



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**«Μια εφαρμογή της ψηφιακής ταξινόμιας Bloom
στη Φυσική της πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης»**

Κύρου Θωμαΐς

A.M. 460

Επιβλέπων Καθηγητής: Αναστάσιος Μικρόπουλος

Ιωάννινα 2018

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Επιστήμες της Αγωγής», με κατεύθυνση «Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση», του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή της Πληροφορικής του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κ. Αναστάσιο Μικρόπουλο που μου εμπιστεύτηκε το θέμα της διπλωματικής μου εργασίας και με υπομονή με καθοδηγούσε καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της εργασίας.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Κωνσταντίνο Κώτση, Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και τον κ. Δημήτριο Μαυρίδη, Επίκουρο Καθηγητή Στατιστικής του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για την αξιολόγηση της διπλωματικής εργασίας μου με τη συμμετοχή τους στην τριμελή Εξεταστική Επιτροπή.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τη διευθύντρια του δημοτικού σχολείου Πεδινής Ιωαννίνων Μποζώνη Χαρά για τη βοήθειά της και την ευγενική της πρόθεση να μου προσφέρει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσω κάποιες διδασκαλίες στους μαθητές του σχολείου της, αλλά και την κ. Χριστοδούλου Ιουλία που την αντικατέστησε και με προθυμία μου επέτρεψε να συνεχίσω την έρευνα στο σχολείο της.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	11
1.1 Η αυθεντική ταξινομία του Bloom - Το ξεκίνημα	11
1.1.1 Κατηγορίες στόχων.....	11
1.1.2 Η αρχική γνωστική ταξινομία	12
1.1.3 Αναπτύσσοντας τις ερωτήσεις κριτικής σκέψης.....	13
1.1.4 Κριτικές και ανάγκη αναθεώρησης.....	14
1.2 Η αναθεωρημένη ταξινομία του Bloom.....	16
1.2.1 Αλλαγές στις κατηγορίες	16
1.2.2 Από μια σε δυο διαστάσεις: Κατηγορίες Γνώσης και Γνωστικές Διαδικασίες....	17
1.2.3 Γράφοντας Δισδιάστατους στόχους.....	19
1.2.4 Ανάπτυξη στόχων με βάση την απόδοση στην ταξινομία του Bloom	20
1.3 Ψηφιακή ταξινομία του Bloom	24
1.3.1. Γνωστικά επίπεδα Bloom στην ψηφιακή ταξινομία	26
Θυμάμαι.....	26
Κατανόω.....	30
Εφαρμόζω.....	35
Αναλύω.....	39
Αξιολογώ	42
Δημιουργώ	45
1.4 Η ταξινομία του Bloom ως εργαλείο έρευνας	50
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	52
2.1 Σκοπός	52
2.2 Δείγμα Έρευνας	52
2.3 Ερευνητική διαδικασία	52
2.4 Προσδιορισμός του διδακτικού αντικειμένου	54
2.5 Διαδικασία ανάλυσης ερευνητικών δεδομένων	55
2.6 Ανάπτυξη Σεναρίου	56
2.6.1. Ηλεκτρικά Κυκλώματα	56

2.6.2.	Ανάκλαση του φωτός	64
2.6.3.	Πως παράγεται ο ήχος – Χαρακτηριστικά του ήχου	73
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	80
3.1	Ηλεκτρισμός	80
3.2	Φως.....	93
3.3	Ήχος.....	99
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	105
5.	Αναφορές	108
6.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	113

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ταξινόμια του Bloom είναι μια μέθοδος δημιουργίας μαθησιακών στόχων που ακολουθεί τη διαδικασία της σκέψης. Ο Bloom προσδιόρισε έξι γνωστικά επίπεδα, Γνώση, Κατανόηση, Εφαρμογή, Ανάλυση, Σύνθεση, Αξιολόγηση που εκτείνονται από τις βασικές δεξιότητες, 'Γνώση', στο υψηλότερο επίπεδο, 'Αξιολόγηση'.

Στην ψηφιακή ταξινόμια του Bloom, ο Andrew Churches εισήγαγε τις ψηφιακές εφαρμογές Web 2.0 σε κάθε γνωστικό επίπεδο στην αναθεωρημένη ταξινόμια του Bloom με στόχο την οικοδόμηση της γνώσης.

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα αυτής της μελέτης ήταν αν η χρήση μιας εφαρμογής της ψηφιακής ταξινόμιας του Bloom θα μπορούσε ν' αυξήσει τις δυνατότητες των μαθητών ν' αποκτήσουν δεξιότητες σκέψης υψηλότερης τάξης σε σύγκριση με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας στο μάθημα της φυσικής.

Τριάντα έξι μαθητές της Ε' δημοτικού παρακολούθησαν τα μαθήματα φυσικής και ειδικότερα τα κεφάλαια «Ηλεκτρισμός», «Φως» και «Ηχος» χωρισμένοι σε δυο ομάδες, την ελέγχου και την πειραματική. Η ομάδα ελέγχου εργάστηκε στο εργαστήριο φυσικής του σχολείου της και πειραματίστηκε με πραγματικά υλικά. Η πειραματική ομάδα εργάστηκε στο εργαστήριο ηλεκτρονικών υπολογιστών και πραγματοποίησε εικονικά πειράματα με προσομοιώσεις. Για τη διδασκαλία των κεφαλαίων της φυσικής εφαρμόστηκαν διδακτικά σενάρια. Τα σενάρια αποτελούνταν από ερωτηματολόγια και φύλλα εργασίας. Οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων βαθμολογήθηκαν με βάση την ταξινόμια SOLO.

Η στατιστική ανάλυση επιβεβαίωσε ότι η πειραματική ομάδα πέτυχε υψηλότερη βαθμολογία στο 'Συσχετιστικό' επίπεδο της ταξινόμιας SOLO που βρίσκεται σχεδόν στην κορυφή της ταξινόμιας. Οι μετρήσεις δείχνουν υψηλά αποτελέσματα για την πειραματική ομάδα, στις κατηγορίες της 'Ανάλυσης' και της 'Αξιολόγησης, στην ταξινόμια του Bloom, κατηγορίες που βοηθούν τους μαθητές ν' αποκτήσουν δεξιότητες σκέψης υψηλότερης τάξης.

Ο πίνακας ταξινόμιας της αναθεωρημένης ταξινόμιας του Bloom αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για τον εκπαιδευτικό τόσο στη δημιουργία μαθησιακών στόχων όσο και στον έλεγχο των στόχων που θα μπορούσαν να είχαν δημιουργηθεί, αλλά δεν συμπεριλήφθηκαν τελικά στον πίνακα.

Η δημιουργία μαθησιακών στόχων με βάση την ταξινόμια του Bloom στη διδασκαλία της φυσικής βελτίωσε ποιοτικά τη μάθηση των μαθητών στην τάξη, δίνοντάς τους την ευκαιρία να σκέφτονται, να συνδυάζουν τις πληροφορίες, να κρίνουν, να συμπεραίνουν, ν' αναπτύσσουν τις υψηλότερης τάξης γνωστικές ικανότητες. Εξίσου σημαντική είναι και η βοήθεια προς τον εκπαιδευτικό ο οποίος θέτει στόχους ευθυγραμμισμένους με τις δραστηριότητες και τις τελικές ερωτήσεις.

Λέξεις κλειδιά: Ταξινόμια του Bloom, ψηφιακή ταξινόμια του Bloom, προσομοιώσεις, φυσική, ΠΠΕ στην εκπαίδευση, μαθησιακοί στόχοι

ABSTRACT

Bloom's taxonomy is a classification system of the intellectual skills and behavior important to learning. Bloom identified six cognitive levels Knowledge, Comprehension, Application, Analysis, Synthesis, Evaluation with sophistication growing from basic 'Knowledge' skills to the highest level, 'Evaluation'.

In Bloom's digital taxonomy, Andrew Churches added ways to use Web 2.0 technologies to each cognitive level in Bloom's revised taxonomy.

The main research question of this study was whether the execution of an application of Bloom's digital taxonomy would increase the possibilities for students to achieve higher order thinking skills in comparison to the traditional teaching method.

Thirty six students of the Fifth Grade of the elementary school attended the course in physics lessons and specifically the chapters "Electricity", "Light" and "Sound". The control team worked in the school's Physics Lab and experimented with real materials. The experimental group worked in the computer lab and conducted the experiments using simulations.

The lessons were taught by developing and implementing teaching scripts. The scripts were consisted of questionnaires and worksheets. The answers of the questionnaires were graded using SOLO Taxonomy.

The statistical analysis confirmed that the experimental group achieved a higher score at the 'Relational' level of SOLO taxonomy which is almost on the top according to SOLO taxonomy. These results concern the levels of Analysis and Evaluation of Bloom's taxonomy and help students to reach higher order thinking skills.

One of the most useful instruments of Bloom's taxonomy is the Taxonomy Table which suggests what might have been done according to learning objectives but has not happened. The Taxonomy Table can classify the instructional and learning activities used to achieve the objectives, as well as the assessments used to determine how well the objectives mastered by the students.

The implementation of Bloom's taxonomy in scientific teaching improved students higher order learning in class. Bloom's taxonomy has given students the opportunity to think, combine information, judge, conclude, develop their higher cognitive abilities.

Equally important is the contribution of the use of Bloom's taxonomy for the teacher who sets goals aligned with activities and the final questions.

Key words: Bloom's taxonomy, Digital Bloom's taxonomy, simulations, physics, instructional technology, instructional Objectives

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επανάσταση των μέσων τεχνολογίας έφερε έναν τεράστιο όγκο πληροφοριών στον οποίο η πρόσβαση είναι πολύ εύκολη και από όλες τις ηλικίες των ανθρώπων. Είναι άξιο ερευνητικής διαδικασίας το πώς θα μπορέσουν τα σύγχρονα εκπαιδευτικά συστήματα των κρατών να αξιοποιήσουν τις νέες τεχνολογίες προς όφελος των μαθητών συνδυάζοντάς τες όμως με την ανάπτυξη των ανώτερων γνωστικών δεξιοτήτων, καθώς και με την συνεργασία. Η συνεργασία δεν είναι ένα αναπόσπαστο στοιχείο της διαδικασίας μάθησης για το άτομο, δε χρειάζεται να συνεργαστείς για να μάθεις, αλλά συχνά η μάθηση αυξάνεται μ' αυτόν τον τρόπο (Churches, 2009).

Η καλλιέργεια και ανάπτυξη κοινωνικών και πολιτισμικών δεξιοτήτων που χαρακτηρίζουν τον ενεργό πολίτη, αλλά και άλλων, όπως η κατασκευή της γνώσης, η έρευνα, η διαχείριση και η οργάνωση της πληροφορίας, η ομαδική εργασία, η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλήματος, η ευελιξία, η προσαρμοστικότητα, ο τεχνολογικός αλφαριθμητισμός με έμφαση στην παραγωγή και όχι μόνο στην κατανάλωση ψηφιακού περιεχομένου, ανήκουν στις χαρακτηριζόμενες από την Ευρωπαϊκή Ένωση (2002) ως βασικές δεξιότητες (key competences) που πρέπει να αναπτύξουν οι πολίτες του 21ου αιώνα (Θωμά, Καραφωτιά και Τζοβλά, 2018).

Σύμφωνα με τον Kelman (1989) οι δεξιότητες σκέψης υψηλότερης τάξης είναι ένας από τους τομείς διδασκαλίας που θα μπορούσαν να ενισχυθούν χρησιμοποιώντας τον υπολογιστή. Ο Salomon (1990), υποστηρίζει ότι «για να είναι ο υπολογιστής ένα αποτελεσματικό εργαλείο, τα περισσότερα στην τάξη πρέπει να αλλάξουν με τρόπο που να κάνει το πρόγραμμα σπουδών, τις μαθησιακές δραστηριότητες, τη συμπεριφορά του εκπαιδευτικού, τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, ένα ολόκληρο ενορχηστρωμένο μαθησιακό περιβάλλον» (σελ. 51). Αυτή η αναδιάρθρωση της σχολικής τάξης περιλαμβάνει τη χρήση υπολογιστών για την παροχή ενεργητικής μάθησης, αυθεντικών εργασιών, απαιτητικής εργασίας, σύνθετης επίλυσης προβλημάτων και δεξιοτήτων σκέψης υψηλότερης τάξης (Dalton & Goodrum, 1991, David, 1993)

Ο Dede (1990) αναφέρει ότι οι δεξιότητες σκέψης υψηλότερης τάξης αποκτώνται καλύτερα όταν οι μαθητές:

- ❖ Κατασκευάζουν γνώσεις παρά αντλούν παθητικά πληροφορίες.
- ❖ Τα εξελιγμένα εργαλεία συλλογής πληροφοριών χρησιμοποιούνται για να τονώσουν τον εκπαιδευόμενο να επικεντρωθεί στη δοκιμή υποθέσεων παρά στη σχεδίαση δεδομένων.
- ❖ Υπάρχει συνεργατική αλληλεπίδραση με συνομηλίκους.
- ❖ Τα συστήματα αξιολόγησης μετρούν πολύπλοκες δεξιότητες υψηλότερης τάξης και όχι απλή ανάκληση γεγονότων.

Ο Harris (1996), υποστηρίζει ότι οι πολίτες της Πληροφορίας πρέπει να μάθουν όχι μόνο πώς ν' αποκτήσουν πρόσβαση στην πληροφορία, αλλά κυρίως πώς να τη διαχειριστούν, να την αναλύσουν, να την αξιολογήσουν, να τη διασταυρώσουν και να τη μετατρέψουν σε χρήσιμη γνώση.

Η αδυναμία των μαθητών ν' αποκτήσουν γνώσεις της φυσικής, αλλά και να επιτύχουν να σχεδιάζουν και να εκτελούν πειράματα, να επιλύουν προβλήματα, να

εξάγουν συμπεράσματα και να κάνουν γενικεύσεις, έστρεψε πολλούς ερευνητές να εξετάσουν τη χρήση των ΤΠΕ, ως εναλλακτική λύση στη διδασκαλία της φυσικής.

Οι ΤΠΕ ως γνωστικά εργαλεία συνεισφέρουν στην οικοδόμηση της γνώσης με το να υποστηρίζουν την κατασκευή της, την αναζήτηση και την εξερεύνησή της, υποστηρίζουν τη μάθηση μέσω προσομοιώσεων πραγματικών καταστάσεων και φαινομένων, υποστηρίζουν τη γνωστική σύγκρουση, τη μάθηση με συνδιαλλαγή και τη μάθηση μέσω αναστοχασμού. (Jonassen, 2000. Μικρόπουλος, 2006)

Τα πολυμέσα είναι φορείς πληροφοριών με τη μορφή πολλαπλών αναπαραστάσεων. Η χρήση των πολλαπλών εξωτερικών αναπαραστάσεων σε περιβάλλον πολυμέσων μάθησης έχει αποδειχθεί ότι είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος υποστήριξης της μάθησης και αύξησης της κατανόησης, η οποία σχετίζεται άμεσα με τη γνωστική θεωρία των πολυμέσων (Cognitive Theory of Multimedia Learning-CTML), όπου μπορούμε να επεξεργαστούμε περισσότερες από μία αναπαραστάσεις ταυτόχρονα. Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις είναι χρήσιμες στην εκπαίδευση της φυσικής, καθώς ενδυναμώνουν την κατανόηση των προβλημάτων φυσικής από τους μαθητές, δημιουργώντας μια γέφυρα μεταξύ των λεκτικών και μαθηματικών αναπαραστάσεων και βοηθούν τους μαθητές ν' αναπτύξουν εικόνες που δίνουν νόημα στα μαθηματικά σύμβολα (Van Heuvelen & Zou, 2001).

Η μεγάλη σημασία της χρήσης των προσομοιώσεων στο μάθημα της Φυσικής τονίζεται ιδιαίτερα από πολλούς συγγραφείς, που υποστηρίζουν ότι: «Η μάθηση με προσομοιώσεις υπολογιστών είναι στενά συνδεδεμένη με μια συγκεκριμένη μορφή επικοινωνιακής μάθησης, δηλαδή της επιστημονικής μάθησης» (Van Joolingen et al, 2005). Οι μαθητές μπορούν ν' αλληλεπιδρούν με το σύστημα αλλάζοντας τις παραμέτρους στις επιθυμητές και να παρατηρούν την επίδραση αυτών των αλλαγών. Οι Finkelstein, Adams, Keller, Kohl, Perkins, Podolefsky, και συν. (2005) υποστηρίζουν ότι κατάλληλα σχεδιασμένες προσομοιώσεις που χρησιμοποιούνται στα σωστά πλαίσια μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικά εκπαιδευτικά εργαλεία από πραγματικό εργαστηριακό εξοπλισμό, τόσο στην ευχέρεια που αναπτύσσεται από τους μαθητές με τον πραγματικό εξοπλισμό, όσο και στην ενθάρρυνση της εννοιολογικής κατανόησης. Οι προσομοιώσεις που χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία της Φυσικής είναι προγράμματα υπολογιστών που επιτρέπουν στους μαθητές να διερευνήσουν και να οπτικοποιήσουν γραφική απεικόνιση (Concari, Giorgi, Camara & Giacosa, 2006). Ο Μικρόπουλος (2002) υποστηρίζει ότι στη μαθησιακή διαδικασία, η προσομοίωση θέτει τον μαθητή σε καταστάσεις παρόμοιες με την πραγματικότητα, που του παρέχουν ανάδραση σε πραγματικό χρόνο για αποφάσεις, δράσεις και ερωτήματα. Η προσομοίωση πρέπει να είναι δυναμική, παρέχοντας επιλογή των μεταβλητών εκείνων που θεωρούνται σημαντικές, σύμφωνα με τον διδακτικό μετασχηματισμό, και να είναι φανερή η σχέση των επιδράσεών τους με την εξέλιξη του φαινομένου που προσομοιώνεται.

Η διαπίστωση ότι η παραδοσιακή διδασκαλία της Φυσικής, που κυριαρχείται από την τυπική μορφή εργασίας, την επίδειξη δηλαδή, των πειραμάτων από τον διδάσκοντα και την παθητική παρακολούθηση των μαθητών, από τη μια και η κυριαρχία των τεχνολογικών μέσων σε όλα τα επίπεδα της ζωής των ανθρώπων και κατά συνέπεια και στην εκπαίδευση, από την άλλη, προβάλλει την αναγκαιότητα αναδιαμόρφωσης των αναλυτικών προγραμμάτων, προκειμένου οι μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες που να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες προκλήσεις.

Στην ταξινομία του Bloom, η οποία ακολουθεί τη διαδικασία της σκέψης, οι κατηγορίες που βρίσκονται στη βάση της πυραμίδας (Θυμάμαι-Κατανοώ) βοηθούν στην απόκτηση γνώσης για την οποία απαραίτητες είναι οι χαμηλότερης τάξης γνωστικές δεξιότητες. Στις δύο επόμενες κατηγορίες μάθησης (Εφαρμόζω-Αναλύω) πραγματοποιείται η εμβάθυνση της γνώσης, για την οποία οι μαθητές πρέπει να χρησιμοποιήσουν όχι μόνο χαμηλότερης τάξης γνωστικές δεξιότητες αλλά και υψηλότερης τάξης γνωστικές δεξιότητες. Στις δύο κατηγορίες μάθησης που βρίσκονται στην κορυφή της πυραμίδας της ταξινομίας του Bloom (Αξιολογώ-Δημιουργώ) πραγματοποιείται η δημιουργία της γνώσης και για την επίτευξή της οι μαθητές πρέπει να εξασκήσουν τις υψηλότερης τάξης γνωστικές δεξιότητες.

Στόχος της εκπαίδευσης, σε όλες τις βαθμίδες της, πρέπει να είναι η παροχή κινήτρων στους μαθητές, ώστε να κινηθούν από τις Χαμηλότερης Τάξης Γνωστικές Δεξιότητες (Lower Order Thinking Skills-LOTS) στις Υψηλότερης Τάξης Γνωστικές Δεξιότητες (Higher Order Thinking Skills HOTS). Η Holland (2010), αναφέρει ότι «οι ποιοτικές εκπαιδευτικές πρακτικές περιλαμβάνουν συχνά μια διανοητική πρόκληση μέσα από αυθεντικές, διαδραστικές, συνεργατικές μαθησιακές ευκαιρίες, που βοηθούν τους μαθητές στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης σχετικά με το περιεχόμενο».

Στα πλαίσια αυτής της προβληματικής εμπνεύστηκε η παρούσα διπλωματική εργασία.

Στη συγκεκριμένη έρευνα διερευνήθηκε η επίδραση της χρήσης των Νέων Τεχνολογιών και συγκεκριμένα των προσομοιώσεων, ως προς την ανάπτυξη των Υψηλότερης Τάξης Γνωστικών Δεξιοτήτων (Higher Order Thinking Skills-HOTS) των μαθητών, χρησιμοποιώντας ως εργαλείο για τη δημιουργία διδακτικών στόχων, την ταξινομία του Bloom. Οι προσομοιώσεις ανήκουν, με βάση την ψηφιακή ταξινομία του Bloom, στο τρίτο επίπεδο, δηλαδή, της Εφαρμογής.

Εφαρμογή, σύμφωνα με την παραπάνω ταξινομία, είναι η εκτέλεση ή χρήση μιας διαδικασίας μέσω της υλοποίησής της. Η Εφαρμογή σχετίζεται και αναφέρεται σε καταστάσεις όπου το διδακτικό υλικό χρησιμοποιείται μέσα από προϊόντα όπως η μοντελοποίηση, οι προσομοιώσεις κ. ά.

Το πρώτο μέρος της εργασίας αποτελείται από το θεωρητικό πλαίσιο. Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται μια παρουσίαση του ιστορικού της δημιουργίας και της εξέλιξης της ταξινομίας του Bloom. Παρουσιάζονται τα έξι αρχικά γνωστικά επίπεδα της ταξινομίας, η κριτική που ασκήθηκε σ' αυτή και η αναθεώρησή της από τους Lorin Anderson και David Krathwohl (2001). Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι αλλαγές των γνωστικών επιπέδων στην πυραμίδα της ταξινομίας και η εισαγωγή των δύο διαστάσεων της γνώσης. Στη νέα ταξινομία οι στόχοι διαμορφώνονται σύμφωνα με τον τύπο (περιεχόμενο) της γνώσης και σύμφωνα με τη διαδικασία της γνώσης, η οποία έχει άμεση σχέση με το ρήμα που χρησιμοποιείται στη διατύπωση του μαθησιακού στόχου. Ακολούθως παρουσιάζεται η ψηφιακή ταξινομία, καθώς η ταξινομία του Bloom αναπροσαρμόστηκε και εμπλουτίστηκε σε αρμονία με τα νέα δεδομένα της τεχνολογικής εξέλιξης από τον Andrew Churches το 2007, ο οποίος εισήγαγε τα εργαλεία web.2.0 και δημιούργησε την ψηφιακή ταξινομία.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας, που αφορά τη μεθοδολογία, αναφέρονται ο σκοπός της ερευνητικής εργασίας, το δείγμα των μαθητών που πήρε μέρος στην έρευνα, η διαδικασία που ακολουθήθηκε και η ανάπτυξη των σεναρίων.

Στο τρίτο μέρος γίνεται η αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων με τη χρήση της ταξινομίας SOLO και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατιστικών αναλύσεων.

Στο τέταρτο μέρος καταγράφονται τα συμπεράσματα, γίνεται σύγκριση της συγκεκριμένης έρευνας με παρόμοιες έρευνες, περιγράφονται οι περιορισμοί του ερευνητικού εγχειρήματος και αναφέρονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Τέλος παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές.

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

1.1 Η αυθεντική ταξινόμια του Bloom - Το ξεκίνημα

Ο Benjamin Bloom δεν είχε την πρόθεση να επινοήσει ένα εκπαιδευτικό δόγμα. Όταν άρχισε να αναπτύσσει την ταξινόμια του, των εκπαιδευτικών στόχων, ο κύριος στόχος του ήταν να βρει μια κοινή γλώσσα που οι ειδικοί της εκπαιδευτικής αξιολόγησης θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν για να μοιραστούν τα ευρήματά τους και ν' ανταλλάξουν ερωτήσεις στις μαθησιακές δραστηριότητες.

Η ομώνυμη ταξινόμια του Bloom προέκυψε από μια σειρά άτυπων συζητήσεων με συναδέλφους που ξεκίνησαν από την Αμερικανική Ψυχολογική Ένωση το 1948. Στην αρχή στόχευε σ' ένα μικρό ακροατήριο, σε εμπειρογνώμονες αξιολόγησης, που αναπτύσσουν νέους τρόπους για να μετρήσουν τι έμαθαν οι φοιτητές.

Ο Bloom, ως διευθυντής του γραφείου εξεταστών στο Πανεπιστήμιο του Σικάγο, ανέπτυξε αξιολογήσεις για να μετρήσει τη μάθηση. Όταν προσπάθησε να μοιραστεί ιδέες και ερωτήσεις στα test με άλλους αξιολογητές, διαπίστωσε το εξής: οι εκπαιδευτές συμφώνησαν ότι ήθελαν οι μαθητές να 'καταλάβουν', αλλά είχαν πολύ διαφορετικές ιδέες για το τι σήμαινε η 'κατανόηση'.

Η ταξινόμια του Bloom έγινε η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος δημιουργίας μαθησιακών στόχων.

Η ταξινόμια του Bloom συνέβαλε, όσον αφορά το σημείο εστίασης των εκπαιδευτικών, σε μια ουσιαστική αλλαγή: το κέντρο βάρους μετατοπίστηκε από τη διδασκαλία στη μάθηση. Όταν δημοσιεύτηκε η αρχική ταξινόμια το μεγαλύτερο από το 90% του χρόνου στην τάξη δαπανιόταν σε δραστηριότητες που αποσκοπούσαν να βοηθήσουν τους μαθητές να θυμηθούν γεγονότα. Σαράντα χρόνια αργότερα, ο Bloom υπολόγισε ότι η αναλογία των ερωτήσεων αξιολόγησης χαμηλότερης τάξης είχε μειωθεί περίπου κατά 70%.

Το 2001 έγινε μια αναθεώρηση της ταξινόμιας του Bloom. Η νέα έκδοση έχει δυο διαστάσεις: **γνώση και γνωστικές διαδικασίες**. Οι υποκατηγορίες μέσα σε καθεμία διάσταση είναι πιο εκτεταμένες και συγκεκριμένες. Η νέα έκδοση επίσης δίνει έμφαση στις γνωστικές διαδικασίες και αποκαθιστά μια αδυναμία στην πρωτότυπη έκδοση. (Munzenmaier & Rubin, 2013)

Το 2007 ο Churches προχώρησε το έργο του Bloom ένα βήμα πιο πέρα, όταν εισήγαγε την ψηφιακή ταξινόμια του Bloom. Στόχος του ήταν να παντρέψει τα γνωστικά επίπεδα του Bloom με τις ψηφιακές δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα. Πρόσθεσε ψηφιακές δραστηριότητες για την χρήση των εργαλείων Web.2.0 σε κάθε γνωστικό επίπεδο της αναθεωρημένης ταξινόμιας του Bloom.

1.1.1 Κατηγορίες στόχων

Τα είδη της ανθρώπινης μάθησης κατατάσσονται σε 3 κατηγορίες: α) σε εκείνα που αναφέρονται στη μάθηση πληροφοριών που είναι αναγκαίες για την επεξεργασία τους και την αξιοποίησή τους στην αντιμετώπιση ποικίλων προβλημάτων της καθημερινής ζωής, β) σε εκείνα που αφορούν τα συναισθήματα, τα βιώματα, τις στάσεις, τις αξίες

και τις πεποιθήσεις του ατόμου και γ) σε εκείνα που αναφέρονται στις κινήσεις και τις κινητικές, γενικά, δεξιότητες. (Κασσωτάκης και Φλουρής, 2001)

Ο Bloom διαχωρίζει τους εκπαιδευτικούς στόχους σε τρεις τομείς: νοητικό (cognitive), συναισθηματικό (affective) και ψυχοκινητικό (psychomotor).

Ο συναισθηματικός τομέας επικεντρώνεται στην ενθάρρυνση της ανάπτυξης παραγόντων όπως τα συναισθήματα των μαθητών, τα κίνητρα, οι στάσεις, οι αντιλήψεις και οι αξίες προς το υλικό που μαθαίνουν. Αυτός ο τομέας περιλαμβάνει δραστηριότητες που κυμαίνονται από την ακρόαση άλλων, μέχρι τη συμμετοχή σε συζητήσεις που δείχνουν αυτοπεποίθηση, όταν εργάζονται ανεξάρτητα (Bloom et al., 1964). Οι μαθητές όχι μόνο συγκεντρώνουν απλώς πληροφορίες αλλά ανταποκρίνονται σε αυτό που μαθαίνουν, το εκτιμούν, είναι σε θέση να οργανώσουν το υλικό και ακόμη και να χαρακτηρίζουν τους εαυτούς τους ως επιστήμονες. Ο συναισθηματικός τομέας είναι χρήσιμος σε τομείς ηθικού ενδιαφέροντος, όπου οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να απαντήσουν σε αμφιλεγόμενα ή ευαίσθητα ζητήματα στην επιστήμη, όπως οι δοκιμές σε ζώα, η έρευνα σε βλαστοκύτταρα (εμβρυονικά), οι μεταμοσχεύσεις των δοτών, η έρευνα για τον καρκίνο και η ακτινοβολία. Ο συναισθηματικός τομέας στο πρόγραμμα σπουδών αναγνωρίζεται ως μια σημαντική πτυχή της μάθησης. (Bloom et al., 1964).

Σύμφωνα με την Cullinane (2015), ο τομέας της Ψυχοκινητικής ασχολείται με τη σωματική κίνηση και τις δεξιότητες που μπορεί να απαιτηθούν για την ολοκλήρωση ενός μαθήματος ή ενός αντικειμένου. Οι ψυχοκινητικές δεξιότητες είναι απαραίτητες στην επιστήμη και μπορεί να περιλαμβάνουν ρύθμιση μικροσκοπίου, προετοιμασία διαφανειών, συσκευή χειρισμού και μελέτη πεδίου .

Ο Bloom και οι συνάδελφοί του δε δημιούργησαν ποτέ υποκατηγορίες για τις δεξιότητες στην ψυχοκινητική περιοχή, έκτοτε όμως, άλλοι εκπαιδευτικοί δημιούργησαν τις δικές τους ψυχοκινητικές ταξινομίες, όπως ο Simpson (1966).

Σύμφωνα με τον Simpson (1966) ο ψυχοκινητικός τομέας περιλαμβάνει τη σωματική κίνηση, το συντονισμό και τη χρήση των περιοχών με κινητικές ικανότητες. Η ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων απαιτεί πρακτική και μετράται από την άποψη της ταχύτητας, της ακρίβειας, της απόστασης, των διαδικασιών ή των τεχνικών που εκτελούνται. Έτσι, οι ψυχοκινητικές δεξιότητες επεκτείνονται σ' ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων που περιλαμβάνει από χειροκίνητες εργασίες, όπως το σκάψιμο ενός χαντακιού ή το πλύσιμο ενός αυτοκινήτου, τη λειτουργία ενός πολύπλοκου μέρους ενός μηχανήματος μέχρι και την εκμάθηση ενός χορού.

1.1.2 Η αρχική γνωστική ταξινόμια

Το επίπεδο της γνώσης στο κατώτατο σημείο της ιεραρχίας ορίζεται ως **μνήμη ή ανάκληση** γνώσης που είχε προηγουμένως αποκτηθεί. Οι μαθησιακοί στόχοι σ' αυτό το επίπεδο συχνά περιλαμβάνουν τον ορισμό βασικών όρων, κατάλογο βημάτων στη διάρκεια μιας διαδικασίας ή επανάληψη σε κάτι που έχει ακουστεί ή μαθευτεί.

Η **κατανόηση** αντιπροσωπεύει τη μεγαλύτερη κατηγορία γνωστικών δεξιοτήτων και ικανοτήτων. Η βασική δεξιότητα σ' αυτό το επίπεδο είναι η επεξεργασία νέων πληροφοριών.

Στο επίπεδο της **εφαρμογής** ένας μαθητής πρέπει να είναι σε θέση να λύσει ένα πρόβλημα εφαρμόζοντας πληροφορίες χωρίς να χρειάζεται να βοηθηθεί. Οι στόχοι σ' αυτό το επίπεδο μπορούν ν' απαιτούν από τους μαθητές να ερμηνεύουν πληροφορίες, να εμφανίζουν καλή γνώση μιας έννοιας, ή να εφαρμόζουν μια δεξιότητα που έμαθαν.

Η **ανάλυση** απαιτεί από τους μαθητές να διαχωρίζουν τις ιδέες στα συστατικά τους και ν' αναγνωρίζουν τις σχέσεις μεταξύ των μερών.

Η **σύνθεση** απαιτεί δημιουργική συμπεριφορά επειδή οι μαθητές παράγουν νέα και πολλές φορές μοναδικά προϊόντα. Σ' αυτό το επίπεδο οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν ένα σχέδιο, να προτείνουν μια ιδέα, να σχεδιάσουν ένα προϊόν ή να οργανώσουν πληροφορίες.

Η **αξιολόγηση** περιλαμβάνει λήψη αποφάσεων σχετικά με την αξία. Οι μαθησιακοί στόχοι σ' αυτό το επίπεδο απαιτούν από τους μαθητές να μετρήσουν, να εκτιμήσουν, ν' αξιολογήσουν, να επιλέξουν ή ν' αναθεωρήσουν κάτι, ίσως πληροφορίες, ένα προϊόν ή να επιλύσουν ένα πρόβλημα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω επίπεδα της ταξινόμιας του Bloom καθορίζονται οι μαθησιακοί στόχοι, οι οποίοι:

- ❖ Περιγράφουν τι μπορούν να κάνουν οι μαθητές μετά την ολοκλήρωση μιας ενότητας διδασκαλίας.
- ❖ Αποτελούν τα πιο βασικά κριτήρια για την επιλογή και τον προγραμματισμό του περιεχομένου και των μεθόδων διδασκαλίας.
- ❖ Αποτελούν τη βάση για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της διδασκαλίας.

Οι σαφείς στόχοι καθοδηγούν τους συντάκτες εκπαιδευτικών προγραμμάτων, τους συγγραφείς των διδακτικών βιβλίων, τους δασκάλους και αυτούς που προωθούν την επιλογή κατάλληλων εκπαιδευτικών μεθόδων και εκπαιδευτικών στρατηγικών. Συνεπώς, βοηθούν τους μαθητές να επιτύχουν τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα.

Οι δραστηριότητες και η αξιολόγηση πρέπει να είναι κατάλληλα ευθυγραμμισμένες με τους εκπαιδευτικούς στόχους και το περιεχόμενο. (Munzenmaier & Rubin, 2013)

1.1.3 Αναπτύσσοντας τις ερωτήσεις κριτικής σκέψης

Σαράντα χρόνια μετά τη δημοσίευση της αρχικής ταξινόμιας, ο Bloom υποστήριξε ότι ένας από τους λόγους που το έργο του υιοθετήθηκε ήταν η ανάγκη για μια συστηματική προσέγγιση στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό.

Η ταξινόμια επηρέασε τους επαγγελματίες της εκπαίδευσης (συντάκτες των αναλυτικών προγραμμάτων, συγγραφείς διδακτικών βιβλίων, διδάσκοντες) στο να σκεφτούν ν' αλλάξουν την εστίαση των στόχων από το τι έκαναν οι εκπαιδευτικοί στο τι μάθαιναν τελικά οι μαθητές. Η διάκριση ανάμεσα σε υψηλής και χαμηλής τάξης δεξιότητες αύξησε τη συνειδητοποίηση της ανάγκης να προωθηθεί η κριτική σκέψη.

Σύμφωνα με τις Munzenmaier και Rubin (2013), εξακολουθεί να υφίσταται η τάση των εκπαιδευτικών να ρωτούν περισσότερο ερωτήσεις χαμηλότερης τάξης (lower order questions) παρά ερωτήσεις υψηλότερης τάξης (higher order questions), παρόλο

που οι επιτυχίες των μαθητών αυξάνονται όταν οι εκπαιδευτικοί ρωτούν ερωτήσεις υψηλότερης τάξης. Η ίδια προκατάληψη για τις ερωτήσεις χαμηλότερης τάξης εντοπίζεται στα τυποποιημένα test των δασκάλων. Ένας λόγος είναι ότι οι ερωτήσεις χαμηλότερης τάξης είναι πιο εύκολο να γραφτούν και να βαθμολογηθούν. Ωστόσο τα test σε υψηλότερα γνωστικά επίπεδα είναι και πιο έγκυρα και πιο αποτελεσματικά, αφού σ' αυτά οι μαθητές πρέπει να χρησιμοποιήσουν γνώση και δεξιότητες από τα χαμηλότερα γνωστικά επίπεδα. Οι Munzenmaier και Rubin (2013) πιστεύουν ότι η επιμονή στις ερωτήσεις χαμηλότερου επιπέδου (lower order questions) εμποδίζει τη μάθηση. Οι αποτελεσματικές ερωτήσεις υψηλότερης τάξης (higher order questions) βασίζονται συχνά στην εμπειρία του πραγματικού κόσμου, ζητώντας έτσι από τους μαθητές να σκέφτονται κριτικά, ν' απαντούν βασιζόμενοι σε ρεαλιστικές καταστάσεις, αναπτύσσοντας μ' αυτόν τον τρόπο τη σκέψη τους και κάνοντάς τους να χρησιμοποιούν ό,τι έχουν μάθει.

Συσχετίζοντας τις ερωτήσεις αξιολόγησης με τα γνωστικά επίπεδα του Bloom, οι επαγγελματίες στον χώρο της εκπαίδευσης και οι υπεύθυνοι δημιουργίας των τεστ μπορούν να διασφαλίσουν ότι οι ερωτήσεις τους προάγουν τόσο τη διατήρηση της γνώσης όσο και την κριτική σκέψη.

1.1.4 Κριτικές και ανάγκη αναθεώρησης

Η αρχική ταξινόμηση εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως από εκπαιδευτικούς, σχεδιαστές εκπαιδευτικών προγραμμάτων, ερευνητές και αξιολογητές. Ωστόσο το 2001 δημοσιεύτηκε μια αναθεωρημένη έκδοση της ταξινόμιας. Οι συντάκτες αυτής της αναθεωρημένης έκδοσης ανέφεραν κάποιες κριτικές για την πρωτότυπη έκδοση:

- ❖ Η ιεραρχία στερείται εσωτερικής συνοχής. Αυτή είναι η συχνότερη κριτική. Κάποιες κατηγορίες αλληλοεπικαλύπτονται και κάποιες δεξιότητες, όπως η κατανόηση, μπορούν να εξασκηθούν σε πολλά γνωστικά επίπεδα.
- ❖ Η ταξινόμια δεν έχει επικυρωθεί από εξωτερική τεκμηρίωση. Διαφορετικοί βαθμολογητές συχνά αποδίδουν ίδιες ερωτήσεις σε διαφορετικά γνωστικά επίπεδα με αποτέλεσμα η ιεραρχική σχέση των γνωστικών επιπέδων να μην έχει αποδειχθεί.
- ❖ Η ταξινόμια είναι πολύ απλοϊκή στον τρόπο που αντιπροσωπεύει τη σκέψη και τη μάθηση. Η μάθηση δεν ακολουθεί πάντα μια βήμα προς βήμα εξέλιξη. Επίσης, οι κατηγορίες στο ανώτατο επίπεδο της ιεραρχίας δεν περιγράφουν επαρκώς τις διαδικασίες σκέψης υψηλότερης τάξης.
- ❖ Η ταξινόμια είναι ένα πλαίσιο ή ένα σύνολο χαλαρά οργανωμένων αρχών, παρά μια θεωρία διδασκαλίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει πώς θα συμπεριφερθούν οι μαθητές.
- ❖ Ο όρος 'δεξιότητες σκέψης χαμηλότερου επιπέδου' (Lower Order Thinking Skills-LOTS) έχει οδηγήσει τους εκπαιδευτικούς να υποτιμήσουν τις θεμελιώδεις γνώσεις που απαιτούνται για τη 'σκέψη υψηλότερου επιπέδου' (Higher Order Thinking Skills -HOTS).
- ❖ Η αρχική ταξινόμια βασίστηκε στην πρακτική και την εκπαιδευτική ψυχολογία της δεκαετίας του 1950.

Η αυθεντική ταξινόμια αναθεωρήθηκε για δυο λόγους:

- ❖ Να επαναεπικεντρωθεί στην αξία της αυθεντικής ταξινόμιας αναπτύσσοντας ευθυγραμμισμένα προγράμματα σπουδών και εκθέσεις αξιολογήσεων.

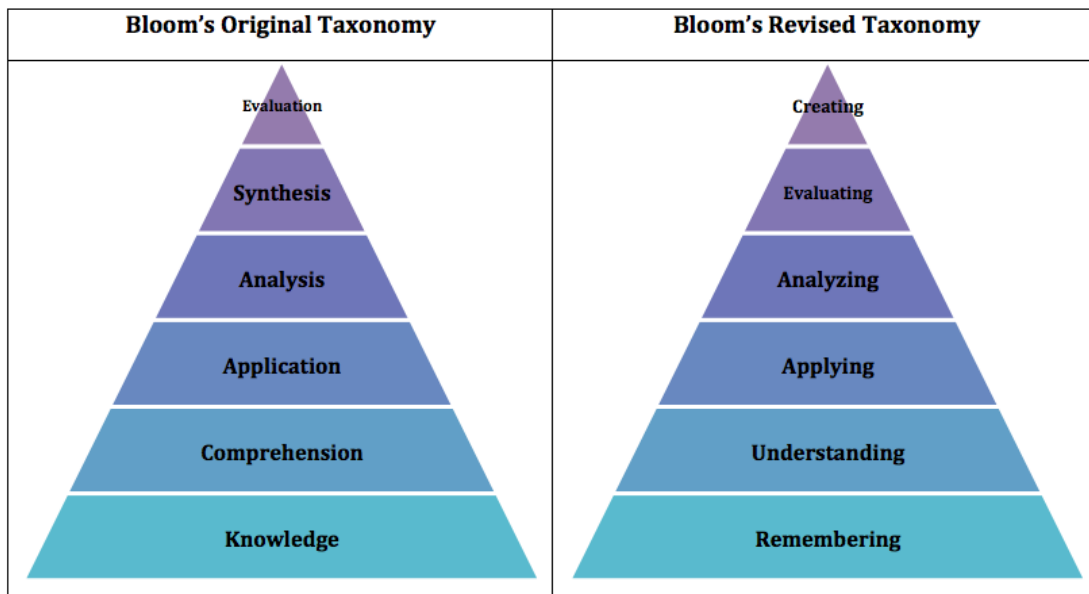
- ❖ Να ενημερωθεί η πρωτότυπη έκδοση με βάση μια νέα αντίληψη μάθησης και νέες μεθόδους διδασκαλίας. (Munzenmaier & Rubin, 2013)

1.2 Η αναθεωρημένη ταξινόμηση του Bloom

1.2.1 Αλλαγές στις κατηγορίες

Στην αναθεωρημένη ταξινόμηση, η κατηγορία ‘Αξιολογώ’ δεν είναι πια το υψηλότερο επίπεδο ταξινόμησης της πυραμίδας. Μια νέα κατηγορία, ‘Δημιουργώ’, διεκδικεί την κορυφή. Αυτή η κατηγορία ήταν αρχικά γνωστή ως ‘Σύνθεση’ (Σχήμα 1).

Μια άλλη σημαντική αλλαγή είναι ότι τα ονόματα των κατηγοριών δεν είναι πλέον ουσιαστικά αλλά ρήματα. Συνεπώς, οι στόχοι που αναπτύχθηκαν με τη χρήση της αναθεωρημένης ταξινόμησης περιγράφουν τώρα τη διαδικασία σκέψης των μαθητών παρά συμπεριφορές.



Σχήμα1 Αυθεντική και Αναθεωρημένη ταξινόμηση του Bloom (πηγή: www.eLearningGuild.com)

Υπάρχουν κι άλλες διαφορές ανάμεσα στην αρχική και τη διαφοροποιημένη ταξινόμηση του Bloom:

Στην αρχική ταξινόμηση το πιο σημαντικό στοιχείο ήταν οι κατηγορίες. Έξι κατηγορίες ταξινομήθηκαν σε μια ιεραρχία και θεωρούνταν δεδομένο ότι οι μαθητές πρέπει να κατέχουν το χαμηλότερο επίπεδο της ιεραρχίας πριν προχωρήσουν στο επόμενο υψηλότερο επίπεδο.

Η αναθεωρημένη ταξινόμηση ταξινομεί δεξιότητες από την πιο βασική στην πιο περίπλοκη. Ωστόσο, επειδή δεξιότητες, όπως η Κατανόηση, μπορούν ν' ασκηθούν σε πολλά επίπεδα οι δημιουργοί των μαθησιακών δραστηριοτήτων επέτρεψαν ώστε οι κατηγορίες να επικαλύπτονται. Για παράδειγμα, η Κατανόηση, είναι τεχνικά χαμηλότερη στην ιεραρχία από την Εφαρμογή. Ωστόσο η ικανότητα της εξήγησης είναι πιο περίπλοκη γνωστικά από την εκτέλεση, ακόμη κι αν αυτή η ικανότητα συνδέεται με μια ανώτερη κατηγορία. Ως αποτέλεσμα, η ιεραρχία δε θεωρείται πλέον ‘σωρευτική’ σύμφωνα με τον Krathwohl (2002), όπως αναφέρεται από τις Munzenmaier και Rubin (2013).

1.2.2 Από μια σε δυο διαστάσεις: Κατηγορίες Γνώσης και Γνωστικές Διαδικασίες

Η νέα αναθεωρημένη έκδοση της γνωστικής ταξινόμιας του Bloom έχει δυο διαστάσεις- **γνώση και γνωστικές διαδικασίες**- και οι υποκατηγορίες μέσα σε κάθε διάσταση είναι πιο εκτεταμένες και συγκεκριμένες.

Η πρώτη διάσταση, η γνώση, περιλαμβάνει τέσσερις κατηγορίες γνώσεων διατεταγμένες από το πιο συγκεκριμένο στο πιο αφηρημένο:

Λειτουργική γνώση που είναι βασική για έναν τομέα σπουδών: ουσιαστικά γεγονότα, ορολογία, λεπτομέρειες ή στοιχεία που οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν έτσι ώστε να κατανοούν έναν επιστημονικό κλάδο ή να λύνουν ένα πρόβλημα.

Εννοιολογική γνώση των ταξινομήσεων, αρχών, γενικεύσεων, θεωριών, μοντέλων ή δομών σχετικών μ' έναν συγκεκριμένο επιστημονικό τομέα.

Διαδικαστική γνώση που βοηθά τους μαθητές να κάνουν κάτι συγκεκριμένο μέσα σ' έναν τομέα. Αναφέρεται επίσης σε μεθόδους έρευνας, πολύ συγκεκριμένες δεξιότητες, αλγορίθμους, τεχνικές και συγκεκριμένες μεθοδολογίες. Η γνώση αυτή είναι συχνά κάποιος επιστημονικός κλάδος ή συγκεκριμένη εργασία.

Μεταγνωστική γνώση της προσωπικής σκέψης και της προσωπικής ανάπτυξης. Αυτή η κατηγορία προστέθηκε επειδή πρόσφατη έρευνα έδωσε νέα γνώση για το πώς οι μαθητές παρακολουθούν και ρυθμίζουν τις γνωστικές τους διαδικασίες.

Η δεύτερη διάσταση, οι γνωστικές διαδικασίες (Πίνακας 1), οργανώνει 19 γνωστικές διαδικασίες σε μια συνέχεια από τις πιο βασικές στις πιο περίπλοκες. Στην αναθεωρημένη ταξινόμια, αυτές οι γνωστικές διαδικασίες θεωρούνται πιο σημαντικές από τις έξι κατηγορίες, σύμφωνα με τον Krathwohl (2002).

