Concept Cartoons των Keogh & Naylor, 2005 (ιστοχώρος: <http://www.conceptcartoons.com>)

Μια αντίστοιχη τάση έχει εμφανιστεί και στην Ελλάδα. Το Κέντρο Διάδοσης Επιστημών & Μουσείο Τεχνολογίας «NOESIS» στη Θεσσαλονίκη είναι ένας πολιτιστικός και επιμορφωτικός φορέας, μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα. Προσφέρει στο κοινό το περιβάλλον για τη γνωριμία και την κατανόηση των

Θετικών Επιστημών και της Τεχνολογίας και παρεμβαίνει σε θέματα τεχνικού πολιτισμού. Το NOESIS παύει να είναι μόνο ένας φυσικός χώρος εκθεμάτων και ευελπιστεί να γίνει ένας υπερσύγχρονος οργανισμός γνώσης που προσφέρει τις υπηρεσίες του σε όλους τους πολίτες.

Έτσι, προχώρησε στην ανάπτυξη πρωτότυπου εκπαιδευτικού υλικού με στόχο να συνεισφέρει με τρόπο μοντέρνο και αποτελεσματικό στη διάδοση και κατανόηση των επιστημονικών και τεχνολογικών θεμάτων. Το υλικό αυτό προσανατολίζεται κυρίως σε μαθητές αλλά ταυτόχρονα μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο και στα χέρια των γονέων, των δασκάλων και των καθηγητών, που μπορούν να εμπλουτίσουν τη διδασκαλία τους με αυτό.

Πρόκειται για μία πολύ αξιόλογη σειρά από ταινίες κινουμένων σχεδίων, οι οποίες απεικονίζουν αυτοτελείς εκπαιδευτικές ιστορίες, σχετικές με θέματα επιστήμης και τεχνολογίας.

Η σειρά αποτελείται από 50 επεισόδια με βασικούς ήρωες δύο παιδιά, τη Ζωή και τον Οδυσσέα και τον Dr. Noesis, ένα νεαρό επιστήμονα, ο οποίος καθοδηγεί τα παιδιά, ώστε να ανακαλύψουν επιστημονικές αρχές μέσα από την έρευνα (βλέπε Σχήμα 8). Η θεματολογία καλύπτει πέντε βασικούς άξονες: Επιστήμες, Εφευρέσεις, Διάστημα, Περιβάλλον και Υγεία (Σχήμα 9).



Σχήμα 8: Οι τρεις ήρωες της σειράς κινουμένων σχεδίων του κέντρου διάδοσης επιστημών Noesis (ιστότοπος: <http://www.noesis.edu.gr/noesis-και-εκπαίδευση/ταινίες-κινουμένων-σχεδίων/>)



Σχήμα 9: Καρέ ενός επεισοδίου με θέμα τον νόμο διατήρησης της μάζας (ιστότοπος: <http://www.noesis.edu.gr/noesis-kai-ekpaiδeyση/ταινίες-κινουμένων-σχεδίων/επιστήμες/μάζα/>)

3.4. Πολυμεσικές εφαρμογές

Όπως είδαμε παραπάνω τα καρτούν παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα στον χώρο της εκπαίδευσης. Όμως, θα ήταν ακόμη ένα πιο αποτελεσματικό εργαλείο αν αποτελούσαν κομμάτι μιας διαδραστικής πολυμεσικής εφαρμογής.

Πολλές έρευνες το επιβεβαιώνουν δείχνοντας ότι οι μαθητές μαθαίνουν σε βάθος από πολυμεσικές εφαρμογές σε σχέση με παραδοσιακά λεκτικά μόνο μηνύματα παρουσιάζοντας βελτιωμένη επίδοση σε τεστ (Mandl & Levin, 1989; Mayer, 2001; Najjar, 1998; Schnotz & Kulhavy, 1994; Sweller, 1999; Van Merriënboer, 1997).

Η χρήση πολλών μέσων για την παρουσίαση πληροφοριών, επεξηγεί τον όρο πολυμέσα. Η τεχνολογία των πολυμέσων επιτρέπει την ταυτόχρονη χρήση κειμένου, γραφικών, κινουμένων σχεδίων, εικόνων, φωτογραφιών και υψηλής ποιότητας ήχου και βίντεο σε υπολογιστή. Ανοίγονται με αυτό τον τρόπο νέες προοπτικές στον τρόπο διδασκαλίας και μάθησης αφού είναι γεγονός ότι ένας άνθρωπος εμπεδώνει καλύτερα την πληροφορία που αναζητά μόνος του, όταν μάλιστα την συνδέει με εικόνα και ήχο.

Η βασική ιδέα πάνω στην οποία στηρίζεται η εισαγωγή και η επιτυχία των συστημάτων πολυμέσων στον εκπαιδευτικό χώρο, είναι πως η εκπαίδευση πάνω σε ένα γνωστικό αντικείμενο με χρήση ενός συγκεκριμένου εκπαιδευτικού προϊόντος, είναι τόσο αποδοτικότερη και ευκολότερη όσο περισσότερα μέρη του εγκεφάλου ερεθίζεται αυτό. Συγκεκριμένες μελέτες έχουν δείξει πως ο άνθρωπος θυμάται μόνο το 10% αυτών που διαβάζει και το 20% αυτών που ακούει. Το ποσοστό αυτό ανέρχεται σε 30% όταν αυτά που ακούει κάποιος συνοδεύονται από σχετικές εικόνες, ενώ μπορεί να φτάσει το πολύ το 50% όταν

κάποιος παρακολουθήσει κάποιο τρίτο πρόσωπο να εκτελεί μια εργασία επεξηγώντας ταυτόχρονα και το τι κάνει. Είναι λοιπόν φανερό πως στην καλύτερη περίπτωση ο άνθρωπος αδυνατεί να συγκρατήσει στη μνήμη του περίπου τις μισές πληροφορίες από αυτές που δέχεται. Αντίθετα, οι ίδιες μελέτες απέδειξαν ότι όταν κάποιος άνθρωπος επιχειρήσει να εκτελέσει μια εργασία με τη βοήθεια κάποιας διαλογικής εφαρμογής πολυμέσων, το ποσοστό των πραγμάτων που συγκρατεί μετά το τέλος αυτής φτάνει το 90%! (Τζιγκουνάκης, 1999)

Οι πολυμεσικές εφαρμογές απευθύνονται και στους τρεις τύπους μαθητών: τους οπτικούς που μαθαίνουν μέσω της όρασης, ακουστικούς που μαθαίνουν μέσω της ακοής αλλά και τους κιναισθητικούς που μαθαίνουν μέσω της κίνησης.

Σε ένα ΣΕΠ ανάμεσα στη μουσική, τα γραφικά, το χρώμα, την κίνηση και το διάλογο, το ενδιαφέρον διατηρείται πάντα ζωντανό και η διαδικασία της μάθησης γίνεται όλο και πιο συναρπαστική. Ο χρήστης τροφοδοτείται συνέχεια με οπτικοακουστικά ερεθίσματα που του επιστούν την προσοχή. Φυσικά, γίνεται επίσης φανερό ότι ο συνδυασμός και η χρήση των διάφορων μέσων πρέπει να γίνεται με το καλύτερο δυνατό ποσοστό και μέτρο γιατί η υπερβολική ποσότητα χρήσης πχ. μουσικής, γραφικών ή βίντεο κινδυνεύουν να χαρακτηρίσουν την εκπαιδευτική εφαρμογή ως «κουραστική» με αποτελέσματα αντίθετα από τα αναμενόμενα (Τζιγκουνάκης, 1999).

3.5. Ο ρόλος του δασκάλου σήμερα

(Αρβανίτης, 2013)

Ζούμε σε μια εποχή έκρηξης της πληροφορίας και της γνώσης, με τεράστια μέσα στη διάθεσή μας για πρόσβαση σ' αυτήν με κάθε δυνατό τρόπο, με αποκορύφωμα το διαδίκτυο που εξελίσσεται ραγδαία. Ο υπολογιστής, η διάδοση του διαδικτύου και ο παγκόσμιος ιστός συνιστούν κάτι πολύ περισσότερο από τεχνολογική επανάσταση. Η επίδραση και στη διαδικασία της μάθησης είναι ήδη σημαντική και πολυσχιδής. Μπροστά στο χειριστήριό του ο μαθητής διακλαδώνεται σε νέους κόσμους, όπως και ο φοιτητής με τον φορητό υπολογιστή του και ο ερευνητής που σερφάρει στο δίκτυο. «Η οθόνη μπορεί να διδάξει, να εξετάσει, να εξηγήσει, να ανταποκριθεί με ακρίβεια, σαφήνεια και υπομονή που δεν τις διαθέτει κανένας ανθρώπινος διδάσκων. Δεν καταλαβαίνει από προλήψεις ούτε από κούραση» (Steiner, 2011). Αυτό κάνει πολλούς να μιλούν για το τέλος των παραδοσιακών μορφών διάδοσης της γνώσης, για το τέλος του δασκάλου και την αντικατάστασή του από τα πολυμέσα. Όπως φάνηκε όμως πολύ γρήγορα, ιδιαίτερα στο εξωτερικό, όπου οι αλλαγές αυτές εφαρμόστηκαν νωρίτερα και ταχύτερα, «η καθιέρωση του υπολογιστή, η χρήση της πληροφορικής και η εξοικείωση των μαθητών με αυτήν, ενώ είναι απαραίτητη, ανοίγει πραγματικά καινούργιες δυνατότητες και είναι ένα απαραίτητο βοήθημα και πολύτιμο εργαλείο για τη γνώση και τη μόρφωση για τον άνθρωπο στη σύγχρονη εποχή, δε μπορεί ποτέ μα ποτέ να αντικαταστήσει πλήρως ή να υποκαταστήσει την παρουσία της προσωπικής επαφής και της επικοινωνίας που γίνεται με το δάσκαλο. Με τον άνθρωπο που επικοινωνεί προσωπικά με το μαθητή, το φοιτητή, το νέο εκπαιδευόμενο ή τον ενήλικα

εκπαιδευόμενο και θα αντιμετωπίσει ad hoc, συγκεκριμένα τα προβλήματά του, τα ενδιαφέροντά του, θα τονίσει τα θετικά, θα απαλείψει τα αρνητικά κ.ο.κ.» (Γραμματάς-Συνέντευξη).

Ο δάσκαλος, ο καθηγητής παραμένει κεντρικός φορέας της εκπαιδευτικής διαδικασίας και είναι αδιανόητο να υποστηριχθεί ότι καταργείται ως προσωπικότητα και ως οντότητα στο σύγχρονο εκπαιδευτικό σύστημα. «Τα στοιχεία που τον καθιστούν αναντικατάστατο είναι ακριβώς αυτά τα στοιχεία που κάνουν τον άνθρωπο βασικό φορέα του πολιτισμού και της γνώσης. Είναι η έννοια της δημιουργικότητας, η έννοια της φαντασίας, η έννοια της καιρικότητας (το timing), το να ξέρεις τι θα κάνεις, πού και πότε.» (Γραμματάς-Συνέντευξη) Όσο και να έχεις προγραμματίσει μια μηχανή να μεταφέρει κάποια πράγματα, να έχεις προγραμματίσει «τέλεια» ένα μάθημα πως θα γίνει, η επικοινωνία είναι μια ζωντανή σχέση και αυτή η ζωντανή σχέση είναι μοναδική και ανεπανάληπτη. Αυτή η έννοια της διαδραστικότητας, η οποία γίνεται προσπάθεια να κατακτηθεί, σε κάποιο βαθμό, και στα σύγχρονα τεχνολογικά εκπαιδευτικά μέσα, είναι το κύριο πλεονέκτημα που καθιστά αναντικατάστατη τη διάδραση ανάμεσα σε δύο ζωντανούς φορείς. «Η ζωντανή, η πρόσωπο με πρόσωπο επαφή, δημιουργεί πολλαπλά κανάλια επικοινωνίας και επομένως γνωσιακές διεργασίες που υπερβαίνουν τις καθαρά νοητικές και οι οποίες δε μπορούν να πραγματοποιηθούν αν δεν έχεις τον δάσκαλο ή τον καθηγητή σου απέναντι. Τα ίδια τα λόγια αν τα λες ζωντανά, έχεις και ένα σωρό άλλα κανάλια με τα οποία μεταφέρεις αυτό το πράγμα. Έχεις την κίνηση του σώματος, έχεις την ένταση του βλέμματος, έχεις τη φωνή η οποία έχει με τη σειρά της ένα σωρό χαρακτηριστικά, την ένταση, το συναίσθημα, τη χροιά και βέβαια έχεις και την άμεση επικοινωνία.» (Ιωαννίδης-Συνέντευξη)

4. Πορεία Εργασίας με βάση τα βήματα του Medina

4.1. Τα βήματα του Medina

Ο Medina (1992) πρότεινε μια σειρά βημάτων, τα οποία οι εκπαιδευτικοί πρέπει να ακολουθήσουν προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης των κινουμένων σχεδίων.

Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει την αρχική αξιολόγηση που πρέπει οι εκπαιδευτικοί να κάνουν, όσον αφορά στις ανάγκες των μαθητών τους, στην προηγούμενη γνώση και εμπειρία τους, για να καθορίσουν τελικά εάν τα κινούμενα σχέδια που έχουν επιλέξει να διδάξουν, είναι κατάλληλα για την ηλικία, το γνωστικό επίπεδο ή τη δυνατότητα ανάγνωσης.

Το δεύτερο βήμα αποσκοπεί στο να εξετάσει αν η αξιολόγηση με το διαθέσιμο μέσο των κινουμένων σχεδίων είναι ουσιαστική, αν οι αρνητικές πτυχές του χρησιμοποιούμενου υλικού ελαχιστοποιούνται, και αν τα μηνύματα που μεταφέρουν είναι *σαφή και απλά*.

Το τρίτο βήμα περιλαμβάνει το στάδιο όπου οι εκπαιδευτικοί πρέπει να προγραμματίσουν λεπτομερώς το μάθημα, υπογραμμίζοντας τους στόχους του μαθήματος και συγκεκριμένα πώς οι οπτικές αναπαραστάσεις θα βοηθήσουν στην επίτευξή τους.

