ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΦΛΩΡΙΝΑΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΣΕΥΣΗΣ

Αξιολόγηση του εκπαιδευτικού animation *«Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας»* από μαθητές της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΗΣ ΠΟΛΥΞΕΝΗΣ ΑΔΑΜΑΝΤΙΟΥ

ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΤΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ

στις «Επιστήμες της Αγωγής»

με ειδίκευση «Θετικές Επιστήμες και Νέες Τεχνολογίες»

ΦΛΩΡΙΝΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2015

Φύλλο Εξέτασης

1.Επόπτης: Σπύρτου Άννα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΠΤΔΕ-ΠΔΜ

Βαθμός: _____

Υπογραφή: Ημερομηνία:

2.Δεύτερος Βαθμολογητής: Παπαδοπούλου Πηνελόπη, Επίκ. Καθηγήτρια ΠΤΝ-ΠΔΜ

Βαθμός: _____

Υπογραφή: Ημερομηνία:

3.Τρίτος Βαθμολογητής: Μαλανδράκης Γεώργιος, Λέκτορας ΠΤΔΕ-ΠΔΜ

Βαθμός: _____

Υπογραφή: Ημερομηνία:

Γενικός Βαθμός: _____

Η συγγραφέας Πολυξένη Αδαμαντίου βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στις εργασίες τρίτων, όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

Περιεχόμενα

Περίληψη 4

Κεφάλαιο 1ο: Βιβλιογραφική επισκόπηση: Η ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού σε περιβάλλοντα πολυμεσικής μάθησης

1.1. Εισαγωγή 5

1.2. Επιστημονικός εγγραμματισμός 6

1.3. Ενδιαφέρον 11

1.4. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα STS και STSE 13

1.4.1. Ανάλυση του εκπαιδευτικού προγράμματος STSE 16

1.4.2. Σχεδιασμός διδασκαλίας σε ένα πρόγραμμα STSE 20

1.5. Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες 22

1.6. Τεχνολογικός Εγγραμματισμός 24

1.7. Θεωρητικό πλαίσιο της Πολυμεσικής Μάθησης 28

1.7.1. Η γνωστική Θεωρία της Πολυμεσικής Μάθησης 28

1.7.2. Η Θεωρία του Γνωστικού Φορτίου 32

1.7.3. Ολοκληρωμένο Μοντέλο για την κατανόηση κειμένου και εικόνας 33

1.8. Πολυμεσική Μάθηση και ανάπτυξη των νοερών μοντέλων 35

1.9. Οπτικοποιήσεις 38

1.10. Μάθηση με οπτικοποιήσεις 41

1.10.1. Χρήση και λειτουργία της οπτικοποίησης 41

1.10.2. . Ο ρόλος των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των μαθητευόμενων κατά τη μάθηση με οπτικοποιήσεις 43

1.11. Animations 45

1.11.1. Το animation ως εκπαιδευτικό εργαλείο 48

1.11.2. Βασικές αρχές για τη χρήση των animations στη διδασκαλία με πολυμέσα 49

1.11.3. Τα animations στην πολυμεσική μάθηση 52

1.12. Χρήση των animations στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών 55

1.13. Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση των animations στη διδασκαλία 58

1.14. Μαθησιακά αποτελέσματα από τη χρήση των animations 63

1.15. Αποτελεσματικότητα των animations 69

1.16. Σχεδιασμός αποτελεσματικών animations 71

1.17. Συμπεράσματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης 74

Κεφάλαιο 2ο: Το animation «Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας»

2.1. Εισαγωγή 77
2.2. Σύνδεση του animation με το πρόγραμμα STSE 77
2.3. Σύνδεση του animation με το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες 86
2.4. Το animation ως εργαλείο της πολυμεσικής μάθησης 87
2.5. Συμπεράσματα από την ανάλυση του animation «Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας» 89

Κεφάλαιο 3ο: Μεθοδολογία της έρευνας

3.1. Εισαγωγή 90
3.2. Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα 90
3.3. Ερευνητικό εργαλείο 91
3.4. Δείγμα της έρευνας 94
3.5. Συλλογή δεδομένων 95
3.6. Μέθοδος επεξεργασίας δεδομένων 96
3.7. Εγκυρότητα και Αξιοπιστία της έρευνας 99

Κεφάλαιο 4ο: Αποτελέσματα της έρευνας

4.1. Εισαγωγή 100
4.2. Αποτελέσματα για το σύνολο του δείγματος 100
4.3. Αποτελέσματα σύμφωνα με την τάξη φοίτησης των συμμετεχόντων 114
4.4. Αποτελέσματα σύμφωνα με το πόσες φορές οι μαθητές παρακολούθησαν το animation 131

Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα – Συζήτηση

5.1. Συμπεράσματα της έρευνας 145
5.2. Περιορισμοί της έρευνας και προεκτάσεις για το μέλλον 149

Παράρτημα 151

Βιβλιογραφία 154

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Προγράμματα που αξιολογούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών, δεν αξιολογούν μόνο τις επιστημονικές γνώσεις και ικανότητες των μαθητών, αλλά και το ενδιαφέρον τους προς τις Φυσικές Επιστήμες. Στην προσέγγιση ενδυνάμωσης του ενδιαφέροντος αυτού επικεντρώνεται η παρούσα εργασία. Επιδιώκεται η πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες με τη χρήση ενός εκπαιδευτικού animation στη διδασκαλία εννοιών της σχολικής επιστήμης. Το animation αυτό βρίσκεται στις κατευθύνσεις των εκπαιδευτικών προγραμμάτων STSE (Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία-Περιβάλλον), συνάδει με το σκεπτικό του Νέου Προγράμματος Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στην υποχρεωτική εκπαίδευση της χώρας μας και αποτελεί εργαλείο πολυμεσικής μάθησης. Το περιεχόμενό του αφορά στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία τοποθετείται μέσα σε επιστημονικά, τεχνολογικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά πλαίσια.

Στην έρευνα αυτή προβλήθηκε το animation σε διάφορες ηλικιακές ομάδες μαθητών, από Ε΄ Δημοτικού μέχρι και Α΄Λυκείου, προκειμένου να αξιολογηθεί από τους μαθητές αυτούς. Ειδικότερα, διερευνήθηκαν οι εντυπώσεις των μαθητών για το animation, η πρόκληση του ενδιαφέροντος για μάθηση του σχετικού περιεχομένου, αλλά και οι εκτιμήσεις τους για τις γνώσεις που απέκτησαν παρακολουθώντας το. Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα ερωτηματολόγιο και για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης περιεχομένου με βασικές κατηγορίες ανάλυσης τους άξονες του προγράμματος STSE (Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία-Περιβάλλον), το οποίο αποτελεί βασική σχεδιαστική αρχή του animation. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι μαθητές θεωρούν το animation ελκυστικό, εκτιμούν ότι τους προκάλεσε το ενδιαφέρον, τους βοήθησε να μάθουν για το σχετικό περιεχόμενο και οι γνώσεις που απέκτησαν κατηγοριοποιούνται και στους τέσσερις άξονες του μοντέλου STSE. Το animation αυτό αποτελεί ένα εκπαιδευτικό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οργανωμένα περιβάλλοντα μάθησης για τη διδασκαλία της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Κεφάλαιο 1ο: Βιβλιογραφική επισκόπηση: Η ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού σε περιβάλλοντα πολυμεσικής μάθησης

1.1. Εισαγωγή

Οι Φυσικές Επιστήμες στη χώρα μας περιλαμβάνονται στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών όλων των τάξεων της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Στις τέσσερις πρώτες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου τα αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωγραφία - Γεωλογία) εντάσσονται στο μάθημα της «Μελέτης Περιβάλλοντος». Στην Ε΄ και ΣΤ΄ τάξη, η Φυσική, η Χημεία και η Βιολογία εντάσσονται στο μάθημα τα «Φυσικά, Ερευνώ και Ανακαλύπτω» ενώ η Γεωγραφία αποτελεί ανεξάρτητο αντικείμενο. Στο Γυμνάσιο όλα τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών διδάσκονται ως διακριτά αντικείμενα. Η Φυσική διδάσκεται και στις τρείς τάξεις. Από το 2013 η Φυσική εντάσσεται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα της Α΄ τάξης, ενώ ως τότε διδασκόταν από τη Β΄ τάξη και έπειτα. Η Χημεία διδάσκεται στη Β΄ και Γ΄ τάξη, η Βιολογία από το 2014 εισάγεται και στη Β΄ τάξη, οπότε διδάσκεται πλέον και στις τρεις τάξεις του Γυμνασίου και τέλος η Γεωγραφία-Γεωλογία διδάσκεται στις δύο πρώτες τάξεις. Στο Λύκειο, διδάσκονται η Φυσική, η Χημεία και η Βιολογία ως διακριτά αντικείμενα, ωστόσο αποτελούν τον ενιαίο κλάδο μαθημάτων των «Φυσικών Επιστημών». Στη Β΄ και Γ΄ τάξη ενισχύεται η διδασκαλία αυτών των μαθημάτων στον προσανατολισμό των Θετικών Σπουδών.

Παρά το γεγονός ότι τα παιδιά διδάσκονται Φυσικές Επιστήμες από την πρώτη τάξη του Δημοτικού ως την τελευταία τάξη του Λυκείου, πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι παρουσιάζουν χαμηλές επιδόσεις σε προγράμματα αξιολόγησης επιστημονικού γραμματισμού. Στο πρόγραμμα PISA (Programme for International Student Assessment) στο οποίο συμμετέχουν δεκαπεντάχρονοι μαθητές, το έτος 2012 η Ελλάδα κατέλαβε στον τομέα του επιστημονικού γραμματισμού την 42η θέση μεταξύ των 65 χωρών που συμμετείχαν (ΙΕΠ, 2013).

Τα αρνητικά αυτά αποτελέσματα για τη χώρα μας, μας έδωσαν το έναυσμα να αναζητήσουμε τους παράγοντες που καθορίζουν τις επιδόσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, να επικεντρωθούμε σε έναν από αυτούς και να προτείνουμε τρόπους που ίσως θα μπορούσαν να συμβάλλουν στη δημιουργία επιστημονικά εγγράματων πολιτών.

1.2. Επιστημονικός εγγραμματισμός

Ο εγγραμματισμός ή αλφαβητισμός είναι μια ευρεία έννοια που αφορά στην ικανότητα εφαρμογής των γνώσεων που έχει αποκτήσει το άτομο στην καθημερινή του ζωή, έτσι ώστε να μπορεί να κρίνει, να ερμηνεύει και να λαμβάνει αποφάσεις.

«Επιστημονικός εγγραμματισμός είναι η ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση, να αναγνωρίζει ερωτήματα και να εξάγει συμπεράσματα που βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα, έτσι ώστε να κατανοεί το φυσικό κόσμο που τον περιβάλλει και να συμβάλλει στη λήψη αποφάσεων για τις αλλαγές που η ανθρώπινη δραστηριότητα επιφέρει σε αυτόν» (OECD, 2000)

Κατά τον Kemp (2003), ο επιστημονικός εγγραμματισμός έχει τρεις διαστάσεις, την εννοιολογική, τη διαδικαστική και τη συναισθηματική. Η εννοιολογική διάσταση, όπως προκύπτει και από τον όρο, αφορά στο γνωστικό αντικείμενο και την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών. Στην εννοιολογική διάσταση, ο επιστημονικά εγγράμματος πολίτης θα είναι σε θέση να κατανοεί και να γνωρίζει τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών και τη σχέση τους με την κοινωνία. Η διαδικαστική διάσταση περιγράφει τις δεξιότητες, τις μεθόδους, τις διαδικασίες και τις ικανότητες που χαρακτηρίζουν έναν επιστημονικά εγγράμματο πολίτη. Στη διαδικαστική διάσταση, θα έχει την ικανότητα να αποκτά και να χρησιμοποιεί την πληροφορία, να χρησιμοποιεί τις Φυσικές Επιστήμες στην καθημερινή ζωή και να τις εφαρμόζει για κοινωνικούς σκοπούς και ακόμη, να κατανοεί τις επιστημονικές δημοσιεύσεις των ΜΜΕ. Η συναισθηματική διάσταση περιλαμβάνει το σύνολο των στάσεων, αξιών και συναισθημάτων που σχετίζονται με τον Επιστημονικό Εγγραμματισμό. Στη συναισθηματική διάσταση, ο επιστημονικά εγγράμματος πολίτης θα μπορεί να εκτιμά και να ενδιαφέρεται για τις Φυσικές Επιστήμες. Η συγκεκριμένη ανάλυση του όρου, αποτελεί ένα εργαλείο οριοθέτησης του περιεχομένου του Επιστημονικού Εγγραμματισμού για το Δημοτικό, Γυμνάσιο και Λύκειο, όπου καλλιεργούνται και οι τρεις διαστάσεις παράλληλα αλλά σε επίπεδο προσαρμοσμένο στην ηλικία και τις δυνατότητες των μαθητών. Ο πίνακας που ακολουθεί (πίνακας 1), περιγράφει τα στοιχεία που περιλαμβάνει κάθε μια από τις παραπάνω τρεις διαστάσεις επιστημονικού αλφαβητισμού (Χαλκιά, 2011).

Πίνακας 1: Περιγραφή τριών διαστάσεων Επιστημονικού Εγγραμματισμού (Χαλκιά 2011)

Διαστάσεις ΕΕ	**Ο επιστημονικά εγγράμματος πολίτης γνωρίζει:**
Εννοιολογική διάσταση	• Τις έννοιες και βασικές αρχές των ΦΕ • Το Φυσικό Κόσμο • Την επιστημονική ορολογία • Τα όρια των ΦΕ και της Τεχνολογίας • Την επιστημονική έρευνα • Τη σχέση ΦΕ και Μαθηματικών • Τη σχέση μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας • Τις ΦΕ και την Τεχνολογία ως κοινωνικές δραστηριότητες • Τον εφήμερο χαρακτήρα της επιστημονικής και τεχνολογικής γνώσης
Διαδικαστική Διάσταση	• Να χρησιμοποιεί και να εφαρμόζει την επιστήμη στην καθημερινή ζωή • Να αποκωδικοποιεί τις επιστημονικές πληροφορίες • Να κωδικοποιεί τα επιστημονικά δεδομένα και να σκέφτεται επιστημονικά • Να επιχειρηματολογεί και να διαφωνεί • Να λαμβάνει αποφάσεις, να επιλύει προβλήματα και να κρίνει την εγκυρότητα των ισχυρισμών • Να συγκροτεί σε ενιαίο σύνολο τη γνώση • Να χρησιμοποιεί ορισμένα εργαλεία και μεθόδους των ΦΕ
Συναισθηματική Διάσταση	• Αναγνωρίζει την αξία των ΦΕ • Αναπτύσσει ενδιαφέρον για τις ΦΕ, ενημερώνεται συνεχώς για τα επιτεύγματα της Επιστήμης και της Τεχνολογίας • Αποκτά δεξιότητες όπως αντικειμενικότητα, ευρύτητα σκέψης και κριτικό πνεύμα. • Αναπτύσσει ηθικές αξίες και εκτίμηση για τον Φυσικό κόσμο • Αποκτά αυτοπεποίθηση όσον αφορά στη χρήση των ΦΕ

Την τελευταία δεκαετία εκπονήθηκαν πολλά ερευνητικά προγράμματα με στόχο τον επιστημονικό εγγραμματισμό των μελλοντικών πολιτών. Ένα από αυτά είναι το Αμερικανικό National Science Educational Standards, NSES (2005). Στο εγχειρίδιο αυτό αναφέρεται τι πρέπει να κατανοούν, να γνωρίζουν και να είναι ικανοί να κάνουν οι μαθητές όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης ώστε να θεωρούνται επιστημονικά

εγγράμματοι. Οι Δείκτες Επιστημονικού εγγραμματισμού (Science Education Standards, SES), χωρίζονται σε έξι κατηγορίες. Παραθέτουμε μία από αυτές, αυτή που αφορά στους μαθητές Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (πίνακας 2), ενώ οι υπόλοιπες αφορούν στους εκπαιδευτικούς, τα εκπαιδευτικά προγράμματα, αλλά και την πολιτική της εκπαίδευσης.

Πίνακας 2: Πίνακας παρουσίασης των Science Education Standards (NSES, 2005)

Δείκτες Επιστημονικού Εγγραμματισμού	**Περιεχόμενο**	**Υποκατηγορίες**
Standards for Science Content (Επιστημονικό Περιεχόμενο)	**Περιγράφουν το τι πρέπει να κατανοούν, να γνωρίζουν και να είναι ικανοί να κάνουν οι μαθητές των ΦΕ στην ΠΕ και ΔΕ.**	▪ Οι κεντρικές έννοιες και διαδικασίες των ΦΕ ▪ Η επιστήμη ως διερεύνηση ▪ Η Φυσική ▪ Η επιστήμη της ζωής ▪ Η επιστήμη της γης και του διαστήματος ▪ Επιστήμη και Τεχνολογία ▪ Η επιστήμη από μια προσωπική και κοινωνική οπτική ▪ Η ιστορία και η Φύση της Επιστήμης

Στο πρόγραμμα αξιολόγησης PISA, και ειδικότερα το έτος 2006, που δινόταν έμφαση στις επιδόσεις των μαθητών στον επιστημονικό εγγραμματισμό, οι μαθητές αξιολογήθηκαν ως προς τις επιστημονικές γνώσεις και δεξιότητες που απαιτούνται ώστε κάποιος να χαρακτηρίζεται ως επιστημονικά εγγράμματος, ως προς τις βασικές επιστημονικές ικανότητες, αλλά και ως προς τις στάσεις τους απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες, γιατί αυτές καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη μελλοντική ενασχόλησή τους και ίσως την επιλογή επαγγέλματος σχετικού με τις Φυσικές Επιστήμες.

Η αξιολόγηση των επιστημονικών γνώσεων και δεξιοτήτων των μαθητών που συνάδουν με την έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού, γίνεται ως προς το βαθμό στον οποίο το άτομο (OECD, 2007):

- κατέχει επιστημονική γνώση και τη χρησιμοποιεί για να θέτει ερωτήματα, αποκτά νέα γνώση, εξηγεί επιστημονικά φαινόμενα και καταλήγει σε τεκμηριωμένα συμπεράσματα
- κατανοεί την επιστήμη ως ανθρώπινη γνώση και έρευνα
- γνωρίζει ότι η επιστήμη και η τεχνολογία διαμορφώνουν το υλικό, πνευματικό και πολιτιστικό περιβάλλον
- εμπλέκεται με επιστημονικά θέματα και επιστημονικές ιδέες ως σκεπτόμενος πολίτης

Αξιολόγηση βασικών επιστημονικών ικανοτήτων

- η αναγνώριση επιστημονικών θεμάτων. Ζητείται από τους μαθητές να αναγνωρίζουν θέματα που μπορούν να διερευνηθούν επιστημονικά και να αναγνωρίζουν τα βασικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής έρευνας
- η εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο. Οι μαθητές να είναι σε θέση να εφαρμόσουν την επιστημονική γνώση σε μια δεδομένη κατάσταση, να περιγράψουν ή να ερμηνεύσουν φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο και να προβλέψουν πιθανές αλλαγές που μπορούν να συμβούν
- η χρήση επιστημονικών αποδείξεων. Αυτό σημαίνει να ερμηνεύουν τις αποδείξεις που οδηγούν σε συμπεράσματα, να μπορούν να τα εξηγούν, να αναγνωρίζουν τις παραδοχές και την αιτιολογία που τα υποστηρίζουν και να μπορούν να αναστοχαστούν πάνω στα αποτελέσματά τους.

Εκτός από την επιστημονική γνώση και ικανότητα των μαθητών, στο πρόγραμμα αυτό, όπως αναφέρθηκε, μετρήθηκε και η διάθεση εμπλοκής των μαθητών με τις Φυσικές Επιστήμες, δηλαδή οι στάσεις των μαθητών προς αυτές, οι οποίες θεωρούνται πολύ σημαντικές για τους εξής λόγους:

- η επένδυση στην επιστημονική προσπάθεια στηρίζεται στη δημόσια υποστήριξη, η οποία επηρεάζεται από πολίτες που είναι θετικοί απέναντι στην επιστήμη και την τεχνολογία
- τα επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα επηρεάζουν σχεδόν τη ζωή του καθενός
- η συνεχής ζήτηση για επιστημονικό προσωπικό απαιτεί ένα ποσοστό του πληθυσμού να παρουσιάζει υψηλό ενδιαφέρον για τις Φυσικές Επιστήμες. Οι στάσεις των δεκαπεντάχρονων μαθητών φαίνεται να επηρεάζουν την επιλογή τους αν θα συνεχίσουν να ασχολούνται με τις Φυσικές Επιστήμες ή αν θα ακολουθήσουν καριέρα σχετική με αυτές.

Από τα αποτελέσματα της αξιολόγησης στον τομέα των στάσεων προς τις Φυσικές Επιστήμες, φάνηκε ότι η πλειοψηφία των μαθητών εκδηλώνει κίνητρα για μάθηση των Φυσικών Επιστημών, μόνο όμως ένα μικρό ποσοστό παρουσιάζει υψηλό ενδιαφέρον προς αυτές. Επίσης αναφέρεται ότι μεταξύ των μαθητών της ίδιας χώρας, αυτοί που δήλωσαν ότι απολαμβάνουν την εκμάθηση της σχολικής επιστήμης είναι πιο πιθανό να έχουν υψηλές επιστημονικές επιδόσεις. Επειδή όμως αυτό δεν αποτελεί καθαρή σχέση συνάφειας, υποστηρίζεται ότι οι μαθητές που έχουν περισσότερο ενδιαφέρον και απολαμβάνουν την ενασχόληση με τις Φυσικές Επιστήμες είναι πιο πρόθυμοι να καταβάλουν την προσπάθεια που απαιτείται για να έχουν καλές επιδόσεις σε αυτές.

Εκτός από το πρόγραμμα PISA και στο project ROSE (The Relevance of Science Education) έγινε καταγραφή του ενδιαφέροντος που παρουσιάζουν οι μαθητές για τις Φυσικές Επιστήμες. Χρησιμοποιήθηκε ένα μεγάλο πλήθος ερωτήσεων για να καλυφθεί μεγάλο εύρος των Φυσικών Επιστημών. Οι μαθητές των ανεπτυγμένων χωρών εκδήλωσαν πολύ χαμηλό ενδιαφέρον για όλες τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών μέσα στο σχολικό πλαίσιο. Αντίθετα, εκδήλωσαν υψηλό ενδιαφέρον όταν οι επιστημονικές αυτές έννοιες ή οι επιστημονικοί τομείς (π.χ. ηλεκτρισμός, θερμότητα, μηχανική, χημεία) τοποθετούνταν σε διαφορετικά πλαίσια (όπως κοινωνικό, τεχνολογικό, ηθικό κλπ) (Sjøberg & Schreiner, 2010).

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το ενδιαφέρον για τις Φυσικές Επιστήμες είναι μια έννοια πιο ειδική σε σύγκριση με τη γενικότερη στάση προς τις Φυσικές Επιστήμες.

Οι δύο αυτές έννοιες, η στάση και το ενδιαφέρον, για άλλους συγγραφείς είναι συνώνυμες (Schreiner, 2006· Schreiner & Sjøberg, 2004), ενώ για άλλους είναι διαφορετικές. Οι Osborne κ.α (2003), θεωρούν τη στάση γενικότερη έννοια και ορίζουν το ενδιαφέρον ως μια ειδική μορφή στάσης που χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένο αντικείμενο. Και ο Gardner (1996) υποστηρίζει ότι οι δύο έννοιες είναι διακριτές. Η καθοριστική τους διαφορά είναι το κριτήριο αξιολόγησης που βρίσκεται στο επίκεντρο. Η στάση προς ένα συγκεκριμένο αντικείμενο καθορίζεται από την αξιολόγηση γενικών και απρόσωπων απόψεων προς αυτό, ενώ για το ενδιαφέρον προς το συγκεκριμένο αντικείμενο είναι σημαντική η υποκειμενική αξία που δίνεται στη γνώση αυτού του αντικειμένου π.χ. είναι πιθανό να έχει κάποιος έντονα αρνητική στάση προς ένα θέμα (ρατσισμός), αλλά να παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον να κατανοήσει αυτό το ζήτημα (Krapp & Prenzel 2011).

Επειδή ένας από τους σκοπούς αυτής της έρευνας είναι να ενδυναμώσουμε το ενδιαφέρον των μαθητών για μάθηση της σχολικής επιστήμης, θα αναλύσουμε εκτενεστέρα την έννοια του ενδιαφέροντος.

1.3. Ενδιαφέρον

Ο Friedrich Herbart (1776-1841) ήταν αυτός που για πρώτη φορά ανέπτυξε μια θεωρία στην οποία το ενδιαφέρον κατείχε κεντρικό ρόλο. Σύμφωνα με αυτήν, το ενδιαφέρον δεν πρέπει να θεωρείται μόνο μια επιθυμητή κατάσταση που προκαλεί κίνητρα για μάθηση, αλλά κυρίως ένας σημαντικός σκοπός ή αποτέλεσμα της εκπαίδευσης (Krapp & Prenzel 2011). Στις πιο πρόσφατες θεωρίες, το ενδιαφέρον γίνεται κατανοητό ως ένα φαινόμενο που αναδύεται από την αλληλεπίδραση του ατόμου με το περιβάλλον του (Hidi & Renninger 2006, Silvia 2006). Το ενδιαφέρον αντιπροσωπεύει μια ειδική και ξεχωριστή σχέση μεταξύ του ατόμου και του αντικειμένου. Το αντικείμενο μπορεί να είναι ένα συγκεκριμένο πράγμα, ένα θέμα ή μια αφηρημένη ιδέα (Krapp & Prenzel 2011). Η σχέση ενδιαφέροντος με ένα αντικείμενο χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες γνωστικές και συναισθηματικές

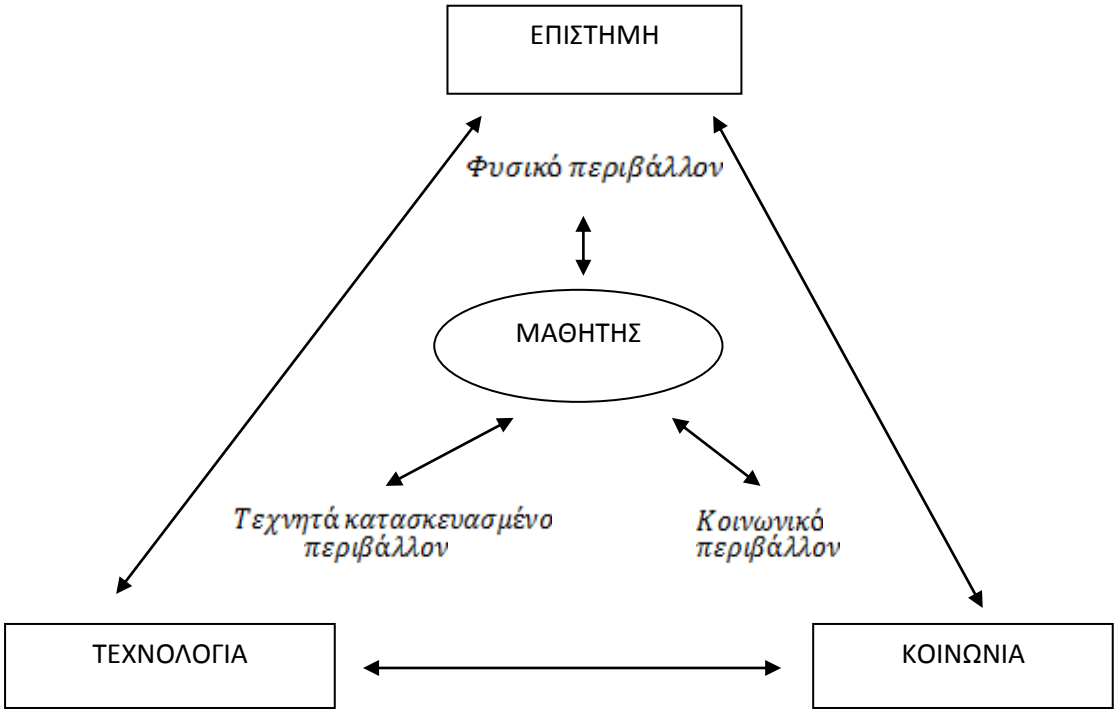
συνιστώσες (Hidi et al., 2004). Ένα από τα χαρακτηριστικά του είναι ότι συνάδει με τις αξίες και τα συναισθήματα του ατόμου (Schiefele, 2009). Κάθε ενδιαφέρον έχει στοιχεία της προσωπικής αξίας του ατόμου και σχετίζεται με θετικές βιωματικές καταστάσεις. Έτσι, οι αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον που βασίζονται στο ενδιαφέρον, παρέχουν θετικές εμπειρίες τόσο στο γνωστικό όσο και στο συναισθηματικό τομέα (Krapp & Prenzel, 2011).

Σύμφωνα με τις θεωρίες που έχουν αναπτυχθεί για το ενδιαφέρον, διαχωρίζεται αυτό σε δύο είδη, το ατομικό ενδιαφέρον (individual interest) και το καταστασιακό ενδιαφέρον (situational interest). Το ατομικό ενδιαφέρον είναι η προδιάθεση που έχει το άτομο για μια συγκεκριμένη κατάσταση. Αντίθετα, το καταστασιακό ενδιαφέρον προκύπτει ως αντίδραση στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος (Linnenbrink – Garcia et al., 2010). Το καταστασιακό ενδιαφέρον αποτελεί μια βραχύχρονη συναισθηματική εκδήλωση ενδιαφέροντος για κάποιο περιεχόμενο. Διακρίνεται σε δύο φάσεις, η πρώτη είναι η ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος από μια συγκεκριμένη κατάσταση και η δεύτερη είναι η διατήρησή του όταν το άτομο συνειδητοποιήσει την αξία της κατάστασης αυτής. Για παράδειγμα, η ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος μπορεί να συμβεί όταν παρουσιάζεται κάτι στο άτομο, και η διατήρησή του συμβαίνει όταν το άτομο συνειδητοποιεί την αξία του περιεχομένου της παρουσίασης, όταν δηλαδή δε θεωρεί το περιεχόμενο μόνο διασκεδαστικό, αλλά και σημαντικό (η πρώτη φάση προκαλείται από τον τρόπο παρουσίασης, ενώ η δεύτερη από το περιεχόμενο). Αν η δεύτερη φάση διατηρηθεί, μπορεί το καταστασιακό ενδιαφέρον να μετατραπεί σε ατομικό ενδιαφέρον (Linnenbrink – Garcia et al., 2010).

Ένας από τους πρωταρχικούς σκοπός της έρευνάς μας ήταν να βρούμε τρόπους που θα μπορούσαν να ενδυναμώσουν το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες. Γι αυτό, δημιουργήσαμε ένα εκπαιδευτικό animation, που το περιεχόμενό του αφορά σε μια συγκεκριμένη έννοια της σχολικής επιστήμης (την ηλεκτρική ενέργεια), την οποία τοποθετήσαμε μέσα σε επιστημονικό, τεχνολογικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο. Το animation αυτό αποτελεί ένα εργαλείο πολυμεσικής μάθησης, το περιεχόμενο του οποίου συνάδει με τις αρχές των εκπαιδευτικών προγραμμάτων STSE. Θεωρούμε λοιπόν αναγκαίο να αναλύσουμε τα εκπαιδευτικά προγράμματα STSE και την πολυμεσική μάθηση.

1.4. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα STS και STSE

Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 προτάθηκε μια νέα προσέγγιση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, το πρόγραμμα STS (The interaction of Science, Technology and Society), το οποίο διαπραγματεύεται την αλληλεπίδραση της επιστήμης, της τεχνολογίας και των κοινωνικών ζητημάτων.



Σχήμα 1: Οι έννοιες του προγράμματος STS (Πηγή: Aikenhead, 1986)

Ο Gallagher το 1971 έκανε την πρώτη νύξη για τη νέα αυτή προσέγγιση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, δημοσιεύοντας το εξής: «για τους μελλοντικούς πολίτες σε μια δημοκρατική κοινωνία, η κατανόηση της αλληλεπίδρασης της επιστήμης, της τεχνολογίας και της κοινωνίας μπορεί να είναι τόσο σημαντική, όσο και η κατανόηση των εννοιών και των διαδικασιών στις Φυσικές Επιστήμες». Με την πρόταση του Gallagher συντάχθηκαν πολλοί ερευνητές, Πανεπιστήμια, αλλά και οργανισμοί όπως ο IOSTE (International

Organization for Science and Technology Education), οπότε το πρόγραμμα STS αναπτύχθηκε σε πολλές χώρες της Ευρώπης, της Αμερικής και την Αυστραλία.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα προγράμματα αυτά δε συνάντησαν μόνο αποδοχή, αλλά και αντιδράσεις. Πολλοί εκπαιδευτικοί των Φυσικών Επιστημών θεωρούσαν ότι η ένταξη της τεχνολογίας στα προγράμματα αυτά, που είναι μια «εφαρμοσμένη επιστήμη», θα αλλοίωνε τις έννοιες της «καθαρής» επιστήμης. Το άλλο θέμα που προκάλεσε αντιδράσεις είναι η έκταση και το βάθος στο οποίο θα εξετάζεται το κοινωνικό πλαίσιο της επιστήμης, αν θα εξετάζεται μόνο η επίδραση της επιστήμης και της τεχνολογίας στην κοινωνία ή και το αντίθετο, δηλαδή κατά πόσο επηρεάζει η κοινωνία τα επιτεύγματα της επιστήμης και της τεχνολογίας (Σκορδούλης & Σωτηράκου, 2005).

Τα εκπαιδευτικά προγράμματα STS κατά τη Solomon (1993), στοχεύουν στα εξής:

- Στην κατανόηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών απειλών καθώς και την επιρροή τους στην ποιότητα ζωής
- Στην κατανόηση των οικονομικών και βιομηχανικών όψεων της Τεχνολογίας
- Στην κατανόηση της «φύσης της Επιστήμης»
- Στη διαπραγμάτευση θεμάτων σχετικών με την ελευθερία έκφρασης, τις ανθρώπινες αξίες και τις δημοκρατικές δομές
- Στην προώθηση της πολυπολιτισμικής διάστασης της Επιστήμης και της Τεχνολογίας

Εξέλιξη του προγράμματος STS αποτελεί το πρόγραμμα STSE (Science, Technology Society and Environment), το οποίο περιλαμβάνει και τον παράγοντα «Περιβάλλον». Η εισαγωγή του παράγοντα αυτού συνοδεύεται από την εισαγωγή προσωπικών, κοινωνικών, πολιτικών και ηθικών αξιών. Ο σκοπός του προσανατολισμού STSE στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών είναι να διδαχθούν τα παιδιά την κοινωνική υπευθυνότητα στη συλλογική λήψη αποφάσεων σε ζητήματα που αφορούν στην επιστήμη και την τεχνολογία. Η προσέγγιση του προγράμματος STSE υπερβαίνει το να μάθει κάποιος απλά τις δυναμικές σχέσεις μεταξύ της επιστήμης, της τεχνολογίας, της κοινωνίας και του περιβάλλοντος. Οι μαθητές πρέπει να έχουν

την ευκαιρία να δράσουν μέσω της άμεσης συμμετοχής τους στους δημοκρατικούς θεσμούς της κοινωνίας των πολιτών. Ο Hodson (1999), υποστηρίζει ότι η εκπαίδευση Φυσικών Επιστημών στο πρόγραμμα STSE πρέπει να εξασφαλίσει ότι οι μαθητές αποκτούν τη γνώση και τις δεξιότητες για να παρέμβουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και να εξασφαλίσουν ότι οι ιδέες και οι αξίες τους λαμβάνονται υπόψη στις πολιτικές αποφάσεις. Η επιστημονική γνώση είναι απαραίτητη, αλλά δεν είναι από μόνη της επαρκής για την κατανόηση των σχέσεων μεταξύ της επιστήμης, της τεχνολογίας, της κοινωνίας και του περιβάλλοντος. Για να κατανοήσει ο μαθητής αυτές τις σχέσεις πρέπει να γίνουν κατανοητές οι αξίες που αφορούν στην επιστήμη, στην τεχνολογία, στην κοινωνία και στο περιβάλλον. Η προσθήκη του «Ε» στο πρόγραμμα STS σημαίνει ότι προστίθενται αξίες στο Αναλυτικό Πρόγραμμα, αξίες προσωπικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές, οι οποίες έλλειπαν από τη σύγχρονη εκπαίδευση (Foshay, 1993). Στόχος δεν είναι η επιβολή ηθικών αξιών, αλλά να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές ότι η διαδικασία δόμησης των αξιών αποτελεί μέρος της διδακτικής διαδικασίας. Η εισαγωγή του «Περιβάλλοντος» βοηθά στην απόδοση νοήματος στο περιεχόμενο μάθησης, διευκολύνοντας την καλύτερη κατανόηση του θέματος, δημιουργώντας ένα κοινωνικό πλαίσιο μάθησης μέσω έκθεσης σε πραγματικά προβλήματα. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σύμφωνα με το πρόγραμμα STSE στοχεύει να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα μέσα από την αλληλεπίδρασή τους με το τεχνολογικό, το κοινωνικό και το φυσικό περιβάλλον τους. Τοποθετούν έτσι οι μαθητές την επιστήμη σε ένα πλαίσιο οικείο, που έχει νόημα γι αυτούς. Έτσι μειώνεται η αρνητική στάση των μαθητών προς τις Φυσικές Επιστήμες, γεγονός που έχει επίδραση και στην επιλογή της επαγγελματικής τους σταδιοδρομίας σε σχέση με τις Φυσικές Επιστήμες, αλλά και στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντός τους για τη δημόσια κατανόηση της επιστήμης από ευρύτερα στρώματα του πληθυσμού (Σκορδούλης & Σωτηράκου, 2005).

1.4.1 Ανάλυση του εκπαιδευτικού προγράμματος STSE

Το πρόγραμμα STSE, σύμφωνα με τους Pedretti & Nazir (2011), αποτελείται από έξι ρεύματα, **το ρεύμα της εφαρμογής/σχεδιασμού**, **το ιστορικό ρεύμα**, **το ρεύμα της λογικής σκέψης**, **το ρεύμα των αξιών**, **το κοινωνικο – πολιτισμικό** και το **κοινωνικο – οικολογικό ρεύμα**. Τα ρεύματα αυτά διαφοροποιούνται μεταξύ τους με τη βοήθεια τεσσάρων κριτηρίων. Τα κριτήρια αυτά περιγράφονται σαφώς ώστε να λειτουργήσουν ως κώδικες στην ανάλυση δεδομένων. Τα τέσσερα αυτά κριτήρια είναι **η εστίαση**, **οι σκοποί της επιστημονικής εκπαίδευσης**, **οι βασικές προσεγγίσεις** και **οι στρατηγικές**.

Η εστίαση περιγράφει την ουσία του ρεύματος, δηλαδή το χαρακτηρίζει. Οι σκοποί της επιστημονικής εκπαίδευσης αντιστοιχίζουν το εκάστοτε ρεύμα με συγκεκριμένους σκοπούς που σχετίζονται με τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Οι βασικές προσεγγίσεις παρέχουν περιγραφές οι οποίες αποδίδουν εκπαιδευτική έμφαση και τέλος οι στρατηγικές περιγράφουν παιδαγωγικά μοντέλα για κάθε ρεύμα και δίνουν νύξεις για πρακτική εφαρμογή.

Στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται συνοπτικά τα έξι ρεύματα του προγράμματος καθώς και τα κριτήρια για κάθε ρεύμα.

Πίνακας 3: Τα ρεύματα του STSE

(Πηγή: Pedretti & Nazir,2011, pp.:607-608)

Ρεύμα	Εστίαση	Σκοποί της επιστημονικής εκπαίδευσης	Βασικές προσεγγίσεις	Στρατηγικές
Εφαρμογής/ Σχεδιασμού (Application/Design)	Επίλυση προβλημάτων μέσω σχεδιασμού νέων Τεχνολογιών ή τροποποιώντας τις ήδη υπάρχουσες, με έμφαση στη διερεύνηση και τις δεξιότητες	Χρήση και πρακτική εφαρμογή της τεχνολογίας, μετάδοση εξειδικευμένης γνώσης και τεχνικών ιδιοτήτων	Γνωστική Βιωματική Πραγματική Δημιουργική	Επίλυση προβλήματος (problem – solving) Σχεδιασμός και κατασκευή τεχνουργημάτων
Ιστορικό (Historical)	Κατανόηση της ιστορικής και κοινωνικοπολιτισμικής σπουδαιότητας των επιστημονικών ιδεών και επιτευγμάτων	Πολιτιστικά και πνευματικά επιτεύγματα Εσωτερικές αξίες (ενδιαφέρον, ενθουσιασμός, αναγκαιότητα)	Δημιουργική Αντανακλαστική Συναισθηματική	Μελέτη περίπτωσης στην ιστορία της επιστήμης Παιχνίδια ρόλων Δραματοποίηση Προσομοιώσεις
Λογικής Σκέψης (Logical reasoning)	Κατανόηση θεμάτων Λήψη αποφάσεων για κοινωνικοεπιστημονικά θέματα λαμβάνοντας υπόψη εμπειρικά στοιχεία	Κοινωνική συνείδηση Κοινωνική ευθύνη Λήψη αποφάσεων (ατομικές και κοινωνικές) Ανταλλαγή ιδεών	Αντανακλαστική Γνωστική	Χρήση κοινωνικοεπιστημονικών θεμάτων Ανάλυση δεδομένων Διάλογος Επιχειρηματολογία
Αξιών (Value Centered)	Κατανόηση θεμάτων Λήψη αποφάσεων για κοινωνικοεπιστημονικά θέματα βασιζόμενοι στην ηθική και τη δεοντολογία	Κοινωνική συνείδηση Κοινωνική ευθύνη Λήψη αποφάσεων (ατομικές και κοινωνικές) Ανταλλαγή ιδεών	Συναισθηματική Ηθική Λογική Κριτική	Μελέτη περίπτωσης Ανάλυση κοινωνικοεπιστημονικών θεμάτων Χρήση ηθικών φιλοσοφικών πλαισίων Διασαφήνιση αξιών Ηθική λήψη αποφάσεων
Κοινωνικο - πολιτισμικό (Sociocultural)	Κατανόηση σχάσης Επιστήμης – Τεχνολογίας ως στοιχεία ενός ευρύτερου κοινωνικοπολιτισμικού πλαισίου	Πνευματικά και πολιτιστικά επιτεύγματα Ανταλλαγή ιδεών	Ολιστική Αντανακλαστική Βιωματική Συναισθηματική	Μελέτη περίπτωσης Χρήση κοινωνικοεπιστημονικών θεμάτων Αφήγηση Ολοκληρωμένο Α.Π
Κοινωνικο – οικολογικό (Socio-ecojustice)	Άσκηση κριτικής και επίλυση οικολογικών προβλημάτων	Κοινωνική συνείδηση Κοινωνική ευθύνη Επίλυση προβλημάτων Αλλαγή/δράση/χειραφέτηση	Δημιουργική Συναισθηματική Αντανακλαστική Κριτική Βιωματική	Χρήση κοινωνικοεπιστημονικών θεμάτων Μελέτη περίπτωσης Διάλογος Ανάπτυξη σχεδίων δράσης Χρήση τοπικού και παγκόσμιου περιβάλλοντος

Το ρεύμα **Εφαρμογής / Σχεδιασμού (Application/Design)** αναδεικνύει τη σύνδεση επιστήμης και τεχνολογίας. Εστιάζει στο να καταφέρουν οι μαθητές να επιλύουν πρακτικά προβλήματα σχεδιάζοντας νέες τεχνολογίες ή τροποποιώντας τις υπάρχουσες. Δίνει έμφαση στη μετάδοση εξειδικευμένης γνώσης και στην ανάπτυξη πρακτικών και διερευνητικών δεξιοτήτων. Η βασική προσέγγιση είναι να επιτευχθεί η σύνδεση των υψηλών γνωστικών ικανοτήτων με την πραγματική, βιωματική εργασία ώστε να εφαρμοστεί η επιστημονική γνώση. Όταν ο μαθητής καλείται να σχεδιάσει την επίλυση ενός τεχνολογικού προβλήματος εφαρμόζοντας τις επιστημονικές του γνώσεις, επιτυγχάνεται η σύνδεση του αφηρημένου επιστημονικού κόσμου με τον πραγματικό. Πέρα όμως από την εννοιολογική κατανόηση, οι μαθητές κατανοούν και την πολυπλοκότητα του τεχνολογικού σχεδιασμού μέσα σε ένα κοινωνικό πλαίσιο, αφού πρέπει να εξετάσουν οικονομικούς και αισθητικούς παράγοντες, περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των υλικών και κατ' επέκταση να εκτιμήσουν πώς η τεχνολογία επηρεάζει την κοινωνία και το περιβάλλον.

Το **Ιστορικό** ρεύμα **(Historical)** αναδεικνύει την επιστήμη ως μοναδικό ανθρώπινο εγχείρημα. Παρουσιάζει την εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας καθώς αλλάζουν οι απαιτήσεις των κοινωνιών. Ευρύτερος στόχος της επιστημονικής εκπαίδευσης φαίνεται να είναι η προώθηση της επιστήμης ως ένα χρήσιμο αντικείμενο με εγγενή αξία. Φέρνει στο φως το έργο μεγάλων επιστημόνων, καθώς και μεγάλα επιστημονικά επιτεύγματα, δίνοντας έτσι και συναισθηματική διάσταση στην εξέλιξη της επιστήμης. Υποστηρίζεται ότι η μελέτη της ιστορίας της επιστήμης μπορεί να ενθαρρύνει τη δημοκρατική ιδιότητα του πολίτη, δεδομένου ότι η ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας είναι παράλληλη με την ανάπτυξη των σύγχρονων δημοκρατικών κοινωνιών.

Το ρεύμα της **Λογικής Σκέψης (Logical Reasoning)** είναι ένα από τα ισχυρότερα ρεύματα του STSE. Προωθεί την κριτική σκέψη και τη λήψη αποφάσεων δίνοντας έμφαση στις γνωστικές ικανότητες των μαθητών και την επιχειρηματολογία. Υστερεί στο γεγονός ότι αποσιωπά παράγοντες που δεν έχουν σχέση με τη λογική σκέψη, όπως αξίες, πολιτιστικές νόρμες, πολιτική, ή και τις ανάγκες των μαθητών, ηθικές, συναισθηματικές, αισθητικές ή πολιτισμικές, υπονομεύοντας έτσι τις εναλλακτικές μορφές της γνώσης. Για να ληφθούν υπόψη και αυτοί οι παράγοντες αναπτύχθηκαν

τα υπόλοιπα ρεύματα του STSE (ρεύμα αξιών, κοινωνικοπολιτισμικό, κοινωνικο-οικολογικό).

Το ρεύμα **Αξιών (Value Centered)** δίνει έμφαση στη λήψη αποφάσεων με βάση την ηθική, τη δεοντολογία και τη δικαιοσύνη. Μέσα από την ανταλλαγή των ιδεών ενδυναμώνεται η ιδιότητα του πολίτη και η ευθύνη που έχει στο κοινωνικό σύνολο. Οι δραστηριότητες στο πλαίσιο αυτού του ρεύματος τείνουν να διαμορφώσουν την ηθική και συναισθηματική ταυτότητα του μαθητή.

Κατά το **Κοινωνικοπολιτισμικό** ρεύμα **(Sociocultural)**, η επιστήμη και η τεχνολογία δεν είναι αυτόνομες οντότητες της κοινωνίας, αλλά σχετίζονται με την πολιτική, την οικονομία και τον πολιτισμό. Στη συμβατική εκπαίδευση, η επιστήμη παρουσιάζεται εκτός κοινωνικού πλαισίου. Το ρεύμα αυτό αποτελεί την κοινωνιολογική προσέγγιση της επιστήμης, της τεχνολογίας και της εκπαίδευσης. Επικεντρώνεται στις κοινωνικές και πολιτισμικές πτυχές τους και στον τρόπο που αυτές αλληλεπιδρούν μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο. Στόχος είναι η αναγνώριση της επιστήμης ως ένα πολιτιστικό και πνευματικό επίτευγμα ενσωματωμένο μέσα σε σύνθετες κοινωνίες. Όλοι οι άνθρωποι μπορούν να χρησιμοποιήσουν την επιστήμη και να συμβάλλουν στην ανάπτυξή της.

Βαθύτερος ισχυρισμός του ρεύματος **Κοινωνικο – οικολογικής δικαιοσύνης (Socio-ecojustice)** είναι ότι η εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών πρέπει να δημιουργήσει πολίτες που θα αγωνίζονται, που θα κάνουν την κοινωνία πιο δίκαιη. Να καταφέρουν οι μαθητές να επιλύουν ένα πρόβλημα τηρώντας τις αρχές της δικαιοσύνης, της ισότητας και της κοινωνικής ευθύνης. Να εφαρμόζουν την επιστήμη και την τεχνολογία για την ευημερία του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το πρόγραμμα STSE τοποθετεί την επιστήμη μέσα σε ένα πλαίσιο που οριοθετείται από την πολιτική, την ιστορία, την ηθική, τη δεοντολογία και τη φιλοσοφία. Δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να μάθουν σύμφωνα με τις δικές τους ανάγκες.

1.4.2. Σχεδιασμός διδασκαλίας σε ένα πρόγραμμα STSE

Οι Σκορδούλης και Σωτηράκου (2005) προτείνουν την οργάνωση μιας διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών σύμφωνα με το πρόγραμμα STSE στα εξής στάδια:

1. Η διδασκαλία αρχίζει θέτοντας ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα μέσω μιας ερώτησης ή μιας δήλωσης προβληματισμού.

2. Ακολουθεί συζήτηση για τις κοινωνικές προεκτάσεις του προβλήματος αυτού.

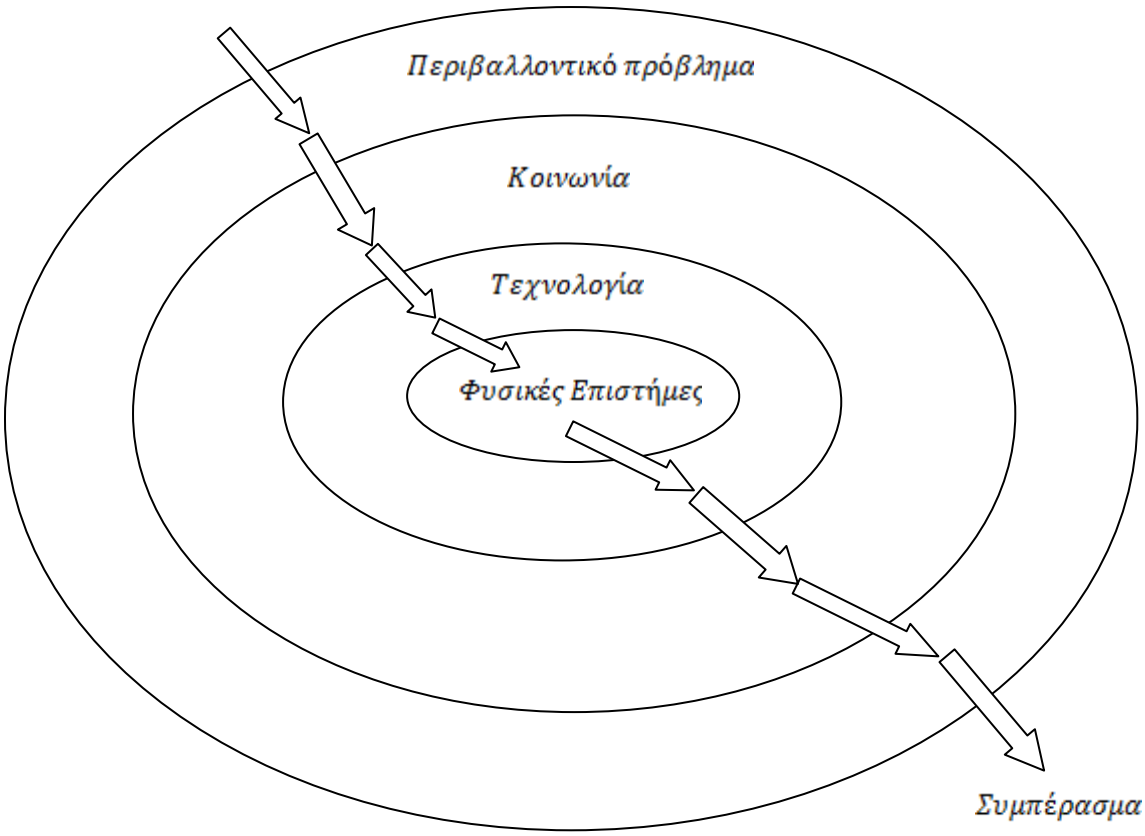
3. Εξετάζεται πώς η τεχνολογία επηρεάζει αυτό το περιβαλλοντικό πρόβλημα, μιας και η τεχνολογία επηρεάζει σχεδόν πάντα τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα.

4. Πρέπει να αποκτηθούν κάποιες βασικές τεχνολογικές γνώσεις οι οποίες πλαισιώνονται από ένα συγκεκριμένο επιστημονικό περιεχόμενο, το οποίο θα βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν την τεχνολογία, το κοινωνικό ζήτημα και το περιβαλλοντικό πρόβλημα.

5. Η ακολουθία της διδασκαλίας κινείται πάλι προς την τεχνολογία. Τώρα όμως, γνωρίζοντας το επιστημονικό περιεχόμενο που συνδέεται με την τεχνολογία, μπορούν να κατανοηθούν και οι συνθετότερες τεχνολογικές έννοιες που αφορούν στο πρόβλημα αυτό.

6. Η κατανόηση του τεχνολογικού και του επιστημονικού υπόβαθρου ενός περιβαλλοντικού προβλήματος επιτρέπει τη δημιουργία νέων συσχετισμών και τη θέαση των κοινωνικών επιπτώσεων σε ένα ευρύτερο πλαίσιο. Αναδεικνύονται κοινωνικά προβλήματα που δεν ήταν εμφανή εξαρχής.

7. Η διδασκαλία ολοκληρώνεται στο σημείο από όπου ξεκίνησε. Τώρα εξετάζεται εκ νέου το περιβαλλοντικό πρόβλημα και λαμβάνεται μια απόφαση γι αυτό.



Σχήμα 2 : Η πορεία της διδασκαλίας στο πρόγραμμα STSE
(Πηγή: Σκορδούλης & Σωτηράκου 2005, σελ. 47).

Παραλλαγές στην ακολουθία μπορούν να γίνουν, όπως το σημείο εκκίνησης μπορεί να μην είναι το περιβαλλοντικό πρόβλημα, αλλά ένα τεχνολογικό ζήτημα. Επίσης μπορεί να ξεκινήσει από μια έννοια των φυσικών επιστημών που έχει προκαλέσει συζητήσεις.

Το περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών προκύπτει από μια πραγματική κατάσταση και τοποθετείται επίσης σε μια πραγματική κατάσταση. Αυτή η προοπτική βρίσκεται σε αντίθεση με το παραδοσιακό Αναλυτικό Πρόγραμμα στο οποίο η διδασκαλία καθορίζεται από το πώς ένας επιστήμονας θα εξέταζε συστηματικά το φυσικό κόσμο. Στο πρόγραμμα STSE η επιστήμη είναι προσανατολισμένη στο μαθητή και όχι στον επιστήμονα. Η διχοτομία μεταξύ της άποψης ενός επιστήμονα και της άποψης ενός μαθητή του καθημερινού κόσμου καθορίζει τη θεμελιώδη διαφορά μεταξύ του παραδοσιακού αναλυτικού προγράμματος και του προγράμματος STSE. Στο

πρόγραμμα STSE οι μαθητές μαθαίνουν το περιεχόμενο με συνεχείς αναφορές στον καθημερινό κόσμο τους.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή του προγράμματος STSE αποσκοπεί στη δημιουργία επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματων πολιτών που θα κλιθούν να λάβουν αποφάσεις που αφορούν στην επιστημονική γνώση, την τεχνολογική ειδίκευση, την κοινωνική κατανόηση και τις ανθρωπιστικές και κοινωνικές αξίες (Σκορδούλης & Σωτηράκου, 2005).

Σε αυτή την κατεύθυνση προσανατολίζεται και το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στην υποχρεωτική εκπαίδευση στη χώρα μας.