Πίνακας1:Γνωστικές διαδικασίες (πηγή:Iowa State University for Excellence in Learning and Teaching)

Δεξιότητες σκέψης χαμηλότερης τάξης			Δεξιότητες σκέψης υψηλότερης τάξης		
Θυμάμαι	Κατανοώ	Εφαρμόζω	Αναλύω	Αξιολογώ	Δημιουργώ
Αναγνωρίζω <ul style="list-style-type: none"> • Ονομάζω-προσδιορίζω 	Ερμηνεύω <ul style="list-style-type: none"> • επεξηγώ • αποδίδω το νόημα • αναπαριστώ • μεταφράζω 	Εκτελώ <ul style="list-style-type: none"> • πραγματοποιώ 	Διαφοροποιώ <ul style="list-style-type: none"> • ξεχωρίζω κάτι από κάτι άλλο • διακρίνω • εστιάζω • επιλέγω 	Ελέγχω <ul style="list-style-type: none"> • συντονίζω • εντοπίζω • παρατηρώ • ελέγχω 	Παράγω <ul style="list-style-type: none"> • υποθέτω
Ανακαλώ <ul style="list-style-type: none"> • ανακτώ 	Δείχνω με παράδειγμα <ul style="list-style-type: none"> • εικονογραφώ • δίνω παράδειγμα 	Εφαρμόζω <ul style="list-style-type: none"> • χρησιμοποιώ 	Οργανώνω <ul style="list-style-type: none"> • βρίσκω συνοχή • ενσωματώνω • σκιαγραφώ • αναλύω γραμματικά • οργανώνω 	Κρίνω <ul style="list-style-type: none"> • σχηματίζω γνώμη 	Προγραμματίζω <ul style="list-style-type: none"> • σχεδιάζω
	Ταξινομώ <ul style="list-style-type: none"> • κατηγοριοποιώ • εντάσσω 		Αποδίδω <ul style="list-style-type: none"> • αποδομώ 		Παράγω <ul style="list-style-type: none"> • κατασκευάζω
	Συνοψίζω <ul style="list-style-type: none"> • αποσπώ • γενικεύω 				
	Συνάγω <ul style="list-style-type: none"> • συμπεραίνω • προεκτείνω τα γνωστά δεδομένα • εισάγω • προβλέπω 				
	Συγκρίνω <ul style="list-style-type: none"> • αντιπαραβάλλω • αντιστοιχίζω • χαρτογραφώ Εξηγώ <ul style="list-style-type: none"> • δημιουργώ μοντέλα 				

1.2.3 Γράφοντας Δισδιάστατους στόχους

Η νέα έμφαση στις γνωστικές διαδικασίες αποκαθιστά μια αδυναμία στην αρχική ταξινόμια. Στην έκδοση του 1956 τα ρήματα που σχετίζονται με κάθε γνωστικό επίπεδο περιγράφουν συμπεριφορές. Ωστόσο, η ίδια συμπεριφορά μπορεί μερικές φορές να παρουσιαστεί σε διαφορετικά γνωστικά επίπεδα. Για παράδειγμα ένας στόχος μπορεί να ζητάει από τους μαθητές να καταγράψουν τις τρεις πιο σοβαρές πηγές ρύπανσης στη χώρα τους. Η συμπεριφορά –η καταγραφή μιας σειράς σχετικών ερωτήσεων- είναι η ίδια είτε οι μαθητές απλά πρέπει να ανακαλέσουν την πληροφορία από μια πηγή είτε να αξιολογήσουν ανεξάρτητα τις πιο επικίνδυνες πηγές ρύπανσης. **Με την προσθήκη μιας δεύτερης διάστασης μπορούν οι μαθητές να διαφοροποιηθούν ανάμεσα στην ανάκληση μιας λίστας ή τη δημιουργία της.**

Ωστόσο, οι δισδιάστατοι στόχοι επιτρέπουν στους μαθητές να είναι πιο συγκεκριμένοι σχετικά με το επίπεδο της γνωστικής πολυπλοκότητας που απαιτείται **επιλέγοντας πρώτα ένα ρήμα που σχετίζεται με τη γνωστική διαδικασία και κατόπιν στοχεύοντας στον τύπο της γνώσης που καλούνται να κατακτήσουν.** Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται τα έξι επίπεδα της Γνωστικής διαδικασίας και οι τέσσερις τύποι της Γνώσης.

Πίνακας 2 Συσχέτιση των δύο διαστάσεων στην κατασκευή στόχων με βάση την αναθεωρημένη ταξινόμια του Bloom (πηγή: The elearning Guild Research)

Υποκείμενο	Γνωστική διαδικασία	Τύπος περιεχομένου
<i>Ο μαθητής</i>	Θυμάται (αναγνωρίζει, ανακαλεί)	Λειτουργικός
	Κατανοεί (ερμηνεύει, ταξινομεί εννοιολογικά, συνοψίζει)	Εννοιολογικός
	Εφαρμόζει (εκτελεί, εφαρμόζει)	Διαδικαστικός
	Αναλύει (διαφοροποιεί, οργανώνει, προσδιορίζει)	Μεταγνωστικός
	Αξιολογεί (ελέγχει, κριτικάρει)	
	Δημιουργεί (παράγει, σχεδιάζει κατασκευάζει)	

Στην αρχική ταξινόμηση, τα ρήματα συνδέονται με έξι κατηγορίες γνωστικών δεξιοτήτων: γνώση, κατανόηση, εφαρμογή, ανάλυση, σύνθεση και αξιολόγηση.

Χρησιμοποιώντας την αναθεωρημένη ταξινόμια οι συγγραφείς διδακτικών στόχων μπορούν να στοχεύσουν σε μια κατηγορία και σε μια από τις 19 γνωστικές διαδικασίες και να επιλέξουν ένα ρήμα από αυτές προσδίδοντας μεγαλύτερη ακρίβεια και σαφήνεια στον στόχο. Ο Krathwohl (2002) αναφέρει ότι, ενώ στην αρχική ταξινόμια δόθηκε μεγαλύτερη προσοχή στις έξι κατηγορίες παρά στις υποκατηγορίες,

στην αναθεωρημένη ταξινόμια δόθηκε μεγαλύτερη έμφαση στις 19 συγκεκριμένες γνωστικές διαδικασίες. «Πράγματι η φύση των έξι μεγάλων κατηγοριών της αναθεωρημένης ταξινόμιας εμφανίζεται με μεγαλύτερη σαφήνεια από τις περιγραφές που δίνονται στις συγκεκριμένες γνωστικές διαδικασίες. Αυτές οι διαδικασίες χαρακτηρίζουν το εύρος και το βάθος κάθε κατηγορίας» (σελ.214).

1.2.4 Ανάπτυξη στόχων με βάση την απόδοση στην ταξινόμια του Bloom

Σύμφωνα με τις Munzenmaier και Rubin (2013) τα ρήματα είναι τα πιο κρίσιμα στοιχεία ενός στόχου απόδοσης επειδή εντοπίζουν τι πρέπει να κάνει ο μαθητής για να επιτύχει τον στόχο. Τα ρήματα πρέπει:

- ❖ να είναι μετρήσιμα και παρατηρήσιμα,
- ❖ να καθορίζουν τι κάνει ο μαθητής και
- ❖ να ζητούν από τον μαθητή να εφαρμόσει τη γνώση (Medved, 2011).

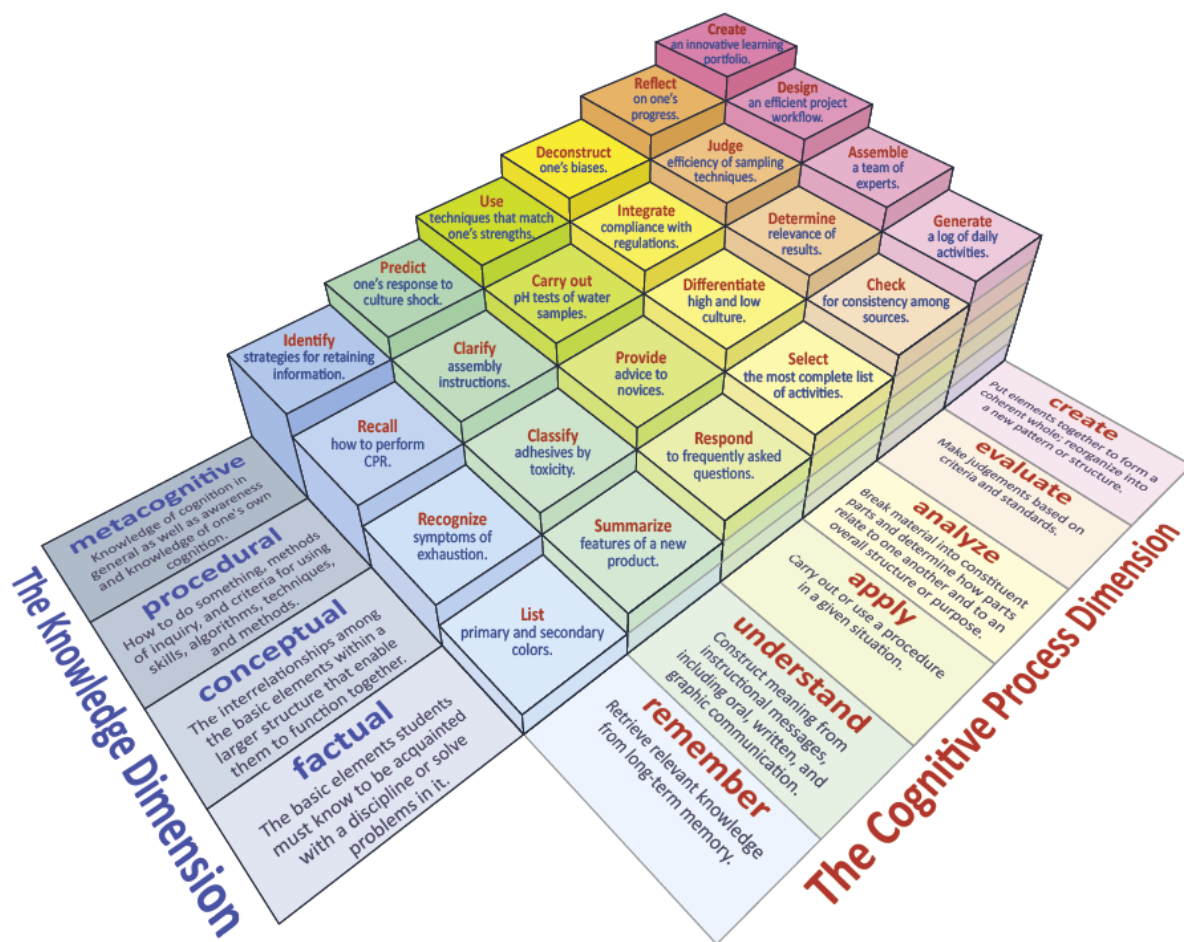
Ένα άλλο στοιχείο ενός αποτελεσματικού στόχου απόδοσης είναι ο αλληλοσυσχετισμός των δύο διαστάσεων της αναθεωρημένης ταξινόμιας. Οι στόχοι για οποιαδήποτε γνωστική διαδικασία μπορούν να στοχεύσουν οποιαδήποτε από τις τέσσερις κατηγορίες γνώσεων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας3 Παράδειγμα συσχέτισης των δύο διαστάσεων (πηγή: The elearning Guild Research)

Τύπος γνώσης Πώς θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές ό,τι έμαθαν	Γνωστική διαδικασία: Θυμάμαι	Γνωστική διαδικασία: Αξιολογώ
<i>Λειτουργικός</i>	Καταγράψτε τους δεσμούς στην αλυσίδα της επιβίωσης.	Ελέγξτε αν ένας στόχος απόδοσης περιέχει όλα τα απαραίτητα στοιχεία.
<i>Εννοιολογικός</i>	Αναγνωρίστε τα συμπτώματα της καρδιακής προσβολής.	Προσδιορίστε αν ένας στόχος απόδοσης στοχεύει στη γνώση ή στην ικανότητα που οι μαθητές χρειάζονται για να κάνουν τη δουλειά τους.
<i>Διαδικαστικός</i>	Θυμηθείτε πώς να δώσετε συμπίεση στο στήθος για έναν ενήλικα.	Εκτιμήστε αν τα κριτήρια απόδοσης είναι δίκαια και κατάλληλα.
<i>Μεταγνωστικός</i>	Αναγνωρίστε καταστάσεις στις οποίες η CPR δεν είναι η κατάλληλη θεραπεία.	Ας δούμε πώς μπορώ να γράψω καλύτερους στόχους απόδοσης.

Στο σχήμα 2 φαίνεται πώς οι δυο διαστάσεις της αναθεωρημένης ταξινόμιας σχετίζονται μεταξύ τους, καθώς και με τη γνωστική πολυπλοκότητα. Η διάσταση της Γνώσης, που φαίνεται αριστερά με μπλε χρώμα, κατατάσσει τους τύπους της Γνώσης ξεκινώντας με τον πιο βασικό (λειτουργικό) στα δεξιά προς τον πιο περίπλοκο (μεταγνωστικό) στα αριστερά. Η διάσταση της γνωστικής διαδικασίας, που φαίνεται στα δεξιά με κόκκινο χρώμα, κατατάσσει την αυξανόμενη γνωστική πολυπλοκότητα από αριστερά (θυμάμαι) στα δεξιά (δημιουργώ). Το ύψος κάθε ράβδου δείχνει τη σχετική δυσκολία των στόχων που έχουν γραφτεί σ' αυτό το επίπεδο. Για παράδειγμα, ο διαδικαστικός στόχος «Διεξαγωγή δοκιμών pH δειγμάτων νερού» αναμένεται να είναι λιγότερο δύσκολος από εκείνον που ζητάει από τους μαθητές να κρίνουν εάν η δοκιμή παρέχει τα δεδομένα που απαιτούνται από νέους κανονισμούς.

Όταν οι μαθητές πρέπει να χτίσουν τη γνώση ή να εφαρμόσουν αυτά που έχουν



Σχήμα 2 Ταξινόμια της μάθησης, της διδασκαλίας και της αξιολόγησης: μια αναθεώρηση της ταξινόμιας του Bloom ως προς τους εκπαιδευτικούς στόχους (πηγή: Iowa State University Center for Excellence in Learning and Teaching, March 2009)

μάθει, τότε εφαρμόζονται στόχοι που απαιτούν γνωστική επεξεργασία ανώτερης τάξης.

Ο πίνακας 4 δείχνει πώς ένας εκπαιδευτικός που σχεδιάζει μαθησιακούς στόχους μπορεί να γράψει δισδιάστατους μαθησιακούς στόχους σε πολλά επίπεδα της

αναθεωρημένης ταξινομίας. Η στόχευση διαφορετικών διαστάσεων επιτρέπει στον εκπαιδευτικό ν' αξιολογήσει αν οι μαθητές έχουν καταφέρει να μάθουν τα βασικά και μπορούν να εφαρμόσουν αυτά που έχουν μάθει σε νέες καταστάσεις (Munzenmaier & Rubin, 2013).

Πίνακας 4 Χρήση της ταξινομίας Bloom στην εργασία (πηγή: The elearning Guild Research)

Γνωστική διαδικασία	Διάσταση Γνώσης	Στόχος εξυπηρέτησης πελατών: πώς να χειριστείτε ένα παράπονο
<i>Θυμάμαι</i>	Διαδικαστική	Συντάξτε λίστα με τα βήματα κατά την τεκμηρίωση μιας καταγγελίας πελάτη.
<i>Καταλαβαίνω</i>	Λειτουργική	Συνοψίστε την καταγγελία του πελάτη.
<i>Εφαρμόζω</i>	Εννοιολογική	Συμβουλευτείτε έναν νέο υπάλληλο τηλεφωνικού κέντρου για το πώς να χειριστεί έναν θυμωμένο πελάτη.
<i>Αναλύω</i>	Λειτουργική	Επιλέξτε τον πιο κατάλληλο τρόπο για να χειριστείτε μια καταγγελία από ένα δεδομένο σύνολο επιλογών.
<i>Αξιολογώ</i>	Εννοιολογική	Ασκήστε κριτική στον τρόπο με τον οποίο ένας εκπρόσωπος εξυπηρέτησης πελατών χειρίστηκε μια κλήση καταγγελίας.
<i>Δημιουργώ</i>	Διαδικαστική	Αναπτύξτε ένα σχέδιο με τον τρόπο που χειριζόμαστε τις καταγγελίες για να βελτιώσετε την ικανοποίηση των πελατών .

Η ταξινομία στην αναθεωρημένη μορφή της μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξετάσει την έμφαση, την ευθυγράμμιση και τις πιθανές χαμένες ευκαιρίες στη διδασκαλία. Από αυτό, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αποφασίσουν πού και πώς να βελτιώσουν τον προγραμματισμό και την διδασκαλία του προγράμματος σπουδών (Krathwohl, 2002).

Παρόλα αυτά η ταξινομία του Bloom υπόκειται σε κριτική. Σύμφωνα με την Sugrue (2002), η ταξινομία του Bloom είναι πολύ πάνω από πενήντα χρόνων και δεν λαμβάνει υπόψη τις γνώσεις που έχουμε τώρα σχετικά με τις γνωστικές διαδικασίες και τη μάθηση .

Ο Wheeler (2012) υποστηρίζει ότι στον σημερινό κόσμο της συνεργασίας και των κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης, όπου ενθαρρύνονται η διαδικτυακή μάθηση και η σημασία της διαπραγματεύσεως στην τάξη του 21^{ου} αιώνα, μια ταξινομία που βασίστηκε σε άσκηση και πρακτική σε ένα συμπεριφοριστικό περιβάλλον δεν έχει πλέον σημασία. Το έργο των Anderson και Krathwohl (2001) μετονομάστηκε σε ορισμένα μέρη της ταξινομίας για να την απομακρύνει από ένα συμπεριφοριστικό

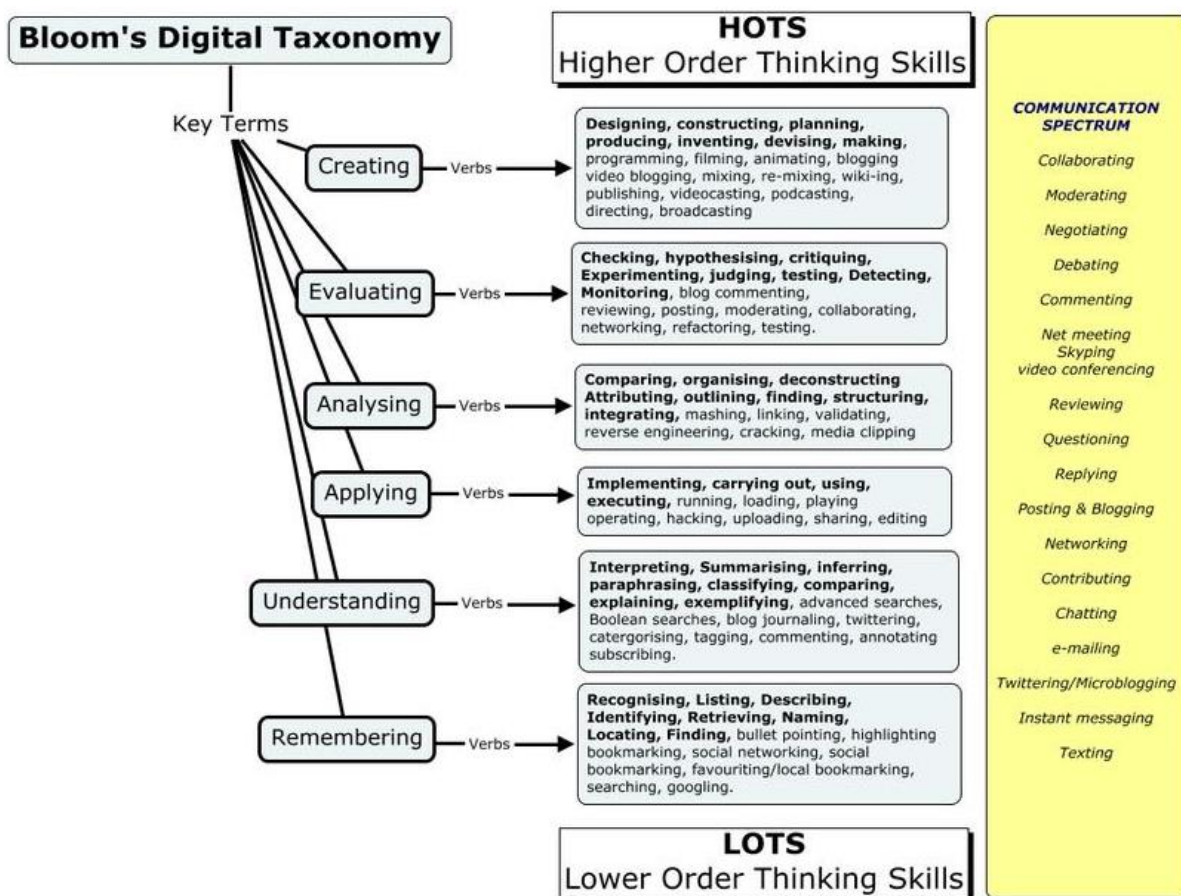
παράδειγμα, αναγνωρίζοντας την αξία της διαδικαστικής γνώσης πάνω στη δηλωτική γνώση. Αυτό ήταν ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση για την εποικοδομητική μάθηση, αλλά όχι αρκετό για να αντιμετωπίσει τους ευκίνητους, δημιουργικούς και κριτικούς μαθητές.

1.3 Ψηφιακή ταξινόμια του Bloom

Το 2009 ο Churches ενημέρωσε το έργο του Bloom ένα βήμα παραπέρα, όταν εισήγαγε την ψηφιακή ταξινόμια του Bloom. Σκοπός του ήταν να ‘παντρέψει’ τα γνωστικά επίπεδα του Bloom με τις ψηφιακές δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα.

Οι Munzenmaier και Rubin (2013) υποστηρίζουν πως πολλές δεξιότητες σκέψης στα πρότυπα της Διεθνούς Κοινότητας για την Τεχνολογία στην Εκπαίδευση βρίσκονται στην αρχική ταξινόμια του Bloom: ανάλυση, σύνθεση, αξιολόγηση, κριτική σκέψη και δημιουργικότητα.

Ωστόσο τα τεχνολογικά πρότυπα, όπως καθορίστηκαν από τη Διεθνή Κοινότητα για την Τεχνολογία στην Εκπαίδευση, απαιτούν οι μαθητές να χρησιμοποιούν τα ψηφιακά εργαλεία για να οικοδομήσουν τη γνώση. Ο Churches πρόσθεσε ψηφιακές δραστηριότητες για τη χρήση των εργαλείων Web 2.0 σε κάθε γνωστικό επίπεδο στην αναθεωρημένη ταξινόμια του Bloom, όπως φαίνεται στο σχήμα 3. Κάνοντας ευκολότερη την ανάκληση πληροφοριών ενός ιστότοπου με τη δημιουργία σελιδοδείκτη (bookmarking) δημιούργησε έναν τρόπο για να θυμόμαστε (Remembering). Ο σχολιασμός μιας δημοσίευσης σ’ ένα ιστολόγιο είναι ένας τρόπος αξιολόγησης. Η ιστολόγηση (blogging) είναι επίσης ένας τρόπος δημιουργίας. Αυτό που καθορίζει το γνωστικό επίπεδο δεν είναι το εργαλείο από μόνο του, αλλά πώς χρησιμοποιείται η τεχνολογία.



Σχήμα 3 Εννοιολογικός χάρτης της ψηφιακής ταξινόμιας του Bloom

(πηγή: Educational Origami; <http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>)

Για την πραγματοποίηση των ψηφιακών δραστηριοτήτων ο Churches προτείνει μια λίστα με ορισμένα ψηφιακά εργαλεία προσαρμοσμένα στα γνωστικά επίπεδα της αναθεωρημένης ταξινόμιας του Bloom. Διαδραστικά εργαλεία, όπως ο εννοιολογικός χάρτης, προσφέρουν νέους δρόμους ώστε οι μαθητές ν' αναπτύξουν τις δικές τους ιδέες και σχέδια εργασίας. Εργαλεία συνεργασίας, όπως οι αίθουσες συνομιλίας (chatrooms), οι πλατφόρμες συζήτησης (discussion boards) και ζωντανές εικονικές συναντήσεις (live virtual meetings), μετατοπίζουν το επίκεντρο της ηλεκτρονικής μάθησης από την παράδοση περιεχομένου στη δημιουργία της μάθησης από τους ίδιους τους μαθητές. (Πίνακας 5). Αν και καθένα από αυτά τα εργαλεία βρίσκεται σ' ένα συγκεκριμένο επίπεδο, πολλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περισσότερα από ένα γνωστικά επίπεδα. (Munzenmaier & Rubin, 2013)

Πίνακας 5 Δραστηριότητες για ψηφιακή μάθηση (πηγή:<http://edorigami.edublogs>)

ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ	ΑΞΙΟΛΟΓΩ	ΑΝΑΛΥΩ
<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία κειμένου για βίντεο • Δημιουργία ενός ηλεκτρονικού βιβλίου (ebook) • Ανάπτυξη podcast 	<ul style="list-style-type: none"> • Σύγκριση προτάσεων χρησιμοποιώντας το Skype • Χρήση εργαλείων συζήτησης για δημόσια συζήτηση των πλεονεκτημάτων των προτάσεών σας 	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία εννοιολογικού χάρτη • Χρήση ενός εννοιολογικού χάρτη για σύγκριση και αντιπαράθεση των κύριων ιδεών στο καθορισμένο κείμενο για μελέτη • Γράφημα και ανάλυση αποτελεσμάτων
ΕΦΑΡΜΟΖΩ	ΚΑΤΑΝΟΩ	ΘΥΜΑΜΑΙ
<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία κατάλληλου χρονοδιαγράμματος για το σχέδιο εργασίας • Μεταφορά του σεναρίου στην εικονική πραγματικότητα 	<ul style="list-style-type: none"> • Σύνοψη περιεχομένου σε δημοσίευση σε blog • Επεξήγηση ενός θέματος στην τάξη μέσω μαθημάτων σε βίντεο • Ετικέτα από την ενότητα 	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία flashcards από την ενότητα • Πραγματοποίηση ασκήσεων συμπλήρωσης κενών • Αναζήτηση λέξεων στο γλωσσάρι

1.3.1. Γνωστικά επίπεδα Bloom στην ψηφιακή ταξινόμια

Ο Churches δεν πιστεύει ότι οι μαθητές πρέπει πάντα να ξεκινούν με την κατηγορία 'Θυμάμαι' και να συνεχίζουν την εργασία τους προς τα πάνω, αν και διατηρεί την αναθεωρημένη ιεραρχική διεύθυνση των κατηγοριών του Bloom. Οι δεξιότητες χαμηλότερου επιπέδου, όπως η αναζήτηση (searching), μπορούν να χρησιμοποιηθούν ή και να μαθευτούν μέσα στο πλαίσιο μιας δραστηριότητας κριτικής σκέψης. Η μαθησιακή διαδικασία μπορεί να ξεκινήσει από οποιοδήποτε σημείο και τα χαμηλότερα ταξινομικά επίπεδα θα συμπεριληφθούν εντός του μαθησιακού στόχου ως σκαλωσιά (scaffolding).

Με την ψηφιακή ταξινόμια, σύμφωνα με τον Churches, διευκολύνεται η συνεργασία μεταξύ των μαθητών εξαιτίας της χρήσης των ψηφιακών μέσων. Μια μεγάλη ποικιλία εργαλείων συνεργασίας είναι διαθέσιμη: wikis, classroom blogs, collaborative document tools, social networks, learning management systems (LMS).

Θυμάμαι

Σύμφωνα με τον Churches η ανάκληση της γνώσης βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο της ταξινόμησης και είναι σημαντική για τη μάθηση. Η **Ενθύμηση** (Remembering) δε συμβαίνει απαραίτητα ως ξεχωριστή δραστηριότητα π.χ. με εκμάθηση γεγονότων και αριθμών. Η ενθύμηση ή ανάκληση ενισχύεται με την εφαρμογή της σε υψηλότερου επιπέδου δραστηριότητες.

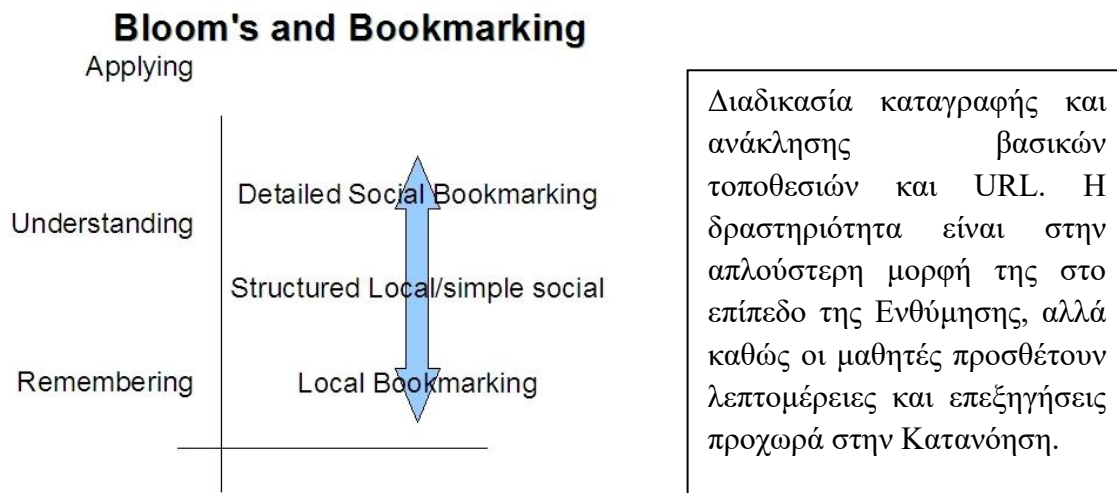
Τα ρήματα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία μαθησιακών στόχων σ' αυτήν την κατηγορία είναι: ορίζω, περιγράφω, βρίσκω, αναγνωρίζω, κατατάσσω, συντάσσω λίστα, εντοπίζω, αντιστοιχίζω, ονομάζω, συνοψίζω, δείχνω, επιλέγω, διατυπώνω, μελετώ, καθώς και οι ερωτηματικές λέξεις τι, πότε, πού, ποιος, ποιο, γιατί.

Το κλειδί σ' αυτό το επίπεδο ταξινόμησης όσον αφορά το ψηφιακό μέσο είναι η ανάκληση του υλικού. Η αύξηση της γνώσης και της πληροφόρησης σημαίνει ότι είναι πρακτικά αδύνατο για τον μαθητή (ή τον δάσκαλο) να προσπαθεί να θυμηθεί και να διατηρεί στη μνήμη του όλη την τρέχουσα σχετική γνώση που αφορά τη μάθησή του. (Churches, 2009)

Οι ψηφιακές προσθήκες που προτείνονται από τον Churches και αντιστοιχούν στην κατηγορία της Ενθύμησης είναι οι εξής:

- ❖ **Bullet pointing** – επισήμανση στοιχείων, κάτι ανάλογο με το listing σε ψηφιακή μορφή.
- ❖ **Highlighting** – ο υπογραμμιστής είναι ένα βασικό εργαλείο, που ενθαρρύνοντας τους μαθητές να επιλέγουν και να τονίζουν τις λέξεις και φράσεις κλειδιά, ενισχύει την ανάκληση και τη μνήμη.
- ❖ **Bookmarking or favouriting** – οι μαθητές σημειώνουν διάφορους ιστοτόπους, πηγές, αρχεία τα οποία θα χρησιμοποιήσουν όποτε χρειαστεί.
- ❖ **Social networking** – με τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης οι άνθρωποι δημιουργούν δίκτυα φίλων και συνεργατών. Όπως οι κοινωνικοί σελιδοδείκτες (social bookmarks), ένα κοινωνικό δίκτυο μπορεί ν' αποτελέσει βασικό κλειδί συνεργασίας και κοινωνικής δικτύωσης.

- ❖ **Social bookmarking** – οι ιστότοποι κοινωνικής προβολής σελιδοδεικτών: είναι μια σε σύνδεση (online) εκδοχή του τοπικού σελιδοδείκτη (bookmarking) ή των Αγαπημένων (favourites). Είναι πιο προηγμένη εκδοχή επειδή μπορεί κανείς ν' αποσπάσει σελιδοδείκτες και ετικέτες από άλλους.(π.χ. το εργαλείο Del.icio.us, σχήμα 5). Ενώ γίνεται χρήση δεξιοτήτων σκέψης υψηλότερης τάξης (HOTS), όπως συνεργασία και ανταλλαγή, η κοινωνική σελιδοποίηση (Social bookmarking) είναι η απλούστερη μορφή, δηλαδή μια απλή λίστα ιστοτόπων η οποία αποθηκεύτηκε σε μορφή online σύνδεσης .Σε πιο προχωρημένη μορφή της η κοινωνική σελιδοποίηση εμφανίζεται στην κατηγορία της Κατανόησης (understanding) (Σχήμα 4)
- ❖ **Searching or 'googling'** – οι μηχανές αναζήτησης είναι απαραίτητα στοιχεία για την έρευνα των μαθητών. Στην απλούστερη μορφή τους, όπως εδώ, ο μαθητής απλά εισάγει τη λέξη κλειδί ή μια φράση στο βασικό παράθυρο εισόδου της μηχανής αναζήτησης. Αυτή η δεξιότητα δεν εμπλουτίζει την αναζήτηση πέρα από τη λέξη κλειδί ή τον όρο που έχει εισαχθεί.



Σχήμα 4. Ταξινόμια Bloom και αποθήκευση βασικών τοποθεσιών και URL
(πηγή:<http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>)

Ψηφιακά εργαλεία που βοηθούν στην ανάπτυξη της Ενθύμησης

Το Del.icio.us είναι ένα εργαλείο web 2.0 (σχήμα 5) που δίνει τη δυνατότητα στον δάσκαλο ή τον μαθητή ν' αποθηκεύει URL's ή διευθύνσεις web σ' έναν προσωπικό λογαριασμό. Επιτρέπει τη γρήγορη σελιδοποίηση ιστοτόπων, την οργάνωσή τους, την προσθήκη ετικετών και σημειώσεων, καθώς και την κοινή του χρήση με μέλη του δικτύου.

Ο χρήστης προσθέτει τη διεύθυνση URL σ' έναν ιστότοπο κοινωνικής προβολής σελιδοδεικτών. Ο μαθητής προσθέτει λεπτομερή σχόλια ή κατάλληλες λέξεις-κλειδιά, ετικέτες. Τα σχόλια είναι χρήσιμα και περιγράφουν ουσιαστικά την πηγή. Οι ιστότοποι επισημαίνονται με βάση την εγκυρότητα. Ο μαθητής μοιράζεται τον σελιδοδείκτη με τα αντίστοιχα μέλη του δικτύου.



The screenshot shows a Del.icio.us bookmark page. At the top, the user's profile is 'del.icio.us / achurches / blooms-taxonomy'. Below this, there are navigation links: 'your bookmarks | your network | subscriptions | links for you | post'. The main content area shows a bookmark for 'educational-origami » home' with an 'edit / delete' link. The description of the bookmark is: 'Wiki on ICT and Education. Topics include wiki, web 2, learning, bloom's, learning styles, vark, neo-millennial learners, visible thinking, internet safety, traditional and digital approaches to teaching'. Below the description, it says 'to edorigami learning ICT integration resources wiki professional-development blooms-taxonomy e-learning education readwritewebtools web2.0 ... saved by 58 other people ... on aug 14'. There are two main annotations on the page: 'Adds Keywords and Comments. Comments/Notes are detailed & structured.' and 'Tags are not duplicated.Relevant and structured Tagged sites are relevant and valid.' Below these annotations, there are two rows of tags: 'one-to-one online opencontent opensource pedagogy' and 'people photography photos physics podcast politics'.

Σχήμα 5: ιστότοπος κοινωνικής προβολής σελιδοδεικτών/ Del.icio.us
(πηγή:<http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>)

Στον Πίνακα 6 καταγράφονται οι ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο ‘Θυμάμαι’.

Πίνακας 6 Ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο της Ενθύμησης (remembering)

Ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο της Ενθύμησης (remembering)	
Απαγγελία, απαρίθμηση, αφήγηση (Recitation)	Word processing, mind map, flashcards, presentation tools
Κουίζ/Τεστ	Online tools, Word Processing (Open Office or online) Google documents, Zoho documents, Cue sheets
Flashcards	Moodle, Hot Potatoes, scorm objects
Ερμηνεία	Word Processing – bullets and lists, (local – Word, Staroffice, Open Office or online – Google Documents, Zoho Documents, Thinkfree) simple Mind maps, wiki, Moodle Glossary, Online services like Ask.com, Cloze exercises
Δεδομένα	Word Processing – bullets and lists, Mind maps, internet, discussion boards, email
Φύλλα εργασίας	Word Processing, Mind map, Web, clozed activities
Λίστα	Word Processing – bullets and lists, Mind map, Web publishing – personal web page, blog journal
Αναπαραγωγή	Word Processing – note writing & dictation, web publishing personal web page, blog journal, graphics tools, Chatrooms, email, discussion boards
Σελιδοδείκτες	internet browsers using favourites and bookmarks, web 2.0 tools del.icio.us
Μέσα κοινωνικής δικτύωσης	facebook, mspaces, bebo, twitter, diigo, Digg.com
Βασική αναζήτηση	search engines, (google, excite, ask, yahoo, metacrawler etc.) library catalogue, Clearinghouses

Κατανόω

Σύμφωνα με τον Churches η **Κατανόηση** (Understanding) δημιουργεί σχέσεις γνώσης. Οι μαθητές κατανοούν τις διαδικασίες και τις έννοιες και μπορούν να τις εξηγήσουν ή να τις περιγράψουν. Μπορούν να τις συνοψίσουν και να τις αναδιατυπώσουν με δικά τους λόγια. Υπάρχει μια σαφής διαφορά ανάμεσα στην Ενθύμηση, την ανάκληση δηλαδή των γεγονότων και της γνώσης, και την Κατανόηση, που κατασκευάζει έννοιες. Ο Churches αναφέρει ως παράδειγμα το μικρό παιδί που μπορεί να μετρήσει από το 1 ως το 10, αλλά δεν μπορεί να πει πόσα δάχτυλα έχετε στο χέρι σας. Ή ο φοιτητής που μπορεί ν' απαριθμήσει τα πρώτα είκοσι στοιχεία του περιοδικού πίνακα, αλλά δεν μπορεί να μιλήσει για το καθένα ή να συσχετίσει τη θέση τους στον πίνακα με τον αριθμό των ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα κι από εκεί να εξηγήσει τη συμπεριφορά τους. Και τα δυο αυτά είναι παραδείγματα ανάκλησης γνώσης χωρίς κατανόηση. Η Κατανόηση είναι οικοδόμηση σχέσεων και δόμηση νοήματος.

Τα ρήματα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία μαθησιακών στόχων σ' αυτήν την κατηγορία είναι: Ερμηνεύω, εξηγώ, συνοψίζω, συμπεραίνω, παραφράζω, ταξινομώ, συγκρίνω, εξηγώ, δίνω παράδειγμα.

Οι αντίστοιχες ψηφιακές προσθήκες για την κατηγορία της Κατανόησης είναι:

- ❖ **Προχωρημένη (Advanced) και τύπου Boolean Αναζήτηση** - είναι μια εξέλιξη της προηγούμενης κατηγορίας. Απαιτείται μεγαλύτερο βάθος κατανόησης από τους μαθητές ώστε να μπορούν να δημιουργήσουν, να τροποποιήσουν και να βελτιώσουν τις αναζητήσεις τους.
- ❖ **Ιστολόγια– Ημερολόγια (blog journalling)** - πρόκειται για την απλούστερη χρήση ενός blog. Ένας μαθητής 'μιλάει', 'γράφει' ή 'πληκτρολογεί' σ' ένα καθημερινό ή σ' ένα συγκεκριμένο περιοδικό. Αυτό δηλώνει μια βασική κατανόηση της δραστηριότητας της έκθεσης. Το blog μπορεί να αξιοποιηθεί για την ανάπτυξη υψηλότερου επιπέδου σκέψης, όταν χρησιμοποιείται για συζήτηση και συνεργασία.
- ❖ **Κατηγοριοποίηση και ετικετοποίηση (Categorising & Tagging)** – ψηφιακή ταξινόμηση, που αφορά την οργάνωση και ταξινόμηση αρχείων, ιστοσελίδων, φακέλων, χρησιμοποιώντας το Delicious και άλλα παρόμοια εργαλεία πέρα από τους απλούς σελιδοδείκτες. Αυτά τα εργαλεία μπορούν να οργανώσουν, να δομήσουν και να αποδώσουν ηλεκτρονικά δεδομένα, ιστοσελίδες μετα-ετικέτες κ.ά. Οι μαθητές πρέπει να μπορούν να κατανοούν το περιεχόμενο των σελίδων για να μπορούν να το επισημάνουν (tag).
- ❖ **Σχολισμός (Commenting and annotating)** – υπάρχουν εργαλεία που επιτρέπουν στον χρήστη να σχολιάζει και να επισημαίνει σε ιστοσελίδες, αρχεία pdf, καταχωρίσεις σε σελιδοδείκτες κοινωνικής προβολής και άλλα έγγραφα. Ο χρήστης αναπτύσσει την κατανόηση απλά σχολιάζοντας τις σελίδες. Αυτό είναι ανάλογο με τη συγγραφή σημειώσεων στα φυλλάδια, αλλά είναι δυναμικά πιο ισχυρό καθώς μπορεί κανείς να τις συνδέσει και να τις κατατάξει σε πίνακα.
- ❖ **Συμμετοχή σε συνδρομή** – η συνδρομή από μόνη της δεν αναπτύσσει την κατανόηση, αλλά συχνά η διαδικασία της ανάγνωσης και της επανεξέτασης των πηγών της συνδρομής οδηγεί σε μεγαλύτερη κατανόηση.

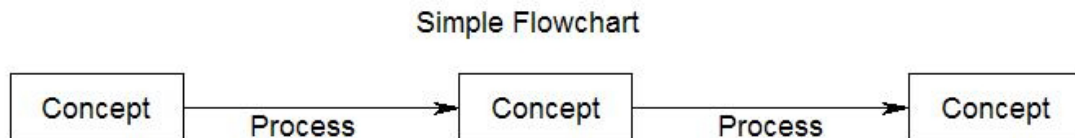
Στον Πίνακα 7 καταγράφονται οι ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο 'Κατανοώ'.

Πίνακας 7 Οι ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο της Κατανόησης (understanding)

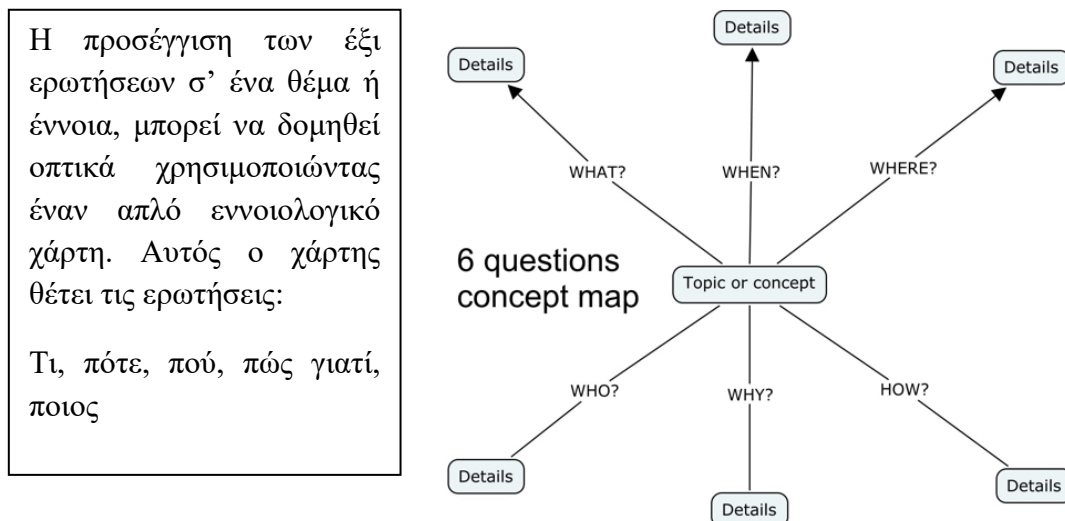
Ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο της Κατανόησης (understanding)	
<i>Περίληψη – Συλλογή- Επεξήγηση</i>	Επεξεργασία κειμένου, εννοιολογικός χάρτης, εκδόσεις ιστού, απλά προϊόντα ηλεκτρονικών εκδόσεων (DTP products) – περιοδικά blog & απλή κατασκευή σελίδας, συνεργατικά έγγραφα, wiki
<i>Επίδειξη και Επεξήγηση</i>	Επεξεργασία κειμένου, Παρουσίαση – συνδεδεμένη ή επιτραπέζια, γραφικά, ακουστικά εργαλεία (καταγραφέας ήχου audacity & εργαλεία podcasting), εργαλεία video, εννοιολογικός χάρτης
<i>Λίστα</i>	Επεξεργασία κειμένου, εννοιολογικός χάρτης
<i>Ετικέτα</i>	Επεξεργασία κειμένου, εννοιολογικός χάρτης, εργαλεία σε σύνδεση
<i>Σχεδιάγραμμα</i>	Επεξεργασία κειμένου, εννοιολογικός χάρτης
<i>Προχωρημένες και τύπου boolean αναζητήσεις</i>	Προηγμένες λειτουργίες αναζήτησης – google κ.λ.π.
<i>Ιστολόγια Ημερολόγια</i>	bloglines, blogger κ.ά.
<i>Ημερολόγιο- Περιοδικό</i>	blogging, Myspaces, Bebo, facebook, bloglines, blogger, ning
<i>Κατηγοριοποίηση και ετικέτες</i>	Del.icio.us
<i>Ετικέτες, σχολιασμοί και υποσημειώσεις</i>	Πίνακες ανακοινώσεων, ομάδες συζητήσεων, adobe acrobat reader, blog readers, firefox, zotero
<i>Εγγραφή</i>	RSS aggregators e.g. bloglines, blogger etc., επεκτάσεις firefox

Αξιολόγηση της χρήσης των ψηφιακών εργαλείων στην κατηγορία της Κατανόησης

- 1.0 εννοιολογικός χάρτης** είναι ένα πολύ δυνατό εργαλείο για τη μάθηση, σύμφωνα με τον Churches (2009). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σ' ένα εύρος μαθησιακών αντικειμένων και τομέων των αναλυτικών προγραμμάτων σε ομαδικές ή ατομικές εργασίες. Οι χάρτες εννοιών, που βασίζονται γύρω από ένα κεντρικό ερώτημα ή όρο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να χαρτογραφηθεί η 'αιτία και το αποτέλεσμα', ο 'ορισμός, η διαδικασία και το συμπέρασμα'. Στο σχήμα 6 φαίνεται ένας απλός εννοιολογικός χάρτης και στο σχήμα 7 ο εννοιολογικός χάρτης των έξι ερωτήσεων.