Το τέταρτο βήμα είναι η διδασκαλία του υλικού που χρησιμοποιεί τα κινούμενα σχέδια. Ο ρόλος των δασκάλων περιλαμβάνει την αξιολόγηση της παρουσίας τους, την απάντηση των μαθητών και τη διαδικασία της μάθησης που πραγματοποιείται στην τάξη. Οι ερωτήσεις ανατροφοδότησης ή ένα μικρό τεστ γνώσεων είναι ακριβώς δύο παραδείγματα, για το πώς οι δάσκαλοι μπορούν να ολοκληρώσουν το μάθημα αφού προηγουμένως έχουν σιγουρευτεί ότι η χρήση των οπτικών αναπαραστάσεων ήταν παιδαγωγικά επιτυχείς.

Το πέμπτο βήμα που ουσιαστικά λαμβάνει χώρα μετά την περάτωση του μαθήματος είναι ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να αναλύσουν μέχρι ποιο σημείο οι στόχοι του μαθήματος επιτεύχθηκαν, δηλαδή αν η μαθησιακή διαδικασία ήταν αποτελεσματική και σε ποιο βαθμό, και πώς η συγκεκριμένη δραστηριότητα μπορεί να βελτιωθεί για μελλοντικές περιπτώσεις.

Το έκτο και τελευταίο βήμα που συστήνεται από τον Medina είναι να αρχειοθετούν τα κινούμενα σχέδια μαζί με χρήσιμες σημειώσεις του εκπαιδευτικού για τη δραστηριότητα και τους τρόπους που μπορεί να βελτιωθεί. Αν και είναι προφανές, είναι πολύ σημαντικό να κρατηθεί το υλικό επαρκώς ενημερωμένο για μελλοντική χρήση από συναδέλφους.

4.2. Πορεία της διπλωματικής εργασίας

Στη διπλωματική αυτή εργασία λαμβάνοντας υπόψη και τα βήματα του Medina για τη δημιουργία των βίντεο ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία. Αρχικά επιλέχθηκε η θεματική ενότητα «Το πυρίτιο» του βιβλίου Χημείας της Γ' Γυμνασίου. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι είναι η δεύτερη χρονιά που οι μαθητές διδάσκονται χημεία και ότι το κεφάλαιο στον οποίο ανήκει το πυρίτιο αποτελεί την πρώτη τους επαφή με τον περιοδικό πίνακα.

Στη συνέχεια μελετήθηκαν οι διδακτικοί στόχοι με βάση το σχολικό βιβλίο, το βιβλίο του καθηγητή και το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών. (ΦΕΚ 303B/13-03-2003)

Οι **γνωστικοί** διδακτικοί στόχοι είναι οι εξής:

Οι μαθητές

- να είναι σε θέση να εντοπίζουν τη θέση του πυριτίου στον περιοδικό πίνακα,
- να γνωρίζουν ότι είναι το δεύτερο επικρατέστερο χημικό στοιχείο στον στερεό φλοιό της Γης μετά το οξυγόνο
- να γνωρίζουν τους χημικούς τύπους του πυριτίου και του διοξειδίου του πυριτίου,
- να γνωρίζουν πού απαντάται το πυρίτιο,
- να γνωρίζουν πώς δημιουργείται το φυσικό γυαλί
- να γνωρίζουν πού παρασκευάστηκε για πρώτη φορά γυαλί
- να είναι σε θέση να περιγράψουν συνοπτικά τη διαδικασία παραγωγής γυαλιού
- να γνωρίζουν τα χαρακτηριστικά του γυαλιού και των οπτικών ινών
- να γνωρίζουν ότι το διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) είναι η πρώτη ύλη παρασκευής των οπτικών ινών
- να γνωρίζουν ότι αντί για ρεύμα μέσα στις ίνες διαδίδεται φως και ότι στο εσωτερικό της ίνας γίνονται πολλαπλές ανακλάσεις,
- να γνωρίζουν τα πλεονεκτήματα των οπτικών ινών έναντι των χάλκινων καλωδίων.

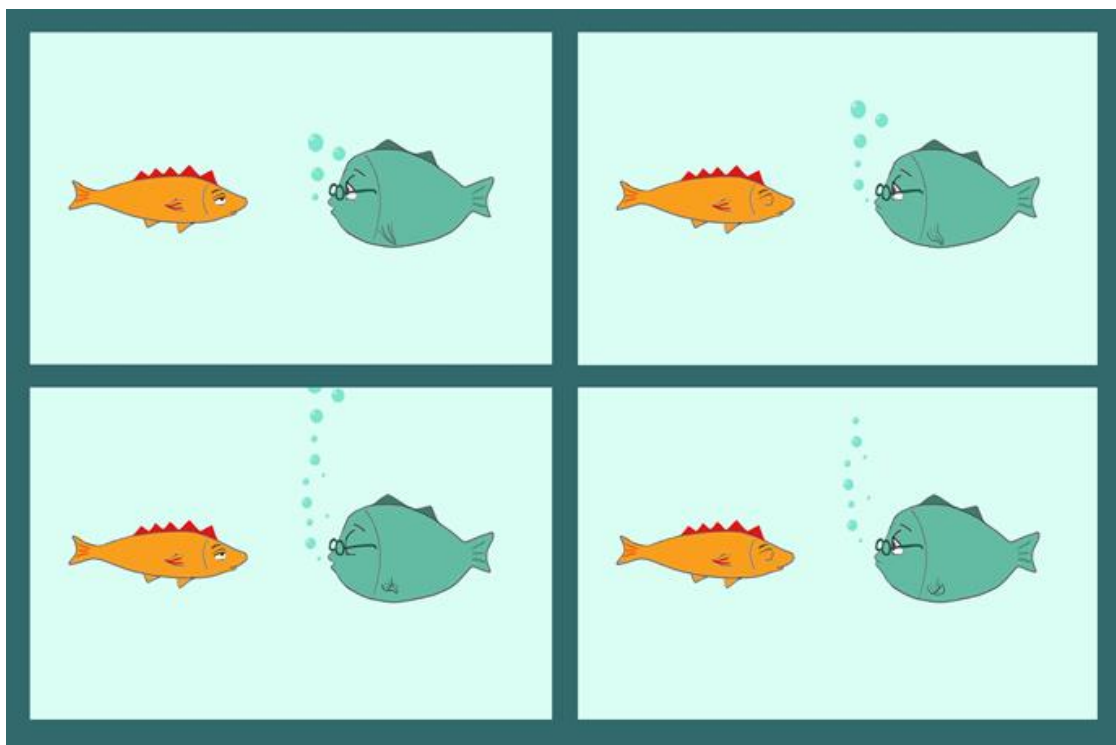
Οι **συναισθηματικοί** στόχοι είναι οι εξής:

Οι μαθητές:

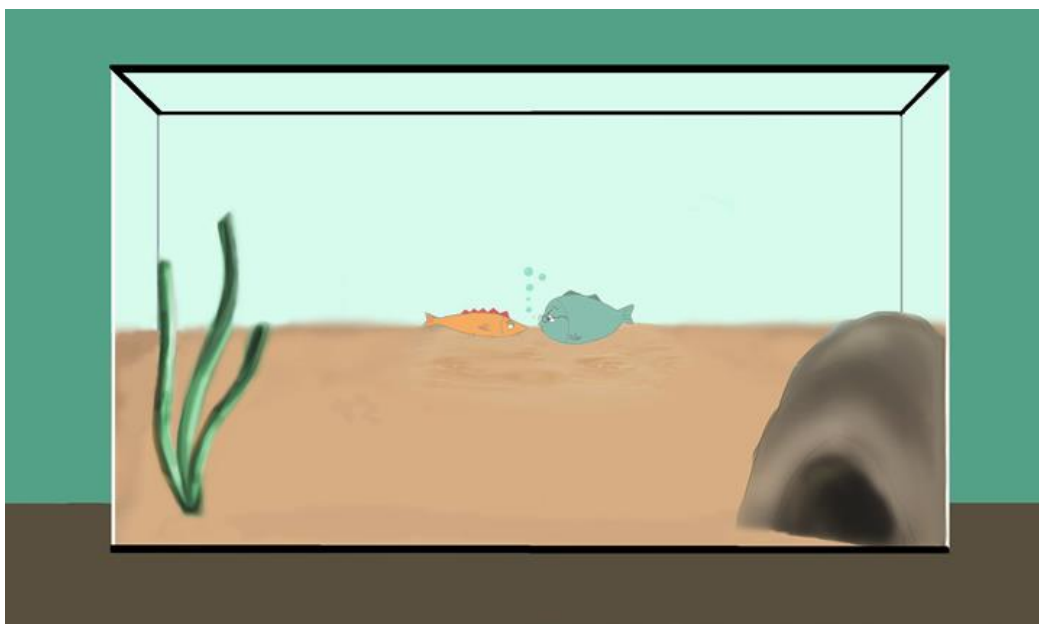
- να αναπτυχθεί το ενδιαφέρον τους για τις φυσικές επιστήμες και να αυξηθεί το κίνητρό τους,
- να αποκτήσουν θετική στάση απέναντι στην επιστήμη και να αποβάλλουν τον φόβο τους
- να αντλήσουν ικανοποίηση από το μάθημα,
- να νιώσουν ευχαρίστηση παρακολουθώντας τα βίντεο,
- να νιώσουν ευφορία και να γελάσουν χάρη στο χιούμορ που χαρακτηρίζει τα βίντεο
- να συνειδητοποιήσουν την αξία της επιστήμης, το ρόλο της και την σπουδαιότητά της,
- να αγαπήσουν την επιστήμη συνδέοντάς την με την καθημερινή τους ζωή,

- να αναπτύξουν ενδιαφέρον για επιστημονικές δραστηριότητες εκτός μαθήματος.

Στη συνέχεια επινοήθηκαν οι χαρακτήρες-πρωταγωνιστές των βίντεο, δηλαδή στην περίπτωση του πρώτου βίντεο δύο ανθρωπόμορφα ψάρια, ένα πορτοκαλί αρσενικό -αφελές και ένα μπλε θηλυκό ευφυέστερο και μελετηρό με τυχαία την επιλογή των φύλων, όπως φαίνονται στα Σχήματα 10 και 11. Ο λόγος που επιλέχθηκαν ψάρια και όχι κάποιο άλλο ζώο ή άνθρωποι ήταν για να μπορέσει να γίνει στη συνέχεια ο συσχετισμός ανάμεσα στην πυριτιούχο άμμο και το γυαλί του ενυδρείου, μιας και όπως είναι γνωστό το δεύτερο προέρχεται από το πρώτο. Ο λόγος ύπαρξης του αφελούς ψαριού είναι η διατύπωση αποριών και ερωτήσεων μέσα από τις οποίες "ξετυλίγεται" το μάθημα στα πλαίσια του διαλόγου και της ανατροφοδότησης. Αποφεύχθηκε έτσι ο μονόλογος του μελετηρού ψαριού κατά την παρουσίαση των πληροφοριών, ο οποίος θα ήταν μονότονος. Στη συνέχεια βέβαια χρησιμοποιείται μονόλογος στα πλαίσια της περίληψης και της επανάληψης, αφού έχει προηγηθεί ο διάλογος των δύο ηρώων.



Σχήμα 10: Διαδοχικά καρέ από το πρώτο εκπαιδευτικό βίντεο



Σχήμα 11: Καρέ από το πρώτο εκπαιδευτικό βίντεο

Το πρώτο βίντεο έχει ανακαλυπτικό χαρακτήρα αφού το μάθημα παρουσιάζεται μέσω του διαλόγου. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι τα χρώματα πορτοκαλί και τυρκουάζ των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν, αλλά και το γαλάζιο του φόντου που αποτελεί απόχρωση του μπλε έχουν θετικό αντίκτυπο στη συναισθηματική κατάσταση των θεατών, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Το ίδιο ισχύει για τους ανθρωπομορφισμούς αλλά και για το στρογγυλό σχήμα και τα χαρακτηριστικά μωρού του έξυπνου ψαριού.

Στο δεύτερο βίντεο οι πρωταγωνιστές είναι ένα ανθρωπόμορφο χάλκινο καλώδιο και μια ανθρωπόμορφη οπτική ίνα, όπως απεικονίζονται στο Σχήμα 12. Το καλώδιο ζητάει από την ίνα τους λόγους που τα τελευταία χρόνια αντικαθίσταται σταδιακά από την ίνα κι εκείνη του απαντάει με πέντε επιχειρήματα. Κάθε επιχείρημα συνοδεύεται και από τις αντίστοιχες εικόνες-κλειδιά, πχ όταν η ίνα αναφέρει πως είναι φθηνότερη από το καλώδιο εμφανίζονται χαρτονομίσματα.

Όπως υποδεικνύει και ο Medina οι παραπάνω χαρακτήρες και οι μεταξύ τους διάλογοι δημιουργήθηκαν με κριτήριο την ηλικία των μαθητών και το γνωστικό τους επίπεδο, τα μηνύματα που μεταφέρουν τα βίντεο είναι σαφή και απλά και το περιεχόμενο τους καλύπτει τους στόχους του μαθήματος.

Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι τα βίντεο βασίζονται στην διεπιστημονικότητα αφού περιλαμβάνουν εκτός από γνώσεις χημείας και γνώσεις φυσικής, γεωλογίας ιστορίας και γεωγραφίας.

Ακολούθησε ο σχεδιασμός των χαρακτήρων στο Adobe Photoshop με τη χρήση graphic pen (ηλεκτρονικής γραφίδας) και η δημιουργία των διαδοχικών καρτέ. Χρειάστηκαν περίπου εξήντα καρτέ κινουμένων σχεδίων για το πρώτο και

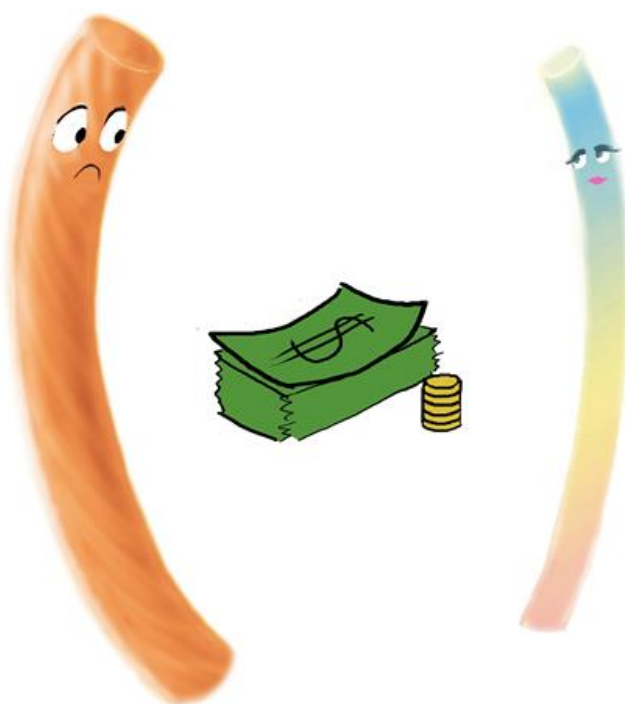
τριάντα καρτέ για το δεύτερο βίντεο. Φυσικά κάθε καρτέ δεν σχεδιαζόταν εξ αρχής, απλώς άλλαζε κάποιο χαρακτηριστικό από καρτέ σε καρτέ, π.χ. στο ένα καρτέ το στόμα του πορτοκαλί ψαριού ήταν κλειστό και στο επόμενο ανοιχτό ή αντίστοιχα τα μάτια του (βλέπε Σχήμα 10). Έτσι, η εναλλαγή απ' το ένα καρτέ στο άλλο γινόταν με μια μικρή διόρθωση στην επιφάνεια εργασίας του Photoshop κατευθείαν με χρήση της γραφίδας.