1.5. Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες

Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στην υποχρεωτική εκπαίδευση («ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21^{ου} αιώνα) – Νέο Πρόγραμμα Σπουδών, Οριζόντια Πράξη» MIS: 295450) έχει στόχο να συνδέσει την επιστήμη με την κοινωνία, το περιβάλλον και τον πολιτισμό. Αποσκοπεί στη διαμόρφωση του σύγχρονου πολίτη, που θα συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη, στη διασφάλιση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και κανόνων ηθικής και θα προωθεί την ειρήνη, καθώς και τη διεθνή κατανόηση.

Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών τείνει να ενισχύσει τη συνάφεια των Φυσικών Επιστημών με τα ενδιαφέροντα των μαθητών και σύμφωνα με τη γενικότερη φιλοσοφία του για τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, το Νέο Σχολείο προετοιμάζει τα παιδιά, ώστε να ενταχθούν στην κοινωνία ως υπεύθυνοι, δημοκρατικοί, ενεργοί και κριτικά σκεπτόμενοι πολίτες (Plakitsi et al., 2013).

Το σκεπτικό του Νέου Προγράμματος Σπουδών στηρίζεται στις ακόλουθες τρεις παραδοχές:

Πίνακας 4: Παραδοχές του Νέου Προγράμματος Σπουδών

1. Βάση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας αποτελούν: (α) οι προϋπάρχουσες γνώσεις, δεξιότητες και εμπειρίες των μαθητών και των μαθητριών (β) η διερεύνηση των φαινομένων, των υλικών και των τεχνολογικών καινοτομιών.
2. Το πλαίσιο, μέσα στο οποίο οι μαθητές και οι μαθήτριες κατανοούν τις θεμελιώδεις έννοιες, τις διαδικασίες και τις αρχές των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσουν τις δεξιότητές τους, αποτελείται από το σχολείο, το φυσικό περιβάλλον, το τεχνολογικά κατασκευασμένο περιβάλλον και την κοινωνία.
3. Μέσα στο πλαίσιο αυτό οι μαθητές και οι μαθήτριες καθίστανται ικανοί/ές να διαχειριστούν κοινωνικά θέματα, που έχουν σχέση με τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία και αφορούν την καθημερινή ζωή και τον τόπο τους.

Οι επιδιώξεις του Νέου Προγράμματος Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες που συνάδουν με τους στόχους της παρούσας έρευνας είναι:

i. οι μαθητές να κατανοήσουν θεμελιώδεις έννοιες, νόμους και μοντέλα των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας

ii. οι μαθητές να αναγνωρίσουν ότι οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία συνδέονται δυναμικά μεταξύ τους σε ολόκληρο το φάσμα του ανθρώπινου πολιτισμού, ενώ εξελίσσονται συνεχώς, για να ερμηνεύσουν ή να αλλάξουν τον κόσμο.

iii. οι μαθητές να κατανοούν ένα πρόβλημα, δηλαδή να μελετούν ένα φαινόμενο ή να προσδιορίζουν τις ανάγκες ενός τεχνολογικού προβλήματος

iv. οι μαθητές να συγκεντρώνουν και να μελετούν πληροφορίες, αξιοποιώντας ηλεκτρονικές και έντυπες πηγές πληροφόρησης, όπως η μελέτη κειμένων για την εξέλιξη των επιστημονικών ιδεών και τεχνολογικών καινοτομιών

v. οι μαθητές να αξιολογούν τα αποτελέσματα των ενεργειών τους, σύμφωνα με τα ζητούμενα του προβλήματος και τα υπάρχοντα κριτήρια ορθότητας, π.χ. μια τεχνολογική λύση δεν πρέπει μόνο να «δουλεύει», αλλά και να

ανταποκρίνεται σε πλήθος άλλων προϋποθέσεων, όπως η φιλική σχέση με το περιβάλλον

vi. οι μαθητές να μπορούν να επιλύουν πρακτικά προβλήματα, που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία και έτσι θα είναι ικανοί να προστατεύουν τον εαυτό τους, τους συνανθρώπους τους και το περιβάλλον

Η αμοιβαία και γόνιμη σχέση ανάμεσα στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό του περιβάλλοντος μάθησης στο συγκεκριμένο Πρόγραμμα Σπουδών. Η «συνεργασία» των Φυσικών Επιστημών με την Τεχνολογία ξεκινά από την Α΄ Δημοτικού και απαντάται σε όλες τις τάξεις. Ως εκ τούτου, αναζητείται ένα κοινό πλαίσιο για την υλοποίηση τόσο επιστημονικών όσο και τεχνολογικών δραστηριοτήτων, οι οποίες να είναι επικεντρωμένες σε θέματα χρήσιμης επιστήμης και τεχνολογίας. Επί του διδακτικού πρακτέου αυτό μεταφράζεται σε δραστηριότητες, που ενθαρρύνουν τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναπτύξουν επιστημονικές, καθώς και τεχνολογικές γνώσεις και δεξιότητες, έτσι ώστε να νιώθουν αυτοπεποίθηση ότι μπορούν να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες, για να αντιμετωπίζουν τις απαιτήσεις της καθημερινής τους ζωής με ασφάλεια.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι οι Φυσικές Επιστήμες είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την Τεχνολογία. Έτσι, σύμφωνα με τις συνθήκες της σύγχρονης ζωής, εκτός από τον επιστημονικό εγγραμματισμό, επιδιώκεται και ο τεχνολογικός εγγραμματισμός.

1.6. Τεχνολογικός Εγγραμματισμός

Καθώς οι απαιτήσεις της καθημερινής ζωής αλλάζουν, εμφανίζεται η ανάγκη το άτομο να είναι εγγράμματο σε διάφορους τομείς, οπότε με την πάροδο του χρόνου θεσπίζονται και άλλα είδη εγγραμματισμού, όπως ο τεχνολογικός εγγραμματισμός.

Η συνεργασία της International Technology Education Association (ITEA) και του Technology for All Americans Project (TfAAP), είχε ως αποτέλεσμα την έκδοση των δεικτών (ή προτύπων) του Τεχνολογικού Αλφαβητισμού, Technology Content Standards (TCS) ή Standards for Technological Literacy (STL) (2000). Αναφέρουν

τις γνώσεις και τις ικανότητες που πρέπει να έχουν οι μαθητές ώστε να θεωρούνται Τεχνολογικά Εγγράμματοι καθώς και τους στόχους διδασκαλίας της Τεχνολογίας.

Τα TCS (Technology Content Standards) ή αλλιώς τα STL (Standards for Technological Literacy), είναι διαρθρωμένα με βάση την ηλικία και την τάξη, και δημιουργήθηκαν με σκοπό (Dugger, 2005· NSES, 2005· CTTE, 2009):

- Να προσφέρουν ένα κοινό άξονα διδακτικών στόχων στη μελέτη της επιστήμης της Τεχνολογίας οι οποίοι να ανταποκρίνονται στα στάδια γνωστικής εξέλιξης των μαθητών.
- Να αποτελέσουν τη βάση για το σχεδιασμό κατάλληλων προγραμμάτων σπουδών που να ανταποκρίνονται στις νέες απαιτήσεις της κοινωνίας.
- Να προάγουν τη διαθεματικότητα στη διδασκαλία της Τεχνολογίας, εμπλέκοντας και άλλους επιστημονικούς τομείς.
- Να ενθαρρύνουν την ενεργητική μάθηση.

Οι παραπάνω δείκτες δεν αποτελούν αναλυτικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα, μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό ενός αναλυτικού προγράμματος, σε συνάρτηση βέβαια με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της χώρας στην οποία αυτό θα εφαρμοστεί (Wulf, 2000).

Τα STL, περιγράφουν τις γνώσεις αλλά και τις δεξιότητες των μαθητών σε πέντε βασικές θεματικές ενότητες, οι οποίες αποτελούν αναπόσπαστους τομείς της Τεχνολογίας: **τη φύση της Τεχνολογίας** (The Nature of Technology), **τη σχέση Τεχνολογίας και Κοινωνίας** (Technology and Society), **το σχεδιασμό** (Design), **τις ικανότητες για την ύπαρξη μιας Τεχνολογικής Κοινωνίας** (Abilities for a Technological World) και **την Κοινωνία του Σχεδιασμού** (The Designed World). Κάθε ένας δείκτης θέτει επιμέρους στόχους, ανάλογους με την τάξη στην οποία φοιτούν οι μαθητές (K-2, 3-5, 6-8, 9-12) . Στον πίνακα 5 παρατίθενται μερικοί από τους δείκτες τεχνολογικού εγγραμματισμού.

Πίνακας 5: Περιγραφή των Δεικτών Τεχνολογικού Εγγραμμτισμού (ITEA 2000)

Standards for Technological Literacy
Η Φύση της τεχνολογίας (Nature of Technology)
1. Οι μαθητές να κατανοήσουν τα χαρακτηριστικά και το πεδίο εφαρμογής της Τεχνολογίας.
2. Οι μαθητές να κατανοήσουν την κεντρική ιδέα, τον πυρήνα της Τεχνολογίας.
3. Οι μαθητές να κατανοήσουν τη σχέση μεταξύ της Τεχνολογίας και άλλων επιστημονικών τομέων.
Τεχνολογία και Κοινωνία (Technology and Society)
4. Οι μαθητές να κατανοήσουν τα πολιτισμική, κοινωνική, οικονομική και πολιτική επίδραση της Τεχνολογίας.
5. Οι μαθητές να κατανοήσουν την επίδραση της Τεχνολογίας στο περιβάλλον.
6. Οι μαθητές να κατανοήσουν το ρόλο της κοινωνίας στην εξέλιξη και χρήση της τεχνολογίας.
7. Οι μαθητές να κατανοήσουν την επιρροή της Τεχνολογίας στην Ιστορία.
Σχεδιασμός (Design)
8. Οι μαθητές να κατανοήσουν τις όψεις του σχεδιασμού.
9. Οι μαθητές να κατανοήσουν τον μηχανολογικό σχεδιασμό.
10. Οι μαθητές να κατανοήσουν το ρόλο της διερεύνησης, της ανάπτυξης, της εφεύρεσης, της καινοτομίας και του πειραματισμού, στην επίλυση προβλημάτων.
Ικανότητες για μια Τεχνολογική Κοινωνία (Abilities for a Technological World)
11. Οι μαθητές να μπορούν να χρησιμοποιούν και να υποστηρίζουν τα Τεχνολογικά προϊόντα και συστήματα.
12. Να εκτιμήσουν την επίδραση των τεχνολογικών προϊόντων και συστημάτων.
Ο σχεδιασμένος κόσμος (The Designed World)
13. Οι μαθητές να κατανοήσουν και να μπορούν να επιλέγουν και να χρησιμοποιούν την ενεργειακή τεχνολογία.
14. Οι μαθητές να κατανοήσουν και να μπορούν να επιλέγουν και να χρησιμοποιούν την τεχνολογία της πληροφορίας και επικοινωνίας.

Ο τεχνολογικός εγγραμματισμός αποτελεί το έναυσμα για την ανανέωση των μεθόδων διδασκαλίας στην εκπαίδευση. Η κατάλληλη χρήση των ΤΠΕ στην τάξη επιτρέπει την εισαγωγή νέων τρόπων και εργαλείων διδασκαλίας, όπως είναι η εφαρμογή της πολυμεσικής διδασκαλίας/μάθησης. Στα αναδυόμενα πολυμεσικά περιβάλλοντα είναι απαραίτητη η πολυσημειωτική και πολυτροπική αλληλεπίδραση, δηλαδή η αντιμετώπιση γραπτών κειμένων, εικόνων, γραφικών αλλά και ήχων ή βιντεοσκοπημένου υλικού. Οι νέες τεχνολογίες αναγκάζουν τα άτομα να συνδυάζουν τις ικανότητες του πολυμεσικού κριτικού γραμματισμού με τον παραδοσιακό

γραμματισμό και τους νέους τύπους των πολλαπλών εγγραμματισμών ώστε να έχουν πρόσβαση, να μπορούν να πλοηγηθούν και να συμμετέχουν στο σύγχρονο πολυμεσικό υπερκειμενικό περιβάλλον. Οι νέοι εγγραμματισμοί απαιτούν από κάποιον να μπορεί να διαβάσει και να ερμηνεύσει κείμενα, εικόνες, θεάματα, αφηγήσεις καθώς και τα είδη και τις μορφές της πολυμεσικής κουλτούρας. Οι μορφές της πολυμεσικής επικοινωνίας περιλαμβάνει γραπτά κείμενα, λόγο, οπτικοποίηση και ήχο σε ένα υβριδικό πεδίο που συνδυάζει όλες αυτές τις μορφές που απαιτούν δεξιότητες ερμηνείας και κριτικής (Kellner, 2006).

Ο όρος «πολλαπλός εγγραμματισμός» εστιάζει στα πολλά διαφορετικά είδη των αυξανόμενων εγγραμματισμών που απαιτούνται για πρόσβαση, ερμηνεία, κριτική και συμμετοχή στις αναδυόμενες πολυμεσικές μορφές του πολιτισμού και της κοινωνίας. Απαιτείται συνδυασμός δεξιοτήτων και ικανοτήτων για να υπάρχει πρόσβαση, αλληλεπίδραση και συμμετοχή στη διαμόρφωση ενός νέου σημειωτικού πεδίου. Πολλαπλός εγγραμματισμός σημαίνει να μπορεί κάποιος να διαβάσει μέσω μιας ποικιλίας υβριδικών σημειωτικών πεδίων και να έχει την ικανότητα να κρίνει και να ερμηνεύει κείμενα, γραφικά, κινούμενες εικόνες και ήχους (Kellner, 2006).

Ο όρος «υβριδικό» είναι ο συνδυασμός και η αλληλεπίδραση ποικίλων πολυμέσων και η ανάγκη της σύνθεσης ποικίλων μορφών σε μια ενεργή διαδικασία κατασκευής νοήματος. Το να παρακολουθήσει κάποιος ένα μουσικό βίντεο για παράδειγμα, πρέπει να επεξεργαστεί εικόνες, μουσική, θέαμα, αφήγηση με έναν τρόπο που απαιτεί συνδυασμό αισθήσεων.

Το νέο περιβάλλον απαιτεί αναθεώρηση της εκπαίδευσης στο σύνολό της, που εκτείνεται από το ρόλο του δασκάλου, τη σχέση μαθητών-εκπαιδευτικών, τη δομή της τάξης, την αξιολόγηση και τη βαθμολόγηση, την αξία και τους περιορισμούς του βιβλίου, των πολυμέσων και άλλων εκπαιδευτικών υλικών και κυρίως των στόχων της εκπαίδευσης.

Το νέο εκπαιδευτικό σκηνικό απαιτεί συνεργασίες μεταξύ των προγραμματιστών Η/Υ, των καλλιτεχνών και σχεδιαστών, των δασκάλων και των μαθητών για την κατασκευή εκπαιδευτικού υλικού καθώς και πολιτείας και κοινωνίας για την οικονομική στήριξη του εκπαιδευτικού συστήματος που θα παρέχει τα κατάλληλα εφόδια στα πλαίσια της παγκόσμιας οικονομίας.

Οι πολλαπλοί εγγραμματισμοί που αναφέρθηκαν στηρίζουν, αλλά και ενισχύονται από έναν νέο τρόπο μάθησης, την πολυμεσική μάθηση η οποία διεκδικεί όλο και περισσότερο έδαφος σε αυτό το νέο περιβάλλον της εκπαίδευση. Οι αρχές της πολυμεσικής μάθησης και τα μαθησιακά αποτελέσματα που μπορεί να επιφέρει η εφαρμογή της αναλύονται παρακάτω.

1.7. Θεωρητικό πλαίσιο της Πολυμεσικής Μάθησης

Πολυμεσική μάθηση συμβαίνει όταν κάποιος κατασκευάζει νοερές αναπαραστάσεις από λέξεις (προφορικές ή γραπτές) και εικόνες (εικονογράφηση, φωτογραφίες, animation ή βίντεο) με σκοπό την οικοδόμηση της γνώσης. Η πολυμεσική μάθηση βασίζεται στην ιδέα ότι το υλικό που θα διδαχθεί πρέπει να σχεδιασθεί κατά τον τρόπο που λειτουργεί ο ανθρώπινος νους. Η διαδικασία με την οποία οι άνθρωποι κατασκευάζουν νοερές αναπαραστάσεις από λέξεις και εικόνες είναι το σημείο που εστιάζει η γνωστική θεωρία της πολυμεσικής μάθησης του Mayer (Mayer, 2009), η θεωρία του γνωστικού φορτίου του Sweller (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011) και το ολοκληρωμένο μοντέλο για την κατανόηση κειμένου και εικόνας του Schnotz (Schnotz & Bannert, 2003).

1.7.1. Η γνωστική θεωρία της πολυμεσικής μάθησης (Cognitive Theory of Multimedia Learning)

Η γνωστική θεωρία της πολυμεσικής μάθησης, στηρίζεται σε τρία αξιώματα, το αξίωμα της διπλής διόδου, της περιορισμένης χωρητικότητας και της ενεργού διαδικασίας.

- Το αξίωμα της διπλής διόδου (Dual – Channel assumption)

Δύο είναι οι τρόποι για να συλλάβουμε τις διαφορές ανάμεσα στις δύο διόδους. Ο ένας βασίζεται στους τρόπους αναπαράστασης και ο άλλος στις αισθητηριακές λεπτομέρειες. Η προσέγγιση του αναπαραστατικού τρόπου (Paivio, 1986) εστιάζει στο αν το ερέθισμα είναι λεκτικό (προφορικές ή γραπτές λέξεις) ή μη λεκτικό

(εικόνες, βίντεο, animation, ήχοι). Η μία δίοδος επεξεργάζεται το λεκτικό υλικό και η άλλη το εικονογραφημένο υλικό και τους ήχους. Η προσέγγιση των αισθητηριακών λεπτομερειών (Baddeley, 1998) εστιάζει στο αν οι μαθητευόμενοι αρχικά επεξεργάζονται το υλικό που παρουσιάζεται μέσω των ματιών (εικόνες, βίντεο, animation, ή γραπτές λέξεις) ή μέσω των αυτιών (προφορικές λέξεις ή ήχοι). Έτσι, η μία δίοδος επεξεργάζεται το υλικό που παρουσιάζεται οπτικά και η άλλη το υλικό που παρουσιάζεται ακουστικά.

Η προσέγγιση του τρόπου αναπαράστασης εστιάζει στη μορφή του ερεθίσματος (λεκτικό ή μη λεκτικό) και η προσέγγιση των αισθητηριακών λεπτομερειών εστιάζει στην αισθητηριακή τροπικότητα του ερεθίσματος (ακουστικό ή οπτικό).

Στη γνωστική θεωρία της πολυμεσικής μάθησης χρησιμοποιείται μία σύμβαση σύμφωνα με την οποία χρησιμοποιείται η προσέγγιση των αισθητηριακών λεπτομερειών για τη διάκριση οπτικού και ακουστικού υλικού και της προσέγγισης του τρόπου αναπαράστασης για το διαχωρισμό της δομής του οπτικού και του λεκτικού μοντέλου της εργαζόμενης μνήμης.

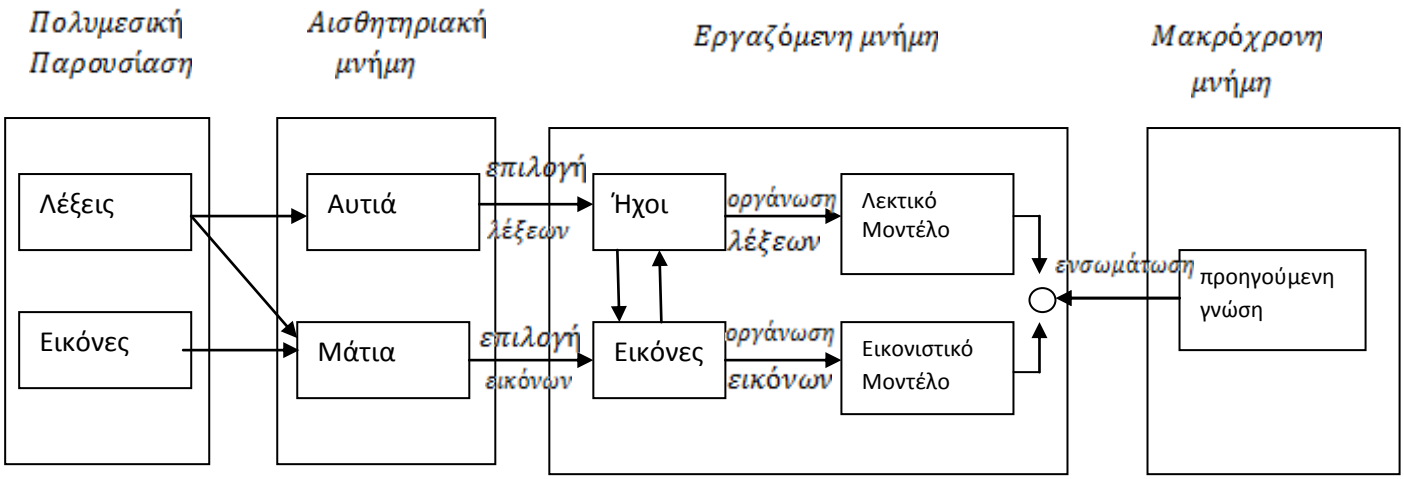
Ενώ μια πληροφορία μπορεί να εισέρχεται στο ανθρώπινο σύστημα επεξεργασίας μέσω της μίας διόδου, ο μαθητευόμενος μπορεί να το μετατρέψει σε αναπαράσταση που επεξεργάζεται από την άλλη δίοδο. Όταν οι μαθητές διαθέτουν τους κατάλληλους γνωστικούς πόρους, είναι πιθανό μια πληροφορία που ανταποκρίνεται στη μία δίοδο να αναπαρασταθεί κατάλληλα και στην άλλη, π.χ. ένα κείμενο που προβάλλεται στην οθόνη, απευθύνεται στα μάτια και αρχικά επεξεργάζεται στην οπτική δίοδο, όμως ένας έμπειρος αναγνώστης μπορεί νοερά να μετατρέψει τις εικόνες σε ήχους, οι οποίοι επεξεργάζονται στην ακουστική δίοδο. Ομοίως, η απεικόνιση ενός αντικειμένου επεξεργάζεται αρχικά στην οπτική δίοδο, όμως ο μαθητής μπορεί να κατασκευάσει νοερά την αντίστοιχη λεκτική περιγραφή της οποίας η επεξεργασία θα γίνει στην ακουστική δίοδο.

- Το αξίωμα της περιορισμένης χωρητικότητας (Limited-Capacity Assumption)

Το δεύτερο αξίωμα είναι ότι το άτομο μπορεί κάθε φορά να επεξεργάζεται περιορισμένο αριθμό πληροφοριών σε κάθε δίοδο. Όταν κάτι παρουσιάζεται σε εικονογραφημένη μορφή, συγκρατεί μόνο ορισμένες εικόνες στην οπτική δίοδο της

εργαζόμενης μνήμης. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με την αφήγηση, συγκρατεί ορισμένες μόνο λέξεις στη λεκτική δίοδο της εργαζόμενης μνήμης.

Οι περιορισμοί αυτοί αναγκάζουν το άτομο να παίρνει αποφάσεις κάθε φορά σε ποιά μέρη της εισερχόμενης πληροφορίας πρέπει να εστιάσει, ποιες συνδέσεις πρέπει να αναπτύξει μεταξύ τους και ποιες συνδέσεις πρέπει να αναπτυχθούν μεταξύ αυτών και της υπάρχουσας γνώσης.



Σχήμα 3: Η Γνωστική Θεωρία της Πολυμεσικής Μάθησης
(Πηγή: The Cambridge Handbook of Multimedia Learning 2014, σελ. 52)

Οι εικόνες και οι λέξεις εισέρχονται από τον εξωτερικό κόσμο μέσω των ματιών και των αυτιών στην αισθητηριακή μνήμη. Εκεί παραμένουν για ελάχιστο χρονικό διάστημα, οι εικόνες και τα κείμενα ως ακριβείς οπτικές εικόνες και οι λέξεις ως ακριβείς ακουστικές εικόνες. Έπειτα περνούν στη εργαζόμενη μνήμη, στην οποία η γνώση αποθηκεύεται προσωρινά και επεξεργάζεται συνειδητά.

Η μακρόχρονη μνήμη είναι η αποθήκη της γνώσης. Σε αντίθεση με την εργαζόμενη μνήμη, στη μακρά μνήμη συγκρατούνται μεγάλα ποσά γνώσης για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Όμως, για να αξιοποιήσουμε υλικό που είναι αποθηκευμένο στη μακρόχρονη μνήμη, πρέπει πρώτα να το ανασύρουμε στην εργαζόμενη μνήμη.

- Το αξίωμα της ενεργού διαδικασίας (Active Processing Assumption)

Το άτομο συμμετέχει ενεργά στη γνωστική διαδικασία προκειμένου να κατασκευάσει μια συνεκτική νοερή αναπαράσταση της εμπειρίας του. Η ενεργός γνωστική διαδικασία περιλαμβάνει την απόδοση προσοχής στην εισερχόμενη πληροφορία και την επιλογή του σχετικού υλικού, την οργάνωσή του σε μια συνεκτική γνωστική δομή και την ενσωμάτωσή του στην προηγούμενη γνώση (πίνακας 6).

Το επιθυμητό αποτέλεσμα της ενεργού γνωστικής διαδικασίας είναι η κατασκευή μιας συνεκτικής νοερής αναπαράστασης. Έτσι, η ενεργός γνωστική διαδικασία μπορεί να θεωρηθεί η κατασκευή ενός μοντέλου. Το γνωστικό μοντέλο παριστάνει τα βασικά μέρη του υλικού που παρουσιάζεται και τις μεταξύ τους σχέσεις. Τρεις γνωστικές διαδικασίες είναι απαραίτητες για την ενεργό μάθηση: η επιλογή του σχετικού υλικού, η οργάνωσή του και η ενσωμάτωσή του στην προηγούμενη γνώση (Mayer 2009, Wittrock 1989). Η επιλογή του υλικού συμβαίνει όταν ο μαθητής επικεντρώνεται στις κατάλληλες λέξεις και εικόνες του υλικού που παρουσιάζεται. Η διαδικασία αυτή αφορά στη μεταφορά του υλικού στην εργαζόμενη μνήμη. Οργάνωση του υλικού σημαίνει κατασκευή δομικών σχέσεων μεταξύ τους. Η διαδικασία αυτή συμβαίνει στην εργαζόμενη μνήμη. Η ενσωμάτωση του υλικού που έχει επιλεχθεί στην υπάρχουσα γνώση περιλαμβάνει κατασκευή συνδέσεων μεταξύ των νέων στοιχείων και της αντίστοιχης προϋπάρχουσας γνώσης. Για να γίνει αυτή η διαδικασία απαιτείται ενεργοποίηση της αντίστοιχης γνώσης που υπάρχει στη μακρόχρονη μνήμη και η ανάκλησή της στην εργαζόμενη μνήμη.

Πίνακας 6: Τρεις γνωστικές διαδικασίες που απαιτούνται για την ενεργό μάθηση (Πηγή: The Cambridge Handbook of Multimedia Learning, 2014)

Διαδικασία	**Περιγραφή**
Επιλογή	Επιλογή του σχετικού υλικού από το μάθημα που παρουσιάζεται για τη μεταφορά του στην εργαζόμενη μνήμη
Οργάνωση	Νοερή οργάνωση των πληροφοριών που έχουν συλλεχθεί σε συνεκτικές γνωστικές δομές στην εργαζόμενη μνήμη
Ενσωμάτωση	Σύνδεση των γνωστικών δομών μεταξύ τους αλλά και με την αντίστοιχη προϋπάρχουσα γνώση που ενεργοποιείται στη μακρόχρονη μνήμη

1.7.2. Η θεωρία του Γνωστικού φορτίου (Cognitive Load Theory)

Σύμφωνα με τη θεωρία του γνωστικού φορτίου (Sweller, 2011˙ Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011) υπάρχουν τρία είδη γνωστικού φορτίου, το εσωτερικό, το εξωτερικό και το συναφές. Όλες οι κατηγορίες αφορούν στην απόκτηση, αποθήκευση και χρήση της βιολογικώς δευτερεύουσας γνώσης, Οι δευτερεύουσες γνώσεις είναι οι γνώσεις που δεν αποτελούν μέρος της εξέλιξής μας, αλλά τις χρειαζόμαστε κυρίως για παραδοσιακούς λόγους. Τα σχολεία και τα άλλα εκπαιδευτικά ιδρύματα επινοήθηκαν για να μας βοηθήσουν να αποκτήσουμε το είδος αυτής της γνώσης, όπως είναι η ανάγνωση και η γραφή. Η δευτερεύουσα βιολογική γνώση αποκτάται σκοπίμως, με συνειδητή προσπάθεια και πρέπει να διδαχθεί. Για την απόκτησή της χρησιμοποιούμε τις πρωταρχικές βιολογικές μας γνώσεις, αυτές δηλαδή που αποκτήθηκαν χωρίς ιδιαίτερη νοητική προσπάθεια και χωρίς ρητή διδασκαλία.

Το εσωτερικό φορτίο οφείλεται στην πολυπλοκότητα της πληροφορίας προς επεξεργασία. Το μέγεθός του αυξάνεται όταν τα στοιχεία του θέματος προς επεξεργασία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (π.χ. η επίλυση ενός μαθηματικού τύπου). Για ένα συγκεκριμένο θέμα ενός γνωστικού επιπέδου, το εσωτερικό γνωστικό φορτίο είναι καθορισμένο. Μπορεί να αλλάξει μόνο αλλάζοντας το θέμα ή το γνωστικό επίπεδο αυτού που επεξεργάζεται το θέμα. Το εξωτερικό φορτίο προκαλείται και αυτό από την αλληλεπίδραση των στοιχείων, αλλά στην περίπτωση αυτή η αλληλεπίδραση οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες όπως είναι ο σχεδιασμός της διδασκαλίας. Ακατάλληλος διδακτικός σχεδιασμός οδηγεί τους μαθητές να χρησιμοποιούν περισσότερες μονάδες της εργαζόμενης μνήμης για την επεξεργασία των στοιχείων αυτών, χωρίς να έχουν αποτέλεσμα την απόκτηση γνώσης. Τέλος, το συναφές γνωστικό φορτίο είναι το «αποτελεσματικό» γνωστικό φορτίο. Αναφέρεται στις μονάδες της εργαζόμενης μνήμης που διατίθενται για την ενασχόληση με το εσωτερικό φορτίο. Όσο περισσότερες είναι οι μονάδες μνήμης που επεξεργάζονται το εσωτερικό φορτίο, τόσο λιγότερες απομένουν για την επεξεργασία του εξωτερικού φορτίου με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η μάθηση.

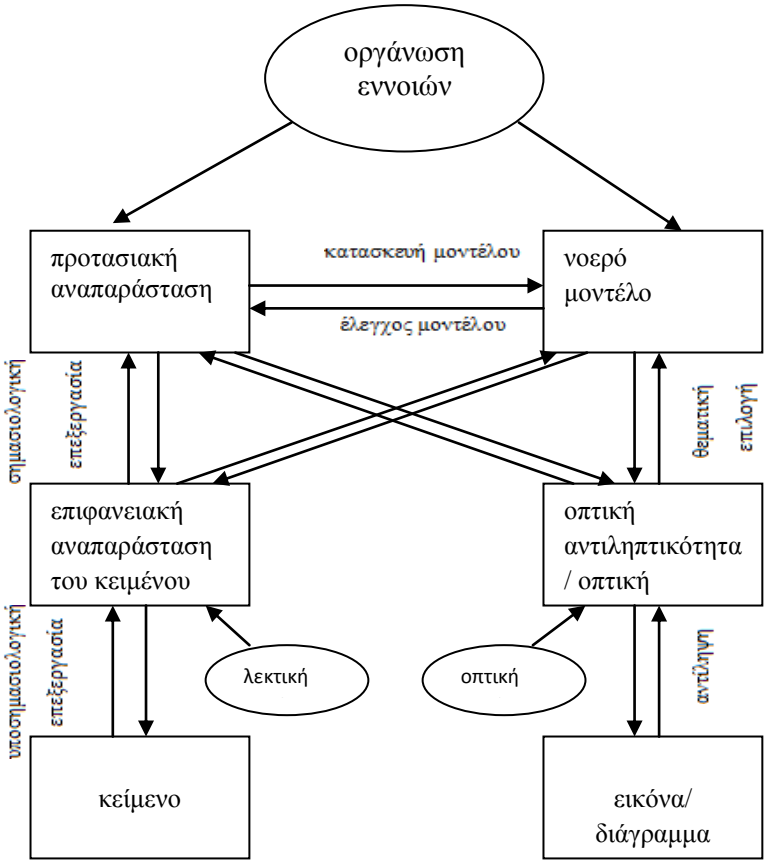
1.7.3. Ολοκληρωμένο μοντέλο για την κατανόηση κειμένου και εικόνας (Integrated Model of Text and Picture Comprehension)

Το μοντέλο αυτό πραγματεύεται δύο μορφές αναπαραστάσεων, την περιγραφική και την απεικονιστική. Η περιγραφική αναπαράσταση αποτελείται από σύμβολα τα οποία δεν παρουσιάζουν καμία ομοιότητα με αυτό στο οποίο αναφέρονται. Το νόημα μιας λέξης είναι αποτέλεσμα μιας σύμβασης. Η απεικονιστική αναπαράσταση αποτελείται από εικόνες, φωτογραφίες, σχήματα, χάρτες, ζωγραφιές, αλλά και μινιατούρες ή μοντέλα. Όλα αυτά παρουσιάζουν ομοιότητα με αυτά στα οποία αναφέρονται.

Κάθε μορφή αναπαράστασης χρησιμοποιείται για διαφορετικό λόγο. Η περιγραφική είναι πιο ισχυρή στην έκφραση αφηρημένης έννοιας, ενώ η απεικονιστική παρέχει την πληροφορία ολοκληρωμένη.

Όταν ο μαθητευόμενος επεξεργάζεται ένα κείμενο (το διαβάζει ή το ακούει), κατασκευάζει τρία είδη νοερών αναπαραστάσεων. Αρχικά κατασκευάζει μια μορφή αναπαράστασης από την επιφανειακή δομή του κειμένου. Δεν εμπεριέχει νοήματα, αλλά είναι μια επανάληψη αυτού που έχει δει ή ακούσει. Έπειτα κατασκευάζει μια προτασιακή αναπαράσταση που περιέχει τις ιδέες που εκφράζονται στο κείμενο. Τέλος, κατασκευάζει ένα νοερό μοντέλο του περιεχομένου του κειμένου.

Κατά την επεξεργασία μιας εικόνας, κατασκευάζονται και πάλι νοερές αναπαραστάσεις. Αρχικά δημιουργεί μια αντιληπτική αναπαράσταση π.χ. ένα είδωλο της εικόνας που βλέπει και έπειτα κατασκευάζει το νοερό μοντέλο του περιεχομένου της εικόνας.



Σχήμα 4 : Θεωρητικό πλαίσιο για την ανάλυση κατανόησης κειμένου και εικόνας που προτείνεται από τους Schnotz και Bannert. (Πηγή: The Cambridge Handbook of Multimedia Learning 2014, σελ. 79)

Το θεωρητικό πλαίσιο για την ανάλυση της κατανόησης κειμένου και εικόνας προτείνεται από τους Schnotz και Bannert (2003). Το πλαίσιο αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 4 περιλαμβάνει δύο βραχίονες, ο αριστερός δείχνει την περιγραφική αναπαράσταση και ο δεξιός την απεικονιστική αναπαράσταση. Στο βραχίονα της περιγραφής περιλαμβάνεται το εξωτερικό κείμενο, η νοητική επιφανειακή αναπαράσταση του κειμένου και η νοερή προτασιακή αναπαράσταση του θέματος. Η επεξεργασία των πληροφοριών συνεπάγεται σημασιολογική και υπο-σημασιολογική ανάλυση των συμβόλων. Ο αντιληπτικός βραχίονας περιλαμβάνει την εξωτερική εικόνα, την οπτική αναπαράσταση της εικόνας και το νοερό μοντέλο του θέματος. Η επεξεργασία των πληροφοριών συνεπάγεται χαρτογράφηση αναλογικών δομών βασισμένη στην αντίληψη και την επιλογή του θέματος.

Το πλαίσιο αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τη θεωρία της διπλής κωδικοποίησης του Paivio (1986) και επιπλέον υποστηρίζει ότι οι πολλαπλές αναπαραστάσεις

κατασκευάζονται τόσο από την κατανόηση του κειμένου όσο και από την κατανόηση της εικόνας.

Το Ολοκληρωμένο Μοντέλο για την Κατανόηση Κειμένου και Εικόνας (Integrated Model of Text and Picture Comprehension ITPC) και η Γνωστική Θεωρία της Πολυμεσικής Μάθησης (Cognitive Theory of Multimedia Learning CTML) παρουσιάζουν μια βασική ομοιότητα, απορρίπτουν τη χρήση πολλαπλών μορφών αναπαραστάσεων και πολλαπλών αισθητηριακών δεκτών όποτε είναι δυνατό. Και οι δύο προσεγγίσεις υποστηρίζουν ότι ο σχεδιασμός μιας πολυμεσικής διδασκαλίας πρέπει να καθοδηγείται από την κατανόηση του τρόπου που ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται και μπορεί να εκτελέσει τη γνωστική επεξεργασία.

1.8. Πολυμεσική μάθηση και ανάπτυξη των νοερών μοντέλων

Ένα νοερό μοντέλο είναι ένας χαρακτηρισμός της γνώσης και της γνωστικής διαδικασίας που καθιστά ικανό το άτομο να κατανοήσει και να προβλέψει τη συμπεριφορά φυσικών συστημάτων (Genter & Stevens, 1983). Φυσικά συστήματα είναι όργανα και οργανισμοί, βιολογικά ή χημικά συστήματα, αλλά εντάσσονται σε αυτά και μηχανικά συστήματα που αποτελούν ανθρώπινες κατασκευές. Η κατανόηση ενός φυσικού συστήματος απαιτεί ποικίλους τύπους γνώσεων, όπως γνώση των στοιχείων από τα οποία αποτελείται το σύστημα, από τι υλικό έχουν φτιαχτεί, πως συνδέονται μεταξύ τους, δηλαδή τη διάταξη του συστήματος. Η γνώση αυτή αποτελεί ένα στατικό νοερό μοντέλο του συστήματος. Δευτερευόντως, περιλαμβάνει γνώσεις για το πώς τα στοιχεία αυτά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και η αλυσίδα αυτή των γεγονότων αποτελεί τη συμπεριφορά του συστήματος. Περιλαμβάνει και την κινητική κατανόηση του, δηλαδή πώς τα στοιχεία του συστήματος κινούνται στο χώρο και επηρεάζει το ένα το άλλο καθώς και τη δυναμική κατανόηση, δηλαδή την αιτία που προκαλεί τις κινήσεις αυτές. Η γνώση αυτή αντιστοιχεί σε ένα δυναμικό νοερό μοντέλο του φυσικού συστήματος.

Ο Hegarty (2004), πρότεινε ένα θεωρητικό μοντέλο για την επεξεργασία των πληροφοριών κατά τη δημιουργία ενός νοερού μοντέλου ενός φυσικού συστήματος. Σύμφωνα με αυτό, όλα ξεκινούν όταν κάποιος προσπαθεί να κατανοήσει ένα φυσικό σύστημα από μια εξωτερική επίδειξη (οθόνη). Η επίδειξη μπορεί να αποτελείται από

κείμενο, διαγράμματα, animations, σχόλια, τα οποία αποτελούν εξωτερικές αναπαραστάσεις του συστήματος. Σκοπός της κατανόησής τους είναι να κατασκευασθεί μια εσωτερική αναπαράσταση του συστήματος, που μπορεί να θεωρηθεί νοερό μοντέλο. Οι πληροφορίες που επιδεικνύονται εξωτερικά γίνονται αντιληπτές από τις αισθήσεις, την όραση (για τα κείμενα, τα διαγράμματα και τα animations) και την ακοή (για τους σχολιασμούς). Σε αυτή τη διαδικασία ο χρήστης δεν είναι παθητικός, αλλά παρακολουθεί ενεργά τις πληροφορίες (που παρουσιάζονται σε διαφορετικές θέσεις της οθόνης ή με διαφορετικό τρόπο) για να μπορέσει να τις κωδικοποιήσει. Το τι ακριβώς θα κωδικοποιηθεί εξαρτάται από την απόδοση της προσοχής του η οποία καθορίζεται από τους στόχους και τις προσδοκίες του θεατή, αλλά και από τα προεξέχοντα στοιχεία της επίδειξης. Αυτή η βασική διαδικασία προσοχής, αντίληψης και κωδικοποίησης οδηγεί στην κατασκευή μιας εσωτερικής αναπαράστασης.

Μετά από αυτή τη διαδικασία προσοχής, αντίληψης και κωδικοποίησης, ο χρήστης πρέπει να ενσωματώσει τις πληροφορίες που παρουσιάστηκαν σε διαφορετικές θέσεις της οθόνης και με διαφορετικούς τρόπους ή μέσα, για να κατασκευάσει μια εσωτερική αναπαράσταση ή ένα νοερό μοντέλο της αναφοράς του κειμένου. Αυτό μπορεί να προϋποθέτει μετατροπή μιας λεκτικής πληροφορίας σε χωρική πληροφορία και αντίστροφα (π.χ. ενσωμάτωση πληροφοριών κειμένου και διαγράμματος). Ο χρήστης μπορεί επίσης να κάνει μερικές αναφορές στηριζόμενος στις πληροφορίες που παρουσιάζονται. Η διαδικασία αυτή είναι παραγωγή νέας γνώσης και όχι απλά μια αντιγραφή των πληροφοριών που παρουσιάζονται. Όταν γίνονται αναφορές, η εσωτερική αναπαράσταση που δημιουργείται περιέχει και πληροφορίες που δεν παρουσιάζονται σαφώς στην επίδειξη.

Αν αυτό που παρουσιάζεται είναι διαδραστικό, το άτομο μπορεί να αποφασίσει να το αλλάξει, για παράδειγμα κάνοντας ζουμ ή περιστρέφοντάς το. Σε αυτή την περίπτωση όχι μόνο η εσωτερική, αλλά και η εξωτερική αναπαράσταση συνεχώς αλλάζει κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κατανόησης. Ο τρόπος αλληλεπίδρασης του μαθητή με το υλικό που παρουσιάζεται εξαρτάται από τη φύση του υλικού, αλλά και από το μεταγνωστικό επίπεδο του μαθητή ώστε να μπορεί να επιλέξει ποια αλληλεπίδραση με το υλικό θα βοηθήσει στην κατανόηση του θέματος που παρουσιάζει.

Η κατανόηση της παρουσίασης δεν εξαρτάται μόνο από τα εξωτερικά της γνωρίσματα, όπως το είδος των πληροφοριών που περιέχει και πώς αυτές παρουσιάζονται, αλλά και από τα χαρακτηριστικά της επεξεργασίας αυτής της εξωτερικής αναπαράστασης, όπως η αντιληπτικότητα, η προσοχή, η κωδικοποίηση, η ενσωμάτωση, η αλληλεπίδραση και οι αναφορές. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης δεν προσέχει όλες τις σχετικές πληροφορίες, η εσωτερική αναπαράσταση θα περιέχει λιγότερες πληροφορίες από αυτές που παρέχει η εξωτερική αναπαράσταση. Αν η χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης του είναι περιορισμένη, αυτό μπορεί να επηρεάζει την ικανότητά του να ενσωματώσει όλες τις πληροφορίες που παρουσιάζονται σε διαφορετικές θέσεις και διαφορετικές χρονικές στιγμές. Αν έχει υψηλό γνωστικό υπόβαθρο για το θέμα που παρουσιάζεται, μπορεί να κάνει αναφορές από τις πληροφορίες που παρουσιάζονται, κάτι που δε θα συμβεί σε ένα άτομο με χαμηλότερο γνωστικό υπόβαθρο. Έτσι, η εσωτερική αναπαράσταση που προκύπτει μπορεί να είναι αρκετά διαφορετική από την εξωτερική αναπαράσταση που την προκαλεί.

Αναπαράσταση είναι κάτι που συμβολίζει κάτι άλλο και μπορεί να είναι είτε εξωτερική (στον κόσμο) είτε εσωτερική (στο μυαλό). Μια εξωτερική αναπαράσταση ενός φυσικού συστήματος μπορεί να περιλαμβάνει οπτικοχωρικά στοιχεία (διαγράμματα, animations, φυσικά και εικονικά μοντέλα) και λεκτικά στοιχεία (κείμενα και σχόλια). Για να κατανοήσουμε τη φύση αυτής της αναπαράστασης, πρέπει να προσδιορίσουμε τη φύση του αντικειμένου που αναπαρίσταται (η αναφορά), το αναπαραστατικό μέσο, την αντιστοιχία μεταξύ των δύο και τη γνωστική διαδικασία που πραγματοποιείται (Markman,1999˙ Palmer, 1978).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι οπτικοποιήσεις είναι το έναυσμα για τη δημιουργία ενός νοερού μοντέλου.

1.9. Οπτικοποιήσεις

Κάνοντας μια ανασκόπηση στη σχετική βιβλιογραφία, βρίσκουμε διάφορους ορισμούς για την οπτικοποίηση, όπως οπτική αναπαράσταση, οπτικά μέσα, γραμματισμός των μέσων, δεξιότητες οπτικής επικοινωνίας, οπτικός γραμματισμός και εικονογράφηση.

Ο όρος οπτικοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ονομάσει μια αναπαράσταση, να αναφερθεί στη διαδικασία δημιουργίας μιας γραφικής αναπαράστασης ή ως συνώνυμο της οπτικής απεικόνισης.

Ο Bishop (1989), εξηγεί ότι η οπτικοποίηση μπορεί να αναφέρεται στο τί οπτικοποιείται (το προϊόν, αντικείμενο ή οπτική εικόνα), ή στο πώς οπτικοποιείται (η διαδικασία, δραστηριότητες ή δεξιότητες).

Οι πιο κοινοί όροι που συναντάμε στη βιβλιογραφία - οπτικοποίηση, εικόνα, οπτικό βοήθημα και οπτικός γραμματισμός- χρησιμοποιούνται συχνά εναλλακτικά και παραμένουν ασαφείς.

Στη Merriam-Webster online, ορίζεται η οπτικοποίηση ως «ο σχηματισμός των νοερών εικόνων» ή «η ενέργεια ή η διαδικασία της ερμηνείας από οπτικής απόψεως». Η εικόνα ορίζεται ως «νοητική αναπαράσταση ή εντύπωση για κάτι» ή «μια ζωντανή ή γραφική αναπαράσταση ή περιγραφή». Το οπτικό βοήθημα είναι «μια εκπαιδευτική παρουσίαση (όπως ένα διάγραμμα, ένας χάρτης ή ένα μοντέλο) που απευθύνεται κυρίως στην όραση. Ο οπτικός γραμματισμός αναφέρεται στην «ικανότητα αναγνώρισης και κατανόησης ιδεών που μεταφέρονται μέσω οπτικών ενεργειών ή εικόνων».

Έχουν προσδιοριστεί τρεις σημαντικοί διαχωρισμοί στην εννοιολόγηση της οπτικοποίησης (Vavra et al., 2011):

- Τα αντικείμενα οπτικοποίησης μπορεί να είναι εικόνες, τρισδιάστατα μοντέλα, διαγράμματα, γεωμετρικά σχήματα, παρουσιάσεις μέσω Η/Υ, προσομοιώσεις, animation, βίντεο κλπ. Τα αντικείμενα μπορούν να προβληθούν μέσω μιας ποικιλίας μέσων, όπως χαρτί, διαφάνειες, οθόνες

Η/Υ, διαδραστικούς πίνακες, βίντεο και μπορούν να συνοδευτούν και από ήχο.

- Οι εσωστρεφείς (ενδοσκοπικές) οπτικοποιήσεις είναι νοερά αντικείμενα που απεικονίζονται στο μυαλό. Μπορούν να θεωρηθούν φανταστικά αντικείμενα οπτικοποίησης.

- Η ερμηνευτική οπτικοποίηση περιλαμβάνει την εξαγωγή νοήματος από τα αντικείμενα οπτικοποίησης ή από τις εσωστρεφείς οπτικοποιήσεις σε σχέση με το υπάρχον δίκτυο πεποιθήσεων κάποιου και των εμπειριών του. Μια ερμηνευτική οπτικοποίηση περιλαμβάνει μια γνωστική διεργασία, μια αλλαγή στη σκέψη ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα οπτικοποίησης ή με την εσωστρεφή οπτικοποίηση (Phillips, Norris & Macnab, 2010).

Έτσι, οι οπτικοποιήσεις διακρίνονται στα φυσικά αντικείμενα (γεωμετρικές απεικονίσεις, animations), τα νοερά αντικείμενα (νοερά σχήματα, νοερές κατασκευές, νοερές αναπαραστάσεις) και τη γνωστική διαδικασία που περιλαμβάνει την ερμηνεία των φυσικών και νοερών αναπαραστάσεων (γνωστικές λειτουργίες στην οπτική αντίληψη, χειρισμός, μετασχηματισμός των οπτικών αναπαραστάσεων από το μυαλό, συγκεκριμένο και αφηρημένο μοντέλο σκέψης, απεικόνιση γεγονότων).

Σύμφωνα με τον Zheng (2009), οπτικοποίηση είναι μια ειδική μορφή εξωτερικής αναπαράστασης που πρόκειται να μεταφέρει πληροφορίες χρησιμοποιώντας μια οπτικοχωρική διάταξη αυτής της πληροφορίας, η οποία επεξεργάζεται μέσω του οπτικού αισθητηριακού συστήματος.

Μια αναπαράσταση ορίζεται μέσω της δομικής αντιστοιχίας με αυτό για το οποίο υπάρχει, δηλαδή την αναλογία με το αντικείμενο αναφοράς. Μέσω αυτής της αναλογίας η αναπαράσταση λειτουργεί ως υποκατάστατο του αντικειμένου αναφοράς και προκαλεί παρόμοιες αντιδράσεις όπως το αντικείμενο αναφοράς που ανήκει στον πραγματικό κόσμο. Η σημειωτική είναι μια προσέγγιση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια πιο αυστηρή ανάλυση της σχέσης μεταξύ των σημείων που συνθέτουν την οπτικοποίηση, των υποκείμενων διδακτικών μηνυμάτων της

οπτικοποίησης και του μαθησιακού περιεχομένου για το οποίο χρησιμοποιείται η οπτικοποίηση.

Χρησιμοποιώντας τη σημειωτική ως μεθοδολογία, η οπτικοποίηση μπορεί να κατανοηθεί και να οργανωθεί με τρόπους που οδηγούν στη δημιουργία της και στην προβλεπόμενη χρήση της. Σημειώνονται τρεις μορφές σχέσεων μεταξύ των αναπαραστάσεων και των αντικειμένων που αναπαρίστανται. Ένα εικονίδιο μοιάζει με το αντικείμενο που απεικονίζει στα βασικά χαρακτηριστικά του σε ένα ορισμένο πλαίσιο. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι ιδιότητες του αντικειμένου που λειτουργούν ως διακριτικά για την ταξινόμηση και αποθήκευση των αντικειμένων στον αντιληπτικό κόσμο (Knowlton, 1996, p.162). Αντίθετα, ένα σύμβολο δε φέρει καμία ομοιότητα με αυτό που αντιπροσωπεύει, οπότε είναι αυθαίρετο (λέξεις, αριθμοί).

Οι ρεαλιστικές εικόνες μοιάζουν με τις αναφορές τους με την έννοια της φυσικής ομοιότητας (π.χ. μια εικόνα ενός δέντρου μοιάζει με το δέντρο που βλέπουμε στη φύση). Αποτελεί αντιγραφή του πραγματικού κόσμου ως προς το σχήμα, τις λεπτομέρειες, το χρώμα ή την κίνηση.

Αναλογικές εικόνες, μπορεί να είναι ρεαλιστικές με την έννοια ότι τα αντικείμενα που απεικονίζονται μοιάζουν πολύ με κάτι που είναι γνωστό από το φαινομενικό κόσμο. Η αναλογική εικόνα «αναφέρεται σε κάτι άλλο-κάτι που κατά κάποιον τρόπο είναι ανάλογο με το απεικονιζόμενο αντικείμενο ή στον τρόπο λειτουργίας του» (Knowlton, 1996). Έτσι, τα αντικείμενα που απεικονίζονται στην οπτικοποίηση αναφέρονται σε οντότητες που είναι διαφορετικές από τις οντότητες που τους μοιάζουν (π.χ. δύο υλοτόμοι που μεταφέρουν ένα πεσμένο δέντρο αποτελεί μια αναλογική εικόνα των μυών που μετακινούν ένα κόκαλο). Η ομοιότητα με το αναφερόμενο αντικείμενο περιορίζεται στη λειτουργία ή σε μια αντιστοιχία στη δομή. Έτσι, οι εικόνες αυτές μπορούν να αναπαριστούν αφηρημένες έννοιες.

Λογικές εικόνες, όπου τα στοιχεία της εικόνας δε φέρουν καμία ομοιότητα με τα αντικείμενα του φαινομενικού κόσμου, οπότε μπορεί να θεωρηθούν αυθαίρετες. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι οι λογικές εικόνες είναι σύμβολα παρά εικονίδια. Οι λογικές εικόνες. όπως και οι αναλογικές, διατηρούν τους δομικούς συσχετισμούς μεταξύ των αναφορών. Παραδείγματα λογικών εικόνων είναι οι απεικονίσεις πραγμάτων που είναι δυναμικά ορατά, αλλά δεν ξέρουμε πως ακριβώς είναι (π.χ.

άτομα) ή πράγματα που δεν είναι απτά (π.χ. μαθηματικές αποδείξεις). Χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν διαγράμματα, γραφήματα.

1.10. Μάθηση με οπτικοποιήσεις

Για να απαντηθεί το ερώτημα αν επιτυγχάνεται μάθηση με οπτικοποιήσεις, πρέπει να διευκρινιστεί κάτω από ποιες συνθήκες οι οπτικοποιήσεις συμβάλλουν στη μάθηση και ποιος είναι ο ρόλος των χαρακτηριστικών των μαθητευομένων.

1.10.1. Χρήση και λειτουργία της οπτικοποίησης

Οι οπτικοποιήσεις παρουσιάζονται είτε αυτόνομα, εμπεριέχοντας δηλαδή το διδακτικό μήνυμα, είτε ως συμπλήρωμα ενός κειμένου.

- Διδακτικές λειτουργίες μιας αυτόνομης οπτικοποίησης, δηλαδή που εμπεριέχει το διδακτικό μήνυμα.

Οι οπτικοποιήσεις πρέπει να παίζουν το ρόλο του κινήτρου γιατί μπορούν να κάνουν ένα θέμα πιο ενδιαφέρον και πιο ελκυστικό για τα παιδιά. Μπορούν να ενεργοποιήσουν συγκεκριμένα συναισθήματα ή να οδηγήσουν σε αλλαγή στάσης τους μαθητές (Levie & Lentz, 1982). Υπάρχει όμως και ο κίνδυνος, αν η οπτικοποίηση δεν έχει άμεση σχέση με το θέμα που διδάσκεται, να αποσπάσει την προσοχή των μαθητών (Harp & Mayer, 1998).

Αντικαθιστούν και αυξάνουν τις εμπειρίες του πραγματικού κόσμου: Οι οπτικοποιήσεις ως διδακτικό υλικό μπορούν να λειτουργήσουν ως υποκατάστατο των εμπειριών δια ζώσης, προσφέροντας υψηλή ρεαλιστική εντύπωση αντικειμένων και γεγονότων του πραγματικού κόσμου, που μπορεί στην πραγματικότητα να είναι πολύ μικρά ή πολύ μεγάλα, πολύ γρήγορα ή πολύ μακριά ή επικίνδυνα για να παρατηρηθούν στην πραγματικότητα. Έτσι, οι οπτικοποιήσεις δεν αντικαθιστούν την πραγματική εμπειρία, αλλά τη βελτιώνουν παρέχοντας πληροφορίες που αλλιώς δε θα ήταν διαθέσιμες.