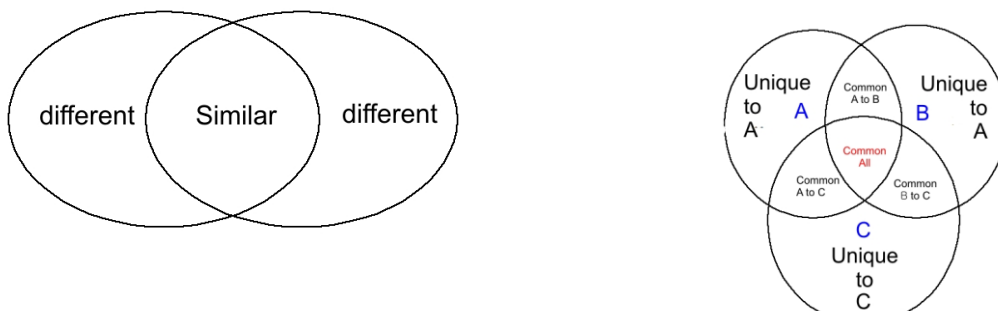


Σχήμα 6 Απλός εννοιολογικός χάρτης
 πηγή:<http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>



Σχήμα 7 Εννοιολογικός χάρτης των 6 ερωτήσεων
 πηγή:<http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>

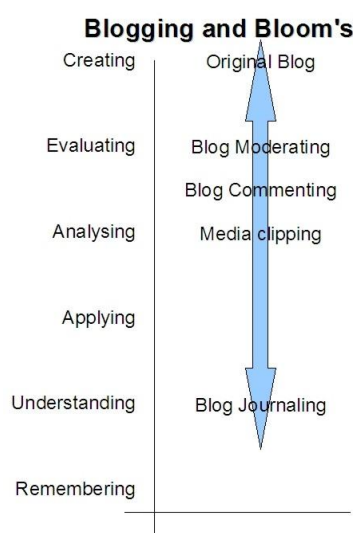
Τα διαγράμματα Venn μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δείξουν ή να συμπεράνουν σχέσεις επισημαίνοντας παρόμοιες και διαφορετικές πτυχές των εννοιών (σχήμα 8).



Σχήμα 8 Διαγράμματα Venn
 (Πηγή:<http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>)

2. **Η χρήση της προχωρημένης αναζήτησης** στη μηχανή αναζήτησης google επιτρέπει τη γρήγορη βελτίωση της αναζήτησης χρησιμοποιώντας τους λογικούς τελεστές boolean (Και, Όχι, Ή, ή και τα σύμβολα + και -), καθώς και τον καθορισμό ημερομηνιών, μορφών αρχείων, προτίμησης γλώσσας κ.ά. Οι μαθητές μπορούν να τροποποιήσουν τις λέξεις-κλειδιά, τους τελεστές αναζήτησης, φράσεις ή όρους για να βελτιώσουν την αναζήτηση.
3. **Τα Ιστολόγια – Ημερολόγια (blog journaling)**, όπου οι μαθητές αναφέρουν τις δραστηριότητες της τάξης. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές για τη χρήση blogs στην τάξη. Με βάση τη ρουμπρίκα αξιολόγησης (Churches, 2009) εξετάζεται η διαδικασία καταγραφής και αναφοράς γεγονότων, καθώς και χρήσης εργαλείων blogging. Συγκεκριμένα αξιολογούνται:
 - ❖ η δομή των καταχωρίσεων - δημοσιεύσεων
 - ❖ η κατανόηση των θεμάτων, δραστηριοτήτων από τους μαθητές
 - ❖ η επικαιρότητα των θεμάτων

Οι δημοσιεύσεις των μαθητών στο ανώτερο επίπεδο αξιολόγησης έχουν τα εξής χαρακτηριστικά: Ως προς τη δομή, οι δημοσιεύσεις τους έχουν ροή, σύνδεση και συνοχή, σπάνια παρουσιάζουν ορθογραφικά λάθη, περιέχουν κατάλληλους συνδέσμους ή εικόνες, και οι πηγές τους ονομάζονται. Δείχνουν βάθος, διορατικότητα, κατανόηση. Χρησιμοποιούνται υπερσύνδεσμοι, υποστηρικτικό υλικό και η προσωπική άποψη των μαθητών εκφράζεται με κατάλληλο τρόπο και είναι σχετική με το θέμα, τη δραστηριότητα ή τη διαδικασία. Οι θέσεις και οι απόψεις δείχνουν υψηλό επίπεδο κατανόησης και εξιστορούν γεγονότα και μαθησιακές δραστηριότητες. Όλα τα γεγονότα που δημοσιεύονται είναι επίκαιρα. Τα σχόλια απαντώνται έγκαιρα. Οι απαντήσεις δείχνουν βάθος κατανόησης και έχουν σχέση με τα σχόλια.



Η δραστηριότητα της δημοσίευσης σε blogg βρίσκεται στην απλούστερη μορφή της στο επίπεδο της Κατανόησης. Όσο η επεξεργασία γίνεται πιο ακριβής και περίπλοκη προχωρά προς τα ανώτερα επίπεδα της ταξινόμησης (σχήμα 9).

Σχήμα 9. Blogging και ταξινόμηση Bloom
(πηγή:<http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>)

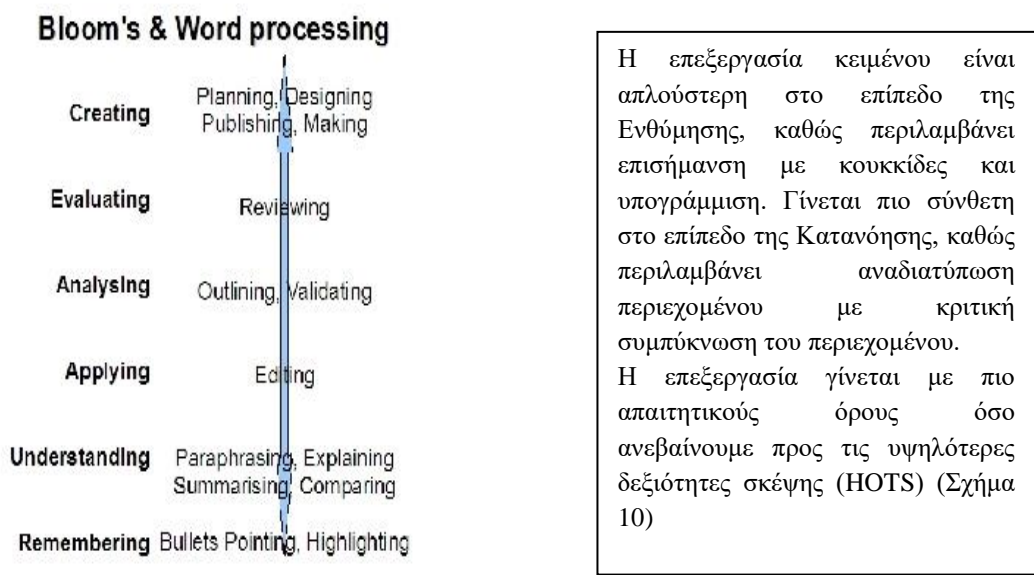
4. Περιβάλλοντα wiki's όπου ο βαθμός Κατανόησης φαίνεται με την 'ανάπτυξη περιεχομένου' μετά από επαναδιατύπωση και συγγραφή υλικού για κάποιο θέμα σ' ένα περιβάλλον wiki. Το στοιχείο της συγγραφής παραπέμπει στο επίπεδο της Εφαρμογής, καθώς ο μαθητής επεξεργάζεται στο wiki το θέμα σύμφωνα μ' ένα πρότυπο, αξιοποιώντας τα χαρακτηριστικά του εργαλείου wiki και τις βασικές αρχές σχεδιασμού: συνέπεια, επανάληψη, ροή, αναγνωσιμότητα.

Σύμφωνα με την ρουμπρίκα αξιολόγησης του Churches (2009) η συγγραφή (επίπεδο Εφαρμογής) ενός θέματος σε περιβάλλον wiki, στο ανώτατο επίπεδο αξιολόγησης, έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Η σελίδα wiki έχει δομή και διαμορφώνεται και βελτιώνεται συνεχώς ώστε ν' αυξήσει την αναγνωσιμότητα. Τα ορθογραφικά και γραμματικά λάθη είναι σπάνια. Περιέχει τους κατάλληλους υπερσυνδέσμους, αρχεία και εικόνες. Οι πηγές των εικόνων ονομάζονται και περιέχουν λεζάντες. Εμπεριέχονται χαρακτηριστικά των wikis, όπως ενσωμάτωση μέσω ενήμερωσης και πινάκων. Προστίθενται επικεφαλίδες χρησιμοποιώντας Heading styles.

Ως προς το περιεχόμενο (επίπεδο Κατανόησης) αξιολογούνται τα παρακάτω χαρακτηριστικά: Η σελίδα φανερώνει επίγνωση, βάθος και κατανόηση του θέματος από τους μαθητές. Το περιεχόμενο, οι υπερσύνδεσμοι, τ' αρχεία, τα μέσα ενημέρωσης και οι εικόνες είναι σχετικά και δεμένα με το θέμα. Η σελίδα καλύπτει σαφώς τους μαθησιακούς στόχους. Οι πηγές των πληροφοριών αναφέρονται στην κατάλληλη μορφή.

5. Επεξεργαστής κειμένου σε σύνδεση (online), όπως για παράδειγμα τα έγγραφα της Google (Google Documents). Η συνεργατική φύση των εγγράφων αυτών σημαίνει ότι μπορούν να συνεργαστούν ομάδες μαθητών πάνω στο ίδιο έγγραφο.



Σχήμα 10 Word processing και ταξινόμια Bloom
 πηγή: <http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>

Εφαρμοζώ

Εφαρμογή, (Applying) σύμφωνα με την αναθεωρημένη ταξινόμια των Anderson και Krathwohl (2001) είναι η εκτέλεση ή χρήση μιας διαδικασίας μέσω της υλοποίησής της. Η εφαρμογή σχετίζεται και αναφέρεται σε καταστάσεις όπου το διδακτικό υλικό χρησιμοποιείται μέσα από προϊόντα όπως η παρουσίαση, μοντελοποίηση, συνεντεύξεις και προσομοιώσεις. Είναι η χρήση πληροφοριών, ιδεών εννοιών, στρατηγικών, θεωριών σε νέες καταστάσεις (Churches, 2009).

Τα ρήματα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία μαθησιακών στόχων σ' αυτήν την κατηγορία είναι: Διεξάγω, χρησιμοποιώ, εκτελώ, εφαρμόζω, εκθέτω, παρουσιάζω.

Οι αντίστοιχες ψηφιακές προσθήκες για την κατηγορία της Εφαρμογής είναι:

- ❖ **Εκτέλεση και λειτουργία προγραμμάτων** - περιλαμβάνει την έναρξη ενός προγράμματος, τη λειτουργία και τον χειρισμό του υλικού (hardware) και εφαρμογών.
- ❖ **Παιχνίδια** – καθώς παρατηρείται αυξανόμενη εμφάνιση των παιχνιδιών ως μέσου εκπαίδευσης είναι φυσικό να συμπεριληφθούν σ' αυτόν τον κατάλογο. Μαθητές που παίζουν μ' επιτυχία ένα παιχνίδι, εμφανίζουν κατανόηση της διαδικασίας και εφαρμόζουν σημαντικές δεξιότητες.
- ❖ **Ανέβασμα (Uploading) και Κοινή Χρήση (Sharing)** – η μεταφόρτωση υλικού σε ιστοτόπους και η κοινή του χρήση, όπως το flickr κ.ά. είναι μια απλή μορφή συνεργασίας, μια υψηλότερης τάξης διαδικασία σκέψης (HOT).
- ❖ **Πειρατεία (Hacking)** – το hacking στην πιο απλή του μορφή εφαρμόζει μια σειρά από απλούς κανόνες για την επίτευξη ενός στόχου.
- ❖ **Επεξεργασία (Editing)** – η 'επεξεργασία' είναι μια διαδικασία που χρησιμοποιεί ο συντάκτης στα περισσότερα μέσα ενημέρωσης.

Στον Πίνακα 8 καταγράφονται οι ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο 'Εφαρμόζω'.

Πίνακας 8 Ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο της Εφαρμογής (applying)

Ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο της Εφαρμογής (applying)	
Εικονογράφηση	Corel, inkscape, GIMP, Paint, online tools, εργαλεία δημιουργίας Comic – comic life, κατασκευαστικό κουτί διηγήσεων ιστορίας (historic tale construction kit), hypercomic
Προσομοίωση	Floor map, graphic tools, google sketchup, Crocodile software simulating science experiments, Global conflict – Palestine
Παρουσίαση	Impress, απλά προϊόντα επιτραπέζιας δημοσιογραφίας, powerpoint, παρουσίαση google, παρουσίαση Zoho, skype, χρήση ηλεκτρονικών εργαλείων διαδραστικού πίνακα και ακουστική και οπτική τηλεδιάσκεψη
Συνέντευξη	Επεξεργασία κειμένου, εννοιολογική χαρτογράφηση, podcast, vodcast, audacity, ηχογράφηση, συνεργασία με χρήση etools, skype
Παρουσίαση (Performance)	Podcast, vodcast, film, ηχητική τηλεδιάσκεψη, VoIP, εγγραφή ήχου, ομιλία, παρουσίαση Powerpoint, συνεργασία με χρήση etools
Επεξεργασία	Εργαλεία βίντεο και ήχου, επεξεργασία Wiki, απλά προϊόντα επιτραπέζιας δημοσιογραφίας, ανάπτυξη ενός κοινού εγγράφο
Παιχνίδια	Τα online παιχνίδια του mmoirpg's, προσομοιώσεις, όπως 'Παγκόσμιες Συγκρούσεις - Παλαιστίνη'

Αξιολόγηση της χρήσης των ψηφιακών εργαλείων στην κατηγορία της Εφαρμογής

- 1. Οι χάρτες της Google** συνδυάζουν χάρτες δρόμου και εικόνες δορυφόρου μ' έναν συναρπαστικό τρόπο. Μια πρόσφατη προσθήκη είναι η δυνατότητα προβολής του δρόμου, (streetview) που επιτρέπει το εικονικό ταξίδι στους δρόμους, κοιτάζοντας μια συλλογή φωτογραφιών που δίνουν μια θέα 270⁰της περιοχής.

Οι μαθητές που φτάνουν στα υψηλότερα επίπεδα εφαρμογής της γνώσης των χαρτών της google και του streetview, σύμφωνα με ρουμπρικά αξιολόγησης (Churches, 2009) κινούνται με ευκολία ανάμεσα σε διαφορετικές προβολές και μορφές χαρτών. Έχουν γνώση και την εφαρμόζουν σχετικά με την ανάλυση των εικόνων και τα επίπεδα ζουμ για να βελτιώσουν την ποιότητα της εικόνας. Χρησιμοποιούν τα εργαλεία πλοήγησης, τα onscreen tools, προσθέτουν κομβικά σημεία (hotspots) και σελιδοδείκτες που περιέχουν λεπτομερείς πληροφορίες. Συνεργάζονται χρησιμοποιώντας emails.

- 2. Συνεργασία με χρήση ηλεκτρονικών εργαλείων (etools)**

Οι μαθητές χρησιμοποιούν τα ηλεκτρονικά εργαλεία (etools) για συνεργασία, δηλαδή κοινή χρήση, επεξεργασία και αποστολή υλικού. Υπάρχουν τρεις βασικοί τομείς χρήσης αυτών των εργαλείων από τους μαθητές που αξιολογούνται:

- η προετοιμασία για τη συνεργασία

- η συνεργασία και
- τα χαρακτηριστικά επικοινωνίας.

Σύμφωνα με ρουμπρικά αξιολόγησης (Churches, 2009), ο μαθητής φτάνει στο ανώτατο σημείο χρήσης των ηλεκτρονικών εργαλείων για συνεργασία:

- Αντλώντας πληροφορίες από διάφορες πηγές (διαδικτυακές, εργαλεία παρουσίασης, κείμενο, φωνή, βίντεο κ.λπ.) για χρήση και για κοινή χρήση (στάδιο προετοιμασίας).
- Χρησιμοποιώντας πλήρως τα χαρακτηριστικά τους, δηλαδή στιγμιότυπα οθόνης (screen shots), λήψεις (captures), ιστοτόπους, συνομιλία, φωνή, παρουσιάσεις, εγγραφή, αποστολή, κοινή χρήση video και αρχείων (στάδιο χαρακτηριστικών συνεργασίας).
- Δείχνοντας εμπιστοσύνη στη χρήση των εργαλείων και υποστηρίζοντας και άλλους στη χρήση τους (στάδιο χαρακτηριστικών επικοινωνίας).

3. Συνεργατική επεξεργασία με χρήση online επεξεργαστή κειμένου

Οι μαθητές συνεργάζονται σ' ένα κοινό έγγραφο χρησιμοποιώντας ένα σε σύνδεση (online) εργαλείο επεξεργασίας κειμένου όπως το Buzzword, το Google Documents και το Zoho Documents. Η χρήση του επεξεργαστή κειμένου από τους μαθητές στην τάξη εξετάζεται σε σχέση με δυο παράγοντες:

- Η τεχνική χρήση του εργαλείου: η χρήση του εργαλείου γίνεται με προσοχή από τους μαθητές, δίνεται προσοχή στη λεπτομέρεια, οι κριτικές και τα σχόλια είναι κατάλληλα δομημένα και αφορούν στο θέμα.
- Η συνεργατική πλευρά της χρήσης: οι μαθητές έχουν ισομερή συμβολή στην εργασία. Ενθαρρύνουν τους συμμαθητές τους χρησιμοποιώντας υποστηρικτικά σχόλια. Θέτουν με σαφήνεια τον σκοπό του εγγράφου, καθώς και τον ρόλο και τα καθήκοντα του καθενός. Παρακολουθούν την πορεία της εργασίας μ' έναν υποστηρικτικό τρόπο, εκτελούν το δικό τους έργο και υποστηρίζουν άλλους μαθητές να ολοκληρώσουν το δικό τους. Η συμμετοχή τους στην όλη διαδικασία δείχνει προετοιμασία και σχεδιασμό.

4. Skype (Οπτικοακουστική τηλεδιάσκεψη)

Το Skype ως εργαλείο που συμβάλλει στη μαθησιακή διαδικασία εξετάζεται τόσο ως προς τον προγραμματισμό της οπτικοακουστικής συνδιάσκεψης, όσο και ως προς την επικοινωνία .

- Ο προγραμματισμός περιλαμβάνει :

Τις τεχνικές πτυχές - έλεγχο σύνδεσης, προετοιμασία εργαλείων κ.ά.

Τις πτυχές διαχείρισης - σύνταξη προγραμμάτων, ημερήσια διάταξη (agenda), κανόνες βασικών στοιχείων.

- Η επικοινωνία εξετάζεται ως προς την αποτελεσματικότητα με την οποία χρησιμοποιείται η οπτικοακουστική συνδιάσκεψη. Επίσης, εξετάζει την εφαρμογή των κανόνων, του χρονοδιαγράμματος και του σχεδιασμού, που είχαν προετοιμαστεί προηγουμένως.

Ο προβληματισμός (Reflection) είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της διαδικασίας.

5. Διαδραστικός Πίνακας

Ο Διαδραστικός Πίνακας (Δ.Π.) εξετάζεται από την πλευρά του ελέγχου και της αλληλεπίδρασης.

Ο έλεγχος εξετάζει πώς οι μαθητές χρησιμοποιούν τον Δ.Π. και τα διάφορα λογισμικά χαρακτηριστικά του. Συγκεκριμένα ο χρήστης μπορεί να χειρίζεται προγράμματα στον υπολογιστή που συνδέονται με τον Δ.Π., χρησιμοποιώντας τη γραφίδα, το χέρι ή το ασύρματο ποντίκι και το πληκτρολόγιο. Εισάγει κείμενο χρησιμοποιώντας τη γραφίδα, το χέρι ή το πληκτρολόγιο και πλοηγείται με αυτοπεποίθηση σ' αυτό. Μορφοποιεί ένα κείμενο, χρησιμοποιώντας τον Δ.Π., κάνει αναγνώριση κειμένου και ορθογραφικό έλεγχο.

Αλληλεπίδραση: ο χρήστης εμφανίζει εμπιστοσύνη στη χρήση του Δ.Π. Επιδεικνύει ικανότητα στη χρήση του λογισμικού που συνοδεύει τον Δ.Π. και τις λειτουργίες του κάθε εργαλείου και είναι σε θέση να το διδάξει και σε άλλους. Δημιουργεί νέους πόρους χρησιμοποιώντας ειδικό λογισμικό Δ.Π., καθώς το μάθημα εξελίσσεται. Τροποποιεί το μέγεθος, τη θέση, προσθέτει και τροποποιεί υπερσυνδέσμους. Επιλέγει προηγμένα χαρακτηριστικά για να τονίσει και να βελτιώσει τη μαθησιακή διαδικασία.

Αναλύω

Ανάλυση (Analysing), σύμφωνα με την αναθεωρημένη ταξινόμια των Anderson και Krathwohl (2001) είναι το 'σπάσιμο' του υλικού ή των εννοιών σε μέρη, ο καθορισμός του τρόπου με τον οποίο τα μέρη σχετίζονται ή αλληλοσυνδέονται το ένα με το άλλο ή με μια συνολική δομή ή σκοπό.

Τα ρήματα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία μαθησιακών στόχων σ' αυτήν την κατηγορία είναι: Συγκρίνω, οργανώνω, αποδομώ, καταλογίζω, σκιαγραφώ, βρίσκω, δομώ, ενσωματώνω.

Οι ψηφιακές προσθήκες που προτείνονται από τον Churches και αντιστοιχούν στην κατηγορία της Ανάλυσης είναι οι εξής:

- ❖ **Mashing**: είναι η ενσωμάτωση πολλών πηγών δεδομένων σε έναν ενιαίο πόρο. Ο συνδυασμός των δεδομένων είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, αλλά όσο πιο πολλές επιλογές και τοποθεσίες (sites) αναπτύσσονται, τόσο πιο εύκολο και προσβάσιμο μέσο ανάλυσης γίνεται.
- ❖ **Linking** (Σύνδεση): πρόκειται για τη δημιουργία υπερσυνδέσμων εντός και εκτός εγγράφων και ιστοσελίδων.
- ❖ **Cracking** (ράγισμα): απαιτεί ο cracker (θραύστης) να κατανοεί και να χειρίζεται την εφαρμογή ή το σύστημα που «κρακάρεται», να αναλύει τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες του και στη συνέχεια να τα εκμεταλλευτεί.

Στον Πίνακα 9 καταγράφονται οι ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο ‘Αναλύω’

Πίνακας 9 Οι ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο Ανάλυση (analysing)

Ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο Ανάλυση (analysing)	
Έρευνα (Survey)	Εργαλεία του διαδικτύου: survey monkey, ενσωματωμένες δημοσκοπήσεις και ψηφοφορίες, εργαλεία κοινωνικής δικτύωσης κ.λ.π. επεξεργαστής κειμένου, υπολογιστικά φύλλα, email, πλατφόρμες συζήτησης, κινητά τηλέφωνα και γραπτά μηνύματα.
Βάση δεδομένων	Βάσεις δεδομένων με χρήση MySQL και Access, flat βάση δεδομένων αρχείων χρησιμοποιώντας υπολογιστικά φύλλα, wikis, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών ή GIS, Google Earth, Google maps, Flickr, Arcview/explorer.
Περίληψη	Επεξεργαστής κειμένου, δημοσίευση στο διαδίκτυο, εννοιολογικοί χάρτες, Swot Analysis, διαγράμματα, 6 ερωτήσεις (6Q - Who, What, Where, When, Why, How) Venn, Ispirasion, Kidspiration, smart ideas, Cmap, Mind Mapper, Free mind, Online tools.
Αναφορά (Report)	Επεξεργαστής κειμένου, απλά προϊόντα ηλεκτρονικών εκδόσεων (DTP), υπολογιστικά φύλλα, παρουσιάσεις, δημοσιεύσεις στο διαδίκτυο, ιστοσελίδα, εισαγωγή blog.
Γράφημα (Graph)	Υπολογιστικά φύλλα (Calc, excel, online εργαλεία υπολογιστικού φύλλου).
Λίστα ελέγχου (Checklist)	Επεξεργαστής κειμένου, εργαλεία έρευνας (survey tools), ηλεκτρονικές δημοσκοπήσεις, υπολογιστικά φύλλα.
Διάγραμμα (Chart)	Υπολογιστικά φύλλα, ψηφιοποιητής, εργαλεία χαρτογράφησης μυαλού, online tools (www.gliffy.com).

Αξιολόγηση της χρήσης των ψηφιακών εργαλείων στην κατηγορία της Ανάλυσης

- 1. Οι φόρμες της Google** είναι μια επέκταση των εγγράφων της Google. Οι χρήστες δημιουργούν ένα έντυπο (ένα φύλλο ερωτήσεων), το οποίο είναι ουσιαστικά μια σειρά ερωτήσεων, που δημοσιεύονται στο διαδίκτυο, για ν’ απαντηθούν από άλλους. Τα αποτελέσματα συντάσσονται σ’ ένα υπολογιστικό φύλλο μέσα στη φόρμα του κατόχου του λογαριασμού των εγγράφων της Google. Ως εργαλείο της Τάξης, οι φόρμες της Google επιτρέπουν στους μαθητές και στον δάσκαλο να δημιουργούν, να συλλέγουν και να επεξεργάζονται δεδομένα μ’ έναν απλό κι εύκολο τρόπο.
- 2. Ανάλυση δεδομένων:** Οι μαθητές εισάγουν δεδομένα σ’ ένα υπολογιστικό φύλλο. Αρχικά οργανώνουν τα δεδομένα σε κατάλληλα πεδία (επεξεργασία δεδομένων). Κατόπιν διαχειρίζονται τα δεδομένα χρησιμοποιώντας κατάλληλους τύπους ή εξισώσεις και προηγμένα χαρακτηριστικά φίλτρων (διαχείριση δεδομένων). Χρησιμοποιούν ετικέτες, επισημάνσεις, γραμματοσειρές, υπογράμμιση, έτσι αυξάνεται η κατανόηση (παρουσίαση δεδομένων). Οι μαθητές μπορούν ν’ αντλήσουν ακριβή συμπεράσματα από τα δεδομένα. Μπορούν ν’ αναγνωρίσουν λάθη και ανακρίβειες, καθώς επίσης και

να συνδέσουν τα δεδομένα που παρουσιάζονται με άλλες γνώσεις (ανάλυση δεδομένων).

Αξιολογώ

Αξιολόγηση (Evaluating), σύμφωνα με την αναθεωρημένη ταξινόμια των Anderson και Krathwohl (2001) είναι η εκπόνηση κρίσεων βάσει κριτηρίων και προτύπων μέσω ελέγχου και κριτικής.

Τα ρήματα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία μαθησιακών στόχων σ' αυτήν την κατηγορία είναι: Ελέγχω, υποθέτω, κρίνω, πειραματίζομαι, θεωρώ, δοκιμάζω, ανιχνεύω, παρακολουθώ.

Οι ψηφιακές προσθήκες που προτείνονται από τον Churches και αντιστοιχούν στην κατηγορία της Αξιολόγησης είναι οι εξής:

- ❖ **Σχολισμός και αναστοχασμός (Blog/vlog):** η εποικοδομητική κριτική και η στοχαστική πρακτική διευκολύνονται συχνά από τη χρήση των ιστολογίων (blogs) και των βίντεο ιστολογίων (video blogs). Ο μαθητής που σχολιάζει και απαντάει σε δημοσιεύσεις, πρέπει ν' αξιολογεί το υλικό και ν' απαντάει σ' αυτό.
- ❖ **Δημοσίευση (posting):** είναι η δημοσίευση σχολίων στα blogs και σε πλατφόρμες συζητήσεων.
- ❖ **Συντονισμός (Moderating):** είναι μια υψηλού επιπέδου αξιολόγηση. Ο συντονιστής πρέπει να είναι σε θέση ν' αξιολογήσει μια δημοσίευση ή ένα σχόλιο από διάφορες οπτικές, αξιολογώντας την αξία του και την καταλληλότητά του.
- ❖ **Συνεργασία και δικτύωση (Collaborating and networking):** η συνεργασία είναι ένα ολοένα αυξανόμενο σε σπουδαιότητα χαρακτηριστικό της εκπαίδευσης. Η αποτελεσματική συνεργασία περιλαμβάνει αξιολόγηση των δυνατοτήτων και των ικανοτήτων των συμμετεχόντων και αξιολόγηση της συμβολής τους. Η δικτύωση είναι χαρακτηριστικό της συνεργασίας, της επαφής και της επικοινωνίας μεταξύ των ατόμων μέσω ενός δικτύου συνεργατών.
- ❖ **Δοκιμές (A και B):** οι δοκιμές των εφαρμογών, των μεθόδων και των διαδικασιών είναι ένα βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη οποιουδήποτε εργαλείου. Για να είναι κάποιος αποτελεσματικός ελεγκτής πρέπει να έχει την ικανότητα ανάλυσης του σκοπού ενός εργαλείου ή της εξέλιξής του, δηλαδή ποια είναι η τρέχουσα λειτουργία του και ποια θα ήταν η σωστή λειτουργία του.
- ❖ **Επικύρωση (Validating):** με τον πλούτο των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στους μαθητές σε συνδυασμό με την έλλειψη αυθεντικότητας των δεδομένων, οι σημερινοί και οι αυριανοί μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να επικυρώνουν την αλήθεια των πηγών των πληροφοριών τους. Για να γίνει αυτό πρέπει να είναι ικανοί ν' αναλύουν και ν' αξιολογούν τις πηγές των δεδομένων τους και να κρίνουν βασισμένοι σ' αυτές.

Στον Πίνακα 10 καταγράφονται οι ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο 'Αξιολογώ'

Πίνακας 10 Οι ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο Αξιολόγηση (evaluating)

Ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο Αξιολόγηση (evaluating)	
Αντιπαράθεση (Debate)	Επεξεργασία κειμένου, ηχογράφηση, podcasting ή vodcasting, χαρτογράφηση μυαλού, inspiration, freemind, Chatrooms, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, πλατφόρμες συζητήσεων, διασκέψεις με βίντεο και τηλέφωνο (skype, IM), εργαλεία συνεργασίας (elluminate κ.ά.)
Πάνελ (Panel)	Επεξεργασία κειμένου, Chatrooms, IM, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, πλατφόρμες συζητήσεων, διασκέψεις με βίντεο και τηλέφωνο, εργαλεία συνεργασίας (elluminate κ.ά.)
Δημοσίευμα (Report)	Επεξεργασία κειμένου ή δημοσίευση στο διαδίκτυο-εγγραφή σε blog, εγγραφή σε wiki, ιστοσελίδα, απλά προϊόντα ηλεκτρονικών εκδόσεων (DTP), παρουσίαση, κάμερα
Αξιολόγηση (Evaluation)	Επεξεργασία κειμένου ή δημοσίευση στο διαδίκτυο-εγγραφή σε blog, εγγραφή σε wiki, ιστοσελίδα, απλά προϊόντα ηλεκτρονικών εκδόσεων (DTP), εννοιολογικός χάρτης, παρουσίαση, κάμερα
Διερεύνηση (Investigation)	Internet, εργαλεία Online, κάμερα, επεξεργασία κειμένου, GIS (Google Earth, Google Maps, Flickr, Arcview/explorer)
Συμπέρασμα- Απόφαση	Επεξεργασία κειμένου, απλά προϊόντα ηλεκτρονικών εκδόσεων (DTP), παρουσίαση
Επιχειρηματολογικός λόγος	Επεξεργασία κειμένου, ηχογράφηση, λογισμικό επιχειρηματολογίας, εννοιολογικός χάρτης, παρουσίαση
Σχολιασμός, εποπτεία δημοσιευμένων σχολιασμών	Πλατφόρμες συζητήσεων, φόρουμ, blog, wiki's, twitter, συνομιλία (threaded discussions), πίνακες ανακοινώσεων, chatrooms
Συνεργασία	Πλατφόρμες συζητήσεων, φόρουμ, blog, wiki's, twitter, συνομιλία (threaded discussions), πίνακες ανακοινώσεων, chatrooms, βιντεοδιασκέψεις, στιγμιαία μηνύματα μηνύματα txt και pxt, βίντεο μηνύματα, ηχοδιασκέψεις
Δικτύωση	Εργαλεία κοινωνικής δικτύωσης, ηχητική και οπτική τηλεδιάσκεψη, μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τηλεπικοινωνίες, ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων, αίθουσες διδασκαλίας σε ζωντανή παρακολούθηση

Αξιολόγηση της χρήσης των ψηφιακών εργαλείων στην κατηγορία της 'Αξιολόγησης'

- 1. Επικύρωση των πηγών πληροφόρησης-** Με την εμφάνιση των τεχνολογιών Web.2.0 οποιοσδήποτε μπορεί να δημοσιεύσει οτιδήποτε με τρόπο που εμφανίζεται έγκυρος. Βασικό στοιχείο επικύρωσης των πληροφοριών είναι η αναφορά στην πηγή της πληροφορίας, η πρόσβαση σε πολλαπλές πηγές πληροφοριών, ο τύπος των πληροφοριών, η δημιουργία σύνδεσης μεταξύ τους και η λήψη αποφάσεων σχετικά με την εγκυρότητα των πληροφοριών βάσει αυτής της διαδικασίας.

Οι μαθητές χρησιμοποιώντας τα παραπάνω εργαλεία, επιτυγχάνουν τη μέγιστη επίδοση ως προς την εγκυρότητα της χρήσης τους, σύμφωνα με την ρουμπρίκα αξιολόγησης του Churches (2009), όταν: συγκεντρώνουν πληροφορίες από πολλές πηγές (4 ή περισσότερες), υπάρχει σύνδεση των πληροφοριών για την επικύρωση της ακρίβειάς τους, οι περισσότερες από αυτές τις πηγές θεωρούνται υψηλής εγκυρότητας π.χ. κυβερνητικές και εκπαιδευτικές ιστοσελίδες, εγκυκλοπαίδειες, επαγγελματικά περιοδικά, πρωτογενείς πηγές πληροφόρησης κ.λ.π. οι μαθητές κάνουν έγκυρες και υποστηρικτικές κριτικές σχετικά με την εγκυρότητα και την ακρίβεια των πληροφοριών.

Ως προς τις αναφορές και τη βιβλιογραφία οι μαθητές παρέχουν πληροφορίες που αφορούν διευθύνσεις ιστοσελίδων (URL) που επισκέφτηκαν, τίτλο, συγγραφέα, εκδότη, ημερομηνία δημοσίευσης/τελευταίας τροποποίησης, αριθμός ISBN, τίτλο περιοδικού κ.λ.π.

2. Συνομιλία (threaded discussions)

Οι μαθητές αξιολογούνται κατά τη συμμετοχή τους σε μια συζήτηση ως προς την κατανόηση της καθοδηγητικής ερώτησης που τους έχει δοθεί και ως προς τη δομή της απάντησής τους.

Ως προς την κατανόηση: οι απαντήσεις πρέπει να δείχνουν επίγνωση, βάθος και κατανόηση. Να συνδέονται με το θέμα ή τη δημοσίευση. Οι καταχωρίσεις πρέπει να περιλαμβάνουν υπερσυνδέσμους και υποστηρικτικό υλικό. Η προσωπική άποψη να εκφράζεται μ' ένα κατάλληλο ύφος και να είναι πάντα συνδεδεμένη με το θέμα ή τη δημοσίευση.

Ως προς τη μορφοποίηση της δομής: Τα γραμματικά και ορθογραφικά λάθη πρέπει να είναι σπάνια, να περιέχονται οι κατάλληλοι σύνδεσμοι, αρχεία και εικόνες. Επίσης, οι πηγές να επισημαίνονται.

Η αξιολόγηση θα μπορούσε επίσης να περιέχει κάποια από τα παρακάτω στοιχεία:

- Ο μαθητής αναφέρεται σε άλλες δημοσιεύσεις και η απάντησή του σχετίζεται με το θέμα.
- Η θέση του είναι σαφής και συνοπτική και ενισχύει τη συζήτηση.
- Έχει αναπτύξει επιχειρήματα χρησιμοποιώντας κατάλληλη γλώσσα.
- Κρίνει άλλες θέσεις και απόψεις.

Δημιουργώ

Δημιουργία (Creating), σύμφωνα με την αναθεωρημένη ταξινόμια των Anderson και Krathwohl (2001) είναι η τοποθέτηση των στοιχείων μαζί, ώστε να σχηματίσουν ένα συνεκτικό ή λειτουργικό σύνολο, αναδιοργανώνοντας τα στοιχεία σ' ένα νέο πρότυπο ή δομή μέσω της παραγωγής και του σχεδιασμού.

Τα ρήματα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία μαθησιακών στόχων σ' αυτήν την κατηγορία είναι: Σχεδιάζω, κατασκευάζω, παράγω, επινοώ, φτιάχνω.

Οι ψηφιακές προσθήκες που προτείνονται από τον Churches και αντιστοιχούν στην κατηγορία της Δημιουργίας είναι οι εξής:

- ❖ **Προγραμματισμός (programming)** - οι μαθητές δημιουργούν τις δικές τους εφαρμογές, προγραμματίζουν μακροεντολές, αναπτύσσουν παιχνίδια, εφαρμογές πολυμέσων σε δομημένα περιβάλλοντα που να ταιριάζουν στις δικές τους ανάγκες και στόχους.
- ❖ **Ταινίες, animating, videocasting, podcasting, mixing, remixing** - οι μαθητές συχνά συλλαμβάνουν, δημιουργούν, αναμιγνύουν και διασκευάζουν υλικό για να δημιουργήσουν μοναδικά προϊόντα.
- ❖ **Διαχείριση και παραγωγή** - η διαχείριση ή η παραγωγή ενός προϊόντος είναι μια υψηλά δημιουργική διαδικασία. Απαιτεί ο μαθητής να έχει όραμα, να κατανοεί τα συστατικά στοιχεία και να τα συνδυάζει σ' ένα συνεκτικό προϊόν.
- ❖ **Δημοσίευση** – η αύξηση των δημοσιεύσεων στο διαδίκτυο απαιτεί μια επισκόπηση όχι μόνο του περιεχομένου που δημοσιεύεται, αλλά και της διαδικασίας και του προϊόντος.
- ❖ **Video blogging, blogging**
- ❖ **Wiking** –προσθήκη και τροποποίηση περιεχομένου στα wikis

Στον Πίνακα 11 καταγράφονται οι ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο ‘Δημιουργώ’

Πίνακας 11 Οι ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο Δημιουργία (creating)

Ψηφιακές δραστηριότητες που αφορούν το επίπεδο Δημιουργία (creating)	
Δημιουργία φιλμ	Movie maker, Pinnacle Studio, Adobe premier elements, Online tools
Παρουσιάσεις	Εργαλεία παρουσίασης - Powerpoint, Impress, εργαλείο παρουσίασης Zoho tool, Photostory, Google present, εργαλεία δημιουργίας κόμικ – comic life, hypercomic, online tools
Αφήγηση	Επεξεργαστής κειμένου ή δημοσίευση στο διαδίκτυο (mixbooks), DTP, podcasting, photostory, voicethread, εργαλεία δημιουργίας κόμικ, comic life, κουτί δημιουργίας ιστορικών διηγήσεων, Animations
Προγραμματισμός	Lego Mindstorms & Robolab, Scratch, Alice, Game maker
Σχέδιο εργασίας	Επεξεργαστής κειμένου, διαγράμματα, ημερολόγια, διαγράμματα ροής, (inspiration, freemind, Cmap , smart ideas), εννοιολογικοί χάρτες
Blogging, video blogging	Blogging tool, blogger, wordpress, edublogs, classroom blogmiester, bloglines
Vodcast, videocasting, podcast screen casting	voicethread, blogging tool, skype, collaboration and classroom tools – elluminate, live classroom
Σχεδιασμός	(Inspiration, Cmap, free mind, Word Processing, Calendar)
New game	Gamemaker, RPGmaker
Μοντελοποίηση	Sketchup, Blender, Maya3d PLE, autocad
Ηχογράφηση	Finale notepad, Word Processing, Sound recorder, Audacity, podcasting, recording narration in presentations
Ψηφιακά προϊόντα μέσων	Απλά προϊόντα ηλεκτρονικών εκδόσεων (DTP), Movie maker, Corel, GIMP, Paint.net, Tuxpaint, Alice, Flash, Podcasting
Διαφήμιση	Απλά προϊόντα ηλεκτρονικών εκδόσεων (DTP), Corel, GIMP, Paint.net, Tuxpaint, Movie maker, Alice, Flash, Podcasting
Ζωγραφική	Corel, Paint, GIMP, Paint.net, Tuxpaint,online tools

Αξιολόγηση της χρήσης των ψηφιακών εργαλείων στην κατηγορία της Δημιουργίας

1. Voicethread

Το Voicethread (σχήμα 11) μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο μάθημα της Επιστήμης για την εξαγωγή εκπαιδευτικών συμπερασμάτων. Οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο εργαλείο για να παρουσιάζουν πειράματα, ν' ανατρέξουν στην έρευνα και στις εργασίες, να περιγράψουν τις παρατηρήσεις τους, να δημιουργήσουν, ν' αξιολογήσουν κ.ά.

Για τον δάσκαλο μπορεί, επίσης, να είναι ένα πολύ καλό εργαλείο για την παράδοση του μαθήματος αλλά και την τροποποίησή του. Η παρουσίαση του μαθήματος από τον δάσκαλο μέσα από το συγκεκριμένο εργαλείο, επιτρέπει στους μαθητές να εξοικειώνονται με τις εξηγήσεις του, συνδεδεμένοι οπουδήποτε και οποιαδήποτε στιγμή με τις πηγές. Οι μαθητές μπορούν να σταματούν και να ξαναπαίζουν τις επεξηγήσεις και να βλέπουν τις πηγές όσο συχνά χρειάζεται για να κατανοήσουν το μάθημα.

Μια γρήγορη αναζήτηση στο Voicethread χρησιμοποιώντας π.χ. τη λέξη 'επιστήμη' εμφανίζει αμέσως μια ευρεία επιλογή πηγών που υπάρχουν στο site.

Η χρήση σχολίων επιτρέπει στους μαθητές και στους δασκάλους να λαμβάνουν ανατροφοδότηση από τα Voicethread τους.

2. Animoto

Είναι ένα δωρεάν site που επιτρέπει στον καθένα να δημιουργήσει ένα σύντομο, υψηλής ποιότητας βίντεο από τις εικόνες των φωτογραφιών και από επιλεγμένη μουσική.

Ο χρήστης επιλέγει τη σειρά των εικόνων και προσθέτει το κείμενο (σχήμα 12).

Voicethread
In the Classroom.

As a classroom tool, Voicethread enables the **visual and auditory learner** and can be used in any curriculum area.

Students of teachers need to **access images** either by taking their own or by accessing images from the internet and obtaining permission to use these. From here they **upload** them to the site or enter the images URL (Universal Resource Locator). The user **add their commentary and narration** (see right) and make the voicethread available by sharing, embedding or emailing the URL.

In science, this tool can be used to achieve a wide variety of **educational outcomes**. Students can use Voicethread to **present** experiments, **report** back on research and assignments, **describe** observations, explain reports, **create and evaluate** etc.

For the teacher, this can be a great tool for **delivering content and revising lessons**. For the students, teachers **presenting, describing and explaining** using this tool allows them to have the **familiarity of the teachers' explanations** linked with **anywhere anytime access** to the resources. Students can **stop and replay** the explanation and view the resources as often as they need to develop understanding.

A quick search on Voicethread using the keyword "Science" quickly reveals a broad selection of resources **shared** on the site. The use of comments allows the students (and teachers) to receive **feedback** on their Voicethreads.

Searching for resources using keywords like Science.

Sharing your student's work by embedding the URL in a webpage or emailing the address.

Σχήμα 11, Voicethread πηγή:

(<http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>)

Animoto
the end of slideshows

Sensory Learning: Visual and Kinesthetic learners.
Bloom's Digital Taxonomy: Applying - editing
Creating - producing, directing, constructing

Starter Sheet - Tools for Teachers

Animoto is a **free** (registration required) site that allows you to create **short** (30 seconds for free) high quality video clips from **stills images and uploaded or selected music**. The user selects the **sequence of images and adds the text**. The user can **spotlight images** and the website does the rest with professional style transitions between images. The process is **simple, enjoyable and fun**. This is a tool with a high degree of engagement and a good standard of product as an end point.

Process: 1. Register to create an account (Free). 2. Upload images or access online photosharing resources. 3. Upload music or access online resources 4. Edit sequence and text. 5. Produce video and publish.

Animoto's simple interface and straightforward process make this an easy application for students of all ages.

flickr
facebook
SmugMug
Picasa
photobudez

URL
<http://www.animoto.com>

Alternatives:
Online alternatives to Animoto include tools like voice thread, though this is limited in the transition and animation area, but has excellent voice recording. Tools like Jumpcut, an online video product tool could produce similar results and has more potential as it supports video, but lacks the ease of use.

Animoto allows you to access your online images from photosharing sites. The process is straight forward and once set up allows you easy access.

Produced by Andrew Churches
All Rights Reserved 2008

Σχήμα 12, Animoto πηγή:

(<http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>)

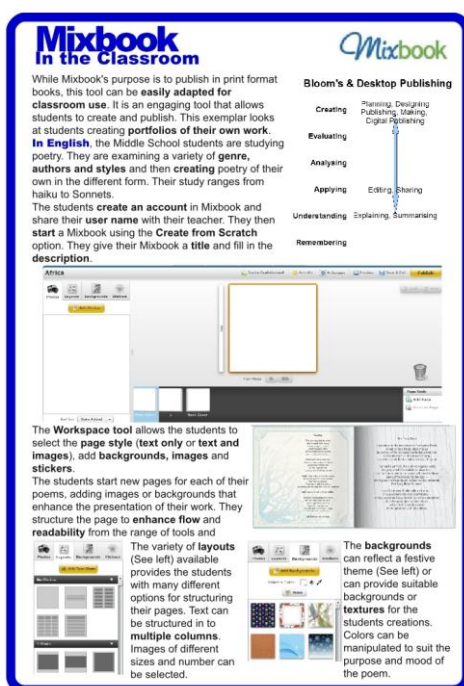
3. Podcasting

Είναι μια δημιουργική διαδικασία. Ένα επιτυχημένο podcast πρέπει να σχεδιαστεί και να γραφτεί. Απαιτεί προσοχή και προετοιμασία για να καταγραφεί και να κατασκευαστεί. Η δημιουργία του προσχεδίου απαιτεί υψηλή ποιότητα λόγου και προσπάθεια. Τα ενισχυμένα podcasts (όπως αυτά που παράγονται με τη χρήση του Voicethread) περιέχουν εικόνες, κείμενο, μαθήματα, φωνή, καθώς και υψηλής ποιότητας κατάλληλα ηχητικά εφέ και μουσική (σχήμα 13).



Σχήμα 13 Μαθητής που δημιουργεί μουσική για χρήση της σε podcast (Πηγή: <http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>)

4. Mixbook



Mixbook In the Classroom

While Mixbook's purpose is to publish in print format books, this tool can be easily adapted for classroom use. It is an engaging tool that allows students to create and publish. This exemplar looks at students creating portfolios of their own work. In English, the Middle School students are studying poetry. They are examining a variety of genre, authors and styles and then creating poetry of their own in the different form. Their study ranges from haiku to Sonnets. The students create an account in Mixbook and share their user name with their teacher. They then start a Mixbook using the Create from Scratch option. They give their Mixbook a title and fill in the description.

Bloom's & Desktop Publishing

Creating Planning Designing Publishing Writing Digital Publishing

Evaluating

Applying Editing Skating

Understanding Explaining Summarising

Remembering

Workspace tool allows the students to select the page style (text only or text and images), add backgrounds, images and stickers.

The students start new pages for each of their poems, adding images or backgrounds that enhance the presentation of their work. They structure the page to enhance flow and readability from the range of tools and

The variety of layouts (See left) available provides the students with many different options for structuring their pages. Text can be structured in to multiple columns. Images of different sizes and number can be selected.

The backgrounds can reflect a festive theme (See left) or can provide suitable backgrounds or textures for the students creations. Colors can be manipulated to suit the purpose and mood of the poem.

Σκοπός του Mixbook είναι να δημοσιεύσει έντυπο υλικό σε μορφή βιβλίου. Είναι ένα εργαλείο που μπορεί εύκολα να υιοθετηθεί για χρήση στην τάξη. Το υπόδειγμα, όπως φαίνεται στο σχήμα 14, παρουσιάζει τους μαθητές που δημιουργούν χαρτοφυλάκια με τις δικές τους εργασίες.

Στο μάθημα των Αγγλικών στο Middle School οι μαθητές μελετούν ποίηση. Εξετάζουν μια ποικιλία ειδών και στυλ ποιημάτων, συγγραφέων και κατόπιν δημιουργούν δικά τους ποιήματα διαφορετικών μορφών. Η μελέτη τους κυμαίνεται από τα χαϊκού μέχρι τα σονέτα.