Στη συνέχεια τα καρτέ εισήχθησαν διαδοχικά στο Movie Maker και ρυθμίστηκαν η διάρκειά τους καθώς και τα εφέ εναλλαγής από καρτέ σε καρτέ. Προστέθηκαν επίσης σχετικές εικόνες και φωτογραφίες.

Ακολούθησε η συγγραφή των διαλόγων και της αφήγησης στο Word και η ηχογράφησή τους στο Movie Maker. Έγιναν αρκετές επαναλήψεις μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα και ο απαραίτητος συγχρονισμός ήχου και εικόνας. Επίσης, προστέθηκαν μουσική αλλά και διάφοροι φυσικοί ήχοι όπως ήχοι ενυδρείου ή γυαλιού που σπάει προσδίδοντας μια αίσθηση ρεαλισμού.

Τέλος, χρησιμοποιήθηκε το Adobe Captivate για τη μετατροπή του πρώτου βίντεο σε διαδραστικό, έτσι ώστε ο μαθητής ή ο καθηγητής να μπορεί να μεταφερθεί σε έναν συγκεκριμένο ιστότοπο και σε ένα δεύτερο βίντεο. Παρόλο που ο μαθητής μπορεί να επέμβει στο πρώτο εκπαιδευτικό βίντεο αυτό δεν συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό αφού υπάρχουν γενικά πολλές περισσότερες δυνατότητες σε ένα διαδραστικό πολυμεσικό περιβάλλον όπως η απάντηση του μαθητή σε κουίζ.

Τα παραπάνω βίντεο θα είναι σύντομα διαθέσιμα στον ιστότοπο του ψηφιακού σχολείου (<http://dschool.edu.gr/>).



Σχήμα 12: Καρτέ από το δεύτερο εκπαιδευτικό βίντεο.

4.2.1. Μεθοδολογία Έρευνας

Για την πραγματοποίηση της έρευνας επιλέχθηκαν δύο δημόσια σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από την περιοχή της Αθήνας. Στην έρευνα πήραν μέρος 96 μαθητές, 48 από το πρώτο και 48 από το δεύτερο δείγμα. Ήταν όλοι μαθητές της Γ' Γυμνασίου ηλικίας 14-15 χρονών.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από τον ίδιο ερευνητή που είναι συγχρόνως και ο δημιουργός των εκπαιδευτικών βίντεο. Για τη διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν δύο ομάδες μαθητών. Χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικοί μέθοδοι διδασκαλίας, η προσαρμοσμένη στη χρήση των εκπαιδευτικών βίντεο και η κλασική. Και στις δύο ομάδες παρουσιάστηκαν οι ίδιες πληροφορίες με βάση το σχολικό βιβλίο της Χημείας Γ' Γυμνασίου.

Πιο αναλυτικά κάθε ομάδα αφιέρωσε μια διδακτική ώρα στη διαδικασία. Η πρώτη ομάδα, δηλ. η ομάδα ελέγχου, παρακολούθησε το μάθημα με τον παραδοσιακό τρόπο δηλαδή διάλεξη και χρήση του μαυροπίνακα. Στην συνέχεια εξέφρασε απορίες στον ερευνητή. Η όλη διαδικασία διήρκεσε 15 λεπτά και έπειτα οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε τεστ με ερωτήσεις απομνημόνευσης. Η δεύτερη ομάδα, δηλ. η πειραματική ομάδα παρακολούθησε τα δύο εκπαιδευτικά βίντεο για 15 λεπτά, εξέφρασε απορίες και τέλος απάντησε στο ίδιο ακριβώς τεστ. Με τις παραπάνω ενέργειες ολοκληρώθηκε και το τέταρτο βήμα του Medina.

Επίσης, διανεμήθηκε ερωτηματολόγιο στους μαθητές για να εκτιμηθεί κατά πόσο θεώρησαν τα βίντεο ποιοτικά, ενδιαφέροντα, ευχάριστα αλλά και ωφέλιμα στη μαθησιακή διαδικασία. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε τέσσερις ερωτήσεις και απαντήθηκε από 48 μαθητές των δύο τμημάτων της Γ' Γυμνασίου (πειραματικά τμήματα) που παρακολούθησαν τα βίντεο. Οι ερωτήσεις ήταν οι εξής:

1. *Πώς αξιολογείτε την ποιότητα των εκπαιδευτικών βίντεο;*
2. *Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι έχουν συνεισφέρει τα εκπαιδευτικά βίντεο στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντός σας για το μάθημα;*
3. *Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι έχουν συνεισφέρει τα εκπαιδευτικά βίντεο στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος;*
4. *Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι ήταν ευχάριστα τα εκπαιδευτικά βίντεο;*

Στη συνέχεια ακολούθησε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS 17.0 (Statistical Package for Social Sciences) και εξάχθηκαν συμπεράσματα σχετικά με τη συνεισφορά των κινουμένων σχεδίων στη διδασκαλία της χημείας και στην απόδοση των μαθητών του γυμνασίου. Με αυτόν τον τρόπο έλαβε χώρα και το πέμπτο βήμα που προτείνει ο Medina.

5. Αποτελέσματα

5.1. Διαπιστώσεις από το ερωτηματολόγιο

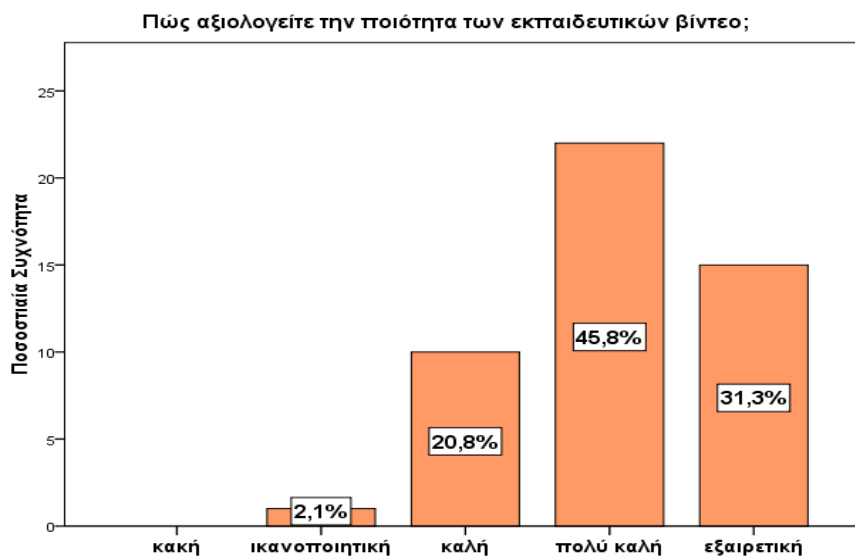
Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε τέσσερις ερωτήσεις και απαντήθηκε από τους 48 μαθητές των δύο τμημάτων της Γ' Γυμνασίου (πειραματικό τμήμα) που παρακολούθησαν τα εκπαιδευτικά βίντεο.

α) Αναλυτικά για κάθε ερώτηση προέκυψαν οι επόμενοι πίνακες και τα επόμενα διαγράμματα κατανομής συχνότητων:

Ερώτηση 1: Πώς αξιολογείτε την ποιότητα της αφήγησης;

Πίνακας 4: Κατανομή συχνότητων των απαντήσεων στην ερώτηση 1(N=48)

	Συχνότητα	Ποσοστιαία Συχνότητα	Αθροιστική Ποσοστιαία Συχνότητα
κακή	0	0	0
ικανοποιητική	1	2,1	2,1
καλή	10	20,8	22,9
πολύ καλή	22	45,8	68,8
εξαιρετική	15	31,3	100,0
Σύνολο	48	100	



Σχήμα 13: Κατανομή ποσοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 1

Από τις απαντήσεις στην ερώτηση 1 (Πίνακας 4, Σχήμα 13) προκύπτει ότι:

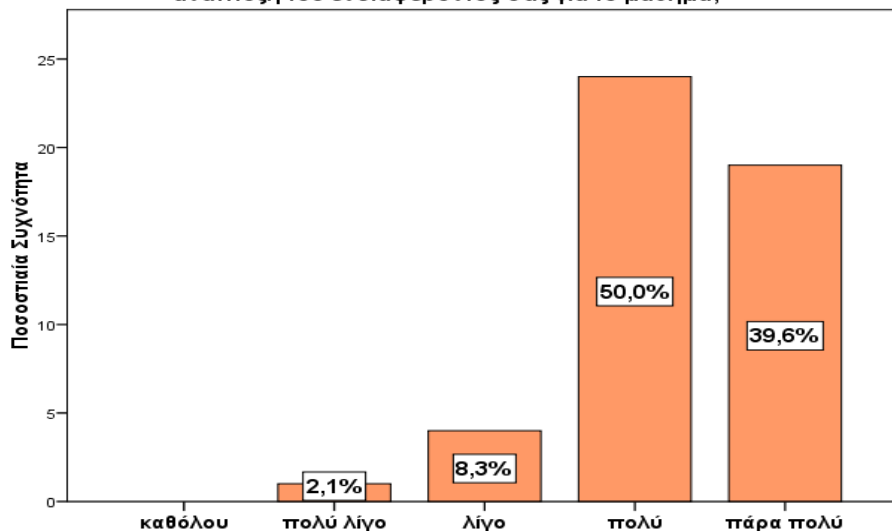
- το 2,1% θεωρεί ότι η ποιότητα της αφήγησης είναι ικανοποιητική,
- το 20,8% έχει τη γνώμη ότι η ποιότητα της αφήγησης είναι καλή,
- το **77,1%** θεωρεί ότι η ποιότητα της αφήγησης είναι πολύ καλή έως εξαιρετική.

Ερώτηση 2: Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι έχουν συνεισφέρει τα εκπαιδευτικά βίντεο στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντός σας για το μάθημα;

Πίνακας 5: Κατανομή συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 2 (N=48)

	Συχνότητα	Ποσοστιαία συχνότητα	Αθροιστική ποσοστιαία συχνότητα
καθόλου	0	0	0
πολύ λίγο	1	2,1	2,1
λίγο	4	8,3	10,4
πολύ	24	50	60,4
πάρα πολύ	19	39,6	100,0
Σύνολο	48	100,0	

Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι έχουν συνεισφέρει τα εκπαιδευτικά βίντεο στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντός σας για το μάθημα;



Σχήμα 14: Κατανομή ποσοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 2

Από τις απαντήσεις στην ερώτηση 2 (Πίνακας 5, Σχήμα 14) προκύπτει ότι:

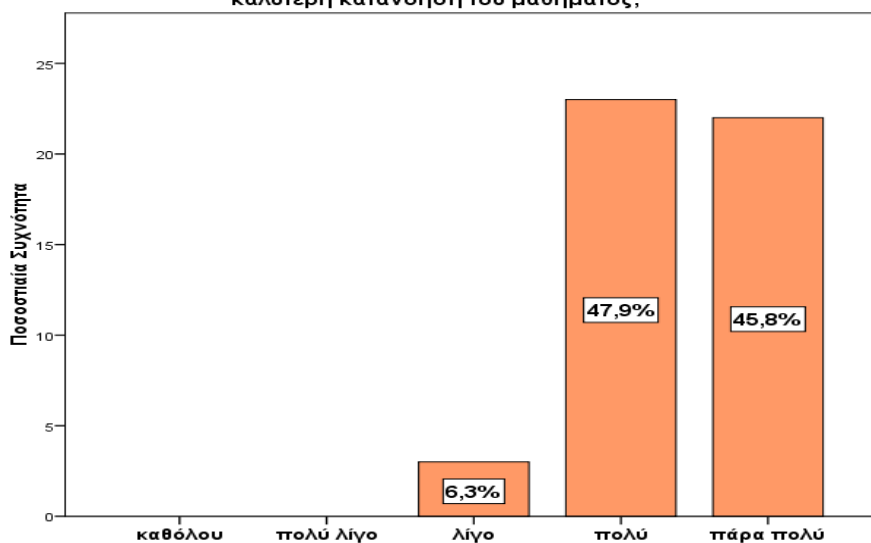
- το 2,1% θεωρεί ότι τα εκπαιδευτικά βίντεο έχουν συνεισφέρει πολύ λίγο στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντός τους για το μάθημα,
- το 8,3% βρίσκει ότι τα εκπαιδευτικά βίντεο έχουν συνεισφέρει λίγο στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντός τους για το μάθημα,
- το **89,6%** θεωρεί ότι η αφήγηση της ιστορίας έχει συνεισφέρει πολύ έως πάρα πολύ στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντός τους για το μάθημα.