Οπτικοχωρική λογική: Οι οπτικοποιήσεις παρέχουν άμεση πρόσβαση σε οπτικοχωρικές πληροφορίες και οι δυναμικές οπτικοποιήσεις σε χρονικές ιδιότητες γεγονότων και αντικειμένων (Rieber, 1990· Tversky, Morrison & Betrancourt, 2002). Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή συμπερασμάτων και αιτιολογιών, ενισχύοντας έτσι την οπτικοχωρική λογική. Αντίθετα, με τις λεκτικές αναπαραστάσεις, οι πληροφορίες που αποτελούν χρονική σειρά, απαιτούν γνωστική επεξεργασία για το συσχετισμό των πληροφοριών και επίσης είναι απαραίτητος ο εσωτερικός μετασχηματισμός σε μια μορφή πιο κατάλληλη για χωρική επεξήγηση. Έτσι, για οπτικοχωρικά θέματα οι οπτικοποιήσεις είναι πιο αποδοτικές και δεν επιβαρύνουν το γνωστικό φορτίο.

- Διδακτικές λειτουργίες μιας οπτικοποίησης ως συμπλήρωμα κειμένου.

Τις περισσότερες φορές οι οπτικοποιήσεις συνοδεύουν γλωσσικά διδακτικά υλικά, παρά λειτουργούν ως αυτόνομες. Οι οπτικοποιήσεις που συνοδεύουν κείμενο έχουν επιπλέον λειτουργίες από αυτές που αναφέρθηκαν πριν, επειδή αλληλεπιδρούν με τις προφορικές πληροφορίες με συγκεκριμένους τρόπους. Οι Levin, Anglin και Carney (1987), περιγράφουν πέντε λειτουργίες των οπτικοποιήσεων ως συμπλήρωμα κειμένου: διακοσμητική, αναπαραστατική, οργανωτική, ερμηνευτική και μετασχηματιστική.

1. Οι οπτικοποιήσεις με διακοσμητική λειτουργία δε σχετίζονται και πολύ με τις προφορικές πληροφορίες, αλλά κυρίως εισάγονται για να κάνουν το κείμενο πιο ενδιαφέρον και πιο ελκυστικό για τους μαθητές. Και ενώ υποτίθεται πως θα λειτουργούσαν ως κίνητρο, η μετά - ανάλυση δείχνει ότι οι οπτικοποιήσεις αυτού του τύπου έχουν αρνητική επίδραση. Παρουσιάζοντας ασύνδετες επιπρόσθετες πληροφορίες ο μαθητής μπορεί να αποσπασθεί από την επεξεργασία των καίριων θεμάτων ή μπορεί να ενεργοποιηθούν ακατάλληλα σχήματα για την κωδικοποίηση του σχετικού περιεχομένου.

2. Οι οπτικοποιήσεις στην αναπαραστατική τους λειτουργία απεικονίζουν αντικείμενα και σχέσεις που αναφέρονται στο κείμενο κάνοντάς το πιο συγκεκριμένο και πιο προσιτό στους μαθητές.

3. Οι οπτικοποιήσεις με οργανωτική λειτουργία παρέχουν ένα πλαίσιο για την οργάνωση του κειμένου, οπότε κάνουν το κείμενο πιο συνεκτικό (Verdi , 1996).

4. Η αναπαραστατική λειτουργία της οπτικοποίησης είναι να κάνει το κείμενο κατανοητό για τους μαθητές που αλλιώς δε θα μπορούσαν να το καταλάβουν. Επομένως, αυτές οι οπτικοποιήσεις εισάγονται για να αποσαφηνίσουν δυσκολονόητα περάσματα και αφηρημένες έννοιες.

5. Η μετασχηματιστική λειτουργία είναι η πιο σπάνια. Οι οπτικοποιήσεις που έχουν αυτή τη λειτουργία σχεδιάζονται για να βελτιώσουν την επίδοση της μνήμης «στοχεύοντας την κρίσιμη πληροφορία που πρέπει να μαθευτεί και μετά α) την επανακωδικοποιούν σε μια πιο συγκεκριμένη και πιο εύκολη μορφή ώστε να συγκρατηθεί στη μνήμη β) τακτοποιούν τα ξέχωρα κομμάτια αυτής της πληροφορίας σε ένα καλά οργανωμένο πλαίσιο και γ) παρέχουν στους μαθητές συστηματικά μέσα για να μπορέσουν να ανακτήσουν την κρίσιμη πληροφορία όταν ερωτηθούν μετά από καιρό.

1.10.2. Ο ρόλος των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των μαθητευόμενων κατά τη μάθηση με οπτικοποιήσεις.

Σχεδιάζοντας μια οπτικοποίηση, πρέπει να αναγνωρισθεί το γεγονός ότι δεν υπάρχει καθολική ανταπόκριση στις οπτικές ή λεκτικές αναπαραστάσεις και στο πως αυτές χρησιμοποιούνται στη μάθηση. Αντίθετα, πολλά χαρακτηριστικά των μαθητευόμενων επηρεάζουν τη μάθηση. Σύμφωνα με τους Mayer και Massa (2003), τα κυριότερα από αυτά είναι οι γνωστικές ικανότητες και το γνωστικό στυλ. Αυτά καθορίζουν το ότι «κάποιοι άνθρωποι επεξεργάζονται καλύτερα τις λέξεις και κάποιοι άλλοι τις εικόνες» (Mayer & Massa, 2003).

- Γνωστικές ικανότητες

α) Εικονογραφική ικανότητα. Είναι όλοι εκείνοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την αντίληψη, την ερμηνεία, την κατανόηση και τη χρήση των εικόνων, από την αναγνώριση απλών εικόνων μέχρι τη βαθιά κατανόηση των συμβάσεων και των τεχνικών των σύνθετων εικόνων (DeLoache et al.,2003). Αυτή η ικανότητα

αναπτύσσεται από την καθημερινή αλληλεπίδραση με εικόνες και τα αντικείμενα αναφοράς τους στον πραγματικό κόσμο.

β) Οπτικός γραμματισμός. Είναι τα διαφορετικά επίπεδα οπτικής επικοινωνίας που εκτείνονται από την απλή κατανόηση μέχρι την αισθητική εκτίμηση των οπτικών μέσων.

γ) Οι προηγούμενες γνώσεις σε συγκεκριμένους τομείς. Το επίπεδο των γνώσεων των μαθητών σε συγκεκριμένους τομείς ρυθμίζει τη μάθησή τους από τις οπτικοποιήσεις. Οι μαθητές με υψηλό επίπεδο προηγούμενων γνώσεων είναι περισσότερο ικανοί να κατευθύνουν την προσοχή τους στη σχετική πληροφορία (Lowe, 2003) και επηρεάζονται λιγότερο από την πολυπλοκότητα της εικόνας που παρουσιάζεται στην οθόνη (Lee, Plass & Hommer, 2006).

δ) Η οπτικοχωρική ικανότητα. Η οπτικοχωρική ικανότητα δεν είναι μια ενιαία δομή, αλλά αποτελείται από πέντε διαστάσεις που όλες μαζί συνθέτουν την ικανότητα της οπτικής αντίληψης (Carroll, 1993).

i. Η χωρική απεικόνιση, είναι «η ικανότητα να περιστρέφει ή να αναδιπλώνει κανείς τα αντικείμενα στις δύο ή τρεις διαστάσεις και να μπορεί να φανταστεί τις αλλαγές στη διαμόρφωσή τους εξαιτίας αυτών των χειρισμών.

ii. Ο χωρικός προσανατολισμός, είναι η ικανότητα να φανταστεί κανείς πώς θα φαίνεται ένα αντικείμενο από διαφορετική οπτική γωνία, καθώς θα αλλάζει ο προσανατολισμός του παρατηρητή.

iii. Ταχύτητα τερματισμού, είναι η ικανότητα να έχει κανείς γρήγορη πρόσβαση σε αναπαραστάσεις της μακρόχρονης μνήμης.

iv. Ευελιξία τερματισμού, είναι η ικανότητα επιλογής της αντίστοιχης αναπαράστασης της μακρόχρονης μνήμης.

v. Ταχύτητα αντίληψης.

- Γνωστικά στυλ

«Γνωστικό στυλ είναι μια ψυχολογική διάσταση που αντιπροσωπεύει τη συνέπεια με την οποία ένα άτομο δέχεται και επεξεργάζεται τις πληροφορίες (Kozhevnikov,

Kosslyn & Shepard, 2005). Ο ακουστικός τύπος είναι αυτός που βασίζεται σε στρατηγικές ανάλυσης του προφορικού λόγου κατά την εκτέλεση ενός έργου, ενώ ο οπτικός, χρησιμοποιεί τη φαντασία του ως κυρίαρχη στρατηγική για την ολοκλήρωση του έργου (Richardson, 1977). Οι οπτικοί τύποι μπορούν να χωριστούν περεταίρω σε χωρικά οπτικούς τύπους (spatial visualizers) και σε εικονιστικά οπτικούς τύπους (iconic visualizers). Οι πρώτοι, σε μια σχηματική αναπαράσταση, εστιάζουν στο που είναι τοποθετημένα τα αντικείμενα και ποιες οι χωρικές σχέσεις μεταξύ τους. Οι δεύτεροι, όταν δουν μια εικόνα, εστιάζουν στα ζωτικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων, όπως το χρώμα, το σχήμα, το μέγεθος, τη λάμψη, οπότε επεξεργάζονται τα αντικείμενα ως ξεχωριστές μονάδες (Kozhevnikov, Hegarty & Mayer, 2002).

Υπάρχουν διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου που σε άλλη γίνεται επεξεργασία του σχήματος και του χρώματος για να ορισθεί η ταυτότητα ενός αντικειμένου (whay – system) και σε άλλη περιοχή επεξεργάζονται χωρικές και δυναμικές σχέσεις (where- system). Παρόμοιος διαχωρισμός γίνεται και στην εργαζόμενη μνήμη, σε άλλο τομέα επεξεργάζονται πληροφορίες που αφορούν στο χώρο και στην κίνηση και σε άλλον τομέα αυτές που αφορούν στο χρώμα και στο σχήμα (Logie, 1995).

Ένα εκπαιδευτικό εργαλείο, που συνδυάζει οπτικοποίηση και αφήγηση, καλύπτοντας έτσι τα διαφορετικά γνωστικά στυλ των μαθητευομένων είναι το animation.

1.11. Animations

Τα animations είναι μια από τις πιο συναρπαστικές μορφές εικονογραφημένης παρουσίασης. Μπορούν να χαρακτηρισθούν ως ταινίες προσομοίωσης που απεικονίζουν την κίνηση εικονογραφημένων αντικειμένων (ή προσομοιωμάτων).

Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι:

- εικόνα: το animation είναι ένα είδος εικονογραφημένης αναπαράστασης
- κίνηση: το animation απεικονίζει κίνηση

- προσομοίωση: το animation αποτελείται από αντικείμενα που είναι τεχνητά κατασκευασμένα είτε με εικονογράφηση είτε με άλλες μεθόδους προσομοίωσης (Mayer & Moreno, 2002).

Από τα παραπάνω προκύπτουν οι διαφορές των animation από μια απλή εικονογράφηση, από μια φωτογραφία, αλλά και από το video. Η εικονογράφηση είναι μια στατική εικόνα ζωγραφισμένων ή προσομοιωμένων αντικειμένων, μια φωτογραφία είναι μια στατική εικόνα ενός πραγματικού αντικειμένου και το video είναι μια κινηματογραφική ταινία που παρουσιάζει την κίνηση πραγματικών αντικειμένων (Mayer & Moreno, 2002).

Οι ορισμοί που έχουν δοθεί για το τί είναι το animation, είναι οι εξής:

Οι Baek και Layne (1988) ορίζουν το animation ως τη διαδικασία δημιουργίας μιας σειράς σκηνών που περιέχουν αντικείμενα και κάθε σκηνή εμφανίζεται ως αλλαγή της προηγούμενης, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται κίνηση.

Ο Gonzales (1996) προτείνει έναν ευρύτερο ορισμό για το animation: «μια σειρά ποικίλων εικόνων που παρουσιάζονται δυναμικά σύμφωνα με τις ενέργειες του χρήστη, με τρόπους που βοηθά το χρήστη να αντιληφθεί μια συνεχή αλλαγή κατά τη διάρκεια του χρόνου και να αναπτύξει ένα νοερό μοντέλο για το θέμα» (σ.27). Αυτός ο ορισμός εμπεριέχει την έννοια της αλληλεπίδρασης του χρήστη με τη συσκευή (ακόμα και απλώς πατώντας το κουμπί).

Κατά τους Betrancourt και Tversky (2000), «το animation είναι κάθε εφαρμογή που δημιουργεί μια σειρά σκηνών, έτσι ώστε κάθε σκηνή να εμφανίζεται ως εξέλιξη της προηγούμενης και η σειρά των σκηνών καθορίζεται είτε από το σχεδιαστή ή από το χειριστή» (σ. 313). Ο ορισμός αυτός είναι ακόμα πιο ευρύς . Δεν υπονοεί τί θα έπρεπε το animation να μεταφέρει και διαχωρίζει την έννοια του animation από την έννοια της αλληλεπίδρασης.

Σύμφωνα με τους Schnotz και Lowe (2003), η έννοια του animation μπορεί να περιγραφεί χρησιμοποιώντας τρία διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης, το τεχνικό, το σημειωτικό και το ψυχολογικό. Το τεχνικό επίπεδο αναφέρεται στις συσκευές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή και μεταφορά των δυναμικών σημείων. Το σημειωτικό επίπεδο αναφέρεται στον τύπο των σημάτων που μεταφέρονται στην

αναπαράσταση. Αφορά στο τί αλλάζει στο animation και πώς (π.χ. κίνηση, μετασχηματισμός). Το ψυχολογικό επίπεδο αναφέρεται στην αντιληπτική και γνωστική διαδικασία στην οποία μπαίνει ο μαθητής όταν παρακολουθεί το animation.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας βοήθησε στην εισαγωγή των animations στην εκπαίδευση τα οποία χαίρουν μεγάλης ανταπόκρισης από τους μαθητές. Πέρα όμως από τους αισθητικούς παράγοντες, φαίνεται ότι παρουσιάζουν δυναμικά εκπαιδευτικά οφέλη.

Σε σχέση με τις στατικές εικόνες, υπερέχουν στο γεγονός ότι μπορούν να παρουσιάσουν δυναμικά περιεχόμενα όπως όταν συμβαίνουν αλλαγές κατά το πέρασμα του χρόνου. Με τα animations μπορούν να παρασταθούν ρητά και με ακρίβεια «διαδικασίες», κάτι που δε γίνεται με τη χρήση στατικών εικόνων. Στις στατικές εικόνες παρουσιάζεται έμμεσα με διάφορες τεχνικές η διαδικασία, όπως διαδοχικά στιγμιότυπα, διακεκομμένες γραμμές που παριστάνουν αλλαγές καταστάσεων ή βέλη που θέλουν να δείξουν κίνηση. Οι τεχνικές αυτές όχι μόνο δεν αποδίδουν τη δυναμική του θέματος, αλλά χαλάνε και την αισθητική της εικόνας. Επίσης, ένα μέρος των πληροφοριών δεν αποδίδεται ρητά με αποτέλεσμα ο μαθητής να τις επινοεί, κάτι που μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες στη μάθηση και κυρίως όταν πρόκειται για σύνθετα θέματα ή άγνωστα στο μαθητή.

Αντίθετα, η κατανόηση δυναμικών καταστάσεων μέσω κινούμενων εικόνων δεν εμπλέκει το μαθητή με τη χρήση βοηθητικών τεχνικών και δεν χρειάζεται να υποθέτει τις χρονικές αλλαγές που μπορεί να συμβαίνουν. Τα animations παρουσιάζουν το θέμα με έναν συμπεριφορικά ρεαλιστικό τρόπο χωρίς ασάφειες για το τι ακριβώς οι κινούμενες οντότητες κάνουν. Βέβαια, γίνεται να δοθούν οι δυναμικές πληροφορίες ρητά στους μαθητές μέσω ενός video. Επειδή όμως αυτά που παρουσιάζουν τα videos έχουν «συλληφθεί» και δεν έχουν «συνταχθεί», είναι λιγότερο επιλεκτικά και ευέλικτα από τα animations. Η διαφορά του animation από το βίντεο είναι ότι δεν αποτελεί απλή καταγραφή εικόνων του εξωτερικού κόσμου, αλλά είναι προϊόν σκόπιμης διαδικασίας κατασκευής, όπως η σχεδίαση. Έχουν τη δυνατότητα δυναμικών οπτικοποιήσεων, όπως να παρουσιάζονται διαφορετικές προοπτικές ενός αντικειμένου, να δείξουν τη συνδεσμολογία των επιμέρους κομματιών ενός σύνθετου αντικειμένου, να απεικονίσουν τη λειτουργία μιας συσκευής, να παρουσιάσουν τη δυναμική ενός συστήματος (π.χ. μετεωρολογικού) ή να απεικονίσουν την εξάρτηση

των μεταβλητών σε ένα γράφημα (Lowe, 2004˙ Mayer & Moreno, 2002). Τα animations επίσης έχουν δυναμικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα videos, μπορούν να παραλείψουν άσχετες πλευρές του θέματος και να παρουσιάσουν εκείνες που δεν μπορούν να οπτικοποιηθούν με διαφορετικό τρόπο. Αυτές οι δυνατότητες επιτρέπουν στα animations να συνδυάζουν τον τρόπο με τον οποίο προβάλλεται ένα θέμα με τις ανάγκες του μαθητή.

Καθώς τα animations αυξάνουν συνεχώς την παρουσία τους στα περιβάλλοντα πολυμεσικής μάθησης, αυξάνεται και το εύρος των εκπαιδευτικών ρόλων τους (Ploetzner & Lowe, 2012). Αρχικά, ο ρόλος τους ήταν περιορισμένος, χρησιμοποιούνταν κυρίως για να αυξήσουν τα κίνητρα των μαθητών ή για να κάνουν δυναμικά τα παλαιότερα στατικά γραφήματα. Αργότερα, άλλες δυνατότητες, όπως η χρήση κινούμενων χαρακτήρων (avatars) για την καθοδήγηση των μαθητών και εξελιγμένοι διαδραστικοί έλεγχοι χρησιμοποιήθηκαν για να προσφέρουν μεγαλύτερη ποικιλία στη μαθησιακή εμπειρία. Πρόσφατα, έκαναν την εμφάνισή τους λογισμικά που βοηθούν ακόμα και τους αρχάριους μαθητές να φτιάξουν το δικό τους animation. Αυτή η αλλαγή, από έναν δεκτικό σε έναν παραγωγικό ρόλο για τους μαθητές δίνει πολλές ευκαιρίες, οι οποίες μόλις άρχισαν να διερευνώνται από τους εκπαιδευτικούς.

1.11.1. Το animation ως εκπαιδευτικό εργαλείο

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και η γοητεία που ασκεί στα παιδιά καθιστούν τις συνθήκες ιδανικές για να δημιουργηθούν περιβάλλοντα πολυμεσικής μάθησης, με κυρίαρχη τη χρήση των animations. Κατά τον Berk (2009), ένα animation χρησιμοποιείται στη διαδικασία της διδασκαλίας για τους εξής λόγους:

- «*προσελκύει την προσοχή των παιδιών*
- *εστιάζει την προσοχή*
- *δημιουργεί ενδιαφέρον στην τάξη*
- *δημιουργεί μια αίσθηση προσδοκίας*
- *ενεργοποιεί ή ξεκουράζει τους μαθητές*
- *αξιοποιεί τη φαντασία των μαθητών*
- *βελτιώνει τη στάση ως προς το περιεχόμενο και τη μάθηση*

- *οικοδομεί μια σύνδεση με τους άλλους μαθητές και με το διδάσκοντα*
- *βελτιώνει τη συγκράτηση του περιεχομένου στη μνήμη*
- *βελτιώνει την κατανόηση*
- *ενισχύει τη δημιουργικότητα*
- *τονώνει τη ροή των ιδεών*
- *ενισχύει τη βαθύτερη μάθηση*
- *παρέχει ευκαιρίες ελεύθερης έκφρασης*
- *λειτουργεί ως μέσο συνεργασίας*
- *εμπνέει και κινητοποιεί τους μαθητές*
- *κάνει τη μάθηση διασκεδαστική*
- *φτιάχνει την κατάλληλη διάθεση*
- *μειώνει το άγχος και την ένταση σε δύσκολα θέματα*
- *δημιουργεί εικόνες που μένουν στη μνήμη*»

Όπως φαίνεται, υπάρχουν πολλοί λόγοι για να χρησιμοποιηθεί ένα animation στη διδασκαλία. Το δύσκολο είναι να χρησιμοποιηθεί με τρόπους που συνάδουν με το πώς οι άνθρωποι μαθαίνουν. Ο τρόπος αυτός αναλύεται στις τρεις θεωρίες που αναφέρθηκαν στην αρχή του κεφαλαίου, στη γνωστική θεωρία της πολυμεσικής μάθησης του Mayer (Mayer, 2009), στη θεωρία του γνωστικού φορτίου του Sweller (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011) και στο ολοκληρωμένο μοντέλο για την κατανόηση κειμένου και εικόνας του Schnotz (Schnotz & Bannert, 2003).

1.11.2. Βασικές αρχές για τη χρήση των animation στη διδασκαλία με πολυμέσα

Καλά σχεδιασμένα εκπαιδευτικά προγράμματα λαμβάνουν υπόψη τη γνωστική αρχιτεκτονική του ατόμου και τις αρχές της πολυμεσικής μάθησης για να διαμορφώσουν ένα αποδοτικό και ελκυστικό περιβάλλον εργασίας για τους μαθητές.

Βασικές αρχές που προτείνονται από τους Mayer & Moreno (2002) για το σχεδιασμό διδασκαλίας – μάθησης με χρήση animation, οι οποίες είναι συνεπείς με τη γνωστική θεωρία της πολυμεσικής μάθησης είναι οι εξής:

- **Αρχή της πολυμεσικότητας**

  Οι μαθητές μαθαίνουν βαθύτερα από το συνδυασμό animation και αφήγησης, παρά από την αφήγηση μόνο. Η θεωρητική βάση αυτής της αρχής είναι ότι οι μαθητές είναι περισσότερο ικανοί να φτιάξουν νοερές συνδέσεις μεταξύ λέξεων και εικόνων όταν παρουσιάζονται μαζί (π.χ. animation και αφήγηση), παρά όταν παρουσιάζεται ένα μόνο (π.χ. αφήγηση) και πρέπει ο μαθητευόμενος να δημιουργήσει το άλλο νοερά. Αποδεικνύεται ότι οι λέξεις και οι εικόνες προωθούν καλύτερα την κατανόηση, από ότι οι λέξεις μόνες τους.

- **Αρχή της χωρικής γειτνίασης**

  Οι μαθητές μαθαίνουν βαθύτερα όταν το κείμενο στην οθόνη εμφανίζεται αμέσως μετά το τμήμα του animation που περιγράφει, παρά όταν το κείμενο παρουσιάζεται μακριά από την αντίστοιχη σκηνή του animation. Η θεωρητική λογική είναι ότι οι μαθητές είναι πιο ικανοί να οικοδομήσουν νοερές συνδέσεις μεταξύ των αντίστοιχων λέξεων και εικόνων όταν παρουσιάζονται μαζί στην οθόνη. Αντίθετα, όταν δεν παρουσιάζονται μαζί, οι μαθητές πρέπει να ξοδέψουν μέρος από την περιορισμένη γνωστική χωρητικότητα για να βρουν το τμήμα του animation που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο κείμενο.

- **Αρχή της χρονικής συνέχειας**

  Η γνώση που αποκτούν οι μαθητές είναι βαθύτερη όταν το αντίστοιχο τμήμα του animation και της αφήγησης παρουσιάζονται ταυτόχρονα, παρά όταν διαχωρίζονται χρονικά. Η θεωρητική λογική είναι ότι οι μαθητευόμενοι είναι περισσότερο ικανοί να κάνουν νοερές συνδέσεις μεταξύ λέξεων και αντίστοιχων εικόνων όταν βρίσκονται στην εργαζόμενη μνήμη την ίδια στιγμή.

- **Αρχή της συνοχής**

  Οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα από το animation και την αφήγηση όταν άσχετες με το θέμα λέξεις, ήχοι και μουσική αποκλείονται. Η θεωρητική λογική είναι ότι οι μαθητές μπορεί να προσηλωθούν στο άσχετο υλικό οπότε να τους απομείνουν λιγότεροι γνωστικοί πόροι διαθέσιμοι για να οικοδομήσουν νοερές συνδέσεις μεταξύ των σχετικών τμημάτων του animation και της αφήγησης.

- **Αρχή της τροπικότητας**

  Βαθύτερη γνώση αποκτούν οι μαθητές από το συνδυασμό animation και αφήγηση, παρά από το συνδυασμό animation και κείμενο που προβάλλεται στην οθόνη. Η θεωρητική λογική είναι ότι η οπτική δίοδος του μαθητή μπορεί να υπερφορτωθεί όταν λέξεις και εικόνες παρουσιάζονται συγχρόνως οπτικά και οι δύο, γιατί οι μαθητές πρέπει να επεξεργάζονται κείμενο και animation μέσω των ματιών, στην αρχή τουλάχιστον. Έτσι, η γνωστική τους χωρητικότητα μπορεί να μην είναι επαρκής για να οικοδομήσουν συσχετισμούς μεταξύ λέξεων και εικόνων. Αντίθετα, όταν οι λέξεις παρουσιάζονται μέσω της ακουστικής διόδου (όπως η αφήγηση), η οπτική δίοδος δε θα υπερφορτωθεί και οι μαθητές θα έχουν μεγαλύτερη ικανότητα να κάνουν συσχετισμούς μεταξύ λέξεων και εικόνων.

- **Αρχή του πλεονασμού**

  Οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα από το συνδυασμό animation και αφήγηση, παρά από το συνδυασμό animation, αφήγηση και κείμενο. Στηρίζεται στην ίδια θεωρητική λογική με την αρχή της τροπικότητας. Οι μαθητές που προσλαμβάνουν λιγότερα έχουν καλύτερες επιδόσεις από αυτούς που προσλαμβάνουν περισσότερα.

- **Αρχή της εξατομίκευσης**

  Η γνώση που αποκτούν οι μαθητές είναι βαθύτερη από το animation που συνοδεύεται από αφήγηση η οποία έχει διαλογικό στυλ, όπου χρησιμοποιείται πρώτο και δεύτερο πρόσωπο, παρά τυπικό στυλ. Η θεωρητική λογική είναι ότι

οι μαθητές εργάζονται σκληρότερα για να κατανοήσουν ένα θέμα όταν εμπλέκονται προσωπικά σε μια συζήτηση (διάλογο).

1.11.3. Τα animations στην πολυμεσική μάθηση.

Στα πρώτα στάδια της έρευνας που αφορούσε στη μάθηση με animations, το βασικό ερώτημα ήταν αν οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα από τα animations ή από τις στατικές εικόνες. Η έρευνα αυτή αποδείχθηκε άκαρπη γιατί τα ευρήματά της ήταν ασαφή και διφορούμενα. Τα animations στα περιβάλλοντα πολυμεσικής μάθησης έχουν πολλές όψεις και υπηρετούν πολλαπλές λειτουργίες. Ως εκ τούτου, δεν είναι δυνατό να κάνουμε μια απλή γενίκευση για το αν ωφελούν τη μάθηση ή αν τη ζημιώνουν ή αν δεν επιφέρουν κανένα εκπαιδευτικό αποτέλεσμα. Οι συγκεκριμένες συνθήκες και τα κριτήρια κάθε φορά καθορίζουν ποια αποτελέσματα θα επικρατήσουν. Το αν τα animations είναι αποτελεσματικά στη μάθηση ή όχι, εξαρτάται από πολλούς περιορισμούς που σχετίζονται με τη λειτουργία της αντίληψης και του γνωστικού συστήματος του μαθητή, από τις εμπειρίες του μαθητή και τα επιθυμητά εκπαιδευτικά αποτελέσματα. Έτσι, δεν μπορεί να υπάρχει μία καθοριστική αρχή για τη χρήση των animations. Υπάρχει ένας συνδυασμός πέντε αρχών που πρέπει να λαμβάνουν υπόψη αυτοί που διερωτώνται αν και πως πρέπει να περιλάβουν τα animations στην πολυμεσική μάθηση (Mayer, 2014 p. 516-519).

Αρχή 1. «Οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα από τα animations όταν ο διδακτικός τους σκοπός έχει καθοριστεί σαφώς»

Τα animations έχουν δύο βασικές λειτουργίες, την αντιπροσωπευτική και τη καθοδηγητική λειτουργία. Η αντιπροσωπευτική λειτουργία αναφέρεται στην επίδειξη της χωρικής και χρονικής δομής ενός αντικειμένου ή γεγονότος. Τα animations μπορούν να επιδείξουν δυναμικές συμπεριφορές όπως κίνηση (αλλαγή θέσης των αντικειμένων), ανάπτυξη (αλλαγή μεγέθους ή σχήματος) και άλλες μεταβολές (αλλαγές στο σχήμα και την υφή). Τα animations μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να παρουσιάσουν τις τρεις διαστάσεις ενός στατικού αντικειμένου καθώς επίσης να δείξουν από ποια μέρη αποτελείται ένα σύνθετο αντικείμενο και πως αυτά συνδυάζονται μεταξύ τους. Η καθοδηγητική λειτουργία

προσανατολίζει την προσοχή του θεατή στα χαρακτηριστικά της πληροφορίας που παρουσιάζεται τα οποία είναι σχετικά με το θέμα. Επίσης, χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές, μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να εστιάσουν την προσοχή τους είτε κάνοντας κάποια νύξη, είτε χρησιμοποιώντας την τεχνική της εστίασης (ζουμ).

Αρχή 2. «Οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα από ένα animation όταν δίνεται η απαραίτητη έμφαση στις χωρικές παρά στις χρονικές πληροφορίες»

Επειδή τα animations παρουσιάζουν χρονικές πληροφορίες σαφώς, μπορεί να θεωρηθούν καλύτερες πηγές πληροφορίας από ότι οι στατικές εικόνες. Όμως δε συμβαίνει πάντα να αυξάνεται ο αριθμός των πληροφοριών που γίνονται αντιληπτές μόνο και μόνο επειδή αυξάνεται ο αριθμός των διατιθέμενων πληροφοριών. Ακόμα και αν οι κινούμενες εικόνες περιέχουν περισσότερες πληροφορίες από τις στατικές, δεν είναι σίγουρο ότι ο μαθητής θα εξάγει και θα εσωτερικεύσει περισσότερες πληροφορίες από ότι θα γινόταν με τις στατικές εικόνες. Λόγω της ρευστής φύσης των animations, είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν για τη σύγκριση διαφορετικών καταστάσεων μέσα σε μια δυναμική σειρά. Αντίθετα, όταν παρουσιάζεται μια σειρά στατικών εικόνων ταυτόχρονα, μπορούν να ελέγχουν επανειλημμένα αυτό που προβάλλεται σύμφωνα με το δικό τους ρυθμό. Τα animations μπορούν να προβάλουν μία κατάσταση κάθε φορά, οπότε για να συγκριθεί με μια άλλη κατάσταση, αυτή πρέπει να ανακληθεί από τη μακρόχρονη μνήμη. Επειδή η αντίληψη είναι επιλεκτική και η ικανότητα της γνωστικής διαδικασίας είναι περιορισμένη, πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ της επεξεργασίας των χωρικών και χρονικών προτύπων κατά τη μάθηση με animations σε σχέση με τις στατικές εικόνες.

Αρχή 3. «Οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα από τα animations όταν τα αντιληπτικά τους χαρακτηριστικά και οι γνωστικές τους απαιτήσεις είναι εναρμονισμένα»

Τα animations έχουν την ιδιότητα να κάνουν αντιληπτή την κίνηση δυναμικών σχημάτων. Μπορούν να βοηθήσουν το μαθητή να αντιληφθεί μια κατάσταση που εξελίσσεται πολύ αργά στο χρόνο επιταχύνοντάς την, όπως είναι η ανάπτυξη ενός φυτού ή αντίθετα επιβραδύνοντας μια κατάσταση που εξελίσσεται ραγδαία ώστε ο θεατής να έχει την αισθητηριακή ευαισθησία να συλλαμβάνει τις αλλαγές.

Ενώ η αντιληπτική διαδικασία δεν είναι τόσο εντατική και ακολουθεί την επεξεργασία από κάτω προς τα πάνω (bottom – up), η γνωστική επεξεργασία είναι πιο εντατική και εξαρτάται από τις προηγούμενες γνώσεις του ατόμου. Επίσης, ακολουθεί και τα δύο είδη επεξεργασίας, από κάτω προς τα πάνω (bottom – up), αλλά και από πάνω προς τα κάτω (top – down), καθοδηγούμενη από τα γνωστικά σχήματα που το άτομο έχει στην προϋπάρχουσα γνώση του. Επειδή τα γνωστικά σχήματα παριστάνουν χωρικά και χρονικά αμετάβλητα μοτίβα σε ένα υψηλότερο βαθμό αφαίρεσης από ότι τα αντιληπτικά σχήματα, αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατασκευάσουν νοερά δυναμικά μοντέλα συμπεριφορών ή γεγονότων. Όταν μια χωρο-χρονική σύνθεση συνάδει με τη δομή του νοερού μοντέλου που απαιτείται, η διαδικασία της κατασκευής του διευκολύνεται. Τα αντιληπτικά χαρακτηριστικά ενός animation θα πρέπει να είναι συναφή με τις εννοιολογικές απαιτήσεις για την κατασκευή των νοερών μοντέλων προκειμένου να αποφύγουμε την πιθανότητα τα αντιληπτικά εξέχοντα, αλλά άσχετα με το θέμα στοιχεία να κυριαρχούν στην αντίληψη και στη γνωστική επεξεργασία.

Αρχή 4. «Οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα από ένα animation όταν η αντιληπτική και η γνωστική επεξεργασία υποστηρίζονται κατάλληλα»

Η μάθηση από ένα animation στηρίζεται στην κατεύθυνση της οπτικής προσοχής στο κατάλληλο τμήμα την κατάλληλη στιγμή. Δυστυχώς, τα αντιληπτικά χαρακτηριστικά του animation (αυτά που βρίσκονται σε οπτικά περίοπτη θέση) δε συνάδουν πάντα με τις γνωστικές απαιτήσεις. Εξαιτίας της ρευστής φύσης των animations, όταν κάποιος επικεντρωθεί σε ένα συγκεκριμένο τμήμα του, θα επεξεργαστεί το συγκεκριμένο τμήμα και μια άλλη πληροφορία που παρουσιάζεται ταυτόχρονα σε κάποιο άλλο τμήμα του, αναγκαστικά θα αγνοηθεί. Επειδή η προσοχή αυτού που παρακολουθεί το animation είναι εύκολο να διασπαστεί, είναι πολύ σημαντική η καθοδήγηση της οπτικής προσοχής, είτε προερχόμενη εξωτερικά ως διδακτική κατεύθυνση, είτε εσωτερικά από τις στρατηγικές που έχει αναπτύξει ο μαθητευόμενος.

Αρχή 5. «Οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα από ένα animation όταν οι δυνατότητες αλληλεπίδρασης βρίσκονται σε συμφωνία με τους στόχους και την εμπειρία των μαθητών»

Όταν ο χρήστης έχει τον έλεγχο, μπορεί να προσαρμόσει τις παραμέτρους του animation στις δικές του δυνατότητες. Για να βοηθήσει ο έλεγχος αυτός στην κατασκευή νοερών μοντέλων, πρέπει ο μαθητής να είναι ικανός να εκμεταλλευτεί κάποιες δυνατότητες (π.χ. έλεγχος ταχύτητας προβολής), κάτι που βελτιώνεται με εξάσκηση. Ο σχεδιασμός ενός animation που ελέγχεται από το χρήστη, απαιτεί να εξισορροπήσει τις δυνατότητες της ελεύθερης εξερεύνησης με τους περιορισμούς που οφείλονται στις προηγούμενες γνώσεις του μαθητή και στις επεξεργαστικές του ικανότητες θέτοντας περιορισμό στον έλεγχο, όπως παρέχοντας καθοδήγηση ώστε η χρήση να είναι αποτελεσματική.

1.12. Χρήση των animations στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

- Υποστηρίζοντας τη διαδικασία οπτικοποίησης και νοερής αναπαράστασης.

Τα animation διευκολύνουν την οπτικοποίηση δυναμικών φαινομένων όταν δεν μπορούν να παρατηρηθούν σε πραγματικό χώρο και χρόνο (π.χ. τεκτονικές πλάκες, κυκλοφορικό σύστημα, χάρτες καιρού), όταν τα πραγματικά φαινόμενα είναι πρακτικά αδύνατον να πραγματοποιηθούν κατά τη διδασκαλία (είναι επικίνδυνα ή παρουσιάζουν αυξημένο κόστος) ή όταν δεν είναι ορατά εκ φύσεως (π.χ. ηλεκτρικό κύκλωμα, αναπαράσταση των δυνάμεων) (Mayer, 2014).

- Παρέχοντας γνωστική σύγκρουση

Τα animation μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την οπτικοποίηση φαινομένων που δεν μπορούν να συλληφθούν με τον κατάλληλο επιστημονικό τρόπο. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις στη Φυσική όπου οι απλοϊκές αντιλήψεις κυριαρχούν έναντι των επιστημονικών αντιλήψεων (π.χ. το γεγονός ότι αντικείμενα του ίδιου όγκου, αλλά διαφορετικών βαρών πέφτουν με την ίδια ταχύτητα). Στις περιπτώσεις αυτές, ένα διδακτικό σενάριο μπορεί να περιλαμβάνει προβολή διαφορετικών animation για το ίδιο φαινόμενο και να ζητηθεί από τους μαθητές να διαλέξουν τη σωστή εκδοχή.

- Δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να εξερευνήσουν ένα φαινόμενο

Ο μαθητής διερευνά ενεργά το animation για να κατανοήσει το φαινόμενο. Στην περίπτωση αυτή η διαδραστικότητα είναι ένας βασικός παράγοντας. Μπορεί να είναι

ένας απλός έλεγχος του VCR στο ρυθμό και την κατεύθυνση του animation, ή μια υψηλότερου βαθμού διαδραστικότητα με τη βοήθεια ενός μαθησιακού έργου που ωθεί τους μαθητές να δημιουργήσουν υποθέσεις και να τις ελέγξουν χειρίζοντας τις παραμέτρους (διερευνητική προσέγγιση της μάθησης).

Το animation παρέχει πολλά επίπεδα διαδραστικότητας, από την απλή επιλογή της επανάληψης μέχρι τον απόλυτο έλεγχό του από το μαθητή, στο ρυθμό και την κατεύθυνσή του. Ο απόλυτος έλεγχος θα ωφελήσει τους έμπειρους μαθητές περισσότερο από τους αρχάριους, δεδομένου ότι έχουν την ικανότητα να παρακολουθούν τον έλεγχό τους πάνω στο animation.

Οι τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνιών (ΤΠΕ) δίνουν νέες δυνατότητες για την αύξηση της αποτελεσματικότητας της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας (Bransford, Brown, Cocking, 1999˙ Salomon, 2002). Το animation είναι μια δυναμική αναπαράσταση που μπορεί να κάνει μια σύνθετη διαδικασία σαφή για το μαθητευόμενο (Schnotz & Lowe, 2003). Μια σειρά μελετών δείχνουν ότι η μάθηση σε περιβάλλον που βασίζεται σε animation ενδυναμώνει την κατανόηση σύνθετων εννοιών συγκρινόμενο με το παραδοσιακό περιβάλλον μάθησης που επικεντρώνεται σε λεκτικές εξηγήσεις (Park, 1994· Rieber, 1990˙ Tversky, Bauer-Morrison, & Betrancourt, 2002). Για παράδειγμα, στην παραδοσιακή διδασκαλία είναι δύσκολο να περιγραφεί η κίνηση των ηλεκτρονίων σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, ή οι χημικές αντιδράσεις μεταξύ των ουσιών (Williams & Abraham, 1995). Τα animations υποστηρίζουν τη δημιουργία νοερών αναπαραστάσεων των φαινομένων, προωθώντας την καλύτερη κατανόηση. Τα animations έχουν υψηλή αποτελεσματικότητα στην επίδειξη των διαδικασιών που δεν μπορούν να παρασταθούν φυσικά στην τάξη ή και στο εργαστήριο (Fleming, Hart, & Savage, 2000).

Η χρήση ταινιών με κινούμενα σχέδια προωθεί την ικανότητα των μαθητών να εξηγούν και να κατανοούν επιστημονικές έννοιες. Οι μαθητές που διδάσκονται Φυσικές Επιστήμες με τη βοήθεια ταινιών κινουμένων σχεδίων αναπτύσσουν υψηλότερα κίνητρα για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών, κυρίως στους τομείς της αυτοεκτίμησης, του ενδιαφέροντος και της απόλαυσης, στη σύνδεση των Φυσικών Επιστημών με την καθημερινή ζωή και τη συνειδητοποίηση της σπουδαιότητάς τους για το μέλλον τους, σε σχέση με τους μαθητές που διδάχτηκαν με την παραδοσιακή μέθοδο (Barak, Ashkar & Dori, 2011).

Στις Φυσικές Επιστήμες τα animations χρησιμοποιούνται για την περιγραφή, εξήγηση και πρόβλεψη επιστημονικών διαδικασιών. Αφηρημένα επιστημονικά φαινόμενα που συμβαίνουν στο μακροσκοπικό επίπεδο (κίνηση πλανητών) ή στο μικροσκοπικό επίπεδο (μόρια και άτομα) μπορούν να παρουσιαστούν ελκυστικά με τη βοήθεια των animations. Τα animations χρησιμοποιούνται για να υποστηρίξουν τις μεταβάσεις από τις αφηρημένες στις συγκεκριμένες νοητικές λειτουργίες και αντίστροφα (Barak & Dori, 2005· Barak, 2007· Dori & Belcher, 2005). Αυτές οι μεταβάσεις προωθούν ανώτερες δεξιότητες σκέψης, όπως η ικανότητα αιτιολόγησης και εξήγησης, που είναι βασικές για την ανάπτυξη κριτικής σκέψης και κατ' επέκταση την ουσιαστική μάθηση των Φυσικών Επιστημών (Barak & Dori, 2009). Έρευνες που μελετούν τη χρήση των animations στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δείχνουν ότι έχουν θετικά αποτελέσματα στη μαθησιακή διαδικασία (Najjar, 1998· Rieber, 1990· Williams & Abraham, 1995) και στην ικανότητα σκέψης (Rosen, 2009).

Σύμφωνα με έρευνες (Park et al., 2014· Barak, 2011˙ Rosen, 2009), η χρήση των animations στην εκμάθηση των Φυσικών Επιστημών, έχει θετικά αποτελέσματα:

α. Στο να κατανοήσουν οι μαθητές τις επιστημονικές έννοιες και φαινόμενα

β. Στην επεξηγηματική ικανότητα των μαθητών

γ. Στα κίνητρα των μαθητών για μάθηση της σχολική επιστήμη

δ. Στη συνολική επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες

Ένα μαθησιακό περιβάλλον εμπλουτισμένο με νέες τεχνολογίες που συνδυάζει και παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας, παράγει σκεπτόμενους μαθητές με ικανότητα μεταφοράς γνώσης που είναι μια από τις πιο σύνθετες ικανότητες (Marini, & Genereux, 1995).

Η μεταφορά της γνώσης είναι μια διαδικασία στην οποία η γνώση χρησιμοποιείται αποτελεσματικά σε ένα νέο πλαίσιο (στοχεύον έργο), βασιζόμενη στη γνώση που κατασκευάσθηκε σε διαφορετική κατάσταση (πηγή), περιλαμβάνοντας την ανασύσταση και την αναπροσαρμογή της (Presseau, & Frenay, 2004).

Η εκπαίδευση που δίνει έμφαση στη σκέψη, ταυτόχρονα με την κατασκευή της γνώσης, μπορεί να επιτευχθεί σε ένα μαθησιακό περιβάλλον όπου ανανεώνονται οι ψυχολογικές αρχές και οι εκπαιδευτικοί σκοποί (Rosen, & Salomon, 2007).

Η ψυχοπαιδαγωγική διάσταση της διδασκαλίας και μάθησης με animation οδηγεί στην οικοδόμηση της ικανότητας μεταφοράς της γνώσης , μια από τις πιο σημαντικές νοητικές ικανότητες (Salomon, & Perkins, 1989· Bransford, & Schwartz, 1999· Halpern, 1998).

Οι κινητήριες συνιστώσες που παρέχονται από τα animation είναι συνεπείς με την έννοια της ροής (βέλτιστη εμπειρία), η οποία εμπεριέχει τα αισθήματα της συγκέντρωσης και της απόλαυσης, τον ενθουσιασμό, εσωτερικά κίνητρα και την τάση να επαναληφθεί η δραστηριότητα (Nakamura, & Csikszentmihalyi, 2002).

Η μελέτη του Rosen (2009), έδειξε ότι οι μαθητές άλλαξαν τις αντιλήψεις τους για τη μάθηση φυσικών επιστημών και τεχνολογίας, ως αποτέλεσμα της μάθησης με την ενσωμάτωση των animations. Οι μαθητές βλέπουν τον εαυτό τους να παίζουν έναν πιο κεντρικό ρόλο στην τάξη, έχουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για μάθηση και δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στη χρήση των ΤΠΕ και των πειραμάτων κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Έτσι, η αλλαγή δεν είναι απλώς κινητήρια, αλλά μια εννοιολογική αλλαγή που σχετίζεται με τη φύση της μάθησης.
Εφόσον η εννοιολογική αλλαγή των μαθητών ήταν το αποτέλεσμα της μάθησης σε ένα νέο περιβάλλον, οι δάσκαλοι εντοπίζουν την ανάγκη μια καινοτομίας εφόσον πρέπει να διδάξουν σε ένα νέο περιβάλλον. Οι δάσκαλοι πρέπει να χαρακτηρίζονται από δημιουργικότητα και ένα αίσθημα δέσμευσης προς τους μαθητές τους για τη δημιουργία νέων και βελτιωμένων συνθηκών μάθησης.

1.13. Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση των animations στη διδασκαλία

Ο τρόπος με τον οποίο ο εκπαιδευτικός ενσωματώνει ένα animation στη διδασκαλία, μπορεί να επηρεάσει τα μαθησιακά αποτελέσματα που θα επιφέρει. Αυτός έχει τη δυνατότητα να εξασφαλίσει στους μαθητές του τα καλύτερα δυνατά μαθησιακά αποτελέσματα, καθοδηγώντας τους κατά τη διάρκεια προβολής, εξηγώντας, θέτοντας ερωτήσεις, δίνοντάς τους τη δυνατότητα διάδρασης με το animation, προκαλώντας τους να συνδυάσουν τις νέες πληροφορίες με τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους, να εντοπίσει παρανοήσεις που μπορεί να έχουν, να τους βοηθήσει να μεταφέρουν τις

νέες τους γνώσεις σε άλλα μαθησιακά πεδία, να αναστοχαστούν και να αποκτήσουν μεταγνωστικές ικανότητες.

Επειδή οι μαθητές δίνουν μεγάλη αξία σε ό,τι έχει να κάνει με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, μπορούν να οδηγηθούν σε παρανοήσεις παίρνοντας στην κυριολεξία τις εικόνες που παρουσιάζουν αφηρημένες έννοιες (Wellington, 2004). Επίσης, όταν ένα επιστημονικό μοντέλο παρουσιάζεται πολύ απλοποιημένο, δίνει την εντύπωση στο μαθητή ότι είναι πολύ εύκολα διαχειρίσιμο (Hennessy et al., 2006). Οι μαθητές, παρακολουθώντας μόνο animation και προσομοιώσεις, εμπλέκονται σε έναν πειραματισμό χωρίς σχέδιο, ανεπαρκή και ασαφή. Αντίθετα, η παραγωγική μάθηση απαιτεί οργάνωση, δομημένες εργασίες και συστηματική εξάσκηση (Linn, 2004). Σύμφωνα με την κονστρουκτιβιστική θεωρία μάθησης (Ausubel, 1963), για να επιτευχθεί μάθηση με νόημα, πρέπει οι νέες πληροφορίες και γνώσεις να ενταχθούν στις προϋπάρχουσες γνώσεις και αξίες. Επίσης, οι μαθητές πρέπει να κάνουν αναστοχασμό στις πράξεις τους για να κατασκευάσουν τη γνώση που μπορούν να χρησιμοποιήσουν. Η στήριξη που μπορεί να παρέχει ο δάσκαλος, σε συνδυασμό με τη βοήθεια των λογισμικών, μπορεί να δημιουργήσει ένα πολύ καλό κλίμα συμπαράστασης (Tabak, 2004). Ο δάσκαλος πρέπει να συζητά και να εκμαιεύει τις ιδέες των μαθητών και συγχρόνως να τονίζει τους περιορισμούς στους οποίους υπόκειται αυτό που παρουσιάζεται στον υπολογιστή (Soderberg & Price, 2003). Θα είχε πολύ θετικά αποτελέσματα αν ο δάσκαλος παρεμβαίνοντας έκανε εμφανείς τις ανακολουθίες και αντιφάσεις μεταξύ των λεκτικών και εικονογραφημένων πληροφοριών που προβάλλονται στο animation (Ardac & Akaygun, 2005). Σύμφωνα με την κονστρουκτιβιστική άποψη, πρέπει να γίνει προσπάθεια από το δάσκαλο να εμπλέξει τον μαθητή πιο βαθιά και στοχαστικά σε κάθε θέμα που μαθαίνει. Θα πρέπει να συνδεθεί το θέμα που μαθαίνει ο μαθητής με τη ζωή του, να συνδεθούν αξιώματα και πρακτική καθώς και το παρελθόν με το παρόν. Θα πρέπει να καταφέρουν οι μαθητές να σκέφτονται μέσα από έννοιες και καταστάσεις, παρά να απομνημονεύουν.

Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζουν οι απόψεις των δασκάλων για την εισαγωγή των animation στην τάξη και την αποτελεσματική τους εφαρμογή (Dori & Barnea, 1997· Hazzan, 2003· Zacharia, 2003). Έτσι, η επιτυχία της εισαγωγής των ηλεκτρονικών υπολογιστών στη διδασκαλία, ως ένα εργαλείο για την ενδυνάμωση της μάθησης, εξαρτάται από το αν ο δάσκαλος έχει θετική στάση (Dori & Barnea, 1997). Σε

μελέτη που έχει γίνει σε δασκάλους φυσικών επιστημών (Zacharia, 2003), φαίνεται ότι οι πεποιθήσεις τους επηρεάζουν τις στάσεις τους, και η στάση τους επηρεάζει τις προθέσεις τους να ενσωματώσουν τους υπολογιστές ως εργαλείο διδασκαλίας στην τάξη. Επίσης, τίθεται το ερώτημα, ποια είναι η κατάλληλη στιγμή για να χρησιμοποιηθεί το animation στην τάξη, σε ποιό στάδιο εκμάθησης πρέπει να χρησιμοποιηθεί (Barton & Still, 2004). Έχει παρατηρηθεί (Hazzan, 2003), ότι πολλές φορές οι μαθητές που παρακολουθούν ένα animation, προχωρούν στην επόμενη φάση χωρίς να έχουν κατανοήσει την προηγούμενη, πράγμα που επιδρά αρνητικά στη μάθησή τους. Σύμφωνα μα τους Barton & Still (2004), η τεχνολογία συνήθως χρησιμοποιείται για να δώσει συνέχεια και να εφαρμόσει θεωρίες, οι οποίες πρώτα θα έχουν διδαχθεί, οπότε οι μαθητές θα είναι εξοικειωμένοι με βασικές έννοιες, όρους και διαδικασίες.

Σύμφωνα με έρευνα των Yarden & Yarden, (2011), η στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στη χρήση των animation είναι θετική και οι τρόποι με τους οποίους χρησιμοποιούνται στην τάξη ποικίλοι. Βέβαια, δεν μπορούν να αποσιωπηθούν κάποιοι περιορισμοί που τίθενται από τη φύση των animations, όπως το γεγονός ότι οι αναπαραστάσεις τους δεν μπορούν να επιβαρυνθούν με πολλές λεπτομέρειες, οι παρανοήσεις που μπορεί να αποκτήσουν οι μαθητές σε σχέση με το μέγεθος και το σχήμα (π.χ. μόρια) ή και την κίνηση των αντικειμένων που παρουσιάζονται.

Παρά την περιπλοκότητα που αναφέρεται στις δηλώσεις των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν στην έρευνα σχετικά με τις στατικές και δυναμικές πλευρές των οπτικών αναπαραστάσεων των animation, τονίζουν ότι τα animation αποτελούν ένα ωφέλιμο εργαλείο για την εκμάθηση επιστημονικών μεθόδων. Τα χαρακτηρίζουν ως αποτελεσματικά εργαλεία σε σύγκριση με άλλες στρατηγικές διδασκαλίας ή άλλα εποπτικά εργαλεία, όπως π.χ. διαφάνειες, κυρίως λόγω της δυναμικής τους και της συνεχόμενης ροής τους. Ένας από τους λόγους που οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τα animation, είναι γιατί μπορούν να δώσουν λύσεις σε πρακτικές δυσκολίες, π.χ. να «ζουμάρουν» σε συγκεκριμένη περιοχή του DNA και να φανεί ότι οι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί σχηματίζονται μεταξύ ατόμων του ίδιου κλώνου του DNA και όχι ανάμεσα στους δύο κλώνους (Yarden & Yarden, 2011).

Επίσης, η συνεχής φύση των animation τα καθιστά ικανά εργαλεία π.χ. μπορεί να φανεί όλη η εξέλιξη μιας διεργασίας και να χρονομετρηθεί όπως π.χ. η δράση των περιοριστικών ενζύμων. Επίσης, τα animation δίνουν την ευκαιρία στον εκπαιδευτικό να κατανοήσει τα νοερά μοντέλα που έχει διαμορφώσει ο μαθητής στο μυαλό του και να τα βελτιώσει (Yarden & Yarden, 2011).

Άλλο ένα ερώτημα που αναδύεται από την έρευνα αυτή είναι ποιό είναι το βέλτιστο στάδιο εκμάθησης στο οποίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα animations. Οι περισσότεροι από τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην έρευνα πιστεύουν πως πρέπει να χρησιμοποιούνται στα ανώτερα στάδια μάθησης, γιατί όταν ο μαθητής έχει αποκτήσει περισσότερες γνώσεις είναι πιο εύκολο να διαχειριστεί τα στοιχεία που προβάλλονται από τα animation. Είναι πιο εύστοχο η προβολή να γίνει στο τέλος της διδασκαλίας μιας ενότητας, παρά στην αρχή όπου οι μαθητές δε γνωρίζουν τους σκοπούς της διαδικασίας ή τους παράγοντες που επιδρούν , κάτι που το καθιστά δυσκολότερο. Βέβαια, και ο τρόπος προβολής παίζει ρόλο και εξαρτάται από τις απαιτήσεις της διδασκαλίας. Μπορεί οι μαθητές να εκτεθούν αρχικά στη συνολική διεργασία και μετά να επικεντρωθούν στις λεπτομέρειες ή και το αντίθετο, πρώτα να γίνει κατανοητή η διεργασία σταδιακά και έπειτα να προβληθεί ολοκληρωμένη.

Σε δύο μελέτες περίπτωσης της έρευνας των Yarden & Yarden, όπου ο ένας εκπαιδευτικός ενσωμάτωσε το animation σε δασκαλοκεντρική διδασκαλία, ενώ ο άλλος σε μαθητοκεντρική προκύπτει ότι κατά τη δασκαλοκεντρική διδασκαλία, σύμφωνα με τον εκπαιδευτικό που την εφάρμοσε, απαιτείται λιγότερος χρόνος. Ο δάσκαλος πρώτα παρουσιάζει το θέμα και έπειτα γίνεται η προβολή του animation, το οποίο αυτός διαχειρίζεται έτσι όπως το θεωρεί απαραίτητο (το σταματάει για να επικεντρωθούν οι μαθητές κάπου, το βάζει από την αρχή αν κάτι δεν γίνει κατανοητό). Ο δάσκαλος ως οδηγός, καταφέρνει να κάνει τη μάθηση με animation να έχει νόημα. Κατά τη μαθητοκεντρική διδασκαλία, ο εκπαιδευτικός δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να δουλεύουν μόνοι τους με το animation, είναι πιο ενεργητικοί κατά την πλοήγηση και ο δάσκαλος παίζει το ρόλο του συντονιστή μεταξύ του μαθητή και του animation (π.χ. διατυπώνοντας ερωτήσεις). Η μορφή αυτή της διδασκαλίας θεωρήθηκε αποτελεσματική από τον εκπαιδευτικό που την εφάρμοσε, παρά το γεγονός ότι απαιτεί αρκετό χρόνο.

