



ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ»**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Αξιολόγηση Διερευνητικών Δεξιοτήτων στις Φυσικές Επιστήμες:
Δύο Μελέτες Περιπτώσεων στην Ενότητα “Ηλεκτρισμός” της Γ’ Γυμνασίου»

Κεχαγιά Δέσποινα
[ΔΕΜ30]

Επιβλέπων Καθηγητής: Ψαρομήλιγκος Ιωάννης

Ακαδημαϊκό Έτος 2016-2017

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	4
Εισαγωγή	7
1 ^ο ΜΕΡΟΣ - Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	9
Η εκπαίδευση στον 21ο Αιώνα	9
1.1. Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Βρυξελλών 2016: οι βασικές ικανότητες για τη διά βίου μάθηση ...	11
1.2. Το φαινόμενο της μείωσης του ενδιαφέροντος των νέων για τις φυσικές επιστήμες.....	18
2. Διερευνητική Μάθηση & Φυσικές Επιστήμες.....	22
2.1. Η εφαρμογή της Διερευνητικής Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες	22
2.2. Ο ρόλος των μαθητών και των καθηγητών στη διερευνητική διδασκαλία	25
3. Αξιολογώντας Διερευνητικές Δεξιότητες (η ανάγκη Μοντέρνων Τεχνικών Αξιολόγησης).....	28
3.1. Η αξιολόγηση στην εκπαίδευση	28
3.2. Τεχνικές αξιολόγησης των εκπαιδευομένων.....	34
3.3. Τεχνικές αξιολόγησης δεξιοτήτων της διερευνητικής μάθησης στις φυσικές επιστήμες	36
4. Διεθνείς Τάσεις και Πρακτικές.....	41
4.1. Δύο καινοτόμες πρωτοβουλίες: “Pollen” και “Sinus-Transfer”	41
4.2. Το διεθνές πρόγραμμα “Primas”	43
4.3. Το πρόγραμμα “SAILS”	44
4.4. Πρόγραμμα “SAILS” - ενότητα «Οξέα, βάσεις, άλατα»	45
4.5. Πρόγραμμα “SAILS” - ενότητα «Ηλεκτρισμός»	46
4.5.1. Η εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης και της αξιολόγησης της ενότητας του ηλεκτρισμού σε ελληνικό γυμνάσιο	47
2 ^ο Μέρος- Παρουσίαση των μελετών περίπτωσης: Εφαρμογή Διερευνητικής Διδασκαλίας στην Ενότητα «Ηλεκτρισμός» της Γ' Γυμνασίου	51
5. Εννοιολογικοί προσδιορισμοί και παιδαγωγικές αρχές.....	51
5.1. Εννοιολογικοί προσδιορισμοί: Συνοπτική παρουσίαση βασικών εννοιών στην διερευνητική διδασκαλία	51
5.2. Παιδαγωγικές αρχές	58
6. Δεδομένα και στόχοι των περιπτώσεων μελέτης.....	60
6.1. Η ταυτότητα της έρευνας.	60
6.2. Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή	61
6.3. Το γενικό πλαίσιο μαθήματος	62

6.3.1. Γνώσεις και πρότερες ιδέες ή αντιλήψεις των μαθητών	63
6.4. Σκοπός και στόχοι των περιπτώσεων μελέτης	64
7. Ανάλυση των δραστηριοτήτων στις περιπτώσεις μελέτης	67
7.1. Οι δραστηριότητες στην πρώτη μελέτη περίπτωσης.....	67
7.1.1. Οι δραστηριότητες στην Α φάση της πρώτης μελέτης περίπτωσης	67
7.1.2. Οι δραστηριότητες στην Β φάση της πρώτης μελέτης περίπτωσης	68
7.1.3 Οι δραστηριότητες στην Γ φάση της πρώτης μελέτης περίπτωσης.....	69
7.2. Οι δραστηριότητες στην δεύτερη μελέτη περίπτωσης	70
7.2.1 Οι δραστηριότητες στην Α Φάση της δεύτερης μελέτης περίπτωσης.....	71
7.2.2 Οι δραστηριότητες στην Β Φάση της δεύτερης μελέτης περίπτωσης.....	73
7.2.3 Οι δραστηριότητες στην Γ Φάση της δεύτερης μελέτης περίπτωσης.....	73
8. Σχεδιασμός δραστηριοτήτων και τεχνικών αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών.....	75
8.1. 1 ^η Μελέτη Περίπτωσης «Εισαγωγή στον ηλεκτρισμό»	75
8.2. 2 ^η Μελέτη Περίπτωσης	78
9. Αποτελέσματα	83
9.1 Αποτελέσματα αξιολόγησης των διερευνητικών δεξιοτήτων της 1ης μελέτης περίπτωσης	83
9.2 Αποτελέσματα αξιολόγησης της 2 ^{ης} μελέτης περίπτωσης για την αγωγιμότητα των διαφόρων υλικών.....	91
10. Αξιολόγηση-Συμπεράσματα-Προτάσεις.....	107
Επίλογος.....	115
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'	116
Φύλλο Εργασίας 1	116
Φύλλο Εργασίας 1β	117
Φύλλο Εργασίας 2β	121
Φύλλο Εργασίας 3β	124
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'	125
Πίνακες αξιολόγησης δραστηριοτήτων για την διερευνητική διδασκαλία και για την διερευνητική μάθηση	125
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'	136
Ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση της διερευνητικής μάθησης.....	136
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	138

Περίληψη

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εστιάζει στην καινοτόμο παιδαγωγική μέθοδο της Διερευνητικής Μάθησης στις φυσικές επιστήμες, καθώς και στις νέες μεθόδους αξιολόγησης των δεξιοτήτων των μαθητών μέσα σε ένα διερευνητικό περιβάλλον μάθησης. Επιπλέον, παρουσιάζει τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθόδου της διερευνητικής μάθησης, στα πλαίσια μελετών περίπτωσης που σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν σε μια τάξη Γ' Γυμνασίου, σε ελληνικό σχολείο της Αττικής, σε μια ενότητα του μαθήματος της φυσικής.