Ερώτηση 3: Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι έχουν συνεισφέρει τα εκπαιδευτικά βίντεο στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος;

Πίνακας 6: Κατανομή συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 3(N=48)

	Συχνότητα	Ποσοστιαία συχνότητα	Αθροιστική ποσοστιαία συχνότητα
καθόλου	0	0	0
πολύ λίγο	0	0	0
λίγο	3	6,3	6,3
πολύ	23	47,9	54,2
πάρα πολύ	22	45,8	100,0
Σύνολο	48	100,0	

Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι έχουν συνεισφέρει τα εκπαιδευτικά βίντεο στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος;



Σχήμα 15: Κατανομή ποσοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 3

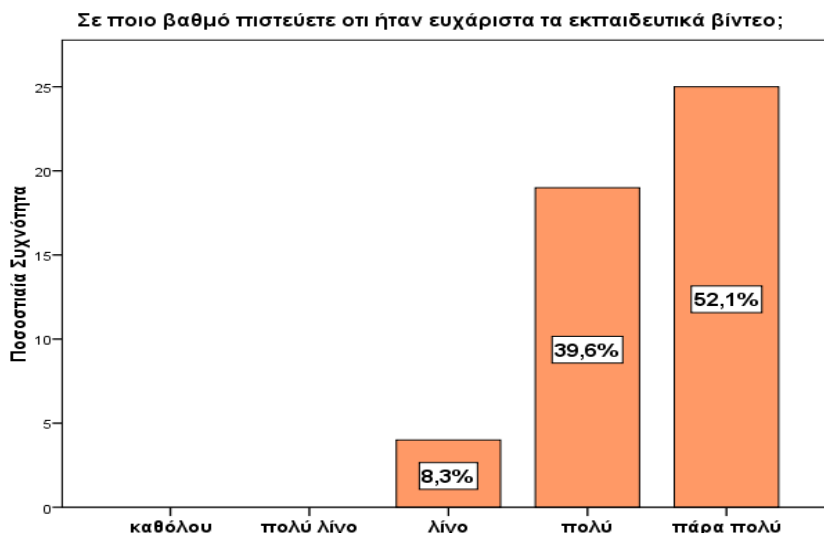
Από τις απαντήσεις στην ερώτηση 3 (Πίνακας 6, Σχήμα 15) προκύπτει ότι:

- το 6,3% βρίσκει ότι η αφήγηση της ιστορίας έχει συνεισφέρει λίγο στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος,
- το **93,7%** θεωρεί ότι η αφήγηση της ιστορίας έχει συνεισφέρει πολύ έως πάρα πολύ στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος!

Ερώτηση 4: Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι ήταν ευχάριστα τα εκπαιδευτικά βίντεο;

Πίνακας 7: Κατανομή συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 4(N=48)

	Συχνότητα	Ποσοστιαία συχνότητα	Αθροιστική ποσοστιαία συχνότητα
καθόλου	0	0	0
πολύ λίγο	0	0	0
λίγο	4	8,3	8,3
πολύ	19	39,6	47,9
πάρα πολύ	25	52,1	100,0
Σύνολο	48	100,0	



Σχήμα 16: Κατανομή ποσοσטיαίων συχνοτήτων των απαντήσεων στην ερώτηση 4

Από τις απαντήσεις στην ερώτηση 4 (Πίνακας 7, Σχήμα 16) προκύπτει ότι:

- το 8,3% θεωρεί ότι τα εκπαιδευτικά βίντεο ήταν λίγο ευχάριστα,
- το **91,7%** θεωρεί ότι τα εκπαιδευτικά βίντεο ήταν πολύ έως πάρα πολύ ευχάριστα!

β) Συσχέτιση ερωτήσεων στο ερωτηματολόγιο με τη μέθοδο χ^2

Η μέθοδος χ^2 χρησιμοποιείται γενικά για να εκτιμηθεί αν δύο ή περισσότερα δείγματα, τα οποία αποτελούνται από δεδομένα συχνοτήτων (ονομαστικά δεδομένα), διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Με άλλα λόγια, είναι ο συνηθισμένος στατιστικός έλεγχος για την ανάλυση πινάκων διασταύρωσης ή συνάφειας με βάση δύο ονομαστικές μεταβλητές κατηγορίας (Howitt & Cramer, 2006).

Πίνακας 8: Σχέση μεταξύ ερωτήσεων 3 και 4

	Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι έχουν συνεισφέρει τα εκπαιδευτικά βίντεο στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος;	Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι ήταν ευχάριστα τα εκπαιδευτικά βίντεο;
καθόλου	0	0
πολύ λίγο	0	0
λίγο	3	4
πολύ	23	19
πάρα πολύ	22	25
Pearson Chi-Square (χ^2)	11,278	
Βαθμοί ελευθερίας (df)	4	
Δίπλευρη σημαντικότητα (p)	0,024	

Ο έλεγχος χ^2 έδειξε μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της συνεισφοράς της αφήγησης της ιστορίας στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος και στην ευχαρίστηση που άντλησαν οι μαθητές από τα εκπαιδευτικά βίντεο ($\chi^2 = 11,278$, $DF = 4$, $p = 0,024$) (βλέπε Πίνακα 8).

5.2. Διαπιστώσεις από το τεστ αξιολόγησης

Στο παράρτημα παρατίθεται το τεστ που δόθηκε και στα δύο τμήματα μαζί με τις μονάδες του κάθε θέματος.

Οι ερωτήσεις που απαντήθηκαν από τους μαθητές και των δύο ομάδων ελέγχθηκαν για την εγκυρότητα και την αξιοπιστία τους. Συγκεκριμένα έγινε έλεγχος της αξιοπιστίας εσωτερικής συνέπειας. Ο συντελεστής που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο συντελεστής αξιοπιστίας Cronbach's Alpha.

Κατά τη διδασκαλία με τα κινούμενα σχέδια ο Cronbach's Alpha βρέθηκε ίσος με 0,670 ενώ με την κλασική μέθοδο ο Cronbach's Alpha βρέθηκε ίσος με 0,795.

Πίνακας 9: Δείκτης Cronbach's Alpha «εσωτερικής συνέπειας»

Μέθοδος Διδασκαλίας	Cronbach's Alpha	Αριθμός Ερωτήσεων
Κινούμενα Σχέδια	0,670	6
Κλασσική	0,795	6

Στους πίνακες 10, 11 παρατηρείται ότι για όλα τα θέματα ισχύει πως αν διαγραφούν ο συντελεστής αξιοπιστίας μειώνεται. Επομένως, δεν υπάρχει λόγος να διαγραφούν. Μόνη εξαίρεση αποτελεί το θέμα 3 στην κλασσική μέθοδο διδασκαλίας, όπου ο συντελεστής αυξάνεται κατά 0,01 αν αυτό διαγραφεί. Όμως τελικά το Θέμα 3 παρέμεινε αφού η διαφορά είναι αμελητέα.

Πίνακας 10: Η τιμή του Cronbach's Alpha σε περίπτωση διαγραφής ενός θέματος κατά τη διδασκαλία με κινούμενα σχέδια.

	Cronbach's Alpha if item deleted
Θέμα 1	0,595
Θέμα 2	0,667
Θέμα 3	0,659
Θέμα 4	0,630
Θέμα 5	0,565
Θέμα 6	0,642

Πίνακας 11: Η τιμή του Cronbach's Alpha σε περίπτωση διαγραφής ενός θέματος κατά τη κλασσική μέθοδο διδασκαλίας.

	Cronbach's Alpha if item deleted
Θέμα 1	0,701
Θέμα 2	0,778
Θέμα 3	0,805
Θέμα 4	0,775
Θέμα 5	0,773
Θέμα 6	0,737

Για τον έλεγχο κανονικότητας των εξαρτημένων μεταβλητών (ποσοστό των σωστών απαντήσεων των μαθητών) χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος Kolmogorov-Smirnov, με τις παρακάτω υποθέσεις:

H_0 : Τα δεδομένα κατανέμονται κανονικά

H_1 : Τα δεδομένα δεν κατανέμονται κανονικά

Επίσης, έγινε και έλεγχος Shapiro και Wilk όπου ελέγχονται οι εξής υποθέσεις:

H_0 : Η $F_X(x)$ είναι συνάρτηση κατανομής της κανονικής κατανομής με άγνωστη μέση τιμή και διασπορά

H_1 : Η $F_X(x)$ είναι συνάρτηση κατανομής μιας μη κανονικής κατανομής.

Για να ισχύουν οι παραπάνω μηδενικές υποθέσεις το επιθυμητό αποτέλεσμα στην κανονικότητα είναι η στατιστική ασημαντότητα δηλ. $p < 0,05$.

Από τους παραπάνω ελέγχους εξήχθη το συμπέρασμα ότι δεν ισχύουν οι μηδενικές υποθέσεις, άρα δεν ισχύει και η προϋπόθεση για την εφαρμογή της ανάλυσης διασποράς κατά μία κατεύθυνση (ANOVA, t-test)

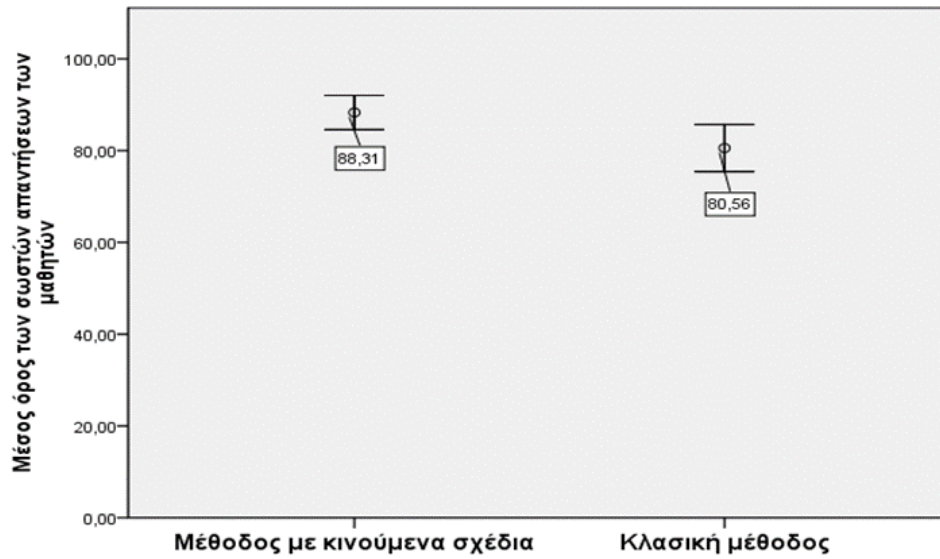
Γι' αυτό το λόγο επιλέχθηκε ένα μη παραμετρικό τεστ, το Mann-Whitney U Test.

Πραγματοποιήθηκε έλεγχος με το Mann-Whitney U test στο ποσοστό επιτυχίας των μαθητών ανά μέθοδο διδασκαλίας με τις υποθέσεις:

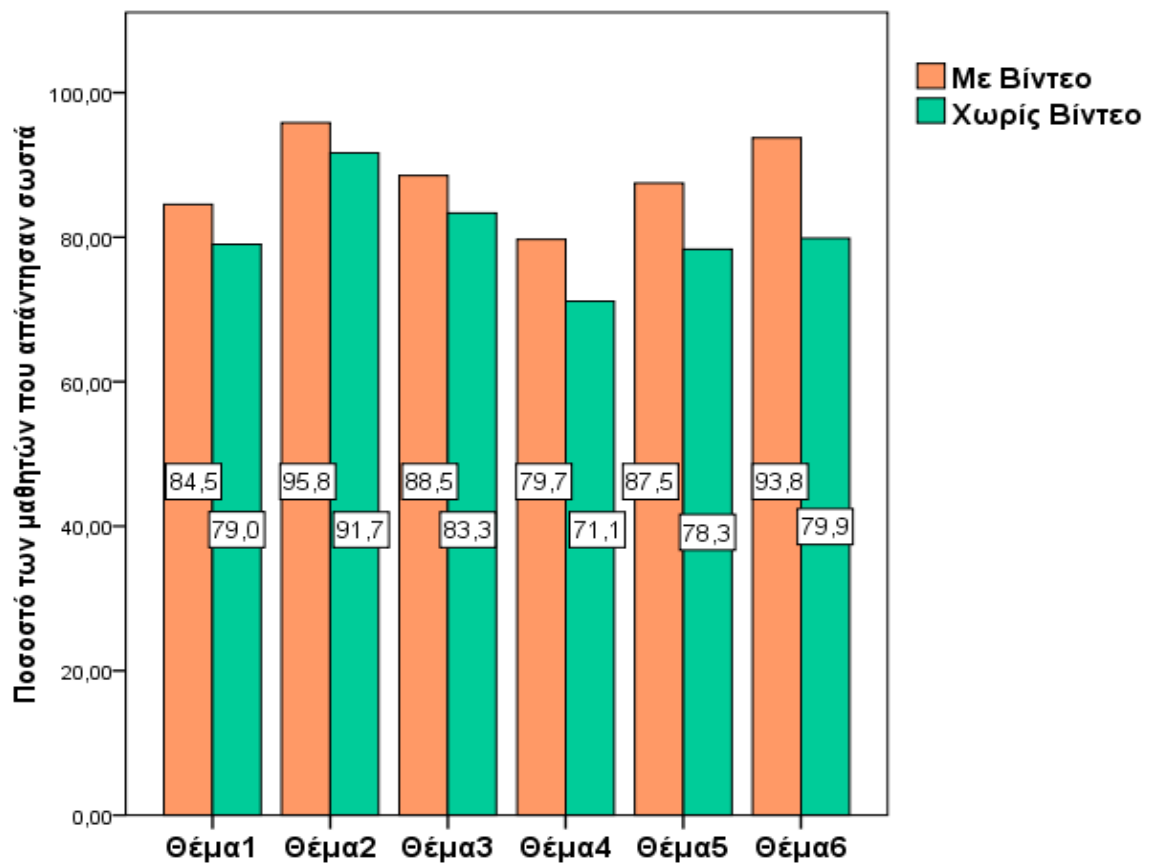
Μηδενική υπόθεση H_0 : το ποσοστό σωστών απαντήσεων δεν διαφέρει και στις δύο μεθόδους διδασκαλίας.

Εναλλακτική υπόθεση H_1 : το ποσοστό σωστών απαντήσεων διαφέρει στις δύο μεθόδους διδασκαλίας.

Υπολογίστηκε ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων των μαθητών (μ_i) για την μέθοδο με τα κινούμενα σχέδια $\mu_{\text{κινούμενα σχέδια}}=88,31$ και για την κλασική μέθοδο $\mu_{\text{κλασικό}}=80,56$ (Σχήμα 17). Το Mann-Whitney U test έδωσε $U=801.500$ $N_1=48$, $N_2=48$, $p=0,01 < 0,05$. Άρα από τη σύγκριση των δύο μεθόδων διδασκαλίας παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά.



Σχήμα 17: Μέσος όρος των σωστών απαντήσεων των μαθητών



Σχήμα 18: Ποσοστό μαθητών που απάντησαν σωστά σε κάθε ερώτηση και στις δύο μεθόδους.

Στο σχήμα 18 γίνεται προφανές ότι το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν σωστά σε κάθε ερώτηση είναι υψηλότερο στην πειραματική ομάδα (μέθοδος με τα κινούμενα σχέδια) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (κλασική μέθοδος).