Όσον αφορά στη συνεισφορά των δασκάλων στην ενσωμάτωση των animation στην τάξη κατά την εκμάθηση επιστημονικών μεθόδων (Yarden & Yarden, 2011), εστιάζεται σε τρεις τομείς,

- στο να μεταφερθεί στην πραγματικότητα αυτό που προβάλλεται στο animation, δηλαδή πως μπορεί να γίνει πρακτικά π.χ. στο σχολικό εργαστήριο. Ο δάσκαλος εξηγεί τη λογική κάποιων δύσκολων διεργασιών προσπαθώντας να περιγράψει πώς θα γίνονταν στην πραγματικότητα ή παρεμβαίνει σε κάποια στάδια της διεργασίας που μπορεί να έχουν παραληφθεί από το animation.

- στο να βοηθήσει ο δάσκαλος τους μαθητές του να αντιμετωπίσουν το γνωστικό φορτίο. Αυτό μπορεί να το καταφέρει είτε εφαρμόζοντας το δασκαλοκεντρικό, είτε το μαθητοκεντρικό μοντέλο διδασκαλίας. Σύμφωνα με το πρώτο, οι μαθητές καθοδηγούνται από το δάσκαλο κατά την αλληλεπίδρασή τους με το animation, ώστε να γίνει πιο κατανοητό. Στο δεύτερο μοντέλο, οι μαθητές υποστηρίζονται από το δάσκαλο μόνο όταν εντοπίζονται παρανοήσεις κατά τη διάρκεια παρακολούθησης του animation.

- στην εφαρμογή του κονστρουκτιβισμού. Να γίνει σύνδεση των δραστηριοτήτων που έγιναν με τη βοήθεια του animation, με τις προηγούμενες γνώσεις των μαθητών, ώστε οι δραστηριότητες αυτές να αποκτήσουν νόημα. Επίσης, να συνδεθούν οι δραστηριότητες αυτές και με άλλες εμπειρίες των μαθητών, όπως τις εμπειρίες που αποκτούν στο εργαστήριο. Και οι δύο καθηγητές που συμμετείχαν στην έρευνα, αν και εφάρμοσαν διαφορετικά στυλ διδασκαλίας, μαθητοκεντρικό ο ένας και δασκαλοκεντρικό ο άλλος, περιείχαν κονστρουκτιβιστικά στοιχεία στη διδασκαλία τους με τη χρήση των animation. Στο δασκαλοκεντρικό μοντέλο, ο εκπαιδευτικός εξηγεί και επεκτείνει το νόημα των εννοιών που πιστεύει ότι είναι κρίσιμες για την κατανόηση του περιεχομένου. Προσπαθεί να γνωρίζουν οι μαθητές του ποιες έννοιες βρίσκονται πίσω από αυτό που παρουσιάζεται στο animation. Η υποστηρικτική του προσπάθεια στηρίζεται στην παιδαγωγική που εφαρμόζει και στη γνώση του περιεχομένου. Στο μαθητοκεντρικό μοντέλο, ο εκπαιδευτικός στηρίζει τις αδυναμίες των

μαθητών που προκύπτουν κατά την παρακολούθηση του animation. Παίρνει αφορμή να επεκτείνει τις έννοιες που έχουν κατανοήσει οι μαθητές και να φωτίσει αυτές που είναι δύσκολο να γίνουν αντιληπτές. Δομώντας κείμενα και ερωτήσεις με κατάλληλο τρόπο παρακινεί τους μαθητές να σκεφτούν βαθύτερα για τις έννοιες που προβάλλονται στο animation και τη μεταξύ τους σχέση. Οι δάσκαλοι που υπηρετούν τον κονστρουκτιβισμό, διερευνούν πώς οι μαθητές τους βλέπουν κάποιο πρόβλημα που συναντούν στη μαθησιακή διαδικασία και πώς θα το αντιμετωπίσουν. Ο ρόλος τους είναι να κάνουν το animation να αποκτήσει νόημα. Μαθητές και δάσκαλοι εργάζονται μαζί για να γίνει εφικτή η μεταφορά της γνώσης από το animation σε άλλα μαθήματα, δραστηριότητες του σχολείου, αλλά και στην καθημερινή ζωή.

1.14. Μαθησιακά αποτελέσματα από τη χρήση των animations

Τρεις πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι τα animations αυξάνουν την εμπλοκή των μαθητών και το ενδιαφέρον τους, αλλά ερωτήματα παραμένουν σχετικά με το αν οι οπτικοποιήσεις έχουν αποτέλεσμα στη μάθηση και την κατανόηση (Annetta et al., 2009· Korakakis et al., 2009· Limniou, Roberts & Papadopoulos, 2008).

Οι Κορακάκης κ.α (2009), μελέτησαν 212 Έλληνες μαθητές Β΄ Λυκείου για να εξακριβώσουν αν η χρήση συγκεκριμένων τύπων οπτικοποιήσεων (απεικονίσεις 3-D, 3-D animations και 3-D διαδραστικά animations), όταν συνδυάζονται με αφήγηση ή κείμενο, ενδυναμώνουν την κατανόηση των μεθόδων διαχωρισμού των μιγμάτων (απόσταξη, κλασματική απόσταξη, εκχύλιση, φυγοκέντριση, διήθηση, εξάτμιση, χρωματογραφία, κοσκίνισμα και μαγνητικός διαχωρισμός). Βρέθηκε ότι οι μαθητές στους οποίους ανατέθηκε το animation 3-D και το διαδραστικό 3-D animation, χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να μάθουν το κείμενο από ότι οι μαθητές που ασχολήθηκαν με τις 3-D εικονογραφήσεις. Αυτοί οι μαθητές επίσης συνάντησαν δυσκολία στο να δομήσουν τις πληροφορίες από τις δυναμικές οπτικοποιήσεις, γιατί οι πληροφορίες ξεδιπλώνονται πολύ γρήγορα. Επίσης, αποδεικνύεται ότι τα αλληλεπιδραστικά στοιχεία δημιουργούν ένα επιπλέον γνωστικό φορτίο για τους

μαθητές που στερούνται χωρικής ικανότητας για να συλλάβουν πλήρως την οπτικοποίηση.

Αν και αυξάνεται το ενδιαφέρον και η έλξη των μαθητών με τα διαδραστικά 3-D animations και τα animations, η κατανόηση του θέματος δε βελτιώνεται. Παρατηρείται ότι τα πιο δυναμικά animations ενισχύουν την εμπλοκή των μαθητών, αλλά καταλαμβάνουν και μεγαλύτερο μέρος στη μνήμη τους.

Σε άλλη μελέτη (Limniou, Roberts & Papadopoulos, 2008), ερευνήθηκε πως τα 2-D και τα 3-D animations που αφορούν στη Χημεία και έχουν σχεδιαστεί για περιβάλλον πλήρους εικονικής πραγματικότητας επηρεάζουν το ενδιαφέρον των μαθητών και το κίνητρο για μάθηση. Οι μαθητές που είχαν εμπλοκή με τα 3-D animations ήταν πιο ενθουσιασμένοι και κατανόησαν καλύτερα τη μοριακή δομή και τις αλλαγές κατά τη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης από τους μαθητές που ασχολήθηκαν με τα 2-D animations. Εντούτοις, δεν είναι ξεκάθαρο πότε οι μαθητές κατανοούν αληθινά τις έννοιες, δεδομένου ότι «είχαν την αίσθηση ότι βρίσκονται μέσα στη χημική αντίδραση και αντιμετώπιζαν τα 3-D μόρια σαν να ήταν αληθινά αντικείμενα μπροστά τους προσπαθώντας να τους αρπάξουν» (σελ. 592).

Οι μελέτες δείχνουν ότι το σημαντικό χαρακτηριστικό των δυναμικών μέσων είναι η ικανότητά τους να τονώσουν το ενδιαφέρον και την εμπλοκή των μαθητών. Παραμένει όμως ασαφές πότε τα δυναμικά μέσα ενδυναμώνουν τη μάθηση και την κατανόηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών.

Μια άλλη πτυχή της έρευνας εξετάζει την επιρροή συγκεκριμένων animations και οπτικοποιήσεων στην κατανόηση και την εννοιολογική αλλαγή μαθητών διαφόρων ηλικιών σε διάφορα επιστημονικά θέματα. Οι μελέτες αυτές παρέχουν πληροφορίες για συγκεκριμένους τύπους οπτικοποιήσεων, σκοπούς και μεθόδους εφαρμογής, τα περιεχόμενα και τις συνθήκες στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί ώστε να υποστηρίξουν με επιτυχία την εννοιολογική κατανόηση.

Αν και ορισμένες έρευνες δείχνουν ότι τα animations δεν επιφέρουν καμία σημαντική αλλαγή στη μάθηση των μαθητών και στην εννοιολογική αλλαγή, άλλες δείχνουν ότι κάτω από ορισμένες συνθήκες τα animations μπορούν να αποτελούν χρήσιμη πηγή εκμάθησης.

Οι Özmen, Demircioğlu και Demircioğlu (2009), διερεύνησαν τα αποτελέσματα των animations στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών για τους χημικούς δεσμούς. Η πειραματική ομάδα που έλαβε κείμενα εννοιολογικής αλλαγής συνοδευόμενα από διδασκαλία με τη χρήση animations, και η ομάδα σύγκρισης έλαβε μια απλή διδασκαλία στην οποία ο διδάσκων χρησιμοποιούσε πολλά παραδείγματα με τη βοήθεια του πίνακα και της συζήτησης. Η διδασκαλία με τη χρήση animations, στην οποία παρατηρήθηκε έντονη εμπλοκή των μαθητών και αλληλεπίδραση, δεν έφερε σημαντική αλλαγή στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τους χημικούς δεσμούς.

Οι Yarden και Yarden (2011), σύγκριναν την κατανόηση της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμερισμού (polymerase chain reaction, PCR), χρησιμοποιώντας animations, με αυτή των μαθητών στους οποίους δόθηκαν μόνο εικόνες. Βρέθηκε ότι τα animations είχαν σαφές πλεονέκτημα συγκριτικά με τις εικόνες στην κατανόηση των μαθητών.

Οι Holzinger, Kickmeier-Rust και Albert (2008), βρήκαν διακριτές διαφορές στην επίδοση μεταξύ μαθητών που εκτίθενται σε δυναμικά μέσα και σε αυτούς που εκτίθενται σε στατικά μέσα. Τα αποτελέσματά τους δείχνουν ότι όσο πιο σύνθετο είναι το υλικό προς μάθηση, τόσο μεγαλύτερα είναι τα πλεονεκτήματα των δυναμικών μέσων σε σύγκριση με τα στατικά μέσα. Εντούτοις, οι ερευνητές τονίζουν ότι «τα δυναμικά μέσα είναι απαραίτητα να διευκολύνουν τη μάθηση όταν αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό μοντέλο μιας διαδικασίας ή ενός συστήματος. Αυτή η αναπαράσταση πρέπει να βρίσκεται στα όρια του γνωστικού συστήματος και πρέπει να οικοδομείται πάνω στις προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες των μαθητών» (σ. 287).

Ο Rieber (1990), σύγκρινε τα αποτελέσματα της χρήσης στατικών γραφικών, κινούμενων οπτικοποιήσεων και την παντελή έλλειψη γραφικών στο μάθημα της φυσικής στο δημοτικό σχολείο. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι «οι κινούμενες αναπαραστάσεις του περιεχομένου του μαθήματος, επηρεάζουν την επίδοση των μαθητών, εφόσον γίνεται πρακτική άσκηση, ενώ τα αποτελέσματα αυτά εκμηδενίζονται χωρίς πρακτική» (σ. 138-139). Προτείνει τις παρακάτω πρακτικές για πιο αποτελεσματική εφαρμογή των animations στις Φυσικές Επιστήμες του δημοτικού σχολείου: i) διδασκαλία μαθημάτων που απαιτούν απεικόνιση της

κίνησης, ii) χρήση υλικού που είναι αρκετά, αλλά όχι υπερβολικά δύσκολο, iii) προσανατολισμός της προσοχής των μαθητών στις λεπτομέρειες των γραφικών, iv) χρήση και άλλων διδακτικών δραστηριοτήτων σε συνδυασμό με τα animations.

Έχουν δημιουργηθεί και προγράμματα οπτικοποιήσεων για τους Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές ώστε να συμπληρώσουν τα παραδοσιακά βιβλία Χημείας. Οι Wu, Krajcik και Soloway (2001), αναφέρουν ότι ένα πρόγραμμα Η/Υ (που ονομάζεται eChem), ήταν ένα αποτελεσματικό εργαλείο οπτικοποίησης που βοηθά τους μαθητές στο μάθημα της Χημείας να απεικονίσουν, να κατανοήσουν και να διαχειριστούν νοερά τα χημικά μόρια. Βρήκαν ότι χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό υπολογιστικών και συγκεκριμένων μοντέλων, βοηθούν τους μαθητές να αποκτήσουν εννοιολογική γνώση σε μικροσκοπικό και μακροσκοπικό επίπεδο και να κατανοήσουν επακριβώς ιδιότητες, δομές και βαθύτερες έννοιες.

Οι έρευνες που αφορούν στα animations, τις οπτικοποιήσεις και την εννοιολογική αλλαγή, δείχνουν ότι τα μέσα αυτά δεν είναι αποτελεσματικά όταν χρησιμοποιούνται απομονωμένα. Η εφαρμογή των επιστημονικών οπτικοποιήσεων απαιτεί ειδικές συνθήκες. Αν οι οπτικοποιήσεις υπάρχουν για να υποστηρίξουν την απόκτηση γνώσης και την εννοιολογική αλλαγή στις επιστήμες, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη το επίπεδο και τις ικανότητες των μαθητών και να παρέχουν σαφείς οδηγίες για τη χρήση τους. Επιπλέον, οι μαθητές πρέπει να έχουν οπτικοχωρικές ικανότητες για να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν τις οπτικοποιήσεις.

Στη μελέτη της Linn (2003), υπογραμμίζεται η αναγκαιότητα για σαφείς οδηγίες ώστε να διασφαλιστεί η αποτελεσματική χρήση των οπτικοποιήσεων στις Φυσικές Επιστήμες. Σύμφωνα με αυτή, οι οπτικοποιήσεις είναι χρήσιμες για την ερμηνεία ιδεών, όμως χωρίς οδηγίες για τις τεχνικές οπτικοποίησης οι μαθητές συχνά συναντούν δυσκολίες στην ερμηνεία των πληροφοριών που παρουσιάζονται τρισδιάστατα. Βρέθηκε ότι οι μαθητευόμενοι μπορεί να πάθουν σύγχυση από τις επιστημονικές οπτικοποιήσεις γιατί δεν έχουν το ίδιο γνωστικό υπόβαθρο με τους δημιουργούς της οπτικοποίησης. Το ενδιαφέρον της Linn επικεντρώνεται στη σημασία του προγραμματισμού, πότε και πώς χρησιμοποιούνται διαφορετικοί τύποι οπτικοποιήσεων προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η χρησιμότητά τους.

Η οπτικοποίηση στις επιστήμες υπηρετεί πολλούς σκοπούς, σε πολλούς κλάδους. Αποτελεί ένα μέσο μεταφοράς, αναπαράστασης και επικοινωνίας με τις ουσιώδεις λειτουργίες και χαρακτηριστικά σύνθετων επιστημονικών εννοιών. Οι Hall και Obregon (2002), δηλώνουν ότι: «οι εικόνες και τα γραφικά μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν για να μεταφέρουν πληροφορίες από οποιαδήποτε απόσταση και σχεδόν σε όλους τους τομείς». Έτσι, οι οπτικοποιήσεις έχουν ένα μεγάλο εύρος πιθανοτήτων και δυναμικών εφαρμογών γι αυτούς που κατανοούν πώς να τις διαβάσουν και πώς να τις χρησιμοποιήσουν.

Σε πολλές περιπτώσεις τα animations δεν προσφέρουν κανένα όφελος συγκρινόμενα με τα στατικά γραφικά, ακόμα και αν το περιεχόμενο εμπεριέχει αλλαγές κατά τη διάρκεια του χρόνου (Tversky, Bauer-Morrison & Betrancourt, 2002). Αυτό συμβαίνει όταν οι έννοιες είναι απλές ή βασικές. Όπως σε ένα μάθημα σχεδιασμένο για το δημοτικό σχολείο, η χρήση animation για την ανάλυση των νόμων του Νεύτωνα για την κίνηση δεν οδήγησε σε καλύτερη κατανόηση, μιας και η κίνηση είναι μια βασική δυναμική έννοια (Rieber, 1990). Τα οφέλη της χρήσης των animation φαίνονται πιο καθαρά σε πιο αφηρημένες καταστάσεις και σύνθετες έννοιες της Φυσικής. Οι Catrambone και Fleming Seay (2002), βρήκαν ότι τα animations είχαν θετικά αποτελέσματα στις επιδόσεις σε δύσκολα προβλήματα μεταφοράς γνώσης. Τα οφέλη όμως των animations εκμηδενίζονται όταν συνοδεύονται από κείμενο προσεκτικά σχεδιασμένο που παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες.

Η αποτυχία των animations να έχουν οφέλη, μπορεί να οφείλεται και στον τρόπο που ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται και συλλαμβάνει τις δυναμικές πληροφορίες. Ο ανθρώπινος αντιληπτικός εξοπλισμός δεν είναι πολύ αποτελεσματικός όσον αφορά στην επεξεργασία των χρονικών αλλαγών που περιλαμβάνουν τα animations. Αν και ανιχνεύουμε την κίνηση σχεδόν αυτόματα, είμαστε ανίκανοι να προσομοιώσουμε νοερά τις πραγματικές τροχιές (Kaiser, 1992). Επίσης, ακόμα και αν η κίνηση είναι ομαλή και συνεχής, ο άνθρωπος μπορεί να τη συλλαμβάνει με τη μορφή διακριτών βημάτων (Hegarty,1992).

Εντούτοις, τα animation είναι ο μόνος τρόπος να αναπαρασταθούν μεταπτώσεις (αλλαγές) μεταξύ των διακριτών βημάτων σε ένα δυναμικό σύστημα και είναι

απαραίτητο για τους μαθητές που δεν μπορούν να προσομοιώσουν νοερά τη λειτουργία του συστήματος από τα στατικά γραφικά (η οποία καλείται δυνατότητα της λειτουργίας του animation, Schnotz, 2002).

Έρευνες δείχνουν πως όταν οι μαθητές μπορούν να ελέγχουν το ρυθμό του animation, βρίσκουν το υλικό πιο απολαυστικό και επιπλέον παρουσιάζουν καλύτερη επίδοση στα τεστ που μετρούν τη βαθιά κατανόηση συγκριτικά με τους μαθητές που δεν ελέγχουν το animation. Ο έλεγχος της ροής του animation μπορεί να καλύψει τον αντιληπτικό περιορισμό, από τη στιγμή που υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του «pause», καθιστά ικανούς τους μαθητές να επεξεργαστούν τη συνεχή ροή των πληροφοριών χωρίς αντιληπτική και εννοιολογική υπερφόρτωση. Οι νέες πληροφορίες μπορούν να επεξεργασθούν και να ενσωματωθούν σταδιακά στο νοερό μοντέλο (Mayer & Chandler, 2001).

Επιπλέον, οι μαθητές που έχουν τον απόλυτο έλεγχο στο ρυθμό και την κατεύθυνση του animation, μπορούν να ελέγχουν τους γνωστικούς πόρους (π.χ. προσοχή και επεξεργασία) που διαθέτουν σε κάθε κομμάτι του animation. Ο Schwan (2000), και οι συνεργάτες του, απέδειξαν ότι οι χρήστες που έχουν έλεγχο στο ρυθμό και την κατεύθυνση ενός βίντεο, ξόδευαν περισσότερο χρόνο στα δύσκολα σημεία του βίντεο. Άλλο ένα θέμα είναι η ανάγκη να διαχωριστεί σε τμήματα το animation, ώστε να βοηθηθούν οι μαθητές να κατανοήσουν τη λειτουργία του συστήματος. Ένας άμεσος τρόπος κατάτμησης είναι η παύση μετά από κάθε κύρια φάση.

Τα αποτελέσματα όμως είναι ασυνεπή σχετικά με το κέρδος που μπορεί να έχει κάποιος από τον απόλυτο έλεγχο του animation. Σε έρευνες φαίνεται ότι οι αρχάριοι μαθητές δεν έχουν την ικανότητα να αναγνωρίζουν τα πιο σημαντικά και σχετικά μέρη του animation και δεν μπορούν να διαχειριστούν τον έλεγχο πολύ αποτελεσματικά (Lowe, 2003· Kettanurak, Ramamurthy& Haseman, 2001).

Άλλος καθοριστικός παράγοντας στην αποτελεσματικότητα του animation, που και αυτός δεν έχει ερευνηθεί αρκετά, είναι η διαφορετική εμπειρία και οι διαφορετικές οπτικοχωρικές ικανότητες των ατόμων. Γενικά, τα οφέλη είναι περισσότερα κατά τη διδακτική διαδικασία στους αρχάριους παρά στους προχωρημένους (Mayer & Sims, 1994). Οι έμπειροι μαθητές , που έχουν ήδη σχηματίσει νοερά μοντέλα, μπορούν να βασιστούν στη λειτουργία της μακρόχρονης μνήμης τους για να μάθουν τα σύνθετα

φαινόμενα. Σε μερικές περιπτώσεις, ένα animation σε μαθητευόμενους που είναι ικανοί να απεικονίσουν νοερά το σύστημα, είναι επιζήμιο στη μάθησή τους, αφού περιλαμβάνει μια επιφανειακή επεξεργασία του εκπαιδευτικού υλικού (Schnotz, Boeckheler & Gzrondziel, 1999· Schnotz & Lowe, 2003).

1.15. Αποτελεσματικότητα των animations

Υπάρχουν αρκετοί εύλογοι λόγοι για τους οποίους τα animations δεν είναι πάντα πιο αποτελεσματικά από τα στατικά διαγράμματα κατά τη διδασκαλία δυναμικών συστημάτων.

Πρώτον, τα animations είναι παροδικά (Ainsworth & van Labeke, 2004). Όταν κάποιος παρακολουθεί ένα animation, βλέπει μια σκηνή κάθε φορά, μετά από λίγο προβάλλεται η επόμενη σκηνή και η προηγούμενη δεν είναι πια ορατή. Έτσι οι μαθητές πρέπει να διατηρήσουν τις πληροφορίες που προβάλλονται σε κάθε σκηνή ώστε να τις ενσωματώσουν σε ένα δυναμικό μοντέλο (Lowe, 1999). Επίσης, τίθεται το ερώτημα αν η αντίληψη και η κατανόηση μπορούν να συμβαδίσουν με το ρυθμό που παρουσιάζεται το animation. Αντίθετα, η προβολή μιας στατικής εικόνας είναι διαδραστική και ο ρυθμός καθορίζεται από το άτομο, με την έννοια ότι μπορεί να την κοιτάει όση ώρα επιθυμεί και επιπλέον μπορεί να κοιτάει πίσω ή μπροστά, διαφορετικές φάσης της προβολής, ώστε να κατανοήσει τη δυναμική διαδικασία.

Δεύτερον, η οπτική προσοχή μπορεί να περιορίζει το τί μπορεί κάποιος να μάθει από το animation. Σε σύνθετα συστήματα, μπορεί αρκετά στοιχεία να κινούνται μαζί κάθε φορά, ή μια σειρά γεγονότων να συμβαίνει ταυτόχρονα. Σε αυτή την περίπτωση αυτός που παρακολουθεί πρέπει να προσέχει και να συσχετίσει τις σχετικές αλλαγές που συμβαίνουν σε διαφορετικές περιοχές του χώρου. Όταν όμως η προσοχή μας εστιάζει σε μια περιοχή της οθόνης είναι επόμενο να χάνουμε κάποιες αλλαγές που παρουσιάζονται σε άλλο σημείο αυτής και αυτό συμβαίνει πιο έντονα όταν τα οπτικά εξέχοντα στοιχεία του animation δεν είναι και πολύ σχετικά με το θέμα που προβάλλει (Lowe, 2003).

Τρίτον, η μάθηση από ένα animation μπορεί να είναι λιγότερο αποτελεσματική επειδή η παρακολούθησή του είναι μια παθητική διαδικασία. Αντίθετα, συνάγοντας

πώς ένα σύστημα κινείται από ένα στατικό διάγραμμα ή μια σειρά εικόνων που παριστάνουν διαφορετικές φάσεις ενός συστήματος (νοερό animation) είναι πιο ενεργή γνωστική διαδικασία. Φαινόμενα όπως η αυτοδημιουργία (Slamecka & Graf, 1978) και η αυτοεξήγηση (Chi et al.,1994) δείχνουν ότι οι άνθρωποι μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά αν είναι πιο ενεργητικοί στη μαθησιακή διαδικασία και παράγουν ιδέες ή επεξηγήσεις.

Τέταρτον, μπορεί να υπάρχει μια αναντιστοιχία μεταξύ της μορφής του animation και της μορφής του εσωτερικού νοερού μοντέλου για το πώς λειτουργεί ένα σύστημα. Όταν παρουσιάζεται ένα σύστημα σε κίνηση, πολλά από τα μέρη του κινούνται κάθε φορά, έτσι ένα ρεαλιστικό animation δείχνει αυτές τις κινήσεις ταυτόχρονα. Όπως ειπώθηκε και προηγουμένως, όταν κάποιος προσπαθεί να κατανοήσει πώς λειτουργεί ένα σύστημα , συμπεραίνει την κίνηση των στοιχείων του ξεχωριστά ως μια αιτιακή αλυσίδα γεγονότων, είναι μια αναπαράσταση διαδοχικών γεγονότων παρά μια συνεχής κίνηση.

Τα animations πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν χρειάζονται, όταν είναι ξεκάθαρο ότι οι μαθητευόμενοι θα έχουν όφελος από αυτό, όπως στις παρακάτω περιπτώσεις:

- όταν οι έννοιες ή το φαινόμενο που παρουσιάζεται στο animation περιλαμβάνει αλλαγές κατά τη διάρκεια του χρόνου και μπορεί να θεωρηθεί ότι οι μαθητευόμενοι δε θα είναι ικανοί να συνάγουν τις αλλαγές από στατικά γραφικά. Αν το animation χρησιμοποιείται χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η γνωστική σκοπιά, οι μαθητευόμενοι θα μπουν στη διαδικασία να επεξεργαστούν ένα υλικό που είναι σύνθετο, αλλά όχι χρήσιμο για την κατανόηση της λειτουργίας του φαινομένου. Οι Mayer, Heiser και Lonn (2001), έχουν δείξει ότι η μάθηση διαταράσσεται όταν προστίθεται άσχετο υλικό.

- όταν οι μαθητευόμενοι είναι αρχάριοι σ’ αυτόν τον τομέα, οπότε δεν μπορούν να σχηματίσουν ένα νοερό μοντέλο του φαινομένου (δυνατότητα) ή αντιμετωπίζουν ένα πολύ βαρύ γνωστικό φορτίο (διευκόλυνση). Αν οι μαθητευόμενοι μπορούν να προσομοιώσουν νοερά το φαινόμενο καταβάλλοντας κάποια προσπάθεια, παρέχοντάς τους το animation, εμποδίζουμε την εκτέλεση της νοερής προσομοίωσης του συστήματος, οπότε

οδηγούνται σε μια επιφανειακή επεξεργασία του γραφικού υλικού. Σε αυτή την περίπτωση, το animation δεν είναι ωφέλιμο και μπορεί να παρεμποδίσει τη μάθηση.

- όταν εμπλέκονται σύνθετες οπτικοχωρικές καταστάσεις και δυναμικές διαδικασίες (Najjar, 1998) συνίσταται η χρήση του animation.
- όταν παρουσιάζονται οπτικές αναπαραστάσεις ταυτόχρονα με λεκτικές επεξηγήσεις (Kaberman & Dori, 2009· Najjar, 1998)
- όταν συνδέονται άμεσα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα και με την προϋπόθεση ότι έχουν σημαντική συμβολή.
- όταν η χρήση των animation ενθαρρύνει την ενεργό μάθηση και τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών ενώ μαθαίνουν σε αυτό το περιβάλλον (Betrancourt, 2005).
- να μη γίνεται χρήση των animations όταν οι μαθητές έχουν την ικανότητα να φανταστούν μόνοι τους τα φαινόμενα ή τις διαδικασίες (Schnotz & Rasch, 2005).

1.16. Σχεδιασμός αποτελεσματικών animations

Η κατανόηση αυτών των περιορισμών μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία πιο αποτελεσματικών animation. Οι Tversky et al. (2002), πρότειναν δύο αρχές για το σχεδιασμό πιο αποτελεσματικών διδακτικών υλικών. Η πρώτη είναι *η αρχή της σύλληψης*, σύμφωνα με την οποία η εξωτερική αναπαράσταση πρέπει να σχεδιαστεί με τέτοιον τρόπο ώστε να είναι «αντιληπτή και κατανοητή εύκολα και με ακρίβεια». Η δεύτερη είναι *η αρχή της ομοιότητας*, σύμφωνα με την οποία τα animations πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να βρίσκονται σε αντιστοιχία με τον τύπο της εσωτερικής αναπαράστασης που το άτομο θέλει να ενισχύσει.

Στηριζόμενοι στην αρχή της σύλληψης, οι ερευνητές προτείνουν ότι ο σχεδιασμός των animations πρέπει να έχει δύο χαρακτηριστικά, τον έλεγχο της αλληλεπίδρασης και τη σήμανση της προσοχής (Kritz & Hegarty, 2007). Έχοντας τον έλεγχο της

αλληλεπίδρασης ο θεατής μπορεί να επιταχύνει ή να επιβραδύνει το animation ώστε να ταιριάζει με την ταχύτητα που μπορεί αυτός και το κατανοεί, μπορεί να ξαναδεί κάποιες σκηνές με οποιαδήποτε σειρά, μπορεί να παραβλέψει άλλες και να δώσει προσοχή στα δύσκολα μέρη. Έτσι, οι μαθητές μπορούν να προσαρμόσουν τη διδασκαλία στις δικές τους ανάγκες. Επιπλέον, αλληλεπιδρώντας με δυναμικές επιδείξεις οι μαθητές γίνονται πιο ενεργοί στη μάθηση.

Η αλληλεπίδραση δημιουργεί μόνη της διάφορα προβλήματα, κυρίως στην κατανόηση. Πρώτον, η διεπαφή με τον υπολογιστή μπορεί να αποπροσανατολίσει την προσοχή του και να μην εστιαστεί στο θέμα που πρέπει να κατανοήσει και να μάθει από το animation. Δεύτερον, για να είναι κάποιος αποτελεσματικός, η αλληλεπίδραση με την οθόνη υποθέτει έναν μαθητή που δεν έχει μόνο κίνητρα, αλλά έχει τις μεταγνωστικές ικανότητες να χρησιμοποιεί την αλληλεπίδραση αποτελεσματικά και τη βασική γνώση ώστε να απομονώσει τα πιο σχετικά θέματα που προβάλλονται στην οθόνη. Οι αρχάριοι κυρίως μαθητές παρασύρονται από οπτικά εξέχοντα στοιχεία της επίδειξης που μπορεί να μην είναι σχετικά με το θέμα.

Έχει διαπιστωθεί πως ακόμα και όταν ο μαθητής έχει τον έλεγχο του ρυθμού της προβολής του animation, οι παρανοήσεις που μπορεί να έχει για το πώς λειτουργεί το σύστημα που επιδεικνύεται έχουν πολύ μεγάλη επιρροή στην κατασκευή του νοερού μοντέλου.

Έχει επίσης μελετηθεί η επίδραση της σηματοδότηση, που είναι η προσθήκη οπτικών ενδείξεων στο animation ώστε να κάνουν τα σημαντικά γεγονότα προεξέχοντα οπτικά. Μία τεχνική είναι η χρήση βελών για να επισημάνουν τα πιο σημαντικά στοιχεία της επίδειξης. Μια άλλη τεχνική είναι η χρήση διαφόρων χρωματικών ενδείξεων για να τραβήξουν την προσοχή στα πιο σημαντικά βήματα μιας αλυσίδας γεγονότων κατά την εξέλιξη του animation.

Η αρχή της ομοιότητας έχει αναλυθεί κατά κάποιο τρόπο παραπάνω. Κατά τη μελέτη της αντίληψης γεγονότων, την κατανόηση και την κατασκευή νοερών μοντέλων, φαίνεται ότι οι άνθρωποι τείνουν να αντιλαμβάνονται τις διαδικασίες ως αλληλουχία γεγονότων, ακόμα και αν προβάλλονται σε ένα συνεχές βίντεο ή animation (Hegarty, 1992). Έτσι εξηγείται γιατί μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική η κατανόηση της λειτουργίας ενός συστήματος με τη χρήση μιας σειράς εικόνων που δείχνουν όλες τις

φάσεις λειτουργίας εστιάζοντας στα πιο σημαντικά στοιχεία, παρά με ένα συνεχές animation . Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί η τμηματοποίηση, η προβολή δηλαδή ενός animation κατά τμήματα που το κάθε τμήμα αντιστοιχεί σε ένα γεγονός ενός αιτιακού συστήματος. Φαίνεται ότι οι μαθητές κάποιες φορές μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά με αυτόν τον τρόπο παρά παρακολουθώντας ένα αδιάκοπο animation (Hasler et al., 2007).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, μπορούμε να προτείνουμε τις εξής αρχές από τις οποίες πρέπει να διέπεται ο σχεδιασμός αποτελεσματικών animation (Mayer,2014):

- Η αρχή της σύλληψης

Τα εξωτερικά χαρακτηριστικά πρέπει να γίνονται αντιληπτά απευθείας από τους μαθητευόμενους. Με άλλα λόγια, ο γραφικός σχεδιασμός των αντικειμένων που απεικονίζονται στο animation ακλουθούν τη συμβατική αναπαράσταση στον τομέα τους. Σύμφωνα με την αρχή αυτή, οποιοδήποτε πρόσθετο χαρακτηριστικό που δεν είναι απαραίτητο για την κατανόηση, πρέπει να απαλειφθεί από το animation. Επίσης, ο ρεαλισμός δεν είναι απαραίτητος όταν ο στόχος είναι η κατανόηση του συστήματος ή ο διαχωρισμός των τμημάτων του.

- Η αρχή της αντιστοιχίας

Οι αλλαγές στο animation πρέπει να απεικονίζουν αλλαγές στο εννοιολογικό μοντέλο, παρά αλλαγές στη συμπεριφορά του φαινομένου. Με άλλα λόγια, ο ρεαλισμός του φαινομένου που παρουσιάζεται, μπορεί να παραμορφωθεί αν βοηθά στην κατανόηση των σχέσεων αιτίας – αποτελέσματος του συστήματος.

- Η αρχή της διαδραστικότητας

Οι πληροφορίες που παρέχονται μέσω του animation, κατανοούνται καλύτερα αν οι μαθητές μπορούν να ελέγχουν το ρυθμό του animation. Αυτό μπορεί να είναι ο διαχωρισμός του animation σε τμήματα. Έτσι, οι μαθητευόμενοι έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν τις νέες πληροφορίες πριν πάνε στην επόμενη σκηνή. Η παραδοσιακή λειτουργία του VCR παρέχει έλεγχο υψηλού βαθμού και πρέπει να δίνεται όταν ο μαθητευόμενος έχει την ικανότητα να γνωρίζει πώς θα διαθέσει τους γνωστικούς του πόρους σε κάθε φάση του animation.

- Η αρχή της καθοδήγησης της προσοχής

Τα animation συνήθως παρουσιάζουν ταυτόχρονες αλλαγές, οπότε είναι πολύ σημαντικό να μπορούν να οδηγήσουν τους μαθητές να κάνουν την επεξεργασία χωρίς να χάσουν τις αλλαγές. Επιπλέον, ο Lowe (2003), έδειξε ότι οι μαθητές στρέφουν την προσοχή τους σε χαρακτηριστικά που γίνονται εύκολα αντιληπτά (εμφανή), παρά στις αλλαγές που αφορούν στο θέμα, απλά γιατί οι αρχάριοι δεν μπορούν να διακρίνουν ποιά χαρακτηριστικά είναι σχετικά και ποιά άσχετα. Για να κατευθυνθεί η προσοχή των μαθητών σε συγκεκριμένα σημεία, πρέπει να σηματοδοτηθούν είτε λεκτικά, είτε γραφικά.

- Η αρχή της ευελιξίας

Αφού δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε από την αρχή το πραγματικό επίπεδο των γνώσεων των μαθητών, το πολυμεσικό εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να προσφέρει κάποιες επιλογές ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί στο επίπεδο αυτό. Οι πληροφορίες που παρέχονται από το animation πρέπει να είναι σαφώς διατυπωμένες ώστε να αποφευχθεί η υπερφόρτωση με στατικές και κινούμενες οπτικοποιήσεις. Τα animations παρουσιάζουν μια τεράστια ικανότητα να βελτιώσουν την κατανόηση δυναμικών καταστάσεων όπως τροχιές, μετασχηματισμούς ή σχετικές κινήσεις κυρίως στις Φυσικές Επιστήμες (βιολογία, μηχανική) όπως και αφηρημένες έννοιες (ηλεκτρικές ή μαγνητικές δυνάμεις, αλγορίθμους).

1.17. Συμπεράσματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης

Επιστημονικός εγγραμματισμός είναι η ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση ώστε να μπορεί να κατανοεί το φυσικό κόσμο που τον περιβάλλει, να κρίνει, να ερμηνεύει και να λαμβάνει αποφάσεις για τις αλλαγές που η ανθρώπινη δραστηριότητα επιφέρει σε αυτόν.

Η ικανότητα αυτή αξιολογείται από διάφορα προγράμματα, όπως το πρόγραμμα PISA, που αφορά σε δεκαπεντάχρονους μαθητές. Σύμφωνα με το πρόγραμμα αυτό, για να αξιολογηθεί ο επιστημονικός γραμματισμός, δεν αξιολογούνται μόνο βασικές γνώσεις, ικανότητες και δεξιότητες των μαθητών, αλλά και η στάση των μαθητών

προς τις Φυσικές Επιστήμες. Τα αποτελέσματα δείχνουν χαμηλό επιστημονικό γραμματισμό για τους μαθητές της χώρας μας, αλλά και ένα γενικότερο χαμηλό ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες. Πιο συγκεκριμένα, ενώ οι μαθητές εκδηλώνουν κίνητρα για μάθηση των Φυσικών Επιστημών, μόνο ένα μικρό ποσοστό παρουσιάζει υψηλό ενδιαφέρον προς αυτές.

Παρόμοια αποτελέσματα προκύπτουν και από την αξιολόγηση του προγράμματος ROSE. Σύμφωνα με αυτό, οι μαθητές εκδηλώνουν χαμηλό ενδιαφέρον για τις επιστημονικές έννοιες και τους επιστημονικούς τομείς μέσα στο σχολικό πλαίσιο. Αντίθετα εκδηλώνουν υψηλό ενδιαφέρον όταν τοποθετούνται σε διαφορετικά πλαίσια, όπως κοινωνικό, τεχνολογικό κ.α.

Στηριζόμενοι στα παραπάνω, επιδιώκουμε την ενδυνάμωση του ενδιαφέροντος προς τις Φυσικές Επιστήμες μέσα σε περιβάλλον πολυμεσικής διδασκαλίας/μάθησης. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζουμε στους μαθητές ένα animation που το περιεχόμενό του αφορά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τοποθετώντας το, εκτός από το επιστημονικό πλαίσιο και σε τεχνολογικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό. Το animation αυτό, το οποίο θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο, βρίσκεται στις κατευθύνσεις των προγραμμάτων STSE και αποτελεί ένα εργαλείο πολυμεσικής μάθησης.

Τα εκπαιδευτικά προγράμματα STSE δε στοχεύουν μόνο στην απόκτηση επιστημονικής γνώσης, αλλά και στην κατανόηση των σχέσεων μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας, κοινωνίας και περιβάλλοντος. Έτσι, η επιστήμη τοποθετείται σε ένα πλαίσιο οικείο, που έχει νόημα για τους μαθητές. Η εφαρμογή των προγραμμάτων STSE αποσκοπεί στη δημιουργία επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματων πολιτών οι οποίοι θα κλιθούν να πάρουν αποφάσεις που αφορούν στην επιστημονική γνώση, την τεχνολογική ειδίκευση, την κοινωνική κατανόηση και τις ανθρωπιστικές και κοινωνικές αξίες. Στην ίδια κατεύθυνση βρίσκεται και το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στην υποχρεωτική εκπαίδευση στη χώρα μας.

Το animation αποτελεί ένα εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιείται σε περιβάλλοντα πολυμεσικής μάθησης. Πολυμεσική μάθηση συμβαίνει όταν κάποιος κατασκευάζει νοερές αναπαραστάσεις από λέξεις (γραπτές ή προφορικές) και εικόνες (εικονογράφηση, φωτογραφίες, animation ή βίντεο) με σκοπό την οικοδόμηση της

γνώσης. Το animation αποτελεί μια από τις πιο συναρπαστικές μορφές εικονογραφημένης παρουσίασης. Συνδυάζει εικόνα, κίνηση και προσομοίωση. Αποτελείται από αντικείμενα που είναι τεχνητά κατασκευασμένα, έχουν δηλαδή «συνταχθεί» σύμφωνα με το περιεχόμενό του και όχι απλά «συλληφθεί» όπως συμβαίνει στο βίντεο που παρουσιάζει την κίνηση πραγματικών αντικειμένων. Οι λόγοι για τους οποίους χρησιμοποιούντα τα animations στη διδασκαλία είναι πολλοί. Μπορούν να διευκολύνουν την οπτικοποίηση δυναμικών φαινομένων όταν αυτά δεν μπορούν να παρατηρηθούν σε πραγματικό χώρο ή χρόνο, όταν τα πραγματικά φαινόμενα είναι αδύνατον να πραγματοποιηθούν κατά τη διδασκαλία ή δεν είναι ορατά εκ φύσεως. Εκτός αυτών, έρευνες δείχνουν ότι βελτιώνουν την κατανόηση, αυξάνουν την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία μάθησης και ενδυναμώνουν το ενδιαφέρον τους προς το περιεχόμενο που παρουσιάζουν.

Το animation που αξιολογούμε στην παρούσα έρευνα παρουσιάζεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 2ο: Το animation «Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας» [1]

2.1.Εισαγωγή

Μια ομάδα φοιτητών και διδασκόντων του Πανεπιστημίου μας δημιούργησε το εκπαιδευτικό animation «Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας» που το περιεχόμενό του αφορά στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας (Spyrtou et al., 2014). Το animation αυτό σχεδιάστηκε σύμφωνα με τις αρχές των προγραμμάτων STSE, το περιεχόμενό του και οι κατευθύνσεις του συνάδουν με το σκεπτικό του Νέου Πρόγραμμα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών για την υποχρεωτική εκπαίδευση στη χώρα μας και αποτελεί ένα εργαλείο πολυμεσικής μάθησης.

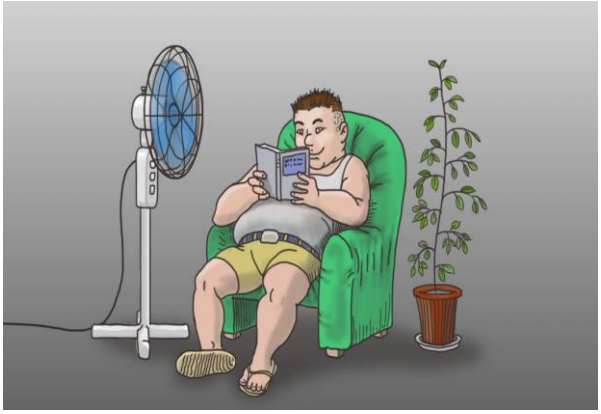
2.2. Σύνδεση του animation με το πρόγραμμα STSE

Το animation «Το ταξίδι της ηλεκτρική ενέργειας» βρίσκεται στην κατεύθυνση των αρχών των προγραμμάτων STSE, αφού προσεγγίζει την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας όχι μόνο παρέχοντας επιστημονικές και τεχνολογικές πληροφορίες, αλλά συνδέοντάς τες με κοινωνικά και περιβαλλοντικά πλαίσια (Pedretti & Nazir, 2001). Αποτελείται από τέσσερις θεματικές. Η πρώτη, εστιάζει στη σημασία της ηλεκτρικής ενέργειας στην καθημερινή μας ζωή. Με αφήγηση σε α΄ πληθυντικό πρόσωπο και με εικόνες καθημερινών οικιακών συσκευών δείχνει τη χρησιμότητά της.

Εικόνα 1: Καθημερινή χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας

[1] Διεύθυνση στο διαδίκτυο του animation:
https://www.youtube.com/watch?v=coWQ1R2r5MY

Εικόνα 2: Καθημερινή χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας

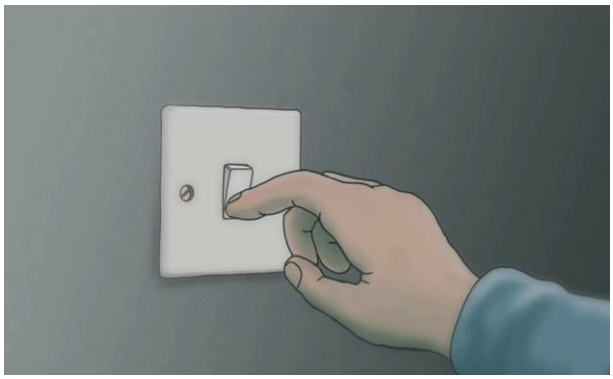


Εικόνα 3: Καθημερινή χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας

Παράλληλα, αναφέρεται στην αλόγιστη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας δείχνοντας ένα άδειο δωμάτιο με τις ηλεκτρικές συσκευές να λειτουργούν

Εικόνα 4: Η αλόγιστη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας

και στη νοοτροπία των ανθρώπων να θεωρούν ότι η ηλεκτρική ενέργεια «απλώς υπάρχει» και ότι «είναι εύκολη υπόθεση, πατάς ένα κουμπί και έχεις ρεύμα, λες και είναι κρυμμένο μέσα στην πρίζα»

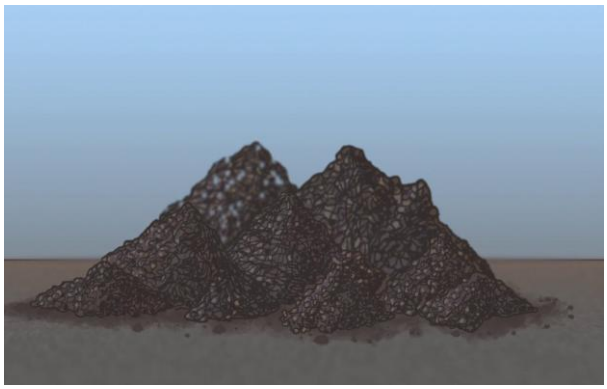


Εικόνα 5: Η ηλεκτρική ενέργεια «απλώς υπάρχει»

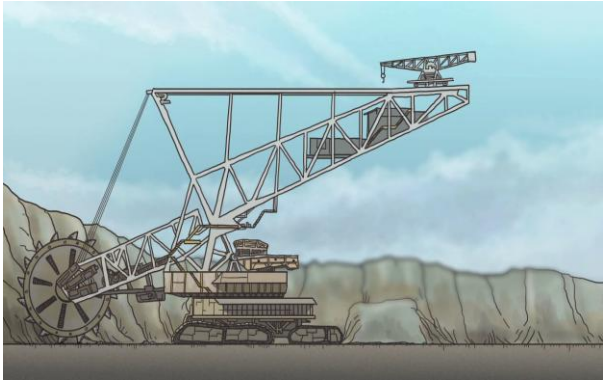
Η πρώτη θεματική κλείνει με το γεωγραφικό προσδιορισμό της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, αποκαλώντας τη Δυτική Μακεδονία «ενεργειακή καρδιά της χώρας μας».

Εικόνα 6: Δυτική Μακεδονία, «η ενεργειακή καρδιά της Ελλάδας»

Στη δεύτερη θεματική περιγράφεται η διαδικασία παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα εργοστάσιο της Δυτικής Μακεδονίας, δίνοντας έμφαση στις επιστημονικές και τεχνολογικές γνώσεις που απαιτούνται για την κατανόηση της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας. Ξεκινά από την πρώτη ύλη, το λιγνίτη, περιγράφεται η εξόρυξή του και η μεταφορά του στο εργοστάσιο



Εικόνα 7: Η πρώτη ύλη, ο λιγνίτης

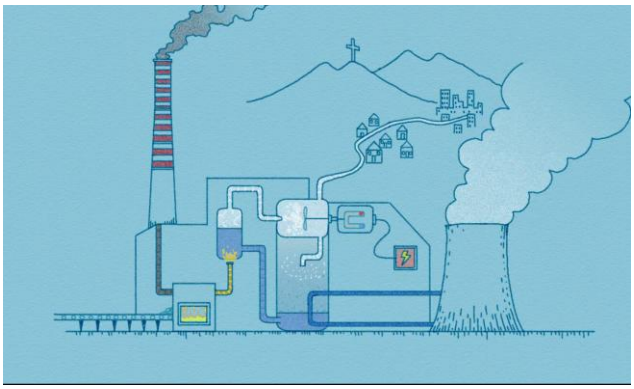


Εικόνα 8: Η εξόρυξη του λιγνίτη

Εικόνα 9: Η μεταφορά του λιγνίτη

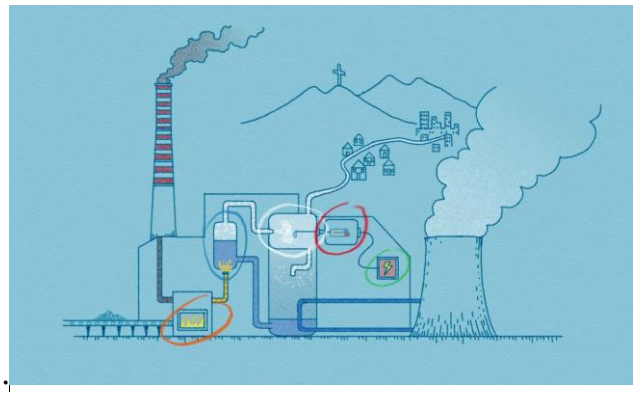
Έπειτα, περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στο εργοστάσιο, χρησιμοποιώντας ρεαλιστικές και αναλογικές εικόνες.

Εικόνα 10: Το εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας



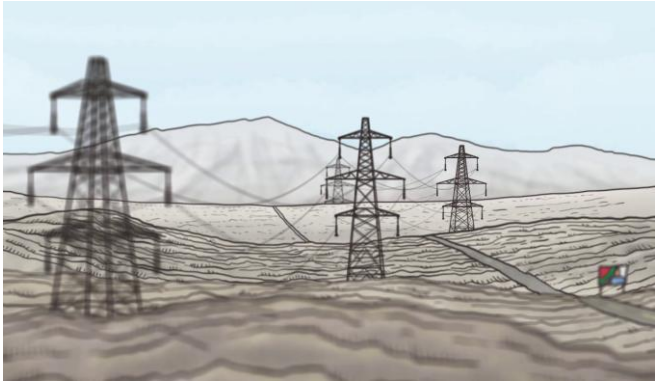
Εικόνα 11: Η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Χρησιμοποιούνται και οπτικές ενδείξεις ώστε να κάνουν τα σημαντικά γεγονότα προεξέχοντα οπτικά.



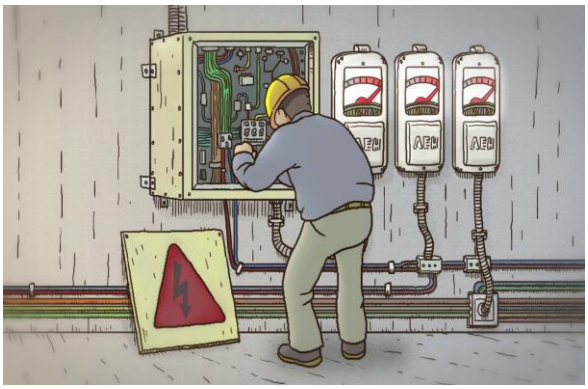
Εικόνα 12: Η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
με οπτικές ενδείξεις

Η δεύτερη θεματική κλείνει με την περιγραφή της μεταφοράς του ηλεκτρικού ρεύματος.



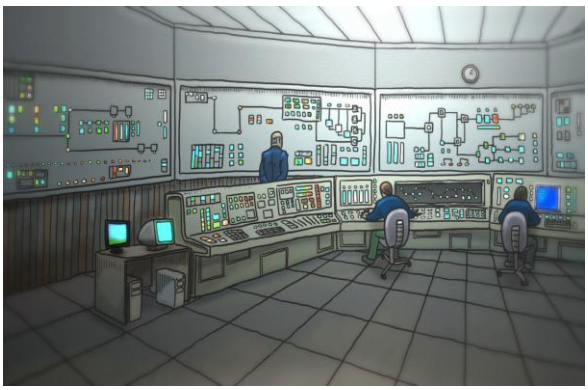
Εικόνα 13: Η μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος

Στην τρίτη θεματική, παρουσιάζεται το εξειδικευμένο προσωπικό που είναι απαραίτητο για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας εστιάζοντας στις κοινωνικές προεκτάσεις της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας. Εκτός από συνηθισμένα επαγγέλματα, όπως του ηλεκτρολόγου ή των χειριστών μηχανημάτων



Εικόνα 14: Εξειδικευμένο προσωπικό: Ηλεκτρολόγος

Εικόνα 15: Εξειδικευμένο προσωπικό: Οδηγός εκσκαφέα



Εικόνα 16: Εξειδικευμένο προσωπικό: Χειριστές μηχανημάτων

παρουσιάζονται και πιο εξειδικευμένα, όπως αυτό του συγκολλητή και του εναερίτη.

Εικόνα 17: Εξειδικευμένο προσωπικό: Συγκολλητές

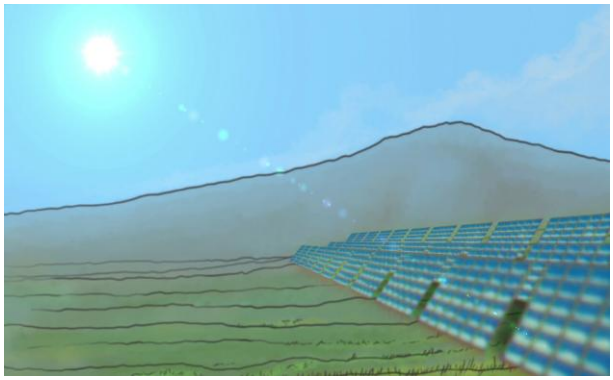
Εικόνα 18: Εξειδικευμένο προσωπικό: Εναερίτης

Στην τέταρτη θεματική, δίνεται έμφαση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση του λιγνίτη, όχι μόνο λόγω των καυσαερίων που παράγει το εργοστάσιο, αλλά και στην υποβάθμιση του τοπίου από την εξόρυξη του λιγνίτη.

Εικόνα 19: Παραγωγή καυσαερίων

Εικόνα 20: Υποβάθμιση τοπίου από την εξόρυξη λιγνίτη

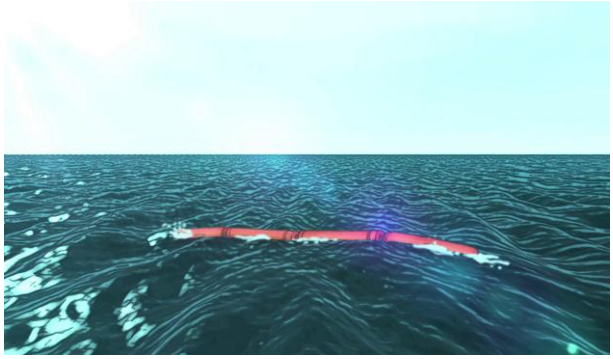
Τέλος, γίνεται αναφορά στις εναλλακτικές μορφές ενέργειας, όπως είναι ο ήλιος, το νερό, ο άνεμος και τα κύματα.



Εικόνα 21: Παραγωγή ενέργειας από τον ήλιο

Εικόνα 22: Παραγωγή ενέργειας από το νερό

Εικόνα 23: Παραγωγή ενέργειας από τον αέρα



Εικόνα 24: Παραγωγή ενέργειας από τα κύματα

2.3. Σύνδεση του animation με το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών

Το περιεχόμενο του animation συμπεριλαμβάνεται στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στην υποχρεωτική εκπαίδευση. Η ηλεκτρική ενέργεια διδάσκεται και στις δύο βαθμίδες εκπαίδευσης, πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια.