Σχήμα 14 Mixbook (πηγή: <http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>)

5. Ψηφιακή δημοσίευση

Ένα ψηφιακό έγγραφο, είτε πρόκειται για προϊόν επεξεργασίας κειμένου, είτε δημοσίευση σε wiki ή σε ιστοσελίδα, είτε παρουσίαση (slideshare), ή απλά προϊόντα ηλεκτρονικών εκδόσεων (DTP) κ.ά. πρέπει να εφαρμόζει κάποιες αρχές γραφικού σχεδιασμού, τόσο ως προς την αισθητική (χρώματα, επιλογή γραμματοσειράς, διάταξη κειμένου, ροή κειμένου κ.ά.) όσο και ως προς τη λειτουργικότητα (είναι εύκολα κατανοητό, μεταφέρει πληροφορίες εύκολα και γρήγορα κ.ά.) (Churches, 2009)

1.4 Η ταξινόμια του Bloom ως εργαλείο έρευνας

Η αναθεωρημένη ταξινόμια του Bloom χρησιμοποιείται ως εργαλείο για τη διερεύνηση υψηλού επιπέδου γνωστικών ικανοτήτων από πολλούς ερευνητές σε διάφορες έρευνες. Οι Lee, Kim & Yoon (2015) εξέτασαν τα αναλυτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της Κορέας και της Σιγκαπούρης χρησιμοποιώντας ως εργαλείο διερεύνησης των χαρακτηριστικών τους την αναθεωρημένη ταξινόμια του Bloom. Οι δυο αυτές χώρες έχουν αξιοσημείωτα αποτελέσματα στους διαγωνισμούς PISA και TIMSS ως προς τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Σύμφωνα με τον OECD (2016a) ο επιστημονικός εγγραμματισμός διαιρείται σε τρεις επιμέρους επιστημονικές δεξιότητες, που εστιάζουν (α) στην εξήγηση φυσικών και τεχνολογικών φαινομένων με επιστημονικό τρόπο, (β) στην αξιολόγηση και το σχεδιασμό μιας επιστημονικής έρευνας και (γ) στην ερμηνεία δεδομένων και αποδείξεων, την αξιολόγηση επιχειρημάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η διεθνής έρευνα για τη συλλογιστική και την επιχειρηματολογία των μαθητών υπογράμμισε τη σημασία της αξιολόγησης των αποδεικτικών στοιχείων και των συμπερασμάτων στα πλαίσια επίλυσης προβλημάτων, καθώς και των μαθησιακών ικανοτήτων και της ετοιμότητας των μαθητών ν' αναπτύξουν υψηλότερα γνωστικά επίπεδα όπως ανάλυση, αξιολόγηση και δημιουργία (Lee, Kim & Yoon, 2015). Σύμφωνα με τα συμπεράσματα της έρευνάς τους οι μαθησιακοί στόχοι των αναλυτικών προγραμμάτων των δύο χωρών εντάσσονται στις κατηγορίες 'Θυμάμαι', 'Κατανόω' και 'Εφαρμόζω', ενώ καμιά από τις δυο χώρες δεν είχε στόχους που ν' αφορούν το μεταγνωστικό πεδίο θέτοντας έτσι ερωτήματα σχετικά με την ευθυγράμμιση της γνώσης αφηρημένων εννοιών και του επιστημονικού εγγραμματισμού στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Χρησιμοποιώντας την ταξινόμια του Bloom οι Crompton, Burke και Lin (2018) ανέλυσαν και κωδικοποίησαν τις γνωστικές διεργασίες που χρησιμοποιούν οι μαθητές, όταν ασχολούνται με την κινητή μάθηση (mllearning). Αυτό βοήθησε τους ερευνητές να καταλάβουν καλύτερα ότι οι παιδαγωγικές ευκαιρίες που προσφέρονται από τις κινητές τεχνολογίες παρείχαν στους μαθητές την ευκαιρία να συμμετάσχουν σε υψηλότερου επιπέδου σκέψεις και στα τρία επίπεδα που εξετάστηκαν (νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση).

Η Sylvia (2014) υποστηρίζει ότι τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης δημιουργούν μια ποικιλία δραστηριοτήτων που μπορούν να βοηθήσουν να επιτευχθούν οι στόχοι σε διάφορα επίπεδα της ταξινόμιας του Bloom μ' έναν τρόπο ζωντανό και νέο. Οι μαθητές που ασχολούνται μ' αυτές τις εργασίες αισθάνονται μεγαλύτερη αίσθηση της άμεσης διδασκαλίας και είναι πιο συνδεδεμένοι και συνεργατικοί με τους συνομηλίκους τους. Η χρήση της ταξινόμιας του Bloom μπορεί να βοηθήσει ώστε να διασφαλιστεί η συμβατότητα της τεχνολογίας με τις εργασίες, αρκεί αυτές οι εργασίες να συνδέονται με τους στόχους του μαθήματος και τα μαθησιακά αποτελέσματα (Göçer, 2011. Sylvia, 2014). Σχετικά με τα παραπάνω οι Bosman και Zagenczyk (2011) προτείνουν ως παραδείγματα χρήσης των μέσων κοινωνικής δικτύωσης για αναθέσεις εργασιών με βάση την ταξινόμια του Bloom τα εξής:

Remembering and social bookmarking : Delicious, Pinterest

Understanding and social blogging : Wordpress

Applying and social file sharing : Google Docs, Wikis

Analyzing and social collaboration : Skype, Oovoo

Evaluating and social decision making: Kluster, Doodle

Creating and social creativity sharing : Scribed, YouTube

Ο συνεργατικός χαρακτήρας των εφαρμογών Web 2.0, η δυνατότητα των χρηστών να προβαίνουν σε διάλογο, η ανασκόπηση και παροχή ανατροφοδότησης παρέχουν στον εκπαιδευτικό τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί μια από αυτές τις εφαρμογές για να δημιουργήσει ένα μαθησιακό περιβάλλον που να ενθαρρύνει τη διδασκαλία στο επίπεδο αξιολόγησης της ταξινόμιας του Bloom (Diacopoulos, 2015). Ο Diacopoulos, ως ειδικός τεχνολογικής υποστήριξης σε Λύκειο των Η.Π.Α., προτείνει τη χρήση κάποιων εφαρμογών Web 2.0, όπως Prezi και Glogster που επιτρέπουν τις διαδραστικές παρουσιάσεις, Edublogs και Voicethread, τα οποία επιτρέπουν στους μαθητές να δημιουργούν περιεχόμενο που μπορεί να σχολιάζεται από άλλους. Επίσης προτείνει τις εφαρμογές Edmodo, Moodle, Ning, οι οποίες δημιουργούν online μαθησιακά περιβάλλοντα, μαζί με εφαρμογές δημιουργίας ρουμπλικών, όπως το Rubistar, οι οποίες βοηθούν τον εκπαιδευτικό στην ανάπτυξη ενός ηλεκτρονικού μαθησιακού περιβάλλοντος στο επίπεδο 'Αξιολόγησης'. Οι εφαρμογές αυτές αγγίζουν τα υψηλότερα επίπεδα της ταξινόμιας του Bloom. Συμπεριλαμβάνονται επίσης, οι εφαρμογές Edublogs και Wikispaces, επειδή επιτρέπουν στους μαθητές να δημιουργούν, να συζητούν, να διατυπώνουν ιδέες και να δημοσιεύουν τη μάθησή τους σ' ένα παγκόσμιο ακροατήριο.

Οι διαδικτυακοί εκπαιδευτές χρησιμοποίησαν την ταξινόμια του Bloom για να μετρήσουν την ποιότητα των συζητήσεων στο διαδίκτυο. Οι Valcke, Wever, Zhu και Deed (2009), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σημαντική επίδραση της χρήσης της ταξινόμιας του Bloom, ως ένα σεναριακό εργαλείο, στις διαδικτυακές συζητήσεις των μαθητών και ιδιαίτερα στα επίπεδα της Σύνθεσης και της Αξιολόγησης. « Η ταξινόμια του Bloom θα μπορούσε να προστεθεί στη λίστα των σεναριακών εργαλείων για τη δομή των εργασιών σε περιβάλλοντα CSCL (Computer Supported Collaborative Learning). Τα αποτελέσματα, επίσης, υποστηρίζουν τις θεωρητικές υποθέσεις σχετικά με την επίδραση αυτού του σεναρίου στη γνωστική διαδικασία, τη μεταγνωστική ρύθμιση και τη συναισθηματική εμπλοκή» (σελ. 170)

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της επίδρασης της χρήσης της τεχνολογίας στην ανάπτυξη Υψηλών Γνωστικών Δεξιοτήτων στη διδασκαλία της Φυσικής της Ε' Δημοτικού.

Στόχος της έρευνας είναι η διερεύνηση της βελτίωσης των μαθησιακών αποτελεσμάτων με την αξιοποίηση εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων.

2.2 Δείγμα Έρευνας

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δύο ομάδες μαθητών (ελέγχου και πειραματική). Συμμετείχαν συνολικά 36 μαθητές δύο δημοτικών σχολείων. Η ομάδα ελέγχου αποτελούνταν από 18 μαθητές της Ε' Τάξης του δημοτικού σχολείου Πεδινής Ιωαννίνων και η πειραματική ομάδα αποτελούνταν από 18 μαθητές της Ε' Τάξης του 7^{ου} δημοτικού σχολείου Ιωαννίνων. Η ομάδα ελέγχου εργάστηκε στο εργαστήριο φυσικής του σχολείου και πραγματοποίησε πειράματα με πραγματικά υλικά. Η πειραματική ομάδα εργάστηκε στο εργαστήριο υπολογιστών του σχολείου της και πραγματοποίησε τα πειράματα σε εικονικό εργαστήριο με τη χρήση προσομοιώσεων.

Η ομοιογένεια, ως προς το μαθησιακό επίπεδο, των δύο ομάδων διαπιστώθηκε ως εξής: α) από τη συμμετοχή τους και βαθμολόγησή τους στο ίδιο αρχικό τεστ στην ενότητα της 'Ενέργειας' που είχαν ήδη διδαχθεί. β) από τη βαθμολόγηση, σύμφωνα με την ταξινόμια SOLO, των δύο ομάδων στο αρχικό ερωτηματολόγιο (pre-test).

Οι μαθητές και των δύο τάξεων δεν είχαν καμία προηγούμενη γνώση όσον αφορά τις έννοιες της Φυσικής οι οποίες διδάχτηκαν για τη διεξαγωγή της έρευνας.

2.3 Ερευνητική διαδικασία

Οι διδακτικοί στόχοι των σεναρίων που πραγματοποιήθηκαν καθορίστηκαν σύμφωνα με τα έξι επίπεδα της ταξινόμιας του Bloom.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγινε με βάση την ταξινόμια SOLO (the Structure of the Observed Learning Outcome). Σύμφωνα με την Μπέλλου (2003) είναι ένας τρόπος ταξινόμησης των μαθησιακών αποτελεσμάτων από την άποψη της πολυπλοκότητάς τους, επιτρέποντάς μας να αξιολογήσουμε το έργο των μαθητών από την άποψη της ποιότητας των απαντήσεων.

Οι απαντήσεις των μαθητών ταξινομήθηκαν σ' ένα από τα παρακάτω επίπεδα:

1. Πρώτο επίπεδο προ-δομικό, πρώιμο.

Ο μαθητής με την απάντηση που δίνει:

- είτε αποφεύγει την ερώτηση (άρνηση, απόκρουση)
- είτε μεταφέρει την ερώτηση καταφατικά (ταυτολογία)
- είτε κάνει έναν άσχετο συνειρμό βασισμένο σε προσωπικά δεδομένα
- δεν εξετάζει τους διάφορους παράγοντες και έννοιες που έχουν σχέση με το θέμα και δεν προβαίνει σε κανένα συσχετισμό τους

- χρησιμοποιεί μόνο λίγες από τις διαθέσιμες πληροφορίες και σπάνια καταλήγει σε συμπέρασμα.

2. Δεύτερο επίπεδο μονοπαραγοντικό, μονοδομικό.

Ο μαθητής:

- επιλέγει ένα από τα σχετικά στοιχεία της παρουσίασης και επικεντρώνεται σ' αυτό
- ανταποκρίνεται με περιορισμένο τρόπο, σπάνια συνδέει τμήματα πληροφοριών και δεν δίνει εξηγήσεις
- δεν καταλήγει σε συμπέρασμα ή το συμπέρασμα προκύπτει βιαστικά από λίγα στοιχεία.

3. Τρίτο επίπεδο πολύ-παραγοντικό, παραθετικό, πολύ-δομικό.

Ο μαθητής:

- επιλέγει δύο ή περισσότερα στοιχεία από την παρουσίαση και τα παραθέτει, αναφέροντάς τα απλώς με μία σειρά, αγνοώντας τις σχέσεις τους
- δε χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες και δεν επιχειρεί να κάνει συσχετισμούς
- συνήθως δεν καταλήγει σε συμπέρασμα ή οδηγείται σε εναλλακτικό συμπέρασμα ή ακόμα μπορεί να αναφέρει το αναμενόμενο συμπέρασμα αποσπασματικά, χωρίς αυτό να προκύπτει από τα δεδομένα και τη λογική που παρουσίασε πριν
- Ο τόνος στο λόγο του παρουσιάζεται περιγραφικός, δηλωτικός.

4. Τέταρτο επίπεδο συσχετιστικό, συνδυαστικό, συνθετικό.

Ο μαθητής:

- χρησιμοποιεί τις περισσότερες ή όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, τις συνδέει με συνεπή τρόπο και τις ενσωματώνει σε ένα εννοιολογικό σχήμα, με το οποίο αντιμετωπίζει και τις αντικρουόμενες καταστάσεις
- αρχίζει να δίνει εξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία και αναζητώντας σχέσεις αιτίου – αποτελέσματος. Έτσι παράγει ένα επιχείρημα και δεν αρκείται απλώς σε μια παράθεση σχετικών στοιχείων
- η διαδικασία της επαγωγής οδηγεί σε ένα επιστημονικά αποδεκτό συμπέρασμα. Ως εκ τούτου δεν αναφέρεται καμιά εναλλακτική λύση.
- Ο τόνος στο λόγο του είναι επεξηγηματικός.

5. Πέμπτο επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης, εκτεταμένης θεώρησης.

Ο μαθητής θα μπορούσε να:

- χρησιμοποιεί πληροφορίες που δεν περιλαμβάνονται στα δεδομένα, γενικευμένες επιστημονικές αρχές που δείχνουν ότι το παράδειγμα είναι μια μόνο πιθανή περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις
- κάνει νέες υποθέσεις που βασίζονται σε προηγούμενα λογικά αιτιολογημένα συμπεράσματα
- δεν επιδιώκει να προσδιορίσει ένα ορισμένο ή περιορισμένο συμπέρασμα, αλλά δοκιμάζει, υποθέτει και κρίνει άλλες πιθανές απαντήσεις που θα ταίριαζαν στο ερώτημα
- Ο τόνος στο λόγο του εμφανίζεται συμπερασματικός.

Απαντήσεις που να ανήκουν στο πέμπτο επίπεδο δε σημειώθηκαν κατά την επεξεργασία των απαντήσεων των μαθητών.

Η μεθοδολογική προσέγγιση της έρευνας είναι η ποσοτική και τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν αξιολογήθηκαν τόσο με βάση την περιγραφική στατιστική όσο και με την συμπερασματική στατιστική με ανάλυση των δεδομένων με το λογισμικό στατιστικής SPSS.

Πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος υποθέσεων στις δύο ποιοτικές μεταβλητές - μέθοδος διδασκαλίας και επίδοση - με πίνακα συνάφειας στο SPSS.

Η διδασκαλία των μαθημάτων έγινε με την ανάπτυξη και εφαρμογή εκπαιδευτικών σεναρίων.

Ένα σενάριο διδασκαλίας αναφέρεται σε ένα ή περισσότερα γνωστικά αντικείμενα, βασίζεται σε συγκεκριμένη παιδαγωγική προσέγγιση, περιλαμβάνει συγκεκριμένους και σαφώς διατυπωμένους διδακτικούς στόχους, δραστηριότητες για τους μαθητές και ρόλο για τον εκπαιδευτικό και, στην περίπτωση που υποστηρίζεται από τις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), αξιοποιεί εκπαιδευτικά εργαλεία, όπως το λογισμικό, ή άλλες ψηφιακές τεχνολογίες. (Μικρόπουλος, Μπέλλου, 2010).

Το θεωρητικό πλαίσιο που ακολουθήθηκε είναι το εποικοδομητικό μοντέλο μάθησης, όπου κυρίαρχο ρόλο μπορούν να έχουν οι ιδέες των μαθητών. Στη συγκεκριμένη προσέγγιση δίνεται έμφαση στις εποικοδομητικές και συνεργατικές διαδικασίες, στη δημιουργικότητα, στην ανοικτή σκέψη. Ο δάσκαλος έχει διακριτικό ρόλο και εναρμονίζει τη διδασκαλία του ανάλογα με τις ιδέες των μαθητών με απώτερο σκοπό την αλλαγή των "πρώιμων αντιλήψεων" των παιδιών για τον κόσμο. (Κόμης, 2015)

Η εποικοδομητική προσέγγιση διδασκαλίας περιλαμβάνει 5 φάσεις (στάδια):

1. του προσανατολισμού
2. της ανάδειξης των ιδεών των μαθητών
3. της αναδόμησης των ιδεών
4. της εφαρμογής των νέων ιδεών
5. της ανασκόπησης των ιδεών

Το διδακτικό μοντέλο που ακολουθήθηκε είναι της Συνεργατικής Μάθησης (Collaborative Learning-CL), καθώς οι μαθητές συνεργάστηκαν σε ομάδες για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων στα φύλλα εργασίας.

2.4 Προσδιορισμός του διδακτικού αντικειμένου

Για τον έλεγχο των τεχνικών διδασκαλίας επιλέχθηκαν τα παρακάτω διδακτικά αντικείμενα:

A. Φυσική (ηλεκτρικά κυκλώματα)

Σενάριο 1: σύνδεση σε σειρά

Σενάριο 2: παράλληλη σύνδεση.

B. Αντίληψη του περιβάλλοντος χώρου σε σχέση με το φως

Γ. Αντίληψη του περιβάλλοντος χώρου σε σχέση με τον ήχο

2.5 Διαδικασία ανάλυσης ερευνητικών δεδομένων

Φάση 1

Σε κάθε ομάδα δόθηκε το ίδιο ερωτηματολόγιο (pre-test), πριν αυτό υποβληθεί σε οποιαδήποτε διδασκαλία. Με βάση τις απαντήσεις που πάρθηκαν κάθε μαθητής κατατάχθηκε σε μια κατηγορία σύμφωνα με την ταξινόμια SOLO.

Στόχοι της παρούσας φάσης ήταν:

- ❖ Να ελεγχθεί η ομοιογένεια των ομάδων
- ❖ Να προκύψουν τα δεδομένα τα οποία συγκρινόμενα με τα δεδομένα της δεύτερης φάσης θα δώσουν μια εκτίμηση για την αξιολόγηση της απόδοσης των δυο τεχνικών

Φάση 2

Ακολούθησε η διδασκαλία κάθε ομάδας με διαφορετική μέθοδο και στη συνέχεια δόθηκε ξανά στις ομάδες το ίδιο ερωτηματολόγιο (post-test). Με βάση τις απαντήσεις που πάρθηκαν μετά τη διδασκαλία κάθε μαθητής κατατάχθηκε ξανά σε μια κατηγορία σύμφωνα με την ταξινόμια SOLO.

Ο σκοπός της δεύτερης φάσης της έρευνας ήταν να ελεγχθούν τα παρακάτω:

- ❖ Η ατομική απόδοση κάθε τεχνικής διδασκαλίας.
- ❖ Αν κάποια από τις δύο τεχνικές διδασκαλίας συντέλεσε στην ανάπτυξη Υψηλότερης Τάξης Γνωστικών Δεξιοτήτων (Higher Order Thinking Skills-HOTS).

2.6 Ανάπτυξη Σεναρίου

2.6.1. Ηλεκτρικά Κυκλώματα

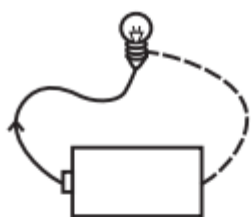
Οι μαθητές της Πέμπτης τάξης του δημοτικού σχολείου διδάχτηκαν τα κυκλώματα σύνδεσης σε σειρά και παράλληλης σύνδεσης σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών. Η διάρκεια του συγκεκριμένου φύλλου εργασίας ήταν δύο διδακτικές ώρες (90 λεπτά).

Συνήθειες εναλλακτικές αντιλήψεις

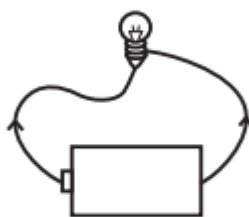
Για να μελετήσουν οι μαθητές τα ηλεκτρικά φαινόμενα, πρέπει να κάνουν συλλογισμούς με αφηρημένες έννοιες, όπως «ρεύμα», «ενέργεια», «φορτίο» κ.ά. Πολλοί μαθητές χρησιμοποιούν συχνά τον γενικό όρο «ηλεκτρισμός» αντί για τον κάθε φορά ορθό ειδικότερο («ηλεκτρικό ρεύμα», «ηλεκτρική ενέργεια», «φορτίο»).

Δυσκολίες αντιμετωπίζουν πολλοί μαθητές και στην κατανόηση της διατήρησης του φορτίου, καθώς θεωρούν ότι το φορτίο χάνεται στη διαδρομή μέσα από τα καλώδια και συνεπώς το ηλεκτρικό ρεύμα εξασθενεί.

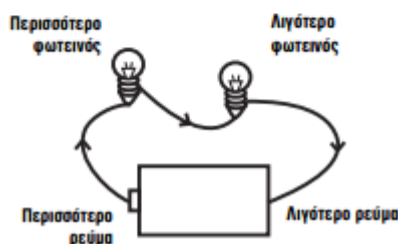
Δυσκολίες, αντιμετωπίζουν και στην κατανόηση της μεταφοράς ενέργειας από το ηλεκτρικό ρεύμα σ' ένα κύκλωμα. Για να εξηγήσουν πώς φτάνει το ρεύμα από την πηγή στον «καταναλωτή», στρέφονται σε εναλλακτικά μοντέλα (Driver 1993, σ. 49), όπως φαίνεται στο σχήμα 15 τα πιο συνηθισμένα από τα οποία είναι:



Το μονοπολικό μοντέλο, στο οποίο οι μαθητές αναγνωρίζουν μόνο έναν πόλο στην πηγή. Θεωρούν ότι για τη σύνδεση πηγής και λαμπτήρα είναι αρκετό ένα μόνο καλώδιο. Η χρήση πλακέ μπαταριών, στις οποίες και οι δύο πόλοι είναι εμφανείς, βοηθά στην απόρριψη του μοντέλου αυτού.



Το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, στο οποίο θεωρούν ότι από τους δύο πόλους της μπαταρίας ρέουν στον «καταναλωτή» δύο «ποιότητες ρεύματος», η ένωση των οποίων προκαλεί την ακτινοβολία του λαμπτήρα.



Το μοντέλο τους εξασθένησης του ρεύματος, σύμφωνα με το οποίο το ρεύμα ρέει προς μία κατεύθυνση, καταναλώνεται στον λαμπτήρα, οπότε επιστρέφει λιγότερο ρεύμα στην πηγή. Η επίδειξη κυκλώματος με δύο λαμπτήρες σε σύνδεση σε σειρά βοηθά στην απόρριψη αυτού του μοντέλου αφού, αν το μοντέλο ήταν σωστό, θα έπρεπε ο δεύτερος να ακτινοβολεί λιγότερο. («Φυσικά» Ε' Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Βιβλίο Δασκάλου, σελ.145).

Πίνακας 12 Σκοποθεσία σύμφωνα με την ταξινόμια Bloom Σενάριο στον Ηλεκτρισμό.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑΣ BLOOM	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ
<p>Οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Να ονομάζουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα κύκλωμα στο οποίο είναι συνδεδεμένοι περισσότεροι από ένας λαμπτήρες σε σειρά. ❖ Να ανακατασκευάζουν ένα κύκλωμα σύνδεσης σε σειρά και να εξηγούν τη λειτουργία του. 	<p>1^ο επίπεδο <u>θυμάμαι</u></p>	<p>Ποια είναι τα στοιχεία του ηλεκτρικού κυκλώματος, στο οποίο είναι συνδεδεμένοι περισσότεροι από ένας λαμπτήρες;</p>	<p>http://photodentro.edu.gr/video/r/8522/962</p>
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Να ανακατασκευάζουν ένα κύκλωμα σύνδεσης σε σειρά και να εξηγούν τη λειτουργία του. 	<p>2^ο επίπεδο <u>κατανώ</u></p>	<p>Πώς μπορούμε σ' ένα κύκλωμα να συνδέσουμε ένα ακόμη λαμπάκι σε σύνδεση σε σειρά; Τι θα συμβεί αν αφαιρέσεις ένα από τα δυο λαμπάκια από το κύκλωμα; Γιατί δεν ανάβει κανένα λαμπάκι, όταν αποσυνδέουμε το ένα από αυτά; Είναι το κύκλωμα ανοιχτό ή κλειστό, όταν αποσυνδέουμε ένα από τα λαμπάκια; Ρέει ρεύμα στο κύκλωμα όταν αποσυνδέσουμε ένα από τα δύο λαμπάκια;</p>	<p>https://phet.colorado.edu/el/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab</p> <p>http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSDIM-E107/559/3671,15947/</p>
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Να σχεδιάζουν το αντίστοιχο σκίτσο με τα σύμβολα 	<p>2^ο επίπεδο <u>κατανώ</u></p>	<p>Να σχεδιάσεις το σκίτσο σύνδεσης σε σειρά με τα σύμβολα του κυκλώματος. Από ποια στοιχεία αποτελείται ένα κύκλωμα με παράλληλη σύνδεση; Σύνδεσε τα λαμπάκια που βλέπεις στην εικόνα του βιβλίου σου.</p>	<p>http://photodentro.edu.gr/v/item/video/8522/961</p>
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Να ονομάζουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα κύκλωμα παράλληλης σύνδεσης ❖ Να κατασκευάζουν ένα κύκλωμα 	<p>1^ο επίπεδο <u>θυμάμαι</u></p> <p>2^ο επίπεδο</p>	<p>Αποσύνδεσε κι εδώ το ένα λαμπάκι. Τι παρατηρείς; Ρέει ρεύμα στο κύκλωμα όταν</p>	<p>https://phet.colorado.edu/el/simulation/8522/961</p>

<p>παράλληλης σύνδεσης και να εξηγούν τον τρόπο λειτουργίας του</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Να σχεδιάζουν το αντίστοιχο σκίτσο με τα σύμβολα του κυκλώματος ❖ Να διακρίνουν τις διαφορές και ομοιότητες μεταξύ της σύνδεσης σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης. ❖ Να εφαρμόζουν τις γνώσεις που απέκτησαν σχετικά με το μοντέλο της παράλληλης σύνδεσης στη σύνδεση των ηλεκτρικών συσκευών στα σπίτια μας. ❖ Να χρησιμοποιούν τις γνώσεις που απέκτησαν σε καταστάσεις της καθημερινότητας στηριζόμενοι στις ιδιότητες των δύο συνδέσεων ❖ Να παρατηρούν τη μεταβολή ή όχι της φωτεινότητας των λαμπτήρων και να αξιολογούν το αποτέλεσμα 	<p><u>κατανοώ</u></p> <p>2^ο επίπεδο</p> <p>4^ο επίπεδο <u>αναλύω</u></p> <p>3^ο επίπεδο <u>εφαρμόζω</u></p> <p>3^ο επίπεδο <u>εφαρμόζω</u></p> <p>5^ο επίπεδο <u>αξιολογώ</u></p>	<p>αποσυνδέσουμε ένα από τα δύο λαμπάκια;</p> <p>Να σχεδιάσεις το σκίτσο με τα σύμβολα του κυκλώματος παράλληλης σύνδεσης.</p> <p>Ποιες είναι οι διαφορές και ομοιότητες μεταξύ τους σύνδεσης σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης;</p> <p>Για ποιο λόγο οι ηλεκτρικές συσκευές που βρίσκονται σε ένα σπίτι συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα;</p> <p>Τα σπίτια μιας πόλης συνδέονται με το τοπικό δίκτυο σε σειρά ή παράλληλα; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.</p> <p>Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων στη σύνδεση σε σειρά και στην παράλληλη σύνδεση; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.</p>	<p>n/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab</p> <p>http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSDIM-E107/559/3671,15947/</p>
--	--	--	--

Μαθησιακοί στόχοι

Στην αυθεντική ταξινόμια τα ρήματα στους μαθησιακούς στόχους περιγράφουν την επιδιωκόμενη συμπεριφορά, δηλαδή τι μπορούν να κάνουν οι μαθητές μετά την ολοκλήρωση μιας ενότητας διδασκαλίας. Οι στόχοι με τις δράσεις και την τελική αξιολόγηση πρέπει να ευθυγραμμίζονται. Το μυστικό αυτής της ευθυγράμμισης είναι να επιλεγούν ρήματα που συσχετίζουν μαθησιακούς στόχους με περιεχόμενο κι αξιολόγηση.

Αν η διδασκαλία περιορίζεται στο επίπεδο της γνώσης και οι μαθητές πρέπει να χρησιμοποιήσουν δεξιότητες υψηλότερης τάξης, η κακή ευθυγράμμιση ανάμεσα στη χαμηλού επιπέδου διδασκαλία και την υψηλού επιπέδου αξιολόγηση οδηγεί τους μαθητές στην αποτυχία (Munzenmaier & Rubin, 2013).

Οι διδακτικοί στόχοι του σχολικού βιβλίου στο κεφάλαιο «Σύνδεση σε σειρά και παράλληλη σύνδεση» είναι οι εξής:

- ο Να διαπιστώσουν οι μαθητές διαφορές και ομοιότητες μεταξύ της σύνδεσης σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης.
- ο Ν' αναφέρουν οι μαθητές ότι οι ηλεκτρικές συνδέσεις στα σίτια μας είναι παράλληλες.
- ο Να διακρίνουν οι μαθητές τη σύνδεση σε σειρά από την παράλληλη σύνδεση σ' ένα σκίτσο ηλεκτρικού κυκλώματος με σύμβολα.

Οι παραπάνω στόχοι επικεντρώνονται σε δραστηριότητες που αφορούν τις Υψηλής Διάταξης Νοητικές Δεξιότητες (HOTS). Αφορούν το τέταρτο επίπεδο της ταξινόμιας του Bloom, αφού αναφέρονται σε συγκρίσεις (διαπίστωση διαφορών κι ομοιοτήτων, διάκριση των σκίτσων των κυκλωμάτων). Ο δεύτερος στόχος αφορά την εφαρμογή (τρίτο επίπεδο) των γνώσεων των μαθητών στην καθημερινότητα.

Βασική αρχή της θεωρία των διδακτικών στόχων του Bloom είναι ότι δεν μπορείς να κατανοήσεις μια σκέψη αν πρώτα δεν τη θυμηθείς, δεν μπορείς να εφαρμόσεις τη γνώση και τις έννοιες αν πρώτα δεν τις καταλαβαίνεις. Είναι μια συνέχεια από τις Χαμηλής Διάταξης Νοητικές Ικανότητες (LOTS), στις Υψηλής Διάταξης Νοητικές Ικανότητες (HOTS).

Γι' αυτόν τον λόγο στο παρακάτω σενάριο καθορίζονται στόχοι που χρησιμοποιούν αρχικά τις Χαμηλής Διάταξης Νοητικές Δεξιότητες («Θυμάμαι», «Κατανοώ») και στη συνέχεια τις Υψηλής Διάταξης Νοητικές Δεξιότητες («Εφαρμόζω», «Αναλύω», «Αξιολογώ»).

Στην αναθεωρημένη ταξινόμια ο κάθε στόχος αντιπροσωπεύεται σε δυο διαστάσεις: τη διάσταση της γνωστικής διαδικασίας και τη διάσταση της γνώσης.

Για τον καθορισμό των στόχων ακολουθήθηκε η διαδικασία των δύο διαστάσεων μαζί με την κατασκευή του δισδιάστατου πίνακα της ταξινόμιας (Πίνακας 13).

Οι διδακτικοί στόχοι που τέθηκαν, σύμφωνα με την ταξινόμια του Bloom (Πίνακας 12), είναι:

- ο Ονομάζουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα κύκλωμα στο οποίο είναι συνδεδεμένοι περισσότεροι από ένας λαμπτήρες σε σειρά (1^ο επίπεδο).
- ο Ονομάζουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα κύκλωμα παράλληλης σύνδεσης (1^ο επίπεδο).

Στην κατηγορία της Γνωστικής διαδικασίας ο πρώτος (1^{ος}) στόχος τοποθετείται στο πρώτο επίπεδο της ταξινόμιας «Θυμάμαι», στο οποίο γίνεται **ανάκληση** της σχετικής **γνώσης** από την μακροπρόθεσμη μνήμη και ως προς τη διάσταση της Γνώσης τοποθετείται στη «Λειτουργική Γνώση» στην οποία ο μαθητής πρέπει να γνωρίζει την

ορολογία και όλα εκείνα τα στοιχεία ή τις λεπτομέρειες που είναι απαραίτητες ώστε να κατανοεί έναν επιστημονικό κλάδο ή να λύνει ένα πρόβλημα.

- Ανακατασκευάζουν ένα κύκλωμα σύνδεσης σε σειρά και ένα παράλληλο κύκλωμα και
- Εξηγούν τη λειτουργία τους (2^ο επίπεδο).

Τα ρήματα ανακατασκευάζω (αναπαριστώ) και εξηγώ δηλώνουν ότι οι μαθητές έχουν κατανοήσει τον τρόπο (πώς), με τον οποίο συνδέονται τα στοιχεία του κυκλώματος μεταξύ τους και τον λόγο (γιατί) για τον οποίο συνδέονται έτσι. Τα ρήματα που χρησιμοποιήθηκαν ανήκουν, ως προς τη Γνωστική διαδικασία, στο δεύτερο επίπεδο της ταξινομίας, το «Κατανοώ», όπου συντελείται η **κατασκευή του νοήματος** κατά τη διδασκαλία. Ως προς το επίπεδο της Γνώσης ο δεύτερος (2^ο) στόχος κατατάσσεται στη «Διαδικαστική γνώση», γιατί τηρείται μια συγκεκριμένη διαδικασία συνδεσμολογίας των υλικών.

- Σχεδιάζουν το αντίστοιχο σκίτσο με τα σύμβολα του κυκλώματος σε σειρά και σε παράλληλη σύνδεση (2^ο επίπεδο).

Κατ' αυτόν τον τρόπο αποδίδουν το νόημα εικονογραφώντας το. Ο τρίτος (3^ο) στόχος κατατάσσεται στο δεύτερο επίπεδο «Καταλαβαίνω» ως προς τη διάσταση της Γνωστικής διαδικασίας και στη «Διαδικαστική γνώση» ως προς τη διάσταση της Γνώσης.

- Εφαρμόζουν τις γνώσεις που απέκτησαν σχετικά με το μοντέλο της παράλληλης σύνδεσης στη σύνδεση των ηλεκτρικών συσκευών στα σπίτια μας (3^ο επίπεδο).
- Χρησιμοποιούν τις γνώσεις που απέκτησαν σε καταστάσεις της καθημερινότητας έχοντας καλή γνώση των ιδιοτήτων των δύο συνδέσεων (3^ο επίπεδο).

Η κατηγορία «Εφαρμόζω» δηλώνει την **πραγματοποίηση ή χρήση μιας διαδικασίας** σε μια δοσμένη κατάσταση και τοποθετείται στο τρίτο επίπεδο της ταξινομίας.

Οι μαθητές χρησιμοποιούν τις γνώσεις που απέκτησαν για τα κυκλώματα και τις συνδέουν με τ' αντίστοιχα κυκλώματα των σπιτιών που βλέπουν στην εικόνα της εργασίας του βιβλίου. Ως προς τη Γνώση ο τέταρτος (4^ο) στόχος κατατάσσεται στην «Εννοιολογική» και συγκεκριμένα είναι η γνώση των θεωριών και των μοντέλων που εφαρμόζονται εδώ.

- Διακρίνουν τις διαφορές και ομοιότητες μεταξύ της σύνδεσης σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης (4^ο επίπεδο).

Ο πέμπτος (5^ο) στόχος κατατάσσεται στο τέταρτο επίπεδο «Αναλύω», δηλαδή **χωρίζω ένα σύνολο στα μέρη που το αποτελούν**, στα συστατικά του στοιχεία. Αυτό προϋποθέτει καλή γνώση των στοιχείων που αποτελούν το κύκλωμα και κατανόηση των σχέσεων με τις οποίες αυτά συνδέονται και λειτουργούν ως σύνολο, έτσι ώστε ν' αποδομηθούν στα μέρη τους, να συγκριθούν και να εντοπιστούν οι ομοιότητες και οι διαφορές τους.

Ως προς τη διάσταση της Γνώσης ο στόχος κατατάσσεται στην «Εννοιολογική», γιατί αφορά την καλή γνώση του μοντέλου των κυκλωμάτων.

- Παρατηρούν τη μεταβολή ή όχι της φωτεινότητας των λαμπτήρων και κρίνουν το αποτέλεσμα (5^ο επίπεδο).

Ο έκτος (6^ο) στόχος κατατάσσεται στην πέμπτη κατηγορία «Αξιολογώ», **κάνω κρίσεις βασισμένος σε κριτήρια και πρότυπα** και δηλώνεται με τα ρήματα

‘Παρατηρώ’ και ‘Κρίνω’. Πρόκειται για μια υψηλής τάξης γνωστική δεξιότητα, όπου ο μαθητής πρέπει πρώτα να παρατηρήσει σωστά τη φωτεινότητα των λαμπτήρων και να ερμηνεύσει με σωστά επιχειρήματα το φαινόμενο.

Στην κατηγορία Γνώση χαρακτηρίζεται ως «Εννοιολογική», γιατί οι μαθητές πρέπει να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις θεωρίας που έχουν αποκτήσει μέχρι τώρα.

Πίνακας 13 Πίνακας ταξινόμησης για το σενάριο Ηλεκτρικά Κυκλώματα

Πίνακας Ταξινόμησης	Διάσταση γνωστικής διαδικασίας					
	Θυμάμαι	Καταλαβαίνω	Εφαρμόζω	Αναλύω	Αξιολογώ	Δημιουργώ
Διάσταση της Γνώσης	Θυμάμαι	Καταλαβαίνω	Εφαρμόζω	Αναλύω	Αξιολογώ	Δημιουργώ
Λειτουργική	Στόχος 1					
Εννοιολογική			Στόχος 4	Στόχος 5	Στόχος 6	
Διαδικαστική		Στόχος 2 Στόχος 3				
Μεταγνωστική						

Το πανόραμα των δυνατοτήτων που παρουσιάζει ο πίνακας ταξινόμησης προκαλεί την παρατήρηση των κενών περιοχών και τη σκέψη για τις χαμένες ευκαιρίες διδασκαλίας (Krathwohl, 2002). Στον πίνακα 13 μόνο ένας στόχος κατατάσσεται στην κατηγορία «Θυμάμαι». Οι άλλοι περιλαμβάνουν γνωστικές διαδικασίες που γενικά αναγνωρίζονται ως οι πιο σημαντικές και μακροπρόθεσμες για την εκπαίδευση. Ο πίνακας ταξινόμησης παρουσιάζει στόχους που μπορούν να επιτευχθούν, αλλά δεν εμπεριέχει κι άλλους ακόμη που θα μπορούσαν να επιτευχθούν. Η κενή στήλη «Δημιουργώ», για παράδειγμα και η κενή γραμμή της «Μεταγνωστικής Γνώσης» εγείρουν ερωτήματα για τους στόχους που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν.

Οι φάσεις της διδασκαλίας

1^η Φάση προσανατολισμού

Το εισαγωγικό ερέθισμα δίνεται μέσα από ένα κόμικ, στο βιβλίο Εργασιών, με ήρωες τον Λαμπάκη και τον Βολφράμιο. Οι μαθητές διαβάζουν το περιεχόμενο των διαλόγων και προσπαθούν να απαντήσουν στο ερώτημα: ‘Γιατί σβήνει το φως στο δωμάτιο, όταν ο Λαμπάκης ανοίγει το κύκλωμα στο σαλόνι;’

Σημειώνουμε τις υποθέσεις των μαθητών στον πίνακα χωρίς να τις σχολιάσουμε. Αναφέρουμε στους μαθητές ότι στο πρώτο πείραμα της ενότητας θα κατασκευάσουμε το κύκλωμα που έφτιαξε ο Λαμπάκης και θα το μελετήσουμε, προσπαθώντας να καταλάβουμε την αιτία του προβλήματος που αντιμετωπίζει ο Βολφράμιος.

2^η φάση: Ανάδειξης των ιδεών

Οι μαθητές και των δύο τμημάτων παρακολουθούν τα παρακάτω βίντεο από το Φωτόδεντρο: <http://photodentro.edu.gr/video/r/8522/962> για τη σύνδεση σε σειρά και <http://photodentro.edu.gr/video/r/8522/961> για την παράλληλη σύνδεση.

Η ομάδα ελέγχου παρακολουθεί τα βίντεο στον βιντεοπροβολέα της αίθουσας Φυσικής. Η παρακολούθηση του βίντεο επαναλαμβάνεται δυο φορές και κατόπιν, ο κάθε μαθητής απαντά στις ερωτήσεις του πρώτου φύλλου εργασίας προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός κατανόησης του περιεχομένου των βίντεο, αλλά και να παρακινηθούν οι μαθητές στην αναζήτηση απαντήσεων για ζητήματα και έννοιες, τα οποία θα τεθούν παρακάτω στη διάρκεια της διδασκαλίας, όπως «ανοιχτό ή κλειστό κύκλωμα», «ροή ρεύματος», «φωτεινότητα των λαμπτήρων», «σύνδεση λαμπτήρων σε σειρά», «παράλληλη σύνδεση».

Για την **πειραματική ομάδα** η παρακολούθηση των βίντεο γίνεται ανά ομάδες δύο μαθητών μπροστά σε έναν υπολογιστή στην αίθουσα Πληροφορικής. Ο χειρισμός του υπολογιστή γίνεται εναλλάξ από τα ζευγάρια των μαθητών. Η επιλογή τους στις ομάδες έγινε με βάση το επίδοσή τους τόσο στην πληροφορική όσο και στη μαθησιακή διαδικασία γενικότερα. Οι μαθητές απαντούν στις ερωτήσεις του πρώτου φύλλου εργασίας, ο καθένας ξεχωριστά, προκειμένου να συναχθούν συμπεράσματα σχετικά με τους αρχικές τους αντιλήψεις πάνω στο θέμα της σύνδεσης σε σειρά, αλλά και ευαισθητοποιήσής τους για θέματα που θα συζητηθούν παρακάτω.

3^η φάση: αναδόμησης των ιδεών

Στη φάση αυτή εκθέτουμε τους μαθητές σε καταστάσεις γνωστικής σύγκρουσης, ώστε να έρθουν αντιμέτωποι με τους αρχικές τους ιδέες και στη συνέχεια να οδηγηθούν στην απόρριψή τους και στην οικοδόμηση τους επιστημονικής γνώσης (Κατσάνη, 2005). Η Vosniadou (1994), αναφέρει ότι, προκειμένου οι μαθητές να άρουν τις λανθασμένες τους αντιλήψεις, πρέπει πρώτα να συνειδητοποιήσουν τις απόψεις τους, καθώς και την ανεπάρκειά τους να εξηγήσουν τα Φυσικά φαινόμενα.

A. Ομάδα Ελέγχου

Στην ομάδα που χρησιμοποιεί το πραγματικό εργαστήριο φυσικής του σχολείου, δίνονται τα υλικά (μπαταρία, λαμπάκια σε λυχνιολαβές, καλώδιο, συνδετήρες) στους 18 μαθητές, οι οποίοι είναι χωρισμένοι σε τέσσερις ομάδες. Κατά τη διάρκεια κατασκευής του κυκλώματος σε σειρά απαντούν στις ερωτήσεις στο δεύτερο φύλλο εργασίας εργαζόμενοι ομαδοσυνεργατικά. Αφού ολοκληρωθεί από όλους το πείραμα ακολουθεί συζήτηση που εστιάζει και ανακεφαλαιώνει σε ζητήματα όπως:

- ❖ Τα λαμπάκια άναψαν όλα μαζί ή ένα-ένα;
- ❖ Τι έγινε όταν αποσύνδεσες το ένα λαμπάκι;
- ❖ Με ποιους άλλους τρόπους θα μπορούσες να ανοίξεις το κύκλωμα;
- ❖ Τι παρατηρείς σχετικά με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων; Ανάβει κάποιο απ' αυτά περισσότερο ή ανάβουν το ίδιο;
- ❖ Τι πιστεύεις ότι θα συνέβαινε στην περίπτωση που είχαμε και τρίτο λαμπάκι και αποσυνδέαμε το ένα;

Το σενάριο της παράλληλης σύνδεσης ακολουθεί την ίδια διαδικασία προβολής, αρχικά, αντίστοιχου βίντεο που παρουσιάζει την κατασκευή ενός κυκλώματος σε παράλληλη σύνδεση (2η φάση) και στη συνέχεια δίνεται το δεύτερο φύλλο εργασίας, όπου ακολουθώντας τις οδηγίες οι μαθητές κατασκευάζουν το κύκλωμα παράλληλης σύνδεσης χρησιμοποιώντας μπαταρία, λαμπάκια σε λυχνιολαβές, καλώδιο,

συνδετήρες. Απαντούν στις ερωτήσεις συζητώντας μεταξύ τους και γράφοντας τα συμπεράσματά τους και ακολουθεί συζήτηση δια μέσω ερωτήσεων όπως:

- ❖ Τι νομίζεις ότι θα συμβεί αν έχω τρία (3) λαμπάκια συνδεδεμένα παράλληλα και καεί το ένα από αυτά, θα σβήσουν και τα υπόλοιπα; Γιατί;
- ❖ Στα σπίτια μας οι ηλεκτρικές συσκευές είναι συνδεδεμένες σε σειρά ή παράλληλα;
- ❖ Γιατί; Τι θα γινόταν αν ήταν συνδεδεμένες στη σειρά;

Ακολουθεί καταγραφή των συμπερασμάτων στο σχολικό Τετράδιο Εργασιών.

B.Πειραματική Ομάδα

Οι μαθητές χωρίζονται ανά δύο σε ομάδες και είναι έτοιμοι να χρησιμοποιήσουν το εικονικό εργαστήριο στην ιστοσελίδα <https://phet.colorado.edu/el/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>.

Πρόκειται για εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων και αποτελεί μέρος της Τεχνολογικής Εκπαίδευσης της Φυσικής (Physics Educational Technology - PhET, στο πανεπιστήμιο Κολοράντο). Οι προσομοιώσεις που έχει αναπτύξει το πανεπιστήμιο του Κολοράντο είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να είναι ιδιαίτερα διαδραστικές και ελκυστικές, ανοιχτά περιβάλλοντα μάθησης, που παρέχουν ζωνρή ανατροφοδότηση στον χρήστη (Finkelstein et al., 2005) Η εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων περιλαμβάνει έναν ανοικτό χώρο εργασίας, όπου οι μαθητές μπορούν να τοποθετήσουν λαμπτήρες, καλώδια και μπαταρίες και να φτιάξουν κυκλώματα.

Αρχικά δίνονται κάποιες οδηγίες σχετικά με τη χρήση της εφαρμογής και αφιερώνεται χρόνος περίπου ενός τετάρτου στην εξοικείωση των μαθητών ως προς τις δυνατότητες της προσομοίωσης. Οι μαθητές κατασκευάζουν απλά κυκλώματα και στη συνέχεια κατασκευάζουν το κύκλωμα σε σειρά. Αφού ολοκληρωθεί η πειραματική διαδικασία γίνεται ανακεφαλαίωση και συζήτηση με τα ίδια ερωτήματα που τέθηκαν και στην ομάδα ελέγχου.