Και στις επτά ερωτήσεις έγινε το Mann Whitney U test με υποθέσεις:

H_0 : το ποσοστό σωστών απαντήσεων στην ερώτηση i δεν διαφέρει και στις δύο μεθόδους διδασκαλίας

H_1 : το ποσοστό σωστών απαντήσεων στην ερώτηση i διαφέρει στις δύο μεθόδους διδασκαλίας

$i=1,2,\dots,7$ ερώτηση

Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεθόδων βρέθηκαν στις ερωτήσεις 1,4,5, και 6 καθώς το $p < 0,05$ (Πίνακας 12). Εντούτοις στις ερωτήσεις 2 και 3 δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Δηλαδή με άλλα λόγια οι μαθητές απαντούσαν με τον ίδιο περίπου τρόπο στις δύο αυτές ερωτήσεις.

Πίνακας 12: Mann- Whitney U test για τη κάθε ερώτηση μεταξύ των δύο μεθόδων διδασκαλίας

	Θέμα 1	Θέμα 2	Θέμα 3	Θέμα 4	Θέμα 5	Θέμα 6
Mann-Whitney U	884,000	1055,000	1037,000	807,000	887,500	886,000
Wilcoxon W	2060,000	2231,000	2213,000	1983,000	2063,500	2062,000
Z	-2,010	-1,238	-1,134	-2,586	-2,128	-2,330
Asymp. Sig.(2-tailed)	0,044	0,216	0,257	0,010	0,033	0,020

6. Συμπεράσματα-Προτάσεις

6.1. Συμπεράσματα

Η υψηλή επίδοση των μαθητών δείχνει ότι επιτεύχθηκαν οι γνωστικοί διδακτικοί στόχοι που είχαν τεθεί και τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου δείχνουν ότι επιτεύχθηκαν και ορισμένοι από τους συναισθηματικούς διδακτικούς στόχους. Συγκεκριμένα, από το ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι οι μαθητές εντυπωσιάστηκαν από την ποιότητα των εκπαιδευτικών βίντεο, αναπτύχθηκε το ενδιαφέρον τους για το μάθημα, κατανόησαν πολύ καλύτερα τις διάφορες έννοιες και «διασκέδασαν» με αυτό το ψηφιακό υλικό.

Από τα τεστ αξιολόγησης προκύπτει ότι η επίδοση των μαθητών που παρακολούθησαν τα βίντεο ήταν καλύτερη από την επίδοση των μαθητών που δεν τα παρακολούθησαν. Επομένως, μπορεί να εξαχθεί ότι τα βίντεο συνέβαλαν στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος. Στις ερωτήσεις 2 και 3 παρόλα αυτά, η διαφορά στην επίδοση των μαθητών δεν είναι στατιστικώς σημαντική. Δηλαδή, οι μαθητές απάντησαν με τον ίδιο περίπου τρόπο και στα δύο τμήματα. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην ευκολία των ερωτήσεων αυτών σε σχέση με τις υπόλοιπες τέσσερις.

Γενικά παρατηρήθηκε ότι το πειραματικό τμήμα προηγήθηκε σε βαθμολογία του τμήματος ελέγχου και αυτό πιθανόν οφείλεται στους παρακάτω παράγοντες:

1. Τα κινούμενα σχέδια είναι οικεία στα παιδιά αλλά και στους εφήβους. Παρακολουθώντας τα στην τηλεόραση και στον κινηματογράφο και στο βίντεο από πολύ μικρή ηλικία οι περισσότεροι μαθητές τα έχουν συνδέσει με ευχάριστες αναμνήσεις. Επομένως, αντικρίζοντας τα καρτούν βιώνουν θετικά συναισθήματα.
2. Στο πρώτο εκπαιδευτικό βίντεο της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα χρώματα και σχήματα. Επίσης, και στα δύο βίντεο έγινε χρήση ανθρωπομορφισμών. Σύμφωνα με έρευνες ο κατάλληλος σχεδιασμός αλλά και οι ανθρωπομορφισμοί προκαλούν επίσης θετικά συναισθήματα στον θεατή.
3. Τα κινούμενα σχέδια είναι διασκεδαστικά σε αντίθεση με τη μονότονη διάλεξη και το βιβλίο που μπορεί να προκαλέσουν ανία. Τα βίντεο ήταν εμπροσθητά με χιούμορ που προκαλεί κι αυτό θετικά συναισθήματα. Όμως, έχει διαπιστωθεί ότι τα θετικά συναισθήματα ενισχύουν την μάθηση, επομένως οι παραπάνω παράγοντες ουσιαστικά βελτιώνουν τη μαθησιακή διαδικασία.
4. Όταν οι μαθητές επεξεργάζονται κείμενο μαζί με εικόνα παρακολουθώντας το βίντεο που περιλαμβάνει και τα δύο, η πληροφορία παρουσιάζεται δύο φορές βελτιώνοντας έτσι την κατανόηση. Σύμφωνα με την θεωρία του διπλού κώδικα η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο υποσυστημάτων, του οπτικού και του

λεκτικού, διευκολύνει την ερμηνεία της πληροφορίας. Σύμφωνα με τη ίδια θεωρία οι μαθητές θα θυμούνται και θα επεξεργάζονται το υλικό καλύτερα αν το κωδικοποιήσουν και οπτικά και λεκτικά διότι έχουν δύο ξεχωριστούς τρόπους να βρίσκουν την πληροφορία στην μνήμη.

Επιπλέον η παρουσίαση επεξηγηματικών λέξεων και εικόνων ξεχωριστά, στα πλαίσια του σχολικού βιβλίου, δεν είναι αρκετή για να εξασφαλίσει την επιστημονική κατανόηση, διότι η αποτελεσματική κατανόηση εξαρτάται από τον συντονισμό λέξεων και εικόνων, δηλαδή λεκτική αφήγηση ταυτόχρονα με animation (σχεδιοκίνηση).

5. Το animation μπορεί να ενισχύσει τη μαθησιακή διαδικασία και των οπτικών τύπων (visualizers) και των ακουστικών (verbalizers) κι αυτό γιατί οι ταινίες animation είναι ένας συνδυασμός των δύο καναλιών. Το γραπτό κείμενο και οι χαρακτήρες δημιουργούν το οπτικό-εικονικό κανάλι. Η μουσική, η αφήγηση και η φωνή των χαρακτήρων σχηματίζουν το ακουστικό-λεκτικό κανάλι.
6. Τα βίντεο έχουν αναπτυχθεί μέσα σε ένα διεπιστημονικό πλαίσιο. Αναδεικνύονται ορισμένες διασυνδέσεις – σχέσεις των διαφόρων μαθημάτων τόσο μεταξύ τους, όσο και με την κοινωνία και με την πραγματικότητα της καθημερινής ζωής, τις ανάγκες και τις εμπειρίες των μαθητών. Έτσι, αυξάνεται το ενδιαφέρον και τα κίνητρα των μαθητών για μάθηση και οι μαθητές καθίστανται ικανοί να αξιοποιήσουν/εφαρμόσουν τη γνώση. Επίσης, αναπτύσσεται η ικανότητα να γίνονται συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών τομέων γνώσης και προστίθεται «αξία» σε αυτό που μαθαίνεται σε ένα τομέα με την εφαρμογή ικανοτήτων και αρχών που μαθαίνονται σε άλλους τομείς.
Με τον τρόπο αυτό η γνώση *οικοδομείται* από τους ίδιους τους μαθητές, οι οποίοι στη συνέχεια μπορούν αποτελεσματικότερα να διαχειριστούν και να αντιμετωπίσουν «προβλήματα» της καθημερινής ζωής.
7. Τα κινούμενα σχέδια απαλύνουν το άγχος και μειώνουν το στρες που ειδικά στην περίπτωση των θετικών επιστημών μπορεί να είναι αυξημένο. Ένας από τους λόγους για τους οποίους οι φυσικές επιστήμες θεωρούνται δυσνόητες και συχνά "φοβίζουν" τους μαθητές είναι ότι οι ίδιοι οι μαθητές έχουν την πεποίθηση ότι εξετάζουν και αναλύουν έννοιες, φαινόμενα και καταστάσεις, που δύσκολα μπορούν να εξηγήσουν και να κατανοήσουν. Με την εισαγωγή των κινουμένων σχεδίων στη μαθησιακή διαδικασία αυτός ο φόβος αντιμετωπίζεται αφού όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως τα καρτούν είναι οικεία στους μαθητές και συνδεδεμένα με θετικά συναισθήματα. Επίσης, στα εκπαιδευτικά βίντεο χρησιμοποιήθηκε ανεπίσημος προσωπικός τόνος, ο οποίος οδηγεί σε ισχυρό φαινόμενο εξατομίκευσης (personalization effect). Τα κινούμενα σχέδια λόγω του χαλαρού και μη επίσημου ύφους τους, οι μαθητές δεν τα αντιλαμβάνονται ως απειλή ή ως υλικό μάθησης που του επιβάλλεται από τον εκπαιδευτικό.
8. Το πρώτο βίντεο είχε ανακαλυπτικό χαρακτήρα, δηλαδή η ιστορία ξετυλίχθηκε κυρίως μέσω του διαλόγου. Έτσι, αποφεύχθηκε η μονοτονία του μονολόγου και ακολουθήθηκε το μοτίβο των ερωταποκρίσεων μεταξύ των δύο χαρακτήρων. Αυτό ίσως ενίσχυσε τη μαθησιακή

- διαδικασία μιας και ο νεαρός θεατής μπορεί να ταυτίστηκε με το ψαρί-
μαθητή το οποίο έθεσε τις ερωτήσεις που πιθανόν να έθετε ο ίδιος.
9. Σύμφωνα με τον Mayer οι μαθητές μαθαίνουν εις βάθος από λέξεις και εικόνες από ότι από λέξεις μόνο (επίδραση των πολυμέσων-multimedia effect). Επίσης όταν χρησιμοποιούνται ομιλία και animation το φαινόμενο των πολυμέσων (multimedia effect) είναι ισχυρό. Επιπλέον σύμφωνα με τον Ραϊνίο η ανάκληση είναι αποτελεσματικότερη όταν τα αντικείμενα παρουσιάζονται ως εικόνες παρά σαν τυπωμένες λέξεις. Σε μια έρευνα των Standing et al.(1970) οι συμμετέχοντες μελέτησαν πάνω από 2000 εικόνες για 10 δευτερόλεπτα περίπου την κάθε μία και ήταν πάνω από 90% ακριβείς σε ένα τεστ αναγνώρισης λίγες μέρες αργότερα.
 10. Κατά τον Mayer υπάρχει και η επίδραση της χωρικής συνάφειας (spatial contiguity effect) σύμφωνα με την οποία η εκ βάθους μάθηση επακολουθεί όταν τυπωμένες λέξεις τοποθετούνται δίπλα σε ανταποκρινόμενες εικόνες και όχι μακριά τους. Όντως και στα δύο εκπαιδευτικά βίντεο το συνοδευτικό κείμενο βρισκόταν μέσα στην εικόνα ή ακριβώς από κάτω.

6.2. Προτάσεις

Ορισμένες προτάσεις έχουν διατυπωθεί για την καλύτερη εφαρμογή των οπτικών αναπαραστάσεων, των καρτούν και του animation στην εκπαίδευση.

Πρώτον, οι καθηγητές πρέπει να ενημερωθούν για την βασισμένη στα κόμιξ διδασκαλία (Tuncel & Ayva 2010).

Δεύτερον, τα καρτούν πρέπει να εμπλουτιστούν και να μετατραπούν σε κινούμενα σχέδια για να επικαλούνται και άλλες αισθήσεις εκτός από την όραση.

Τρίτον, το ψηφιακό υλικό πρέπει να είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να μην βελτιώνει μόνο τη γνωστική πλευρά των μαθητών αλλά και τη συναισθηματική (Sengül & Dereli 2010).

Επίσης, ο Rieber(1990) συμπέρανε ότι τα animations μπορούν να είναι χρήσιμα στην επιστήμη με κάποιες προϋποθέσεις. Προτείνει να χρησιμοποιούνται σε μαθήματα όπου απαιτείται η οπτικοποίηση της κίνησης, να χρησιμοποιείται υλικό που είναι επαρκώς αλλά σε λογικά πλαίσια δύσκολο, να καθοδηγείται η προσοχή των μαθητών στη λεπτομέρεια των γραφικών και να χρησιμοποιούνται επιπλέον εκπαιδευτικές δραστηριότητες σε συνδυασμό με τα animations.

Τέλος, βασισμένοι στην έρευνα τους και σε αυτήν του Vekiri (2002), οι Vavra et al. (2011) προσφέρουν τις παρακάτω προτάσεις:

- Τα οπτικά βοηθήματα πρέπει να είναι σχετικά με το μάθημα, σχετικά με τις υπάρχουσες γνώσεις και τις ικανότητες των μαθητών. Οι καθηγητές θα πρέπει να επιλέξουν animations ενός επιπέδου κατάλληλο και σχετικό με τις ικανότητες των μαθητών και την προηγούμενη γνώση τους.

- Το περιεχόμενο του οπτικού βοηθήματος είναι πιο σημαντικό από την παρουσία του χρώματος και το επίπεδο του ρεαλισμού στα σχέδια.
- Οι μαθητές θα πρέπει να ενθαρρύνονται να κατασκευάσουν τα δικά τους οπτικά αντικείμενα όταν αυτό κρίνεται κατάλληλο για τους μαθησιακούς στόχους
- Τα οπτικά βοηθήματα θα πρέπει να συνδυάζονται με λεκτική πληροφορία και κείμενο για καλύτερη κατανόηση των ιδεών και θα πρέπει να είναι εναρμονισμένα.
- Σαφείς οδηγίες θα πρέπει να παρέχονται. Για να αποφευχθεί η σύγχυση πρέπει να υπάρχει μια αντιστοίχιση μεταξύ του εποπτικού υλικού και των λεκτικών οδηγιών, δηλαδή να παρουσιάζονται ταυτόχρονα.
- Τα οπτικά βοηθήματα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως συμπλήρωμα κι όχι ως αντικατάσταση του κειμένου. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται συνδυασμός λόγου και εικόνας. Όταν ο στόχος του εποπτικού υλικού είναι να προάγει την κατανόηση το animation πρέπει να συμπληρώνεται με κείμενο η αφήγηση.
- Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται animations σύντομης διάρκειας απλά και προφανή. Οι καθηγητές θα πρέπει να αποφύγουν να περιλάβουν υλικό που θα αποσπάσει την προσοχή και οι μαθητές θα πρέπει να προφυλαχθούν από την υπερφόρτωση οπτικών πληροφοριών.
- Θα πρέπει οι καθηγητές να βεβαιωθούν ότι η ταχύτητα της παρουσίασης μπορεί να ελεγχθεί ώστε να μπορεί να δοθεί έμφαση σε πληροφορίες όταν χρειάζεται.
- Το εποπτικό υλικό θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλα μέσα και όχι σαν υποκατάστατο της καλής διδασκαλίας.