Οι κατευθύνσεις του animation συνάδουν με το σκεπτικό του Νέου Προγράμματος Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες:

- Σύμφωνα με την παραδοχή 2 του Νέου Προγράμματος Σπουδών (παράγραφος 1.5) «Το πλαίσιο, μέσα στο οποίο οι μαθητές και οι μαθήτριες κατανοούν τις θεμελιώδεις έννοιες, τις διαδικασίες και τις αρχές των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσουν τις δεξιότητές τους, αποτελείται από το σχολείο, το φυσικό περιβάλλον, το τεχνολογικά κατασκευασμένο περιβάλλον και την κοινωνία». Στο περιεχόμενο του animation, η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας τοποθετείται μέσα σε κοινωνικό (θεματική 1 και 3), τεχνολογικό (θεματική 2) και περιβαλλοντικό πλαίσιο (θεματική 4).

Πιο συγκεκριμένα, το περιεχόμενό του βρίσκεται σε συμφωνία με συγκεκριμένες επιδιώξεις του Προγράμματος αυτού (παράγραφος 1.5):

- το περιεχόμενο του animation προσφέρεται για την κατανόηση της έννοιας της ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με το στόχο (i) του Νέου Προγράμματος Σπουδών

- στο animation γίνεται σύνδεση εννοιών των Φυσικών Επιστημών με την Τεχνολογία, αλλά και με τον ανθρώπινο πολιτισμό, σύμφωνα με το στόχο (ii) του Νέου Προγράμματος Σπουδών

- στο περιεχόμενο του animation, και συγκεκριμένα στην τέταρτη θεματική του, αναδεικνύονται τα προβλήματα που προκύπτουν από την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας με την καύση του λιγνίτη (μόλυνση περιβάλλοντος, υποβάθμιση τοπίου και μείωση των αποθεμάτων λιγνίτη). Η ανάδειξη των προβλημάτων συνάδει με τους στόχους (iii) και (v) του Νέου Προγράμματος Σπουδών

- μετά την ανάδειξη των προβλημάτων, και πάλι στην τέταρτη θεματική ενότητα του animation, προτείνονται λύσεις φιλικές προς την κοινωνία και το περιβάλλον. Η επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία με τέτοιο τρόπο ώστε να προστατευτεί το κοινωνικό σύνολο και το περιβάλλον συμφωνεί με το στόχο (vi) του Νέου Προγράμματος Σπουδών

2.4. Το animation ως εργαλείο της πολυμεσικής μάθησης

Το animation «Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας» συνδυάζει κινούμενες εικόνες και αφήγηση έτσι ώστε το άτομο που το παρακολουθεί να μπορεί να επεξεργαστεί ξεχωριστά τις λέξεις και τις εικόνες δημιουργώντας δύο μοντέλα, το λεκτικό και το εικονιστικό, σύμφωνα με τη γνωστική θεωρία της πολυμεσικής μάθησης και το ολοκληρωμένο μοντέλο για την κατανόηση κειμένου και εικόνας. Η σύνδεση των δύο μοντέλων μεταξύ τους και η ενσωμάτωσή τους στην προηγούμενη γνώση, θα οδηγήσει σε μάθηση (παράγραφοι 1.7.1 & 1.7.3).

Επίσης, το animation δεν παρουσιάζει υψηλό εσωτερικό και εξωτερικό φορτίο. Το περιεχόμενό του, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι χωρισμένο σε ενότητες, οι πληροφορίες παρέχονται σταδιακά, στην αφήγηση χρησιμοποιείται απλός λόγος και είναι καλά συντονισμένη με τις εικόνες, έτσι ώστε να διασφαλίζεται χαμηλό εσωτερικό φορτίο και να γίνεται η επεξεργασία του ευκολότερα.

Παράλληλα, και το εξωτερικό του φορτίο είναι περιορισμένο, δεν παρέχονται άσχετες πληροφορίες και εικόνες με το θέμα που θα αποσπάσουν την προσοχή του ατόμου και θα απαιτήσουν περισσότερες μονάδες της εργαζόμενης μνήμης για την επεξεργασία τους (παράγραφος 1.7.2).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι ο σχεδιασμός του animation συνάδει με τις βασικές αρχές των τριών θεωριών της πολυμεσικής μάθησης, τη γνωστική θεωρία της πολυμεσικής μάθησης, το ολοκληρωμένο μοντέλο για την κατανόηση κειμένου και εικόνας και τη θεωρία του γνωστικού φορτίου.

Ειδικότερα, η δομή του animation βρίσκεται σε συμφωνία με τις αρχές σχεδίασης που προτείνουν οι Mayer & Moreno (παράγραφος 1.11.2). Πιο συγκεκριμένα, το animation συνάδει με:

- την αρχή της πολυμεσικότητας. Χρησιμοποιείται συνδυασμός εικόνας και αφήγησης ώστε να δημιουργήσει ο μαθητής δύο νοερά μοντέλα, το λεκτικό και το εικονιστικό

- την αρχή της χρονικής συνέχειας. Οι κινούμενες εικόνες και η αφήγηση παρουσιάζονται ταυτόχρονα

- την αρχή της συνοχής. Δε χρησιμοποιούνται άσχετα με το περιεχόμενο στοιχεία, όπως εικόνες, ήχοι ή κείμενα, ώστε να μην αυξάνεται το εξωτερικό φορτίο

- την αρχή της τροπικότητας. Δε χρησιμοποιείται κείμενο παράλληλα με την αφήγηση και την εικόνα, ώστε να μην υπερφορτωθεί η οπτική δίοδος μέσω της οποίας θα πρέπει να επεξεργάζονται ταυτόχρονα γραπτές λέξεις και εικόνες

- την αρχή του πλεονασμού. Δε χρησιμοποιείται αφήγηση, κείμενο και εικόνα, αλλά ο συνδυασμός αφήγηση και εικόνα

- την αρχή της εξατομίκευσης. Στην αφήγηση χρησιμοποιείται α΄ πληθυντικό πρόσωπο

2.5. Συμπεράσματα από την ανάλυση του animation «Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας»

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το περιεχόμενο του animation βρίσκεται στις κατευθύνσεις των προγραμμάτων STSE, τοποθετώντας την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας μέσα σε επιστημονικό, τεχνολογικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο. Το περιεχόμενό του περιλαμβάνεται στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στην υποχρεωτική εκπαίδευση και συνάδει με τις βασικές κατευθύνσεις, αλλά και τους επιμέρους στόχους του Προγράμματος αυτού. Ο σχεδιασμός του έγινε σύμφωνα με τη γνωστική αρχιτεκτονική του ατόμου και διέπεται από τις αρχές της πολυμεσικής μάθησης. Μπορούμε λοιπόν να υποστηρίξουμε ότι το animation «Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας» αποτελεί ένα καλά σχεδιασμένο εκπαιδευτικό εργαλείο για τη διδασκαλία/μάθηση του σχετικού περιεχομένου που συνάδει με τους στόχους της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στα νέα περιβάλλοντα διδασκαλίας/μάθησης.

Έχοντας εξασφαλίσει ότι το εργαλείο αυτό πληροί κάποιες βασικές προϋποθέσεις, θα διερευνήσουμε αν θεωρείται ελκυστικό από τους μαθητές, αν αυξάνει το ενδιαφέρον τους για μάθηση του σχετικού περιεχομένου και αν επιφέρει μαθησιακά αποτελέσματα. Όλα αυτά διατυπώνονται με μεγαλύτερη σαφήνεια στα επόμενα κεφάλαια.

Κεφάλαιο 3ο: Μεθοδολογία της έρευνας

3.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό διατυπώνονται τα ερευνητικά ερωτήματα, αναλύεται η ερευνητική μέθοδος που επιλέχθηκε καθώς και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα, περιγράφεται το δείγμα αυτής, αλλά και η διαδικασία που ακολουθήθηκε ώστε να διασφαλιστεί η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που θα παρουσιάσουμε.

3.2. Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού animation «Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας» ως ένα εκπαιδευτικό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία και μάθηση του περιεχομένου της ηλεκτρικής ενέργειας στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Ειδικότερα, επιχειρούμε να απαντήσουμε στα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι εντυπώσεις των μαθητών για το animation;

2. Το animation προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών για περαιτέρω μάθηση του σχετικού περιεχομένου;

3. α. Ποιά είναι η εκτίμηση των μαθητών για τις γνώσεις που απέκτησαν παρακολουθώντας το animation;

β. Ο αριθμός παρακολουθήσεων του animation επηρεάζει τις εκτιμήσεις αυτές;

4. Γίνονται εμφανείς στις αναφορές των μαθητών για το animation οι συνιστώσες του προγράμματος STSE, που αποτελεί το βασικό προσανατολισμό του περιεχομένου του;

5. Η κατανόηση του περιεχομένου του animation επηρεάζεται από την τάξη φοίτησης των μαθητών;

3.3. Ερευνητικό Εργαλείο

Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε είναι ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο χωρίζεται σε δύο μέρη (pre και post questionnaire), και παρατίθεται στο παράρτημα. Το πρώτο μέρος αποτελείται από πέντε ερωτήσεις που συμπληρώνονται από τους μαθητές πριν την παρακολούθηση του animation και το δεύτερο μέρος από εννέα ερωτήσεις που συμπληρώνονται μετά την παρακολούθησή του.

Ανάλυση 1ου μέρους του ερωτηματολογίου (ή pre questionnaire)

Ερώτηση 1: **«Τί γνωρίζεις για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια;»**

Με την ερώτηση αυτή θέλουμε να εκτιμήσουμε αν και τί γνωρίζουν οι μαθητές για την ηλεκτρική ενέργεια και πώς κατανέμονται οι γνώσεις τους για το θέμα.

Ερώτηση 2: **«Τί θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»**

Η ερώτηση αυτή τέθηκε προκειμένου να διερευνηθεί αν τα παιδιά ενδιαφέρονται για την καθαρή μορφή της επιστήμης, την τεχνολογική, την κοινωνική ή την περιβαλλοντική της διάσταση.

Ερωτήσεις 3, 4 και 5: **«Έχεις ξαναδεί εκπαιδευτικό φιλμ που σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες;»** (τετράβαθμη Likert, Ποτέ, Ελάχιστες φορές, Συχνά και Πολύ συχνά), **«Αν έχεις ξαναδεί εκπαιδευτικό φιλμ, σε ποιο/α θέμα/τα αναφερόταν;», «Αν έχεις ξαναδεί εκπαιδευτικό φιλμ, που το είδες (π.χ. στην τηλεόραση, σε DVD, σε μουσείο, κλπ)»**

Με τις ερωτήσεις αυτές προσπαθούμε να βολιδοσκοπήσουμε αν οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι με την παρακολούθηση εκπαιδευτικών animations. Όπως αναφέρεται στη θεωρία (παράγραφος 1.9.2), με την εμπειρία παρακολούθησης αυξάνεται η εικονογραφική ικανότητα και ο οπτικός γραμματισμός των μαθητών, οπότε η επεξεργασία του animation που θα παρακολουθήσουν οι μαθητές θα γίνει αποτελεσματικότερα.

Ανάλυση 2ου μέρους του ερωτηματολογίου (ή post questionnaire)

Ερώτηση 1: **«Με μια σύντομη φράση, ποιά ήταν η πρώτη εντύπωσή σου για το φιλμ που είδαμε;»**

Σκοπός της ερώτησης αυτής είναι να εκφραστούν τα παιδιά για το αν τους άρεσε το φιλμ που παρακολούθησαν ή όχι (ερευνητικό ερώτημα 1).

Ερώτηση 2: **«Αυτό που με εντυπωσίασε ήταν:»**

Η ερώτηση αυτή είναι συμπληρωματική της προηγούμενης. Τέθηκε για να γίνει σαφές τι από το φιλμ τους εντυπωσίασε (ερευνητικό ερώτημα 1).

Ερώτηση 3: **«Μερικά από όσα είδαμε στο φιλμ, μπορώ να τα συσχετίσω με πράγματα που ήξερα, όπως:»**

Σκοπός της ερώτησης είναι να παρακινήσει τα παιδιά να ανακαλέσουν γνώσεις που ήδη έχουν ή καταστάσεις από την καθημερινή τους ζωή που σχετίζονται με την ηλεκτρική ενέργεια και ίσως δεν το είχαν συνειδητοποιήσει. Απώτερος στόχος είναι να γίνουν εμφανείς οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές προεκτάσεις της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας (ερευνητικό ερώτημα 4).

Ερωτήσεις 4 και 5: **«Λέξεις που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:»** και **«Πληροφορίες που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:»**

Οι δύο αυτές ερωτήσεις διερευνούν τις πτυχές της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας που οι μαθητές δε γνωρίζουν (ερευνητικό ερώτημα 4).

Ερώτηση 6: **«Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:»**

Σκοπός της ερώτησης αυτής είναι να αναδειχθούν τα σημεία στα οποία μπορεί να μειονεκτεί το φιλμ (ερευνητικά ερωτήματα 1 και 3α).

Ερώτηση 7: **«Τελικά, το βίντεο αυτό, κατά πόσο σε βοήθησε να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»** (τετράβαθμη Likert, Καθόλου, Λίγο, Αρκετά και Σε μεγάλο βαθμό)

Διερευνά τις εκτιμήσεις των μαθητών για τις γνώσεις που απέκτησαν παρακολουθώντας το animation (ερευνητικό ερώτημα 3α).

Ερώτηση 8: **«Εάν εξηγούσες σε ένα φίλο ή μια φίλη σου, οι οποίοι δεν είδαν το φιλμ, για το που και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, τί θα τους έλεγες;»**

Με την ερώτηση αυτή μπορούμε να διαπιστώσουμε τι συγκράτησαν οι μαθητές μετά την προβολή του animation, που μπορεί να είναι είτε αυτό που τους εντυπωσίασε (ερευνητικό ερώτημα 1), είτε αυτό που έγινε περισσότερο κατανοητό (ερευνητικό ερώτημα 3α). Επίσης, μέσα από τις απαντήσεις των μαθητών θα φανεί αν επηρεάστηκαν από τις συνιστώσες του προγράμματος STSE (ερευνητικό ερώτημα 4).

Ερώτηση 9: **«Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»**

Με την ερώτηση διερευνάται αν το animation προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών για περαιτέρω μάθηση του σχετικού περιεχομένου (ερευνητικό ερώτημα 2).

Πρέπει να σημειώσουμε ότι τα ερευνητικά ερωτήματα 3β και 5, δεν μπορούν να απαντηθούν από μια ερώτηση, αλλά από το συσχετισμό των απαντήσεων σε συγκεκριμένες ερωτήσεις και κάτω από ορισμένες συνθήκες, όπως θα δούμε στα αποτελέσματα.

3.4. Δείγμα της έρευνας

Στην έρευνα συμμετείχαν 493 μαθητές Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα, 213 μαθητές Πρωτοβάθμιας και 280 μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Η κατανομή του δείγματος έχει ως εξής:

Η κατανομή του δείγματος συνοψίζεται στον πίνακα 7.

Πίνακας 7: Κατανομή του δείγματος

Περιοχή	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Αριθμός μαθητών	Αριθμός προβολών
Θεσσαλονίκη	Πρωτοβάθμια (Ε΄)	107	2
Θεσσαλονίκη	Πρωτοβάθμια (Στ΄)	93	2
Νάξος	Πρωτοβάθμια (Ε΄)	8	1
Νάξος	Πρωτοβάθμια (Στ΄)	5	1
Φλώρινα	Δευτεροβάθμια (Α Γυμνασίου)	31	1
Φλώρινα	Δευτεροβάθμια (Α Γυμνασίου)	51	2
Φλώρινα	Δευτεροβάθμια (Β Γυμνασίου)	47	1
Φλώρινα	Δευτεροβάθμια (Β Γυμνασίου)	41	2
Φλώρινα	Δευτεροβάθμια (Γ Γυμνασίου)	44	1
Φλώρινα	Δευτεροβάθμια (Γ Γυμνασίου)	32	2
Φλώρινα	Δευτεροβάθμια (Α Λυκείου)	34	2

Μαθητές Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης: Από ένα Ιδιωτικό Δημοτικό σχολείο της Θεσσαλονίκης συμμετείχαν 107 μαθητές της Ε΄ τάξης και 93 μαθητές της Στ΄ τάξης. Από Δημόσιο Δημοτικό σχολείο της Νάξου πήραν μέρος 8 μαθητές της Ε΄ τάξης και 5 μαθητές της Στ΄ τάξης.

Μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης: Οι μαθητές ανήκαν σε δύο Γυμνάσια και ένα Επαγγελματικό Λύκειο της Φλώρινας. Από το ένα Γυμνάσιο συμμετείχαν 51 μαθητές της Α΄ τάξης, 41 μαθητές της Β΄ τάξης και 32 μαθητές της Γ΄ τάξης και από τα άλλο

Γυμνάσιο πήραν μέρος 31 μαθητές της Α΄ τάξης, 47 μαθητές της Β΄ τάξης και 44 μαθητές της Γ΄ τάξης. Από το Επαγγελματικό Λύκειο συμμετείχαν 34 μαθητές της Α΄ τάξης.

Το δείγμα αυτό περιλαμβάνει μαθητές πολλών ηλικιακών ομάδων, από Ε΄ Δημοτικού ως και Α΄ Λυκείου. Είναι μαθητές στους οποίους απευθύνεται το περιεχόμενο του animation, δηλαδή είτε διδάσκονται στην τάξη που φοιτούν την ηλεκτρική ενέργεια ή την έχουν διδαχθεί σε προηγούμενη τάξη. Στόχος μας είναι να μπορέσουμε να εκτιμήσουμε σε ποιες συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτό το animation ως εργαλείο διδασκαλίας του σχετικού περιεχομένου. Επίσης, ένα μέρος του δείγματος παρακολουθεί το animation μόνο μία φορά, ενώ το υπόλοιπο δείγμα το παρακολουθεί δύο φορές συνεχόμενα, χωρίς χρονική καθυστέρηση μεταξύ των δύο προβολών. Αυτό αποσκοπεί στο να διερευνηθεί αν το πλήθος των παρακολουθήσεων επηρεάζει την κατανόηση του περιεχομένου του animation.

3.5. Συλλογή Δεδομένων

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα σχολεία που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι μαθητές πήραν μέρος κατά τμήματα, χωρίς να γίνει κάποια επιλογή ανάμεσά τους. Η διαδικασία έλαβε χώρα είτε στην αίθουσα διδασκαλίας του τμήματος αν αυτή διέθετε Ηλεκτρονικό Υπολογιστή, προτζέκτορα και ηχεία, είτε σε μια άλλη αίθουσα του σχολείου που είχε τον απαραίτητο εξοπλισμό για την προβολή του animation.

Αρχικά οι μαθητές ενημερώθηκαν ότι θα συμμετέχουν σε μια έρευνα που αφορά σε ένα εκπαιδευτικό φιλμ, χωρίς να γίνει καμία νύξη για το θέμα. Τους εξηγήσαμε ότι θα τους μοιράσουμε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο χωρίζεται σε δύο μέρη, το πρώτο μέρος, που αποτελείται από πέντε ερωτήσεις θα συμπληρωθεί πριν την προβολή του φιλμ και το δεύτερο μέρος, που περιέχει εννέα ερωτήσεις θα συμπληρωθεί μετά την παρακολούθησή του. Διευκρινίστηκε στους μαθητές ότι το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο, οι απαντήσεις τους δεν επηρεάζουν το βαθμό της σχολικής τους επίδοσης, αλλά και ότι είναι πολύ σημαντικό για εμάς να συμπληρώσουν όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και να παρακολουθήσουν το φιλμ με προσοχή.

Μοιράστηκαν τα ερωτηματολόγια, περιμέναμε μερικά λεπτά να συμπληρώσουν τα παιδιά τις αντίστοιχες ερωτήσεις, έπειτα έγινε η προβολή του animation και δόθηκε ο απαραίτητος χρόνος να συμπληρωθούν και οι υπόλοιπες ερωτήσεις. Πρέπει να σημειωθεί ότι ένα μέρος του δείγματος παρακολούθησε το animation μία φορά και το υπόλοιπο δείγμα δύο φορές συνεχόμενα, χωρίς να μεσολαβήσει κάποιο χρονικό διάστημα μεταξύ των δύο προβολών. Πιο συγκεκριμένα, οι 13 μαθητές Δημοτικού Σχολείου της Νάξου παρακολούθησαν το animation μία φορά και έπειτα συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο, ενώ οι 200 μαθητές του Ιδιωτικού Δημοτικού Σχολείου Θεσσαλονίκης το παρακολούθησαν δύο φορές. Οι 122 μαθητές του ενός Γυμνασίου της Φλώρινας το παρακολούθησαν μία φορά, ενώ οι 124 μαθητές του άλλου Γυμνασίου της Φλώρινας το παρακολούθησαν δύο φορές. Τέλος, οι 34 μαθητές της Α΄ τάξης του Επαγγελματικού Λυκείου Φλώρινας το παρακολούθησαν δύο φορές (πίνακας 7).

Τέλος, αφού συγκεντρώθηκαν τα ερωτηματολόγια από όλα τα σχολεία ξεκίνησε η προετοιμασία της επεξεργασίας των δεδομένων.

3.6. Μέθοδος Επεξεργασίας Δεδομένων

Αφού συγκεντρώσαμε τα συμπληρωμένα ερωτηματολόγια, τα ταξινομήσαμε κατά σχολείο και από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη τάξη και δώσαμε στο καθένα από αυτά έναν αύξοντα αριθμό από το 1 εώς το 493, έτσι ώστε να έχουμε τη δυνατότητα να ανατρέξουμε στο συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο κατά την επεξεργασία των δεδομένων.

Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης περιεχομένου (content analysis) (Basit, 2010· Cohen et al., 2008˙ Ιωσηφίδης, 2008). Είναι μία μέθοδος ανάλυσης ποιοτικού υλικού, όπως κειμένου γραπτού ή προφορικού, ακόμα και εικόνων (Ιωσηφίδης, 2008). Η μέθοδος αυτή δίνει τη δυνατότητα στον ερευνητή να κατανοήσει το υπονοούμενο νόημα κάποιου ποιοτικού υλικού και έπειτα με συστηματικό προσδιορισμό, κωδικοποίηση και ταξινόμηση να το αποδώσει με δικό του τρόπο (Basit, 2010). Στην έρευνά μας έγινε επεξεργασία των

γραπτών κειμένων των συμμετεχόντων και η ανάλυση του περιεχομένου τους πραγματοποιήθηκε σε πέντε στάδια.

- 1^{ο} Στάδιο: Καταγραφή Δεδομένων

Καταγράφηκαν σε φύλλο excel με τη μορφή κειμένου οι απαντήσεις των ερωτήσεων όλων των ερωτηματολογίων, χωρίς να γίνει καμία απολύτως παρέμβαση στα πρωτότυπα κείμενα.

- 2^{ο} Στάδιο: Καθορισμός των Κατηγοριών Ανάλυσης

Επειδή το animation είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με τις αρχές των προγραμμάτων STSE και θέλουμε να εξετάσουμε αν συμβάλλει στη σύνδεση των εννοιών της Επιστήμης με τις τεχνολογικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές τους προεκτάσεις, οι κατηγορίες ανάλυσης που καθορίστηκαν εξαρχής (ανάλυση «top – down») είναι οι εξής: ***«Επιστήμη»*** (Science), ***«Τεχνολογία»*** (Technology), ***«Κοινωνία»*** (Society), ***«Περιβάλλον»*** (Environment).

- 3^{ο} Στάδιο: Προσδιορισμός των Μονάδων ανάλυσης

Στα κείμενα που έχουν καταγραφεί αναζητήθηκαν λέξεις ή φράσεις οι οποίες αποδίδουν ένα ολοκληρωμένο νόημα και ορίζονται ως Μονάδες Ανάλυσης (ΜΑ). Οι Μονάδες Ανάλυσης έχουν τα εξής χαρακτηριστικά (Ιωσηφίδης, 2008˙ Cohen et al.,2008) :

- Αποτελούν φράσεις ή λέξεις κλειδιά με αυτοτελές εννοιολογικό περιεχόμενο
- Δε συγκαταλέγονται σε αυτές ασαφείς φράσεις

- 4^{ο} Στάδιο: Κατανομή των Μονάδων Ανάλυσης στις καθορισμένες κατηγορίες

Αρχικά, με τη βοήθεια δεύτερης ερευνήτριας, καθορίστηκαν οι κανόνες σύμφωνα με τους οποίους θα γίνει η κατανομή των ΜΑ σε κάθε κατηγορία ανάλυσης. Οι ΜΑ που ανιχνεύθηκαν στα κείμενα κατανεμήθηκαν στις τέσσερις κατηγορίες που αναφέρθηκαν (S,T,S,E), καθώς και σε δύο άλλες κατηγορίες «Ασαφή» και «Δεν

Απαντώ» σε όλες τις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου (εκτός τις ερωτήσεις κλειστού τύπου). Σύμφωνα με τους κανόνες που καθορίστηκαν, αν μια ΜΑ εμπίπτει σε δύο κατηγορίες, καταγράφεται σε καθεμιά από αυτές ξεχωριστά.

Από την επεξεργασία των απαντήσεων των συμμετεχόντων, αναδύθηκαν για κάποιες ερωτήσεις νέες κατηγορίες ανάλυσης (ανάλυση «bottom - up») (Flick, 2009), όπως στις ερωτήσεις Β1 και Β2 η κατηγορία *«Αισθητική του φιλμ»,* στην ερώτηση Β6 *«Τα κατάλαβα όλα»* και στην ερώτηση Β9 *«Καταστασιακό Ενδιαφέρον»* (Linnenbrink-Garcia et al., 2010).

Ακολουθεί πίνακας στον οποίο παρουσιάζονται παραδείγματα ΜΑ που καταχωρούνται σε κάθε κατηγορία ανάλυσης.

Πίνακας 8: Παραδείγματα ΜΑ που κατανέμονται σε κάθε κατηγορία ανάλυσης

Κατηγορίες ανάλυσης	Παραδείγματα ΜΑ για κάθε κατηγορία ανάλυσης
Science	«η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από την καύση του λιγνίτη», «πώς γίνεται η παραγωγή ενέργειας από τα κύματα;»
Technology	«πώς μεταφέρεται η ενέργεια μέσω των καλωδίων», «ο ατμός κινεί το στρόβιλο..»
Society	«..η Δυτική Μακεδονία είναι η ενεργειακή καρδιά της Ελλάδας», «εναερίτης»
Environment	«σε λίγα χρόνια ο λιγνίτης θα τελειώσει», «η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βλάπτει το περιβάλλον»
Αισθητική του φιλμ	«πολύ ωραίο», «ωραίες κινούμενες εικόνες»
Καταστασιακό ενδιαφέρον	«δε θέλω να μάθω κάτι παραπάνω», «το βίντεο με κάλυψε πλήρως»

- 5^{ο} Στάδιο: Καταμέτρηση των Μονάδων Ανάλυσης κάθε κατηγορίας ανάλυσης

Καταμετρήθηκαν οι ΜΑ κάθε κατηγορίας ανάλυσης, σε κάθε απάντηση ξεχωριστά, ώστε να εξαχθούν τα αποτελέσματα.

3.7. Εγκυρότητα και Αξιοπιστία της έρευνας

Η εγκυρότητα μιας έρευνας την καθιστά αποτελεσματική, αποδεικνύει δηλαδή ότι μετρά ή περιγράφει αυτό ακριβώς για το οποίο έχει σχεδιαστεί (Cohen et al.,2008). Μια έρευνα αξιολογείται ως έγκυρη όταν μέσω των αποτελεσμάτων της δίνονται απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί εξ αρχής.

Στην παρούσα έρευνα, για να διασφαλίσουμε την εγκυρότητά της, εκτός από την ανιδιοτελή στάση της ερευνήτριας, εφαρμόστηκαν οι εξής πρακτικές:

- Περιεκτική επεξεργασία των δεδομένων. Κατά την ανάλυση των δεδομένων λάβαμε υπόψη όλες τις απαντήσεις των συμμετεχόντων, χωρίς να κρίνουμε αν είναι σωστές ή λανθασμένες και χωρίς να αποκλείουμε κάποιες από αυτές.

- Ένας αριθμός ερωτηματολογίων (177 ερωτηματολόγια) αναλύθηκε ανεξάρτητα από δύο ερευνήτριες. Έπειτα, μία τρίτη ερευνήτρια ανέλυσε το 50% περίπου αυτών των 177 ερωτηματολογίων (90 ερωτηματολόγια). Και οι τρεις ερευνήτριες ανέλυσαν τα δεδομένα σύμφωνα με τους κανόνες που καθορίστηκαν αρχικά για την κατηγοριοποίηση των ΜΑ (Ιωσηφίδης, 2008). Αρχικά σημειώθηκε συμφωνία περίπου στο 80% των ανεξαρτήτων αναλύσεων και ακολούθησε συζήτηση των τριών ερευνητριών μέχρι να επέλθει η πλήρης συμφωνία.

Κεφάλαιο 4ο: Αποτελέσματα της έρευνας

4.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων κατά κατηγορίες:

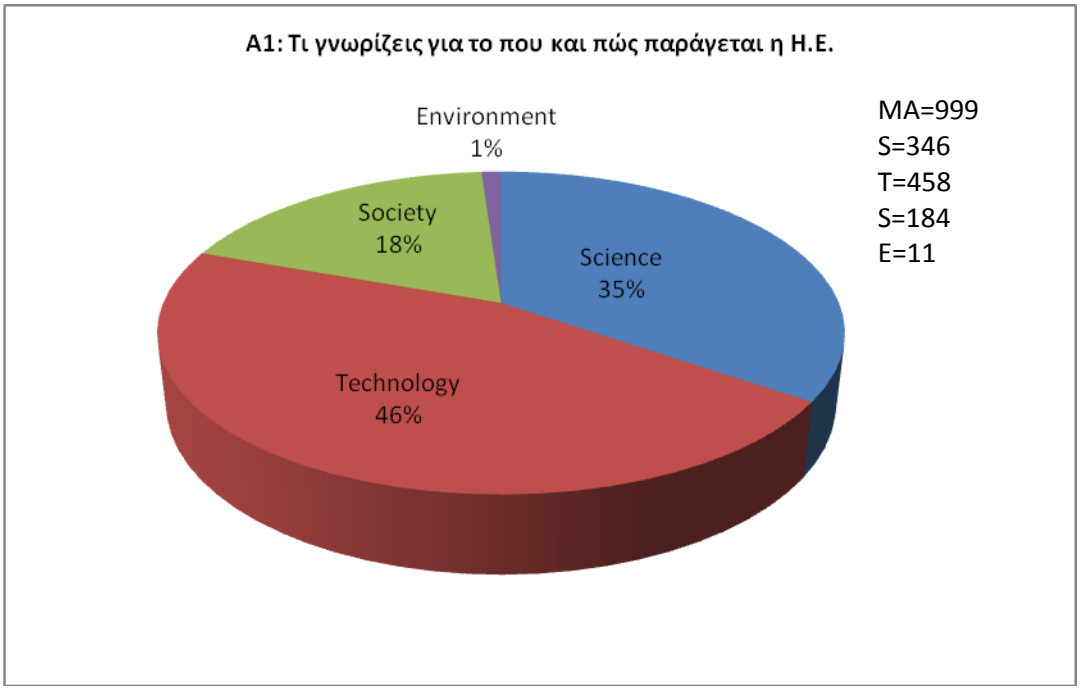
- Συνολικά για το δείγμα
- Σύμφωνα με την τάξη φοίτησης των συμμετεχόντων
- Σύμφωνα με το πόσες φορές οι συμμετέχοντες παρακολούθησαν το animation.

Τις ερωτήσεις τις χωρίζουμε σε δύο ομάδες, στην **ομάδα Α** ανήκουν οι ερωτήσεις που απαντήθηκαν πριν την παρακολούθηση του animation (τέσσερις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και μία κλειστού τύπου – τετράβαθμη Likert) και στην **ομάδα Β** ανήκουν αυτές που απαντήθηκαν μετά την παρακολούθησή του (οχτώ ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και μία κλειστού τύπου – τετράβαθμη Likert).

4.2. Αποτελέσματα για το σύνολο του δείγματος.

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, για κάθε ερώτηση ανοιχτού τύπου, ανιχνεύθηκαν οι ΜΑ και ταξινομήθηκαν σε κάθε κατηγορία ανάλυσης, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι ασαφείς. Εδώ παρουσιάζεται η κατανομή τους για κάθε ερώτηση και για το σύνολο του δείγματος.

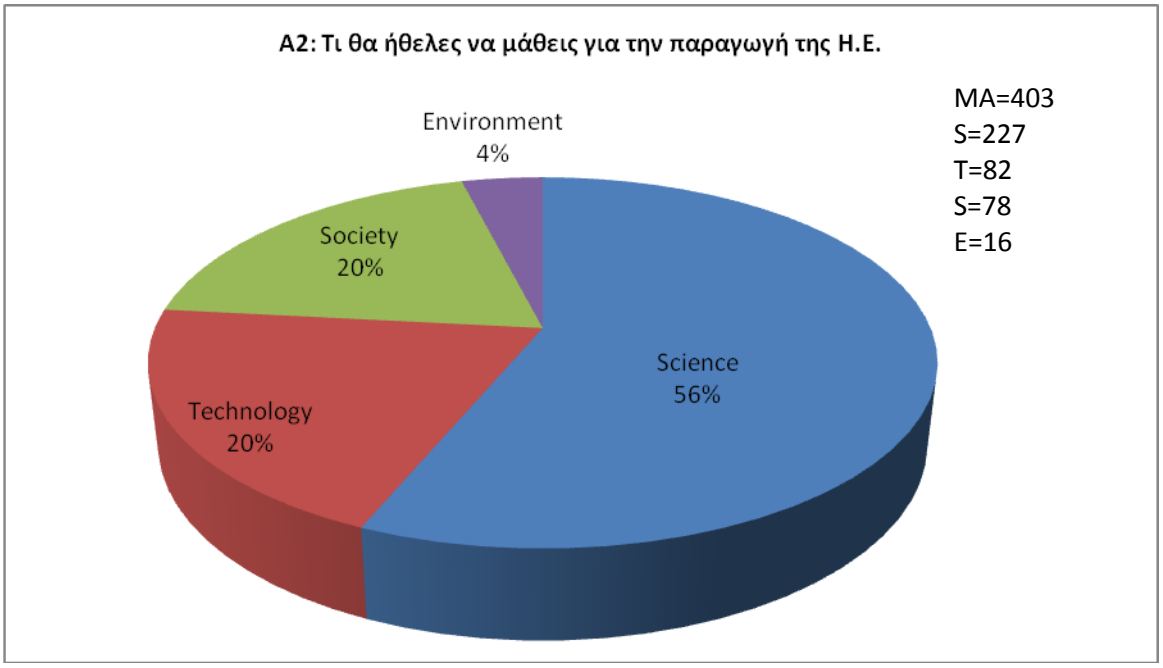
Για την ερώτηση Α1: **«Τι γνωρίζεις για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια;»**



Διάγραμμα 1: Ποσοστά ΜΑ της ερώτησης Α1 για το σύνολο του δείγματος

Από την ανάλυση των απαντήσεων αυτής της ερώτησης φαίνεται ότι οι γνώσεις των μαθητών για το πού και πώς παράγεται η Ηλεκτρική Ενέργεια αφορούν κυρίως στις κατηγορίες της Τεχνολογίας (το 46% των ΜΑ, π.χ. «η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε ατμοηλεκτρικά εργοστάσια») και της Επιστήμης (το 35% των ΜΑ, π.χ. «η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από το κάρβουνο»), πολύ λιγότερο στην κατηγορία Κοινωνία (το 18% των ΜΑ, «η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από τη ΔΕΗ») και μόνο το 1% των ΜΑ αντιστοιχούν στην κατηγορία Περιβάλλον, π.χ. «παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας».

Για την ερώτηση Α2: **«Τι θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»**

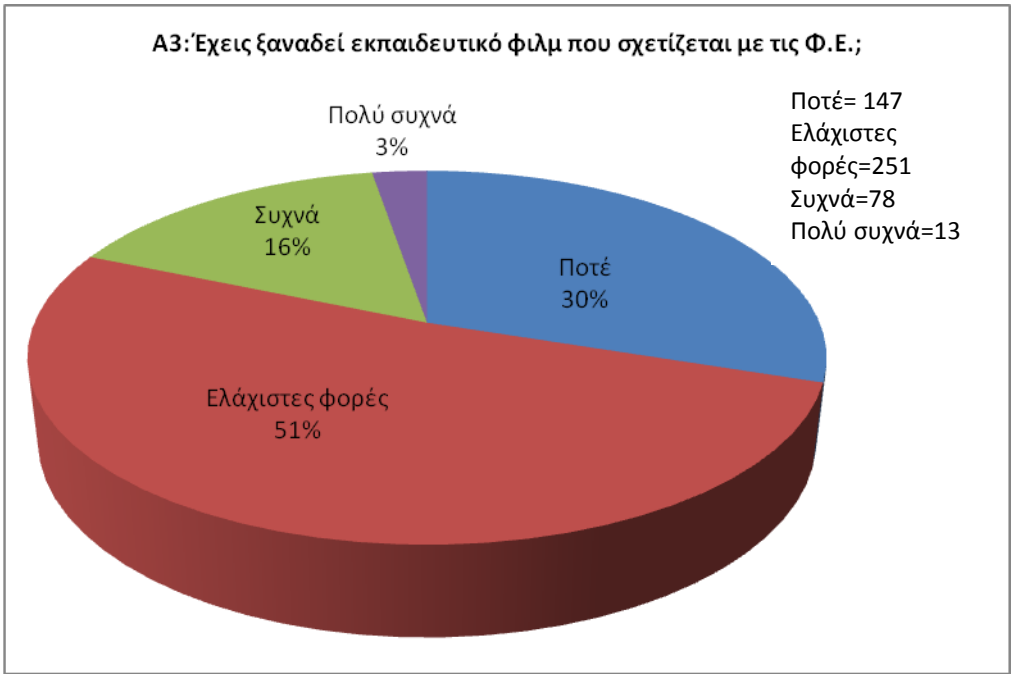


Διάγραμμα 2: Ποσοστά ΜΑ της ερώτησης Α2 για το σύνολο του δείγματος

Από τις απαντήσεις των μαθητών σε αυτή την ερώτηση γίνεται εμφανές ότι οι μαθητές θέλουν να αποκτήσουν γνώσεις που σχετίζονται με την Επιστήμη (56% των ΜΑ, π.χ. «πώς το νερό μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια»), ακολουθεί η Τεχνολογία, π.χ. «πώς λειτουργούν οι γεννήτριες» και η Κοινωνία, π.χ. «ποιος την ανακάλυψε» (20% των ΜΑ η κάθε κατηγορία) και τελευταίο το Περιβάλλον, π.χ. «πώς να κάνουμε τα εργοστάσια να μη μολύνουν το περιβάλλον» (4% των ΜΑ)

Παρατηρούμε ότι στις απαντήσεις και των δύο ερωτήσεων οι κατηγορίες Κοινωνία και Περιβάλλον κατέχουν το μικρότερο ποσοστό των ΜΑ.

Για την ερώτηση Α3: **«Έχεις ξαναδεί εκπαιδευτικό φιλμ που σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες;»** (τετράβαθμη Likert)

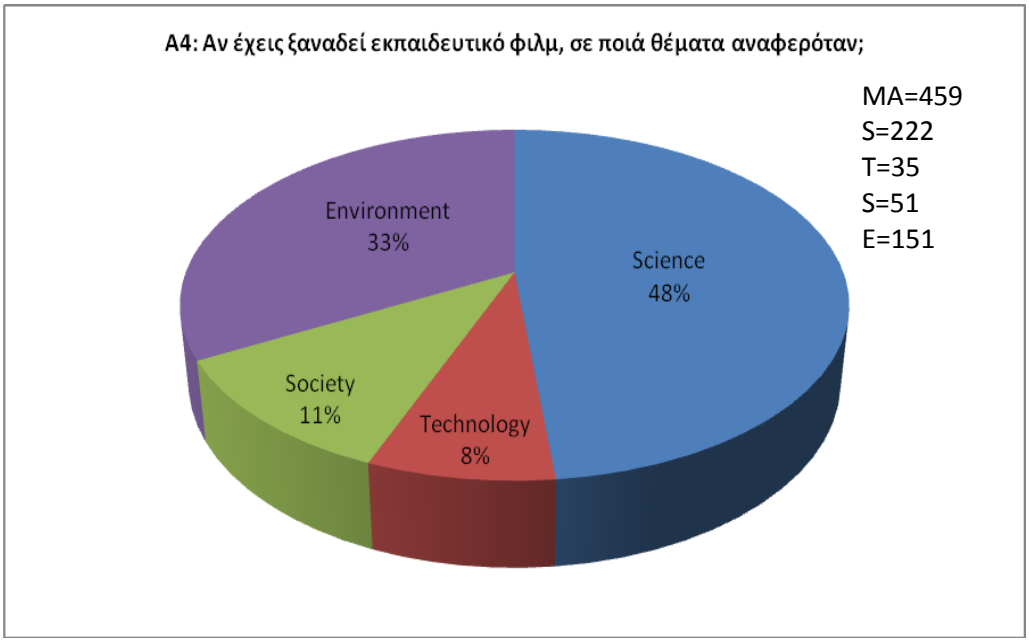


Διάγραμμα 3: Αποτελέσματα της ερώτησης Α3 για το σύνολο του δείγματος

Από τα παραπάνω ποσοστά φαίνεται ότι το 30% των συμμετεχόντων δεν έχει δει ποτέ εκπαιδευτικό φιλμ σχετικό με τις Φυσικές Επιστήμες και το 51% ελάχιστες φορές.

Για την ερώτηση Α4: **«Αν έχεις ξαναδεί εκπαιδευτικό φιλμ, σε ποιο/α θέμα/τα αναφερόταν;»**

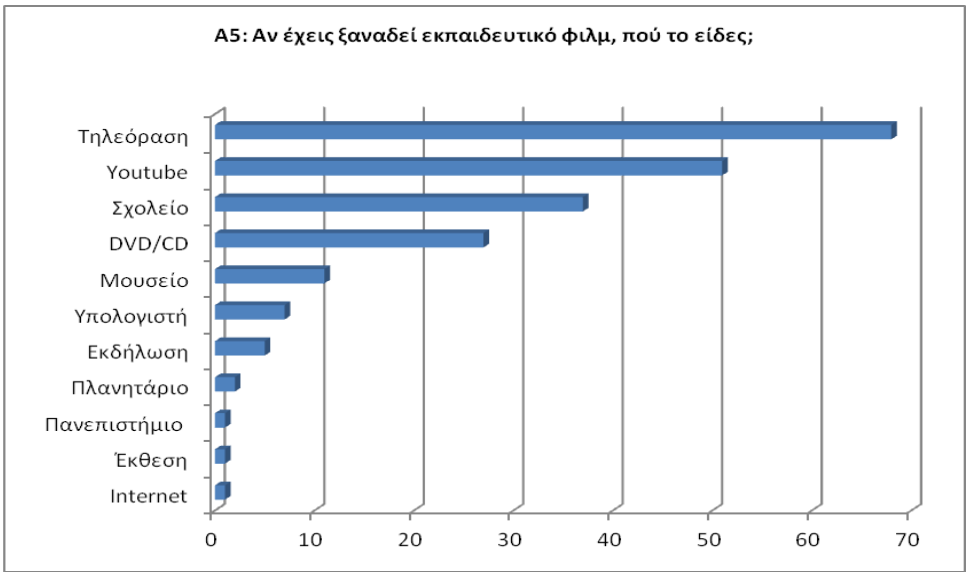
Σύμφωνα με τις απαντήσεις των μαθητών, έχουν παρακολουθήσει εκπαιδευτικό φιλμ οι 310. Οι υπόλοιποι, περίπου το 37% του δείγματος, είτε δεν έχουν δει ποτέ, είτε δεν απάντησαν αυτή την ερώτηση.



Διάγραμμα 4: Ποσοστά ΜΑ της ερώτησης Α4 για το σύνολο του δείγματος

Από την παραπάνω ανάλυση φαίνεται ότι τα περισσότερα εκπαιδευτικά φιλμ που έχουν παρακολουθήσει οι μαθητές αφορούν στις Επιστήμες. Εδώ για πρώτη φορά εμφανίζεται με μεγάλο ποσοστό η κατηγορία Περιβάλλον (33% των ΜΑ)

Για την ερώτηση Α5: «**Αν έχεις ξαναδεί εκπαιδευτικό φιλμ, που το είδες (π.χ. στην τηλεόραση, σε DVD, σε μουσείο, κλπ)**»



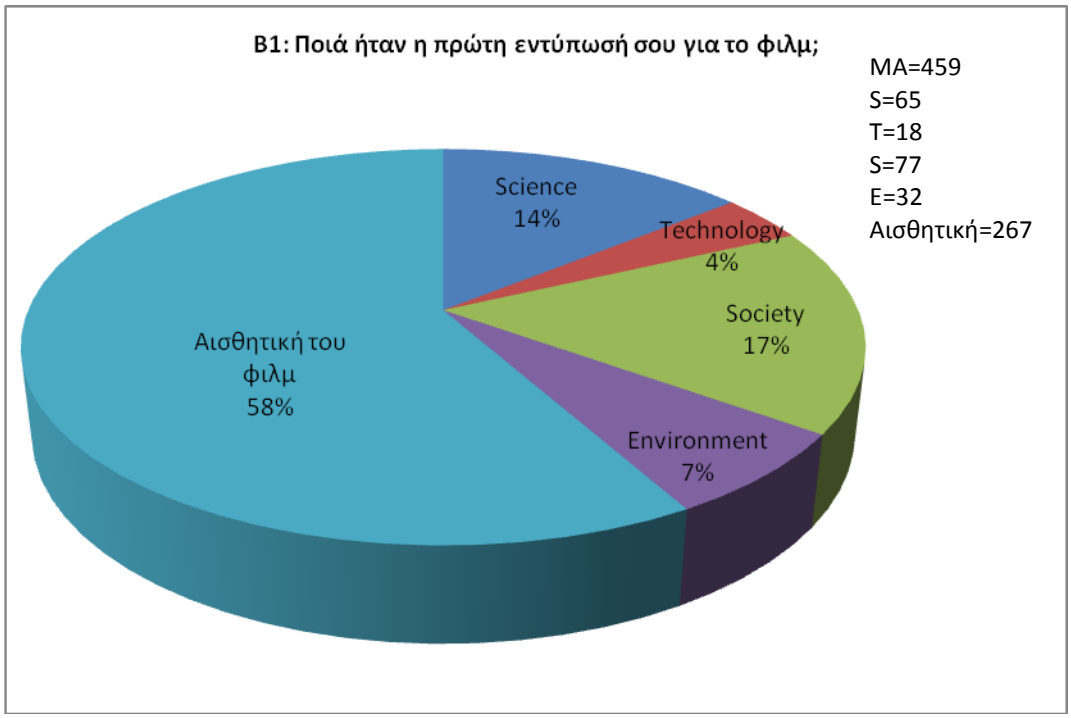
Τηλεόραση	68
Youtube	51
Σχολείο	37
DVD/CD	27
Μουσείο	11
Υπολογιστή	7
Εκδήλωση	5
Πλανητάριο	2
Internet	1
Έκθεση	1
Πανεπιστήμιο	1

Διάγραμμα 5: Απαντήσεις στην ερώτηση Α5 για το σύνολο του δείγματος

Από την παραπάνω κατανομή φαίνεται ότι την πρωτιά την κατέχει η τηλεόραση, έπεται το YouTube και το σχολείο έρχεται τρίτο στην κατάταξη.

Για την ερώτηση Β1: **«Με μια σύντομη φράση, ποιά ήταν η πρώτη εντύπωσή σου για το φιλμ που είδαμε;»**

Μέσα από τις απαντήσεις των υποκειμένων στην ερώτηση αυτή, προέκυψε και μια άλλη κατηγορία ανάλυσης, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η κατηγορία «Αισθητική του φιλμ». Δόθηκαν απαντήσεις του τύπου: *«με εντυπωσίασαν τα χρώματα»* ή *«με εντυπωσίασε η μουσική»*, οι οποίες ταξινομούνται σε αυτή την κατηγορία.

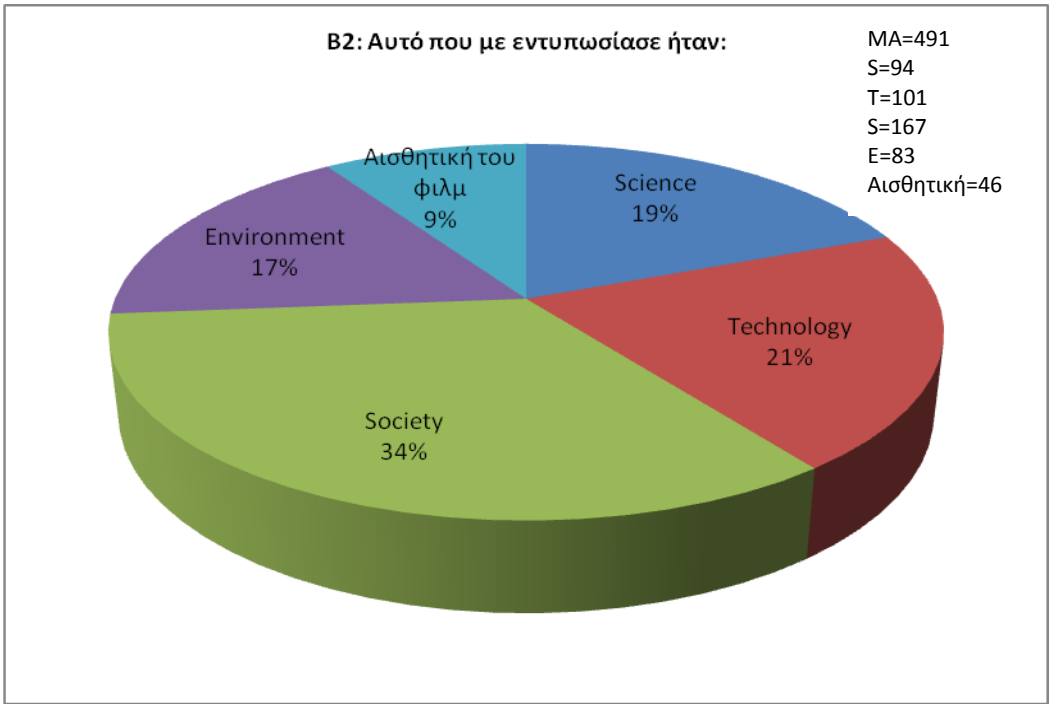


Διάγραμμα 6: Ποσοστά ΜΑ της ερώτησης Β1 για το σύνολο του δείγματος

Η πρώτη εντύπωση των μαθητών επικεντρώνεται στην αισθητική του φιλμ (58% των ΜΑ) και η επόμενη κατηγορία που εντυπωσιάζει τους μαθητές είναι η κατηγορία Κοινωνία (17% των ΜΑ), με τις περισσότερες απαντήσεις τους να αφορούν στα επαγγέλματα των ανθρώπων που εργάζονται για την παραγωγή και μεταφορά της

ηλεκτρικής ενέργειας, όπως *«εναερίτης»*, *«συγκολλητής»* κ.α. Πρέπει να σημειωθεί ότι η κατηγορία Τεχνολογία κατέχει το μικρότερο ποσοστό των ΜΑ, μόλις το 4%.

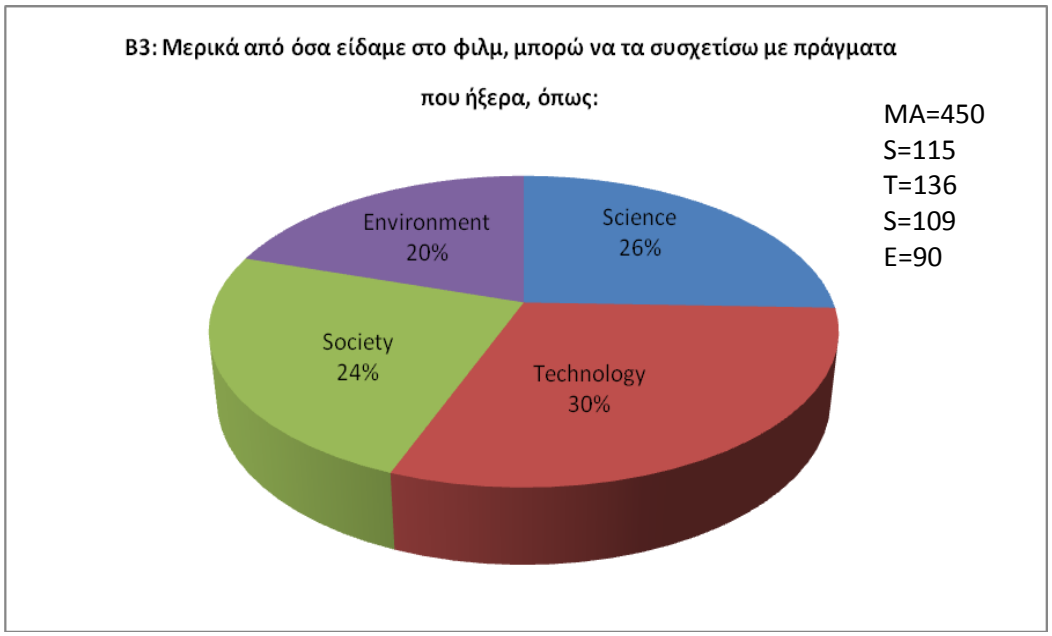
Για την ερώτηση Β2: **«Αυτό που με εντυπωσίασε ήταν:»**



Διάγραμμα 7: Ποσοστά ΜΑ της ερώτησης Β2 για το σύνολο του δείγματος

Οι μαθητές εδώ αναλύουν τις εντυπώσεις τους σε δεύτερο επίπεδο. Κυριαρχεί η κατηγορία Κοινωνία (34% των ΜΑ) με επικρατέστερη την απάντηση *«πόσο σκληρά δουλεύουν κάποιοι για να έχουμε εμείς ηλεκτρικό ρεύμα»*. Η αισθητική του φιλμ εδώ παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό των ΜΑ.

Για την ερώτηση Β3: **«Μερικά από όσα είδαμε στο φιλμ, μπορώ να τα συσχετίσω με πράγματα που ήξερα, όπως:»**

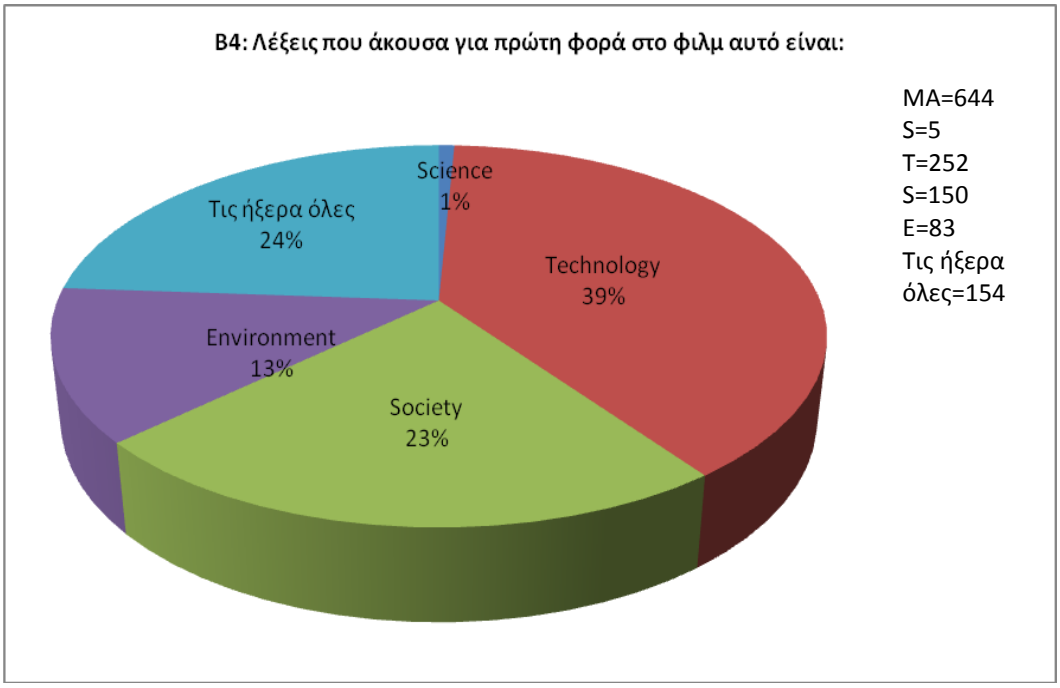


Διάγραμμα 8: Ποσοστά ΜΑ της ερώτησης Β3 για το σύνολο του δείγματος

Για πρώτη φορά βλέπουμε τα ποσοστά των τεσσάρων κατηγοριών να μη διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Ενώ πριν την προβολή του φιλμ, οι εκτιμήσεις των γνώσεων των μαθητών, αλλά και τα ενδιαφέροντά τους περιορίζονταν στις κατηγορίες Επιστήμη και Τεχνολογία (σύμφωνα με τα ευρήματα από τις απαντήσεις των ερωτήσεων Α1 και Α2), μετά την παρακολούθηση του φιλμ διαπιστώνουμε ότι οι γνώσεις τους δεν περιορίζονται σε αυτές τις δύο κατηγορίες μόνο, αλλά αφορούν και σε θέματα Κοινωνίας και Περιβάλλοντος. Παραδείγματα ΜΑ που ανιχνεύτηκαν στις απαντήσεις της ερώτησης αυτής ήταν για την κατηγορία Επιστήμη, «ήξερα ότι χρησιμοποιούμε το λιγνίτη», στην κατηγορία Τεχνολογία, «..με το δυναμό του ποδηλάτου», στην κατηγορία Κοινωνία, «να κλείνω το ηλεκτρικό ρεύμα όταν δεν το χρειάζομαι», και στην κατηγορία Περιβάλλον, «με το πώς βγάζουμε το λιγνίτη από τη γη».