Κατά τη διαδικασία της διδασκαλίας της παράλληλης σύνδεσης η πειραματική ομάδα εργάζεται πάνω στην προσομοίωση κατασκευής κυκλωμάτων σε εικονικό εργαστήριο και ανά δύο οι μαθητές καταγράφουν τις απαντήσεις τους στο δεύτερο φύλλο εργασίας. Ακολουθεί συζήτηση με τη συμμετοχή όλων των ομάδων και τέλος τα συμπεράσματα καταγράφονται στο σχολικό Τετράδιο Εργασιών του Μαθητή.

4^η φάση: Εφαρμογής

Στη φάση τους Εφαρμογής οι μαθητές απαντούν στις ερωτήσεις του τρίτου φύλλου εργασίας προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τη γνώση που έχει κατακτηθεί. Επίσης γίνεται ανάθεση των εργασιών του σχολικού Τετραδίου Εργασιών για το σπίτι και στις δυο ομάδες.

5^η φάση: Ανασκόπησης

Δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να σκεφτούν σχετικά με τις τωρινές και τις προηγούμενες γνώσεις τους. Οδηγούνται στη μεταγνώση, δηλαδή τη δυνατότητα να μπορούν να αξιολογούν τη γνώση που έχουν ή δεν έχουν και τους τρόπους με τους οποίους την απέκτησαν. Συγκρίνονται οι αρχικές ιδέες των μαθητών με τις νέες ιδέες.

2.6.2. Ανάκλαση του φωτός

Οι μαθητές της Πέμπτης τάξης του δημοτικού σχολείου πραγματοποίησαν εικονικά και πραγματικά πειράματα σχετικά με την ανάκλαση του φωτός. Η διάρκεια του σεναρίου ήταν δύο διδακτικές ώρες (90) λεπτά.

Εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με την ανάκλαση και διάχυση του φωτός

- ❖ Πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι βλέπουμε τα αντικείμενα, επειδή φωτεινές ακτίνες ξεκινούν από αυτά και φτάνουν στα μάτια μας. Άλλοι μαθητές πιστεύουν ότι οι φωτεινές ακτίνες ξεκινούν από τα μάτια μας, ανακλώνται στα αντικείμενα και επιστρέφουν στα μάτια μας. Γενικά οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι το φως, που φτάνει στα μάτια μας από τα διάφορα αντικείμενα, προέρχεται από τη διάχυση του φωτός, που ακτινοβολούν οι φωτεινές πηγές (Φυσικά Ε' Δημοτικού, Ερευνώ κι Ανακαλύπτω, Βιβλίο Δασκάλου, 2012).
- ❖ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες θεωρούν ότι το φως παραμένει στον καθρέφτη κατά τη διάρκεια της ανάκλασης.
- ❖ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες δεν αντιλαμβάνονται τη διάδοση του φωτός με ακτίνες.
- ❖ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες θεωρούν ότι το είδωλο βρίσκεται πάνω στον καθρέφτη κι όχι πίσω από αυτόν με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να κατανοήσουν τα είδωλα στα επίπεδα κάτοπτρα.
- ❖ Επίσης αρκετοί πιστεύουν ότι το είδωλο ενός αντικειμένου αλλάζει θέση όταν αλλάζουν οι ίδιοι θέση (ως παρατηρητές) (Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης-ΕΚΤ).

Πίνακας 14 Σκοποθεσία σύμφωνα με την ταξινόμια Bloom Σενάριο στην ενότητα Φως.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑΣ BLOOM	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Να συνοψίζουν πώς βλέπουμε τα αντικείμενα μέσα από το τρίπτυχο πηγή-αντικείμενο-μάτι. ➤ Να πραγματοποιήσουν οι μαθητές πειράματα σχετικά με τη δημιουργία ειδώλου σε επίπεδο κάτοπτρο και την ανάκλαση του φωτός. ➤ Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι το είδωλο σχηματίζεται πίσω και όχι μέσα στο επίπεδο κάτοπτρο. ➤ Να αναγνωρίζουν τους όρους ‘γωνία πρόσπτωσης’, ‘γωνία ανάκλασης’ και να αναπαριστούν τις γωνίες πειραματικά ➤ Να πραγματοποιήσουν μετρήσεις με γεωμετρικά όργανα (χάρακα, μοιρογνωμόνιο). ➤ Να συμπεράνουν ότι η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης. 	2 ^ο επίπεδο Bloom- <u>Κατανοώ</u>	Πώς βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας;	
	3 ^ο επίπεδο Bloom- <u>Εφαρμόζω</u>	Οι μαθητές εργάζονται πειραματικά στο εργαστήριο φυσικής και στο εργαστήριο υπολογιστών.	http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1584?locale=el http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1559?locale=el
	2 ^ο επίπεδο Bloom- <u>Κατανοώ</u>	Πώς νομίζεις ότι σχηματίστηκε το είδωλο του κεριού στον καθρέφτη;	http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1584?locale=el
	3 ^ο επίπεδο Bloom- <u>Εφαρμόζω</u>	Τι συμβαίνει όταν η φωτεινή δέσμη φωτός πέσει πάνω στον καθρέφτη; Ποιες γωνίες βλέπεις στην εικόνα; Ποια είναι η σχέση τους; Από ποιες πλευρές αποτελούνται αυτές οι γωνίες;	
	3 ^ο επίπεδο Bloom- <u>Εφαρμόζω</u>	Διαπίστωσε χρησιμοποιώντας τον χάρακά σου την απόσταση του κεριού και του ειδώλου του από τον καθρέφτη.	http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1588?locale=el
	2 ^ο επίπεδο Bloom- <u>Κατανοώ</u>	Μέτρησε με το μοιρογνωμόνιο τις γωνίες που σχηματίζονται. Ποια είναι η σχέση τους;	http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1588?locale=el

Διδακτικοί στόχοι

A. Οι διδακτικοί στόχοι του σχολικού βιβλίου στο κεφάλαιο «Ανάκλαση και Διάχυση του φωτός» είναι οι εξής:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάχυσης του φωτός.
- Ν' αναφέρουν οι μαθητές επιφάνειες, στις οποίες το φως ανακλάται και επιφάνειες στις οποίες το φως διαχέεται.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι μπορούμε να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας χάρη στις φωτεινές ακτίνες που διαχέονται, όταν προσπίπτουν σε αυτά.

Οι στόχοι, όπως διατυπώνονται παραπάνω, κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

Στο πρώτο επίπεδο «Θυμάμαι» κατατάσσεται ο στόχος σύμφωνα με τον οποίο οι μαθητές αναφέρουν επιφάνειες, όπου το φως ανακλάται και επιφάνειες στις οποίες το φως διαχέεται, καθώς πρέπει ν' ανακαλούν από τη μνήμη τους αυτές τις πληροφορίες, όταν τους ζητείται.

Στο δεύτερο επίπεδο «Καταλαβαίνω» κατατάσσεται ο στόχος όπου οι μαθητές πρέπει 'να εξηγήσουν ότι μπορούμε να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας χάρη στις φωτεινές ακτίνες που διαχέονται, όταν προσπίπτουν σε αυτά'. Το ρήμα «Εξηγώ», είναι ένα από τα ρήματα του δεύτερου επιπέδου της ταξινομίας του Bloom και δηλώνει ότι, αφού επεξεργαστώ τη νέα πληροφορία, ερμηνεύω δίνοντας δικά μου παραδείγματα.

Στο τρίτο επίπεδο «Εφαρμόζω» κατατάσσεται ο στόχος 'να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάχυσης του φωτός'.

Οι παραπάνω στόχοι χαρακτηρίζουν τα τρία πρώτα επίπεδα της ταξινομίας του Bloom που αφορούν τις χαμηλότερης τάξης γνωστικές δεξιότητες.

Σύμφωνα με την ταξινομία του Bloom οι στόχοι, οι δραστηριότητες και η τελική αξιολόγηση πρέπει να ευθυγραμμίζονται. Στο σχολικό βιβλίο παρατηρείται μια απόσταση ανάμεσα στους καθορισμένους στόχους και τις εργασίες τελικής αξιολόγησης. Κάποιες από τις εργασίες δεν ευθυγραμμίζονται με τους στόχους γι' αυτό και οι στόχοι θα έπρεπε να είναι πιο λεπτομερείς και η χρήση των ρημάτων να ορίζει συγκεκριμένες δραστηριότητες, τα αποτελέσματα των οποίων μετά θ' αξιολογηθούν.

Αν η διδασκαλία περιορίζεται στο επίπεδο της γνώσης και οι μαθητές πρέπει να χρησιμοποιήσουν δεξιότητες υψηλότερης τάξης, η κακή ευθυγράμμιση ανάμεσα στη χαμηλού επιπέδου διδασκαλία και την υψηλού επιπέδου αξιολόγηση κάνει τους μαθητές ν' αποτυγχάνουν (Munzenmaier & Rubin, 2013).

B .Διδακτικοί στόχοι σύμφωνα με την ταξινομία του Bloom (Πίνακας 15).

1. Πραγματοποιούν οι μαθητές πειράματα για τα φαινόμενα της δημιουργίας ειδώλου σε επίπεδο κάτοπτρο και της ανάκλασης του φωτός. Στο επίπεδο της γνωστικής διαδικασίας ο πρώτος στόχος τοποθετείται στο τρίτο επίπεδο της ταξινομίας «Εφαρμόζω», γιατί αφορά πειραματική

διαδικασία, ενώ ως προς τη διάσταση της γνώσης αφορά τη «Διαδικαστική» γνώση.

2. Ερμηνεύουν πώς βλέπουμε τα αντικείμενα μέσα από το τρίπτυχο πηγή-αντικείμενο-μάτι. Ο δεύτερος στόχος κατατάσσεται στο δεύτερο επίπεδο «Καταλαβαίνω» γιατί γίνεται αναγνώριση σύνθετων εννοιών και αρχών που αφορούν την έννοια του φωτός και στην «Εννοιολογική» γνώση (γνώση αρχών και γενικεύσεων).
3. Αναγνωρίζουν τους όρους ‘γωνία πρόσπτωσης’, ‘γωνία ανάκλασης’. Ο τρίτος στόχος κατατάσσεται στο πρώτο επίπεδο της ταξινόμιας «Θυμάμαι» και στη «Λειτουργική» διάσταση της γνώσης.
4. Αναπαριστούν τις γωνίες πειραματικά και πραγματοποιούν μετρήσεις με γεωμετρικά όργανα (χάρακα, μοιρογνωμόνιο). Στο τρίτο επίπεδο της ταξινόμιας στο επίπεδο του «Εφαρμόζω» ανήκει ο τέταρτος στόχος και στη «Διαδικαστική» γνώση.
5. Συμπεραίνουν ότι η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης. Στο δεύτερο επίπεδο «Καταλαβαίνω» κατατάσσεται ο πέμπτος στόχος και στη «Λειτουργική» διάσταση της γνώσης.
6. Εξηγούν οι μαθητές ότι το είδωλο σχηματίζεται πίσω και όχι μέσα στο επίπεδο κάτοπτρο. Ο έκτος στόχος κατατάσσεται στο δεύτερο επίπεδο «Καταλαβαίνω» και στη «Λειτουργική» ως προς τη διάσταση της γνώσης.

Πίνακας 15 Πίνακας ταξινόμησης για το σενάριο Φως

Πίνακας Ταξινόμησης	Διάσταση γνωστικής διαδικασίας					
	Θυμάμαι	Καταλαβαίνω	Εφαρμόζω	Αναλύω	Αξιολογώ	Δημιουργώ
Διάσταση της Γνώσης						
Λειτουργική	στόχος 3	στόχος 5 στόχος 6				
Εννοιολογική		στόχος 2				
Διαδικαστική			στόχος 1 στόχος 4			
Μεταγνωστική						

Στον παραπάνω πίνακα ταξινόμησης (Πίνακας 15) παρατηρούμε ότι οι στόχοι που θέσαμε καλύπτουν τα κελιά μέχρι και το τρίτο επίπεδο «Εφαρμόζω», δηλαδή τις κατώτερης τάξης γνωστικές δραστηριότητες. Η κατανόηση των εννοιών όπως του φωτός και φαινομένων όπως η ανάκλαση και η διάχυση, η δημιουργία ειδώλου σε επίπεδο κάτοπτρο και κυρίως, η κατανόηση ότι το είδωλο δημιουργείται πίσω από τον καθρέφτη απαιτούν την ύπαρξη αφαιρετικής σκέψης που δεν έχει δημιουργηθεί ακόμη στα παιδιά της σχολικής ηλικίας. Οι Ravanis, Paramichael & Koulaidis, (2002) αναφέρουν ότι το βασικότερο έλλειμμα της σκέψης του παιδιού είναι ότι οι νοητικές του

πράξεις (π.χ.ταξινόμηση) γίνονται μόνο με βάση συγκεκριμένα πράγματα κι όχι αφηρημένες έννοιες ή σύμβολα.

Οι φάσεις διδασκαλίας

1η Φάση-Προσανατολισμού- Ένασμα ενδιαφέροντος

Οι μαθητές στη φάση του προσανατολισμού του ενδιαφέροντός τους στην έννοια της ανάκλασης παρατηρούν τις εικόνες που τους προβάλλονται με τη χρήση του βιντεοπροβολέα. Κατά τη διάρκεια της συζήτησης που ακολουθεί ακούγονται όλες οι απόψεις σχετικά με το φαινόμενο που παρουσιάζεται στις δυο εικόνες (σχήματα 16, 17) χωρίς διορθώσεις ή παρεμβολές από τον διδάσκοντα. Επίσης καλούνται, χρησιμοποιώντας ένα καθρεφτάκι, να διαβάσουν κανονικά τα κατοπτρικά γράμματα (σχήμα 18). Ο εκπαιδευτικός ενημερώνει τους μαθητές για το τι πρόκειται να επακολουθήσει, ώστε να είναι ενήμεροι για τις δραστηριότητες που οι ίδιοι θα διεξάγουν (Κώτσης, 2005). Μ' αυτόν τον τρόπο προκαλείται το ενδιαφέρον τους, η έκπληξη και η απορία τους σχετικά με το φαινόμενο της ανάκλασης. Τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου ακολουθείται η ίδια διαδικασία σ' αυτή τη φάση.



Σχήμα 16 Ανάκλαση (πηγή: εικόνες Google)



Σχήμα 17 Ανάκλαση (πηγή: εικόνες Google)



Χρησιμοποίησε έναν μικρό καθρέφτη, για να δεις σωστά την εικόνα. Ξέρεις την απάντηση του καθρέφτη;

Σχήμα 18 Κατοπτρικά γράμματα (πηγή: Ερευνώ κι Ανακαλύπτω, Ε' Δημοτικού)

2η φάση- Ανάδειξης των ιδεών

Οι μαθητές δοκιμάζουν τις ιδέες τους και τις εκφράζουν απαντώντας γραπτώς σε συγκεκριμένες ερωτήσεις, έτσι ώστε ν' αναδυθούν οι αρχικές τους ιδέες σχετικά με την έννοια που διερευνούν.

Με κατάλληλες ερωτήσεις, οι οποίες είναι διατυπωμένες στο πρώτο φύλλο εργασίας (προτέστ), διερευνώνται οι αρχικές αντιλήψεις τους για το φαινόμενο της ανάκλασης, το είδωλο, τον κατοπτρισμό και εξάγονται πληροφορίες σχετικά με τις πρωταρχικές τους αντιλήψεις πάνω στο θέμα του σχηματισμού ειδώλου σε κάτοπτρο και της ανάκλασης του φωτός .

Οι ίδιες ερωτήσεις, που απαντώνται ατομικά, δίνονται μετά την πραγματοποίηση των πειραμάτων για να διαπιστωθεί αν έχουν επιτευχθεί οι αρχικοί στόχοι και έχει υπάρξει εννοιολογική αλλαγή (μετατέστ - 4^η Φάση).

Το πρώτο φύλλο εργασίας περιλαμβάνει ερωτήσεις όπως:

- ❖ Πώς νομίζεις ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.
- ❖ Γιατί τα γράμματα μπροστά σε ορισμένα ασθενοφόρα οχήματα είναι ανάποδα;
- ❖ Τι συμβαίνει στα τζάμια του καταστήματος; Δικαιολόγησε την άποψή σου. (σχήμα 19).



Σχήμα 19 Ανάκλαση (πηγή: εικόνες Google)

- ❖ Πώς νομίζεις ότι σχηματίζεται το είδωλό σου στον καθρέφτη;
- ❖ Το είδωλό σου στον καθρέφτη σχηματίζεται πάνω, μέσα ή πίσω από το τζάμι; Γιατί;

Το ίδιο φύλλο εργασίας δίνεται τόσο στην ομάδα ελέγχου, όσο και στην πειραματική ομάδα.

3η φάση – Εισαγωγής της επιστημονικής γνώσης ή Αναδόμησης των ιδεών

Αρχικά οι μαθητές, τόσο της ομάδας ελέγχου όσο και της πειραματικής ομάδας, ανά δύο, παρακολουθούν ένα πείραμα επίδειξης σχετικά με τον σχηματισμό ειδώλου σε επίπεδο κάτοπτρο. Η ομάδα ελέγχου παρακολουθεί το πρώτο πείραμα του Τετραδίου Εργασιών (σελ.136) σχετικά με τον σχηματισμό ειδώλου σε επίπεδο κάτοπτρο και η

πειραματική ομάδα παρακολουθεί την προσομοίωση ‘η λειτουργία του καθρέφτη’ <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1559?locale=el>.

Στόχος είναι να επιτευχθεί η εννοιολογική αλλαγή μετά από εννοιολογική σύγκρουση με τις πρωταρχικές ιδέες τους.

Δίνονται ερωτήσεις σ’ ένα δεύτερο φύλλο εργασίας, όπου γίνεται προσπάθεια από τον εκπαιδευτικό να συνδέονται οι πειραματικές δραστηριότητες με τις έννοιες της Φυσικής που εξετάζονται έτσι ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν επιστημονικό τρόπο σκέψης μέσα από την ερευνητική μεθοδολογία υποθέτω- παρατηρώ –συμπεραίνω.

Η διαδικασία των απαντήσεων στις ερωτήσεις γίνεται μέσα από συζήτηση των μαθητών ανά δύο και καταγραφή των απαντήσεών τους στο φύλλο εργασίας. Συζητώντας οι μαθητές σχολιάζουν, επαναδιατυπώνουν, συμπληρώνουν ή διορθώνουν τις προβλέψεις και τις υποθέσεις τους στο δεύτερο φύλλο εργασίας. Πρόκειται για μια ανακαλυπτική προσέγγιση, κατά την οποία οι μαθητές αντικαθιστούν τις ιδέες τους με αυτά που ανακάλυψαν οι ίδιοι (Κώτσης, 2005).

Ομάδα Ελέγχου

Οι μαθητές εργάζονται ανά δύο στο φύλλο εργασίας (2) και απαντούν στις ερωτήσεις παρακολουθώντας την πορεία του πειράματος επίδειξης.

Οι απαντήσεις ανακοινώνονται από κάθε ομάδα ξεχωριστά στην τάξη, όπου καταφαίνονται όλες οι απόψεις. Μέσα από την καθοδήγηση και την εισαγωγή του επιστημονικά ορθού οι μαθητές ελέγχουν τις απαντήσεις τους και είτε τις επιβεβαιώνουν είτε τις απορρίπτουν.

Το επιστημονικό συμπέρασμα καταγράφεται στο Τετράδιο Εργασιών του μαθητή.

Στο δεύτερο πείραμα οι μαθητές ανά δύο ακολουθούν τις οδηγίες και απαντούν στις ερωτήσεις. Το δεύτερο πείραμα αφορά την ανάκλαση του φωτός και περιγράφεται στο Τετράδιο Εργασιών (σελ. 137). Το πείραμα αυτό πραγματοποιείται από τους μαθητές στο εργαστήριο Φυσικής του σχολείου.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι βοηθητικός στη διαδικασία της μέτρησης των γωνιών από τους μαθητές και επίσης είναι διευκρινιστικός σε ερωτήματα που δεν κατανοούν.

Πειραματική ομάδα

Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας εργάζονται ανά δύο μπροστά σε έναν υπολογιστή και χρησιμοποιούν ορισμένα από τα μαθησιακά αντικείμενα του Φωτόδεντρου και συγκεκριμένα την τρισδιάστατη προσομοίωση ‘η λειτουργία του καθρέφτη’ <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1559?locale=el>, όπου παρατηρούν τη θέση, το σχήμα, το μέγεθος, της εικόνας (ειδώλου) που σχηματίζεται από ένα επίπεδο κάτοπτρο. Παρατηρούν, συζητούν και συμπληρώνουν το δεύτερο φύλλο εργασίας.

Στη συνέχεια, παρακολουθούν την προσομοίωση ‘Βλέποντας μέσα από τον καθρέφτη’ <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1584?locale=el>, που υπάρχει ήδη έτοιμη στον υπολογιστή τους και συμπληρώνουν το τρίτο φύλλο εργασίας.

Τέλος μεταβαίνουν στην τρισδιάστατη προσομοίωση ‘Οι νόμοι της κατοπτρικής ανάκλασης’ <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1588?locale=el>, στο τέταρτο φύλλο

εργασίας, όπου πειραματίζονται μεταβάλλοντας τις γωνίες πρόσπτωσης και ανάκλασης και καταλήγουν σε επιστημονικά συμπεράσματα σχετικά με τους νόμους της κατοπτρικής ανάκλασης.

4^η Φάση- Εφαρμογής

Στη φάση αυτή οι μαθητές και των δύο ομάδων εφαρμόζουν τις νέες γνώσεις τους σε καταστάσεις που αφορούν την πραγματικότητα. Απαντούν πάλι, γραπτώς, στο ερωτηματολόγιο του πρώτου φύλλου εργασίας (μετατέστ), έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν έχουν τροποποιήσει τις αρχικές τους ιδέες. Ο εκπαιδευτικός συγκεντρώνει τις απαντήσεις και τις ταξινομεί.

5^η Φάση-Ανασκόπησης

Οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν τις νέες απόψεις τους με αυτές που είχαν στην αρχή του μαθήματος και να εκτιμήσουν την αξία των τελικών συμπερασμάτων στα οποία κατέληξαν. Οδηγούνται, δηλαδή, στον αυτοέλεγχο και στη συνειδητοποίηση της γνωστικής τους πορείας ή σε αυτό που ονομάζεται μεταγνώση (Κώτσης, 2005).

Οι μαθητές απαντούν σε ερωτήσεις όπως:

Τι λέγατε πριν σχετικά με το πώς βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας; Για τους καθρέφτες και τα είδωλα;

Τι νομίζετε τώρα;

Γιατί αλλάξατε γνώμη;

2.6.3. Πώς παράγεται ο ήχος – Χαρακτηριστικά του ήχου

Στην Ενότητα 'Ήχος' οι μαθητές της Πέμπτης τάξης διδάχτηκαν την παραγωγή και τα χαρακτηριστικά του ήχου. Ο χρόνος που διατέθηκε για τη διδασκαλία ήταν δύο διδακτικές ώρες (90 λεπτά).

Εναλλακτικές ιδέες μαθητών

1. Συχνά οι μαθητές υποθέτουν ότι η παραγωγή του ήχου οφείλεται στις φυσικές ιδιότητες των αντικειμένων (πχ. «ο ήχος παράγεται γιατί το αντικείμενο είναι φτιαγμένο από πλαστικό ή από λάστιχο ή είναι παχύ, λεπτό, σκληρό ή τεντωμένο») (Driver et al., 2000, σελ. 244).
2. Η παραγωγή του ήχου οφείλεται στις δονήσεις/ταλαντώσεις. Αυτή η ερμηνεία εμφανίζεται κυρίως σε εκείνες τις περιπτώσεις που τα παιδιά μπορούν εύκολα να παρατηρήσουν τις ταλαντώσεις αυτές. Λίγες όμως είναι οι αναφορές για την διαδικασία μεταφοράς των δονήσεων στον αέρα. Γενικά οι μαθητές, οποιασδήποτε ηλικίας, σπάνια υποδεικνυαν ένα μηχανισμό για τον τρόπο με τον οποίο ταξιδεύει ο ήχος (Asoko, Leach, & Scott, 1991).
3. Παιδιά μικρότερης ηλικίας, σπάνια αναφέρουν ότι χρειάζεται ο αέρας ή άλλο μέσο για να διαδοθεί ο ήχος. Θεωρούν δηλαδή ότι οι ήχοι μπορούν να ταξιδέψουν στον άδειο χώρο (Harkiewicz, 1992. Stephans, 1996).
4. Στα σχολικά εγχειρίδια αναφέρεται ότι ο ήχος χρειάζεται ένα μέσο, μέσα στο οποίο θα ταξιδεύει. Ενώ δεν υπάρχει πρόβλημα για το ξύλο ή το νερό σαν μέσο, ο αέρας δεν γίνεται αισθητός με τον ίδιο τρόπο (Stephans, 1996). Σε μεγαλύτερους μαθητές (16 ετών) η ιδέα του ήχου που ταξιδεύει στον αέρα αναγνωρίζεται σε ποσοστό 70% χωρίς ωστόσο να διασαφηνίζεται ο μηχανισμός διάδοσης (Asoko et al, 1991).

Ειδικότερα για τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ήχου, αναφέρονται οι παρακάτω προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών:

1. Αρκετοί μαθητές συγχέουν την ένταση ενός ήχου με το ύψος του. Έτσι θεωρούν ότι οι υπέρηχοι είναι εξαιρετικά δυνατοί ήχοι ή ότι, αν χτυπήσουν ένα αντικείμενο δυνατότερα ή αν τραβήξουν μια χορδή πιο δυνατά, θα αλλάξει το ύψος του παραγόμενου ήχου (Stephans, 1996 και Harkiewicz, 1992).
2. Άλλοι μαθητές θεωρούν ότι, όταν το διαπασών χάνει ενέργεια ή «μικραίνει» η ταλάντωσή του, τότε αλλάζει και το ύψος του παραγόμενου ήχου (Harkiewicz, 1992).
3. Αρκετοί μαθητές συγχέουν την ταχύτητα διάδοσης του ήχου με το πλάτος των δονήσεων και τη δύναμη που ασκούμε για την παραγωγή ήχων. Έτσι, οι μεγαλύτερες σε πλάτος δονήσεις ταξιδεύουν πιο αργά απ' ότι οι μικρές (σε πλάτος) δονήσεις (Asoko et al, 1991; Maurines, 1993).
4. Πολλοί μαθητές συνδέουν τα ανεξάρτητα χαρακτηριστικά των κυμάτων – βασικά το πλάτος, τη συχνότητα και την ταχύτητα διάδοσής τους – με τη συνολική τους ένταση. Για παράδειγμα, μια κοινή πεποίθηση είναι ότι μια γρήγορη ταλάντωση εγγυάται μεγάλο πλάτος και μεγάλη ταχύτητα διάδοσης ή

αντίστροφα ένα μικρό πλάτος συνεπάγεται χαμηλή ταχύτητα διάδοσης (Stepans, 1996).

5. Οι μαθητές συχνά σκέφτονται τη συχνότητα με όρους χρονικών μονάδων και τη συγγέουν με την περίοδο (Stepans, 1996; Βαμβακούσης & Μπρες, 2011).

Πίνακας 16 Σκοποθεσία σύμφωνα με την ταξινόμια Bloom Σενάριο στην ενότητα Ήχος.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑΣ BLOOM	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ
<p>Να αντιλαμβάνονται οι μαθητές την έννοια του κύματος, της ταλάντωσης, της ηχητικής πηγής και του υλικού μέσου.</p> <p>Να συμπεράνουν μετά από πείραμα ότι ο ήχος παράγεται από την ταλάντωση της ηχητικής πηγής, ότι διαρκεί όσο και η ταλάντωση της ηχητικής πηγής και σταματά, όταν η ηχητική πηγή σταματήσει να πάλλεται.</p> <p>Να συνοψίσουν πώς φτάνει στ' αυτιά μας ως ηχητικό κύμα και πως για να διαδοθεί θα πρέπει να παρεμβάλλεται μεταξύ πηγής και ακροατή ένα υλικό μέσο.</p> <p>Να αντιλαμβάνονται ότι για ν' ακουστεί από τον άνθρωπο ένας ήχος θα πρέπει:</p> <p>α) να είναι αρκετά ισχυρός β) να έχει κατάλληλη συχνότητα</p> <p>Να συσχετίσουν τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου, όπως ύψος, ένταση, χροιά με τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά του, όπως συχνότητα, πλάτος ηχητικού κύματος</p> <p>Να φέρουν σε πέρας τα εικονικά πειράματα των προσομοιώσεων, αφού ακολουθήσουν σωστά τις οδηγίες</p> <p>Να κρίνουν γιατί ένας ήχος ακούγεται δυνατότερα, όταν η πηγή του είναι κοντά.</p>	<p>2^ο επίπεδο ταξινόμιας Bloom <u>Κατανοώ</u></p> <p>2^ο επίπεδο ταξινόμιας Bloom <u>Κατανοώ</u></p> <p>2^ο επίπεδο ταξινόμιας Bloom <u>Κατανοώ</u></p> <p>2^ο επίπεδο ταξινόμιας Bloom <u>Κατανοώ</u></p> <p>4^ο επίπεδο ταξινόμιας Bloom <u>Αναλύω</u></p> <p>3^ο επίπεδο ταξινόμιας Bloom <u>Εφαρμόζω</u></p> <p>5^ο επίπεδο ταξινόμιας Bloom <u>Αξιολογώ</u></p>	<p>Τι συμπεραίνεις για την κατεύθυνση του κύματος;</p> <p>Παρατήρησε προσεκτικά το μεγάφωνο. Πώς θα χαρακτηρίζες την κίνησή του; Τι συμβαίνει όταν πατήσεις το κουμπί της παύσης;</p> <p>Τι δημιουργείται στον αέρα; Μπορείς να υποθέσεις, παρατηρώντας την εικόνα, τον τρόπο που ακούμε;</p> <p>Μπορούμε ν' ακούσουμε τον ήχο, όταν λείπει ένα από τα δυο χαρακτηριστικά του;</p> <p>Τι συμβαίνει με το πλάτος των παλμικών κινήσεων όταν ο ήχος είναι δυνατότερος και τι όταν είναι ασθενέστερος; Οι παλμικές κινήσεις είναι περισσότερες ή λιγότερες, τι συμβαίνει με τη συχνότητα ,δηλαδή, όσο ο ήχος γίνεται οξύτερος;</p>	<p>http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1611</p> <p>https://phet.colorado.edu/el/simulation/legacy/sound</p> <p>https://phet.colorado.edu/el/simulation/legacy/sound</p> <p>http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/8461</p> <p>http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/8463</p>

Διδακτικοί στόχοι

Α. Οι διδακτικοί στόχοι του σχολικού βιβλίου στο κεφάλαιο «Πώς παράγεται ο ήχος» είναι οι εξής:

Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο ήχος παράγεται από την ταλάντωση της ηχητικής πηγής.

Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο ήχος διαρκεί όσο και η ταλάντωση της ηχητικής πηγής, ότι δηλαδή η παραγωγή του ήχου σταματά, όταν η ηχητική πηγή σταματήσει να πάλλεται.

Να εξηγήσουν οι μαθητές με απλά λόγια πώς παράγεται ο ήχος και να συνδέσουν την έννοια “ταλάντωση” με τις καθημερινές έννοιες “επαναλαμβανόμενη κίνηση”, “παλμική κίνηση”.

Ο πρώτος και ο δεύτερος στόχος του σχολικού βιβλίου αναφέρονται σε πειράματα, επομένως κατατάσσονται στο επίπεδο «Εφαρμοζώ».

Ο τρίτος στόχος χρησιμοποιεί το ρήμα ‘να εξηγήσουν’ επομένως, σύμφωνα με την ταξινόμια, κατατάσσεται στο δεύτερο επίπεδο «Καταλαβαίνω». Διαπιστώνουμε πως και σ’ αυτό το κεφάλαιο το σχολικό βιβλίο περιέχει στόχους που χαρακτηρίζουν τις χαμηλότερης τάξης γνωστικές δεξιότητες. Φτάνουν βασικά μέχρι την απόκτηση της γνώσης (1^ο και 2^ο επίπεδο) και ως έναν βαθμό στην εμβάθυνση της γνώσης (3^ο και 4^ο επίπεδο), χωρίς όμως να πλησιάζουν στη δημιουργία της γνώσης (5^ο και 6^ο επίπεδο).

Β. Διδακτικοί στόχοι σύμφωνα με την ταξινόμια του Bloom (Πίνακας 17).

1. Εξηγούν οι μαθητές την έννοια της ηχητικής πηγής, της ταλάντωσης, του ηχητικού κύματος και του υλικού μέσου και συμπεραίνουν ότι ο ήχος παράγεται από την ταλάντωση της ηχητικής πηγής, ότι διαρκεί όσο και η ταλάντωση της ηχητικής πηγής και σταματά, όταν η ηχητική πηγή σταματήσει να πάλλεται. Ο πρώτος (1^{ος}) στόχος κατατάσσεται στο δεύτερο επίπεδο «Καταλαβαίνω» της ταξινόμιας του Bloom γιατί οι μαθητές κατανοούν τις νέες έννοιες που θα τους βοηθήσουν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο της διάδοσης του ήχου. Ως προς το είδος της γνώσης κατατάσσεται στη «Λειτουργική» γιατί περιλαμβάνει ορολογία και βασικά στοιχεία και λεπτομέρειες που προσδιορίζουν την έννοια του ήχου.
2. Πραγματοποιούν πειράματα σχετικά με την παραγωγή και μετάδοση του ήχου και τη διαφορετικότητα των ήχων ως προς τα χαρακτηριστικά τους. Η δραστηριότητα των πειραμάτων κι ο αντίστοιχος στόχος (δευτερός -2^{ος}) ανήκουν στο τρίτο επίπεδο της «Εφαρμογής» και η γνώση είναι «Διαδικαστική», ιδιαίτερα όσον αφορά τη χρήση των προσομοιώσεων. Οι μαθητές μαθαίνουν να χρησιμοποιούν την προσομοίωση αλλάζοντας κάθε φορά τα χαρακτηριστικά των ήχων (ένταση, ήχος) κινώντας διαφορετικά κουμπιά και δημιουργώντας ήχους με διαφορετική χροιά.
3. Αντιλαμβάνονται, μετά την πραγματοποίηση πειραμάτων, ότι για ν’ ακουστεί από τον άνθρωπο ένας ήχος θα πρέπει:
 - α να είναι αρκετά ισχυρός
 - β) να έχει κατάλληλη συχνότητα

Όπως και ο προηγούμενος στόχος έτσι κι αυτός (τρίτος-3^{ος}) βρίσκεται στο επίπεδο του «Εφαρμόζω» και στην «Εννοιολογική» γνώση.

4. Συσχετίζουν τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου, όπως ύψος, ένταση, χροιά με τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά του, όπως συχνότητα, πλάτος ηχητικού κύματος. Ο τέταρτος (4^{ος}) στόχος κατατάσσεται στο δεύτερο επίπεδο του «Καταλαβαίνω» γιατί υπάρχει αντιστοίχιση υποκειμενικών στοιχείων του ήχου και το είδος της γνώσης είναι «Λειτουργική», η γνώση της ορολογίας.
5. Αιτιολογούν γιατί ένας ήχος ακούγεται δυνατότερα, όταν η πηγή του είναι κοντά. Στο πέμπτο επίπεδο «Αξιολογώ» κάνουν κρίσεις, αφού ανακαλέσουν και συνδυάσουν τα στοιχεία που συνυπάρχουν στη μετάδοση του ηχητικού κύματος (ηχητική πηγή, ταλάντωση, ηχητικό κύμα, εξάπλωση του ηχητικού κύματος στον χώρο και εξασθένισή του). Η γνώση είναι «Εννοιολογική» και αφορά τις έννοιες και την αλληλοσυσχέτισή τους.

Πίνακας17 Πίνακας ταξινόμησης για το σενάριο Ήχος

Πίνακας Ταξινόμησης	Διάσταση γνωστικής διαδικασίας					
	Θυμάμαι	Καταλαβαίνω	Εφαρμόζω	Αναλύω	Αξιολογώ	Δημιουργώ
Διάσταση της Γνώσης						
Λειτουργική		στόχος 1 στόχος 4				
Εννοιολογική			στόχος 3		στόχος 5	
Διαδικαστική			στόχος 2			
Μεταγνωστική						

Τα κενά κελιά προκαλούν προβληματισμό σχετικά με τη δυνατότητα δημιουργίας στόχων όλων των κατηγοριών και των έξι επιπέδων ως προς τη γνωστική διαδικασία και τους συνδυασμούς τους με τις κατηγορίες της άλλης διάστασης, της Γνώσης (Krathwohl, 2002).

Φάσεις διδασκαλίας

1η Φάση-Προσανατολισμού- Έναυσμα ενδιαφέροντος

Κατά τη φάση του προσανατολισμού των ιδεών οι μαθητές προετοιμάζονται σχετικά με την έννοια του ήχου. Τόσο στην ομάδα ελέγχου όσο και στην πειραματική ομάδα ακολουθείται η ίδια διαδικασία των ερωτήσεων και της συζήτησης.

Οι μαθητές καλούνται να αφουγκραστούν και να ονομάσουν ήχους από το περιβάλλον της τάξης τους. Οι ήχοι σημειώνονται στον πίνακα, όπως επίσης και τα σώματα που τους παρήγαγαν π.χ. ομιλίες συμμαθητών-φωνητικές χορδές, θόρυβος των αυτοκινήτων-μηχανή αυτοκινήτου κ.ά. Επίσης εισάγεται και καταγράφεται και ο όρος ηχητική πηγή.

Οι μαθητές καλούνται ν' αναφέρουν κι άλλες ηχητικές πηγές, οι οποίες σημειώνονται στον πίνακα.

2η φάση- Ανάδειξης των ιδεών

Οι μαθητές ενθαρρύνονται να καταγράψουν τις ιδέες τους σε ερωτήσεις που τους δίνονται και αφορούν την έννοια του ήχου. Στόχος αυτής της καταγραφής των αρχικών ιδεών τους είναι να αναδυθεί στην επιφάνεια η προϋπάρχουσα γνώση και ν' αντικατασταθεί, όταν δεν μπορεί να εξηγήσει τα νέα δεδομένα, από τη νέα γνώση.

Οι ερωτήσεις δίνονται στο πρώτο φύλλο εργασίας, όπου απαντώνται ατομικά από κάθε μαθητή και επαναλαμβάνονται στο τέταρτο φύλλο εργασίας για να διαπιστωθεί αν έχουν επιτευχθεί οι αρχικοί στόχοι (4η Φάση).

Η ίδια εργασία ανατίθεται στους μαθητές και των δύο ομάδων, οι οποίοι απαντούν ατομικά στις ερωτήσεις.

3η φάση – Εισαγωγής της επιστημονικής γνώσης ή Αναδόμησης των ιδεών

Ομάδα ελέγχου

Οι μαθητές χωρίζονται σε πέντε ομάδες των τεσσάρων ατόμων η καθεμιά. Οι τρεις ομάδες πραγματοποιούν το πείραμα με τον πλαστικό χάρακα και οι άλλες δυο το πείραμα με το διαπασών στο δεύτερο φύλλο εργασίας.

Καταγράφουν τις απαντήσεις στα ερωτήματα που τους δίνονται και συζητούνται από όλους μέσα στην Τάξη.

Κατόπιν ανταλλάσσουν τα υλικά τους και ξανακάνουν τα πειράματα, δηλαδή οι τρεις ομάδες χρησιμοποιούν το διαπασών και οι δύο τον χάρακα, έτσι ώστε όλοι να γνωρίζουν και να χειρίζονται όλα τα υλικά.

Στο τρίτο, τέταρτο και πέμπτο πείραμα οι ομάδες πειραματίζονται σχετικά με κάποια από τα χαρακτηριστικά του ήχου, δηλαδή την ένταση, το ύψος και τη χροιά.

Οι δυο ομάδες πραγματοποιούν το πείραμα με τον πλαστικό χάρακα, οι άλλες δυο το πείραμα με το διαπασών, ενώ η πέμπτη ομάδα πειραματίζεται με μια κιθάρα στο τρίτο φύλλο εργασίας.

Στο έκτο πείραμα οι μαθητές ακούνε ήχους ίδια έντασης και ύψους και αναγνωρίζουν τις φωνές των συμμαθητών τους, καθώς και το κατάλληλο μουσικό όργανο, ώστε να κατανοήσουν το χαρακτηριστικό της χροιάς του ήχου.

Πειραματική ομάδα

Οι μαθητές κάθονται ανά τρεις μπροστά σε έναν υπολογιστή και σχηματίζουν έξι ομάδες. Στον υπολογιστή της κάθε ομάδας υπάρχουν έτοιμες οι ιστοσελίδες με τις προσομοιώσεις που θα χρησιμοποιηθούν.

Στο δεύτερο (2^ο) φύλλο εργασίας που τους δίνεται καλούνται να πειραματιστούν πάνω στην προσομοίωση της ιστοσελίδας [phet Colorado.edu](https://phet.colorado.edu/el/simulation/legacy/sound) και συγκεκριμένα στη διεύθυνση <https://phet.colorado.edu/el/simulation/legacy/sound> με στόχο την κατανόηση της παραγωγής του ήχου από μια ηχητική πηγή, η οποία ταλαντώνεται και παράγει τα ηχητικά κύματα, που φτάνουν στα αυτιά μας.

Στην προσομοίωση του Φωτόδεντρου με τίτλο «διάμηκες κύμα» και στη διεύθυνση <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1611> οι μαθητές έχουν μια πρώτη εικόνα της έννοιας κύμα και συγκεκριμένα ηχητικό κύμα, βλέπουν τη μορφή και τη διεύθυνσή του.

Στις προσομοιώσεις «Ο ήχος είναι κύμα» <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/8461> και «χροιά ήχου» <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/8463>, οι μαθητές γνωρίζουν τα τρία χαρακτηριστικά του ήχου, ένταση, ύψος και χροιά και τα συσχετίζουν με υποκειμενικά χαρακτηριστικά που προσδίδουν σε διάφορους ήχους.

4^η Φάση- Εφαρμογής

Στη φάση αυτή εφαρμόζουν τις νέες γνώσεις που έμαθαν, τις επιστημονικά τεκμηριωμένες, απαντώντας στις ερωτήσεις του αρχικού φύλλου εργασίας ένα (1), που δίνεται ξανά στους μαθητές και των δυο ομάδων ως φύλλο εργασίας τέσσερα(4). Οι μαθητές χρησιμοποιούν τις γνώσεις τους και κυρίως την κριτική σκέψη τους.

5^η Φάση-Ανασκόπησης

Είναι η φάση της ανασκόπησης των ιδεών των μαθητών και της συνειδητοποίησης του τι γνωρίζουν (μεταγνώση). Επίσης είναι η φάση της τοποθέτησής τους πάνω στη νέα γνώση σε σύγκριση με την παλιά.

Οι μαθητές απαντούν σε ερωτήσεις:

Τι γνώριζες πριν σχετικά με την παραγωγή και διάδοση του ήχου;

Τι γνωρίζεις τώρα;

Γιατί άλλαξες γνώμη;

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Ηλεκτρισμός

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικές απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις σχετικά με τον ηλεκτρισμό. Η αξιολόγησή τους γίνεται με βάση την ταξινόμια SOLO.

Σενάριο 1: Σύνδεση σε σειρά

ΕΡΩΤΗΣΗ 1: Να περιγράψεις τη διαδικασία σύνδεσης σε σειρά

1^ο επίπεδο: Προδομικό

Δεν υπάρχουν απαντήσεις στο πρώτο επίπεδο, τόσο από την ομάδα ελέγχου, όσο και από την πειραματική ομάδα.

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Συνδέουμε τη μια από τις δυο άκρες στη λυχνιολαβή και την άλλη άκρη του καλωδίου στους πόλους της μπαταρίας».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Συνδέουμε τα δυο λαμπάκια με τα καλώδια. Με την άλλη άκρη των καλωδίων συνδέουμε τους δύο πόλους της μπαταρίας και το κύκλωμα είναι έτοιμο».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Πρώτα θα συνδέσουμε με το ένα καλώδιο τον έναν πόλο της μπαταρίας με την επαφή από τη λυχνιολαβή που είναι τοποθετημένο το λαμπάκι. Μετά κάνουμε το ίδιο με τον άλλο πόλο της μπαταρίας και την επαφή της άλλης λυχνιολαβής που είναι τοποθετημένο το άλλο λαμπάκι. Τέλος θα συνδέουμε με το τελευταίο καλώδιο τις δυο λυχνιολαβές με τα λαμπάκια».

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των μαθητών δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Σύμβολα: Π = Πριν (τη διδασκαλία), Μ = Μετά (τη διδασκαλία), Σ = Συχνότητα, ΠΑ= Αριθμός αυτών που παραμένουν στο ίδιο επίπεδο.

Επεξηγήσεις: Σε αυτόν τον πίνακα το -1 που αντιστοιχεί στο κελί που προσδιορίζεται από την γραμμή 3 και την στήλη 2 σημαίνει ότι ένας μαθητής που με βάση αυτή την ερώτηση πριν κατατάχθηκε στο επίπεδο 3, μετά την εκπαίδευση μετακινήθηκε από το επίπεδο 3 στο 2. Με τον ίδιο τρόπο το -2 που αντιστοιχεί στο κελί που προσδιορίζεται από τη γραμμή 4 και τη στήλη 3 σημαίνει ότι δύο μαθητές που είχαν καταταχθεί πριν τη διδασκαλία στο επίπεδο 4, μετά τη διδασκαλία κατατάσσονται στο επίπεδο 3. Στις δυο αυτές περιπτώσεις το πρόσημο είναι αρνητικό(-) και δηλώνει μετακίνηση από ανώτερο επίπεδο κατάταξης στην ταξινόμια προς κατώτερο, ενώ όταν το πρόσημο είναι θετικό (+) δηλώνει μετακίνηση από κατώτερο προς ανώτερο επίπεδο στην ταξινόμια SOLO.

Πίνακας 18 Αξιολόγηση απαντήσεων ερώτηση 1 (ηλεκτρισμός)

ΠΙΝΑΚΑΣ 18		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 1 (Να περιγράψεις τη διαδικασία σύνδεσης σε σειρά)														
		ΕΛΕΓΧΟΥ								ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ						
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	0	0					0		0	0					0
2	Μονοδομικό	2	2					3		3	2			+1		3
3	Πολυδομικό	7	6		-1			8		3	1				+2	3
4	Συσχετιστικό	9	7			-2		7		12	10		-1	-1		12
	ΣΥΝΟΛΟ	18	15					18		18	13					18

Επειδή η ερώτηση απαιτεί ανάκληση της γνώσης προτιμήθηκε η επιλογή χρήσης του βίντεο στη Φάση ανάδειξης των ιδεών.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του πίνακα 18 καταλήγουμε στις εξής διαπιστώσεις: Στην ομάδα **Ελέγχου** 15 μαθητές έμειναν αμετακίνητοι από τους οποίους οι 13 βρίσκονται μαζί στο Συσχετιστικό και Πολυδομικό επίπεδο, επομένως, επιτεύχθηκε η κατανόηση της συνδεσμολογίας από την αρχή, πριν την εφαρμογή των πειραμάτων. Τρεις μαθητές παρουσίασαν οπισθοχώρηση, ενώ κανένας από τους μαθητές δεν παρουσίασε πρόοδο ως προς την αλλαγή των αρχικών ιδεών.

Στην **Πειραματική** ομάδα τρεις μαθητές, είχαν πρόοδο (μετακινήθηκαν από το Μονοδομικό και Πολυδομικό επίπεδο προς το Πολυδομικό και Συσχετιστικό αντίστοιχα), δύο είχαν οπισθοχώρηση και 13 μαθητές έμειναν αμετακίνητοι στην αρχική γνώση, από τους οποίους οι δέκα πέτυχαν ήδη από πριν την πραγματοποίηση της διδασκαλίας, την κατάταξή τους στο Συσχετιστικό επίπεδο.