Επίσης, πολύ χρήσιμο είναι το λεγόμενο visual cueing δηλαδή η καθοδήγηση της προσοχής του μαθητή με προσθήκη κάποιων στοιχείων. Όταν γραφικά παρουσιάζονται με αφηγήσεις οι μαθητές μπορεί να χρειαστεί να ψάξουν πληροφορίες στις οπτικές αναπαραστάσεις για να δημιουργήσουν συνδέσμους ανάμεσα σε αυτό που βλέπουν και αυτό που ακούν και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε εξωγενές φορτίο. Γι' αυτό μπορούν να προστεθούν βέλη κύκλοι και χρώματα τα οποία είναι αποτελεσματικά στο να καθοδηγούν την προσοχή του μαθητή και μειώνουν το εξωγενές φορτίο. Στη έρευνα των Lin & Atkinson(2009) όταν η μελέτη συμπεριλάμβανε τα παραπάνω γραφικά οι μαθητές ξόδεψαν λιγότερο χρόνο και έμαθαν πιο αποτελεσματικά.

Επιπλέον, τα κινούμενα σχέδια θα μπορούσαν να αποτελέσουν κομμάτι μιας πολυμεσικής εφαρμογής με μεγαλύτερο βαθμό διαδραστικότητας από την παρούσα εργασία. Αυτό θα ενίσχυε τη μαθησιακή διαδικασία σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω στην παράγραφο 3.4 για τα πολυμέσα και τα πλεονεκτήματά τους.

Επίσης, τα κινούμενα σχέδια θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και στο ενιαίο λύκειο εκτός από το γυμνάσιο ή και σε άλλες βαθμίδες, όπως στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, για να εξεταστεί η επίδρασή τους στην επίδοση των φοιτητών. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στους εργαστηριακούς οδηγούς ή σε βίντεο μέσω των οποίων θα ενημερώνονταν οι μαθητές ή οι φοιτητές για την ασφάλεια στο εργαστήριο και τις οδηγίες των πειραμάτων.

Τέλος, η χρήση των κινουμένων σχεδίων στο χώρο των θετικών επιστημών θα μπορούσε να διευρυνθεί. Συγκεκριμένα τα κινούμενα σχέδια –καρτούν θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν και στη διδασκαλία της Βιολογίας και της Φυσικής, με τη δημιουργία, για παράδειγμα, εκπαιδευτικών αφηγηματικών βίντεο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Ελληνικές Αναφορές

- Αρβανίτης Ν. (2013) *Ο ρόλος του δασκάλου στη Σύγχρονη Τεχνική Εκπαίδευση- η Υποκριτική Τέχνη στη Διδασκαλία*. Διπλωματική Εργασία, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π., Αθήνα
- Βαμβακερός Ξ.Α. (2013) *Διερεύνηση σύγχρονων εκπαιδευτικών και επιστημολογικών προσεγγίσεων στη Διδακτική της Χημείας*. Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα
- Γιαλούρη Ε.Γ. (2011) *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες με τη χρήση Προηγμένων Τεχνολογικών Εφαρμογών*. Διδακτορική Διατριβή, Σ.Η.Μ.Μ.Υ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
- Γιαννάκη, Ε., Δημητρακοπούλου, Α. (2006). *Μεταγνώση και Οπτικός Σχεδιασμός*, Πρακτικά (CD ROM) 5^{ου} Συνεδρίου ΕΤΠΕ, Οκτώβριος 2006, Θεσσαλονίκη
- Δαλακώστα Κ. (2009) *Παιδαγωγική και Διδακτική Αξιοποίηση των Κινημένων Σχεδίων στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα
- Δήμου Μ. (2013) *Η αφήγηση ως καινοτόμος στρατηγική στη διδασκαλία των μαθηματικών*. Διπλωματική εργασία, Σ.Ε.Μ.Φ.Ε., Ε.Μ.Π., Αθήνα
- Θεοδώρου Τ.Α. (2011) *Διεπιστημονική Πρόταση διδασκαλίας της ενότητας των “μακρομορίων” για το μάθημα της Βιολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*. Διπλωματική εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα
- Κασσωτάκης Μ., Φλουρής Γ., «Θεωρία, πράξη και αξιολόγηση της διδασκαλίας», Τόμος Β΄, 2005
- Κολιάδης Ε. (1997) «Θεωρίες Μάθησης και Εκπαιδευτική Πράξη». Τ. Α, Β, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Κολιάδης Ε. (2006) «Θεωρίες Μάθησης και Εκπαιδευτική Πράξη» Τ. Β, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Κωσταρίδου – Ευκλείδη. Α. (2005) «Μεταγνωστικές διεργασίες και αυτορρύθμιση», Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Λυδάκη, Α., (2001). «Ποιοτικές μέθοδοι της κοινωνικής έρευνας», Εκδόσεις Καστανιώτη, Αθήνα.
- Λυδάκη, Α., (2007). «Η ποιοτική προσέγγιση των κοινωνικών φαινομένων. Θεωρία και πράξη. Ζητήματα θεωρίας και μεθόδου των κοινωνικών επιστημών», Παπαϊωάννου Σ. (επιμ.), Εκδόσεις Κριτική, Ρέθυμνο.

- Μούρη Ε. (2009) Frame by Frame. NEXUS PUBLICATIONS S.A., Αθήνα
- Μπότσας Γ. (2007). *Μεταγνωστικές διεργασίες στην αναγνωστική κατανόηση παιδιών με και χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες: «Μεταγιγνώσκουν», κίνητρα και συναισθήματα που εμπλέκονται.* Διδακτορική διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
- Ντερρ Κ. (2010) Μελέτη και σχεδίαση διαδραστικής εκπαιδευτικής εφαρμογής: Σύγκριση έργων παραστατικής κινηματογραφίας και διαδραστικών πολυμέσων. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Παυλάτου Ε., Γεωργιάδου Α., Σπυρέλλης Ν.Σ., «Σημειώσεις παιδαγωγικής και οργάνωσης διδασκαλίας», ΕΜΠ, 2008.
- Σκορδούλης, Κ. και Σωτηράκου, Μ., (2005), «Περιβάλλον, Επιστήμη και Εκπαίδευση», Αθήνα 2005, εκδόσεις Leader Books Α.Ε, 33.
- Τζιγκουνάκης, Ι. Π. (1999) *Η χρήση των πολυμέσων στην ενεργειακή εκπαίδευση : μελέτη θερμικών ηλιακών συστημάτων.* Διπλωματική Εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα
- Τσελφές, Β., (2001), 2000+: *Αλλαγή παραδείγματος στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών;* εργασία που παρουσιάστηκε στην ημερίδα της Ε.Δι.Φ.Ε., Αθήνα 2001, Αθήνα: Μ.Π. Γρηγόρης, 47-54.

B. Ξενόγλωσσες Αναφορές

- Aboudan, R. (2009). Laugh and learn: Humor and learning a second language. *International Journal of Arts and Sciences* 3(3), 90–99.
- Akamca G.O., Ellez A.M. & Hamurcu H. (2009) Effects of computer aided concept cartoons on learning outcomes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 1, 296-301
- Altunata, S. (2001), “Chemistry and Humanity. Challenges our Profession Faces as we Advance Towards the Third Millennium”. HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry, Vol. 7, No 1 (2001), 51-60.
- Annetta, L A, J Minogue, S Y Holmes and M-T Cheng. 2009. “Investigating the Impact of Video Games on High School Students’ Engagement and Learning About Genetics.” *Computers and Education* 53, no 1 (August): 74–85.
- Atir, S. (2010). Memory for information paired with humorous, relevant jokes. New Haven, CT: Yale University Senior thesis. (AQ: Unpublished thesis, Yale University, New Haven, CT.)
- Baddeley, A. D. (1998). Human memory: Theory and practice. Needham Heights, MA, revised edition: Allyn and Bacon.
- Barak M., Ashkar T. & Dori Y.J.(2011) Learning science via animated movies: Its effect on students’ thinking and motivation. *Computers & Education* 56, 839-846
- Bellizzi, R., & Hite, E. (1992). Environmental color, consumer feelings, and purchase likelihood. *Psychology and Marketing*, 9(5), 347-363.
- Berlyne, D. E. (1970). Novelty, complexity, and hedonic value. *Perception and Psychology*, 8, 279-286.
- Bétrancourt, M., & Tversky, B. (2000). Effect of computer animation on users’ performance: a review. *Le Travail Humain*, 63(4), 311–329.
- Bigge, Morris L., (1990), Θεωρίες μάθησης για εκπαιδευτικούς. Μετάφραση: Αριστοτέλης Κάντας, Αλεξάνδρα Χαντζή. Επιμέλεια: Νίκος Ράπτης. Εκδ. Πατάκη, Αθήνα
- Boyatzis, C. J., & Varghese, R. (1994). Children's emotional associations with colors. *Journal of Genetic Psychology*, 155, 77-85.
- Brocka, B. (1982). Comic books: In case you haven’t noticed they’ve changed. in J.L. Thomas (Ed.), *Cartoon and comic in the classroom A reference for teachers and librarians* (p. 26-28). Littleton, CO: Libraries Unlimited

- Brown, A. L. (1980). Metacognitive development and reading. R.J. Spiro, B.C. Bruce.& W.F. Brewer. Theoretical issues in reading comprehension (p.453-481). Hillsdale, NJ: LEA
- Bybee R. W., Leslie W. Trowbridge, Janet Carlson Powell: Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy 2008 (9th Edition). ISBN -13: 978-0-13-230450-4.
- Bybee, R. W. (2000). Teaching science as inquiry. In van Zee, E. H. (Ed.), Inquiring into Inquiry Learning and Teaching Science (pp. 20–46). Washington, DC: AAAS.
- Cantrell, D.C. (1993). Alternative paradigms in environmental education research: the interpretive perspective, In Mrazek, R. (Ed.), Alternative paradigms in environmental education research. Monographs in environmental education and environmental studies, vol.8: 81-105, Troy, OH: The North American Association for Environmental Education.
- Chik, P. (2005). Humor and reading motivation in Hong Kong elementary school children. Proceedings of the International Conference on Imagination & Education conducted at Simon Fraser University, Canada, July 13–16.
- Chua Yan Piaw (2012) Using content-based *humorous* cartoons in learning materials to improve students' reading rate, comprehension and motivation: It is a wrong technique? *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 64, 352 – 361
- Cook, M.P. Visual Representations in Science Education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles, *Science Education*, 1073-1091, 2006.
- Dechsri, P, L L Jones and H Heikkinen. 1997. "Effect of a Laboratory Manual Design Incorporating Visual Information- Processing Aids on Student Learning and Attitudes." *Journal of Research in Science Teaching* 34 (November): 891–904.
- Dewey, J. (1913). Interest and effort in education. Cambridge Boston, MA: Houghton Mifflin. 1913.
- Di Raddo, P. (2006) Teaching Chemistry Lab Safety through Comics, *Journal of Chemical Education*, 83, 4, 571-73
- Dori, Y. J., Hult, E., Breslow, L., & Belcher, J. W (2007). How much have they retained? Making unseen concepts seen in a freshman electromagnetism course at MIT. *Journal of Science Education and Technology*, 16(4), 299–323.
- Driver R., (1988), Theory into Practice II: A Constructivist Approach to Curriculum Development, in P. Fensham (Ed) Development and Dilemma in Science Education. London: Palmer Press

- Driver, R. (1994), "Planning and Teaching a Chemistry Topic from Constructivist Perspective", Proceedings of "The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning", in Fensham, Gunstone and White (Eds.)
Educational Communication and Technology, 30, 195-232., 1982.
- Edwards S., (2005), Constructivism does not only happen in the individual: sociocultural theory and early childhood education, Early Child Development and Care, Australia
- Elliot, Kratochwill, Cook, Travers, «Εκπαιδευτική Ψυχολογία». Αποτελεσματική Διδασκαλία, Αποτελεσματική Μάθηση, (επιμ. Λεονταρή Α. & Συγκολλίτου Ε., μτφρ. Σόλμαν Μ., & Καλύβα Φ.) Αθήνα: Gutenberg, Δαρδανός, (2008)
- Elshout, J. J. (1983). Is measuring intelligence still useful? In S. B. Anderson, & J. S. Helmick (Eds.), On educational testing (pp. 45-56). San Francisco: Jossey-Bass
- Erez, A., & Isen, A. M. (2002). The influence of positive affect on the components of expectancy motivation. *Journal of Applied Psychology*, 87(6), 1055-1067.
- Eulie, J. (1969). Creating interest and developing in the social studies through cartoon. *Peabody Journal of Education*. 46(5): 288-290.
- Feldman R. S., (2011), Εξελικτική Ψυχολογία: Δια βίου ανάπτυξη, Επιστημονική Επιμέλεια: Ηλίας Γ. Μπεζεβέγκης. Εκδόσεις: Gutenberg
- Flannery, M.C. (1993). Making science a laughing matter: Lightening up in the science class. *Journal of College Science Teaching*, 22, 239-241.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. L. B. Resnick (ed.), *The nature of intelligence*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-development inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911
- Gafoor K.A. & Shilna V. (2013) Role of concept cartoons in chemistry learning. *Paper presented in national seminar on Learning Science by Doing-Sciencing*.
- Garcia R.R., Quiros J.S., R.G., Gonzales S.M. & Fernanz S.M. (2007) Interactive multimedia animation with Macromedia Flash in Descriptive Geometry teaching. *Computers & Education* 49, 615-639
- Garcia, R. R., Quiros, O. J., Gallego, S. R., Martin, G. S., & Fernanz, S. M. (2007). Interactive multimedia animation with macromedia flash in descriptive geometry teaching. *Computers & Education*, 49(3), 615-639.