Πιο αναλυτικά, στα πλαίσια της θεωρητικής τεκμηρίωσης, αρχικά γίνεται λόγος για την ανάγκη απόκτησης και καλλιέργειας δεξιοτήτων διά βίου μάθησης στα πλαίσια της σύγχρονης Κοινωνίας της Μάθησης του 21ου αιώνα, ιδιαίτερα για τους νέους ανθρώπους με σκοπό την κατάλληλη προετοιμασία και προσαρμογή τους στα νέα επαγγελματικά και κοινωνικά περιβάλλοντα. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στο φαινόμενο του μειωμένου ενδιαφέροντος των νέων, αλλά και των κοριτσιών ειδικότερα, απέναντι στις φυσικές επιστήμες και τη μη φοίτηση αυτών στα αντίστοιχα πανεπιστημιακά ιδρύματα, όπως και στο ρόλο που διαδραματίζουν οι παραδοσιακές παιδαγωγικές προσεγγίσεις στο εν λόγω φαινόμενο. Κατόπιν, γίνεται μνεία στη διδακτική προσέγγιση της Διερευνητικής Μάθησης, η οποία φαίνεται αφενός να επιδρά θετικά στη στάση των εκπαιδευομένων απέναντι στις φυσικές επιστήμες και αφετέρου να καλλιεργεί και να ενισχύει τις επιστημονικές δεξιότητές τους, όπως ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός, η επιστημονική αιτιολόγηση, η συνεργασία σε ομάδες, κ.α.. Επιπλέον, αναδεικνύεται ο ρόλος της αξιολόγησης στην εκπαιδευτική διαδικασία και πιο συγκεκριμένα η ανάγκη μεταβολής της εστίασης της αξιολόγησης από "αξιολόγηση της μάθησης" (assessment of learning) στην "αξιολόγηση για την ίδια μάθηση" (assessment for learning).

Μετά τη θεωρητική τεκμηρίωση ακολουθεί το ερευνητικό μέρος. Για να εξετάσουμε τα αποτελέσματα της εφαρμογής της διερευνητικής μεθόδου σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε μελέτες περίπτωσης μέσα σε μία τάξη τρίτης γυμνασίου, ελληνικού σχολείου, σε μία ενότητα του μαθήματος της φυσικής. Συγκεκριμένα στην ενότητα ηλεκτρισμός έγιναν δύο μελέτες περίπτωσης. Στην πρώτη με τη βοήθεια ενός εννοιολογικού χάρτη γύρω από την έννοια του ηλεκτρισμού και ενός brainstorming ελέγχεται η αρχική και η τελική επιστημονική παιδεία των μαθητών και κατά συνέπεια η μεταβολή της, κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Στη δεύτερη με τη βοήθεια ενός σεναρίου, στο οποίο οι μαθητές μελετούν την αγωγιμότητα διαφόρων υλικών αλλά και με τη βοήθεια πινάκων-ρουμπρίκων αξιολογούνται οι δεξιότητες που αυτοί αναπτύσσουν. Συγκεκριμένα αξιολογούνται οι

δεξιότητες που έχουν οι μαθητές στο σχεδιασμό υποθέσεων και προβλέψεων βάσει επιστημονικής σκέψης, στην ανάπτυξη και υλοποίηση σωστών πειραμάτων, στην ανάλυση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων με σκοπό την αναθεώρηση της υπάρχουσας γνώσης και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ακόμη αξιολογούνται η ικανότητα εύρεσης πληροφοριών από πηγές εκτός των σχολικών βιβλίων, όπως το διαδίκτυο, αλλά και η επιτυχής συνεργασία τους σε ομάδες. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι η διερευνητική μέθοδος ήταν πολύ πιο ελκυστική για τους μαθητές και αρκετά πιο αποδοτική. Οι μαθητές έδειξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το μάθημα και συμμετείχαν σαφέστατα πιο ενεργά από άλλες φορές. Μπόρεσαν πολύ εύκολα να συνεργαστούν, να υλοποιήσουν πειράματα και να εξάγουν συμπεράσματα, δυσκολεύτηκαν όμως πολύ να σχεδιάσουν την πειραματική διαδικασία της έρευνας, δηλαδή λίγοι μαθητές κατανόησαν πώς έπρεπε να κάνουν οι ίδιοι την έρευνα. Ακόμα μία μεγάλη δυσκολία που παρατηρήθηκε ήταν ότι οι μισοί και περισσότεροι μαθητές δεν μπόρεσαν να συσχετίσουν τη θεωρία με το πείραμα που πραγματοποίησαν και αυτό είχε σαν συνέπεια να μην μπορούν να κάνουν επαρκή επιστημονική αιτιολόγηση για συμπεράσματα τα οποία εξήγαγαν απ' όλη την διερευνητική διαδικασία.