Για την ερώτηση Β4: **«Λέξεις που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:»**

Από την επεξεργασία των απαντήσεων των μαθητών, προκύπτει και εδώ μια νέα κατηγορία ανάλυσης *«τις ήξερα όλες»*.

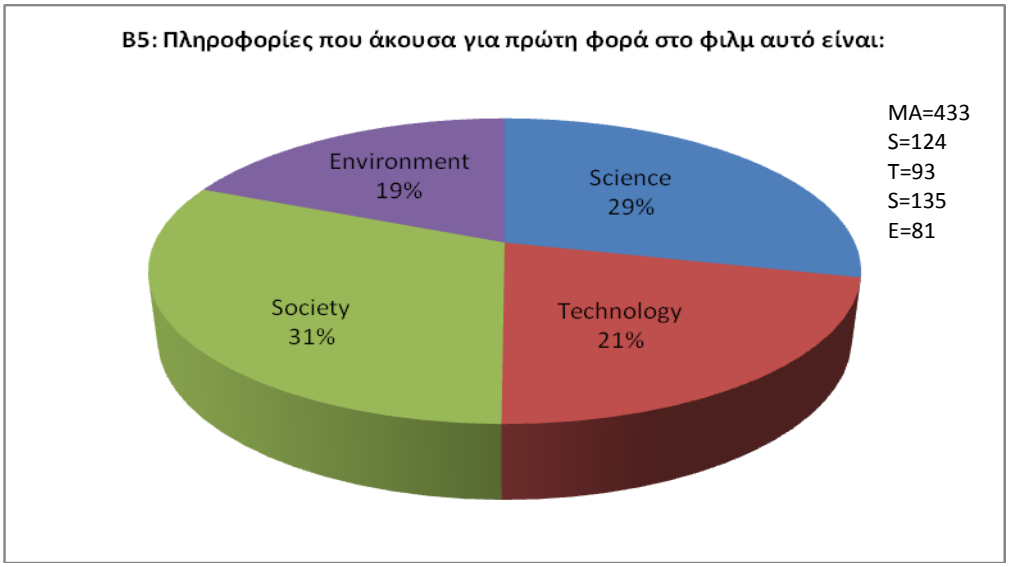


Διάγραμμα 9: Ποσοστά ΜΑ της ερώτησης Β4 για το σύνολο του δείγματος

Η κατηγορία Επιστήμη συγκεντρώνει το 1% των ΜΑ, πράγμα που σημαίνει ότι οι μαθητές γνωρίζουν τους επιστημονικούς όρους. Πολλοί τεχνολογικοί όροι που αφορούν στην παραγωγή και μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας ήταν άγνωστοι στους μαθητές (39% των ΜΑ, π.χ. «καυστήρας», «ηλεκτρογεννήτρια»). Επίσης αρκετές άγνωστες λέξεις ανήκουν στην κατηγορία Κοινωνία, που και εδώ είναι κυρίως τα επαγγέλματα που εμπλέκονται με την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας (23% των ΜΑ, π.χ. «συγκολητής», «εναερίτης»). Αξίζει να σημειωθεί ότι η μοναδική λέξη που εμφανίζεται ως άγνωστη και καταχωρείται στην κατηγορία Περιβάλλον είναι η λέξη «λιγνίτης». Από τις 83 φορές που εμφανίστηκε η λέξη λιγνίτης, οι 63 φορές σημειώθηκαν στις απαντήσεις των μαθητών της Ε΄ Δημοτικού που φοιτούν στη Θεσσαλονίκη και τη Νάξο και οι υπόλοιπες 20 φορές κατανέμονται σε όλο το υπόλοιπο δείγμα (πίνακας 7). Οι μαθητές της Φλώρινας γνώριζαν τη λέξη, μιας και στο νομό υπάρχουν αρκετά ορυχεία εξόρυξης λιγνίτη.

Πρέπει να αναφέρουμε ότι η κατηγορία «τις ήξερα όλες» καταλαμβάνει ένα μεγάλο ποσοστό του συνόλου των ΜΑ, το 24%.

Για την ερώτηση Β5: **«Πληροφορίες που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:»**



Διάγραμμα 10: Ποσοστά ΜΑ της ερώτησης Β5 για το σύνολο του δείγματος

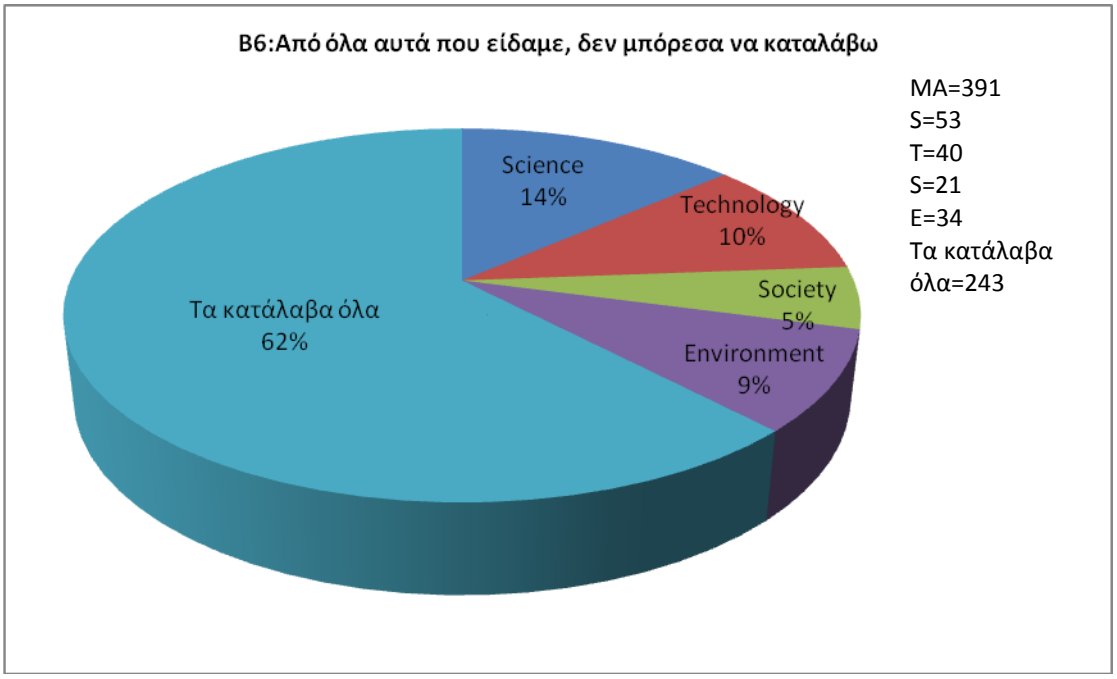
Παρατηρούμε μια ισοκατανομή των ΜΑ μεταξύ των διευρυμένων ομάδων «Επιστήμη-Τεχνολογία» (50% των ΜΑ, π.χ. «παράγουμε ενέργεια από τα κύματα» στην κατηγορία Επιστήμη, και «για το μαγνήτη της γεννήτριας» στην κατηγορία Τεχνολογία) και «Κοινωνία –Περιβάλλον» (50% των ΜΑ, π.χ. «το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται στη Δυτική Μακεδονία» στην κατηγορία Κοινωνία και «έχουμε ξοδέψει το μισό λιγνίτη» στην κατηγορία Περιβάλλον). Τα ευρήματα της ερώτησης αυτής αποκτούν αξία αν συγκριθούν με αυτά της ερώτησης Α1 ««**Τι γνωρίζεις για το που και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια;**» (Διάγραμμα 1).

Πριν παρακολουθήσουν το animation οι μαθητές εκτιμούσαν ότι οι γνώσεις τους είναι κυρίως τεχνολογικές και επιστημονικές για το σχετικό θέμα. Μετά την παρακολούθηση του animation, μειώνεται το ποσοστό των κατηγοριών Επιστήμη και Τεχνολογία, γιατί γι αυτές τις δύο κατηγορίες τα παιδιά είχαν γνώσεις, ενώ αυξάνονται τα ποσοστά των κατηγοριών Κοινωνία (από 18% των ΜΑ σε 31%) και κυρίως Περιβάλλον (από 1% των ΜΑ σε 19%), που αρχικά τα παιδιά δήλωναν άγνοια για θέματα σχετικά. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το animation έδωσε νέες

πληροφορίες στους μαθητές, πάνω στην κατεύθυνση του προγράμματος STSE, στις δύο από τις τέσσερις κατηγορίες.

Για την ερώτηση Β6: **«Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:»**

Και σε αυτή την ερώτηση από την επεξεργασία των απαντήσεων των συμμετεχόντων προέκυψε μια άλλη κατηγορία ανάλυσης *«τα κατάλαβα όλα»*.



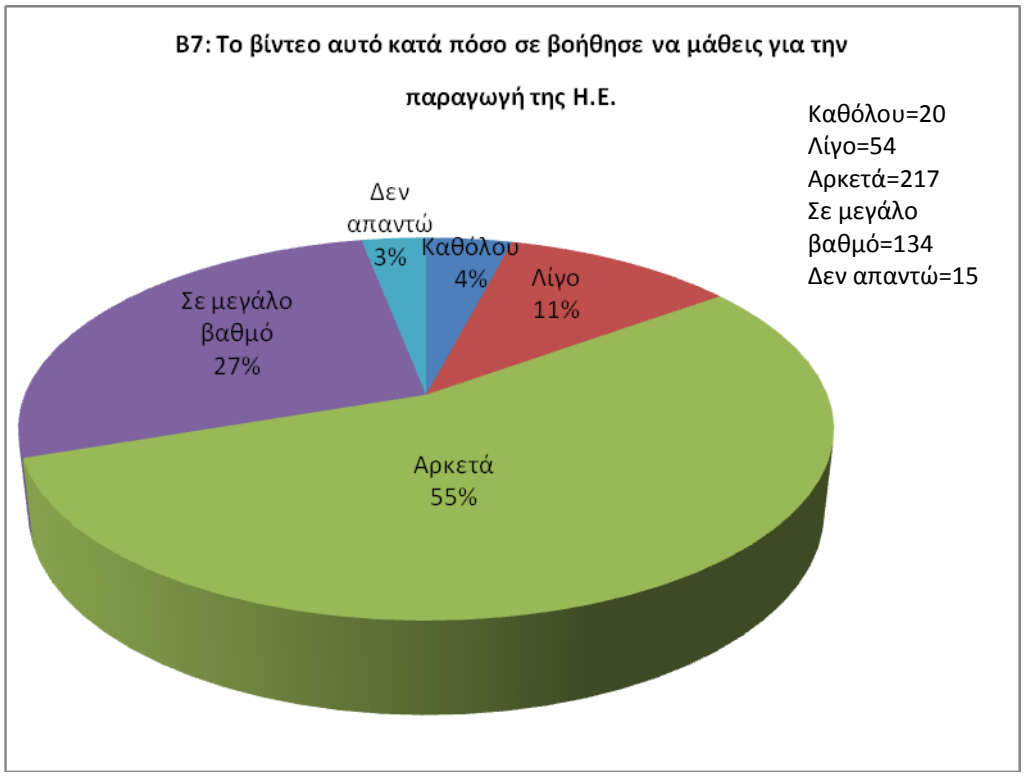
Διάγραμμα 11: Ποσοστά ΜΑ της ερώτησης Β6 για το σύνολο του δείγματος

Σκοπός της ερώτησης αυτής ήταν να δούμε αν το animation γίνεται κατανοητό από τους μαθητές και αν όχι, σε ποιά σημεία μειωνεκτεί. Εδώ, οι τέσσερις προκαθορισμένες κατηγορίες παρουσιάζουν μικρά ποσοστά και με μικρές διαφορές μεταξύ τους. Παραδείγματα ΜΑ γι αυτή την ερώτηση είναι «πώς γίνεται ο διαχωρισμός του ατμού από το νερό» για την κατηγορία Επιστήμη, «πώς μεταφέρεται το ρεύμα μέσα από τα καλώδια» στην κατηγορία Τεχνολογία, «για την τηλεθέρμανση» στην κατηγορία Κοινωνία και «γιατί τελειώνει ο λιγνίτης» στην κατηγορία Περιβάλλον. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ΜΑ καταλαμβάνει η κατηγορία

«τα κατάλαβα όλα», ενθαρρυντικό για την περαιτέρω χρήση του animation αυτού ως εκπαιδευτικό υλικό

Για την ερώτηση Β7: **«Τελικά, το βίντεο αυτό, κατά πόσο σε βοήθησε να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»** (τετράβαθμη Likert)

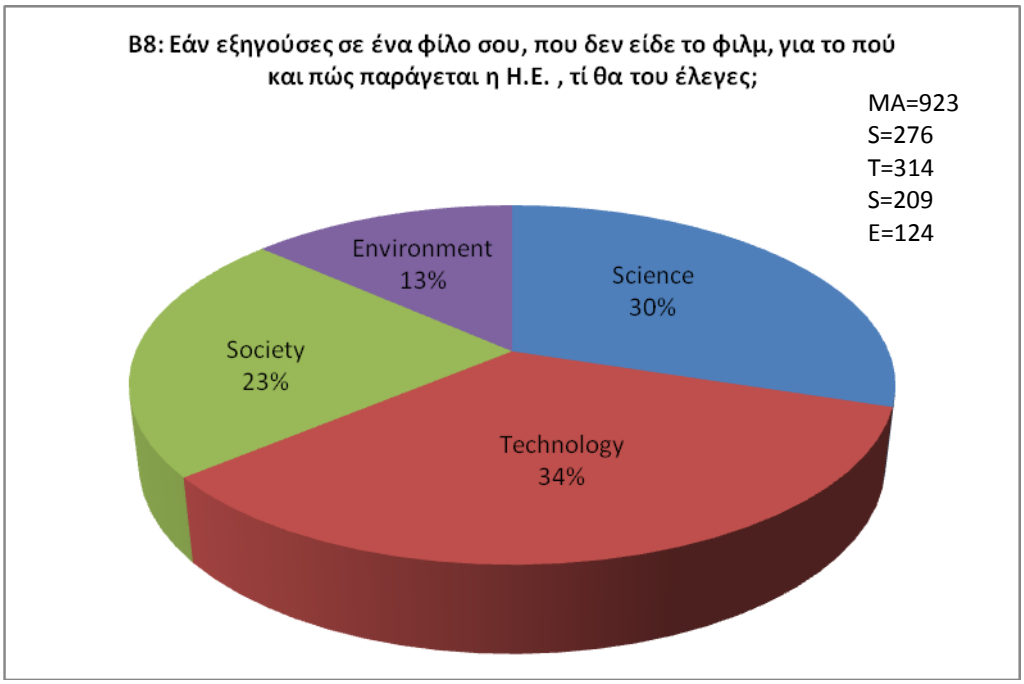
Στις απαντήσεις της ερώτησης αυτής, για να αναφερθούμε στο σύνολο του δείγματος, παρουσιάζουμε και την κατηγορία «δεν απαντώ».



Διάγραμμα 12: Ποσοστά απαντήσεων της ερώτησης Β7 για το σύνολο του δείγματος

Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα, και συγκεκριμένα το 82% αυτών, θεωρούν ότι το animation τους βοήθησε αρκετά ή σε μεγάλο βαθμό να μάθουν για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Για την ερώτηση Β8: **«Εάν εξηγούσες σε ένα φίλο ή μια φίλη σου, οι οποίοι δεν είδαν το φιλμ, για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, τι θα τους έλεγες;»**

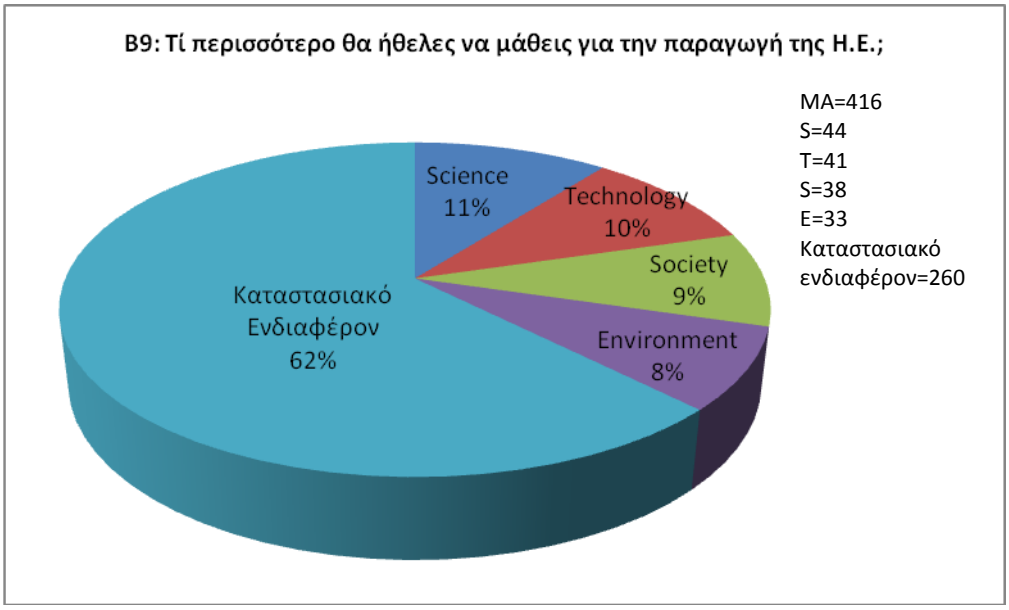


Διάγραμμα 13: Ποσοστά Μ.Α. της ερώτησης Β8 για το σύνολο του δείγματος

Με την ερώτηση αυτή προσπαθούμε να διερευνήσουμε τι συγκρατούν οι μαθητές μετά την παρακολούθηση του animation. Φαίνεται ότι η Τεχνολογία (34% των ΜΑ π.χ. «ο ατμός γυρνάει το στρόβιλο, αυτός περιστρέφει ένα μαγνήτη και παράγεται ρεύμα») και η Επιστήμη (30% των ΜΑ π.χ. «η θερμότητα που παράγεται από την καύση του λιγνίτη θερμαίνει το νερό») είναι οι προτεραιότητες των μαθητών. Πρέπει όμως να τονίσουμε ότι στις απαντήσεις των μαθητών υπάρχουν και οι τέσσερις συνιστώσες του STSE και η κατηγορία Περιβάλλον έχει πολύ μεγαλύτερο ποσοστό συγκριτικά με αυτό που είχε πριν την παρακολούθηση του animation (π.χ. ερώτηση Α1), αν και συγκεντρώνει και πάλι τον μικρότερο αριθμό ΜΑ.

Για την ερώτηση Β9: **«Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»**

Από την επεξεργασία των απαντήσεων στην ερώτηση αυτή, προέκυψε νέα κατηγορία ανάλυσης, εξαιτίας των απαντήσεων «δε θέλω να μάθω κάτι άλλο» ή «το φιλμ με κάλυψε». Την κατηγορία αυτή την ονομάσαμε ***«Καταστασιακό Ενδιαφέρον»***. Σύμφωνα με τους Linnenbrink-Garcia et al. (2010), καταστασιακό ενδιαφέρον είναι η εκδήλωση ενδιαφέροντος για μια συγκεκριμένη κατάσταση, που ίσως να μην εξελιχθεί σε ατομικό ενδιαφέρον, δηλαδή σε ανάγκη να ασχοληθεί κάποιος εντατικά με το σχετικό θέμα και μετά το πέρας της συγκεκριμένης κατάστασης που προκάλεσε το ενδιαφέρον. Έτσι, στην προκειμένη περίπτωση, το animation και το θέμα που παρουσιάζει προκάλεσαν το ενδιαφέρον των μαθητών, όμως δεν αποτέλεσε κίνητρο για την περαιτέρω εμπλοκή τους με το θέμα.



Διάγραμμα 14: Ποσοστά ΜΑ της ερώτησης Β9 για το σύνολο του δείγματος

Παρατηρούμε ότι μόνο το 38% των ΜΑ εκφράζει τη διατύπωση ερωτήματος σχετικά με το θέμα και τα ποσοστά στις τέσσερις κατηγορίες ισοκατανέμονται. Το 62% των ΜΑ δηλώνει ότι οι περισσότεροι μαθητές αρκούνται σε αυτά που έμαθαν.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκριση των απαντήσεων της συγκεκριμένης ερώτησης με τις απαντήσεις της ερώτησης Β6: **«Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:»** (Διάγραμμα 11).

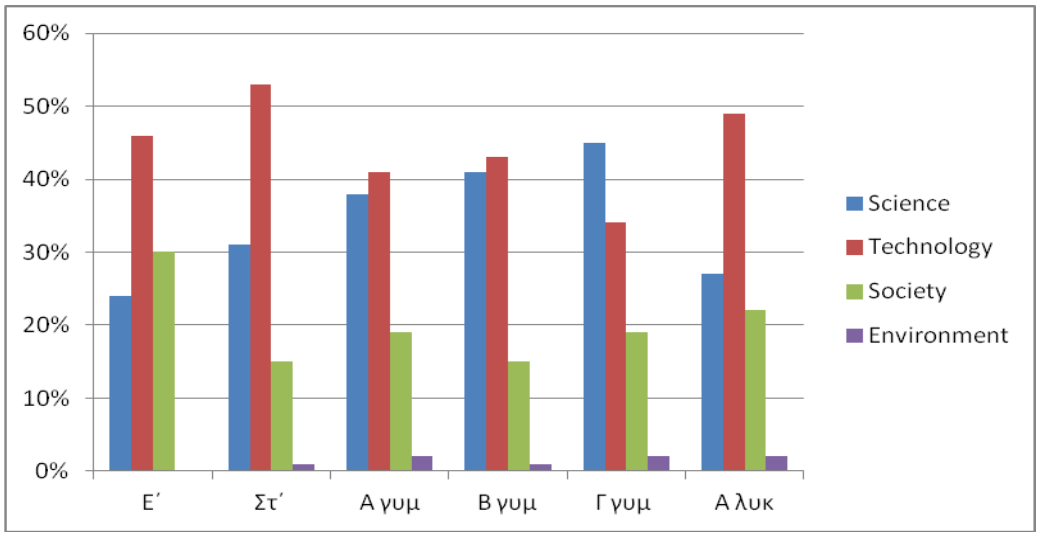
Οι κατηγορίες *«Καταστασιακό ενδιαφέρον»* και *«Τα κατάλαβα όλα»*, παρουσιάζουν τα ίδια ποσοστά των ΜΑ (62%), ενώ οι άλλες τέσσερις καθορισμένες κατηγορίες παρουσιάζουν παρόμοια ποσοστά στις δύο ερωτήσεις. Μπορούμε να υποθέσουμε ότι τα παιδιά θεωρούν ότι όταν κατανοούν ένα θέμα, δεν χρειάζεται να αναζητήσουν να μάθουν κάτι παραπάνω γι αυτό.

4.3. Αποτελέσματα σύμφωνα με την τάξη φοίτησης των συμμετεχόντων

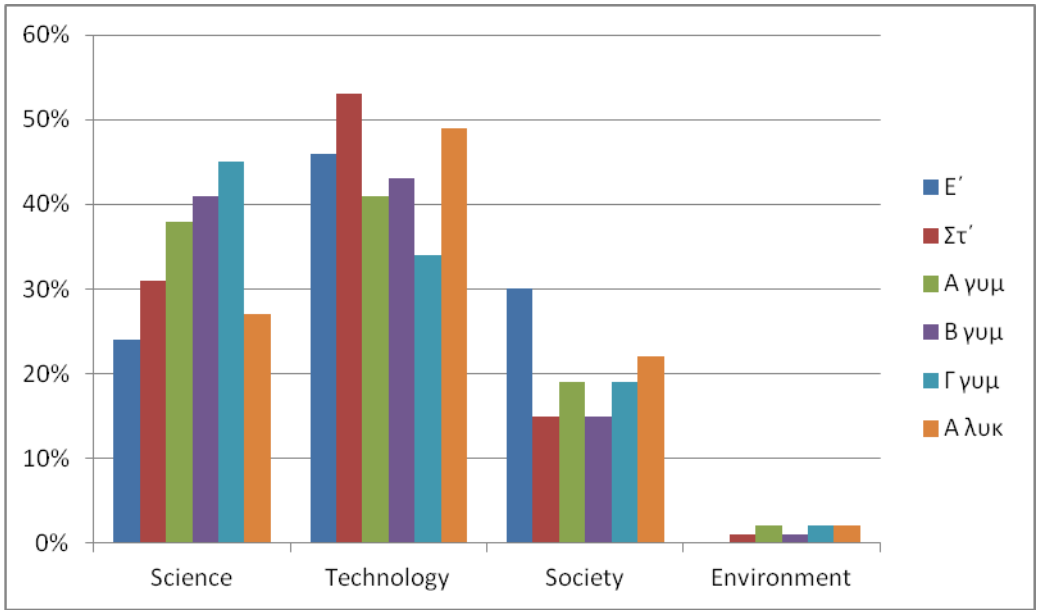
Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα των ερωτήσεων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον, κατά τάξη φοίτησης των συμμετεχόντων.

Για την ερώτηση Α1: **«Τι γνωρίζεις για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια;»**

Προκύπτει συγκεντρωτικά για τις έξι τάξεις φοίτησης που μελετάμε:



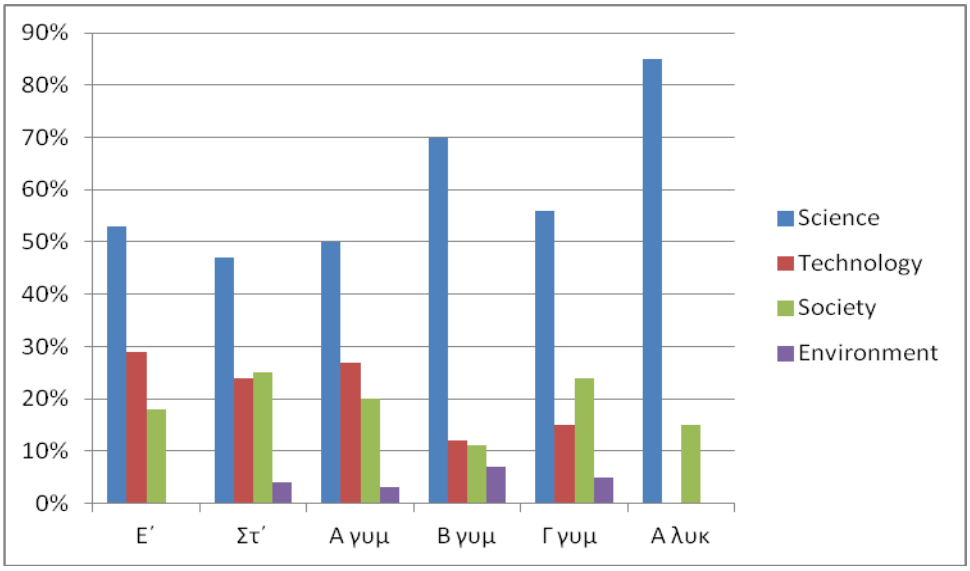
Διάγραμμα 15: Ποσοστά ΜΑ κάθε κατηγορίας ανά τάξη φοίτησης για την ερώτηση Α1: «Τι γνωρίζεις για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια;»



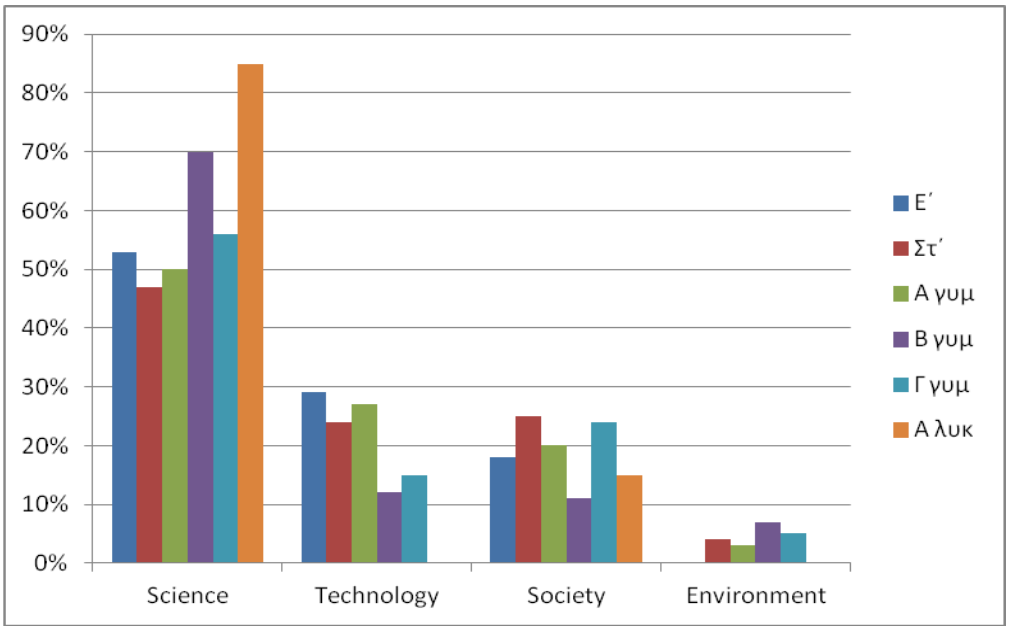
Διάγραμμα 16: Ποσοστά ΜΑ σε κάθε τάξη ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Α1: «Τι γνωρίζεις για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια;»

Το αξιοσημείωτο των ευρημάτων της ερώτησης Α1 είναι ότι οι μαθητές σε όλες τις τάξεις δε γνωρίζουν πώς σχετίζεται η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας με την κατηγορία περιβάλλον. Επίσης, παρατηρούμε ότι τα ποσοστά της κατηγορίας Επιστήμη αυξάνονται σταδιακά καθώς αυξάνεται η τάξη φοίτησης, με μόνη εξαίρεση την Α΄ Λυκείου. Δεδομένου ότι το συγκεκριμένο δείγμα μαθητών φοιτά στο Επαγγελματικό Λύκειο και από τους 34 μαθητές οι 32 είναι αγόρια, τα συγκεκριμένα αποτελέσματα χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Παρατηρούμε επίσης ότι στη μικρότερη τάξη (Ε΄) οι μαθητές διαθέτουν τις λιγότερες επιστημονικές γνώσεις, γιατί δεν είχαν ακόμα διδαχθεί στο σχολείο την Ηλεκτρική Ενέργεια. Όταν πραγματοποιήθηκε η έρευνα είχαν διδαχθεί γενικά για τις μορφές ενέργειας, αλλά όχι για την Ηλεκτρική. Στην κατηγορία Τεχνολογία δεν παρατηρείται αυτή η ομοιομορφία, ίσως γιατί η τεχνολογία έχει αμεσότερη σχέση με την εμπειρία των παιδιών και δε σχετίζεται αποκλειστικά με τη διδασκαλία. Επίσης, πρέπει να επισημάνουμε ότι στην Ε΄τάξη του Δημοτικού παρατηρείται το μεγαλύτερο ποσοστό της κατηγορίας «Κοινωνία» και είναι οι μοναδικοί μαθητές που δεν έχουν διδαχθεί ακόμα εντατικά στο σχολείο τις Φυσικές Επιστήμες. Πιθανολογούμε ότι η μη τυπική εκπαίδευση προσφέρει περισσότερες εμπειρίες που αφορούν σε κοινωνικούς παράγοντες, παρά η τυπική εκπαίδευση.

Για την ερώτηση Α2: **«Τι θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»**



Διάγραμμα 17: Ποσοστά ΜΑ κάθε κατηγορίας ανά τάξη φοίτησης για την ερώτηση Α2: «Τι θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»



Διάγραμμα 18: Ποσοστά ΜΑ σε κάθε τάξη ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Α2: «Τι θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»

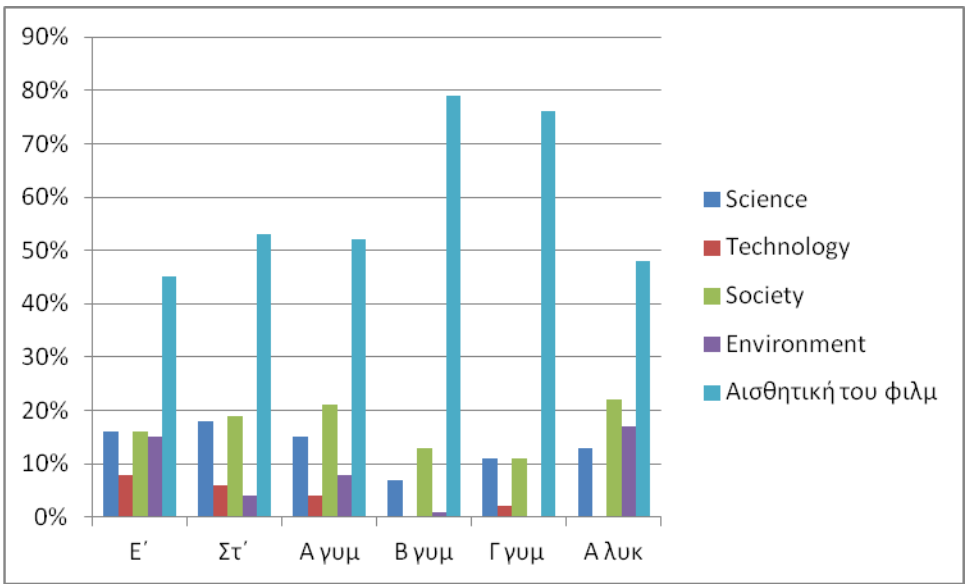
Οι δύο κατηγορίες, Κοινωνία και Περιβάλλον δεν βρίσκονται μέσα στις προτεραιότητες των μαθητών. Προφανώς, οι Φυσικές Επιστήμες όπως διδάσκονται

στο σχολείο δε βοηθούν τους μαθητές να ενδιαφερθούν για θέματα που αφορούν σε αυτές τις κατηγορίες. Το ενδιαφέρον των μαθητών επικεντρώνεται κυρίως στην επιστήμη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι μαθητές της Α΄ Λυκείου, στην προηγούμενη ερώτηση δήλωσαν ότι γνωρίζουν το «τεχνολογικό» κομμάτι της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, οπότε εκφράζουν διάθεση να μάθουν για τους επιστημονικούς παράγοντες που την αφορούν, αλλά καθόλου για τους περιβαλλοντικούς.

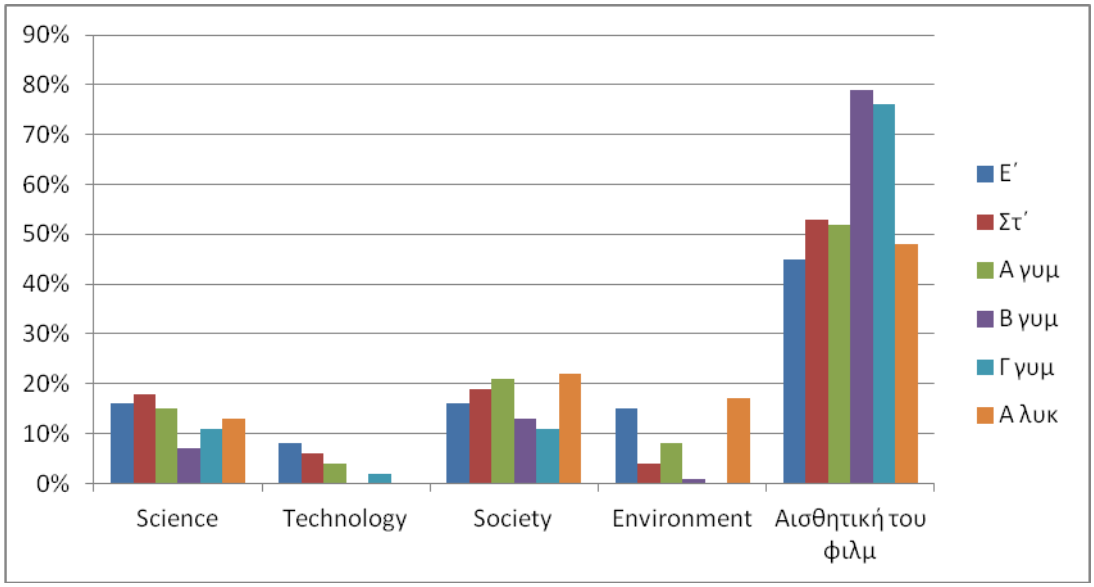
Για την ερώτηση Β1: **«Με μια σύντομη φράση, ποιά ήταν η πρώτη εντύπωσή σου για το φιλμ που είδαμε;»**

Από τις απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση αυτή, όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, προέκυψε και μια άλλη κατηγορία ανάλυσης, πέρα από τις τέσσερις προκαθορισμένες, η οποία είναι *«η αισθητική του φιλμ»*. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται απαντήσεις των μαθητών που αφορούν στα χρώματα του animation, στη μουσική που το πλαισιώνει και στην αφήγηση που συνοδεύει τις εικόνες.

Ανάγοντας τον αριθμό των ΜΑ κάθε κατηγορίας σε ποσοστά, προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 19: Ποσοστά ΜΑ κάθε κατηγορίας ανά τάξη φοίτησης για την ερώτηση Β1: «Με μια σύντομη φράση, ποιά ήταν η πρώτη εντύπωσή σου για το φιλμ που είδαμε;»

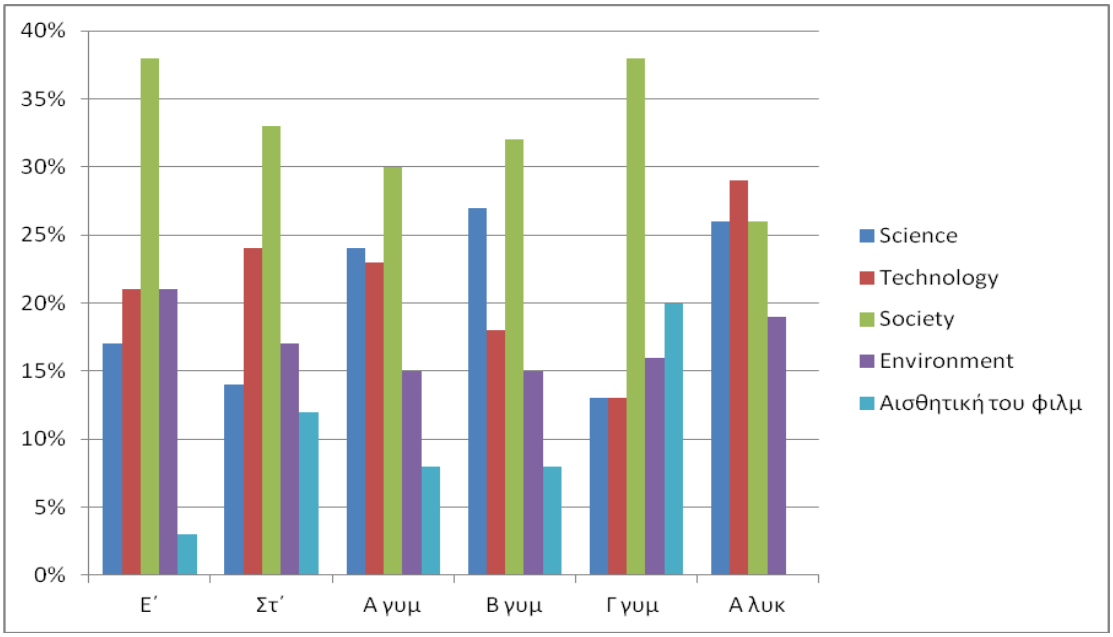


Διάγραμμα 20: Ποσοστά ΜΑ σε κάθε τάξη ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β1: «Με μια σύντομη φράση, ποιά ήταν η πρώτη εντύπωσή σου για το φιλμ που είδαμε;»

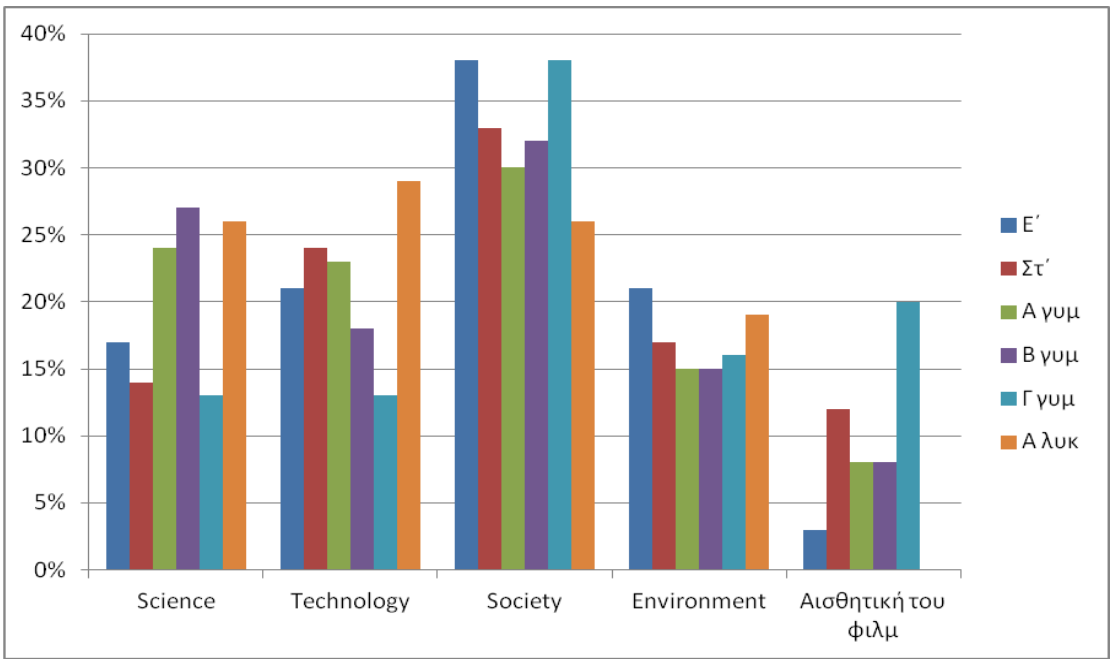
Σε όλες τις τάξεις φοίτησης, η κατηγορία «αισθητική του φιλμ» είναι αυτή που προκαλεί το μεγαλύτερο ενδιαφέρον των μαθητών. Και ενώ θα περιμέναμε να εντυπωσιαστούν περισσότερο οι μικροί μαθητές από τις εικόνες, τα χρώματα, τη μουσική και την αφήγηση, τελικά οι μαθητές της Β΄ και Γ΄ Γυμνασίου παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά. Αυτό εξηγείται σύμφωνα με τη θεωρία, αν δεχτούμε ότι οι μικροί μαθητές κατανάλωσαν περισσότερες μονάδες μνήμης για να επεξεργαστούν το εσωτερικό φορτίο του animation (δηλαδή το περιεχόμενό του), οπότε έμειναν διαθέσιμες λιγότερες μονάδες μνήμης για την επεξεργασία του εξωτερικού φορτίου (χρώματα, μουσική κλπ).

Για την ερώτηση Β2: **«Αυτό που με εντυπωσίασε ήταν:»**

Αυτή η ερώτηση είναι συμπληρωματική της προηγούμενης. Παρακινεί τους μαθητές να επεξεργαστούν σε δεύτερο επίπεδο τις εντυπώσεις τους για το animation.



Διάγραμμα 21: Ποσοστά ΜΑ κάθε κατηγορίας ανά τάξη φοίτησης για την ερώτηση Β2: «Αυτό που με εντυπωσίασε ήταν:»

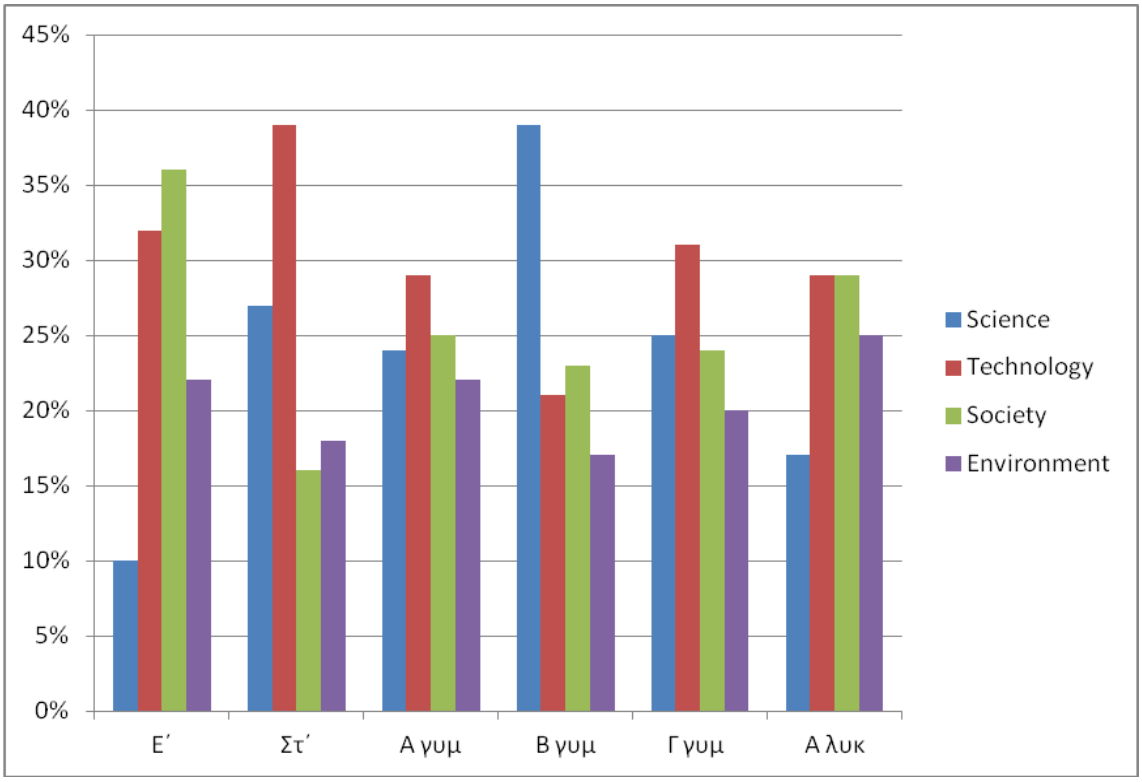


Διάγραμμα 22: Ποσοστά ΜΑ σε κάθε τάξη ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β2: «Αυτό που με εντυπωσίασε ήταν:»

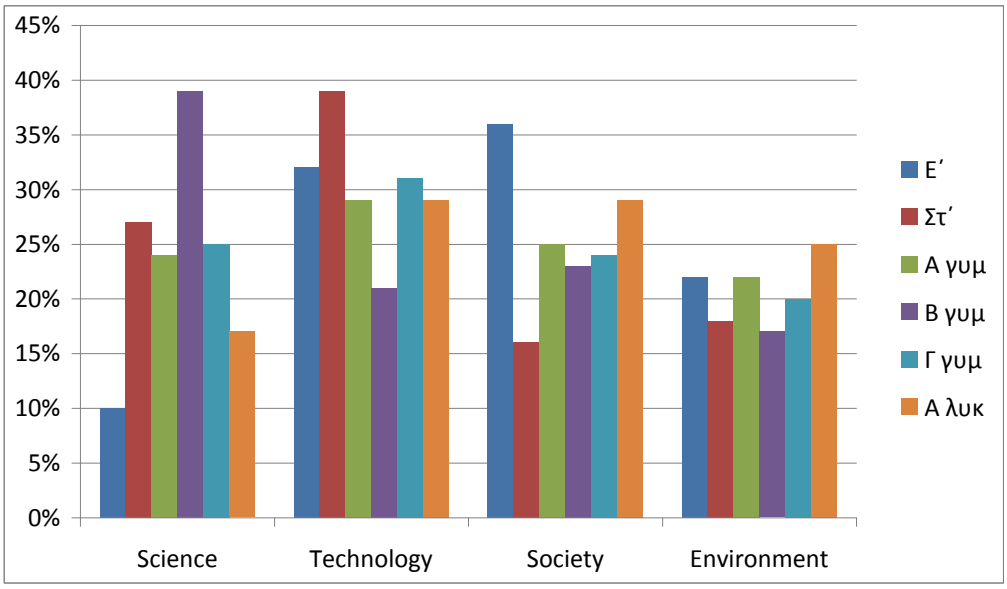
Στις απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση αυτή, βλέπουμε ότι αυτό που τους εντυπωσιάζει είναι κυρίως η κατηγορία Κοινωνία. Παρατηρούμε μια μετατόπιση των

απαντήσεων των μαθητών από την κατηγορία «αισθητική του φιλμ», στην κατηγορία «Κοινωνία». Οι περισσότερες απαντήσεις των μαθητών που συμπεριλαμβάνονται σε αυτή την κατηγορία αφορούν στα επαγγέλματα των ειδικών που εργάζονται στο εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ειδικά οι μαθητές της Α΄Λυκείου φαίνεται να μην εντυπωσιάζονται καθόλου σε δεύτερο επίπεδο από την αισθητική του φιλμ. Είναι αξιοσημείωτο ότι είναι η πρώτη φορά όπου η κατηγορία «Περιβάλλον» παίρνει τόσο μεγάλα ποσοστά σε όλες τις τάξεις φοίτησης. Μπορούμε να πούμε ότι οι νέες πληροφορίες που δέχονται τα παιδιά για τη σχέση της ηλεκτρικής ενέργειας με περιβαλλοντικούς παράγοντες τους εντυπωσιάζουν αρκετά.

Για την ερώτηση Β3: **«Μερικά από όσα είδαμε στο φιλμ, μπορώ να τα συσχετίσω με πράγματα που ήξερα, όπως:»**



Διάγραμμα 23: Ποσοστά ΜΑ κάθε κατηγορίας ανά τάξη φοίτησης για την ερώτηση Β3: «Μερικά από όσα είδαμε στο φιλμ, μπορώ να τα συσχετίσω με πράγματα που ήξερα, όπως:»



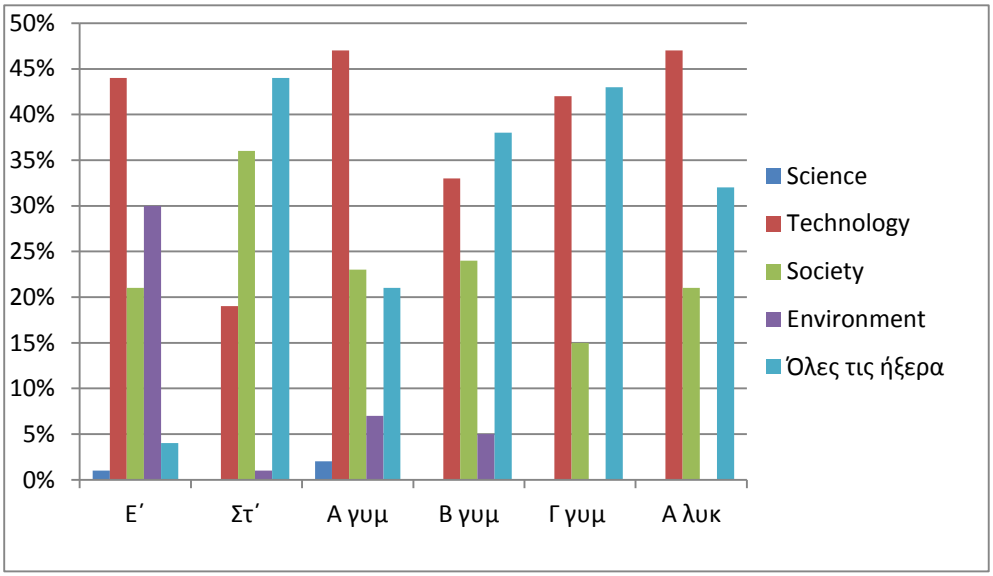
Διάγραμμα 24: Ποσοστά ΜΑ σε κάθε τάξη ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β3: «Μερικά από όσα είδαμε στο φιλμ, μπορώ να τα συσχετίσω με πράγματα που ήξερα, όπως:»

Παρατηρούμε ότι οι μαθητές όλων των τάξεων μπορούν να συσχετίσουν την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας με επιστημονικούς και τεχνολογικούς παράγοντες, αλλά και με κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς. Ίσως το φιλμ αποτελεί το έναυσμα ώστε οι μαθητές να ανακαλέσουν γνώσεις που σχετίζονταν με αυτές τις κατηγορίες, στις οποίες δεν αναφέρθηκαν στις ερωτήσεις πριν την προβολή του φιλμ, γιατί έχουν μάθει να συνδυάζουν τις Φυσικές Επιστήμες κυρίως με γνώσεις καθαρά επιστημονικές και τεχνολογικές.

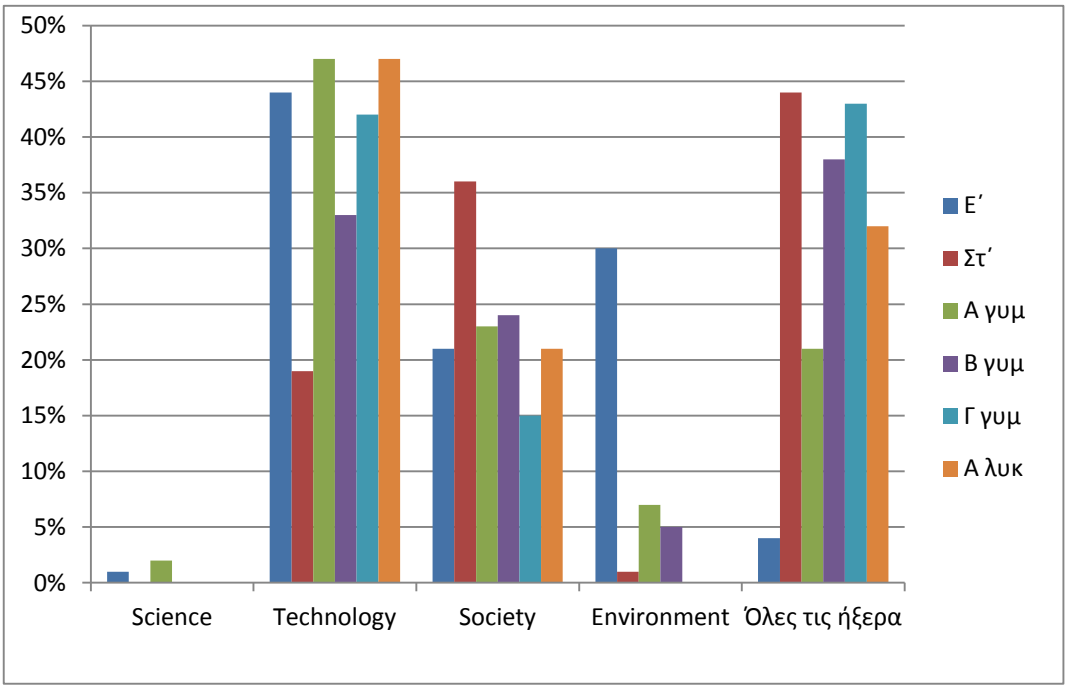
Το μεγαλύτερο ποσοστό στην κατηγορία Κοινωνία, και με μεγάλη διαφορά, παρουσιάζουν οι μαθητές της Ε΄ τάξης του Δημοτικού. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι οι μαθητές αυτοί δεν έχουν διδαχθεί εντατικά τις Φυσικές Επιστήμες στο σχολείο, οπότε αναγκάζονται να συσχετίσουν την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας με γνώσεις και εμπειρίες που έχουν αποκτήσει από την άτυπη μέχρι τώρα εκπαίδευσή τους.