- Genovese, (2003), Piaget, Pedagogy and Evolutionary Psychology, Evolutionary Psychology, College of Education, Cleveland State University
- Grace Graig, Don Baucun, Η Ανάπτυξη του Ανθρώπου, Αθήνα: Παπαζήση (2007)
- Gunstone, R.F. The importance of specific science content in the enhancement of metacognition. In P.J. Fenshman, R.F. Gunstone & R.T. White, The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning, London: Falmer, 1994.
- Harp, S. F., & Mayer, R. E. (1997). The role of interest in learning from scientific text and illustrations: on the distinction between emotional interest and cognitive interest. *Journal of Educational Psychology*, 89(1), 92–102.
- Harp, S. F., & Mayer, R. E. (1998). How seductive details do their damage: a theory of cognitive interest in science learning. *Journal of Educational Psychology*, 90(3), 414–434.
- Harskamp E.G., Mayer R.E. & Suhre C. (2007) Does the modality principle for multimedia learning apply to science classrooms? *Learning and Instruction* 17, 465-477
- Hegarty, M. (1992). Mental animation: inferring motion from static displays of mechanical systems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(5), 1084–1102.
- Hegarty, M., & Just, M. A. (1993). Constructing mental models of machines from text and diagrams. *Journal of Memory and Language*, 32(6), 717–742.
- Hemphill, M. (1996). A note on adults' color-emotion associations. *Journal of Genetic Psychology*, 157, 275-281.
- Hosler J, Boomer KB: Are comic books an effective way to engage
- Hounsell, D. & McCune, V. (2003). 'Students' experiences of learning to present'. In C. Rust (ed.). *Improving Student Learning Theory and Practice – Ten Years On*. Proceedings of the Tenth International Symposium on Improving Student Learning, Brussels, September 2002. (pp 109-118). Oxford: CSLD.
- Howitt, D., & Cramer, D. (2006). Στατιστική με το SPSS 13 για Windows. (Μετάφραση Μικέδης, Μ.). Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Huk., T Who benefits from learning with 3Dmodels? The case of spatial ability. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22, 392-404, 2006.
- Inel & Balim (2013) Concept Cartoons Assisted Problem Based Learning Method in Science and Technology Teaching and Students' View. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 93, 376-380

- Isen, A. M., Daubmann, K. A., & Nowicki, G. P. (1987). Positive affect facilitates creative problem solving. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56(6), 1122-1131.
- Izard, C. E. (2009). Emotion theory and research: highlights, unanswered questions, and emerging issues. *Annual Review of Psychology*, 60, 1-25
- Kaptan F.& Izgi U.(2014) The Effect Of Use Concept Cartoons Attitudes Of First Grade Elementary Students Towards Science And Technology Course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 116, 2307-2311
- Karle, Jerome, 1985 Nobel Laureate for Chemistry, (2002), The role of Science and Technology in Future Design, <http://www.nobel.se>
- Kartiko I., Kavakli M. & Cheng K. (2010) Learning science in a virtual reality application: The impacts of animated-virtual actors' visual complexity. *Computers & Education* 55, 881-891
- Kaya N.(2004) Relationship between color and emotion: a study of college students.
- Keogh, B. & Naylor, S. 1999. Concept Cartoons, teaching and learning in science: an evaluation, *International Journal of Science Education*, 21,4, 431–446.
- Khalid H.,Meerah S. & Halim L.(2010) Teachers' Perception towards Usage of Cartoon in Teaching and Learning Physics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 7(C),538-545
- Khan F.M.& Masood M.(2012) Effectiveness of visual animation-narration presentation on student' s achievement in the learning of meiosis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 46, 5666-5671
- Kinchin, I. M. (2004). Investigating students' beliefs about their preferred role as learners. *Educational Research*, 46 (3), 301-312.
- Kluwe R.H. (1982). Cognitive knowledge and Executive Control: Metacognition. In D.R Griffin (ed.), *Animal Mind- Human Mind*, Springer Verlag, 201-224
- Kokkotas & Rizaki, (2011), Does History of Science Contribute to the Construction of Knowledge in the Constructivist Environments of Learning? K. S. Malamitsa, A. A. Rizaki & P. V. Kokkotas. *Adapting historical knowledge to the classroom* (p 61-84), Athens: Sence Publishers
- Konradt, U., Filip, R., & Hoffman, S. (2003). Flow experience and positive affect during hypermedia learning. *British Journal of Educational Technology*, 34(3),309-327.
- Korakakis, G, E A Pavlatou, J A Palyvos and N Spyrellis. 2009. "3D Visualization Types in Multimedia Applications for Science Learning: A

- Case Study for 8th Grade Students in Greece.” *Computers and Education* 52, no 2 (February): 390–401.
- Larkin, J.H. & Simon H.A. Why a diagram is (sometimes) worth ten thousands words. *Cognitive Science*, 11, 65-99, 1987.
 - Levie, W.H. & Lentz, R. Effects of text illustrations: a review of research.
 - Limniou, M, D Roberts and N Papadopoulos. 2008. “Full Immersive Virtual Environment CAVE™ in Chemistry Education.” *Computers and Education* 51, no 2 (September): 584–93.
 - Lin L. & Atkinson R.K. (2011). Using animations and visual cueing to support learning of scientific concepts and processes. *Computers & Education* 56, 650-658
 - Linn, M.C., Davis E.A. & Bell, P.L. (2004) Inquiry and Technology. In M.C. Linn, E.A. Davis & P.L. Bell (Eds.), *Internet environments for science education*. (pp 3-27). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
 - Lowe, R.K. (2003) Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and instruction*, 13, 157-176
 - Mandl, H., & Levin, J.R. (Eds.). (1989). *Knowledge acquisition from text and pictures*. Amsterdam: North-Holland.
 - Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., & Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 International science report*. Boston, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
 - Matthews, M.R. (2000b): Editorial. *Sci. Educ.* 9, 491–505
 - Matthews, M.R. (Ed.) (1998), *Constructivism and science education: a philosophical examination*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
 - Matthews, M.R., (1993), *Constructivism and Science Education: Some Epistemological problems*, *Journal of Science Education and Technology* 2(1), 359-370.
 - Matthews, M.R., (1997a), *Introductory Comments on Philosophy and Constructivism in Science Education*, *Science & Education* 6, 5-14.
 - Matthews, M.R., (1997b), *Problems with Piagetian Constructivism*, *Science & Education* 6, 105-119.
 - Matthews, M.R., (2000a), *Appraising constructivism in science and mathematics education*. In Phillips, D.C. (Eds.), *Constructivism in Education: Opinions and Second Opinions on Controversial Issues*, Chicago: National Society for the Study of Education, 161-192
 - Mayer R.E. & Anderson R.B. (1991) Animations Need Narrations: An Experimental Test of a Dual-Coding Hypothesis. *Journal of educational Psychology* 83(4), 484-490

- Mayer R.E. (2003) The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction* 13, 125-139
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32, 1–19.
- Mayer, R. E. (1999a). Multimedia aids to problem-solving transfer. *International Journal of Educational Research*, 31, 611–623.
- Mayer, R. E. (1999b). Research-based principles for the design of instructional messages. *Document Design*, 1, 7–20.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2002). Cognitive theory and the design of multimedia instruction: An example of the two-way street between cognition and instruction. In D. F. Halpern, & M. D. Hakel (Eds.), *Applying the science of learning to university teaching and beyond* (pp. 55–72). San Francisco: Jossey-Bass.
- Mayer, R. E., & Estrella, G. (2014). Benefits of emotional design in multimedia instruction. *Learning and Instruction*, 33, 12-18.
- Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: when presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 187–198
- Mayer, R.E *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.,2001.
- Mc Donald M., A. & Stuart-Hamilton I., (2003), Egocentrism in older adults: Piaget's three mountains task revisited. *Educational Gerontology*, 29, p. 417-425
- Medina, L. E. (1992). *Comunicacion, humor e imagen: Funciones didacticas del dibujo humoristico*. Mexico, D.F.: Editorial Trillas.
- Millar, R. & Osborne, J. (Eds.), (1998), *Beyond 2000: science education for the future*. London: King's College, London.
- Millar, R., (1996), Towards a science curriculum for public understanding. *Sch Sci Rev*, Mar 1996, 77 (280), 7-18
- Minner, D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, pp 474–496.
- Moses, L.J.& Baird, J. (2005). MIT Encyclopedia of Cognitive Sciences. Retrieved December 2005.
- Najjar, L. J. (1998). Principles of educational multimedia user interface design. *Human Factors*, 40, 311–323.

- Nola, R. (1997). Constructivism in science and science education: A philosophical critique. *nonmajors in learning and appreciating science? CBE Life Sci Educ* 2011, 10:309–317.
- Nummenmaa, L., Hyona, J., & Calvo, M. G. (2006). Preferential selective attention to emotional pictures: an eye movement study. *Emotion*, 6, 257-268
- O' Loughlin M., (1992), Rethinking science education.: Beyond Piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, p.791-820
- Ogborn, J. & Κουλαϊδής, Β. (1994), Αρχές κατασκευής αναλυτικών προγραμμάτων για τη διδασκαλία των φυσικών επιστήμων: μια πρόταση για «ολοκλήρωση», στο Κουλαϊδής, Β. (επ.), *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου*, Αθήνα: Gutenberg, 311-349.
- Ogborn, J. (1997), *Constructivist Metaphors of Learning Science*, *Science & Education*, 6, 121-133.
- Osborne J., (1996), *Beyond Constructivism*. *Science Education*, 80 (1), 53-82.
- Paivio A. (2006) *Dual Coding Theory and Education*. For the conference on “Pathways to Literacy Achievement for High Poverty Children,” The University of Michigan School of Education
- Paivio A.& Csapo K. (1973) *Picture Superiority in Free Recall: Imagery or Dual Coding*. *Cognitive Psychology* 5,176-206
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: a dual coding approach*. New York , Oxford University Press.
- Paivio, A. (2007). *Mind and its evolution: A dual coding theoretical approach*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Palmer, (1998).*The Courage to Teach*.SanFrancisco: Jossey-Bass
- Park B., Knorz L., Plass J.L.& Brunken R.(2015) *Emotional design and positive emotions in multimedia learning: An eyetracking study on the use of anthropomorphisms*. *Computers & Education* 86, 30-42
- Patton, M. Q., (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Sage Newbury Park, Calif
- Philippe, R. (1980). *Political graphics: Art as a weapon*. New York: Abbeville.
- Phillips, D.C. (1995), *The good, the bad and the ugly: The Many Faces of constructivism*. *Educ Res* 24:5–12.
- Phillips, D.C. (Ed.) (2000), *Constructivism in education*. National Society for the Study of Science, Chicago.
- Pintrich, P.R. (1999). *The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning*. *International. Journal of Educational Research*, 31 , 459-470

- Plass J.L., Heidig S. & Hayward E.O. Homer B.D., Um E. (2014) Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction* 29, 128-140
- Reimann P.(2003) Multimedia learning: beyond modality. *Learning and Instruction* 13, 245-252
- Richie, J.R. (1979). The funnies aren't just funny: Using cartoons and comic strips to teach. in J.L. Thomas, *Cartoons and Comics in the Classroom: A reference for Teachers and Librarians* (p 34-39). Littleton, CO: Libraries Unlimited
- Rieber, L P. 1990. "Using Computer Animated Graphics in Science Instruction with Children." *Journal of Educational Psychology* 82 (March): 135–40.
- Rieber, L. (1994). *Computer, graphics, & learning*. WI: Brown & Benchmark Publisher
- Rieber, P.L. *Computers, Graphics & Learning*. The University of Georgia-Athens: Lioyd P. Rieber, 2000.
- Rocard M. et al, EC High Level Group on Science Education (2007). *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, ISBN 978-92-79-05659-8
- Roesky, H.W. & Kennepohl, D. (2008). Drawing Attention with Chemistry Cartoons. *Journal of Chemical Education*, 85, 10, 1355-1360
- Rowe R.C. (2005) A soft approach to hard science. *Drug Discovery Today* 10, 309-311
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110, 145-172
- Sadoski, M. & Paivio, A. (2004). A dual coding theoretical model of reading. In R. B. Ruddell & N. J. Unrau (Eds.), *Theoretical models and processes of reading* (5th ed.) (pp. 1329-1362). Newark, DE: International Reading Association.
- Santrock J., Ανάπτυξη στην Παιδική Ηλικία (επιμ. Χρούσος Γ.), Αθήνα: Παρισιάνου Α.Ε.(2008)
- Schnotz, W., & Kulhavy, R.W. (Eds.). (1994). *Comprehension of graphics*. Amsterdam: North-Holland.
- Schnotz, W., & Rasch, T. (2005). Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning. *Educational Technology: Research and Development*, 53, 47-58.
- Schwab, J.J. (1962). The teaching of science as inquiry. In Brandwein, P.F. (Ed.), *The Teaching of Science*. Cambridge: Harvard University Press.

- Sengül S.& Dereli M.(2010) Does instruction of “Integers” subject with cartoons effect students’ mathematics anxiety? *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2, 2176-2180
- Sim M.G., McEvoy A.C. Wain T.D. & Khong E.L. (2014) Improving health Professional’s knowledge of hepatitis B using cartoon based learning tools: a retrospective analysis of pre and post tests. *BMC Medical Education* 14:244
- Solomon J., (1994), The Rise and Fall of Constructivism. *Studies in Science Education* 23, 1-19
- Steiner, G., (2011). Τα μαθήματα των δασκάλων, Εκδόσεις Scripta, Αθήνα
- Stenberg G. (2006) Conceptual and perceptual factors in the picture superiority effect. *European Journal of Cognitive Psychology* 1-35
- Strick, M., Holland, R. W., van Baaren, R. B., & van Knippenberg, A. (2010). Humor in the eye tracker: Attention capture and distraction from context cues. *Journal of General Psychology* 137(1). 37-48
- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Camberwell, Australia: ACER.
- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technological areas*. Camberwell, Australia: ACER Press.
- Sweller, J., & Chandler, P. (1991). Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction*, 8(4), 351–362.
- Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185–233.
- Tamir, P. (1985). Content analysis focusing on inquiry. *Journal of Curriculum Studies*, 17(1), pp 87-94.
- Tsakona V. (2009) Language and image interaction in cartoons: Towards a multimodal theory of humor. *Journal of Pragmatics* 41,1171-1188
- Tucker, J. (1987). Psychology of color. *Target Marketing*, 10(7), 40-49
- Tuncel G. & Ayva O. (2010) The utilization of comics in the teaching of the “human rights” concept. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2,1447-1451
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? *International Journal of Human–Computer Studies*, 57(4), 247–262.
- Um, E., Plass, J. L., Hayward, E. O., & Homer, B. D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 485-498.