Abstract

The purpose of this thesis was to present the innovative pedagogic method of Inquiry Learning in physical science, as well as the new methods of student assessment skills in an investigative environment. Furthermore, it represents the results of applying the method of Inquiry Learning, as part of a field study in a Third Grade classroom, in a Greek school located in the city of Athens, during a section of the Physics course.

More specifically, within the scientific documentation, it was initially referred the need to obtain and cultivate lifelong learning skills in a modern society of the 21st century learning, particularly for young people in order to be well prepared and adjusted to new professional and social environments. Then, there is a reference to the effect of the reduced interest of young people and girls in particular, towards the natural sciences and those of not attending the respective universities, as well as with the role of pedagogical approaches which takes action to this phenomenon. Then, reference was made to the instructional approach of Inquiry Learning, which seems both to have a positive effect on the attitude of trainees towards physical science and to cultivate and enhance their scientific skills, such as scientific literacy, scientific justification,

cooperation in groups, etc . Moreover, there is a reference to the role of evaluation in the educational process and the need to change its objectives, from the assessment of learning to the assessment for learning.

After the theoretical justification, the part of the investigation was followed. In order to check, what are the results of the implementation of the investigative process, we conducted a field study in the third grade of a Greek high school, in the section of the course of Physics. Specifically, in the section of electricity there were two case studies. The first with the help of a conceptual map around the concept of electricity and a brainstorming control, the initial and final scientific literacy of the students and consequently its change during the course. In the latter by means of a script, in which students study the conductivity of various materials and with the help of list; rubric we assessed the skills that they develop. More specifically, students have particular skills in planning assumptions and predictions made by scientific thought, which they were evaluated in the development and implementation of proper experiments, in the analysis of data and results to the review of existing knowledge and draw conclusions. We also evaluated even the ability to find information assessed from sources other than textbooks, such as the Internet, but also the successful cooperation in groups. The results of this research showed that the investigative process was much more attractive for students and much more efficient. The students showed more interest in the course and they were more turned on than at other times. They could easily work together to implement experiments and draw conclusions, but they find great difficulties in designing the experimental procedure of investigation, and only a few students understood how they had to do the research by themselves. Another great difficulty, which it was observed, was that half or even more students could not relate the theory with the experiment which it was carried out and this meant that they could not make sufficient scientific justification for the conclusions which were drawn throughout the investigative process.

Εισαγωγή

Στο σύγχρονο ραγδαίως μεταβαλλόμενο και παγκοσμιοποιημένο κοινωνικό-οικονομικό περιβάλλον, καθίσταται πλέον επιτακτική η ανάγκη όχι απλά απόκτησης γνώσεων, αλλά κυρίως καλλιέργειας δεξιοτήτων, οι οποίες συμβάλλουν στην ανάπτυξη ανεξάρτητα σκεπτόμενων και ενεργών πολιτών. Στα πλαίσια της σημερινής κοινωνίας, η οποία χαρακτηρίζεται ως *Κοινωνία της Μάθησης* εφιστάται η προσοχή σε ένα σύνολο δεξιοτήτων δια βίου μάθησης, η καλλιέργεια των οποίων ξεκινά από τη νηπιακή ηλικία και διαρκεί έως μετά τη συνταξιοδότηση του ατόμου (European Parliament, 2006).

Ωστόσο, παρά την ταχεία τεχνολογική και κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη, παρατηρείται το φαινόμενο της μείωσης του ενδιαφέροντος των νέων για τις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά και κατά συνέπεια η μη φοίτησή τους στα αντίστοιχα πανεπιστήμια. Ένας από τους βασικούς λόγους του μειωμένου ενδιαφέροντος των νέων, εντοπίζεται στον τρόπο διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Στον εικοστό πρώτο αιώνα όπου ο μύθος της παραδοσιακής διδασκαλίας στην εκπαίδευση έχει καταρριφθεί, γίνονται συνεχώς έρευνες για σύγχρονες παιδαγωγικές μεθόδους οι οποίες θα έχουν ως στόχο τη μάθηση με πιο αποτελεσματικό και ελκυστικό τρόπο μέσα από την ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών. Οι δεξιότητες οι οποίες θεωρούνται σήμερα σημαντικές για να καταστεί κάποιος ενεργός πολίτης του εικοστού πρώτου αιώνα αλλά και ανταγωνιστικός μέσα σε οποιαδήποτε ομάδα είτε εργασιακή, είτε κοινωνική, είτε πολιτισμική, είναι οι παρακάτω: κριτική σκέψη, δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, ανάπτυξη επιστημονικής παιδείας, διατύπωση προβλέψεων επιστημονικά τεκμηριωμένων, επιχειρηματολογία, δόμηση μοντέλων, δημιουργικότητα, συνεργατικότητα κ.λ.π.

Η εφαρμογή παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας, όπου ο ρόλος του μαθητή χαρακτηρίζεται ως εκείνος του παθητικού δέκτη πληροφοριών, φαίνεται να έχει φτωχά αποτελέσματα προσέλκυσης της προσοχής των μαθητών, ενώ ταυτόχρονα οι ίδιοι βιώνουν τα συγκεκριμένα αντικείμενα ως ιδιαίτερα δύσκολα. Αντίθετα, οι νέες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις διδασκαλίας, όπως είναι η *Διερευνητική Μάθηση (Inquiry Based Learning)* όπου οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στη διαδικασία της μάθησης, διαπιστώνεται ότι αφενός προσελκύουν το ενδιαφέρον των εκπαιδευομένων και αφετέρου στοχεύουν στην απόκτηση και καλλιέργεια σημαντικών δεξιοτήτων δια βίου μάθησης (European Commission, 2007).