Στην Πειραματική ομάδα παρατηρούμε ότι πραγματοποιήθηκαν περισσότερες θετικές μετακινήσεις, ενώ στην ομάδα Ελέγχου υπάρχουν μόνο αρνητικές μετακινήσεις.

Η Πειραματική ομάδα έχει επιτύχει σχεδόν διπλάσιο ποσοστό κατάταξης στο Συσχετιστικό επίπεδο (66,7%) από την ομάδα Ελέγχου (38,9%).

ΕΡΩΤΗΣΗ 2: Τι συμβαίνει όταν αποσυνδέουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

1^οεπίπεδο: Προδομικό

«Δεν ξέρω».

2^οεπίπεδο: Μονοδομικό

«Απλά δε θα έχουμε φως».

3^οεπίπεδο: Πολυδομικό

«Αν αποσυνδέσουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα δε θα ανάψει (το άλλο λαμπάκι) γιατί δε θα συνδέονται με την μπαταρία κι έτσι δε θα έχει την ενέργεια».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Μόλις βγάλουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα, ο άλλος λαμπτήρας θα σβήσει γιατί το κύκλωμα θ' ανοίξει».

Πίνακας 19 Αξιολόγηση απαντήσεων ερώτηση 2 (ηλεκτρισμός)

ΠΙΝΑΚΑΣ 19		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 2 (Τι συμβαίνει όταν αποσυνδέουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα; Δικαιολόγησε την απάντησή σου)														
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ							
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	1	0		+1			0		1	1					1
2	Μονοδομικό	8	6			+1	+1	7		5	5					5
3	Πολυδομικό	7	5				+2	7		9	5				+4	5
4	Συσχετιστικό	2	1			-1		4		3	3					7
ΣΥΝΟΛΟ		18	12					18		18	14					18

Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες. Παρατηρούμε πως ο αριθμός των μαθητών που έμειναν σταθεροί στο επίπεδό τους μετά τη διδασκαλία είναι σχεδόν ίδιος και στις δυο ομάδες, όπως επίσης και ο αριθμός των θετικών μετακινήσεων, με κάποια μικρή έμφαση στις μετακινήσεις της Πειραματικής ομάδας προς το Συσχετιστικό επίπεδο.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3: Τι θα συμβεί αν ξανατοποθετήσουμε το λαμπάκι στη θέση του;

1^ο επίπεδο: Προδομικό

Δεν δίνεται απάντηση.

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Θ' ανάψουν και τα δυο λαμπάκια».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Αν ξανατοποθετήσουμε το λαμπάκι στη θέση του, το κύκλωμα θα κλείσει».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Όταν τοποθετήσουμε το λαμπάκι στη θέση του, το κύκλωμα θα κλείσει και οι λαμπτήρες θ' ανάψουν».

Πίνακας 20 Αξιολόγηση απαντήσεων ερώτηση 3 (ηλεκτρισμός)

ΠΙΝΑΚΑΣ 20		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 3 (Τι συμβαίνει όταν ξανατοποθετούμε το λαμπάκι στη θέση του; Δικαιολόγησε την απάντησή σου)														
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ							
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	1	0		+1			0		0	0					0
2	Μονοδομικό	11	8			+1	+2	9		10	9			+1		9
3	Πολυδομικό	3	1				+2	2		5	1				+4	2
4	Συσχετιστικό	3	3					7		3	3					7
ΣΥΝΟΛΟ		18	12					18		18	13					18

Τα αποτελέσματα, όπως αποτυπώνονται στον πίνακα 20, δείχνουν ότι δεν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες τόσο στους μαθητές που μετακινήθηκαν σ' ένα ανώτερο επίπεδο μάθησης, όσο και στους μαθητές που δε μετακινήθηκαν καθόλου. Επίσης και στις δύο ομάδες δεν υπήρξαν αρνητικές μετακινήσεις.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4: Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Παρατηρώ ότι ανάβουν μόνο όταν είναι συνδεδεμένα και τα δυο λαμπάκια»

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Παρατηρώ ότι δεν έχουν οι δυο λάμπες πολύ φωτεινό φως»

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Όσο περισσότερα είναι τα λαμπάκια τόσο θα μειώνεται η φωτεινότητα και όσο λιγότερα είναι τα λαμπάκια τόσο πιο έντονη θα είναι η φωτεινότητα».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Όταν προσθέσουμε ένα δεύτερο λαμπτήρα σε σειρά με τον πρώτο θα φωτοβολούν και οι δύο με την ίδια αλλά μικρότερη φωτεινότητα, γιατί τους διαπερνά το ίδιο αλλά μικρότερο ρεύμα».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Στη σύνδεση σε σειρά η φωτεινότητα της ακτινοβολίας των λαμπτήρων εξαρτάται από το πλήθος των λαμπτήρων που είναι συνδεδεμένοι στο κύκλωμα και αυτό γιατί στη σύνδεση σε σειρά οι δυο λαμπτήρες διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα. Με τη σύνδεση του δεύτερου λαμπτήρα η συνολική αντίσταση του κυκλώματος μεγαλώνει με αποτέλεσμα να μειώνεται η ένταση του ρεύματος.»

Πίνακας 21 Αξιολόγηση απαντήσεων ερώτησης 4 (ηλεκτρισμός)

ΠΙΝΑΚΑΣ 21		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 4 (Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.)														
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ							
Α/Α	Επίπεδο	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
		Σ	ΠΑ	1	2	3	4		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	
1	Προδομικό	9	8		+1			8		12	5			+4	+3	5
2	Μονοδομικό	8	6			+1	+1	7		2	1			+1		1
3	Πολυδομικό	0	0					1		3	1				+2	6
4	Συσχετιστικό	1	1					2		1	1					6
	ΣΥΝΟΛΟ	18	15					18		18	8					18

Η ερώτηση κατατάσσεται στο πέμπτο (5^ο) επίπεδο ταξινομίας του Bloom, στο επίπεδο της Αξιολόγησης, όπου οι μαθητές πρέπει να σκεφτούν κριτικά, να επιχειρηματολογήσουν, να δικαιολογήσουν και να υποστηρίξουν την άποψή τους, να χρησιμοποιήσουν δηλαδή υψηλής τάξης γνωστικές δεξιότητες. Όπως φαίνεται στον πίνακα 21, η Πειραματική Ομάδα παρουσιάζει πολλές, συνολικά δέκα, θετικές, μετακινήσεις από το χαμηλότερο (Προδομικό) επίπεδο προς τα υψηλότερα (Πολυδομικό και Συσχετιστικό) επίπεδα. Αντίθετα η Ομάδα Ελέγχου παρουσιάζει πολύ μικρή θετική κινητικότητα προς τα ανώτερα επίπεδα σκέψης, καθώς και μεγάλη στασιμότητα σε σχέση με τις αρχικές και τις τελικές (επιστημονικές) αντιλήψεις.

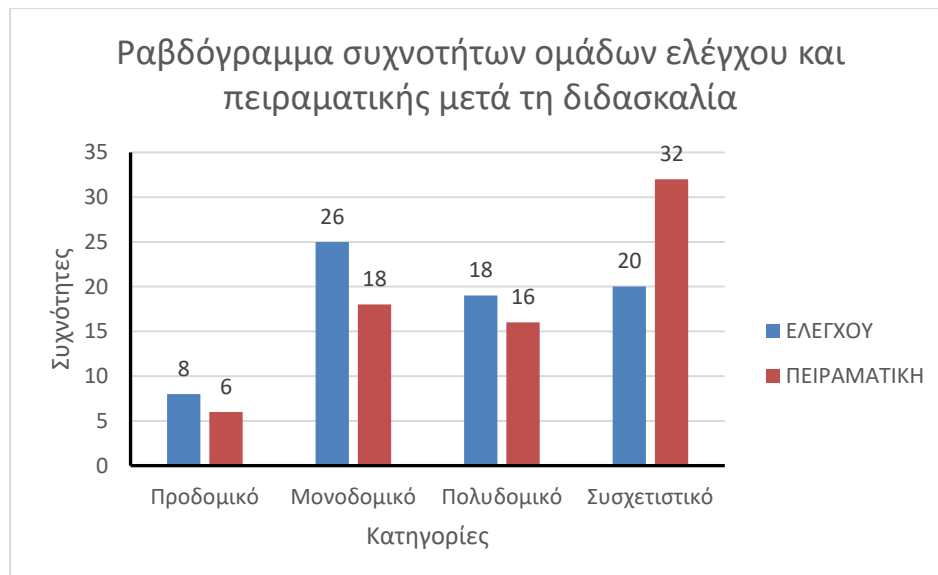
Συνολικά ένα ποσοστό 66,6% των απαντήσεων στην Πειραματική ομάδα κατατάσσεται στα δυο ανώτερα επίπεδα κατάταξης, ενώ στα αντίστοιχα στην ομάδα Ελέγχου κατατάσσεται το 16,7% των απαντήσεων. Αντίθετα το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων (83,3%) στην ομάδα Ελέγχου βρίσκεται στα κατώτερα επίπεδα κατάταξης (Προδομικό και Μονοδομικό).

Από τους πίνακες 18,19,20,21 με πρόσθεση των συχνοτήτων που προέκυψαν από τις κατατάξεις, μετά την εκπαίδευση, των απαντήσεων τόσο στην ομάδα Ελέγχου όσο και στην Πειραματική προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 22 Συχνότητες ομάδων ελέγχου και πειραματικής ομάδας μετά την εκπαίδευση (ηλεκτρισμός)

Πίνακας 22	Σενάριο 3.1.1	ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	
		ΕΛ	ΠΕ
A/A	Επίπεδο		
1	Προδομικό	8	6
2	Μονοδομικό	26	18
3	Πολυδομικό	18	16
4	Συσχετιστικό	20	32
ΣΥΝΟΛΟ		72	72

Από τον οποίο προκύπτει το παρακάτω Ραβδόγραμμα



Ραβδόγραμμα1: Συχνότητες ομάδων ελέγχου και πειραματικής ομάδας μετά τη διδασκαλία

Από το διάγραμμα αυτό δεν φαίνεται να προκύπτουν σημαντικές διαφορές στην απόδοση των δυο τεχνικών, όσον αφορά την κατάταξη σε κατηγορίες με βάση το αντικείμενο της σύνδεσης σε σειρά παρά μόνο μια λίγο μεγαλύτερη κατανομή των απαντήσεων της Πειραματικής ομάδας στο Συσχετιστικό επίπεδο.

Ομοίως από τους πίνακες 18, 19, 20, 21 με πρόσθεση των περιπτώσεων που η απάντηση που πήραμε στην κάθε ερώτηση οδήγησε σε κατάταξη στην ίδια κατηγορία – ΠΑ (παραμονή στην ίδια κατηγορία– ΠΑ), ή οδήγησε σε κατάταξη σε ανώτερη κατηγορία-UP (μετακίνηση από κάποιο επίπεδο προς ανώτερο – UP), ή τέλος οδήγησε σε κατάταξη σε κατώτερη κατηγορία – DOWN (μετακίνηση από κάποιο επίπεδο προς κατώτερο – DOWN) προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 23 Κατάταξη σε κατηγορίες ανάλογα με τα αποτελέσματα (ηλεκτρισμός)

ΠΙΝΑΚΑΣ 23			ΟΜΑΔΕΣ		
ΕΛΕΓΧΟΥ			ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ		
ΠΑ	UP	DOWN	ΠΑ	UP	DOWN
54	14	-4	48	22	-2

Από τον πίνακα 23 εξάγουμε τα εξής συμπεράσματα: Μετά τη διδασκαλία, 54 απαντήσεις ερωτήσεων στην ομάδα ελέγχου και 48 στην πειραματική ομάδα, από τις 72 που απάντησε η κάθε ομάδα παραμένουν στο επίπεδο που ήταν πριν τη διδασκαλία. Επίσης από τις συνολικά 18 μετακινήσεις στην ομάδα ελέγχου οι 14 ήταν προς ανώτερα επίπεδα και οι 4 προς κατώτερα, ενώ τα αντίστοιχα μεγέθη στην πειραματική ομάδα είναι 24, 22, 2.

Από τον έλεγχο ανεξαρτησίας στο SPSS προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

$$\chi^2(3)=4,45 \quad p=0,21$$

Με αυτά τα δεδομένα και για την θεματική ενότητα ‘Σύνδεση κυκλώματος σε σειρά’ δεν προκύπτει στατιστικά σημαντική ένδειξη υπεροχής μιας από τις δυο μεθόδους διδασκαλίας, όσον αφορά την επίδραση στην ανάπτυξη Υψηλότερης Τάξης Γνωστικών Δεξιοτήτων (Higher Order Thinking Skills – HOTS).

Σενάριο 2: Παράλληλη σύνδεση

Ερώτηση 1: Να περιγράψεις τη διαδικασία της παράλληλης σύνδεσης

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Δε θυμάμαι».

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Πρέπει να έχουμε μια μπαταρία και μετά να συνδέσουμε τη μπαταρία με τα λαμπάκια και μετά να συνδέσουμε τα καλώδια με τους λαμπτήρες. Είναι μια σύνδεση παράλληλη».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Συνδέουμε τη μια άκρη του καλωδίου στην επαφή και την άλλη άκρη στον έναν πόλο της μπαταρίας. Το ίδιο κάνουμε και με το άλλο καλώδιο».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Συνδέουμε τη μια επαφή της μιας λάμπας με τον έναν πόλο της μπαταρίας και την άλλη την επαφή με τον άλλο πόλο της μπαταρίας. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία για τον άλλο λαμπτήρα. Το παράλληλο κύκλωμα είναι έτοιμο».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Με το ένα από τα καλώδια (π.χ. κόκκινο καλώδιο) συνδέουμε τη μια επαφή του ντουί με τον έναν πόλο της μπαταρίας και με άλλο (κόκκινο) καλώδιο την άλλη επαφή του ντουί με τον άλλο πόλο της μπαταρίας. Το κύκλωμα κλείνει και ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

Το ίδιο ακριβώς θα κάνουμε και με τον δεύτερο λαμπτήρα. Θα συνδέσουμε τη μια επαφή του ντουί με τον έναν πόλο της μπαταρίας, χρησιμοποιώντας ένα (π.χ. κίτρινο) καλώδιο και με το δεύτερο κίτρινο καλώδιο θα συνδέσουμε την άλλη επαφή του ντουί με τον δεύτερο πόλο της μπαταρίας. Το δεύτερο κύκλωμα έχει κλείσει κι ο λαμπτήρας φωτοβολεί».

Πίνακας 24 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 1 στην παράλληλη σύνδεση (ηλεκτρισμός)

ΠΙΝΑΚΑΣ 24		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 1 (Να περιγράψεις τη διαδικασία της παράλληλης σύνδεσης)														
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ							
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	0	0					0		0	0					1
2	Μονοδομικό	4	2			+1	+1	2		3	3					4
3	Πολυδομικό	9	6				+3	7		4	3	-1				5
4	Συσχετιστικό	5	5					9		11	8		-1	-2		8
	ΣΥΝΟΛΟ	18	13					18		18	14					18

Στην παραπάνω περιγραφική ερώτηση παρατηρούμε ότι οι μαθητές και των δύο ομάδων έχουν κατανοήσει την διαδικασία της παράλληλης σύνδεσης, διότι σύμφωνα με τον πίνακα οι 11 μαθητές από τους 18 παραμένουν αμετακίνητοι στο Πολυδομικό και στο Συσχετιστικό επίπεδο. Επίσης και στις δυο ομάδες παρατηρούμε ότι μετά τη διδασκαλία οι μισοί μαθητές βρίσκονται στο Συσχετιστικό επίπεδο (50% και 44%

αντίστοιχα). Υπάρχουν θετικές μετακινήσεις προς το Συσχετιστικό επίπεδο από την ομάδα ελέγχου, ενώ οι αρνητικές μετακινήσεις της Πειραματικής ομάδας οφείλονται σε ανεξέλεγκτους παράγοντες. Γενικά δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες.

Ερώτηση 2: Τι θα συμβεί αν αποσυνδέσουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα;

1^οεπίπεδο: Προδομικό

«Θα σβήσουν και τα δυο, γιατί είναι σύνδεση σε σειρά».

2^οεπίπεδο: Μονοδομικό

«Αν αποσυνδέσω το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα, θα σβήσει το φως γιατί δεν περνάει ενέργεια».

3^οεπίπεδο: Πολυδομικό

«Αν αποσυνδέσω το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα, το άλλο λαμπάκι θα συνεχίσει να ανάβει, γιατί είναι παράλληλη σύνδεση».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Αν αποσυνδέσουμε ένα λαμπάκι από το κύκλωμα, το λαμπάκι που έμεινε θα συνεχίσει να φωτίζει γιατί δέχεται ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ το λαμπάκι που βγάλαμε έσβησε γιατί σταμάτησε να δέχεται ηλεκτρικό ρεύμα».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Όταν αφαιρεθούν ή καούν λαμπτήρες οι άλλοι εξακολουθούν να φωτοβολούν γιατί στην παράλληλη σύνδεση από τον κάθε λαμπτήρα ρέει το ίδιο ρεύμα μέσα από ξεχωριστή διαδρομή».

Πίνακας 25 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 2 στην παράλληλη σύνδεση (ηλεκτρισμός)

ΠΙΝΑΚΑΣ 25		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 2 (Τι θα συμβεί αν αποσυνδέσουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα;)													
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ						
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	3	1		+2			1	4	2			+2		2
2	Μονοδομικό	0	0					2	3	1			+1	+1	1
3	Πολυδομικό	13	7				+6	7	5	3				+2	6
4	Συσχετιστικό	2	2					8	6	6					9
ΣΥΝΟΛΟ		18	10					18	18	12					18

Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες, καθώς:

Οι μισοί από τους μαθητές κάθε ομάδας έμειναν σταθεροί στα ανώτερα επίπεδα αξιολόγησης (Συσχετιστικό) και υπάρχουν θετικές μετακινήσεις κυρίως προς το Συσχετιστικό επίπεδο, ιδιαίτερα στην Ομάδα Ελέγχου. Συμπερασματικά δεν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες.

Ερώτηση 3: Γιατί οι συνδέσεις των κυκλωμάτων στα σπίτια μας είναι παράλληλες;

1^οεπίπεδο: Προδομικό

Δεν δίνεται απάντηση.

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Για να μην καίγονται όλες οι συσκευές από βραχυκύκλωμα».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Γιατί αν δεν ήταν παράλληλη η σύνδεση, όταν κλείνουμε μια συσκευή θα κλείσουν όλες».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Οι συνδέσεις στα σπίτια μας είναι παράλληλες, έτσι ώστε κάθε φορά που βγάζουμε μια λάμπα ή αυτή καίγεται, να μην ανοίγει το κύκλωμα ώστε να κλείνουν οι λάμπες».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Συνδέοντας τις συσκευές παράλληλα, ο ηλεκτρισμός ρέει ανεξάρτητα σ' αυτές και έτσι η καθεμιά λειτουργεί χωρίς να επηρεάζει την άλλη.

Αν μια συσκευή αφαιρεθεί ή παρουσιάσει βλάβη, οι άλλες συνεχίζουν να λειτουργούν κανονικά. Αν ήταν σε σειρά, με ένα διακόπτη θα άναβαν και θα έσβηναν όλα τα φώτα του σπιτιού και θα λειτουργούσαν ή όχι όλες οι ηλεκτρικές συσκευές. Ακόμη κι ένας λαμπτήρας να καιγόταν, στο σπίτι δε θα υπήρχε ροή ηλεκτρικού ρεύματος, αφού το κύκλωμα θα ήταν ανοιχτό».

Πίνακας 26 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 3 στην παράλληλη σύνδεση (ηλεκτρισμός)

ΠΙΝΑΚΑΣ 26		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 3 (Γιατί οι συνδέσεις των κυκλωμάτων στα σπίτια μας είναι παράλληλες;)														
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ							
Α/Α	Επίπεδο	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ			
		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	
1	Προδομικό	2	0		+1	+1		0	3	2			+1		2	
2	Μονοδομικό	4	1			+3		2	2	1			+1		1	
3	Πολυδομικό	11	11					15	11	11					13	
4	Συσχετιστικό	1	1					1	2	2					2	
	ΣΥΝΟΛΟ	18	13					18	18	16					18	

Χαρακτηριστικό στα αποτελέσματα της ερώτησης αυτής είναι η σταθερότητα των μαθητών και των δυο ομάδων στο Πολυδομικό επίπεδο. Οι μαθητές γνωρίζουν το περιεχόμενο μάθησης, αλλά δεν μπορούν να το μεταφέρουν ή να το εξηγήσουν με τον λεπτομερή, επιστημονικό τρόπο.

Ερώτηση 4: Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων στην παράλληλη σύνδεση; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Παρατηρώ ότι φωτίζουν».

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Έχουν ίδια φωτεινότητα».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Παρατηρώ ότι η φωτεινότητα των λαμπτήρων είναι κανονική γιατί ο κάθε λαμπτήρας είναι συνδεδεμένος με διαφορετικά καλώδια».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Παρατηρώ ότι η φωτεινότητα των λαμπτήρων στην παράλληλη σύνδεση είναι καλύτερη από τη σύνδεση σε σειρά γιατί στην παράλληλη σύνδεση τα λαμπάκια είναι ξεχωριστά συνδεδεμένα, ενώ στη σύνδεση σε σειρά τα λαμπάκια είναι συνδεδεμένα μαζί».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Στην παράλληλη σύνδεση οι επαφές κάθε λαμπτήρα συνδέονται απευθείας με τους πόλους της ηλεκτρικής πηγής. Βρίσκονται σε διαφορετικό κλάδο του κυκλώματος και λειτουργούν χρησιμοποιώντας ξεχωριστά ηλεκτρικά ρεύματα γι' αυτό και η φωτεινότητα του πρώτου λαμπτήρα, όταν συνδεθεί κι ο δεύτερος, δε μεταβάλλεται».

Πίνακας 27 Αξιολόγηση απαντήσεων ερώτηση 4 (ηλεκτρισμός)

ΠΙΝΑΚΑΣ 27		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 4 (Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων στην παράλληλη σύνδεση; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.)														
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ							
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	4	2		+2			2		6	4		+1	+1		4
2	Μονοδομικό	8	8					10		4	4					6
3	Πολυδομικό	5	5					5		4	1		-1		+2	2
4	Συσχετιστικό	1	1					1		4	4					6
	ΣΥΝΟΛΟ	18	16					18		18	13					18

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα του πίνακα 27 υπάρχει μια σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των δυο ομάδων στο Συσχετιστικό επίπεδο, καθώς η Πειραματική ομάδα συγκεντρώνει απαντήσεις σε ποσοστό 33,3% στο Συσχετιστικό επίπεδο ενώ η ομάδα Ελέγχου σε ποσοστό 5,6 % . Στην ομάδα Ελέγχου το ένα τρίτο των μαθητών κατατάσσεται στα δύο ανώτερα επίπεδα (Πολυδομικό και Συσχετιστικό). Οι απαντήσεις στην ομάδα Ελέγχου είναι συγκεντρωμένες σε μεγάλο ποσοστό στο Μονοδομικό επίπεδο, ενώ στην Πειραματική ομάδα υπάρχει μια διαφοροποιημένη κατανομή των απαντήσεων σε όλα τα επίπεδα.

Ερώτηση 5: Ποιες είναι οι διαφορές και ομοιότητες μεταξύ της σύνδεσης σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης;

1^οεπίπεδο: Προδομικό

«Τα λαμπάκια έχουν την ίδια φωτεινότητα».

2ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Στη σύνδεση σε σειρά αν καεί μία συσκευή θα καούν όλες, ενώ στην παράλληλη σύνδεση θα καεί μόνο μία».

3ο επίπεδο: Πολυδομικό

Ομοιότητες: «Ότι και τα δύο κυκλώματα έχουν λαμπάκια, μπαταρία και καλώδια».

Διαφορές: « Στη σύνδεση σε σειρά, όταν σβήσουμε το ένα φως, σβήνει και το άλλο, ενώ στην παράλληλη, όταν σβήσουμε το ένα φως, το άλλο παραμένει αναμμένο».

4ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Ομοιότητες: Και στις δυο συνδέσεις τα λαμπάκια συνδέονται με μια πηγή».

Διαφορές: «Αν αποσυνδέσω το ένα λαμπάκι στην παράλληλη σύνδεση, το άλλο θα συνεχίσει να φωτοβολεί, ενώ στη σύνδεση σε σειρά, αν αποσυνδέσω το ένα λαμπάκι το άλλο θα σβήσει.

Στην παράλληλη σύνδεση σχηματίζονται δύο (ή και περισσότερα) κυκλώματα, ενώ στη σύνδεση σε σειρά σχηματίζεται μόνο ένα κύκλωμα».

5ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

Ομοιότητες

Και οι δύο συνδέσεις αποτελούν ηλεκτρικά κυκλώματα που αποτελούνται από τα εξής στοιχεία:

Μία πηγή (μπαταρία)

Συσκευές που λειτουργούν αξιοποιώντας τον ηλεκτρισμό (λαμπτήρες)

Αγωγοί, δηλαδή οι ηλεκτρικές συνδέσεις που μεσολαβούν ανάμεσα στα ηλεκτρικά στοιχεία (μπαταρία και λαμπτήρες) επιτρέποντας τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα (καλώδια)

Διαφορές

Στη σύνδεση σε σειρά

1. Σ' αυτόν τον τρόπο σύνδεσης τα λαμπάκια συνδέονται το ένα κατόπιν του άλλου.
2. Όταν προσθέτουμε περισσότερους λαμπτήρες, η φωτεινότητα μειώνεται.
3. Όταν αφαιρεθεί ή καεί ένας λαμπτήρας, τότε θα σταματήσει να φωτοβολεί και το άλλο λαμπάκι γιατί το κύκλωμα είναι ανοιχτό.

Στην παράλληλη σύνδεση

1. Σ' αυτόν τον τρόπο σύνδεσης οι επαφές από κάθε λαμπάκι συνδέονται απευθείας με τους πόλους της ηλεκτρικής πηγής.
2. Όταν προσθέτουμε περισσότερους λαμπτήρες, η φωτεινότητα παραμένει η ίδια.
3. Όταν αφαιρεθεί ή καεί ένας λαμπτήρας, οι υπόλοιποι συνεχίζουν ν' ανάβουν κανονικά.

Πίνακας 28 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 5 (ηλεκτρισμός)

ΠΙΝΑΚΑΣ 28		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 5 (Ποιες είναι οι διαφορές και ομοιότητες μεταξύ της σύνδεσης σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης;)															
		ΕΛΕΓΧΟΥ								ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ							
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ			
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	
1	Προδομικό							2									6
2	Μονοδομικό							6									6
3	Πολυδομικό							8									6
4	Συσχετιστικό							2									0
	ΣΥΝΟΛΟ							18									18

Η παραπάνω ερώτηση δόθηκε στους μαθητές μόνο μετά τη διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων κι όχι πριν από τη διδασκαλία.

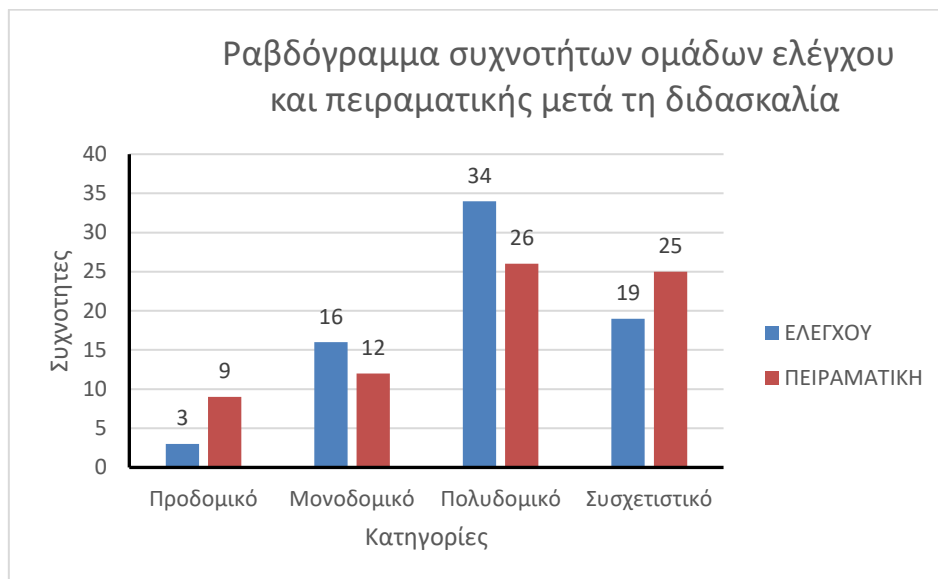
Η ομάδα Ελέγχου έχει μεγαλύτερο αριθμό μαθητών (10) στα δύο ανώτερα επίπεδα σε σχέση με την Πειραματική (6) σε μια ερώτηση που κατατάσσεται στο τέταρτο Επίπεδο του Bloom (Αναλύω).

Από τους πίνακες 24, 25, 26, 27, 28 με πρόσθεση των συχνοτήτων που προέκυψαν από τις κατατάξεις των απαντήσεων τόσο στην ομάδα Ελέγχου όσο και στην Πειραματική προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 29 Συχνότητες ομάδων ελέγχου και πειραματικής ομάδας μετά την εκπαίδευση (ηλεκτρισμός)

Πίνακας 29	Σενάριο 3.1.2	ΜΕΤΑ	
		ΕΛ	ΠΕ
A/A	Επίπεδο		
1	Προδομικό	3	9
2	Μονοδομικό	16	12
3	Πολυδομικό	34	26
4	Συσχετιστικό	19	25
ΣΥΝΟΛΟ		72	72

Από τον οποίο προκύπτει το παρακάτω Ραβδόγραμμα.



Ραβδόγραμμα2 Συχνότητες ομάδων ελέγχου και πειραματικής ομάδας μετά τη διδασκαλία

Από το διάγραμμα αυτό δεν φαίνεται να προκύπτουν σημαντικές διαφορές στην απόδοση των δυο τεχνικών, όσον αφορά τα επίπεδα κατάταξης στο αντικείμενο της παράλληλης σύνδεσης.

Ομοίως από τους παραπάνω πίνακες με πρόσθεση των περιπτώσεων που η απάντηση που πήραμε στην κάθε ερώτηση οδήγησε σε κατάταξη στην ίδια κατηγορία – ΠΑ, ή οδήγησε σε κατάταξη σε ανώτερη κατηγορία – UP, ή τέλος οδήγησε σε κατάταξη σε κατώτερη κατηγορία – DOWN προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 30 Κατάταξη σε κατηγορίες ανάλογα με το αποτέλεσμα (ηλεκτρισμός)

Πίνακας 30 Σενάριο 3.1.2	ΟΜΑΔΕΣ					
	ΕΛΕΓΧΟΥ			ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ		
	ΠΑ	UP	DOWN	ΠΑ	UP	DOWN
	52	20	0	55	12	-5

Από τον πίνακα αυτόν βλέπουμε τα εξής: Μετά τη διδασκαλία 52 απαντήσεις ερωτήσεων στην ομάδα ελέγχου και 55 στην Πειραματική ομάδα, από τις 72 που απάντησε η κάθε ομάδα παραμένουν στο επίπεδο που ήταν πριν τη διδασκαλία. Ακόμη από τις συνολικά 20 μετακινήσεις στην ομάδα Ελέγχου οι 20 ήταν προς ανώτερα επίπεδα και οι 0 προς κατώτερα, ενώ τα αντίστοιχα μεγέθη στην Πειραματική ομάδα είναι 17, 12, 5.

Μετά τον έλεγχο Ανεξαρτησίας (έλεγχος χ^2) προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

$$\chi^2(3) = 5,45 \quad p = 0,14$$

Συνεπώς οι δύο τεχνικές διδασκαλίας έχουν την ίδια απόδοση ως προς τα αποτελέσματα ταξινόμησης σε κατηγορίες ταξινόμησης SOLO.

3.2 Φως

Ερώτηση 1: Πώς νομίζεις ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας;

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Γιατί υπάρχουν τα μάτια μας και βλέπουμε τα χρώματα».

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Γιατί τα μάτια μας βλέπουν με φως τα πράγματα όταν είναι πρωί, ενώ, όταν είναι βράδυ δεν μπορείς να δεις γύρω σου γιατί δεν υπάρχει φως».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

« Οι ακτίνες του φωτός πέφτουν πάνω σ' ένα αντικείμενο, ανακλώνται και έρχονται στο μάτι μας. Γι' αυτό μπορούμε και βλέπουμε τα πράγματα γύρω μας».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Χάρη στη διάχυση του φωτός. Το φως, δηλαδή, χτυπάει σε μια τραχιά κι ανώμαλη επιφάνεια, διαχέεται (δηλαδή διασκορπίζεται) κι έτσι μπορούμε και βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

« Τα αντικείμενα τα βλέπουμε είτε επειδή τα ίδια είναι φωτεινές πηγές και τα ονομάζουμε αυτόφωτα, είτε επειδή φωτίζονται από άλλες φωτεινές πηγές και τα ονομάζουμε ετερόφωτα. Ένα ετερόφωτο αντικείμενο επανεκπέμπει προς κάθε κατεύθυνση ένα μέρος του φωτός που φτάνει σ' αυτό. Όταν φως που προέρχεται από ένα αντικείμενο εισέλθει στα μάτια μας, διεγείρει τα οπτικά κύτταρα. Η διέγερση αυτή μεταβιβάζεται στον εγκέφαλο, ο οποίος επεξεργάζεται κατάλληλα το σήμα και βλέπουμε».

Πίνακας 31 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 1 (φως)

ΠΙΝΑΚΑΣ 31		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 1 (Πώς νομίζεις ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας;)													
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ						
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	2	0		+1	+1		0	9	6		+2		+1	6
2	Μονοδομικό	8	6			+2		7	7	3			+4		5
3	Πολυδομικό	7	7					10	1	0				+1	4
4	Συσχετιστικό	1	1					1	1	1					3
	ΣΥΝΟΛΟ	18	14					18	18	10					18

Στα αποτελέσματα της παραπάνω ερώτησης είναι σημαντική η διαφορά των απαντήσεων των ομάδων στο Προδομικό και Πολυδομικό επίπεδο πριν και μετά τη διδασκαλία. Ενώ η ομάδα Ελέγχου παρουσιάζει μια αυξητική τάση απαντήσεων στο Μονοδομικό και Πολυδομικό επίπεδο πριν και μετά τη διδασκαλία, η Πειραματική ομάδα παρουσιάζει συγκέντρωση απαντήσεων στα δυο πρώτα επίπεδα Προδομικό και Μονοδομικό, όπως είναι φυσικό για μια ερώτηση που απαιτεί γνώση και κριτική, συνδυαστική σκέψη. Αντίθετα μετά τη διδασκαλία οι απαντήσεις της Πειραματικής ομάδας κινούνται σε όλα τα επίπεδα αξιολόγησης.

Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων.

Ερώτηση 2: Γιατί τα γράμματα σε ορισμένα ασθενοφόρα οχήματα είναι «ανάποδα»;

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Δεν γνωρίζω».

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Για να το βλέπουν από τον καθρέφτη οι οδηγοί και να το αφήνουν να περάσει».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Τα γράμματα μπροστά σε ορισμένα ασθενοφόρα είναι ανάποδα, επειδή ο οδηγός κοιτάζοντας από το παράθυρο του αυτοκινήτου θα δει τα γράμματα κανονικά».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Τα γράμματα στα ασθενοφόρα είναι ανάποδα, έτσι ώστε, όταν ανακλώνται στον καθρέφτη οδήγησης να φαίνονται κανονικά στους ανθρώπους».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Το είδωλο, που σχηματίζεται στα επίπεδα κάτοπτρα (καθρέφτες), είναι φανταστικό. Το φανταστικό αυτό είδωλο είναι αντίστροφο, δηλαδή, το είδωλο του δεξιού χεριού είναι στα δεξιά και του αριστερού στ' αριστερά. Γι' αυτό το λόγο, όταν οι οδηγοί στα προπορευόμενα οχήματα δουν το ασθενοφόρο μέσα από τον καθρέφτη τους, θα μπορέσουν να διαβάσουν σωστά το είδωλο των γραμμάτων και θ' αντιληφθούν άμεσα πως πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στο ασθενοφόρο».

Πίνακας 32 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 2 (φως)

ΠΙΝΑΚΑΣ 32		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 2 (Γιατί τα γράμματα μπροστά σε ορισμένα ασθενοφόρα οχήματα είναι «ανάποδα»;													
		ΕΛΕΓΧΟΥ						ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ							
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	6	4		+1	+1		5	1	0			+1		0
2	Μονοδομικό	6	5	-1				6	9	7			+2		8
3	Πολυδομικό	6	6					7	6	4		-1		+1	8
4	Συσχετιστικό	0	0					0	2	1			-1		2
	ΣΥΝΟΛΟ	18	15					18	18	13					18

Δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων ως προς την κατανομή των βαθμολογιών τους, οι οποίες εντοπίζονται κυρίως στο Μονοδομικό και στο Πολυδομικό επίπεδο. Επίσης οι μετακινήσεις στην Πειραματική ομάδα είναι σχεδόν διπλάσιες απ' ότι στην ομάδα Ελέγχου. Ωστόσο η συγκέντρωση των βαθμών τόσο στο Μονοδομικό επίπεδο, όσο και στο Πολυδομικό επίπεδο δείχνει ότι μεγάλο ποσοστό των μαθητών και των δύο ομάδων ή δεν έχει κατανοήσει το αντικείμενο που μελετούν ή το έχουν κατανοήσει σε σημαντικό βαθμό, αλλά δεν μπορούν να το αποδώσουν ή να το εφαρμόσουν εύκολα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3: Πώς νομίζεις ότι σχηματίζεται το είδωλό σου στον καθρέφτη; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Το είδωλό μου σχηματίζεται στον καθρέφτη, επειδή το τζάμι είναι διαφανές και ίσιο».

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Το είδωλό μου σχηματίζεται ανάποδα απ' ότι είναι στην πραγματικότητα και είναι φανταστικό».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Ο εγκέφαλός μας έχει συνηθίσει να βλέπει το φως ευθύγραμμα. Οπότε στον καθρέφτη βλέπουμε ένα είδωλο που δεν υπάρχει και λέγεται φανταστικό».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Το φως που φτάνει σ' εμάς ανακλάται και διαχέεται. Επειδή ο καθρέφτης είναι λεία και γυαλιστερή επιφάνεια το φως θ' ανακλασθεί και ο καθρέφτης θα μας δώσει το είδωλό μας».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Όλες οι φωτεινές ακτίνες ενός αντικειμένου (π.χ. κεριού), που ξεκινούν από αυτό πάνε προς όλες τις κατευθύνσεις. Όταν συναντήσουν το κάτοπτρο, ανακλώνται κατά γωνίες ίσες με τις γωνίες πρόσπτωσής τους. Οι προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτίνων συναντώνται σ' ένα σημείο πίσω από τον καθρέφτη. Ένας παρατηρητής βλέπει την εικόνα του αντικειμένου (κεριού) στο σημείο που συγκλίνουν οι ακτίνες. Οι φωτεινές ακτίνες δε βγαίνουν πραγματικά από το σημείο αυτό και γι' αυτό ό,τι βλέπουμε μέσα στο κάτοπτρο λέγεται φανταστικό είδωλο».

Πίνακας 33 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 3 (φως)

ΠΙΝΑΚΑΣ 33		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 3 (Πώς νομίζεις ότι σχηματίζεται το είδωλό σου στον καθρέφτη; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.)														
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ							
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	4	3		+1			3		6	3		+2	+1		3
2	Μονοδομικό	8	7			+1		9		9	8			+1		10
3	Πολυδομικό	5	4		-1			6		2	2					4
4	Συσχετιστικό	1	0			-1		0		1	1					1
	ΣΥΝΟΛΟ	18	14					18		18	14					18

Οι μαθητές που παρέμειναν αμετακίνητοι στις αρχικές τους ιδέες είναι ισάριθμοι και στις δυο ομάδες. Οι δυο ομάδες δεν παρουσιάζουν διαφορές.

Ερώτηση 4: Τι συμβαίνει στα τζάμια του καταστήματος; Δικαιολόγησε την άποψή σου.

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Τα τζάμια είναι ημιδιαφανή και μπορούμε να δούμε από μέσα, αλλά όχι απ' έξω».

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Είναι σαν καθρέφτης και φαίνονται τα απέναντι μαγαζιά».

«Το φως ανακλάται στα τζάμια».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Γίνεται ανάκλαση του φωτός γιατί είναι λεία επιφάνεια».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Χάρη στην ανάκλαση ο απέναντι δρόμος ‘καθρεφτίζεται’ στα τζάμια του καταστήματος».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Τα τζάμια του καταστήματος λειτουργούν ως καθρέφτες που η λεία επιφάνειά τους ανακλά τις ακτίνες του φωτός με αποτέλεσμα να σχηματίζεται το είδωλο του περιβάλλοντα χώρου απέναντι».

Πίνακας 34 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 4 (φως)

ΠΙΝΑΚΑΣ 34		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 4 (Τι συμβαίνει στα τζάμια του καταστήματος; Δικαιολόγησε την άποψή σου.)													
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ						
Α/Α	Επίπεδο	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	3	1		+2		1	4	3		+1			3	
2	Μονοδομικό	10	9			+1	14	11	8			+2	+1	9	
3	Πολυδομικό	4	1		-3		2	3	1				+2	3	
4	Συσχετιστικό	1	1				1	0	0					3	
	ΣΥΝΟΛΟ	18	12				18	18	12					18	

Οι μαθητές που παρέμειναν αμετακίνητοι στις αρχικές τους ιδέες είναι ισάριθμοι και στις δυο ομάδες. Οι θετικές μετακινήσεις, ιδιαίτερα στα ανώτερα επίπεδα (Πολυδομικό και Συσχετιστικό), στην Πειραματική ομάδα είναι διπλάσιες από αυτές στην ομάδα Ελέγχου, η οποία έχει και αρνητικές μετακινήσεις. Η εμφατική παραμονή στο Μονοδομικό επίπεδο είναι χαρακτηριστική και στις δύο ομάδες.

Ερώτηση 5: Το είδωλό σου στον καθρέφτη σχηματίζεται ‘πάνω’, ‘μέσα’ ή ‘πίσω’ από τον καθρέφτη;

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Το είδωλό μου σχηματίζεται πάνω στον καθρέφτη».

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Το είδωλό μου σχηματίζεται πάνω στον καθρέφτη γιατί πάνω στο τζάμι γίνεται και η ανάκλαση».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Βλέπουμε το είδωλο πίσω γιατί δεν μπορούμε να δούμε την πηγή κι έτσι βλέπουμε το είδωλο».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Το είδωλό μας σχηματίζεται πίσω από τον καθρέφτη. Αυτό συμβαίνει επειδή ο εγκέφαλός μας μπορεί να δει το φως μόνο ευθύγραμμο. Έτσι ‘φαντάζεται’ ένα όμοιο πράγμα πίσω από τον καθρέφτη».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Όταν ακτίνες φωτός, που προέρχονται π.χ. από τη φλόγα ενός κεριού, συναντούν το κάτοπτρο, ανακλώνται σε γωνίες ίσες με τις γωνίες πρόσπτωσής τους. Οι προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτίνων συναντώνται σ’ ένα σημείο πίσω από τον καθρέφτη. Το μάτι δέχεται τις ανακλώμενες ακτίνες σα να προέρχονται από το σημείο αυτό. Ο παρατηρητής βλέπει ένα φωτεινό σημείο πίσω από την επιφάνεια του καθρέφτη. Το σημείο αυτό είναι το είδωλο και είναι φανταστικό».

Πίνακας 35 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 5 (φως)

ΠΙΝΑΚΑΣ 35		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 5 (Το είδωλό σου στον καθρέφτη σχηματίζεται πάνω, μέσα ή πίσω από το τζάμι; Γιατί;)													
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ						
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	13	7		+4	+2		7	15	10		+2	+3		10
2	Μονοδομικό	5	3			+2		7	1	1					3
3	Πολυδομικό	0	0					4	2	0				+2	3
4	Συσχετιστικό	0	0					0	0	0					2
ΣΥΝΟΛΟ		18	10					18	18	11					18

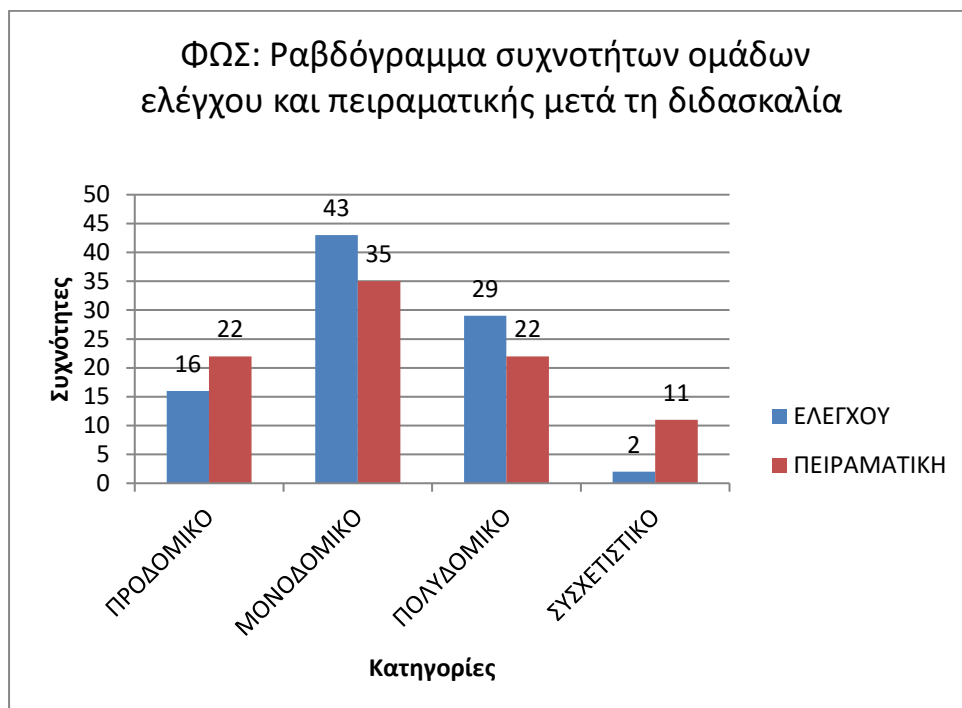
Οι ομάδες των μαθητών παρουσιάζουν ομοιότητες τόσο στις μετακινήσεις προς τα ανώτερα επίπεδα κατανόησης όσο και ως προς τον αριθμό των μαθητών που παρέμειναν αμετακίνητοι στο αρχικό επίπεδο κατανόησης του αντικειμένου. Είναι χαρακτηριστικό ότι το 77,8% των μαθητών στην ομάδα Ελέγχου και το 72,3 % της Πειραματικής ομάδας κατατάσσεται στα χαμηλότερα επίπεδα της ταξινόμησης, δηλαδή στο Προδομικό και Μονοδομικό.

Από τους πίνακες 31,32,33,34,35 προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας36 Συχνότητες ομάδων ελέγχου και πειραματικής ομάδας μετά την εκπαίδευση(φως)

Πίνακας 36	Σενάριο 3.2	ΜΕΤΑ	
		ΕΛ	ΠΕ
A/A	Επίπεδο		
1	Προδομικό	16	22
2	Μονοδομικό	43	35
3	Πολυδομικό	29	22
4	Συσχετιστικό	2	11
		90	90

Από τον οποίο προκύπτει το παρακάτω Ραβδόγραμμα



Ραβδόγραμμα3 Συχνότητες ομάδων ελέγχου και πειραματικής ομάδας μετά την εκπαίδευση

Από το διάγραμμα αυτό δεν φαίνεται να προκύπτουν σημαντικές διαφορές στην απόδοση των δυο τεχνικών, όσον αφορά την κατάταξη σε κατηγορίες παρά μόνο μια λίγο μεγαλύτερη κατανομή των απαντήσεων της Πειραματικής ομάδας στο Συσχετιστικό επίπεδο.