- Urbani, E. C. (1982). Word study: Comic strip style. In J. L. Thomas (Ed.), *Cartoon and comic in the classroom: A reference for teachers and librarians* (p. 67-69). Littleton, CO: Libraries Unlimited
- Van Merriënboer, J. J. G. (1997). *Training complex cognitive skills*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Press.
- Vavra K. L., Janjic-Watrich V., Loerke K., Phillips L. M., Norris S.P. & Macnab J. (2011) Visualization in Science Education. *ASEJ* 41(1)
- Veenman M.V.J., & Spaans, M. A. (2005). Relation between intellectual and metacognitive skills: Age and task differences. *Learning and Individual Differences* 15, 159-176
- Vekiri, I. 2002. "What Is the Value of Graphical Displays in Learning?" *Educational Psychology Review* 14, no 3 (September): 261–312
- Von Glaserfeld E., (1984), The reluctance to change the way of thinking. Special issue: Radical constructivism, autopiesis and psychotherapy. *Irish Journal of Psychology*, 9, p.83-90
- Vygotsky L., "Γλώσσα και Σκέψη" (2000) Αθήνα: Γνώση, 2008
- Williams R. (2009) *The Animator's Survival Kit*. Faber and Faber, London
- Winsler A., (2003), Introduction to special issue: Vygotskian perspectives in early childhood education. *Early Education and Development*, 14[Special Issue], 253-269
- Witkowski J.A. (1997) Deconstructing the flowing line: cartoons in biochemistry. *Reflections TIBS* 22
- Wittrock, M. C. (1989). Generative process of comprehension. *Educational Psychologist*, 24(4), 345–376.
- Wolfson, S., & Case, G. (2000). The effects of sound and color on responses to a computer game. *Interacting with Computers*, 13, 183-192.
- Yang, E., Andre, T., & Greenbowe, T. J. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 25(3), 329.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. Θεματική Ενότητα «Το πυρίτιο» από το βιβλίο της Χημείας Γ' Γυμνασίου

Πριν από 500.000 χρόνια, κατά την Παλαιολιθική εποχή, οι άνθρωποι έφτιαχναν απλά εργαλεία από πυρόλιθους, το βασικό συστατικό των οποίων είναι το διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2). Πριν από 20.000 χρόνια, κατά τη Νεολιθική εποχή, έφτιαχναν επίσης από πυρόλιθους μαχαίρια και αιχμές για τα βέλη τους. Στη σημερινή εποχή, οι άνθρωποι φτιάχνουν ηλεκτρονικές συσκευές σε εκπληκτικά μικρό μέγεθος και με ασύλληπτες δυνατότητες, στις οποίες χρησιμοποιούν «τσιπάκια». Τα «τσιπάκια» αυτά δε θα υπήρχαν χωρίς το πυρίτιο. Επίσης το πυρίτιο χρησιμοποιείται ευρέως στους Η/Υ, στις οπτικές ίνες, στα φωτοβολταϊκά, στις σιλικόνες, στα κεραμικά και στην οικοδομική.

Το πυρίτιο βρίσκεται στην 14η ομάδα του περιοδικού πίνακα, στην ίδια ομάδα με τον άνθρακα, αλλά στην επόμενη περίοδο. Είναι το δεύτερο σε αναλογία στοιχείο στο στερεό φλοιό της Γης και σε αντίθεση με τον άνθρακα δε βρίσκεται ελεύθερο στη φύση. Η κυριότερη ένωσή του είναι το διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) που συνιστά τους διάφορους χαλαζίες είτε σε κρυσταλλική μορφή (χαλαζίας, αμέθυστος) είτε σε άμορφη (όνυχας, οπάλιος, αχάτης κ.ά.). Το μεγαλύτερο όμως μέρος του διοξειδίου του πυριτίου απαντάται με τη μορφή της κοινής πυριτικής άμμου (άμμος θάλασσας).

Όπως είναι γνωστό από την άμμο παρασκευάζεται το γυαλί. Το γυαλί είναι εύθραυστο, σκληρό, άμορφο στερεό, κακός αγωγός του ηλεκτρισμού και της θερμότητας. Όταν θερμαίνεται, ρευστοποιείται, οπότε μπορεί να χυθεί σε καλούπια ή να «φουσηθεί» με αέρα και να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή διαφόρων αντικειμένων. Στη φύση υπάρχει με τη μορφή του φυσικού γυαλιού, που δημιουργείται κατά την ταχεία άνοδο και ψύξη του μάγματος στην επιφάνεια της Γης. Κυριότερες μορφές φυσικού γυαλιού είναι ο οφιδιανός και ο περλίτης, μορφές που απαντούν και στον ελλαδικό χώρο (στα νησιά Νίσυρο και Μήλο).

Ο άνθρωπος παρασκεύασε για πρώτη φορά γυαλί στη Μεσοποταμία, όπου βρέθηκε η αρχαιότερη συνταγή σε επιγραφή. Σύμφωνα με την επιγραφή παρασκευάζεται με ανάμειξη άμμου (SiO_2), σόδας (Na_2CO_3), ασβεστόλιθου (CaCO_3) και με θέρμανση του μείγματος σε πολύ υψηλή θερμοκρασία, συνταγή που εφαρμόζεται και σήμερα για την παραγωγή του κοινού γυαλιού. Με αντικατάσταση της σόδας από ποτάσα (K_2CO_3) παράγεται γυαλί πιο σκληρό και πιο διαφανές από το κοινό, ενώ αν στο μείγμα προστεθούν και οξειδία του μολύβδου παράγονται τα διάφορα κρύσταλλα. Με την προσθήκη οξειδίων διαφόρων στοιχείων παρασκευάζονται ειδικά γυαλιά, όπως τα θερμοανθεκτικά (pyrex) και τα έγχρωμα γυαλιά.

Επίσης το πυρίτιο αποτελεί ένα από τα συστατικά των κεραμικών. Η άργιλος είναι ένα άμορφο φυσικό υλικό που αποτελείται από ενώσεις του Al, Si, H, O. Η κεραμευτική, μια πανάρχαια τέχνη, χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη το

αργιλόχωμα, δηλαδή άργιλο με προσμείξεις. Το αργιλόχωμα, όταν αναμειχτεί με νερό, μετατρέπεται σε πλαστική μάζα που μπορεί να πάρει οποιαδήποτε μορφή και σχήμα. Στη συνέχεια, το μορφοποιημένο αντικείμενο αφήνεται στον αέρα να ξηραθεί και ακολούθως ψήνεται σε ειδικούς φούρνους. Για να αποκτήσουν τα κεραμικά γυαλιστερή επιφάνεια με όμορφα χρώματα και σχήματα, επικαλύπτονται με κατάλληλα υλικά και ξαναψήνονται.

Στα παραδοσιακά κεραμικά περιλαμβάνονται:

- τα προϊόντα αγγειοπλαστικής κεραμίδα, γλάστρες, στάμνες, τούβλα που κατασκευάζονται από άργιλο κατώτερης ποιότητας.

- τα πιάτα, τα πλακάκια, τα είδη υγιεινής, που κατασκευάζονται από ειδικό πηλό, τη φαγεντιανή γη.

- οι πορσελάνες, που αποτελούν το καλύτερο είδος κεραμικού και κατασκευάζονται από καολίνη, την καθαρότερη μορφή αργίλου.

- τα πυρίμαχα κεραμικά, που παρασκευάζονται από ειδικής ποιότητας άργιλο που περιέχει οξείδιο του μαγνησίου (MgO). Γνωστά είναι τα πυρίμαχα τούβλα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή τζακιών, ως επένδυση σε καμίνια κ.ά.

Μια άλλη εφαρμογή του πυριτίου είναι οι οπτικές ίνες. Μέχρι πριν από μερικές δεκαετίες, η ενσύρματη επικοινωνία στηριζόταν στο ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο «μετέφερε» τις πληροφορίες, διαρρέοντας χάλκινα καλώδια. Τα τελευταία χρόνια τα καλώδια δίνουν σταδιακά τη θέση τους στις οπτικές ίνες και το ηλεκτρικό ρεύμα δίνει τη θέση του στις φωτεινές ή γενικότερα στις ηλεκτρομαγνητικές ακτίνες. Οι οπτικές ίνες είναι κατασκευασμένες από γυαλί πολύ μεγάλης καθαρότητας, έχουν κυλινδρική μορφή και διάμετρο όσο περίπου μια ανθρώπινη τρίχα. Η διάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με τις οπτικές ίνες στηρίζεται στις πολλαπλές ανακλάσεις της ακτινοβολίας στο εσωτερικό της οπτικής ίνας. Συγκρινόμενες με τους παραδοσιακούς χάλκινους αγωγούς παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα, όπως:

- 1 .το διοξείδιο του πυριτίου, που αποτελεί την πρώτη ύλη παρασκευής τους, υπάρχει άφθονο στη φύση σε αντίθεση με το χαλκό από τον οποίο κατασκευάζονται τα καλώδια,
2. μια οπτική ίνα αντιστοιχεί, ως προς την ικανότητα μεταφοράς πληροφοριών, σε εκατοντάδες χάλκινους αγωγούς,
- 3.έχουν μικρό βάρος,
- 4.είναι φθηνότερες από τα άλλα μέσα μετάδοσης τηλεπικοινωνιακών μηνυμάτων,
- 5.είναι σχεδόν αδύνατη η υποκλοπή και γενικότερα οι παρεμβολές.

Επιπλέον, το πυρίτιο χρησιμοποιείται ως ημιαγωγός. Οι ημιαγωγοί είναι χημικά στοιχεία ή χημικές ενώσεις με τεράστια τεχνολογική σημασία, αφού αποτελούν τη βάση της μικροηλεκτρονικής και των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Επιτρέπουν στο ηλεκτρικό ρεύμα να διέρχεται μόνο κατά μία συγκεκριμένη φορά, που ονομάζεται αγώγιμη φορά και όχι κατά την αντίθετη κατεύθυνση, που ονομάζεται ανασταλτική φορά. Ο κυριότερος ημιαγωγός από άποψη εφαρμογών είναι το πυρίτιο (Si).

Η ανακάλυψη της ιδιότητάς του να είναι ημιαγωγός οδήγησε στα τρανζίστορ. Τα τρανζίστορ σήμαναν την αρχή της τεχνολογικής επανάστασης του 20ού αιώνα, η οποία οδήγησε σε μια επανάσταση στην ανθρώπινη επικοινωνία, στη διάχυση των πολιτισμών και στην κατανόηση των ομοιοτήτων αλλά και των διαφορών ανθρώπων από διαφορετικά πολιτισμικά περιβάλλοντα. Με τον τρόπο αυτό το πυρίτιο «συνέβαλε» στην διαμόρφωση μιας κοινωνίας πιο ανεκτικής στις διαφορές.

Μια άλλη κατηγορία ενώσεων του πυριτίου είναι οι σιλικόνες. Είναι πυριτικές μεγαλομοριακές ενώσεις που περιέχουν και άνθρακα. Κάθε μακρομόριο έχει ένα σκελετό που αποτελείται από εναλλασσόμενα άτομα πυριτίου και οξυγόνου (-Si-O-). Οι σιλικόνες μπορεί να είναι υγρές ή στερεές ανάλογα με τη δομή τους. Χαρακτηρίζονται από επιθυμητές φυσικές ιδιότητες (ελαστικές, μη διαπερατές από το νερό) σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών. Εμφανίζουν μεγάλη χημική αδράνεια (δεν οξειδώνονται) και σε συνδυασμό με τις καλές φυσικές ιδιότητες που παρουσιάζουν, χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς, όπως στην παρασκευή μονωτικών υλικών, λιπαντικών, βερνικιών, καλλυντικών, χειρουργικών εργαλείων και στην πλαστική χειρουργική.

2. Τεστ στη Χημεία Γ΄ Γυμνασίου

ΤΜΗΜΑ:

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

.....

ΤΟ ΠΥΡΙΤΙΟ

1. Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις με την κατάλληλη λέξη: (6 μονάδες)

Το πυρίτιο βρίσκεται στην ομάδα του περιοδικού πίνακα.

Είναι το επικρατέστερο χημικό στοιχείο στον στερεό φλοιό της Γης μετά το

Δεν βρίσκεται ελεύθερο στην φύση και η κυριότερη ένωσή του είναι το του πυριτίου (με χημικό τύπο) που έχει τη μορφή της

ΤΟ ΓΥΑΛΙ

2. Αναφέρετε τρία χαρακτηριστικά του γυαλιού. (1,5 μονάδα)

3. Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις με την κατάλληλη λέξη: (1 μονάδα)

Το φυσικό γυαλί δημιουργείται κατά την ψύξη του όταν αυτό ανεβαίνει στην επιφάνεια της Γης.

Ο άνθρωπος παρασκεύασε για πρώτη φορά γυαλί στην

4. Πώς παρασκευάζεται το κοινό γυαλί; (3,5 μονάδες)

ΟΙ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

5. Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις με την κατάλληλη λέξη: (5 μονάδες)

Οι οπτικές ίνες κατασκευάζονται από, έχουν σχήμα και διάμετρο όσο μία Αντί για ρεύμα μέσα στις ίνες διαδίδεται και πιο αναλυτικά στο εσωτερικό της ίνας γίνονται πολλαπλές

6. Αναφέρετε τρία πλεονεκτήματα των οπτικών ινών έναντι των χάλκινων καλωδίων. (3 μονάδες)

3. Ερωτηματολόγιο

Παρακαλείσθε να αξιολογήσετε κάθε ερώτηση σε κλίμακα από το 1 έως το 5.

1. Πώς αξιολογείτε την ποιότητα των εκπαιδευτικών βίντεο;

1 = κακή	2=ικανοποιητική	3 = καλή	4=πολύ καλή	5 = εξαιρετική

2. Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι έχουν συνεισφέρει τα εκπαιδευτικά βίντεο στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντός σας για το μάθημα;

1 = καθόλου	2 = πολύ λίγο	3 = λίγο	4 = πολύ	5=πάρα πολύ

3. Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι έχουν συνεισφέρει τα εκπαιδευτικά βίντεο στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος;

1 = καθόλου	2 = πολύ λίγο	3 = λίγο	4 = πολύ	5=πάρα πολύ

4. Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι ήταν ευχάριστα τα εκπαιδευτικά βίντεο;

1 = καθόλου	2 = πολύ λίγο	3 = λίγο	4 = πολύ	5=πάρα πολύ