Ταυτόχρονα, ανάγκη μεταβολών χρειάζεται και ο τρόπος αξιολόγησης των μαθητών και πιο συγκεκριμένα κρίνεται σημαντικό να οδηγηθούν οι διδάσκοντες από την *αξιολόγηση της μάθησης (assessment of learning)* στην *αξιολόγηση για τη μάθηση (assessment for learning)*. Δηλαδή, η αξιολόγηση και οι αντίστοιχες τεχνικές της να συνδέονται άμεσα με την εκπαιδευτική διαδικασία, να εφαρμόζονται με στόχο κυρίως τη βελτίωση του μαθησιακού αποτελέσματος και την ανατροφοδότηση διδασκομένων και διδασκόντων και όχι απλά και μόνο στο τελικό μετρήσιμο αποτέλεσμα της μάθησης.

Η παιδαγωγική προσέγγιση της διερευνητικής μάθησης σε συνδυασμό με νέους τρόπους αξιολόγησης των δεξιοτήτων ανταποκρίνεται στις προκλήσεις του εικοστού πρώτου αιώνα κυρίως στις φυσικές επιστήμες. Η διερευνητική μάθηση αποτελεί τον πιο ενδεδειγμένο τρόπο προσέγγισης των φυσικών επιστημών, αφού προωθεί την ενεργητική και αυτόνομη διαδικασία μάθησης από τους μαθητές. Οι μαθητές έχουν απεριόριστη ελευθερία να διατυπώσουν τα δικά τους ερωτήματα, να σχεδιάσουν τα πειράματα, να ερμηνεύσουν τα δεδομένα που συλλέγουν κ.α..

1^ο ΜΕΡΟΣ - Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η εκπαίδευση στον 21ο Αιώνα

Στις σύγχρονες και ραγδαίως αναπτυσσόμενες κοινωνίες διαπιστώνεται ότι η προετοιμασία των νέων για το μέλλον τους απλώς μέσω της παρουσίασης και της διδασκαλίας των γεγονότων, δεν είναι πλέον αποτελεσματική, καθώς είναι εξαιρετικά δύσκολο να προβλέψει κανείς τις γνώσεις, οι οποίες θα απαιτούνται για τα επόμενα χρόνια (PRIMAS Project, 2013). Συγχρόνως, σημειώνεται ότι οι μελλοντικοί εργοδότες θα απαιτούν από τους εργαζομένους τους δεξιότητες επίλυσης εκτάκτων προβλημάτων, ανάλυσης δεδομένων, συνεργασίας με συναδέλφους, επικοινωνίας των αποτελεσμάτων τους, καθώς και αυτόνομης εργασίας. Τέτοιου είδους δεξιότητες μπορούν να αποκτηθούν στα σχολικά περιβάλλοντα και η μέθοδος της διερευνητικής μάθησης, για την οποία γίνεται λόγος στην παρούσα εργασία, παρέχει τα μέσα στους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές για την κατάκτηση και ανάπτυξή τους.

Επιπρόσθετα, με στόχο την προετοιμασία των μαθητών σε δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα, τα σχολεία χρειάζεται να προωθούν την κατανόηση ακαδημαϊκών θεμάτων όπως: παγκόσμια ευαισθητοποίηση (Global Awareness), οικονομικό και επιχειρηματικό αλφαριθμητισμό, πολιτική αγωγή, επίγνωση ζητημάτων υγείας και, περιβαλλοντική παιδεία. Ειδικότερα, κομβικής σημασίας θεωρούνται δεξιότητες δημιουργικότητας, κριτικού τρόπου σκέψης, επικοινωνίας και συνεργασίας και διαχείρισης της τεχνολογίας, ήδη μέσα στα σχολικά πλαίσια, με απώτερο στόχο την προετοιμασία των νέων για τα μελλοντικά ολόένα και πιο σύνθετα περιβάλλοντα του 21^{ου} αιώνα, τόσο σε επαγγελματικό όσο και γενικότερα σε επίπεδο διαβίωσης. Πιο συγκεκριμένα (P21 Partnership for 21st century learning, 2015):

- η δεξιότητα της δημιουργικότητας αφορά στη χρήση ποικιλίας τεχνικών για τη δημιουργία ιδεών όπως ο καταγιγισμός ιδεών και οι καινοτόμες ιδέες, τη δημιουργική συνεργασία με τους άλλους αφορά στην ευρηματικότητα, την ανάπτυξη και εφαρμογή της αποτελεσματικής επικοινωνίας των νέων ιδεών με άλλα άτομα, την ανταπόκριση και ανατροφοδότηση στις νέες ιδέες της ομάδας,
- η δεξιότητα του κριτικού τρόπου σκέψης και της επίλυσης προβλημάτων αφορά στη χρήση διαφόρων τρόπων αιτιολόγησης (επαγωγικό, παραγωγικό, κλπ) ανάλογα με την κατάσταση, στην ανάλυση της αλληλεπίδρασης των μερών με το σύνολο προκειμένου να

παραχθεί ένα αποτέλεσμα, στην αποτελεσματική ανάλυση αποδείξεων, επιχειρημάτων, υποθέσεων και πεποιθήσεων, στην αξιολόγηση διαφορετικών τρόπων σκέψης, στην επίλυση προβλημάτων με ευρηματικούς τρόπους, στον προσδιορισμό ερωτημάτων τα οποία μπορούν να οδηγήσουν στην εύρεση λύσεων,