Από τους πίνακες 31,32,33,34,35 προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 327 Κατάταξη σε κατηγορίες ανάλογα με το αποτέλεσμα (φως)

Πίνακας 37 Σενάριο 3.2	ΟΜΑΔΕΣ					
	ΕΛΕΓΧΟΥ			ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ		
	ΠΑ	UP	DOWN	ΠΑ	UP	DOWN
	65	19	-6	59	29	-2

Από τον πίνακα αυτόν βλέπουμε τα εξής: Μετά την εκπαίδευση, 65 απαντήσεις ερωτήσεων στην ομάδα ελέγχου και 59 στην πειραματική ομάδα, σε σύνολο 90 που απάντησε η κάθε ομάδα παραμένουν στο επίπεδο που ήταν πριν την εκπαίδευση. Από τις συνολικά 25 μετακινήσεις στην ομάδα ελέγχου οι 19 ήταν προς ανώτερα επίπεδα και οι 6 προς κατώτερα, ενώ τα αντίστοιχα μεγέθη στην πειραματική ομάδα είναι 31, 29, 2.

Μετά τον έλεγχο Ανεξαρτησίας (έλεγχος χ^2) προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:
 $\chi^2(3)=8,95$ $p=0,03$

Συνεπώς οι δύο τεχνικές διδασκαλίας δεν έχουν την ίδια απόδοση ως προς τα αποτελέσματα ταξινόμησης σε κατηγορίες ταξινομίας SOLO.

3.3 Ήχος

Ερώτηση 1: Πώς παράγεται ο ήχος;

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Ο ήχος παράγεται από τις χορδές στο στόμα μας».

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Ο ήχος παράγεται από τον αέρα. Κάποια μόρια σπρώχνουν κάποια άλλα μόρια και συνεχίζεται το ίδιο».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Ο ήχος δημιουργεί μια ταλάντωση που με τα μόρια του αέρα φτάνει στ' αυτιά μας».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Ο ήχος παράγεται με την ταλάντωση. Δημιουργούνται ηχητικά κύματα και με τη βοήθεια του αέρα φτάνει στ' αυτιά μας».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Ο ήχος παράγεται από την παλμική κίνηση-ταλάντωση- ενός σώματος που το ονομάζουμε ηχητική πηγή. Καθώς το σώμα, η ηχητική πηγή, ταλαντώνεται συμπαρασύρει τα μόρια του αέρα που βρίσκονται κοντά της. Η διαταραχή διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις και δημιουργούνται πυκνώματα και αραιώματα διαδοχικά».

Πίνακας 38 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 1 (ήχος)

ΠΙΝΑΚΑΣ 38		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 1 (Πώς παράγεται ο ήχος;)														
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ							
Α/Α	Επίπεδο	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
		Σ	ΠΑ	1	2	3	4		Σ	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	5	3		+2			3		4	2		+1		+1	2
2	Μονοδομικό	11	8			+3		11		11	9			+2		10
3	Πολυδομικό	2	0		-1		+1	3		2	1				+1	3
4	Συσχετιστικό	0	0					1		1	1					3
	ΣΥΝΟΛΟ	18	11					18		18	13					18

Ο αριθμός των μαθητών που παραμένουν στο ίδιο επίπεδο είναι σχεδόν ίδιος, όπως επίσης και ο αριθμός αυτών που μετακινήθηκαν σε άλλα επίπεδα.

Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2: Σε τι διαφέρουν οι ήχοι; Πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικούς ήχους;

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Το να ακούς μια φωνή αγοριού διαφέρει από του κοριτσιού».

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

« Οι ήχοι διαφέρουν ανάλογα με τη χροιά των σωμάτων. Οι χροιές των μουσικών οργάνων, των ανθρώπων κ.λ.π. είναι διαφορετικές».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

« Οι ήχοι διαφέρουν ως προς τη χροιά. Μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικούς ήχους ανάλογα με τη χροιά, το ύψος και την ένταση».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

« Οι ήχοι διαφέρουν στην ένταση (δυνατός, ασθενής ήχος) και στο ύψος (οξύς, βαρύς ήχος). Μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικούς ήχους μεταβάλλοντας την ένταση ή το ύψος».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Οι ήχοι διαφέρουν ως προς τα χαρακτηριστικά τους, που είναι η ένταση, το ύψος, η χροιά. Μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικούς ήχους αλλάζοντας την ένταση και το ύψος τους. Οι ήχοι έχουν χαρακτηριστική χροιά κάτι που τους κάνει να ξεχωρίζουν ο ένας από τον άλλο και να είναι μοναδικοί».

Πίνακας 39 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 2 (ήχος)

ΠΙΝΑΚΑΣ 39		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 2 (Σε τι διαφέρουν οι ήχοι; Πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικούς ήχους;)													
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ						
Α/Α	Επίπεδο	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
		Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	7	2		+5		2	4	2		+1	+1		2	
2	Μονοδομικό	10	6			+4	11	11	8			+2	+1	10	
3	Πολυδομικό	1	1				5	2	0		-1		+1	3	
4	Συσχετιστικό	0	0				0	1	1					3	
	ΣΥΝΟΛΟ	18	9				18	18	11					18	

Οι δυο ομάδες δε διαφέρουν τόσο ως προς τον αριθμό των μετακινήσεών τους από το ένα επίπεδο στο άλλο, όσο και ως προς τον αριθμό των μαθητών που παρέμειναν αμετακίνητοι στο αρχικό επίπεδο. Επίσης, οι απαντήσεις και των δύο ομάδων έχουν ταξινομηθεί σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 50% στη δεύτερη κατηγορία, του Μονοδομικού επιπέδου.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3: Γιατί ένας ήχος ακούγεται δυνατότερα, όταν η πηγή του είναι κοντά;

1^οεπίπεδο: Προδομικό

«Όσο πιο κοντά είναι η ηχητική πηγή τόσο πιο δυνατά ακούγεται ο ήχος».

2^οεπίπεδο: Μονοδομικό

«Γιατί ο ήχος δε χάνεται όταν είσαι κοντά στην πηγή του. Όταν τα ηχητικά κύματα είναι μικρότερα είναι δυνατότερος ο ήχος, ενώ όταν τα ηχητικά κύματα είναι μεγαλύτερα ο ήχος εξασθενίζει».

3^οεπίπεδο: Πολυδομικό

«Όταν βρισκόμαστε κοντά στην πηγή ο ήχος θα μεταφερθεί πιο γρήγορα στο αυτί μας, γιατί θα διανύσει λιγότερη απόσταση» .

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Ο ήχος ακούγεται δυνατότερα, καθώς δε διανύει μεγάλη απόσταση για να φτάσει στ' αυτιά μας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μη διασκορπίζεται και να φτάνει στ' αυτιά μας όσο περισσότερο γίνεται δυνατός».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Όσο απομακρυνόμαστε από την πηγή, τόσο η ενέργεια του κύματος 'απλώνεται' στον χώρο ή χάνεται σαν θερμότητα».

Πίνακας 40 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 3 (ήχος)

ΠΙΝΑΚΑΣ 40		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 3: Γιατί ένας ήχος ακούγεται δυνατότερα, όταν η πηγή του είναι κοντά;													
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ						
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	13	10		+2		+1	10	10	7		+1	+2		7
2	Μονοδομικό	3	2				+1	4	2	0			+1	+1	2
3	Πολυδομικό	2	2					2	5	3		-1		+1	6
4	Συσχετιστικό	0	0					2	1	1					3
	ΣΥΝΟΛΟ	18	14					18	18	11					18

Η διαφορά στις δυο ομάδες εντοπίζεται στον αριθμό των μετακινήσεων προς τα ανώτερα γνωστικά επίπεδα και είναι λίγο μεγαλύτερη στην Πειραματική ομάδα.

Ερώτηση 4: Πώς μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο ήχους που προέρχονται από δύο διαφορετικά υλικά, άτομα ή μουσικά όργανα, λόγου χάρη πιάνο και τρομπέτα, ίδιας έντασης και συχνότητας, αν οι ήχοι π.χ. του πιάνου και της τρομπέτας έχουν την ίδια νότα;

1^ο επίπεδο: Προδομικό

«Μπορούμε να τους ξεχωρίσουμε επειδή είναι από διαφορετικά υλικά».

2^ο επίπεδο: Μονοδομικό

«Μπορούμε να ξεχωρίσουμε τους ήχους με την ένταση και το ύψος».

3^ο επίπεδο: Πολυδομικό

«Οι ήχοι έχουν διαφορετική χροιά».

4^ο επίπεδο: Συσχετιστικό

«Η χροιά του κάθε ήχου είναι διαφορετική, γι' αυτό μπορούμε να ξεχωρίσουμε δυο ήχους που θ' ακούσουμε. Ο ήχος του πιάνου έχει διαφορετική χροιά από τον ήχο της τρομπέτας και γι' αυτό ακούγεται διαφορετικά».

5^ο επίπεδο: Εκτεταμένης Θεώρησης

«Από τη διαφορετική χροιά που τους κάνει να ξεχωρίζουν ο ένας από τον άλλον και είναι μοναδικοί. Δύο ήχοι μπορεί να έχουν την ίδια συχνότητα και ένταση, αλλά έχουν διαφορετική χροιά».

Πίνακας 41 Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 4 (ήχος)

ΠΙΝΑΚΑΣ 41		Αξιολόγηση απαντήσεων στην ερώτηση 4 (Πώς μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο ήχους που προέρχονται από δύο διαφορετικά υλικά)													
		ΕΛΕΓΧΟΥ							ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ						
		Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ	Π	Επίπεδα Μετακινήσεις				Μ		
A/A	Επίπεδο	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ	Σ	ΠΑ	1	2	3	4	Σ
1	Προδομικό	8	2		+3	+3		2	5	3		+2			3
2	Μονοδομικό	10	5			+5		8	2	1			+1		5
3	Πολυδομικό	0	0					8	10	8		-2			9
4	Συσχετιστικό	0	0					0	1	1					1
	ΣΥΝΟΛΟ	18	7					18	18	13					18

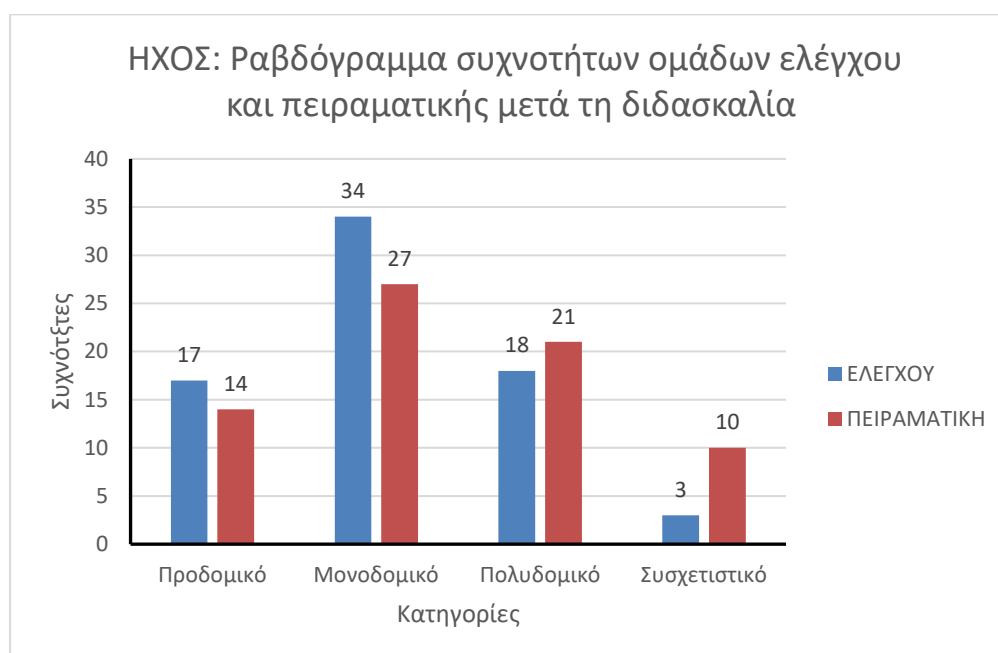
Χαρακτηριστικό των αποτελεσμάτων σύμφωνα με τον πίνακα είναι η σημαντική μετακίνηση προς το Πολυδομικό επίπεδο της ομάδας Ελέγχου, καθώς και ότι κατά 50% οι απαντήσεις των μαθητών και από τις δυο ομάδες τούς κατέταξαν στο Πολυδομικό επίπεδο.

Από τους πίνακες 38, 39, 40,41 προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 42 Συχνότητες ομάδων ελέγχου και πειραματικής ομάδας μετά την εκπαίδευση (ήχος)

Πίνακας 42	ΣΕΝΑΡΙΟ 3.3 -ΗΧΟΣ	ΜΕΤΑ	
		ΕΛ	ΠΕ
A/A	Επίπεδο		
1	Προδομικό	17	14
2	Μονοδομικό	34	27
3	Πολυδομικό	18	21
4	Συσχετιστικό	3	10
ΣΥΝΟΛΟ		72	72

Από τον οποίο προκύπτει το παρακάτω Ραβδόγραμμα



Ραβδόγραμμα4 Συχνότητες ομάδων ελέγχου και πειραματικής ομάδας (ήχος)

Από το διάγραμμα αυτό δεν φαίνεται να προκύπτουν σημαντικές διαφορές στην απόδοση των δυο τεχνικών διδασκαλίας, όσον αφορά την κατάταξη σε κατηγορίες παρά μόνο μια λίγο μεγαλύτερη κατανομή των απαντήσεων της Πειραματικής ομάδας στο Συσχετιστικό επίπεδο.

Ομοίως από τους πίνακες 38, 39, 40,41 προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 43 Κατάταξη σε κατηγορίες ανάλογα με το αποτέλεσμα (ήχος)

Πίνακας 43	ΟΜΑΔΕΣ					
	ΕΛΕΓΧΟΥ			ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ		
Σενάριο 3.3	ΠΑ	UP	DOWN	ΠΑ	UP	DOWN
	41	30	-1	48	20	-4

Από τον πίνακα αυτόν βλέπουμε τα εξής. Μετά τη διδασκαλία, 41 απαντήσεις ερωτήσεων στην ομάδα ελέγχου και 48 στην πειραματική ομάδα, σε σύνολο 72 που απάντησε η κάθε ομάδα, παραμένουν στο επίπεδο που ήταν πριν την εκπαίδευση. Από τις συνολικά 31 μετακινήσεις στην ομάδα ελέγχου οι 30 ήταν προς ανώτερα επίπεδα και 1 προς κατώτερα, ενώ τα αντίστοιχα μεγέθη στην πειραματική ομάδα είναι 24, 20, 4.

Μετά τον έλεγχο Ανεξαρτησίας (έλεγχος χ^2) προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

$$\chi^2(3)=5,09 \quad p=0,16$$

Συνεπώς οι δύο τεχνικές διδασκαλίας έχουν την ίδια απόδοση ως προς τα αποτελέσματα ταξινόμησης σε κατηγορίες ταξινόμιας SOLO.

Το βασικό ερώτημα της έρευνας ήταν αν η χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας, και στη συγκεκριμένη περίπτωση των προσομοιώσεων, ως μέθοδος διδασκαλίας των φυσικών της Ε' Δημοτικού, συντελεί στην ανάπτυξη Υψηλών Γνωστικών Δεξιοτήτων.

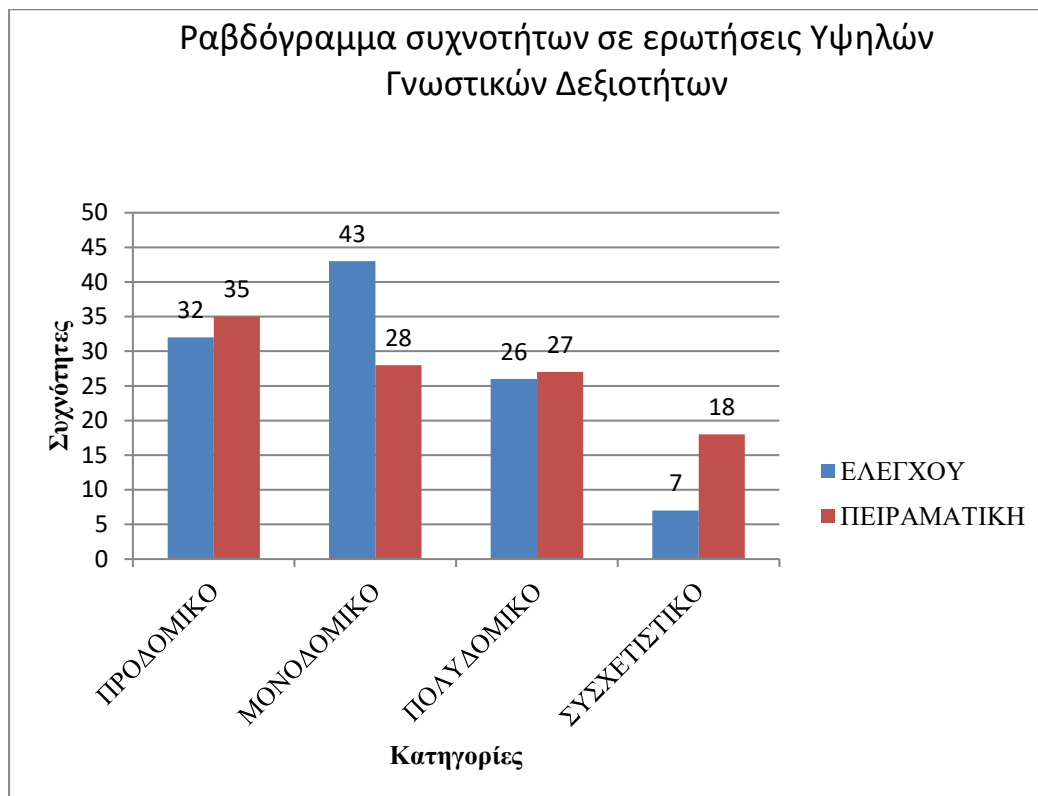
Ο πίνακας 44 δείχνει τις απαντήσεις των μαθητών της ομάδας Ελέγχου και της Πειραματικής ομάδας αθροιστικά στις ερωτήσεις που ταξινομούνται στο τέταρτο (Αναλύω) και πέμπτο επίπεδο (Αξιολογώ) της ταξινόμιας του Bloom. Οι ερωτήσεις αυτές είναι:

Πίνακας44 Ερωτήσεις που απαιτούν Υψηλότερης Τάξης Γνωστικές Δεξιότητες

ΠΙΝΑΚΑΣ 44	
ΣΕΝΑΡΙΟ	ΕΡΩΤΗΣΗ
ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΣΕΙΡΑ	4η
ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ	4η 5η
ΦΩΣ	3η 5η
ΗΧΟΣ	3η

Πίνακας45 Οι απαντήσεις των μαθητών αθροιστικά στις ερωτήσεις που τους δόθηκαν

ΠΙΝΑΚΑΣ 45		ΕΛΕΓΧΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΑ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	ΠΟΣΟΣΤΑ
A/A	Επίπεδο				
1	Προδομικό	32	29,6	35	32,4
2	Μονοδομικό	43	39,8	28	25,9
3	Πολυδομικό	26	24,1	27	25
4	Συσχετιστικό	7	6,5	18	16,7
ΣΥΝΟΛΟ		108	100	108	100



Ραβδόγραμμα 5 Συχνότητες σε ερωτήσεις Υψηλών Γνωστικών Δεξιοτήτων

Από το ραβδόγραμμα 5 και τον πίνακα 45 βλέπουμε ότι η Πειραματική ομάδα έχει καλύτερα αποτελέσματα στις ερωτήσεις που απαιτούν Υψηλότερης Τάξης Γνωστικές Δεξιότητες, αφού συγκεντρώνει το 41,7% των απαντήσεων στα δυο ανώτερα επίπεδα κατάταξης στην ταξινόμια SOLO, ενώ η ελέγχου συγκεντρώνει στ' αντίστοιχα επίπεδα το 30,6% των απαντήσεων.

Μετά τον έλεγχο Ανεξαρτησίας (έλεγχος χ^2) προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:
 $\chi^2(3) = 8,162$

$p = 0,04$

Επομένως υπάρχει εξάρτηση ανάμεσα στις δυο διδακτικές τεχνικές διδασκαλίας που εφαρμόστηκαν και την απόδοση των μαθητών των δυο ομάδων σύμφωνα με την ταξινόμια SOLO στις ερωτήσεις που βελτιώνουν τις Υψηλότερης Τάξης Γνωστικές Δεξιότητες, δηλαδή η χρήση των ψηφιακών μέσων επηρεάζει την απόδοση των μαθητών σ' αυτού του τύπου τις ερωτήσεις

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθεί κατά πόσο η χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας στη διδασκαλία των φυσικών στην Ε' δημοτικού συντελεί στην ανάπτυξη Υψηλών Γνωστικών Δεξιοτήτων, όταν οι στόχοι της διδασκαλίας προσδιορίζονται και συντάσσονται με βάση την ταξινόμια του Bloom.

Η διδασκαλία εννοιών της φυσικής σε μαθητές της Ε' δημοτικού παρουσιάζει δυσκολίες, ιδιαίτερα όταν οι έννοιες που πρόκειται να μελετηθούν είναι το φως και ο ήχος, έννοιες οι οποίες για να κατανοηθούν από τους μικρούς μαθητές δεν αρκούν τα πειράματα στην τάξη, αλλά είναι απαραίτητο ένα μοντέλο σκέψης που βασίζεται στην αφαιρετική σκέψη και τη λογική. Αντίθετα τα ηλεκτρικά κυκλώματα περιέχουν δεξιότητες που είναι συναφείς στις δεξιότητες των μαθητών αυτής της ηλικίας και απαιτούν κατανόηση και εφαρμογή στην πράξη. Τα αποτελέσματά τους είναι ορατά στους μαθητές γι' αυτό και κατανοητά κάτι που δεν είναι τόσο φανερό στην έννοια του φωτός, όπου οι μαθητές πρέπει να 'φανταστούν' τη δημιουργία του ειδώλου σε επίπεδο κάτοπτρο. Επιπλέον η κατανόηση της έννοιας του φωτός και των φαινομένων της ανάκλασης και της διάχυσης προϋποθέτει γνώσεις φυσικής τις οποίες δεν έχουν ακόμη διδαχθεί π.χ. την έννοια της ταλάντωσης των ηλεκτρονίων που επανεκπέμπουν το φως που φωτίζει για παράδειγμα μια σελίδα (Hewitt, 2002) ή την έννοια του κύματος που συναντούν στο κεφάλαιο του ήχου.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πειραματικής αυτής έρευνας και συγκεκριμένα στο κεφάλαιο της σύνδεσης σε σειρά οι δύο μέθοδοι διδασκαλίας έχουν την ίδια απόδοση όσον αφορά τις απαντήσεις των δυο ομάδων σε ερωτήσεις που συντελούν στην ανάπτυξη Υψηλότερης Τάξης Γνωστικών Δεξιοτήτων ($p=0,21$).

Στο κεφάλαιο της Παράλληλης σύνδεσης συμπεραίνουμε ότι οι δύο μέθοδοι διδασκαλίας έχουν την ίδια απόδοση όσον αφορά τις απαντήσεις των δύο ομάδων που συντελούν στην ανάπτυξη Υψηλότερης Τάξης Γνωστικών Δεξιοτήτων ($p=0,14$).

Στο κεφάλαιο Φως υπήρξε διαφοροποίηση στην απόδοση των δύο μεθόδων διδασκαλίας ($p=0,03$). Υπάρχει εξάρτηση μεταξύ των δύο μεθόδων διδασκαλίας και της επίδοσης των μαθητών σύμφωνα με την κατάταξη της ταξινομίας SOLO σε ερωτήσεις που συντελούν στην ανάπτυξη Υψηλότερης Τάξης Γνωστικών Δεξιοτήτων.

Στο κεφάλαιο Ήχος συμπεραίνουμε ότι οι δύο μέθοδοι διδασκαλίας έχουν την ίδια απόδοση όσον αφορά τη βελτίωση του επιπέδου ταξινόμησης σε κατηγορίες κατά SOLO ($p=0,16$).

Επειδή οι Υψηλότερης Τάξης Γνωστικές Δεξιότητες αφορούν τόσο τους στόχους όσο και τα ερωτήματα που κατατάσσονται στα τρία τελευταία επίπεδα της ταξινομίας του Bloom, στα επίπεδα Αναλύω, Αξιολογώ και Δημιουργώ, συγκεντρώσαμε τις απαντήσεις των αντίστοιχων ερωτήσεων που κατατάσσονται στα τρία αυτά επίπεδα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι δυο μέθοδοι διδασκαλίας δεν έχουν την ίδια απόδοση όσον αφορά τις απαντήσεις των δυο ομάδων σε ερωτήσεις που συντελούν στην ανάπτυξη Υψηλότερης Τάξης Γνωστικών Δεξιοτήτων. Ο δείκτης $p=0,04$ δηλώνει ότι υπάρχει μια εξάρτηση ανάμεσα στη μέθοδο διδασκαλίας και την επίτευξη αποτελεσμάτων στα υψηλά επίπεδα της ταξινομίας SOLO που χρησιμοποιήθηκε για

την αξιολόγηση των απαντήσεων. Στο τελικό ραβδόγραμμα 5 φαίνεται σημαντικά υψηλότερο το αποτέλεσμα της Πειραματικής ομάδας στο Συσχετιστικό επίπεδο.

Πολλοί ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση των προσομοιώσεων για την κατανόηση των εννοιών της φυσικής έδειξε ότι βοηθάει τους μαθητές τόσο στην κατανόησή τους όσο και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων που αφορούν ανώτερες γνωστικές λειτουργίες όπως η ανάλυση, η κρίση, η αξιολόγηση, η επιχειρηματολογία. Ο Γκαρτζονίκας, (2017) αναφέρει ότι «Οι μαθητές επιτυγχάνουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, όταν χρησιμοποιούν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα, στις έννοιες του ηλεκτρομαγνητισμού, σε σχέση με τους μαθητές που διδάσκονται τις ίδιες έννοιες με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας». «Το ίδιο συνέβη και στην εκπαιδευτική παρέμβαση για τον ηλεκτροκινητήρα και την ηλεκτρογεννήτρια» (σελ.141). Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν οι ερευνητές Hopson et al (2001), αναφέροντας ότι η δημιουργία ενός περιβάλλοντος που εμπλουτίστηκε με την τεχνολογία φαίνεται ότι είχε ελάχιστη, αλλά θετική επίδραση στην απόκτηση από τους μαθητές δεξιοτήτων σκέψης υψηλότερης τάξης. Επίσης οι ερευνητές Finkelstein et al, (2005) αναφέρουν ότι οι σπουδαστές που χρησιμοποίησαν τον προσομοιωμένο εξοπλισμό ξεπέρασαν τους ομολόγους τους τόσο σε μια εννοιολογική έρευνα όσο και στην περιγραφή της λειτουργίας του κυκλώματος. Σύμφωνα με τους Tekos, Solomonidou, (2009) «η συνεργατική διδασκαλία, μαζί με τις προσομοιώσεις των υπολογιστών και άλλα εργαλεία ΤΠΕ, ενθάρρυναν και εντυπωσίασαν τους μαθητές, δημιουργώντας ένα ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον που συνέβαλε στην ενεργό συμμετοχή τους και στην αποτελεσματική μάθηση» (σελ. 426).

Οι Casagrand και Semsar, (2017), που αξιοποίησαν την ταξινομία του Bloom χρησιμοποιώντας την ως εργαλείο στην αξιολόγηση και ποσοτικοποίηση του επιπέδου γνωστικών δεξιοτήτων των φοιτητών τους πριν και μετά τη μεταρρύθμιση του μαθήματος νευροφυσιολογίας, αναφέρουν ότι εκτός από να επιφέρουν σημαντικές μεταρρυθμίσεις στη διδασκαλία του συγκεκριμένου μαθήματος κατάφεραν να βοηθήσουν τους φοιτητές να βελτιώσουν τις ικανότητες υψηλού επιπέδου (HOTS). Οι ερευνητές Cubrilo et al, (2014) αναφέρουν ότι: «Η χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων επέτρεψε στους μαθητές να παρατηρήσουν το ίδιο φαινόμενο από διαφορετικές απόψεις: λεκτική ερμηνεία, μαθηματική προσέγγιση-τύποι, κινούμενα σχέδια, δυναμικό γράφημα συμμόρφωσης με κινούμενα σχέδια. Τα πειράματα προσομοίωσης επέτρεψαν την επικοινωνιακή προσέγγιση της διδασκαλίας, όπου ένας μαθητής μαθαίνει εξερευνώντας σε συνεργασία με τον δάσκαλο και λαμβάνει την ανατροφοδότηση» (σελ. 359).

Η στοχοθεσία με βάση την ταξινομία του Bloom έδωσε την ευκαιρία στους μαθητές να σκεφτούν, να συνδυάσουν τις πληροφορίες, να κρίνουν, να συμπεράνουν, ν' αναπτύξουν τις ανώτερες γνωστικές τους ικανότητες. Αν και ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών έμεινε στις αρχικές του αντιλήψεις, ωστόσο βελτίωση υπήρξε και στις χαμηλότερες γνωστικές δεξιότητες.

Εξίσου σημαντική είναι η συμβολή της χρήσης της ταξινομίας και για τον εκπαιδευτικό, που θέτει στόχους ευθυγραμμισμένους με τα τελικά ερωτήματα, που αφορούν όχι μόνο πληροφορίες που πρέπει να ανακληθούν, και στην καλύτερη περίπτωση να εφαρμοστούν, αλλά ερεθίσματα για σκέψη και δημιουργικότητα. Δημιουργεί έτσι ευκαιρίες για περαιτέρω κατάρτιση όσον αφορά την επιστημονική γνώση του αντικειμένου όσο και την παιδαγωγική και τεχνολογική γνώση περιεχομένου.

Ο πίνακας ταξινόμησης της αναθεωρημένης ταξινομίας του Bloom αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για τον εκπαιδευτικό τόσο για τη δημιουργία μαθησιακών στόχων όσο και για τον έλεγχο των στόχων που θα μπορούσαν να είχαν δημιουργηθεί, αλλά δεν συμπεριλήφθηκαν τελικά στον πίνακα. Ο Krathwohl, (2002) αναφέρει χαρακτηριστικά ότι ο πίνακας ταξινόμησης προτείνει τι θα μπορούσε να είναι, αλλά δεν ήταν τελικά.

Στην παρούσα έρευνα, προέκυψαν κάποιοι περιορισμοί.

Όσον αφορά την εφαρμογή της ψηφιακής ταξινομίας του Bloom, εφαρμόστηκαν κυρίως οι προσομοιώσεις, το ψηφιακό βίντεο και η βασική αναζήτηση στις μηχανές αναζήτησης, καθώς οι γνώσεις των μαθητών της Ε' Δημοτικού, ως προς τη χρήση διαφόρων ψηφιακών εφαρμογών είναι ακόμη περιορισμένες.

Επίσης, το δείγμα της έρευνας ήταν αρκετά μικρό ώστε τα αποτελέσματα που προέκυψαν να μπορούν να γενικευτούν.

Ο χρόνος της διεξαγωγής των διδασκαλιών αποδείχτηκε περιορισμένος και για τις δυο ομάδες και ιδιαίτερα για την Πειραματική, καθώς οι μαθητές έπρεπε να 'κατεβάσουν' τα προγράμματα από τη συγκεκριμένη ιστοσελίδα (phet.colorado.edu) και να μάθουν τη χρήση τους, όπως επίσης και τα μαθησιακά αντικείμενα στο Φωτόδεντρο.

Μια μικρή ανακολουθία στα αποτελέσματα της ερώτησης 'Πώς νομίζεις ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας' ανάμεσα στην ομάδα Ελέγχου και την Πειραματική οφείλεται σε αιτίες που δεν είχαν προβλεφθεί και είναι η ήδη προϋπάρχουσα πληροφόρηση της ομάδας Ελέγχου σχετικά με την έννοια της διάχυσης του φωτός πριν πραγματοποιηθεί η διδασκαλία της συγκεκριμένης έρευνας.

Τέλος προτείνουμε τη διεξαγωγή έρευνας σε άλλες θεματικές ενότητες των φυσικών με έμφαση στην ψηφιακή ταξινομία του Bloom σε μαθητές της Στ' Δημοτικού οι οποίοι γνωρίζουν καλύτερα τη χρήση εφαρμογών όπως Excel, Powerpoint, Scratch, Wikis κ.ά. Επίσης θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθεί η ποιότητα και η διατήρηση της γνώσης των μαθητών που διδάχτηκαν κεφάλαια της φυσικής τόσο με ψηφιακά μέσα, όσο και με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας μέσα από επαναλαμβανόμενα τεστ μετά π.χ. την πάροδο δύο μηνών.

5. Αναφορές

- Anderson, L.W. (ED.), Krathwohl, D.R. (ED.), Airasian, P.W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J. & Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (Complete edition). New York: Longman.
- Asoko H. M., Leach J. & Scott P. H. (1991). "A study of students' understanding of sound 5-16 as an example of action research", Paper prepared for the Symposium, "Developing Students' Understanding in Science" at the Annual Conference of the British Educational Research Association at Roehampton Institute, 2 September 1990, London.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H. & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay Company.
- Bosman, L. & Zagenczyk, T. (2011). Revitalize Your Teaching: Creative Approaches to Applying Social Media in the Classroom. In B. White, I. King, P. Tsang (Eds.). *Social media tools and platforms in learning environments*. pp.3-16.
- Casagrand, J. & Semsar, K. (2017). Redesigning a course to help students achieve higher-order cognitive thinking skills: from goals and mechanics to student outcomes *Advances in Physiology Education 41: 194–202, 2017*.
- Chase, C. C., Shemwell, J., T. & Schwartz, D., L. (2010). Explaining across contrasting cases for deep understanding in science: an example using interactive simulations ICLS' 10 *Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences-Volume1*, Pages 153-160.
- Crompton, H., Burke, D. & Lin, Y. C. (2018). Mobile learning and student cognition: A systematic review of K-12 research using Bloom's Taxonomy. *British Journal of Educational Technology Vol 0 (0)2018*.
- Čubrilo, D. R., Crvenković Z. L., Obadović D. & Segedinac, M. (2014). The Application of Multimedia and its Effects on Teaching Physics in Secondary School *Година 46 • Број 2 • Децембар 2014 • 339–363*.
- Cullinane, A. (2015). Bloom's Taxonomy and its Use in Classroom Assessment, *Resource & Research Guides Vol. 1(13) 2009-10*.
- Dalton, E. W & Goodrum, D. A. (1991). The effects of computer programming on problem-solving skills and attitudes. *Journal of Educational Computing Research*, 7(4), 483-506.
- David, J. L. (1993). Realizing the promise of technology: The need for systemic education reform. Paper presented at the meeting of the *American Educational Research Association*, Atlanta, GA.
- Dede, C. (1990). Imaging technology's role in restructuring for learning. In K. Sheingold & M.S. Tucker (Eds.), *Restructuring for learning with technology*

- (pp. 49-72). New York: Center for Technology in Education, Bank Street College of Education, and National Center on Education and the Economy.
- Diacopoulos, M., M. (2015). Untangling Web 2.0: Charting Web 2.0 Tools, the NCSS Guidelines for Effective Use of Technology, and Bloom's Taxonomy. *The Social Studies 106*, 139-148.
- Doise, W. & Mugny, G. (1984). *The social development of the intellect*. New York: Pergamon Press.
- Driver, R., Squires A., Rushworth P. & Wood-Robinson V. (2000). Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, *Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών*. Επιμέλεια Κόκκοτας Π., Τυπωθήτω Δαρδανός Γ., Αθήνα.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P.B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Reid, S. & . LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research 1*, 010103.
- Göçer, A. (2011). Evaluation of Written Examination Questions of Turkish Language in Accordance with Bloom's Taxonomy. *Croatian Journal of Education, Vol:13* (2/2011), page: 161-183.
- Hapkiewicz, A. (1992). Finding a List of Science Misconceptions. *MSTA Newsletter*, 38 (Winter '92). pp. 11-14.
- Harris, J. (1996). Information is forever in formation, knowledge is the knower: Global connectivity in K-12 classrooms. *Computers in the Schools*, 12 (1-2), 11-22.
- Hewitt, P. G., (2004). *Οι έννοιες της Φυσικής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 2010.
- Holland, J. (2010). Cross Discipline Technology Intergration. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*, 1(4), pp.208-215.
- Hopson, M. H., Simms, R L. & Knezek, G.A. (2001). Using a Technology Enriched Environment to Improve Higher-Order Thinking Skills, *Journal of Research on Technology in Education*, 34:2, 109-119.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mind tools for schools: engaging critical thinking*. NJ: Prentice – Hall.
- Kelman, P. (1989). Alternatives to integrated instructional systems. Paper presented at the *National Educational Computing Conference*, Nashville, TN.
- Krathwohl, D. (2002): A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview, *Theory Into Practice*, 41:4, 212-218.
- Lee, Y. J., Kim, M. & Yoon H. G. (2015). The Intellectual Demands of the Intended Primary Science Curriculum in Korea and Singapore: An analysis based on revised Bloom's taxonomy. *International Journal of Science Education 37:13*, 2193-2213.

- Maurines, L. (1993). Spontaneous reasoning on the propagation of sound. In J. Novak (ed.): *Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca: Cornell University.
- OECD, (2016a). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. PISA. Paris: OECD Publishing.
- Ravanis, K. Papamichaël, Y. & Koulaidis, V. (2002). Social marking and conceptual change: the conception of light for ten-year old children, *Journal of Science Education*, 2002, 3(1), 15-18.
- Salomon, G. (1990). The computer lab: A bad idea now sanctified. *Educational Technology*, 30(10): 50-52.
- Simpson, E. J. (1966). The classification of educational objectives: Psychomotor domain. *Illinois Journal of Home Economics* 10(4): 110–144.
- Stepans J. (1996). Targeting Students' Science Misconceptions. Physical Science Concepts Using the Conceptual Change Model. *Idea Factory Inc*. Riverview, FL. USA.
- Sylvia, J. J. (2014). Using Bloom’s Taxonomy To Assess Social Media Assignments. *Journal of Interdisciplinary Studies in Education* 3 (1):50-60.
- Tekos, G., & Solomonidou, C. (2009). Constructivist Learning and Teaching of Optics Concepts Using ICT Tools in Greek Primary School: A Pilot Study. *J Sci Educ Technol* (2009) 18:415–428.
- Valcke, M., De Wever B., Zhu, C. & Deed, C. (2009). Supporting active processing in collaborative groups: The potential of Bloom’s taxonomy as a labeling tool. *Internet and Higher Educatio* 12:165-172.
- Van Heuvelen, A., & Zou, X. L. (2001). Multiple representations of work-energy processes. *American Journal of Physics*, Vol. 69, No. 2, 184–194.
- Van Joolingen, W. R., De Jong, T., Lazonder, A.W., Savelsbergh, E. R. & Manlove, S. (2005). Co-Lab: research and development of an online learning environment for collaborative scientific discovery learning. *Computers in Human Behavior*, Vol. 21, 671–688.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Journal Learning and Instruction*, 4(1), 45-69.
- Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου Ε., Σάββας Σ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ., Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Α. & Καλκάνης Γ. (2012), *Ερευνά και ανακαλύπτω: ΒιβλίοΔασκάλουΕ’ Δημοτικού*, ΙΤΥΕ ‘ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ’.
- Βαμβακούσης, Χ. & Μπρες, Α. (2011).Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου. Πρόταση Διδασκαλίας σε 14χρονους Μαθητές με τη Συνδρομή Διαδραστικής Προσομοίωσης – Συστήματος Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης. Πρακτικά Εργασιών του 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ

«Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη», σελ. 1629-1639. Σύρος, 6-9 Μαΐου 2011.

Γκαρτζονίκας, Β. (2017). *Ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα στη διδασκαλία της Φυσικής: μία εμπειρική μελέτη*. (μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Θωμά, Ρ., Καραφωτιά, Μ. και Τζοβλά Ε. (2018). Σχολείο και καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα, *Επιστημονικό Εκπαιδευτικό Περιοδικό 'εκπ@ιδευτικός κύκλος'*, 6(3), σσ.77-90.

Κόμης, Β. (2015). *Διδακτική της Πληροφορικής: ερευνητικές προσεγγίσεις στη μάθηση και στη διδασκαλία* [Πανεπιστημιακές Σημειώσεις]. Πανεπιστήμιο Πατρών (ΜΠΣ), ΤΕΕΑΠΗ.

Κώτσης, Κ. Θ. (2005). *Διδασκαλία της Φυσικής & Πείραμα*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 2005.

Μικρόπουλος, Τ. Α. (2002). Προσομοιώσεις και Οπτικοποιήσεις στην Οικοδόμηση Εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες, στο Α. Μαργετουσάκη, Π. Μιχαηλίδης (επ.) Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών & Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 371-376, Αθήνα: ΙΩΝ.

Μικρόπουλος, Τ. Α. & Μπέλλου Ι. (2010). *Σενάρια διδασκαλίας με υπολογιστή*. Εκδόσεις: Κλειδάριθμος, Αθήνα.

Μπέλλου, Ι. (2003). Ποιοτική αξιολόγηση μαθησιακών αποτελεσμάτων μαθητών μετά την αλληλεπίδρασή τους με εκπαιδευτικό λογισμικό, 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ *Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη*, Σύρος.

Σκουμιός, Μ. (2012). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Ρόδος 2012.

Σπυροπούλου-Κατσάνη, Δ. (2005). *Διδακτικές και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*. Τυπωθήτω Δαρδανός Γ., Αθήνα.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Churches, A. Bloom's Digital Taxonomy. (Ανακτήθηκε από την ιστοσελίδα

<http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+Digital+Taxonomy>)

Medved, M. "Learning Bytes: Episode One" (presentation) 2011. (Ανακτήθηκε από την ιστοσελίδα <https://www.facebook.com/video/video.php?v=1613304088158>)

Munzenmaier, C., & Rubin, N. (2013), Bloom's Taxonomy: What's Old Is New Again, *The elearning Guild Research* (Ανακτήθηκε από την ιστοσελίδα <https://www.elearningguild.com/insights/index.cfm?id=164>)

Sugrue, B (2002). Problems with Bloom's Taxonomy (Ανακτήθηκε από http://eppicinc.files.wordpress.com/2011/08/sugrue_bloom_critique_perfxprs.pdf).

Wheeler (2012) (Ανακτήθηκε από την ιστοσελίδα <http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/bloom.html>)

6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΕΝΑΡΙΟ «ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΣΕΙΡΑ»

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1 Pre-test

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια υλικά θα χρειαστούμε για να συνδέσουμε δυο λαμπτήρες σε σειρά πάνω στην ίδια μπαταρία;
Να περιγράψεις τη διαδικασία σύνδεσης σε σειρά.

2. Τι συμβαίνει όταν αποσυνδέουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα;
Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

3. Τι συμβαίνει όταν ξανατοποθετούμε το λαμπάκι στη θέση του;
Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

4. Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

ΣΕΝΑΡΙΟ «ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΣΕΙΡΑ»

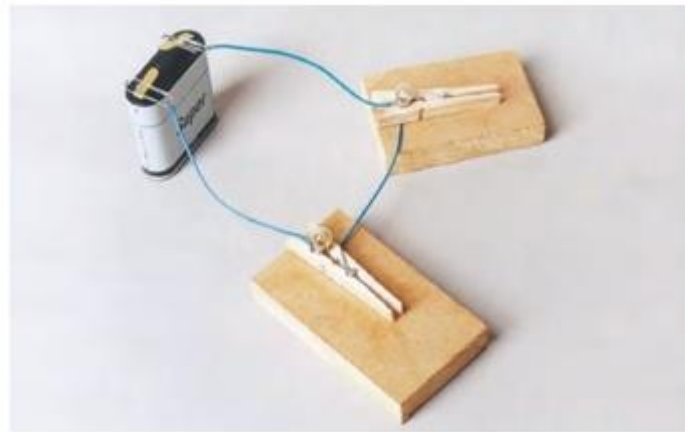
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

Πείραμα

Υλικά

- 1.Μπαταρία
2. Λαμπάκια σε λυχνιολαβές
- 3.Καλώδιο
- 4.Συνδετήρες



Εικόνα 1 Σύνδεση σε σειρά (πηγή: εικόνες Google)

Περιγραφή πειράματος

Κατασκεύασε το κύκλωμα με τα δύο λαμπάκια στη σειρά, όπως βλέπεις στην εικόνα.

Κλείσε το κύκλωμα και σημείωσε τις παρατηρήσεις σου.

.....
.....

Κατόπιν άνοιξε το κύκλωμα αποσυνδέοντας το ένα λαμπάκι και σημείωσε τις παρατηρήσεις σου.

.....
.....

Βάλε το λαμπάκι στη θέση του και αποσύνδεσε το άλλο λαμπάκι. Τι παρατηρείς;

.....
.....

Να σχεδιάσεις ένα σκίτσο του κυκλώματος σύνδεσης σε σειρά.

Ερωτήσεις για βαθύτερη κατανόηση - Συζήτηση

- ❖ Τα λαμπάκια άναψαν όλα μαζί ή ένα-ένα;
- ❖ Τι έγινε όταν αποσύνδεσες το ένα λαμπάκι;
- ❖ Με ποιους άλλους τρόπους θα μπορούσες να ανοίξεις το κύκλωμα;
- ❖ Τι παρατηρείς σχετικά με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων; Ανάβει κάποιο απ' αυτά περισσότερο ή ανάβουν το ίδιο;
- ❖ Τι πιστεύεις ότι θα συνέβαινε στην περίπτωση που είχαμε και τρίτο λαμπάκι και αποσυνδέαμε (ή καιγόταν) το ένα;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3 Post-test

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια υλικά θα χρειαστούμε για να συνδέσουμε δυο λαμπτήρες σε σειρά πάνω στην ίδια μπαταρία;

Να περιγράψεις τη διαδικασία σύνδεσης σε σειρά.

2. Τι συμβαίνει όταν αποσυνδέουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

3. Τι συμβαίνει όταν ξανατοποθετούμε το λαμπάκι στη θέση του;

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

4. Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1 Pre-test

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια υλικά θα χρειαστούμε για να συνδέσουμε δύο λαμπτήρες παράλληλα πάνω στην ίδια μπαταρία;

Να περιγράψεις τη διαδικασία της παράλληλης σύνδεσης.

2. Τι θα συμβεί αν αποσυνδέσουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

3. Γιατί οι συνδέσεις των κυκλωμάτων στα σπίτια μας είναι παράλληλες;

4. Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων στην παράλληλη σύνδεση; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

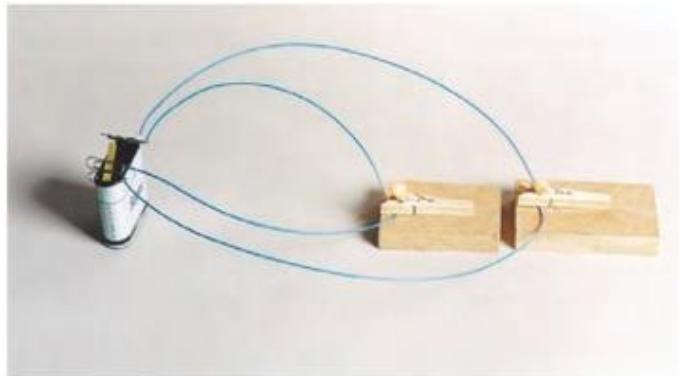
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

Πείραμα

Υλικά

- 1.Μπαταρία
2. Λαμπάκια σε λυχνιολαβές
- 3.Καλώδιο
- 4.Συνδετήρες



Εικόνα 2 Παράλληλη σύνδεση (πηγή: εικόνες Google)

Περιγραφή πειράματος

Κατασκεύασε το κύκλωμα με τα δύο λαμπάκια συνδεδεμένα παράλληλα, όπως βλέπεις στην εικόνα. Τι παρατηρείς;

.....
.....