Για την ερώτηση Β4: **«Λέξεις που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:»**

Κατά την επεξεργασία των απαντήσεων των μαθητών σε αυτή την ερώτηση, αναδύθηκε και άλλη κατηγορία ανάλυσης, όπως ήδη έχει αναφερθεί. Κάποιοι μαθητές γνώριζαν όλες τις λέξεις που άκουσαν, οπότε απάντησαν «όλες τις ήξερα», και εμείς ονομάσαμε έτσι την πέμπτη κατηγορία ανάλυσης γι αυτή την ερώτηση. Οι περισσότερες άγνωστες λέξεις εμφανίζονται στις απαντήσεις των μαθητών της μικρότερης τάξης, αναμενόμενο μιας και δεν έχουν ακόμα διδαχθεί στο σχολείο για την ηλεκτρική ενέργεια.



Διάγραμμα 25: Ποσοστά ΜΑ κάθε κατηγορίας ανά τάξη φοίτησης για την ερώτηση Β4: «Λέξεις που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:»



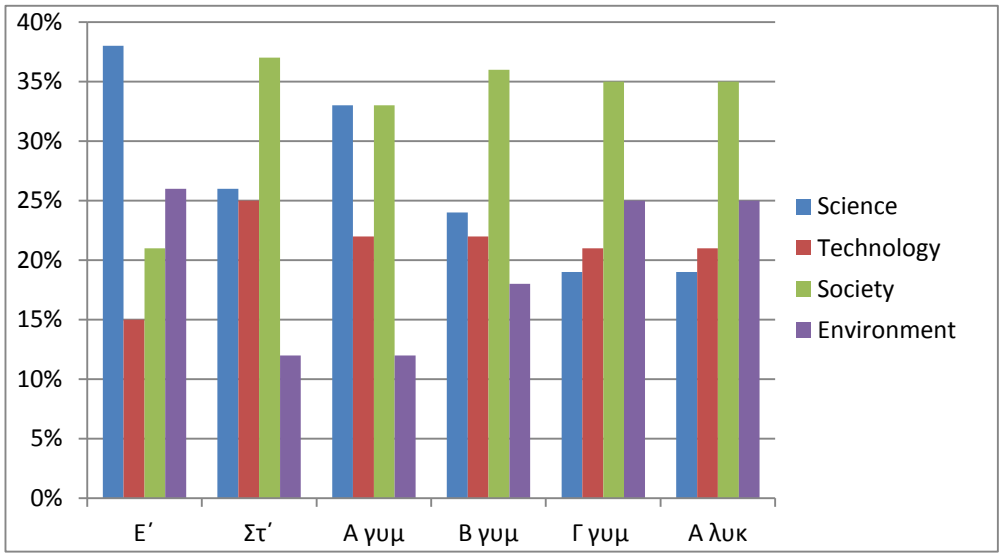
Διάγραμμα 26: Ποσοστά ΜΑ σε κάθε τάξη ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β4: «Λέξεις που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:»

Η κατηγορία Επιστήμη παρουσιάζει μηδενικά ή ελάχιστα ποσοστά, γιατί στο φιλμ δεν αναφέρονται λέξεις αμιγώς επιστημονικές. Πρέπει να σημειώσουμε ότι όλες οι άγνωστες λέξεις στην κατηγορία «Περιβάλλον» είναι η λέξη «λιγνίτης» και εμφανίζεται κυρίως στην Ε΄ τάξη του Δημοτικού, κάτι που μπορεί να εξηγηθεί λόγω του γεγονότος ότι το 100% του δείγματος που ανήκει σε αυτή την τάξη φοίτησης προέρχεται από πόλεις όπου δεν υπάρχουν κοιτάσματα λιγνίτη. Αντίθετα, τα παιδιά που φοιτούν σε σχολεία της Φλώρινας, στη συντριπτική τους πλειοψηφία γνωρίζουν τη συγκεκριμένη λέξη, μιας και η ευρύτερη περιοχή της Φλώρινας διαθέτει αρκετά ορυχεία εξόρυξης λιγνίτη, όπως αναφέρθηκε και στα αποτελέσματα της ερώτησης αυτής για το σύνολο του δείγματος.

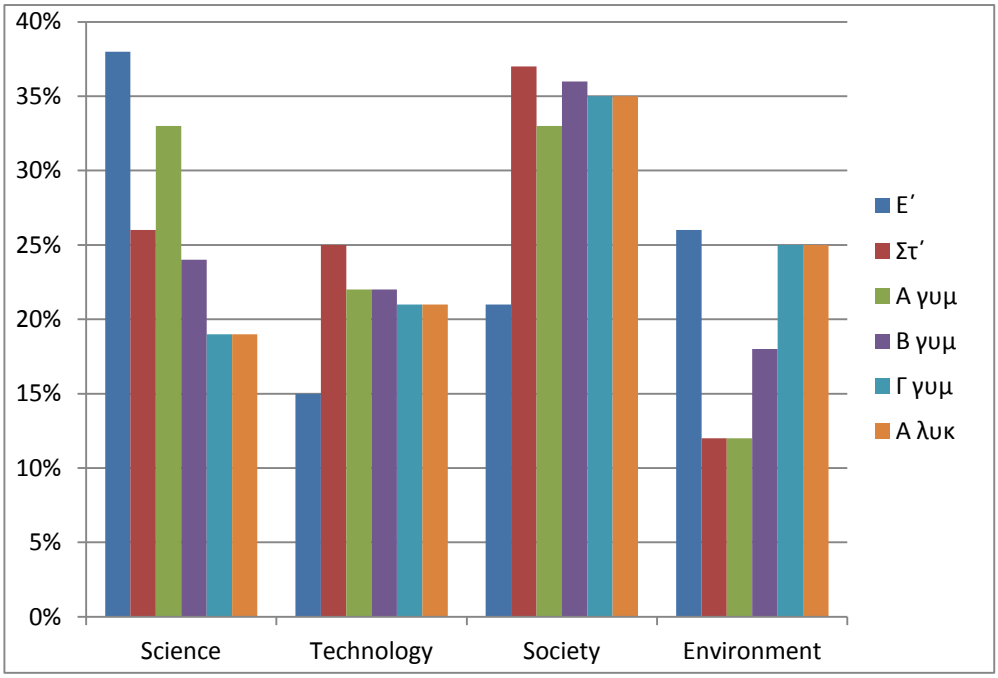
Για την ερώτηση Β5: **«Πληροφορίες που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:»**

Και σε αυτή την ερώτηση οι περισσότερες ΜΑ σημειώνονται στην Ε΄ τάξη Δημοτικού, κάτι που ίσως οφείλεται, όπως αναφέραμε και στην ερώτηση Β4, στο ότι οι μαθητές αυτοί δεν έχουν ακόμα διδαχθεί την ηλεκτρική ενέργεια στο σχολείο.

Αντίθετα, οι λιγότερες σημειώνονται στην Α΄ Λυκείου, όταν πια έχουν διδαχθεί πολλές φορές στη μαθητική τους πορεία την ηλεκτρική ενέργεια.



Διάγραμμα 27: Ποσοστά ΜΑ κάθε κατηγορίας ανά τάξη φοίτησης για την ερώτηση Β5: «Πληροφορίες που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:»

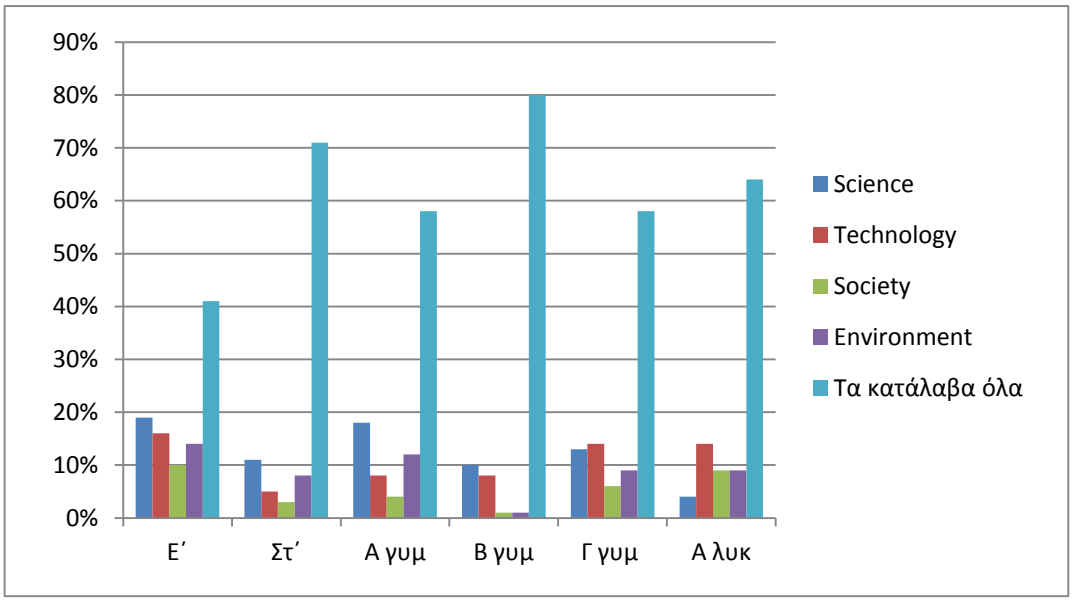


Διάγραμμα 28: Ποσοστά ΜΑ σε κάθε τάξη ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β5: «Πληροφορίες που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:»

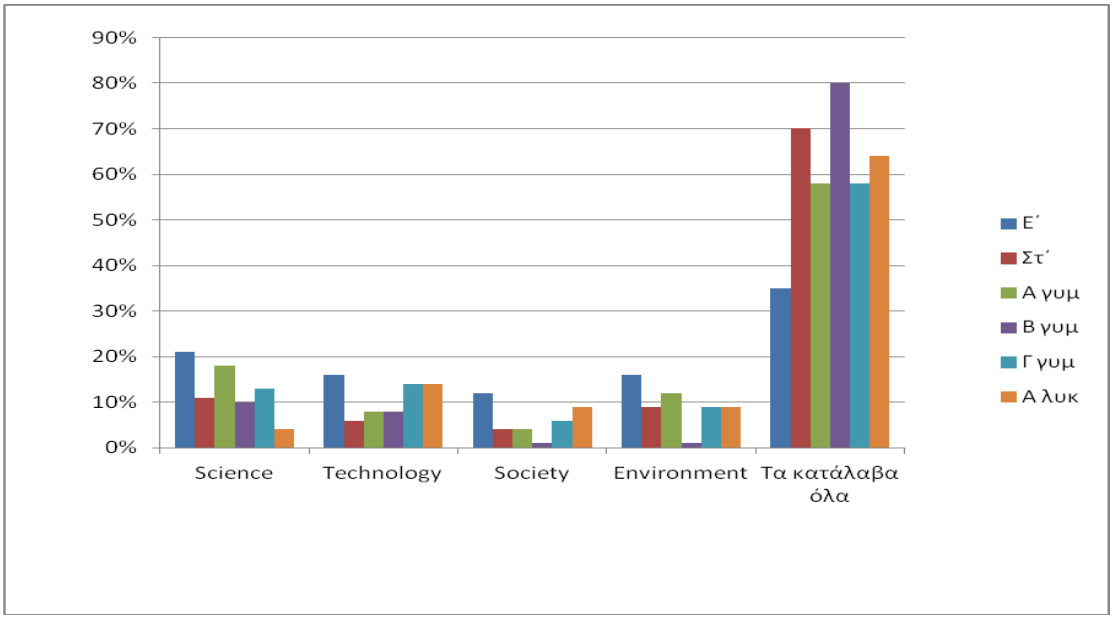
Οι περισσότερες νέες πληροφορίες αφορούν στην κατηγορία «Κοινωνία» για όλες τις τάξεις, εκτός από την Ε΄ τάξη του Δημοτικού. Αυτό το εύρημα συνάδει με τα ευρήματα από την **ερώτηση Β3** και επικυρώνει την απάντηση που δώσαμε. Οι γνώσεις που αφορούν στις κοινωνικές προεκτάσεις της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας δε διδάσκονται στο σχολείο, αφού σε όλες τις τάξεις που οι μαθητές διδάσκονται την ηλεκτρική ενέργεια η κατηγορία αυτή παρουσιάζει τα μεγαλύτερα ποσοστά άγνοιας. Οι κοινωνικές γνώσεις γύρω από αυτό τον τομέα, προσφέρονται μάλλον περισσότερο από την άτυπη ή μη τυπική εκπαίδευση, παρά από τη διδασκαλία.

Για την ερώτηση Β6: **«Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:»**

Από την ανάλυση «bottom-up» των απαντήσεων στην ερώτηση αυτή, προέκυψε και άλλη κατηγορία ανάλυσης, όπως ήδη έχει αναφερθεί, η κατηγορία *«τα κατάλαβα όλα»*.



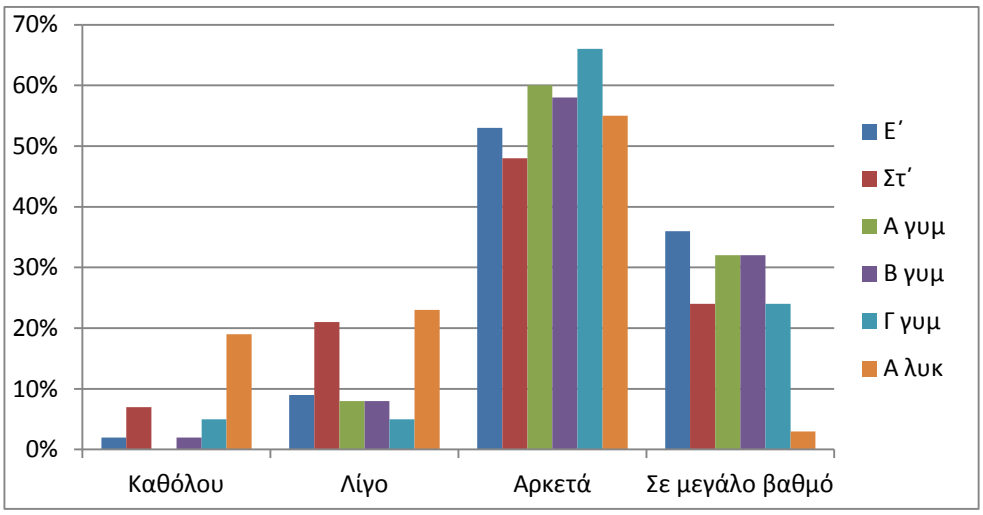
Διάγραμμα 29: Ποσοστά ΜΑ κάθε κατηγορίας ανά τάξη φοίτησης για την ερώτηση Β6: «Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:»



Διάγραμμα 30: Ποσοστά ΜΑ σε κάθε τάξη ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β6: «Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:»

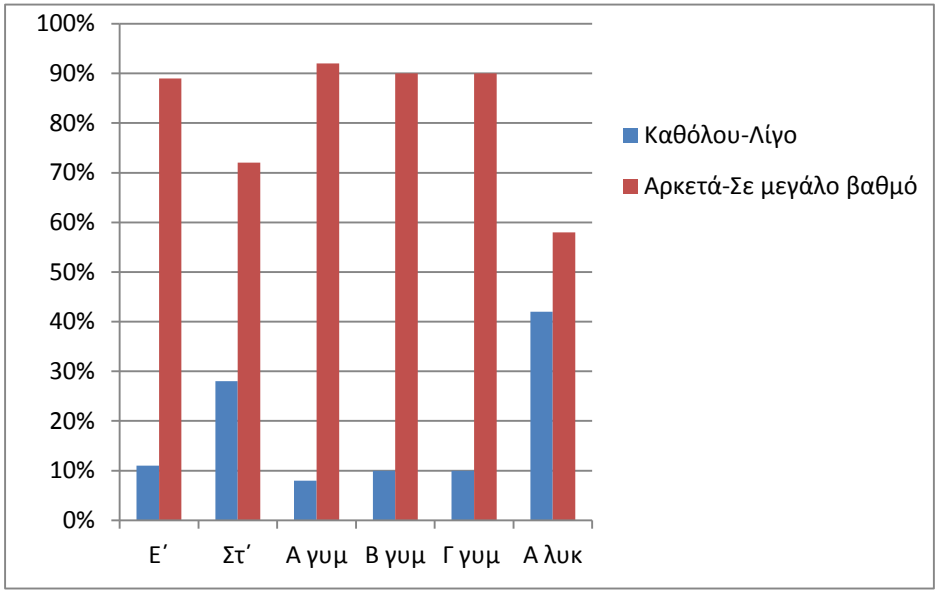
Φαίνεται ότι τις περισσότερες απορίες σε όλες τις κατηγορίες τις εκφράζουν οι μικρότεροι μαθητές (της Ε΄τάξης)

Για την ερώτηση Β7: **«Τελικά, το βίντεο αυτό, κατά πόσο σε βοήθησε να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»** (τετράβαθμη Likert)



Διάγραμμα 31: Ποσοστά επιλογών των μαθητών κάθε τάξης για την ερώτηση Β7: «Τελικά, το βίντεο αυτό, κατά πόσο σε βοήθησε να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»

Για να έχουμε καλύτερη άποψη για το αν η παρακολούθηση του φιλμ έχει θετικά αποτελέσματα στους μαθητές, ενοποιήσαμε τις κατηγορίες καθόλου - λίγο και αρκετά – σε μεγάλο βαθμό.



Διάγραμμα 32: Ποσοστά ομαδοποιημένων επιλογών των μαθητών κάθε τάξης για την ερώτηση Β7: «Τελικά, το βίντεο αυτό, κατά πόσο σε βοήθησε να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»

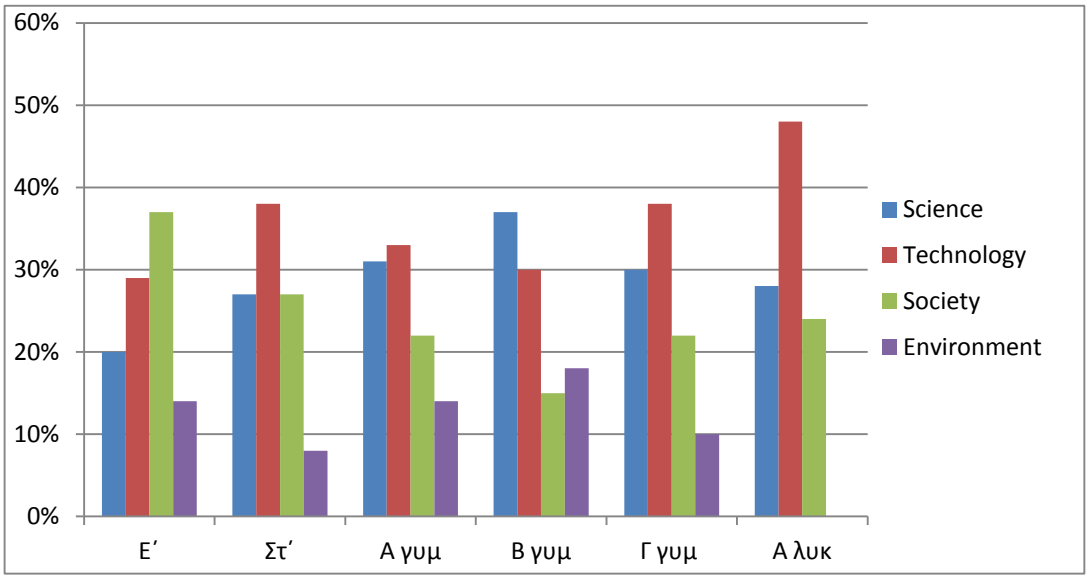
Η πλειοψηφία των μαθητών κάθε τάξης δηλώνει ότι βοηθήθηκε από το φιλμ να μάθει για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Το μικρότερο ποσοστό σημειώνεται στους μαθητές της Α΄ Λυκείου. Αυτό ίσως συμβαίνει για τους εξής δύο λόγους:

i) οι μαθητές της Α΄ Λυκείου φοιτούν σε Επαγγελματικό Λύκειο, οπότε δεν αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα

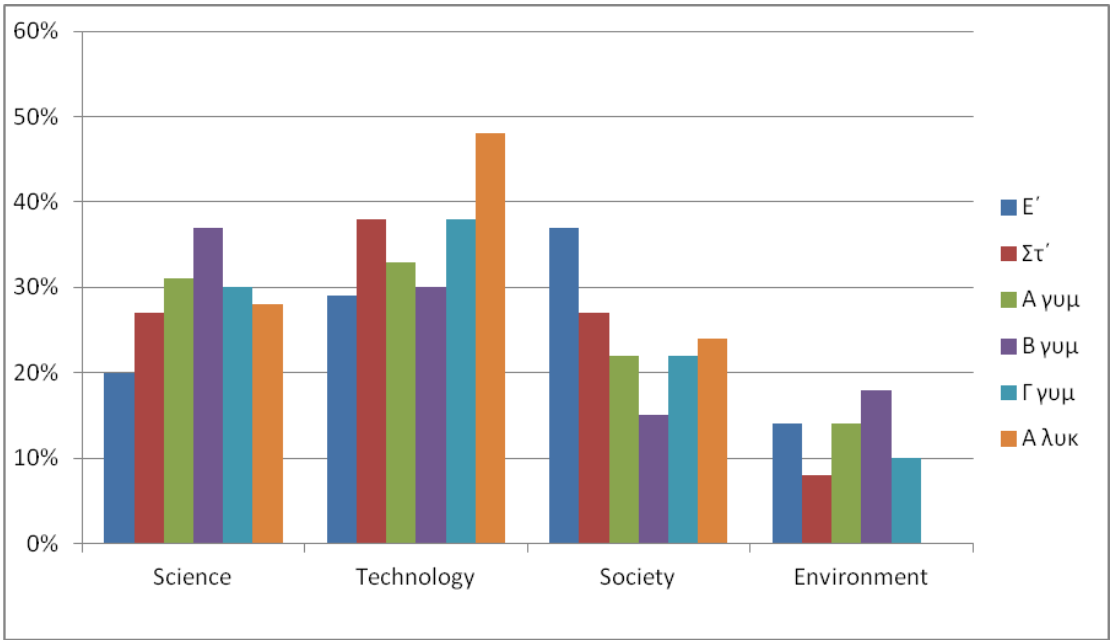
ii) η χρήση του animation ως εργαλείο διδασκαλίας/μάθησης ίσως ενδείκνυται για το Δημοτικό και το Γυμνάσιο και όχι για το Λύκειο. Το εύρημα αυτό χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Για την ερώτηση Β8: **«Εάν εξηγούσες σε ένα φίλο ή μια φίλη σου, οι οποίοι δεν είδαν το φιλμ, για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, τι θα τους έλεγες;»**

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση αυτή σχετίζονται με τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους, αλλά και με ό,τι θεώρησαν αξιόλογο παρακολουθώντας το φιλμ.



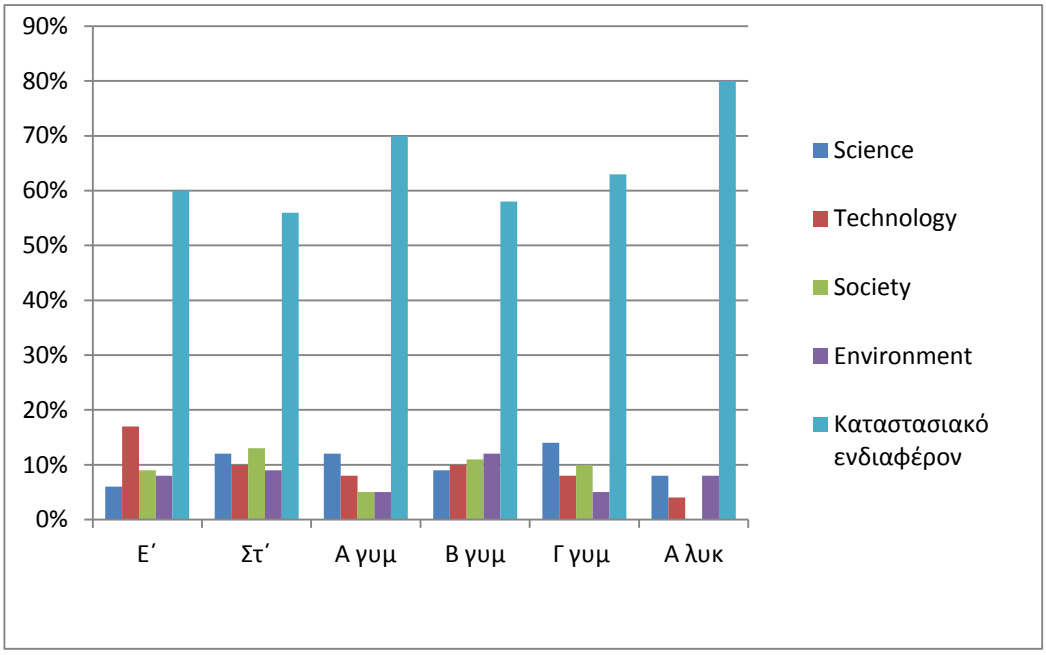
Διάγραμμα 33: Ποσοστά ΜΑ κάθε κατηγορίας ανά τάξη φοίτησης για την ερώτηση Β8: «Εάν εξηγούσες σε ένα φίλο ή μια φίλη σου, οι οποίοι δεν είδαν το φιλμ, για το που και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, τι θα τους έλεγες;»



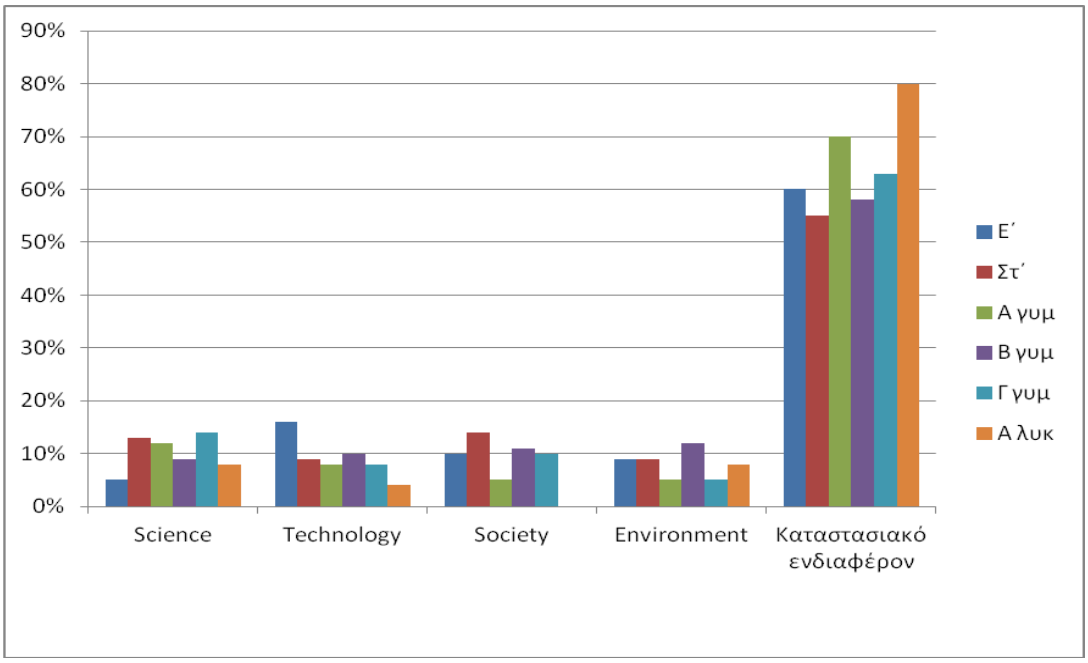
Διάγραμμα 34: Ποσοστά ΜΑ σε κάθε τάξη ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β8: «Εάν εξηγούσες σε ένα φίλο ή μια φίλη σου, οι οποίοι δεν είδαν το φιλμ, για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, τι θα τους έλεγες;»

Παρατηρούμε ότι σε όλες τις τάξεις, εκτός της Α΄ Λυκείου, εμφανίζονται και οι τέσσερις κατηγορίες του STSE. Στην Α΄ Λυκείου, η κατηγορία «Τεχνολογία» καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό των ΜΑ (48%), ενώ η κατηγορία «Περιβάλλον» δεν εμφανίζεται καθόλου στις απαντήσεις των μαθητών. Αυτό ίσως οφείλεται, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, στο γεγονός ότι το δείγμα δεν είναι αντιπροσωπευτικό, αφού είναι μαθητές Επαγγελματικού Λυκείου και οι 32 από τους 34 είναι αγόρια.

Για την ερώτηση Β9: **«Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»**



Διάγραμμα 35: Ποσοστά ΜΑ κάθε κατηγορίας ανά τάξη φοίτησης για την ερώτηση Β9: «Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»



Διάγραμμα 36: Ποσοστά ΜΑ σε κάθε τάξη ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β9: «Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»

Σε όλες τις τάξεις φοίτησης, η κατηγορία «δε θέλω να μάθω κάτι παραπάνω» που δηλώνει το καταστασιακό ενδιαφέρον των μαθητών, όπως έχουμε αναλύσει, καταλαμβάνει τα μεγαλύτερα ποσοστά των μονάδων ανάλυσης. Το μεγαλύτερο ποσοστό, το 80% των συνολικών ΜΑ, παρατηρείται στην Α΄ Λυκείου. Αυτό μπορεί να συμβαίνει επειδή οι μαθητές θεωρούν ότι οι γνώσεις τους για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι επαρκείς, οπότε δεν είναι απαραίτητο να μάθουν κάτι επιπλέον που αφορά σε αυτό το θέμα.

4.4. Αποτελέσματα σύμφωνα με το πόσες φορές οι μαθητές παρακολούθησαν το animation.

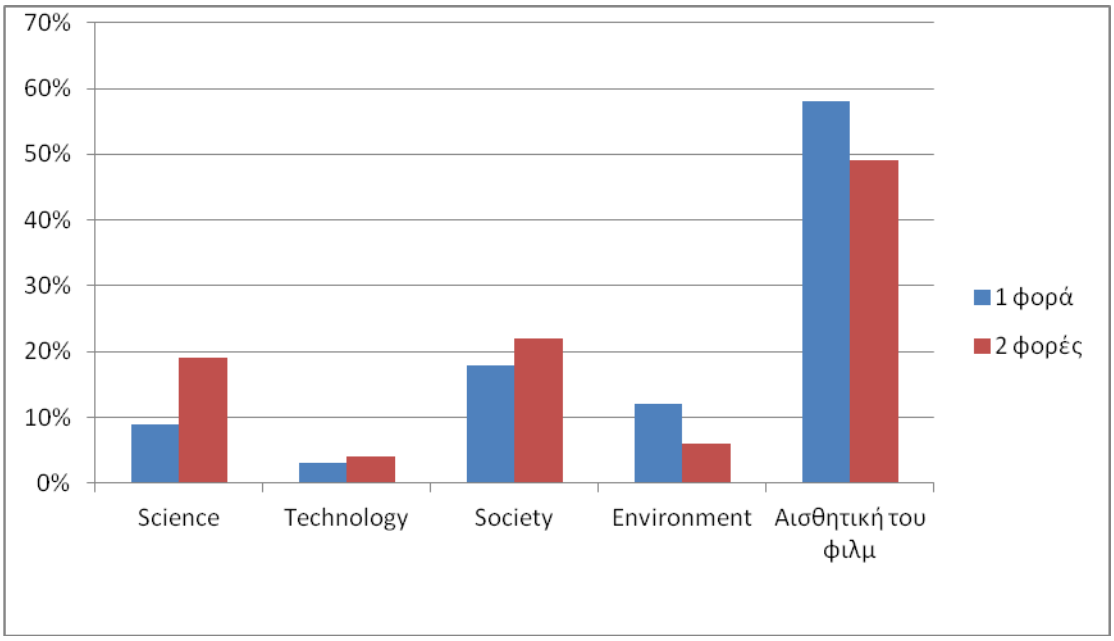
Όπως αναφέρθηκε στην περιγραφή του δείγματος, ένα μέρος των μαθητών που φοιτούν στις τρεις τάξεις του Γυμνασίου παρακολούθησε μία φορά το animation και έπειτα συμπλήρωσε τις ερωτήσεις Β1 έως Β9, ενώ οι υπόλοιποι το παρακολούθησαν δύο φορές και έπειτα συμπλήρωσαν τις αντίστοιχες ερωτήσεις.

Στην παράγραφο αυτή θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των ερωτήσεων που θεωρούμε ότι μπορεί να επηρεάζονται από την επανάληψη παρακολούθησης του animation.

Δε θα μελετήσουμε τις ερωτήσεις Β4 και Β5, γιατί θεωρούμε ότι δεν επηρεάζονται από το κριτήριό μας.

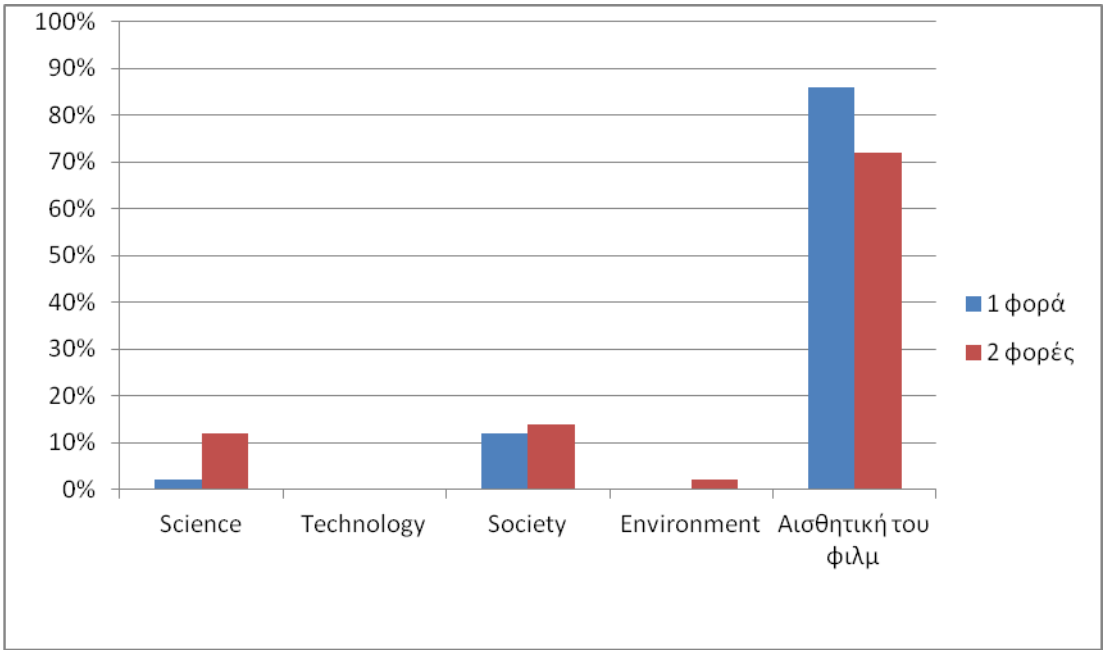
Για την ερώτηση Β1: **«Με μια σύντομη φράση, ποιά ήταν η πρώτη εντύπωσή σου για το φιλμ που είδαμε;»**

- Για την Α΄ Γυμνασίου



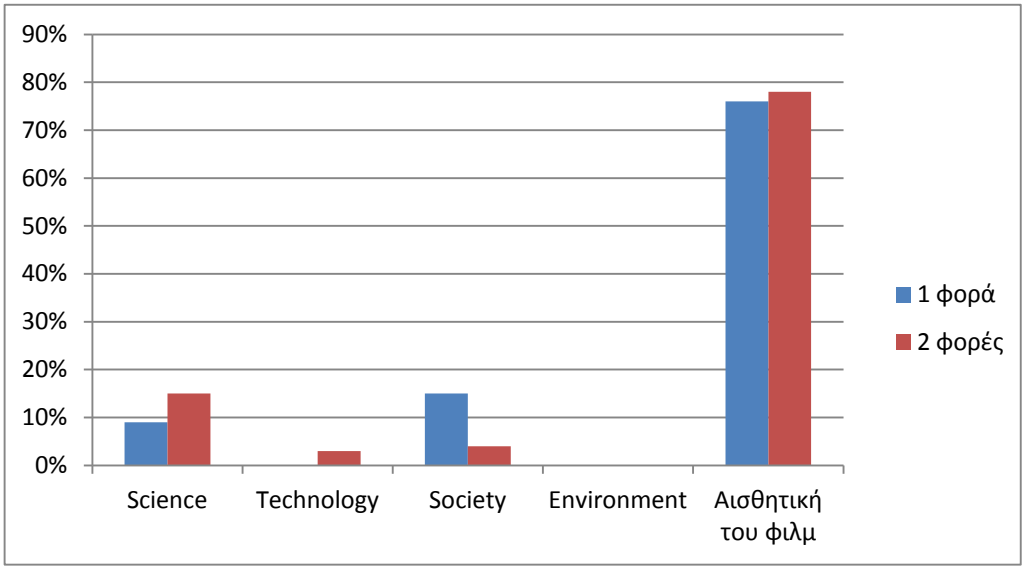
Διάγραμμα 37: Ποσοστά ΜΑ Α΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β1: «Με μια σύντομη φράση, ποιά ήταν η πρώτη εντύπωσή σου για το φιλμ που είδαμε;»

- Για την Β΄ Γυμνασίου



Διάγραμμα 38: Ποσοστά ΜΑ Β΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β1: «Με μια σύντομη φράση, ποιά ήταν η πρώτη εντύπωσή σου για το φιλμ που είδαμε;»

- Για την Γ΄ Γυμνασίου

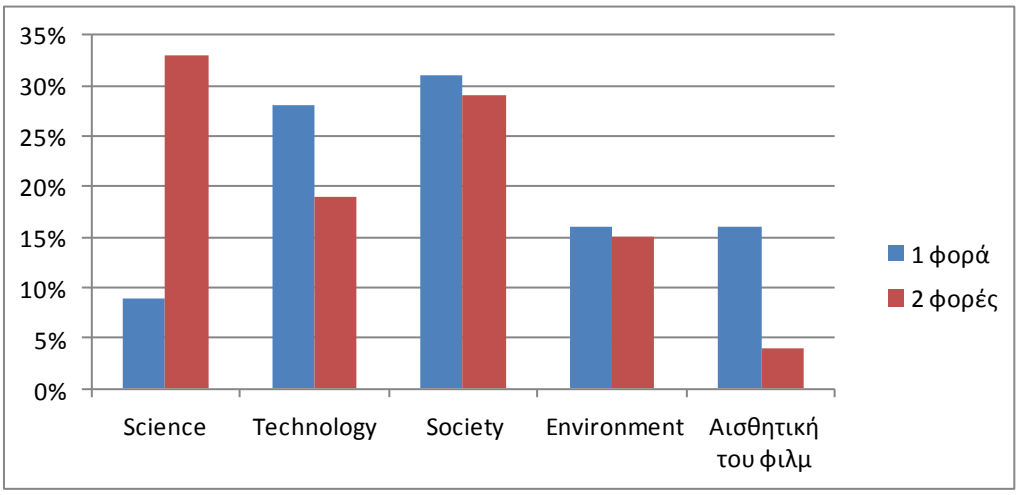


Διάγραμμα 39: Ποσοστά ΜΑ Γ΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β1: «Με μια σύντομη φράση, ποιά ήταν η πρώτη εντύπωσή σου για το φιλμ που είδαμε;»

Παρατηρούμε ότι η κατηγορία «Επιστήμη» εντυπωσιάζει περισσότερο τους μαθητές όταν παρακολουθούν το animation δύο φορές. Επίσης, οι μαθητές των μικρότερων τάξεων, όταν παρακολουθούν το φιλμ μία φορά, εντυπωσιάζονται περισσότερο από την αισθητική του. Δεν ισχύει όμως για τους μαθητές της Γ΄ Γυμνασίου.

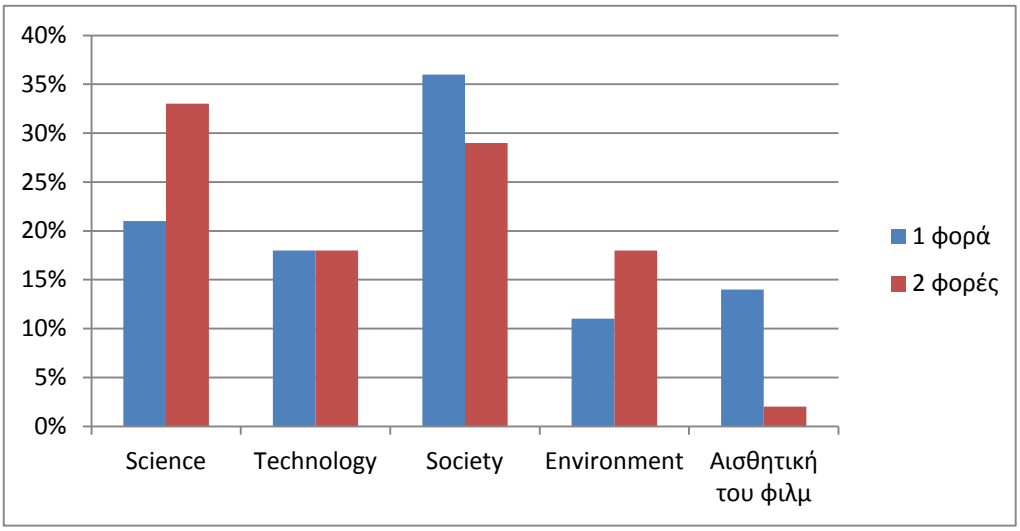
Για την ερώτηση Β2: **«Αυτό που με εντυπωσίασε ήταν:»**

- Για την Α΄ Γυμνασίου



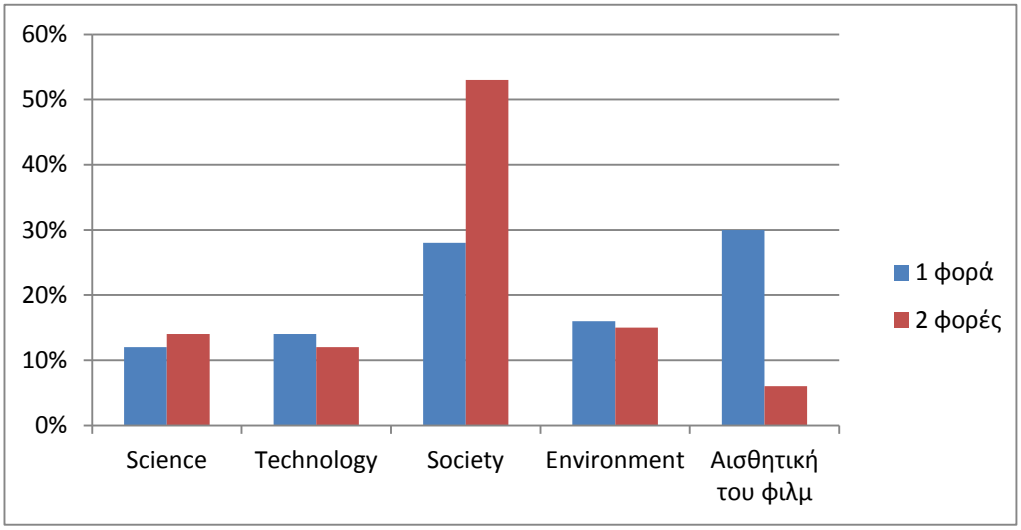
Διάγραμμα 40: Ποσοστά ΜΑ Α΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β2: «Αυτό που με εντυπωσίασε ήταν:»

- Για την Β΄ Γυμνασίου



Διάγραμμα 41: Ποσοστά ΜΑ Β΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β2: «Αυτό που με εντυπωσίασε ήταν:»

- Για την Γ΄ Γυμνασίου



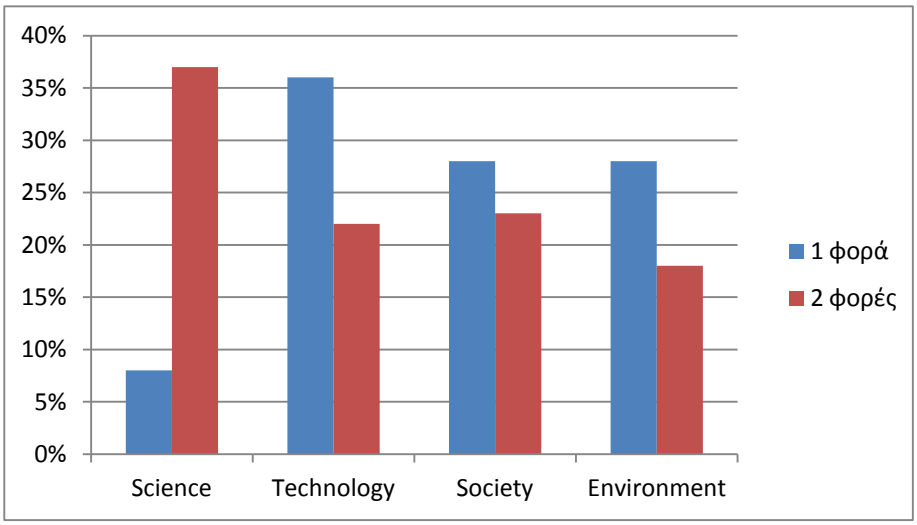
Διάγραμμα 42: Ποσοστά ΜΑ Γ΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β2: «Αυτό που με εντυπωσίασε ήταν:»

Από τις απαντήσεις των μαθητών σε αυτή την ερώτηση φαίνεται ότι όταν οι μαθητές παρακολουθούν το animation μία μόνο φορά, εντυπωσιάζονται περισσότερο από την αισθητική του από ότι όταν το παρακολουθούν σε επανάληψη, με τη μεγαλύτερη διαφορά να παρατηρείται στη Γ΄τάξη, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της προηγούμενης ερώτησης.

Επίσης, και στις τρεις τάξεις, οι μαθητές όταν παρακολουθούν το φιλμ δύο φορές εντυπωσιάζονται περισσότερο από τις πληροφορίες που αφορούν στην επιστήμη συγκριτικά με αυτούς που το παρακολουθούν μία μόνο φορά, με το ποσοστό αυτό να μειώνεται καθώς αυξάνεται η τάξη.

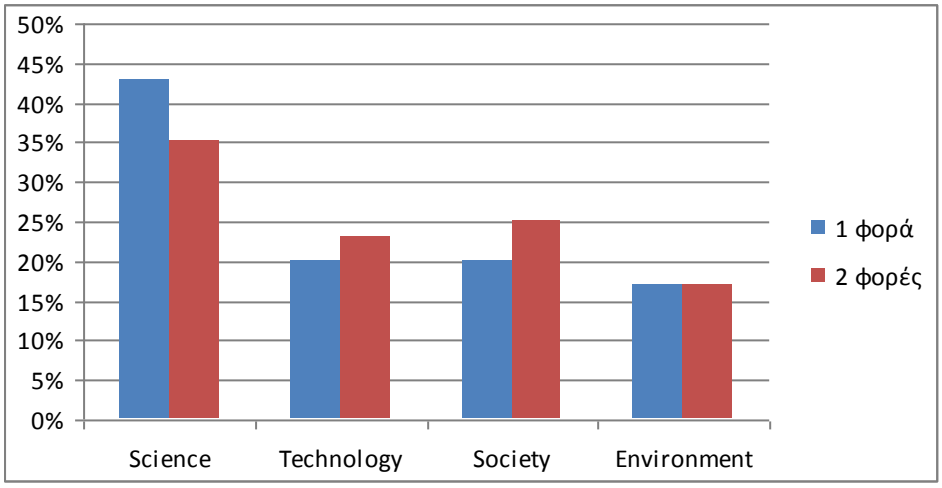
Για την ερώτηση Β3: **«Μερικά από όσα είδαμε στο φιλμ, μπορώ να τα συσχετίσω με πράγματα που ήξερα, όπως:»**

- Για την Α΄ Γυμνασίου



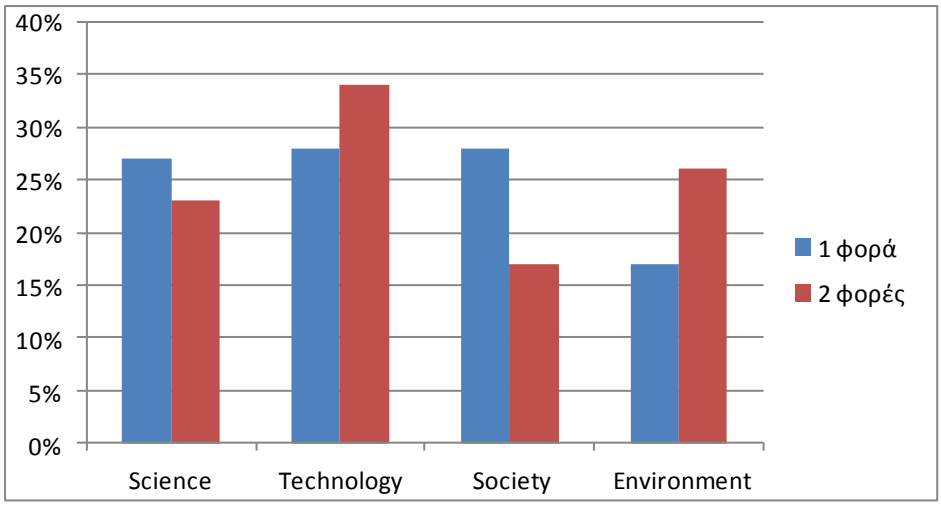
Διάγραμμα 43: Ποσοστά ΜΑ Α΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β3: «Μερικά από όσα είδαμε στο φιλμ, μπορώ να τα συσχετίσω με πράγματα που ήξερα, όπως:»

- Για την Β΄ Γυμνασίου



Διάγραμμα 44: Ποσοστά ΜΑ Β΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β3: «Μερικά από όσα είδαμε στο φιλμ, μπορώ να τα συσχετίσω με πράγματα που ήξερα, όπως:»

- Για την Γ΄ Γυμνασίου

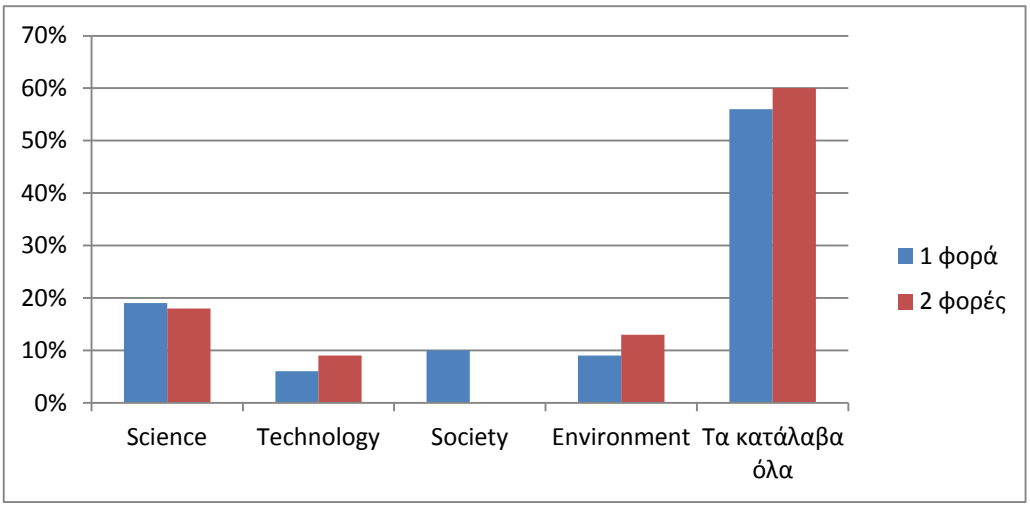


Διάγραμμα 45: Ποσοστά ΜΑ Γ΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β3: «Μερικά από όσα είδαμε στο φιλμ, μπορώ να τα συσχετίσω με πράγματα που ήξερα, όπως:»

Με βάση τα αποτελέσματα σε αυτή την ερώτηση, δεν μπορούμε να ισχυρισθούμε ότι ο αριθμός των παρακολουθήσεων του φιλμ επηρεάζει την ικανότητα συσχέτισης του περιεχομένου του με προηγούμενες γνώσεις που διαθέτουν οι μαθητές.

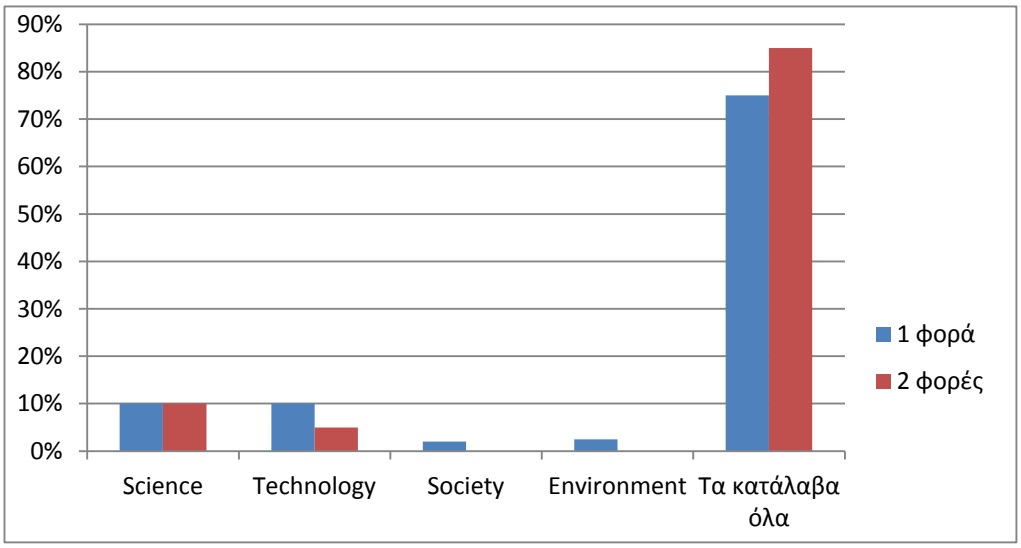
Για την ερώτηση Β6: **«Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:»**

- Για την Α΄ Γυμνασίου



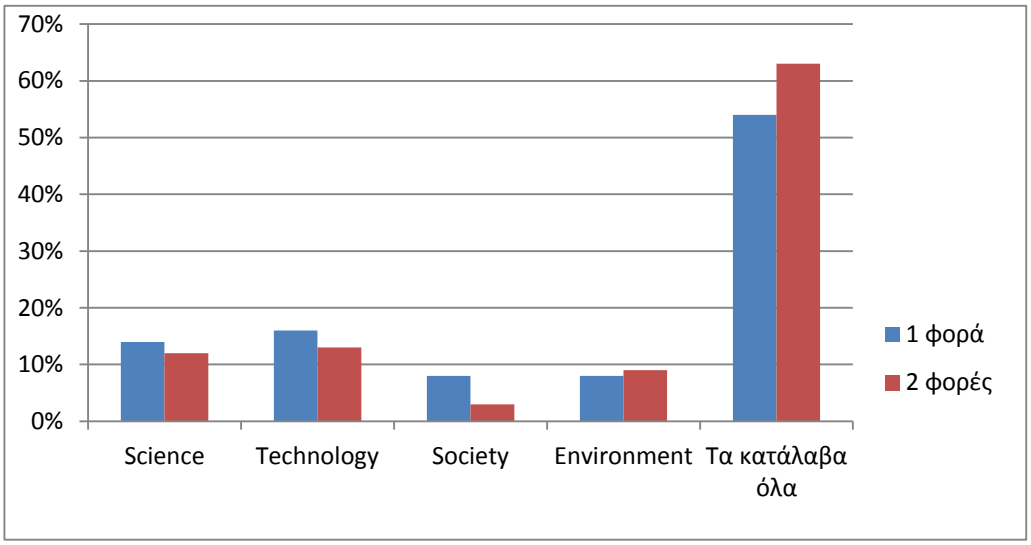
Διάγραμμα 46: Ποσοστά ΜΑ Α΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β6: «Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:»

- Για την Β΄ Γυμνασίου



Διάγραμμα 47: Ποσοστά ΜΑ Β΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β6: «Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:»

- Για την Γ΄ Γυμνασίου

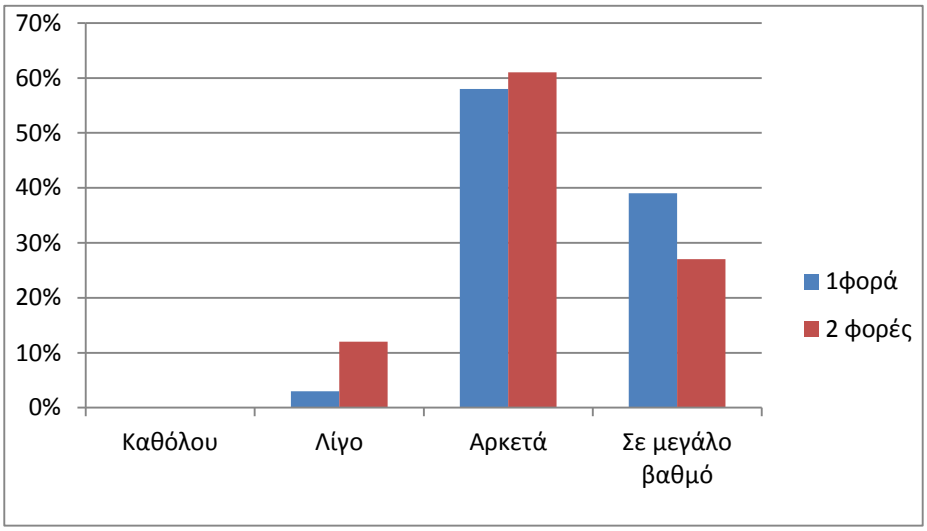


Διάγραμμα 48: Ποσοστά ΜΑ Γ΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β6: «Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:»

Από τα παραπάνω ποσοστά, μπορούμε να ισχυρισθούμε ότι οι μαθητές κατανοούν καλύτερα το animation όταν το παρακολουθούν περισσότερες από μία φορές.