- η δεξιότητα της επικοινωνίας και συνεργασίας αφορά στην αποτελεσματική διατύπωση σκέψεων και ιδεών τόσο προφορικά και γραπτά όσο και με μη λεκτικούς τρόπους επικοινωνίας σε ποικίλα περιβάλλοντα, στην αποτελεσματική ακρόαση και αποκωδικοποίηση νοημάτων και στάσεων, στη χρήση της επικοινωνίας για ποικίλους λόγους (π.χ. ενημέρωση, κινητοποίηση, πειθώ), στην αποτελεσματική επικοινωνία και συνεργασία σε πολλαπλά περιβάλλοντα (όπως πολυπολιτισμικά) και την επίδειξη προθυμίας και σεβασμού μέσα σε αυτά,
- οι δεξιότητες αποτελεσματικής διαχείρισης της πληροφορίας και τεχνολογίας έγκεινται σε ικανότητες επιτυχούς πρόσβασης στην πληροφορία, την κριτική θεώρηση των πληροφοριών, την αξιοποίηση της τεχνολογίας ως εργαλείο έρευνας, οργάνωσης και αξιολόγησης της προσλαμβάνουσας πληροφορίας.

Όπως οι Πετροπούλου, Κασιμάτη και, Ρετάλης (2015) αναφέρουν, στη σύγχρονη Κοινωνία της Μάθησης, στόχος της εκπαίδευσης είναι να εξοπλίσει τα άτομα με τις κατάλληλες δεξιότητες ώστε να γίνουν ανεξάρτητα σκεπτόμενοι και ενεργοί πολίτες. Οι δεξιότητες αυτές μπορούν να αναπτυχθούν μέσα από καινοτόμες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, όπως είναι η συνεργατική και η διερευνητική μάθηση και έχουν ως στόχο (ό., π., 2015, σ. 21):

- ✓ τη συνικοδόμηση της γνώσης των μαθητών μέσω της γόνιμης συνεργασίας, της επικοινωνίας και της αλληλεπίδρασης με τους συνεκπαιδευομένους και τους εκπαιδευτικούς,
- ✓ την εκπόνηση σύνθετων (ατομικών-ομαδικών) δραστηριοτήτων, οι οποίες ωθούν τον μαθητή να διερευνά πραγματικά προβλήματα, να εγείρει ερωτήματα, να πειραματίζεται, να συλλέγει, να αναλύει και να αξιολογεί ποικίλα δεδομένα-πηγές, να διατυπώνει υποθέσεις, να σκέφτεται και να δρα με επιστημονικό τρόπο, κ.λπ.,
- ✓ την ανάπτυξη κριτικής και δημιουργικής σκέψης και την καινοτομία (παραγωγή πρωτότυπων ιδεών και λύσεων),
- ✓ την καλλιέργεια της μετάγνωσης (οι μαθητές μαθαίνουν ενεργητικά πώς να μαθαίνουν, αναπτύσσοντας δεξιότητες αυτορρύθμισης, αυτοαναστοχασμού και αυτοαξιολόγησης),

- ✓ τη διαθεματική, τη διεπιστημονική και τη βιωματική προσέγγιση της γνώσης,
- ✓ την αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών ως δυναμικού και διαδραστικού εργαλείου εμπλουτισμού της μαθησιακής διαδικασίας.

1.1. Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Βρυξελλών 2016: οι βασικές ικανότητες για τη διά βίου μάθηση

Κατά το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο της Λισσαβώνας (23 και 24 Μαρτίου 2000), όπως και στα επόμενα Ευρωπαϊκά Συμβούλια των Βρυξελλών (2003 και 2005), δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο ανθρώπινο δυναμικό, ως το κύριο κεφάλαιο της Ευρώπης. Στη συνέχεια, κατά τη σύσταση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 18ης Δεκεμβρίου 2006, τονίζεται η σημασία της ανάπτυξης των δεξιοτήτων και των ικανοτήτων της διά βίου μάθησης, από την προσχολική ηλικία έως και μετά τη συνταξιοδότηση, στα πλαίσια μιας κοινωνίας της γνώσης, όπου σημειώνεται η ανάγκη αναπροσαρμογών στις επιχειρήσεις, αύξησης της ομαδικής εργασίας και των πολλαπλών προσόντων των εργαζομένων. Ιδιαίτερα, επισημαίνεται η ανάγκη βελτίωσης του μορφωτικού επιπέδου και των ικανοτήτων των νέων, όπως και της διασφάλισης της ισότητας των δύο φύλων για τη δικαιότερη ποσοστιαία κατανομή τους στον τομέα της απασχόλησης (European Parliament, 2006).

Στη συνέχεια, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Βρυξελλών (18 Δεκεμβρίου 2006) (European Parliament, 2006), όπου λαμβάνονται υπόψη οι νέες προκλήσεις της παγκοσμιοποίησης, γίνεται λόγος για μια εκπαίδευση με κοινωνικό-οικονομικό στόχο, μέσω της οποίας οι Ευρωπαίοι πολίτες θα αναπτύσσουν τις κατάλληλες ικανότητες ώστε να προσαρμόζονται στα νέα παγκόσμια δεδομένα. Σε μια τέτοια εκπαίδευση λαμβάνονται εξίσου υπόψη οι διαφορετικές ανάγκες των ατόμων, και ιδιαίτερα εκείνων οι οποίοι χρειάζονται περαιτέρω υποστήριξη, όπως παραδείγματος χάριν άτομα με χαμηλό επίπεδο γνώσεων γραφής και ανάγνωσης, άτομα που έχουν εγκαταλείψει πρόωρα το σχολείο, οι μετανάστες, άτομα με αναπηρίες, και άλλα.