Ξεβίδωσε το ένα από τα δύο λαμπάκια. Τι παρατηρείς; Τι συμβαίνει με τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

.....
.....

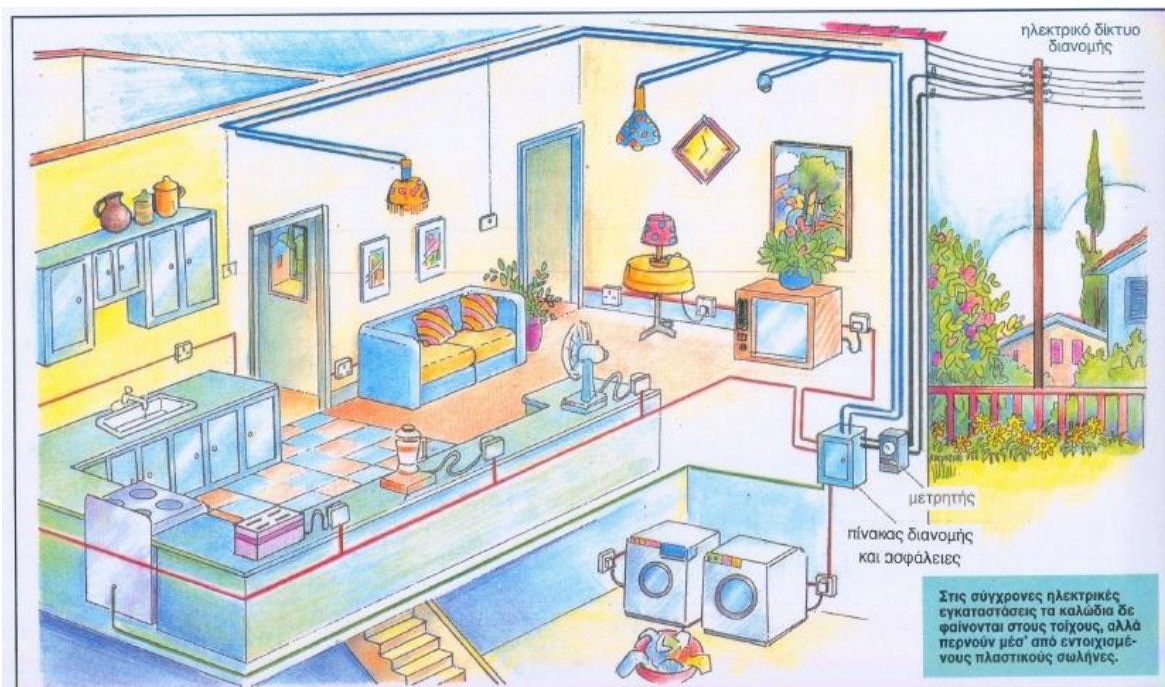
Τι παρατηρείς σχετικά με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων;

.....
.....

Να σχεδιάσεις ένα σκίτσο του κυκλώματος παράλληλης σύνδεσης.

Ερωτήσεις για βαθύτερη κατανόηση - Συζήτηση

- ❖ Τι νομίζεις ότι θα συμβεί αν έχω τρία (3) λαμπάκια συνδεδεμένα παράλληλα και καεί το ένα από αυτά, θα σβήσουν και τα υπόλοιπα; Γιατί;
- ❖ Στα σπίτια μας οι ηλεκτρικές συσκευές είναι συνδεδεμένες σε σειρά ή παράλληλα;
- ❖ Γιατί; Τι θα γινόταν αν ήταν συνδεδεμένες στη σειρά;
- ❖ Στην παρακάτω εικόνα ποια κυκλώματα συνδεδεμένα παράλληλα μπορείς να διακρίνεις;



Εικόνα 3 Ηλεκτρική εγκατάσταση οικείας (πηγή: «Πρώτα Βήματα στην Επιστήμη», Φύλλα Εργασίας Τάξη Ε', Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Λευκωσία 2009)

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3 Post-test

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια υλικά θα χρειαστούμε για να συνδέσουμε δύο λαμπτήρες παράλληλα πάνω στην ίδια μπαταρία;

Να περιγράψεις τη διαδικασία της παράλληλης σύνδεσης.

2. Τι θα συμβεί αν αποσυνδέσουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

3. Γιατί οι συνδέσεις των κυκλωμάτων στα σπίτια μας είναι παράλληλες;

4. Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων στην παράλληλη σύνδεση; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

5. Ποιες είναι οι διαφορές και ομοιότητες μεταξύ τους σύνδεσης σε σειρά και τους παράλληλης σύνδεσης;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1 Pre-test

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια υλικά θα χρειαστούμε για να συνδέσουμε δυο λαμπτήρες σε σειρά πάνω στην ίδια μπαταρία;

Να περιγράψεις τη διαδικασία σύνδεσης σε σειρά.

2. Τι θα συμβεί αν αποσυνδέσουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

3. Τι θα συμβεί αν ξανατοποθετήσουμε το λαμπάκι στη θέση του;

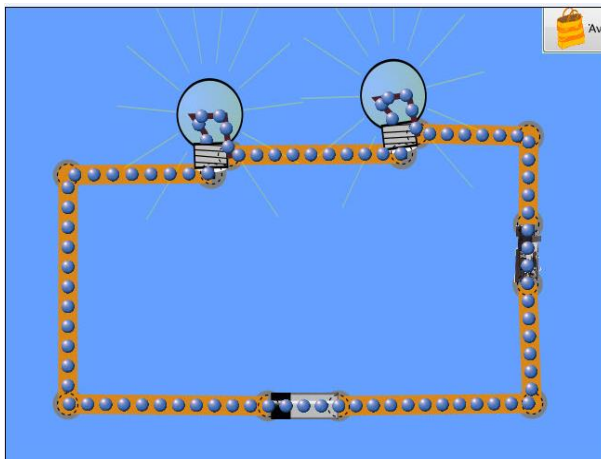
Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

4. Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

ΣΕΝΑΡΙΟ «ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΣΕΙΡΑ»

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Κατασκεύασε ένα κύκλωμα με έναν λαμπτήρα αρχικά, χρησιμοποιώντας τα καλώδια, τη μπαταρία και τους λαμπτήρες που σου προσφέρονται στο εικονικό εργαστήριο. Σύνδεσε στο κύκλωμα που έφτιαξες έναν ακόμη λαμπτήρα. Τι παρατηρείς;



Εικόνα 4 Σύνδεση σε σειρά
(Πηγή: [https://phet.colorado.edu /](https://phet.colorado.edu/))

Αποσύνδεσε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα. Τι παρατηρείς;

Βάλε το λαμπάκι στη θέση του και αποσύνδεσε το άλλο λαμπάκι. Τι παρατηρείς;

Να σχεδιάσεις ένα σκίτσο του κυκλώματος σύνδεσης σε σειρά.

Ερωτήσεις για βαθύτερη κατανόηση - Συζήτηση

- ❖ Τα λαμπάκια άναψαν όλα μαζί ή ένα-ένα;
- ❖ Τι έγινε όταν αποσύνδεσες το ένα λαμπάκι;
- ❖ Με ποιους άλλους τρόπους θα μπορούσες να ανοίξεις το κύκλωμα;
- ❖ Τι παρατηρείς σχετικά με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων; Ανάβει κάποιο απ' αυτά περισσότερο ή ανάβουν το ίδιο;
- ❖ Τι πιστεύεις ότι θα συνέβαινε στην περίπτωση που είχαμε και τρίτο λαμπάκι και αποσυνδέαμε το ένα;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3 Post-test

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια υλικά θα χρειαστούμε για να συνδέσουμε δυο λαμπτήρες σε σειρά πάνω στην ίδια μπαταρία;

Να περιγράψεις τη διαδικασία σύνδεσης σε σειρά.

2. Τι θα συμβεί αν αποσυνδέσουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

3. Τι θα συμβεί αν ξανατοποθετήσουμε το λαμπάκι στη θέση του;

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

4. Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1 Pre-test

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια υλικά θα χρειαστούμε για να συνδέσουμε δύο λαμπτήρες παράλληλα πάνω στην ίδια μπαταρία;

Να περιγράψεις τη διαδικασία της παράλληλης σύνδεσης.

2. Τι θα συμβεί αν αποσυνδέσουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

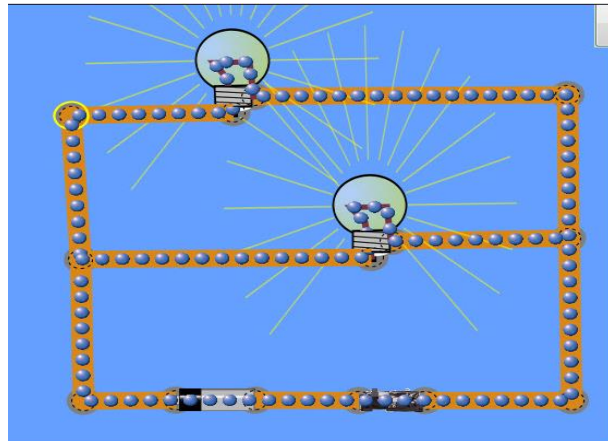
3. Γιατί οι συνδέσεις των κυκλωμάτων στα σπίτια μας είναι παράλληλες;

4. Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων στην παράλληλη σύνδεση; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Κατασκεύασε ένα κύκλωμα σε παράλληλη σύνδεση, όπως παρακολούθησες στο σχετικό βίντεο.

Αποσύνδεσε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα. Τι παρατηρείς; Δικαιολόγησε την παρατήρησή σου.



Εικόνα 2 Παράλληλη σύνδεση
(Πηγή: <https://phet.colorado.edu>)

Na σχεδιάσεις το αντίστοιχο σκίτσο με σύμβολα της παράλληλης σύνδεσης.

Ποιες διαφορές και ποιες ομοιότητες διακρίνεις ανάμεσα στα δυο κυκλώματα;

Ερωτήσεις για βαθύτερη κατανόηση - Συζήτηση

- ❖ Τι νομίζεις ότι θα συμβεί αν έχω τρία (3) λαμπάκια συνδεδεμένα παράλληλα και καεί το ένα από αυτά, θα σβήσουν και τα υπόλοιπα; Γιατί;
- ❖ Στα σπίτια μας οι ηλεκτρικές συσκευές είναι συνδεδεμένες σε σειρά ή παράλληλα;
- ❖ Γιατί; Τι θα γινόταν αν ήταν συνδεδεμένες στη σειρά;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3 Post-test

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια υλικά θα χρειαστούμε για να συνδέσουμε δύο λαμπτήρες παράλληλα πάνω στην ίδια μπαταρία;

Να περιγράψεις τη διαδικασία της παράλληλης σύνδεσης.

2. Τι θα συμβεί αν αποσυνδέσουμε το ένα λαμπάκι από το κύκλωμα; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

3. Γιατί οι συνδέσεις των κυκλωμάτων στα σπίτια μας είναι παράλληλες;

4. Τι παρατηρείς σχετικά με την φωτεινότητα των λαμπτήρων στην παράλληλη σύνδεση; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

5. Ποιες είναι οι διαφορές και ομοιότητες μεταξύ τους σύνδεσης σε σειρά και τους παράλληλης σύνδεσης;

ΣΕΝΑΡΙΟ ΦΩΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Φύλλο Εργασίας 1 Pre-test

ΟΝΟΜΑ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πώς νομίζεις ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

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

2. Γιατί τα γράμματα μπροστά σε ορισμένα ασθενοφόρα οχήματα είναι «ανάποδα»;

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

3. Πώς νομίζεις ότι σχηματίζεται το είδωλό σου στον καθρέφτη; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

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

4. Τι συμβαίνει στα τζάμια του καταστήματος; Δικαιολόγησε την άποψή σου.



Εικόνα 3 Ανάκλαση

.....

.....

.....

5. Το είδωλό σου στον καθρέφτη σχηματίζεται πάνω, μέσα ή πίσω από το τζάμι;
Γιατί;

.....

.....

.....

.....

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Φύλλο Εργασίας 2

ΟΝΟΜΑ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

1ο Πείραμα: Είδωλο σε επίπεδο κάτοπτρο

Υλικά

1. Ένα κομμάτι τζάμι.
2. Δύο κεριά ίδιου μεγέθους αλλά διαφορετικού χρώματος (π.χ. άσπρο και καφέ).
3. Ένας χάρακας



Εικόνα 4 (Πηγή Ψηφιακή Βιβλιοθήκη, ΕΚΤ, 2004)

Περιγραφή πειράματος

1. Τοποθετούμε το ένα κεριά μπροστά από τον καθρέπτη και το ανάβουμε.
2. Στη συνέχεια τοποθετούμε τα δυο κεριά σε ίση απόσταση από το τζάμι με αναμμένο το άσπρο κεριά που είναι προς το μέρος των μαθητών.
3. Καλούμε τους μαθητές και τις μαθήτριες να δουν από το πλάι και να παρατηρήσουν το κόκκινο κεριά. (Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης ΕΚΤ)



Εικόνα 5 (Πηγή Ψηφιακή Βιβλιοθήκη, ΕΚΤ, 2004)

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι παρατηρείς μόλις ανάψουμε το άσπρο κεριά;

.....
.....

2. Γιατί νομίζεις ότι το καφέ κεριά φαίνεται να είναι αναμμένο;

.....
.....

3. Τι παρατηρείς όταν στέκεσαι πίσω από το αναμμένο κερί;

.....
.....

4. Τι παρατηρείς όταν στέκεσαι στο πλάι;

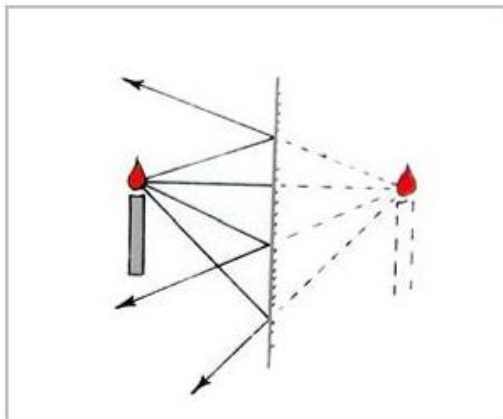
.....
.....

5. Πιστεύεις πως αν αλλάξουμε τη θέση του κεριού θ' αλλάξει το είδωλό του; Αν αλλάξεις τη δική σου θέση θ' αλλάξει και η θέση του ειδώλου;

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

6. Πώς νομίζεις ότι σχηματίστηκε το είδωλο του κεριού στον καθρέφτη; (Παρατήρησε την παρακάτω εικόνα)

.....
.....



Εικόνα 6 Δημιουργία ειδώλου αναμμένου κεριού μπροστά σε καθρέφτη (Πηγή, Ψηφιακή Βιβλιοθήκη, ΕΚΤ, 2004)

7. Το είδωλο της φλόγας του άσπρου κεριού σχηματίζεται πάνω, μέσα ή πίσω από το τζάμι;

.....
.....

8. Ποια είναι η θέση του ειδώλου (αν θεωρήσουμε τον καθρέφτη άξονα συμμετρίας του κεριού και του ειδώλου του), το σχήμα και το μέγεθός του; Μέτρησε τις αποστάσεις με τον χάρακά σου.

.....
.....

9. Αν δεν έχουν τα κεριά ίση απόσταση από το τζάμι θα φαίνεται σαν ν' ανάβουν και τα δυο; Γιατί;

.....
.....

10. Σε ποιες επιφάνειες σχηματίζονται τα είδωλα;

.....

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Φύλλο Εργασίας 3

ΟΝΟΜΑ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

2ο πείραμα: Ανάκλαση του φωτός

Υλικά

- 1.Ένας φακός
- 2.Ένας μικρός καθρέφτης
- 3.Μαύρο χαρτόνι με σχισμή
- 4.Άσπρο χαρτί και μολύβι
- 5.Ένα μοιρογνωμόνιο



Εικόνα 7 Ανάκλαση του φωτός, πείραμα στην τάξη

Περιγραφή πειράματος

- 1.Τοποθέτησε τη φωτεινή πηγή πάνω σ' ένα αντικείμενο με ύψος περίπου πέντε (5) εκατοστά.
2. Μπροστά από τη φωτεινή πηγή τοποθέτησε το μαύρο χαρτόνι με τη σχισμή.
- 3.Τοποθέτησε έναν μικρό καθρέφτη μπροστά από το χαρτόνι με τη σχισμή. Παρατηρούμε την ακτίνα που ανακλά ο καθρέφτης.
4. Σχημάτισε με το μολύβι σου τη γραμμή που δείχνει τη διαδρομή της ακτίνας που πάει στον καθρέφτη και της ακτίνας που ανακλάται από τον καθρέφτη.
- 5.Μέτρησε, χρησιμοποιώντας το μοιρογνωμόνιο, τη γωνία π που σχηματίζει η ακτίνα από τη φωτεινή πηγή και τον καθρέφτη (γωνία πρόσπτωσης) και τη γωνία α που σχηματίζει η ανακλώμενη ακτίνα με τον καθρέφτη (γωνία ανάκλασης).

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1.Τι σχηματίζεται πίσω από τη σχισμή του χαρτονιού;

.....

2. Τι συμβαίνει όταν η φωτεινή δέσμη φωτός πέσει πάνω στον καθρέφτη;

.....
3.Μέτρησε με το μοιρογνωμόνιο τις γωνίες που σχηματίζονται. Ποια είναι η σχέση τους;

.....
4.Από ποιες πλευρές αποτελούνται αυτές οι γωνίες;

.....
5.Μετακίνησε τη φωτεινή δέσμη. Ποια είναι τώρα η σχέση των γωνιών;

.....
6. Αφού διαβάσεις τις πληροφορίες που σου δίνονται παρακάτω, μπορείς να γράψεις ένα συμπέρασμα για την ανάκλαση;

Η επιφάνεια του καθρέφτη είναι λεία και γυαλιστερή. Τι συμβαίνει, όταν η φωτεινή ακτίνα «συναντά» μια λεία και γυαλιστερή επιφάνεια;

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

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Φύλλο Εργασίας 4 Post-test

ΟΝΟΜΑ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πώς νομίζεις ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

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

2. Γιατί τα γράμματα μπροστά σε ορισμένα ασθενοφόρα οχήματα είναι «ανάποδα»;

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

3. Πώς νομίζεις ότι σχηματίζεται το είδωλό σου στον καθρέφτη; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

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

4. Τι συμβαίνει στα τζάμια του καταστήματος; Δικαιολόγησε την άποψή σου.

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



Εικόνα 8 Ανάκλαση

.....

.....

.....

5. Το είδωλό σου στον καθρέφτη σχηματίζεται πάνω, μέσα ή πίσω από το τζάμι;
Γιατί;

.....

.....

.....

.....

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Φύλλο Εργασίας 1 Pre-test

ΟΝΟΜΑ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πώς νομίζεις ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

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

2. Γιατί τα γράμματα μπροστά σε ορισμένα ασθενοφόρα οχήματα είναι «ανάποδα»;

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

3. Πώς νομίζεις ότι σχηματίζεται το είδωλό σου στον καθρέφτη; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

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

4. Τι συμβαίνει στα τζάμια του καταστήματος; Δικαιολόγησε την άποψή σου.

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



Εικόνα 9 Ανάκλαση

.....

.....

.....

5. Το είδωλό σου στον καθρέφτη σχηματίζεται πάνω, μέσα ή πίσω από το τζάμι;
Γιατί;

.....

.....

.....

.....

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Φύλλο εργασίας 2

ΟΝΟΜΑ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....



Εικόνα 10 Ανάκλαση (Πηγή: <http://photodentro.edu.gr>)

1ο πείραμα: Η λειτουργία του καθρέφτη

Πήγαινε στην ιστοσελίδα: <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1559?locale=el>

Χρησιμοποίησε τα βελάκια για να μετακινήσεις τον άνθρωπο στους τρεις φωτεινούς κύκλους.

Μετακίνησε τον άνθρωπο στον πρώτο φωτεινό κύκλο.

Μέτρησε με τον χάρακά σου την απόσταση του ανθρώπου από το είδωλό του.

Επανάλαβε το ίδιο και στον δεύτερο και τρίτο κύκλο.

1. Τι συμπεραίνεις σχετικά με την απόσταση του ανθρώπου από το είδωλό του; Τι μπορούμε να διαπιστώσουμε, αν θεωρήσουμε τον καθρέφτη άξονα συμμετρίας του κεριού και του ειδώλου του;

.....

.....
2.Τι παρατηρείς σχετικά με τη θέση, το σχήμα και το μέγεθος του ειδώλου;

.....
.....

3.Αν ο άνθρωπος σήκωνε το δεξί του χέρι, ποιο χέρι θα σήκωνε το είδωλό του;

.....
.....

4.Τι παρατηρείς σχετικά με τα γράμματα ‘ανάκλαση’ και ‘συμμετρία’ στους δυο αντίστοιχους κύκλους;

.....
.....

5.Σε ποιες επιφάνειες σχηματίζονται τα είδωλα;

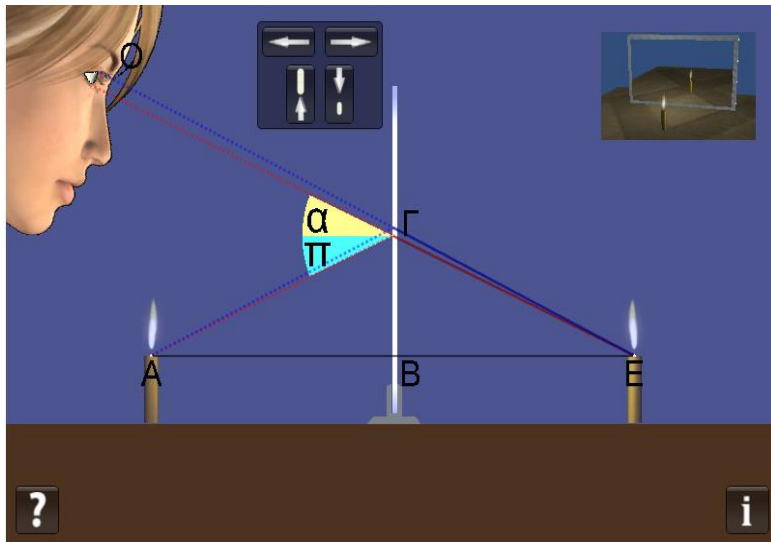
.....
.....

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Φύλλο εργασίας 3

ΟΝΟΜΑ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....



Εικόνα 11 Σχηματισμός ειδώλου σε επίπεδο κάτοπτρο (Πηγή: <http://photodentro.edu.gr>)

2^ο πείραμα: Βλέποντας μέσα από τον καθρέφτη

Πήγαινε στην ιστοσελίδα: <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1584?locale=el>

Μετακίνησε τα βέλη προς τα δεξιά και αριστερά για να μεταβάλλεις την απόσταση του κεριού από τον καθρέφτη.

Μετακίνησε τα βέλη πάνω και κάτω για να μεταβάλλεις το ύψος του αντικειμένου.

Κατά τη μετακίνηση των βελών μπορείς να παρακολουθείς τη θέση και το ύψος του κεριού στη μικρή εικόνα πάνω δεξιά.

1.Τι ξεκινάει από τη φλόγα του κεριού; Προς τα πού κατευθύνεται;

.....
.....

2.Τι συμβαίνει όταν φτάσει μια φωτεινή δέσμη από το κερί στον καθρέφτη;

.....

.....
.....
3. Ποιες γωνίες βλέπεις στην εικόνα; Ποια είναι η σχέση τους;

Από ποιες πλευρές αποτελούνται αυτές οι γωνίες;

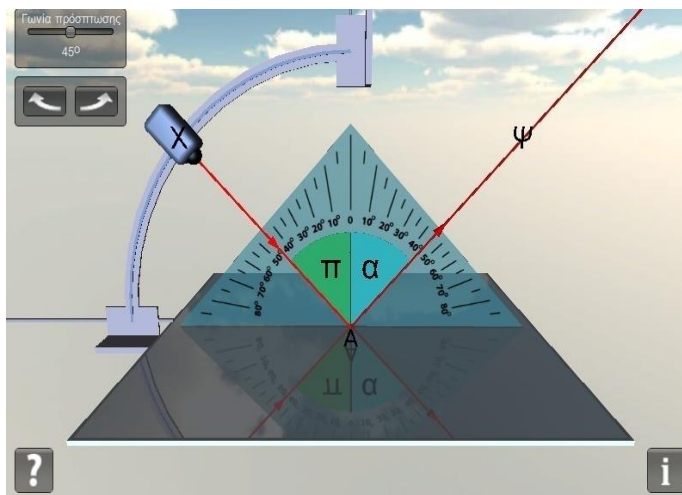
.....
.....
.....
4. Μετακίνησε τη φωτεινή δέσμη. Ποια είναι τώρα η σχέση των γωνιών;

.....
.....
.....
5. Πώς νομίζεις ότι σχηματίστηκε το είδωλο του κεριού στον καθρέφτη;

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Φύλλο εργασίας 4

ΟΝΟΜΑ.....ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....



Εικόνα 12 Νόμοι της ανάκλασης (Πηγή: <http://photodentro.edu.gr>)

3^ο πείραμα: Οι νόμοι της κατοπτρικής ανάκλασης

Πήγαινε στην ιστοσελίδα: <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1588?locale=el>

Μετακίνησε το slider, ώστε ν' αλλάζεις τη γωνία πρόσπτωσης.

Με τα βελάκια μπορείς ν' αλλάζεις τη γωνία θέασης

1. Μετακίνησε το slider στη θέση, που να δείχνει τη γωνία πρόσπτωσης στις 40°. Τι παρατηρείς να συμβαίνει με τη γωνία ανάκλασης;

.....
.....

2. Κάνε το ίδιο και για τις γωνίες 20, 90 μοιρών.

Μέτρησε και με το μοιρογνωμόνιο τις γωνίες που σχηματίζονται. Ποια είναι η σχέση τους;

3. Αφού διαβάσεις τις πληροφορίες που σου δίνονται παρακάτω, μπορείς να γράψεις ένα συμπέρασμα για την ανάκλαση;

Η επιφάνεια του καθρέφτη είναι λεία και γυαλιστερή. Τι συμβαίνει, όταν η φωτεινή ακτίνα «συναντά» μια λεία και γυαλιστερή επιφάνεια;

.....
.....

Φύλλο Εργασίας 4 Post-test

ΟΝΟΜΑ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πώς νομίζεις ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

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

2. Γιατί τα γράμματα μπροστά σε ορισμένα ασθενοφόρα οχήματα είναι «ανάποδα»;

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

3. Πώς νομίζεις ότι σχηματίζεται το είδωλό σου στον καθρέφτη; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

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

4. Τι συμβαίνει στα τζάμια του καταστήματος; Δικαιολόγησε την άποψή σου.



Εικόνα 16: Ανάκλαση

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

5. Το είδωλό σου στον καθρέφτη σχηματίζεται πάνω, μέσα ή πίσω από το τζάμι;
Γιατί;

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

ΣΕΝΑΡΙΟ ΗΧΟΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Φύλλο Εργασίας 1 Pre test

1. Πώς παράγεται ο ήχος;

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

2. Σε τι διαφέρουν οι ήχοι; Πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικούς ήχους;

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

3. Γιατί ένας ήχος ακούγεται δυνατώτερα, όταν η πηγή του είναι κοντά;

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

4. Πώς μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο ήχους που προέρχονται από δύο διαφορετικά υλικά, άτομα ή μουσικά όργανα, λόγου χάρη πιάνο και τρομπέτα, αν οι ήχοι πχ. του πιάνου και της τρομπέτας έχουν την ίδια νότα;

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

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Φύλλο Εργασίας 2

ΟΝΟΜΑ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΧΟΥ – ΗΧΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

1^ο Πείραμα:

Υλικά

Πλαστικός χάρακας περίπου 30 εκ.

Περιγραφή πειράματος

Συγκράτησε με την παλάμη σου στην άκρη του τραπέζιού τον πλαστικό χάρακα, ώστε να προεξέχει κατά 12 εκ. περίπου, και, πιέζοντάς τον στην άκρη του με το δάχτυλό σου, άφησέ τον απότομα.



Εικόνα 17 Παραγωγή ηχητικών κυμάτων με χάρακα
(πηγή: εικόνες Google)

Τι παρατηρείς σχετικά με την κίνηση του χάρακα;

.....

Τι παράγεται κατά την παλμική κίνηση του χάρακα;

.....

Τι παρατηρείς μόλις σταματάει ο χάρακας να πάλλεται;

.....

2^ο Πείραμα:

Υλικά

1. Διαπασών με ηχείο
2. Πλήκτρο



Εικόνα 18 Παραγωγή ηχητικών κυμάτων με διαπασών (πηγή: εικόνες Google)

Περιγραφή του πειράματος

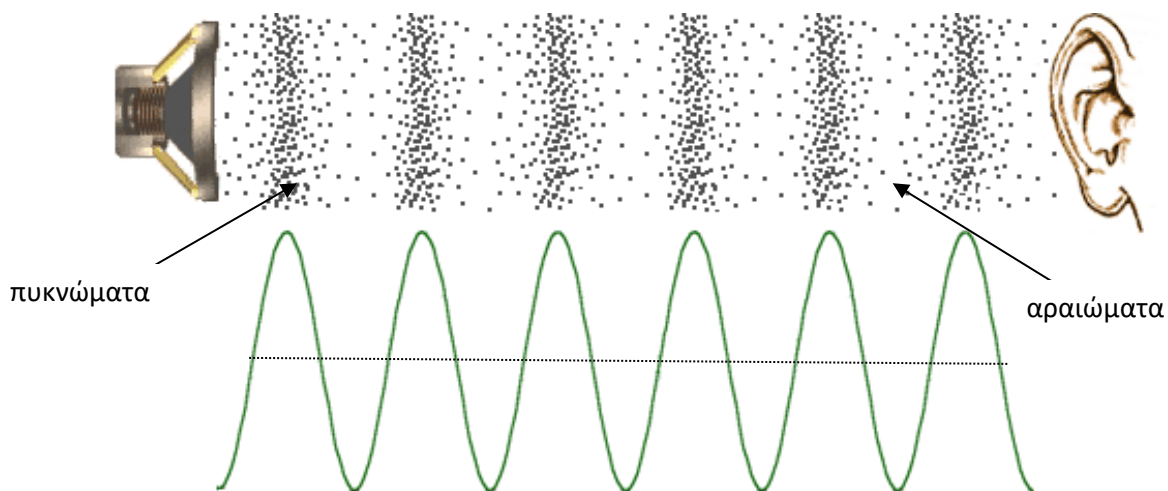
Χτύπα το διαπασών με το πλήκτρο. Τι παρατηρείς;

.....

Άγγιξε με το χέρι σου το διαπασών. Τι παρατηρείς;

.....

Παρατήρησε προσεκτικά την παρακάτω εικόνα. Τι δημιουργείται στον αέρα όταν το μεγάφωνο αρχίζει να πάλλεται;



Εικόνα 19: Όταν η κυματομορφή δείχνει ένα υψηλό σημείο, αυτό αντιστοιχεί σε πυκνά μόρια του αέρα. Όταν δείχνει ένα χαμηλό σημείο, τα μόρια εξαπλώνονται πιο αραιά (Πηγή: <https://www.avsite.gr>)

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Φύλλο Εργασίας 3

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

3^ο Πείραμα

Υλικά

Χάρακας πλαστικός

Περιγραφή πειράματος



Εικόνα 20: Παραγωγή ηχητικών κυμάτων με χάρακα, πείραμα στην τάξη

Συγκράτησε με την παλάμη σου στην άκρη του τραπεζιού τον πλαστικό χάρακα, ώστε να προεξέχει κατά 12 εκ. περίπου, και, πιέζοντάς τον στην άκρη του με το δάχτυλό σου, άφησέ τον πρώτα ελαφρά και στη συνέχεια με μεγαλύτερη δύναμη.

1. Τι συμβαίνει στον χάρακα, όταν αρχίζει να πάλλεται, στην περίπτωση που τον αφήνεις απότομα με μικρή δύναμη;

.....
.....

2. Τι συμβαίνει στον χάρακα, όταν αρχίζει να πάλλεται, στην περίπτωση που τον αφήνεις απότομα με μεγάλη δύναμη;

.....

.....
3.Ως προς την ένταση του ήχου, πότε θα χαρακτήριζες τον ήχο ασθενέστερο και πότε δυνατότερο;

.....
.....

4.Προσπάθησε να παράξεις ήχους μικρής, μέτριας και μεγάλης έντασης χρησιμοποιώντας τον χάρακα ή το διαπασών.

Επανάλαβε το πείραμα με τον χάρακα, μικραίνοντας το ελεύθερο τμήμα του χάρακα, όλο και περισσότερο και πιέζοντάς τον κάθε φορά με την ίδια δύναμη.

1. Τι συμβαίνει όταν αυξάνεις το τμήμα του χάρακα που πάλλεται;

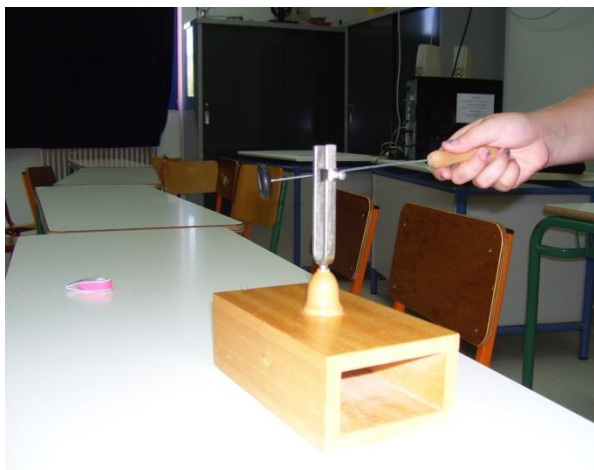
.....
.....
.....
.....

2. Τι παρατηρείς, ως προς το ύψος του ήχου, όσο μικραίνεις το τμήμα του χάρακα που πάλλεται, ο ήχος γίνεται οξύτερος ή βαρύτερος; Οι παλμικές κινήσεις είναι περισσότερες ή λιγότερες; Τι παρατηρείς όσο μεγαλώνεις το τμήμα του χάρακα που πάλλεται;

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

4^ο Πείραμα

Υλικά



Εικόνα 13 Παραγωγή ήχου με διαπασών με αντηχείο και πλήκτρο, πείραμα στην τάξη

Περιγραφή πειράματος

1.Χτύπα ελαφρά και στη συνέχεια με μεγαλύτερη δύναμη το διαπασών.

Τι παρατηρείς ως προς την ένταση του ήχου; Πότε ο ήχος είναι δυνατότερος και πότε ασθενέστερος;

.....

.....

.....

.....

2.Χτύπα με την ίδια δύναμη, διαδοχικά, τα σκέλη του διαπασών:

A) Χωρίς τον μεταλλικό δακτύλιο

B) Με τον μεταλλικό δακτύλιο

Τι παρατηρείς ως προς το ύψος του ήχου, όταν χτυπάς το διαπασών χωρίς τον δακτύλιο και τι παρατηρείς, όταν το χτυπάς με τον δακτύλιο; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.

.....

5^ο Πείραμα

Υλικά

Μία κιθάρα

Περιγραφή πειράματος

1.Χτύπα τη χορδή της κιθάρας πρώτα ελαφρά και κατόπιν δυνατά. Τι παρατηρείς ως προς την ένταση του ήχου; Πότε ο ήχος είναι δυνατότερος και πότε ασθενέστερος;

.....

.....

.....

2. Τράβηξε με την ίδια δύναμη την ίδια χορδή του μουσικού οργάνου, πατώντας σε διαφορετικό σημείο κατά μήκος της κάθε φορά. Τι παρατηρείς;

.....

.....

.....

3.Χτύπα τη χαμηλή νότα (χορδή) μιας κιθάρας. Παρατήρησε τις ταλαντώσεις της.

Χτύπα την ψηλή νότα (χορδή) της κιθάρας. Παρατήρησε τις ταλαντώσεις της.

Ποια από τις δυο φαίνεται να πάλλεται γρηγορότερα;

.....

.....

.....

4.Τι συμπεραίνεις σχετικά με το ύψος του ήχου-ψηλός ή χαμηλός.

.....

.....

5.Προσπάθησε να παράξεις ήχους οξύτερους και βαρύτερους χρησιμοποιώντας την κιθάρα.

6^ο Πείραμα-Περιγραφή πειράματος

1. Άκουσε προσεκτικά (δύο φορές) τους τρεις ήχους από τις φωνές των συμμαθητών/τριών σου. Οι ήχοι που άκουσες σου φαίνονται ίδιοι ή διαφορετικοί; Μπορείς να αναγνωρίσεις σε ποιον συμμαθητή σου ανήκει η συγκεκριμένη φωνή που ακούς;

.....

.....

.....

2. Σε ποιο μουσικό όργανο αντιστοιχεί ο κάθε ήχος;

1^{ος} ήχος:

.....

.....

.....

2^{ος} ήχος:

.....

.....

.....

3^{ος} ήχος:

.....

.....

.....

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Φύλλο Εργασίας 4 Post test

1. Πώς παράγεται ο ήχος;

.....

.....

.....

2. Σε τι διαφέρουν οι ήχοι; Πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικούς ήχους;

.....

.....

.....

3. Γιατί ένας ήχος ακούγεται δυνατότερα όταν η πηγή του είναι κοντά;

.....

.....

.....

4. Πώς μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο ήχους που προέρχονται από δύο διαφορετικά υλικά, άτομα ή μουσικά όργανα, λόγου χάρη πιάνο και τρομπέτα, αν οι ήχοι πχ. του πιάνου και της τρομπέτας έχουν την ίδια νότα;

.....

.....

.....

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Φύλλο Εργασίας 1 Pre test

1. Πώς παράγεται ο ήχος;

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

2. Σε τι διαφέρουν οι ήχοι; Πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικούς ήχους;

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

3. Γιατί ένας ήχος ακούγεται δυνατώτερα όταν η πηγή του είναι κοντά;

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

4. Πώς μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο ήχους που προέρχονται από δύο διαφορετικά υλικά, άτομα ή μουσικά όργανα, λόγου χάρη πιάνο και τρομπέτα, αν οι ήχοι πχ. του πιάνου και της τρομπέτας έχουν την ίδια νότα;

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

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Φύλλο Εργασίας 2

ΟΝΟΜΑ.....

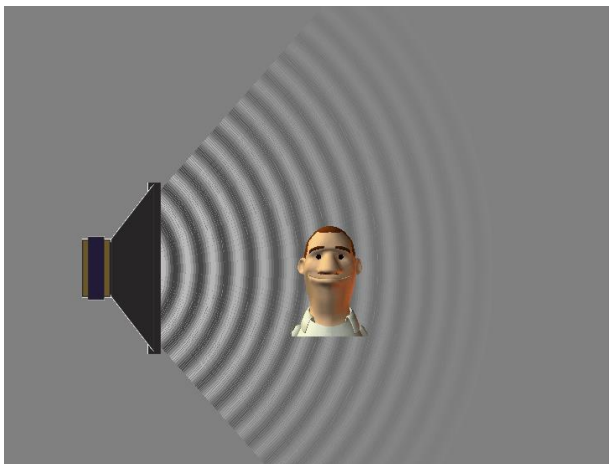
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΧΟΥ – ΗΧΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

1^ο Πείραμα

Ανοιξε την ιστοσελίδα στη διεύθυνση:

<https://phet.colorado.edu/el/simulation/legacy/sound>



Εικόνα 14 Ταλάντωση ηχητικής πηγής (Πηγή:
<https://phet.colorado.edu>)

Παρατήρησε προσεκτικά το μεγάφωνο. Πώς θα χαρακτήριζες την κίνησή του;

.....

.....

.....

Τι δημιουργείται στον αέρα; Μπορείς να υποθέσεις, παρατηρώντας την εικόνα, τον τρόπο που ακούμε;

.....

.....

.....

Τι συμβαίνει όταν πατήσεις το κουμπί της παύσης;

.....

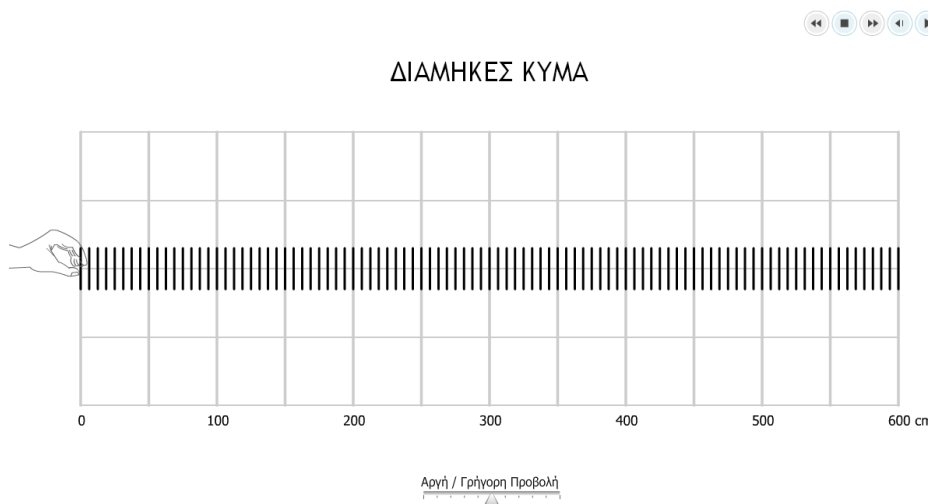
.....

.....

2ο Πείραμα

Άνοιξε την ιστοσελίδα στη διεύθυνση

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1611>



Εικόνα 15 Διάμηκες κύμα (Πηγή: <http://photodentro.edu.gr>)

Παρατήρησε σε ποια διεύθυνση κινούνται τα μόρια του αέρα. Τι συμπεραίνεις για την διεύθυνση του κύματος;

.....

.....

.....

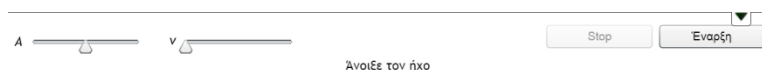
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Φύλλο Εργασίας 3

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

1^ο Πείραμα

Πήγαινε στη διεύθυνση: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/8461>



Εικόνα 16 Ψηφιακό αντικείμενο που αναπαριστά τα χαρακτηριστικά του ήχου (Πηγή:<http://photodentro.edu.gr>)

Αφού διαβάσεις προσεκτικά τις οδηγίες μετακίνησε μόνο το κουμπί Α. Τι παρατηρείς;

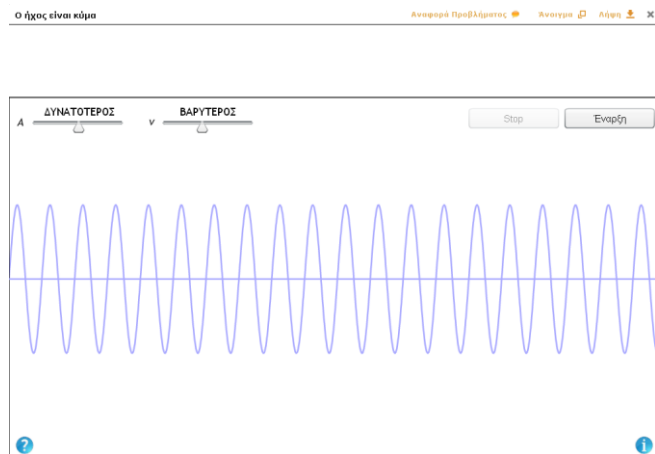
Κατόπιν μετακίνησε μόνο το κουμπί Β. Τι παρατηρείς;

Μπορούμε ν' ακούσουμε τον ήχο, όταν λείπει ένα από τα δυο χαρακτηριστικά του;

.....

.....

.....



Μετακίνησε και το κουμπί Α και το ν. Τι παρατηρείς;

Άφησε σταθερό το κουμπί ν και συνέχισε να πατάς συνεχόμενα το κουμπί Α. Τι συμβαίνει με το πλάτος των παλμικών του κινήσεων, όταν ο ήχος είναι ασθενέστερος και τι όταν είναι δυνατότερος;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Μετακίνησε συνεχόμενα το κουμπί ν

Πώς ακούγεται τώρα ο ήχος;

Οι παλμικές κινήσεις είναι περισσότερες ή λιγότερες όσο ο ήχος αλλάζει από βαρύτερος σε οξύτερο;

.....

.....

.....

2^ο Πείραμα

Πήγαινε στη διεύθυνση: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/8463>

Διάβασε προσεκτικά τις οδηγίες που σου δίνονται.

Ρύθμισε την ένταση του ήχου με το κουμπί A και τη συχνότητά του με το κουμπί ν.

Άκου τον ήχο προσεκτικά και παρατήρησε τη μορφή του κύματος στο κύμα A(μπλε).

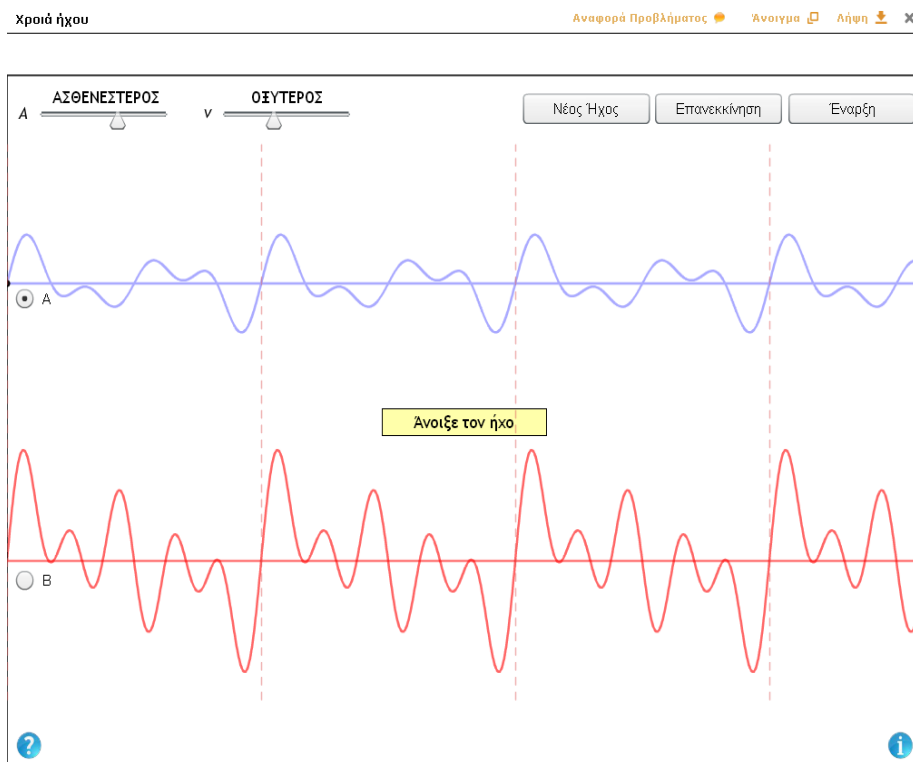
Με την ίδια ένταση και συχνότητα άκουσε το κύμα B(κόκκινο).

Τι συμπεραίνεις;

.....

.....

.....



Εικόνα 26 Χροιά ήχου (Πηγή:<http://photodentro.edu.gr>)

Κάνε κι άλλους συνδυασμούς με διαφορετική ένταση και συχνότητα κάθε φορά και σύγκρινε τους ήχους και τις μορφές των δύο κυμάτων (κόκκινου και μπλε).

.....

.....

.....

Γιατί τα δυο κύματα, ενώ είναι ίδια ακούγονται διαφορετικά;

.....

.....

.....

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Φύλλο Εργασίας 4 Post test

1. Πώς παράγεται ο ήχος;

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

2. Σε τι διαφέρουν οι ήχοι; Πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικούς ήχους;

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

3. Γιατί ένας ήχος ακούγεται δυνατώτερα όταν η πηγή του είναι κοντά;

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

4. Πώς μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο ήχους που προέρχονται από δύο διαφορετικά υλικά, άτομα ή μουσικά όργανα, λόγου χάρη πιάνο και τρομπέτα, αν οι ήχοι πχ. του πιάνου και της τρομπέτας έχουν την ίδια νότα;

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