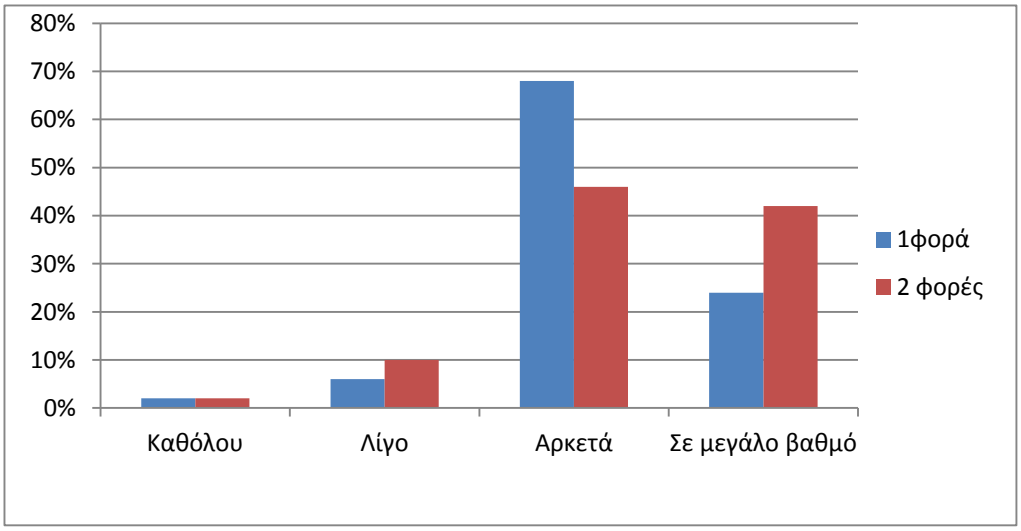
Για την ερώτηση Β7: **«Τελικά, το βίντεο αυτό, κατά πόσο σε βοήθησε να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»** (τετράβαθμη Likert)

- Για την Α΄ Γυμνασίου



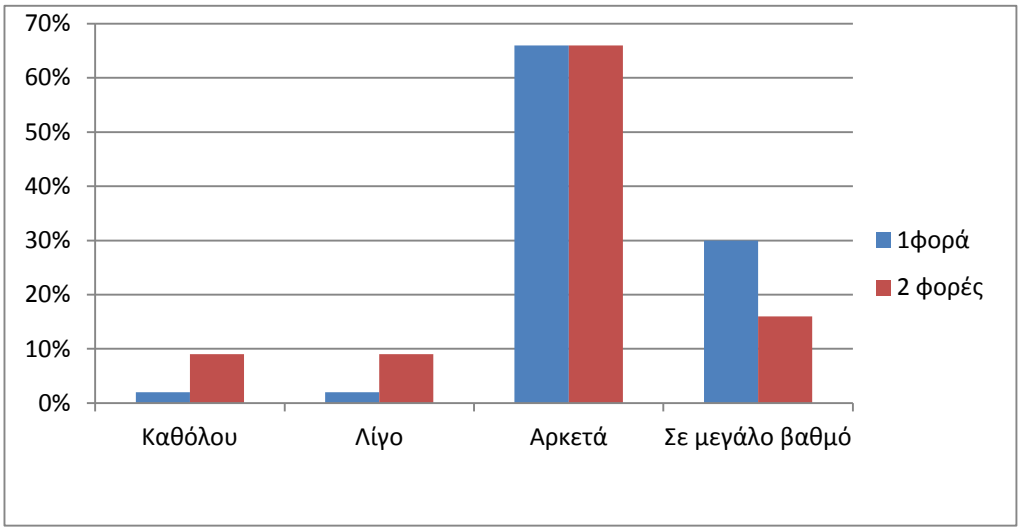
Διάγραμμα 49: Ποσοστά απαντήσεων μαθητών Α΄ Γυμνασίου για την ερώτηση Β7: «Τελικά, το βίντεο αυτό, κατά πόσο σε βοήθησε να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»

- Για την Β΄ Γυμνασίου



Διάγραμμα 50: Ποσοστά απαντήσεων μαθητών Β΄ Γυμνασίου για την ερώτηση Β7: «Τελικά, το βίντεο αυτό, κατά πόσο σε βοήθησε να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»

- Για την Γ΄ Γυμνασίου

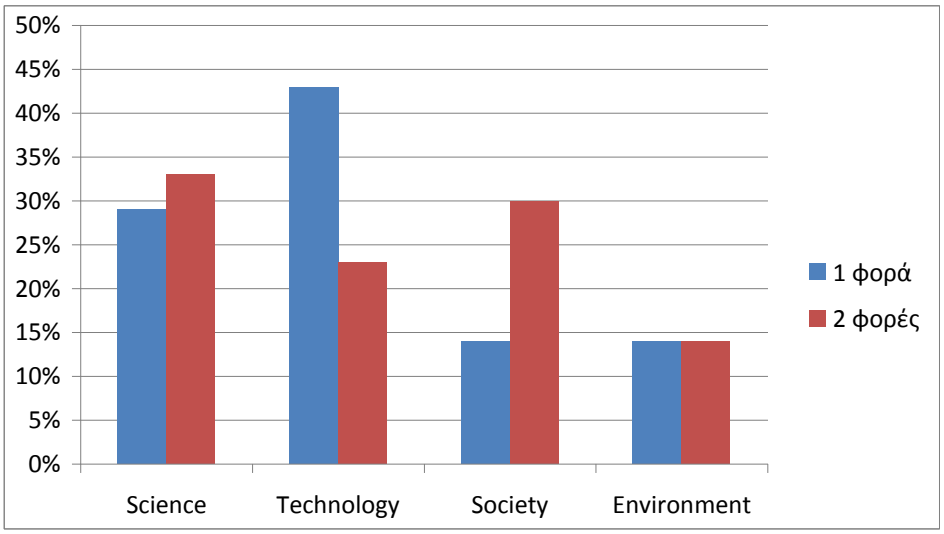


Διάγραμμα 51: Ποσοστά απαντήσεων μαθητών Γ΄ Γυμνασίου για την ερώτηση Β7: «Τελικά, το βίντεο αυτό, κατά πόσο σε βοήθησε να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»

Το άθροισμα των ποσοστών στις απαντήσεις «αρκετά» και «σε μεγάλο βαθμό» κατέχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά, είτε οι μαθητές παρακολουθούν μια φορά το animation, είτε δύο φορές. Οι μαθητές φαίνονται σίγουροι για την εκτίμησή τους ότι το animation τους βοηθά να μάθουν για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.

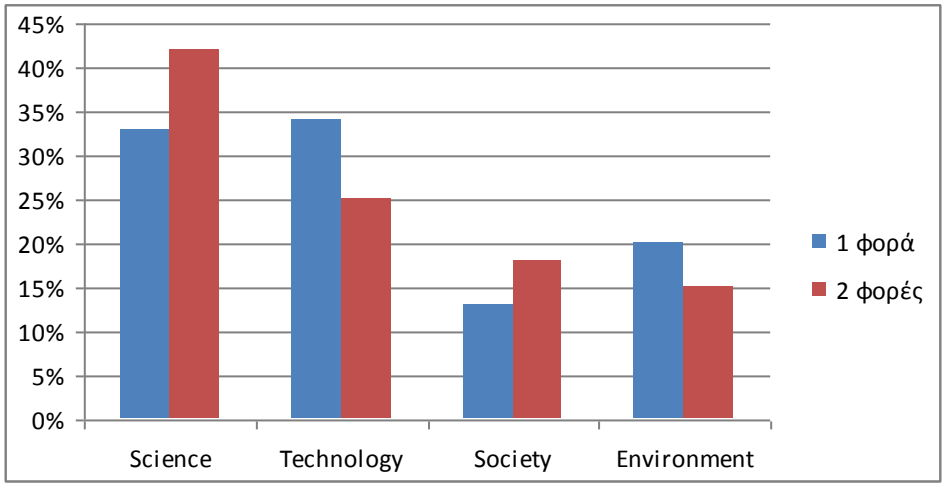
Για την ερώτηση Β8: **«Εάν εξηγούσες σε ένα φίλο ή μια φίλη σου, οι οποίοι δεν είδαν το φιλμ, για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, τι θα τους έλεγες;»**

- Για την Α΄ Γυμνασίου



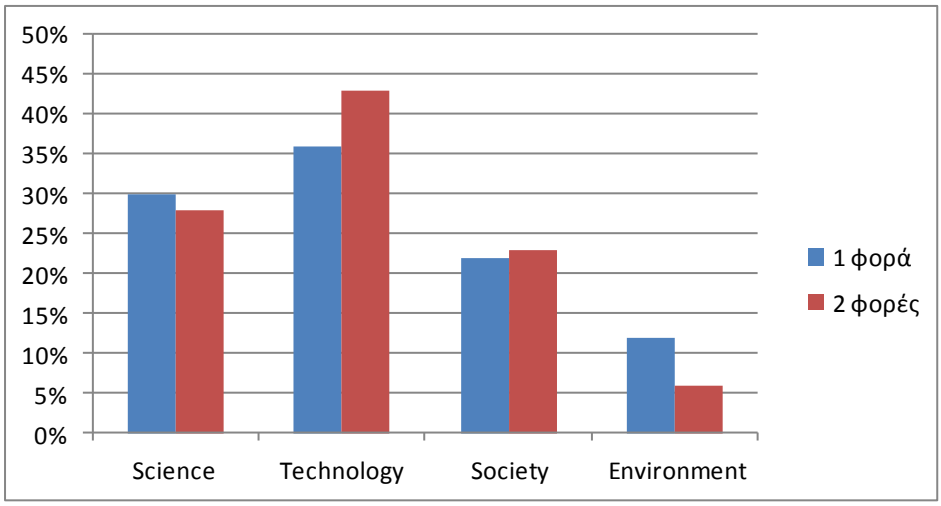
Διάγραμμα 52: Ποσοστά ΜΑ Α΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β8: «Εάν εξηγούσες σε ένα φίλο ή μια φίλη σου, οι οποίοι δεν είδαν το φιλμ, για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, τι θα τους έλεγες;»

- Για την Β΄ Γυμνασίου



Διάγραμμα 53: Ποσοστά ΜΑ Β΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β8: «Εάν εξηγούσες σε ένα φίλο ή μια φίλη σου, οι οποίοι δεν είδαν το φιλμ, για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, τι θα τους έλεγες;»

- Για την Γ΄ Γυμνασίου

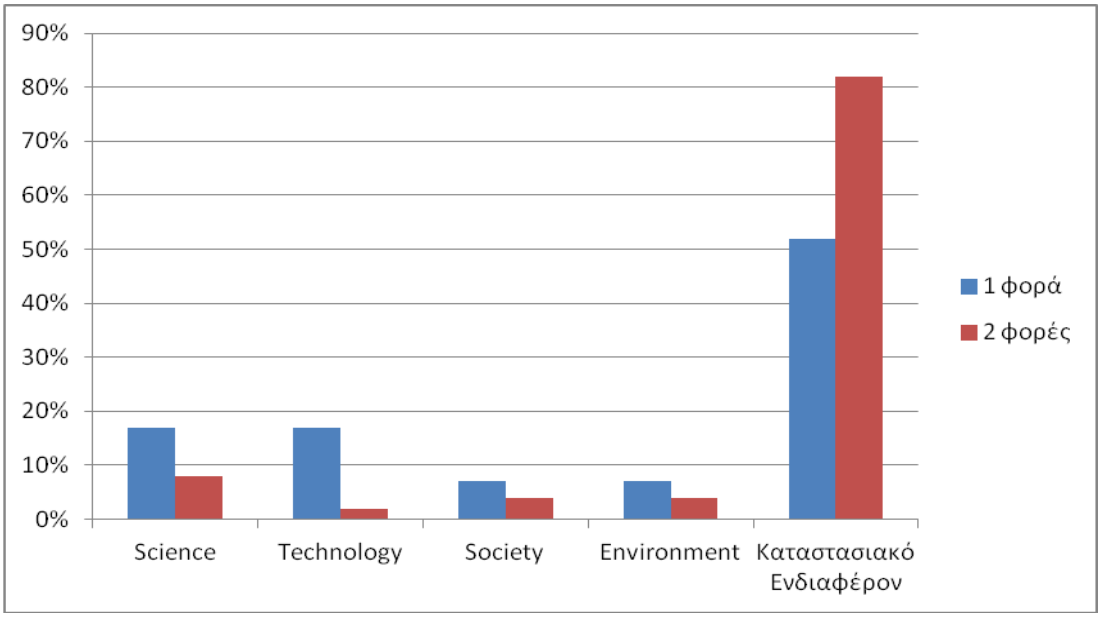


Διάγραμμα 54: Ποσοστά Μ.Α. Γ΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β8: «Εάν εξηγούσες σε ένα φίλο ή μια φίλη σου, οι οποίοι δεν είδαν το φιλμ, για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, τι θα τους έλεγες;»

Τα αποτελέσματα αυτής της ερώτησης, δεν παρουσιάζουν κάποια ακολουθία. Έτσι, το τι μένει στη μνήμη του μαθητή ίσως δεν εξαρτάται από το πόσες φορές θα δει το animation, αλλά κυρίως από τον τρόπο επεξεργασίας των νέων πληροφοριών και ίσως τις προηγούμενες γνώσεις του για το σχετικό θέμα..

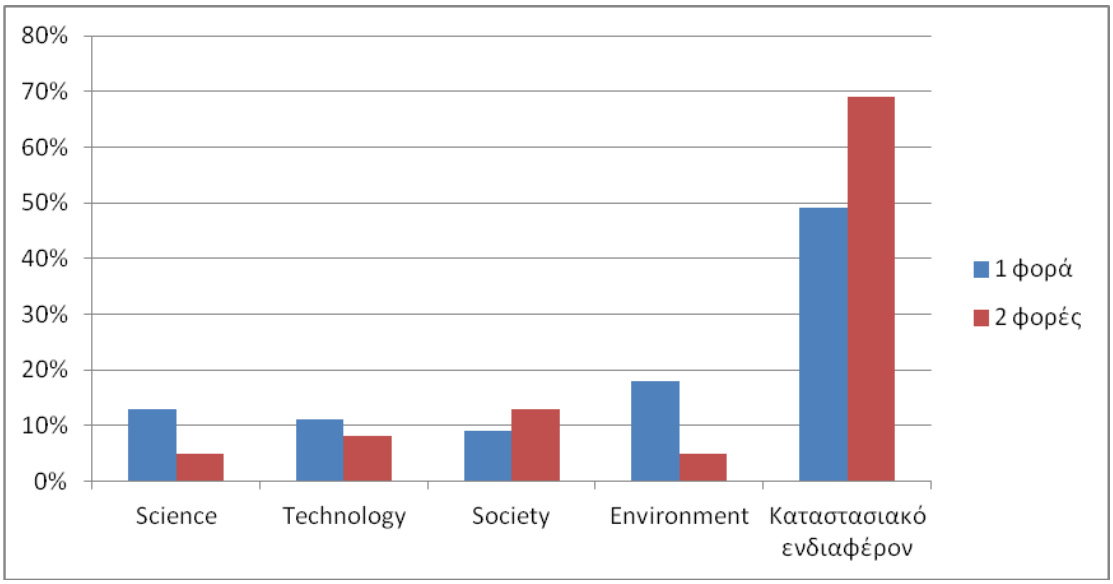
Για την ερώτηση Β9: **«Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»**

- Για την Α΄ Γυμνασίου



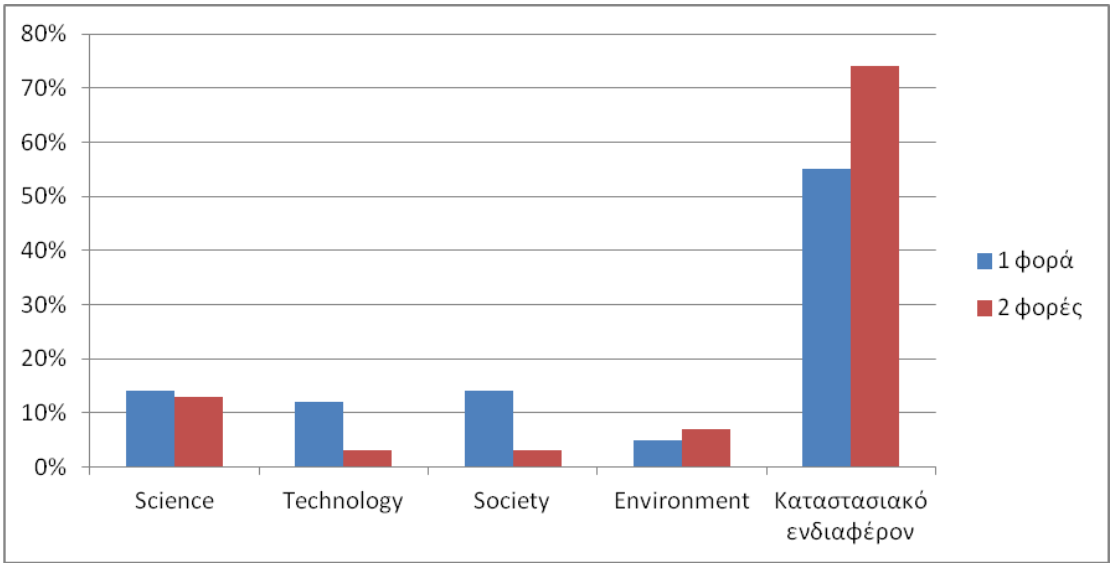
Διάγραμμα 55: Ποσοστά ΜΑ Α΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β9: «Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»

- Για την Β΄ Γυμνασίου



Διάγραμμα 56: Ποσοστά ΜΑ Β΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β9: «Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»

- Για την Γ΄ Γυμνασίου



Διάγραμμα 57: Ποσοστά ΜΑ Γ΄ Γυμνασίου ανά κατηγορία ανάλυσης για την ερώτηση Β9: «Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;»

Από τα παραπάνω ποσοστά μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η κατηγορία «δε θέλω να μάθω τίποτα περισσότερο» και δηλώνει όπως έχουμε πει το καταστασιακό ενδιαφέρον, ενισχύεται από τον αριθμό επαναλήψεων παρακολούθησης του φιλμ.

Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα – Συζήτηση

5.1. Συμπεράσματα της έρευνας

Από την επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, καταλήξαμε στο ότι το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες συνδέεται με την ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού. Το πλαίσιο μέσα στο οποίο τοποθετούνται οι έννοιες των Φυσικών Επιστημών, καθώς και ο τρόπος που παρουσιάζονται, μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών προς αυτές και κατ' επέκταση τον επιστημονικό τους εγγραμματισμό.

Από την ανάλυση του animation «Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας» που αξιολογούμε στην παρούσα έρευνα, φαίνεται ότι το περιεχόμενό του τοποθετείται όχι μόνο σε επιστημονικό πλαίσιο, αλλά ταυτόχρονα και σε τεχνολογικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό. Παράλληλα, συγκεντρώνει εκείνα τα χαρακτηριστικά που μας επιτρέπουν να υποστηρίξουμε ότι αποτελεί ένα καλά σχεδιασμένο εργαλείο της πολυμεσικής μάθησης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνά μας, παρουσιάζουμε τα συμπεράσματά μας:

- Οι εντυπώσεις που εκφράζουν οι μαθητές για το animation είναι θετικές ως προς την αισθητική του, εκτιμούν ότι το κατανοούν και επιπλέον τους βοηθά να μάθουν για το σχετικό θέμα.

Η πρώτη εντύπωση που εκφράζουν οι μαθητές για το φιλμ αφορά στην αισθητική του. Εκφράζονται όμως θετικά και για το περιεχόμενό του, και κυρίως για τους κοινωνικούς παράγοντες που σχετίζονται με την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Εκτός από εντυπωσιακό, το περιεχόμενο του animation θεωρείται και κατανοητό, αφού το 82% του δείγματος πιστεύει ότι το animation τους βοήθησε αρκετά ή σε μεγάλο βαθμό να μάθουν για το σχετικό θέμα.

- Όπως ήδη έχει αναλυθεί, η έκφραση «δε θέλω να μάθω κάτι περισσότερο», χαρακτηρίζεται ως καταστασιακό ενδιαφέρον. Οι μαθητές ενδιαφέρονται για το συγκεκριμένο θέμα, δε δείχνουν όμως διάθεση για την εξέλιξή του σε ατομικό

ενδιαφέρον, που θα σημαίνει περαιτέρω εμπλοκή με το θέμα. Η στάση αυτή των μαθητών μπορεί να ερμηνευτεί συγκρίνοντας τις απαντήσεις τους σε δύο ερωτήσεις:

α) «Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω»

β) «Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας»

Στην α ερώτηση, το 62% των ΜΑ καταχωρείται στην κατηγορία «τα κατάλαβα όλα». Στην ερώτηση β, το 62% των ΜΑ καταχωρείται στην κατηγορία «τίποτα περισσότερο» ή αλλιώς «καταστασιακό ενδιαφέρον». Από τα παραπάνω φαίνεται ότι οι μαθητές θεωρούν πως όταν έχουν κατανοήσει ένα θέμα και έχουν καλυφθεί γνωστικά, δεν απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση του συγκεκριμένου θέματος.

- Παρατηρείται μια μετατόπιση του περιεχομένου των απαντήσεων των μαθητών μετά την παρακολούθηση του animation. Πριν την παρακολούθησή του, οι εκτιμήσεις για τις γνώσεις τους, αλλά και τα ενδιαφέροντά τους για μάθηση, περιορίζονταν στις κατηγορίες «Επιστήμη» και «Τεχνολογία». Μετά την παρακολούθηση του animation, γίνεται από τους μαθητές αναφορά σε γνώσεις που σχετίζονται και με κοινωνικές και περιβαλλοντικές προεκτάσεις του σχετικού θέματος. Φαίνεται ότι οι μαθητές, μετά την παρακολούθηση του φιλμ, καταφέρνουν να συσχετίσουν τις πληροφορίες που δέχτηκαν με προηγούμενες γνώσεις ή εμπειρίες της καθημερινής τους ζωής. Το animation ήταν η αφορμή για να γίνει αυτός ο συσχετισμός. Παρατηρείται δηλαδή μια αλλαγή του ενδιαφέροντος και των ανησυχιών των μαθητών από την καθαρή επιστήμη και την τεχνολογία προς τους κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες του σχετικού θέματος. Φαίνεται δηλαδή η επιρροή του προγράμματος STSE που αποτελεί βασική σχεδιαστική αρχή του animation. Αξίζει να σημειώσουμε ότι συμβαίνει και το αντίθετο. Οι μικρότεροι μαθητές, της Ε΄ τάξης του Δημοτικού, πριν την παρακολούθηση του φιλμ αναφέρονται σε γνώσεις που αφορούν κυρίως τις κοινωνικές πτυχές της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ μετά την παρακολούθησή του εκφράζουν ενδιαφέρον και απορίες για την επιστημονική και τεχνολογική της διάσταση.

- Το πλήθος των παρακολουθήσεων του φιλμ επηρεάζει κάποιες από τις εκτιμήσεις των μαθητών. Οι μαθητές που το παρακολουθούν μόνο μία φορά εντυπωσιάζονται περισσότερο από την αισθητική του συγκριτικά με αυτούς που το παρακολουθούν δύο φορές και έπειτα συμπληρώνουν το ερωτηματολόγιο. Επίσης, οι

μαθητές που το παρακολουθούν δύο φορές, εκτιμούν ότι το κατανοούν καλύτερα και επιπλέον παρουσιάζουν μεγαλύτερα ποσοστά στην κατηγορία «καταστασιακό ενδιαφέρον». Αντίθετα, ο αριθμός των παρακολουθήσεων δεν επηρεάζει την ικανότητα των μαθητών να συσχετίσουν το θέμα που προβάλλεται με προηγούμενες γνώσεις τους.

- Η κατανόηση του animation, η συσχέτιση του θέματος καθώς και το τι καταφέρνουν να συγκρατήσουν μετά την παρακολούθησή του, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, εξαρτώνται κυρίως από την ικανότητα του κάθε μαθητή να επεξεργαστεί τις πληροφορίες που παρέχονται, τις προηγούμενες γνώσεις του, την προσοχή που αποδίδει κατά την παρακολούθηση, τα ενδιαφέροντά του, αλλά και την εξοικείωσή του με την παρακολούθηση εκπαιδευτικών φιλμ (παράγραφος 1.10.2.). Η πλειοψηφία του δείγματος (81%) δεν έχει δει ποτέ ή έχει δει ελάχιστες φορές εκπαιδευτικό φιλμ σχετικό με τις Φυσικές Επιστήμες. Οι μαθητές που δήλωσαν ότι παρακολουθούν εκπαιδευτικά φιλμ υποστηρίζουν ότι τα παρακολουθούν κυρίως στην τηλεόραση και στο youtube, ενώ το σχολείο έρχεται τρίτο στη λίστα κατάταξης.

- Η τάξη φοίτησης των μαθητών φαίνεται να επηρεάζει τις εκτιμήσεις τους. Οι μικρότεροι μαθητές του δείγματος (Ε΄ τάξη), παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά στις ερωτήσεις που αφορούν στις νέες πληροφορίες που δέχονται καθώς και στις άγνωστες λέξεις που συναντούν. Επίσης, παρουσιάζουν τις περισσότερες απορίες από όλους τους άλλους μαθητές σχετικά με το περιεχόμενο του animation, μόνο το 41% των ΜΑ καταχωρούνται στην κατηγορία «τα κατάλαβα όλα», όταν στην Στ΄ τάξη καταχωρείται στην κατηγορία αυτή το 71% των ΜΑ, στην Α΄ και Γ΄ Γυμνασίου το 58%, στη Β΄ Γυμνασίου το 80% και στην Α΄ Λυκείου το 64%.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι οι μαθητές της Ε΄ τάξης του Δημοτικού δεν παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά εντυπωσιασμού από την αισθητική του φιλμ, όπως θα ήταν αναμενόμενο. Αυτό ίσως σημαίνει ότι οι μαθητές αυτοί καταβάλλουν μεγαλύτερη προσπάθεια να κατανοήσουν το περιεχόμενο του animation οπότε δε δίνουν μεγάλη σημασία στα στοιχεία που συνθέτουν την αισθητική του.

- Απαντώντας οι μαθητές στις ερωτήσεις τι γνωρίζουν και τι θέλουν να μάθουν για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, οι γνώσεις και τα ενδιαφέροντά τους

αφορούν αποκλειστικά τις κατηγορίες «Επιστήμη» και «Τεχνολογία». Η μόνη εξαίρεση είναι οι μαθητές της Ε΄ τάξης και πάλι, οι οποίοι διαθέτουν τις λιγότερες επιστημονικές γνώσεις, αλλά τις περισσότερες κοινωνικές. Οι μαθητές αυτοί είναι οι μόνοι που δεν έχουν διδαχθεί εντατικά τις Φυσικές Επιστήμες. Είναι η πρώτη τους χρονιά που η Φυσική διδάσκεται ως ξεχωριστό αντικείμενο και η έρευνά μας διεξήχθη πριν διδαχθεί το συγκεκριμένο θέμα που πραγματεύεται το φιλμ. Μπορούμε λοιπόν να υποστηρίξουμε ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο επικεντρώνεται στις Επιστημονικές και Τεχνολογικές γνώσεις, χωρίς να δίνεται έμφαση στις κοινωνικές και περιβαλλοντικές πτυχές των θεμάτων που διδάσκονται. Αντίθετα, μπορούμε να πούμε ότι οι γνώσεις που αποκτούν οι μαθητές από την άτυπη εκπαίδευση, όπως συμβαίνει με τους μικρούς μαθητές της Ε΄ τάξης, ενισχύουν περισσότερο τις κοινωνικές όψεις των θεμάτων από ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο.

Ενδιαφέρον προκαλεί και το γεγονός ότι μετά την παρακολούθηση του φιλμ, οι μαθητές παρουσιάζουν την ικανότητα να συσχετίσουν το περιεχόμενο του animation με κοινωνικές και περιβαλλοντικές όψεις του θέματος, κάτι που δεν είχαν εκφράσει εξ αρχής. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι οι μαθητές έχουν συνδέσει τα θέματα που αφορούν στις Φυσικές Επιστήμες κυρίως με καθαρά Επιστημονικές και Τεχνολογικές γνώσεις. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δεν εφαρμόζονται τα εκπαιδευτικά προγράμματα STSE. Το animation όμως που αξιολογούμαι, σχεδιασμένο σύμφωνα με τις αρχές των προγραμμάτων αυτών, δίνει το έναυσμα στους μαθητές να συνδυάσουν τις επιστημονικές και τεχνολογικές γνώσεις που διαθέτουν με τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές τους προεκτάσεις, είτε ανακαλώντας γνώσεις που έχουν αποκτηθεί μέσω διδασκαλίας διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, είτε μέσω εμπειριών από την καθημερινή τους ζωή.

5.2. Περιορισμοί της έρευνας και προεκτάσεις για το μέλλον

- Η έρευνα αυτή επικεντρώνεται στο αν προκαλείται το καταστασιακό ενδιαφέρον των μαθητών από την παρακολούθηση του animation και δε διερευνάται αν το καταστασιακό ενδιαφέρον μπορεί να εξελιχθεί σε ατομικό ενδιαφέρον. Δε δόθηκε η ευκαιρία στους μαθητές να εμπλακούν περισσότερο με το περιεχόμενο του animation. Η πλειοψηφία των μαθητών θεωρεί ότι το φιλμ είναι ενδιαφέρον και ταυτόχρονα δηλώνει ότι δε θέλει να αποκτήσει περισσότερες γνώσεις για το θέμα. Δεν τους δόθηκε όμως η ευκαιρία για περεταίρω εμπλοκή με αυτό, ώστε να διερευνηθεί η στάση τους.

- Οι απαντήσεις των μαθητών στο αν το animation τους βοηθά να μάθουν για το σχετικό θέμα, τα μικρότερα ποσοστά σημειώνονται στην Α΄Λυκείου και στη Στ΄ τάξη του Δημοτικού. Βασιζόμενοι στις απαντήσεις των μαθητών της Α΄Λυκείου θα μπορούσαμε να πούμε ότι το animation αυτό δεν αποτελεί κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό για τη διδασκαλία του συγκεκριμένου περιεχομένου σε αυτή την ηλικιακή ομάδα μαθητών και ότι η χρήση του θα έπρεπε να περιορίζεται στην υποχρεωτική εκπαίδευση. Όμως οι μαθητές αυτοί δεν αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα, αφού φοιτούν όλοι σε Επαγγελματικό Λύκειο (δεν περιλαμβάνονται μαθητές Γενικού Λυκείου) και οι 32 μαθητές από τους 34 είναι αγόρια. Ίσως θα έπρεπε να επαναληφθεί η έρευνα σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών αυτής της τάξης. Για τους μαθητές της Στ΄ τάξης που συμμετείχαν στην έρευνα, αξίζει να σημειώσουμε ότι διδάσκονταν στο σχολείο την ηλεκτρική ενέργεια ακριβώς την περίοδο που πραγματοποιήθηκε η έρευνά μας. Θα είχε ενδιαφέρον να δούμε πώς επηρεάζει η διδασκαλία του σχετικού θέματος την εκτίμηση των μαθητών για το αν η παρακολούθηση του animation τους βοηθά να μάθουν το συγκεκριμένο θέμα. Αυτό θα μπορούσε να γίνει αν στους ίδιους μαθητές, ώστε να μην επηρεαστούν τα αποτελέσματά μας από τον τρόπο επεξεργασίας των πληροφοριών και τις διαφορετικές εμπειρίες των συμμετεχόντων, γινόταν η προβολή του animation πριν και μετά τη διδασκαλία του σχετικού θέματος.

- Αφού λοιπόν το animation προκαλεί το καταστασιακό ενδιαφέρον των μαθητών, οι μαθητές εκτιμούν ότι τους βοήθησε να μάθουν για το σχετικό

περιεχόμενο, βρίσκεται σε συμφωνία με τα προγράμματα STSE, ο σχεδιασμός του δημιουργεί θετικές εντυπώσεις και δεδομένου ότι η ηλεκτρική ενέργεια διδάσκεται και στις δύο βαθμίδες της εκπαίδευσης, μπορούμε να προτείνουμε την ένταξη του animation σε οργανωμένα περιβάλλοντα μάθησης. Μέσα σε αυτά, θα μπορούσε να διερευνηθεί πώς το καταστασιακό ενδιαφέρον που προκαλεί το animation μπορεί να μετατραπεί σε ατομικό ενδιαφέρον, κάτι που αποτελεί συγχρόνως και βασικό παιδαγωγικό σκοπό.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ερωτηματολόγιο

Φύλο: Αγόρι…….. Κορίτσι……. Ημερομηνία Γέννησης ……

Σχολείο: ……

Τάξη: …….. Ημερομηνία: …….

1. Τι γνωρίζεις για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια;

……
……
……
……

2. Τι θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;

……
……
……
……

3. Έχεις ξαναδεί εκπαιδευτικό φιλμ που σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες;

Επίλεξε την απάντησή σου με έναν κύκλο.

Ποτέ	Ελάχιστες φορές	Συχνά	Πολύ συχνά

4. Αν έχεις ξαναδεί εκπαιδευτικό φιλμ, σε ποιο/α θέμα/τα αναφερόταν;

……
……
……

5. Αν έχεις ξαναδεί εκπαιδευτικό φίλμ, πού το είδες *(π.χ. στην τηλεόραση, σε DVD, στο YouTube, σε μουσείο, κτλ).*

……
……
……

Αφού παρακολούθησες το φιλμ, απάντησε και στις παρακάτω ερωτήσεις…

1. Με μια σύντομη φράση, ποια ήταν η πρώτη εντύπωσή σου για το φιλμ που είδαμε;

……
……

2. Αυτό που με εντυπωσίασε ήταν:

……
……
……
……

3. Μερικά από όσα είδαμε στο φιλμ, μπορώ να τα συσχετίσω με πράγματα που ήξερα, όπως:

……
……
……
……
……

4. Λέξεις που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:

……
……
……

5. Πληροφορίες που άκουσα για πρώτη φορά στο φιλμ αυτό είναι:

……
……
……
……
……

6. Από όλα αυτά που είδαμε, δεν μπόρεσα να καταλάβω:

……
……
……
……
……

7. Τελικά, το βίντεο αυτό, κατά πόσο σε βοήθησε να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;

Επίλεξε την απάντησή σου με έναν κύκλο.

Καθόλου Λίγο Αρκετά Σε μεγάλο βαθμό

8. Εάν εξηγούσες σε ένα φίλο ή μια φίλη σου, οι οποίοι δεν είδαν το φιλμ, για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, τι θα τους έλεγες;

……
……
……
……
……
……

9. Τι περισσότερο θα ήθελες να μάθεις για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας;

……
……
……
……
……

Ευχαριστούμε πολύ για τη συνεργασία!

Βιβλιογραφία

AAAS [American Association For The Advancement of Science] (1990). Science For All Americans. Newyork, Oxford: Oxford University Press.

Aikenhead, G. (1986). The content of STS education. Missive to the Science Technology Society Research Network, 2 (3), 17-23.

Ainsworth, S., & van Labeke, N. (2004). Multiple forms of dynamic representations. *Learning & Instruction, 14,* 241-255.

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.

Ardac, D., Akaygun, S. (2005). Using static and dynamic visuals to represent chemical change at molecular level. *Int J Sci Educ* 27(11):1269–1298

Ausubel, DP. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton, New York.

Baddely, A. (1998). *Human memory*. Allyn and Bacon, Boston

Baek, Y. K. & Layne, B. H. (1988). Color, graphics, and animation in a computer-assisted learning tutorial lesson. *Journal of Computer-Based Instruction,* 15**,** 131–135.

Barak, M. (2007). Transitions from traditional to ICT-enhanced learning environments in undergraduate chemistry courses. *Computers & Education,* 48(1), 30–43.

Barak, M., & Dori, Y. J. (2005). Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education,* 89(1), 117–139.

Barak, M., & Dori, Y. J. (2009). Enhancing higher order thinking skills among in-service science education teachers via embedded assessment. *Journal of Science Teacher Education,* 20(5), 459–474

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.

Barton, R., Still, C. (2004). *Planning, teaching and assessment using computer-aided practical work.* In: Barton R (ed) Teaching secondary science with ICT. Open University Press, Cambridge, pp 52–68

Basit, N., T. (2010). *Conducting Research in educational contexts*. New York, NY: Continuum International Publishing Group.

Berk, R. A. (2009). Multimedia teaching with video clips: TV, movies, YouTube, and mtvU in the college classroom. *International Journal of Technology in Teaching and Learning, 5*(1), 1–21.

Betrancourt, M. & Tversky, B. (2000). Effect of computer animation on users' performance: a review. *Le travail Humain*, **63**, 311–330.

Betrancourt, M. (2005). The animation and interactivity principles in multimedia learning. In R.E. Mayer (ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 287-296). Cambridge: Cambridge University Press.

Bransford, J. D., Brown, A., L., & Cocking, R. R. (Eds) (1999). *How people learn: brain, mind, experience, and school.* National Research Council.

Bransford, J. D., & Schwartz, D. L. (1999). Rethinking transfer: A simple proposal with multiple implications. R*eview of Research in Education, 24,* 61-100.

Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.

Catrambone, R. and Fleming Seay, A. (2002). Using animation to help students learn computer algorithms. *Human Factors*, 44, 495–511.

Chi, M. T. H., de Leeuw, N., Chiu, M., & La Vancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves learning. *Cognitive Science, 18,* 439-478.

Cohen, L., Manion, L. & Morisson, K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Σ. Κυρανάκης, Π. Μητσοπούλου, Μ. Μαυράκη & Μ. Φιλοπούλου (Μτφ.). Αθήνα: Μεταίχμιο.

DeLoache, J. S., Pierroutsakos, S. L., & Uttal, D. H. (2003). The origins of pictorial competence. *Current Directions in Psychological Science, 12*, 114-118.

Dori, Y. J., & Belcher, J. W. (2005). How does technology-enabled active learning affect students' understanding of scientific concepts? *The Journal of the Learning Sciences,* 14(2), 243–279.

Dori, YJ., Barnea, N. (1997). In-service chemistry teachers' training: the impact of introducing computer technology on teachers' attitudes and classroom implementation. *Int J Sci Educ* 19(5): 577–592

Dugger, W. E. (2005). Twenty years of Educational Standards for Technology Education in the United States. Paper for the 15th International PATT Conference in Haarlem, April 18-22. International Handbook for Technology Education, DeVries & Mottier (Eds.). Sense Publishers, the Netherlands. pp. 65-81.

Dugger, W. E. (2009). Essential Topics for Technology Educators. CTTE Yearbook Planning Committee. (pp:102-124)

Dugger, W. E. (2009). The standards of Technological literacy: Content for the Study of Technology. Essential Topics for Technology Educators, CTTE (Council on Technology Teacher Education), 58th Yearbook.

Flemming, S. A., Hart, G. R., & Savage, P. B. (2000). Molecular orbital animations for organic chemistry. *Journal of Chemical Education, 77*(6), 790–793.

Flick, U. (2009). *An introduction to qualitative research*, Fourth Edition. London, Thousand Oaks: Sage Publications.

Foshay, A. (1993). Values as object matter: the reluctant pursuit of heaven. *Journal of Curriculum and Supervision*, 9 (1), 41-52

Gallagher, J.J. (1971). A broader base for science education. *Science Education*, 55, pp. 329-338.

Genter, D., & Stevens, A. L. (Eds.). (1983). *Mental Models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Gonzales, C. (1996). Does animation in user interfaces improve decision making? in *Proceedings of Computer Human Interaction, CHI'96* (Vancouver, April 1996), ACM Press, 27–34

Hall, K W, and R Obregon. (2002). "Applications and Tools for Design and Visualization." *The Technology Teacher* 61, no 7 (April): 7–11.

Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Disposition, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist, 53,* 449–455.

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*, 414-434.

Hasler, B. S., Kersten, B., & Sweller, J. (2007). Learner control, cognitive load, and instructional animation. *Applied Cognitive Rsychology, 21,* 713-729.

Hazzan, O. (2003). Prospective high school mathematics teachers'attitudes toward integrating computers in their future teaching. *J Res Technol Educ* 35:213–226

Hegarty, M. (1992). Mental animation: Inferring motion from static diagrams of mechanical system. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 18,* 1084-1102.

Hegarty, M. (2004). Mechanical reasoning as mental simulation. *Trends in Cognitive Sciences, 8,* 280 -285.

Hennessy, S., Deaney, R., Ruthven, K. (2006). Situated expertise in integrating use of multimedia simulation into secondary science teaching. *Int J Sci Educ* 28(7):701–732

Hidi, S., Renninger, K. A., & Krapp, A. (2004). Interest, a motivational construct that combines affective and cognitive functioning. In D. Dai & R. Sternberg (Eds.), *Motivation, emotion and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development* (pp. 89–115). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Hidi, S., & Renninger, A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41, 111–127.

Hodson, D. (1999). Going beyond Cultural Pluralism: Science education for Socio-political Action. *Science Education*, 83, pp. 775-796.

Holzinger, A., Kickmeier-Rust, M., & Albert. D., (2008). "Dynamic Media in Computer Science Education; Content Complexity and Learning Performance: Is Less More?" *Journal of Educational Technology and Society* 11, no 1: 279–90.

International Technology Education Association – ITEA (2000). Standards for technological literacy: Content for the study of technology. Reston, VA: Author.

International Technology Education Association-ITEA (1996). Technology for all Americans: A rationale and structure for the study of technology. Reston, VA: Author.

Gardner, P. L. (1996). Students' interests in science and technology: Gender, age and other factors. Paper presented at the International Conference on Interest and Gender: Issues of Development and Change in Learning, Seeon, Germany

Kaberman, Z., & Dori, Y. J. (2009). Question posing, inquiry, and modeling skills of high school chemistry students in the case-based computerized laboratory environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 597–625.

Kaiser, M. K., Proffitt, D. R.,Whelan, S. M. & Hecht, H. (1992). Influence of animation on dynamical judgments. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **18**, 669–690.

Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2000). Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of Educational Psychology,92*, 126-136.

Kellner, D. (2006). *Technological Transformation, Multiple Literacies, and the Re-visioning of Education.* The International Handbook of Virtual Learning Environments, (9) 241-268. J. Weiss et al. (eds). Springer.

Kemp, C. A. (2003). Implications of Different Views on the Meaning of "Scientific Literacy", presented at the 2003 Annual Meeting of the American Educational Research Assotiation (AERA), Chicago, IL., April 21-25, 2003.

Kettanurak, V. N., Ramamurthy, K. & Haseman, D. (2001). User attitude as a mediator of learning performance improvement in an interactive multimedia environment: an empirical investigation of the degree of interactivity and learning styles. *International Journal of Human-Computer Studies*, **54**, 541–583.

Knowlton, J. Q. (1966). On the definition of “picture”. *AV Communication Review, 14*, 157-183.

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.

Kozhevnikov, M., Hegarty, M., & Mayer, R. E. (2002). Revising the visualizer-verbalizer dimension: Evidence for two types of visualizers. *Cognition and Instruction, 20*, 47-77.

Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., & Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition, 33*, 710-726.

Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, Vol. 33, No. 1,pp. 27–50

Kriz, S., & Hegarty, M. (2007). Top-down and bottom-up influences on learning from animations. *International Journal of Human – Computer Studies, 65*, 911-930.

Lee, H., Plass, J. L., & Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer-based science simulations. *Journal of Educational Psychology, 98*, 902-913.

Levie, W., & Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: a review of research. *Educational Communication and Technology Journal, 30*, 195-232.

Levin, J. R., Anglin, G. J., & Carney, R. N. (1987). On empirically validating functions of pictures in prose. In D. M. Willows & H. A. Houghton (Eds.), *The psychology of illustration* (Vol. 1, pp.51-85). New York: Springer.

Limniou, M., Roberts, D., & Papadopoulos. N., (2008). “Full Immersive Virtual Environment CAVE™ in Chemistry Education.” *Computers and Education* 51, no 2 (September): 584–93.

Linn, MC. (2004). *Using ICT to teach and learn science*. In: Holliman R, Scanlon E (eds) Mediating science learning through information and communications technology. Routledge Falmer,London, pp 9–26

Linnenbrink-Garcia, L., Durik, A. M., Conley, A. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., Karabenick, S. A., & Harackiewicz, J. M. (2010). Measuring situational interest in academic domains. Educational and Psychological Measurement, 70(4), 647-671.

Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove, UK: Erlbaum.

Lowe, R. K. (1999). Extracting information from an animation during complex visual learning. *European Journal of Psychology of Education, 14,* 225-244.

Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction, 13,* 157-176.

Lowe, R. K. (2004). Interrogation of a dynamic visualisation during learning. *Learning and Instruction, 14,* 257-274.

Marini, A., & Genereux, R. (1995) The challenge of teaching for transfer. In: McKeough, A., Lupart, J., & Marini, A. (Eds). *Teaching for transfer: fostering generalization in learning* (pp. 1-19). Erlbaum, Mahwah.

Markman, A. B. (1999). *Knowledge representation*. Mahwah, Lawrence Erlbaum.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2d ed.). New York: Cambridge University Press.

Mayer, R. E. (2014). The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (2d ed.) New York: Cambridge University Press.

Mayer, R. E., & Massa, L. J. (2003). Three facets of visual and verbal learners: Cognitive ability, cognitive style, and learning preference. *Journal of Educational Psychology, 95,* 833-846.

Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Experimental Child Psychology, 104(1),* 1-21.

Mayer, R., Moreno, R. (2002). Animations as an aid to multimedia learning. *Educational Psychologist* Rev, 14(1):87–99

Mayer, R.E. & Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: Does simple interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational Psychology*, **93**, 390–397.

Mayer, R.E. & Sims, K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words ? Extensions of a dual-coding theory of multi-media learning. *Journal of Educational Psychology*, **86**, 389–401.

Najjar, L. J. (1998). Principles of educational multimedia user interface design. Human Factors, 41(2), 311–323, Accessed Jan 15, 2007.

Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2002). The concept of flow. In C. R. Snyder, & Lopez, S. J. (Eds.), *Handbook of positive psychology* (pp. 87-92). Oxford University Press.

National Research Council (2005). National Science Education Standards – NSES. National Academy Press, Washington, USA.

OECD (2000). «Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy». Paris: OECD

OECD (2007). «Executive Summary PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World».

OECD (2014). «PISA 2012 Results in Focus: What 15-year-olds know and what they can do with what they know».

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education, 25*, 1049–1079.

Özmen, H., Demircioğlu, H. & Demircioğlu. G., (2009). "The Effects of Conceptual Change Texts Accompanied with Animations on Overcoming 11th Grade Students' Alternative Conceptions of Chemical Bonding." *Computers and Education* 52, no 3 (April): 681–95.

Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual Coding Approach.* Oxford: Oxford University Press, New York

Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology, 45*, 255-287.

Palmer, S.E.(1978). Fundamental aspects of cognitive representation. In E. E. Rosch & B. B. Lioyd (Eds.), *Cognition and Categorization* (pp. 259-303) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Park, O. (1994). Dynamic visual displays in media-based instruction. *Educational Technology*, 21–25.

Park, B., Plass, J.L., Brunken, R. (2014). Cognitive and affective processes in multimedia learning. Learning and Instruction, 29, 125-127.

Pedretti, E., Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. Department of Curriculum, Teaching & Learning, OISE, University of Toronto,Toronto, ON, M5S 1V6, Canada. ,Published online 25 January 2011 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com).

Phillips, L M, S P Norris and J S Macnab. (2010). *Visualization in Mathematics, Reading and Science Education.* Dordrecht, Netherlands: Springer.

Plakitsi, K., Spyrtou,A., Klonari, A., Kalogiannakis,M., Malandrakis, G., Papadopoulou, P., Stamoulis, E., Soulios, I., Piliouras, P., Kolios, K. (2014). New Greek science curriculum (NGSC) for primary education: Promoting educational innovation under hard conditions. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*. Part [strand 10] (co-ed. Dillon,J., & Redfors, A.), (pp. 1751-1757) Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association. ISBN: 978-9963-700-77-6

Plass, J. L., Chun, D., Mayer, R. E., & Leutner, D. (1998). Supporting visualizer and verbalizer learning preferences in a second language multimedia learning environment. *Journal of Educational Psychology, 90*, 25-36.

Ploetzner, R., & Lowe, R.K. (2012). A systematic characterization of expository animation. *Computers in Human Behavior, 28*, 781-794.

Presseau, A., & Frenay, M. (2004) *Le transfert des apprentissages. Comprendre pour mieux intervenir.* Presses de l'universite de Laval.
Rensink, R. (2002). Change detection. *Annual Review of Psychology, 53*, 245-277.

Richardson, A. (1977). Verbalizer–visualizer: A cognitive style dimension. *Journal of Mental Imagery, 1*, 109–126.

Rieber, L. P. (1990). Animation in computer-based instruction. *Educational Technology Research & Development, 38*, 77-86.

Rosen, Y. (2009). The effects of an animation-based on-line learning environment on transfer of knowledge and on motivation for science and technology learning. *Journal of Educational Computing Research, 40(4),* 451-467.

Rosen, Y., & Salomon, G. (2007). The differential learning achievements of constructivist technology-intensive learning environments as compared with traditional ones: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research, 36*(1), 1-14.

Salomon, G. (2002). Technology and pedagogy: Why don't we see the promised revolution? *Educational Technology, 42*(2), 71-75.

Salomon, G., & Perkins, D. (1989). Rocky roads to transfer: Rethinking mechanism of a neglected phenomenon. *Educational Psychologist, 24,* 113-142.

Schiefele, U. (2009). Situational and individual interest. In K. R. Wentzel & A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Schnotz, W, & Lowe, R. (2003). Introduction. *Learning and Instruction, 13*(2), 117-124.

Schnotz, W. (2002). Enabling, Facilitating, and Inhibiting Effects in Learning from Animated Pictures. Paper presented at the Dynamic Visualizations workshop, Knowledge Media Research Centre, Tübingen.

Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representations. *Learning and Instruction, 13*, 141-156.

Schnotz, W., & Lowe, R.K. (2003). External and internal representations in multimedia learning. *Learning and Instruction*. 13, 117–123.

Schnotz, W., Boeckheler, J., & Grzondziel, H. (1999). Individual and co-operative learning with interactive animated pictures. *European Journal of Psychology of Education*, 14, 245–265.

Schnotz, W.,Rasch, T.(2009). 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(3),1042-1629.*

Schreiner, C. (2006). Exploring a ROSE-garden: Norwegian youth's orientations towards science—seen as signs of late modern identities. Oslo: Unipub.

Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). Sowing the seeds of ROSE. Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education)—A comparative study of students' views of science and science education. *Acta Didactica, 4*, 1–120.

Schwan, S., Garsoffky, B. & Hesse, F.W. (2000). Do film cuts facilitate the perceptual and cognitive organization of activity sequences ? *Memory and Cognition*, 28, 214–223.

Silvia, P. J. (2006). *Exploring the psychology of interest.* New York: Oxford University Press.

Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010): The ROSE project. Overview and key findings. Oslo.
http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/ comparative study on Science and Mathematics education

Slamecka, N. J., & Graf, P. (1978). The generation effect: Delineation of a phenomenon. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 4*, 592-604.

Soderberg, P., Price, F. (2003). An examination of problem-based teaching and learning in population genetics and evolution using EVOLVE, a computer simulation. *Int J Sci Educ* 25(1):35–55

Solomon, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham, U.K. :Open University Press.

Spyrtou A., Papadopoulou P., Malandrakis G., Pierrakos E. (2014). "The Journey of Electrical Energy": An educational film for promoting scientific literacy in primary and secondary school. In S. Dormiro and L. de la Torre, Proceedings of the 18th edition of the multimedia in Physics Teaching and Learning Conference. *Proceedings 18th International Conference on MPTL* (pp. 113-117). Madrid.

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction* 4:295–312.

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In J. Mestre & B. Ross (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Cognition in Education* (vol.55, pp. 37-76). Oxford:Academic Press

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York: Springer.

Tabak, I. (2004). Synergy: a complement to emerging patterns of distributed scaffolding. *J Learn Sci* 13(3):305–335

Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: Does it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57, 247-262

Tversky, B., Morrison, JB. (2002). Animation: can it faciliate? *Int J Hum Comput Stud* 57:247–262

Vavra, K. L., Janjic-Watrich, V.,Loerke, K., Phillips, L.M., Norris, S.P., & Macnab, J. (2011). Visualization in Science Education. *Alberta Science Education Journal, 41,* 22-30.

Verdi, M. P., Kulhavy, R. W., Stock, W. A., Rittschof, K., & Johnson, J. T. (1996). Text learning using scientific diagrams: Implications for classroom use. *Contemporary Educational Psychology, 21*, 487-499.

Wellington, J. (2004). *Multimedia in science teaching*. In: Barton R (ed) Teaching secondary science with ICT. Open University Press, Cambridge

Williams, V. M., & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *The Journal of Research in Science Teaching, 32*(5), 521–534.

Wittrock, M. C. (1989).Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist,24*, 345-376

Wu, H K, J S Krajcik and E Soloway. (2001). "Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom." *Journal of Research in Science Teaching* 38, no 7 (September): 821–42.

Wulf W. A. (2000). The standards for technological literacy. *The Technology Teacher*, Volume 59, Issue 6, (pp.10-12)

Yarden, H., Yarden, A. (2011). Studying Biotechnological Methods Using Animations: The teachers' Role. *Journal Science Educational Technology*, 20, 689-702.

Zacharia, Z. (2003). Beliefs, attitudes, and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *J Res Sci Teach* 40(8):792–823

Zheng, R. (2009). Cognitive Effects of Multimedia Learning. *Information Science Reference, 67-88.*

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ).
http://www.iep.edu.gr/index.php?lang=el#

Ιωσηφίδης, Θ. (2008). *Ποιοτικές Μέθοδοι Έρευνας στις Κοινωνικές Επιστήμες*. Αθήνα: Κριτική.

«ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο Πρόγραμμα Σπουδών, Οριζόντια Πράξη» MIS: 295450
ΕΣΠΑ 2007-13\ Ε.Π.Ε & ΔΒΜ\ Α.Π. 1-2-3

Σκορδούλης, Κ. & Σωτηράκου, Μ. (2005). *Περιβάλλον Επιστήμη και Εκπαίδευση*. Στη σειρά: Επιστημολογία και Διδακτική των Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών. Αθήνα, Leader Books.

Χαλκιά, Κ. (2011). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Α' Τόμος. Αθήνα. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Τομέας Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος.

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις
www.merriam-webster.com