Οι ικανότητες αυτές, στις οποίες αναφέρθηκε το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Βρυξελλών (European Parliament, 2006), αποτελούνται από ένα συνδυασμό γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων, μέσω των οποίων οι πολίτες μπορούν να επιτύχουν την προσωπική ανάπτυξη και ολοκλήρωση, καθώς και την ένταξή τους στο εργασιακό και κοινωνικό περιβάλλον. Όλες αξιολογούνται ως εξίσου σημαντικές στη σύγχρονη κοινωνία των πολιτών, ενώ σε όλες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο

ζητήματα όπως η επίλυση προβλημάτων, η λήψη αποφάσεων, η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη και η ανάληψη πρωτοβουλιών.

Το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Αναφοράς παραθέτει τις ικανότητες αυτές ως εξής (European Parliament, 2006, «Βασικές ικανότητες», παρ. 1):

1. Επικοινωνία στη μητρική γλώσσα.
2. Επικοινωνία σε ξένες γλώσσες.
3. Μαθηματική ικανότητα και βασικές ικανότητες στην επιστήμη και την τεχνολογία.
4. Ψηφιακή ικανότητα.
5. Μεταγνωστικές ικανότητες (Οι εκπαιδευόμενοι μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν) (Learning to learn).
6. Κοινωνικές ικανότητες και ικανότητες που σχετίζονται με την ιδιότητα του πολίτη.
7. Πρωτοβουλία και επιχειρηματικότητα και,
8. Πολιτισμική συνείδηση και έκφραση.

Αναλυτικότερα, ως *επικοινωνία στη μητρική γλώσσα* ορίζεται η ικανότητα των ατόμων να μπορούν να εκφράζουν γεγονότα, απόψεις, σκέψεις και συναισθήματα, τόσο σε προφορικό όσο και σε γραπτό επίπεδο. Η ικανότητα αυτή σχετίζεται με δεξιότητες επαρκούς γνώσης του βασικού λεξιλογίου και της λειτουργικής χρήσης της γραμματικής της μητρικής γλώσσας, όπως και χρήσης της γλώσσας και της επικοινωνίας σε ποικίλα περιβάλλοντα. Συναφείς δεξιότητες, οι οποίες σχετίζονται με την επικοινωνία στη μητρική γλώσσα, είναι η αναγνώριση και η χρήση διαφόρων κειμενικών ειδών, η χρήση βοηθημάτων, αλλά και δεξιότητες έρευνας, συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων και διατύπωσης επιχειρημάτων (European Parliament, 2006).

Αντίστοιχα, η ικανότητα της *επικοινωνίας σε ξένες γλώσσες* προϋποθέτει σε σημαντικό επίπεδο την κατάκτηση των δεξιοτήτων στη μητρική γλώσσα, ενώ βασίζεται παρόμοια σε ικανότητες κατανόησης, έκφρασης και ερμηνείας σκέψεων, συναισθημάτων, εννοιών και γεγονότων, τόσο σε γραπτό όσο και σε προφορικό επίπεδο. Ο βαθμός επάρκειας των ατόμων αξιολογείται σε τέσσερις βασικές διαστάσεις: ακρόαση, ομιλία, ανάγνωση και, γραφή. Σημαντικές δεξιότητες οι οποίες σχετίζονται με την ικανότητα αυτή είναι η γνώση του λεξιλογίου και της λειτουργικής χρήσης της γραμματικής, η κατανόηση των μηνυμάτων και η ολοκληρωμένη διεκπεραίωση των συνομιλιών και η επίγνωση των εκάστοτε κοινωνικών συμβάσεων, όπως και η χρήση βοηθημάτων στα πλαίσια της διά

βίου μάθησης. Στις παραπάνω δεξιότητες περιλαμβάνονται και η αναγνώριση της πολιτισμικής ποικιλότητας, το ενδιαφέρον για άλλες γλώσσες, όπως και η διαπολιτισμική επικοινωνία.

Ως προς τη *μαθηματική ικανότητα*, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο την ορίζει ως ικανότητα ανάπτυξης και χρήσης των μαθηματικών συλλογισμών στις καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Σε αυτή ανήκουν η ικανότητα και η προθυμία αξιοποίησης μαθηματικών συλλογισμών, αλλά και παρουσιάσεων, όπως οι μαθηματικοί τύποι, τα μοντέλα, οι κατασκευές και οι γραφικές παραστάσεις. Δεξιότητες οι οποίες σχετίζονται με τη μαθηματική ικανότητα είναι η καλή γνώση του αριθμητικού συστήματος, των βασικών πράξεων και παραστάσεων, η κατανόηση των όρων, καθώς και των μαθηματικών ερωτημάτων, η χρήση και κατανόηση της μαθηματικής λογικής και των εκάστοτε αποδείξεων. Ο σεβασμός, η θετική στάση απέναντι στα μαθηματικά, αλλά και η προθυμία διερεύνησης σχέσεων και αιτιών, σχετίζονται θετικά με την ικανότητα αυτή.

Αντίστοιχα, η *ικανότητα στις επιστήμες* αφορά στην ικανότητα και την προθυμία των ατόμων να αξιοποιήσουν τις γνώσεις τους, να ερμηνεύσουν τον φυσικό κόσμο και να εξάγουν συμπεράσματα. Ως προς την *ικανότητα στην τεχνολογία*, σε αυτή περιλαμβάνεται η κατανόηση των αλλαγών που επιφέρει η δραστηριότητα των ανθρώπων, όπως και το αίσθημα της ευθύνης σε κάθε πολίτη. Βασικές γνώσεις και δεξιότητες, τις οποίες χρειάζεται να αναπτύξουν τα άτομα είναι η γνώση των αρχών που διέπουν το φυσικό κόσμο, των αρχών και των μεθόδων της τεχνολογίας και των επιτευγμάτων που προκύπτουν από αυτή, αλλά και των επιπτώσεών τους στο φυσικό κόσμο. Στις παραπάνω γνώσεις συμπεριλαμβάνονται η κατανόηση των εξελίξεων αλλά και των κινδύνων που προκύπτουν από τις επιστημονικές θεωρίες και τις εφαρμογές της τεχνολογίας στην κοινωνία. Σχετικά με τις δεξιότητες που σχετίζονται με τις παραπάνω ικανότητες, σε αυτές ανήκουν η χρήση και ο χειρισμός εργαλείων αλλά και επιστημονικών δεδομένων, η αναγνώριση των βασικών χαρακτηριστικών στις επιστημονικές έρευνες, η παρουσίαση των συλλογισμών και η δημοσιοποίηση των συμπερασμάτων τους. Σημαντική κρίνεται η στάση κριτικής αποδοχής και περιέργειας των ατόμων, όπως και το ενδιαφέρον και ο σεβασμός για τα ζητήματα επιστημονικής προόδου και ασφάλειας, τα οποία προκύπτουν από τις παραπάνω επιστήμες στη σύγχρονη κοινωνία.

Αναφορικά με την *ψηφιακή ικανότητα*, σε αυτή περιλαμβάνεται η χρήση της τεχνολογίας, η κοινωνία της πληροφορίας για την εργασία, η ψυχαγωγία και η επικοινωνία. Οι βασικές δεξιότητες των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ), όπως η χρήση Η/Υ, η ανάκτηση, αποθήκευση, αξιολόγηση, ανταλλαγή και παρουσίαση πληροφοριών και η συμμετοχή σε δίκτυα συνεργασίας, μέσω του διαδικτύου, υποστηρίζουν την ψηφιακή ικανότητα των ατόμων. Γνώσεις οι οποίες

σχετίζονται με την ικανότητα αυτή είναι η κατανόηση της φύσης και του ρόλου της κοινωνίας της πληροφορίας, τόσο σε προσωπικό όσο και σε κοινωνικό και εργασιακό επίπεδο, οι βασικές εφαρμογές της πληροφορικής (όπως η επεξεργασία κειμένου, τα λογιστικά φύλλα και, οι βάσεις δεδομένων), η αντίληψη των δυνατοτήτων αλλά και των κινδύνων οι οποίοι εντοπίζονται στο χώρο του διαδικτύου, καθώς και οι εφαρμογές των ηλεκτρονικών μέσων για επικοινωνία, ψυχαγωγία, διάδοση πληροφοριών, έρευνα, μάθηση, εργασία και συνεργασία. Σημαντικές δεξιότητες οι οποίες σχετίζονται με την ψηφιακή ικανότητα είναι η έρευνα, η συλλογή, η επεξεργασία και η αξιολόγηση ηλεκτρονικών δεδομένων και συνδέσμων, αλλά και η ορθή χρήση εργαλείων για παραγωγή και παρουσίαση σύνθετων πληροφοριών. Σημειώνεται ότι η στάση των ατόμων απέναντι στην κοινωνία της πληροφορίας χρειάζεται να είναι κριτική και υπεύθυνη.

Ως προς τις *μεταγνωστικές ικανότητες (Learning to learn)*, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο (European Parliament, 2006) ορίζει τις ικανότητες του ατόμου να επιδιώκει και να επιμένει στη μάθηση, όπως και να οργανώνει και να διαχειρίζεται αποτελεσματικά το χρόνο και την πληροφορία, στα πλαίσια της μάθησης αυτής. Στις ικανότητες αυτές ανήκουν η απόκτηση, η επεξεργασία και η αφομοίωση των νέων γνώσεων και δεξιοτήτων, όπως και η αναζήτηση και αξιοποίηση της κατάλληλης καθοδήγησης. Ως προς τη μεθοδολογία της μάθησης, είναι σημαντικό η μάθηση να βασίζεται σε προηγούμενες γνώσεις, δεξιότητες και εμπειρίες του ατόμου, προκειμένου αυτές να χρησιμοποιούνται σε διάφορα πλαίσια, όπως το σπίτι, η εργασία, η εκπαίδευση και η κατάρτιση.

Τα άτομα θα πρέπει να γνωρίζουν τις ικανότητες, τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τα προσόντα, τα οποία απαιτούνται ανάλογα με την κατεύθυνση της μάθησης και τις ιδιαίτερες επιδιώξεις της αναφορικά με την εργασία ή τη σταδιοδρομία. Σημαντική θεωρείται η επίγνωση, από την πλευρά των ατόμων, των προσωπικών μαθησιακών στρατηγικών τους, των δυνατών και αδύναμων σημείων των δεξιοτήτων και των προσόντων τους, όπως και η δυνατότητα αναζήτησης των κατάλληλων ευκαιριών εκπαίδευσης, κατάρτισης, καθώς και καθοδήγησης και υποστήριξης, οι οποίες δύνανται να τους παρασχεθούν. Η απόκτηση των θεμελιωδών βασικών δεξιοτήτων, όπως είναι η γραφή και η ανάγνωση, η αριθμητική και οι ΤΠΕ, αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις τόσο για την περαιτέρω μάθηση όσο και για τις δεξιότητες της μεθοδολογίας της μάθησης. Με αφετηρία τις δεξιότητες αυτές τα άτομα έχουν δυνατότητες πρόσβασης, απόκτησης, επεξεργασίας και αφομοίωσης νέων γνώσεων και δεξιοτήτων. Οι δεξιότητες αυτές απαιτούν από την πλευρά των ατόμων την αποτελεσματική διαχείριση των προτύπων μάθησης, σταδιοδρομίας και εργασίας, αλλά και την ικανότητα επιμονής στη μάθηση, στη μακροπερίοδη συγκέντρωση και στον κριτικό αναστοχασμό. Επιπλέον, απαραίτητες

δεξιότητες θεωρούνται η αφιέρωση χρόνου στη μάθηση αυτόνομα, όπως και η συλλογική εργασία, στα πλαίσια της οποίας θα μπορούν να αντλήσουν οφέλη και να μοιράζονται τα όσα έχουν μάθει, εντός των διαφόρων ανομοιογενών ομάδων. Η οργάνωση της μάθησης, η αξιολόγηση των εργασιών, η αναζήτηση συμβουλών, πληροφοριών και στήριξης, αποτελούν και αυτές απαραίτητες δεξιότητες των μεταγνωστικών ικανοτήτων. Η εξασφάλιση κινήτρων και αυτοπεποίθησης για τη συστηματική και επιτυχή επιδίωξη για μάθηση, περιλαμβάνονται σε μια θετική στάση και συμπεριφορά των ατόμων, η οποία σχετίζεται με τις μεταγνωστικές ικανότητες. Ειδικότερα, μια συμπεριφορά η οποία βασίζεται στην επίλυση των προβλημάτων μπορεί να υποστηρίξει αφενός τη μάθηση και αφετέρου την ικανότητα των ατόμων να διαχειρίζονται εμπόδια και αλλαγές.

Ως προς τις *κοινωνικές ικανότητες* και *εκείνες που σχετίζονται με την ιδιότητα του πολίτη*, σε αυτές ανήκουν οι προσωπικές, οι διαπροσωπικές, οι διαπολιτισμικές και οι κοινωνικές, καθώς και οι ικανότητες του πολίτη, καλύπτοντας τη συμπεριφορά εκείνη μέσω της οποίας τα άτομα να μπορούν να συμμετέχουν αποτελεσματικά και με εποικοδομητικό τρόπο στους κοινωνικούς και επαγγελματικούς τομείς της ζωής, αλλά και στην επίλυση διαφορών, όπου κρίνεται αναγκαίο. Ειδικότερα με την ικανότητα του πολίτη, τα άτομα εξοπλίζονται κατάλληλα προκειμένου να συμμετέχουν στην καθημερινή ζωή, βασιζόμενα στη γνώση των κοινωνικό-πολιτικών εννοιών και στην υποχρέωση σε μια ενεργή και δημοκρατική συμμετοχή.

Οι κοινωνικές ικανότητες σχετίζονται με την προσωπική και κοινωνική ευεξία του ατόμου. Προκειμένου να εξασφαλισθεί η ευεξία αυτή απαιτείται η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα άτομα αποκτούν τη βέλτιστη δυνατή σωματική και ψυχική υγεία, διαμέσου της οικογένειας και του κοινωνικού περιβάλλοντός τους και γενικότερα των γνώσεών τους για έναν υγιή τρόπο ζωής. Σημαντική θεωρείται και η κατανόηση κοινά αποδεκτών κωδικών και τρόπων συμπεριφοράς, σε διαφορετικές κοινωνίες και περιβάλλοντα, όπως και η γνώση βασικών εννοιών σε σχέση με τα άτομα, την ισότητα των φύλων και την αποφυγή διακρίσεων, τις ομάδες, την κοινωνία και τον πολιτισμό, έτσι ώστε να οδηγηθούν τα άτομα σε μια επιτυχή διαπροσωπική και κοινωνική συμμετοχή. Παρόμοια, θετική επίδραση προς την παραπάνω κατεύθυνση έχει και η κατανόηση των πολυπολιτισμικών και των κοινωνικοοικονομικών επιπέδων στις ευρωπαϊκές κοινωνίες, όπως και του τρόπου με τον οποίο οι εθνικές πολιτισμικές ταυτότητες και η ευρωπαϊκή ταυτότητα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Ως προς τις δεξιότητες της κοινωνικής ικανότητας, σε αυτές περιλαμβάνονται η ικανότητα για εποικοδομητική επικοινωνία σε ποικίλα περιβάλλοντα, επίδειξη ανοχής, έκφραση και κατανόηση

διαφορετικών απόψεων και η ικανότητα διαπραγμάτευσης σε κλίμα εμπιστοσύνης και ενσυναίσθησης. Επιπλέον, τα άτομα χρειάζεται να είναι ικανά στην αποτελεσματική αντιμετώπιση του στρες και της απογοήτευσης, όπως και να εκφράζονται με εποικοδομητικό τρόπο, αλλά και να είναι σε θέση να διαχωρίσουν την προσωπική από την επαγγελματική σφαίρα. Ακόμη, για την ανάπτυξη της κοινωνικής ικανότητας, χρειάζεται το άτομο να διακατέχεται από στάση συνεργασίας, αυτοπεποίθησης και ακεραιότητας, να ενδιαφέρεται για τις κοινωνικό-οικονομικές εξελίξεις και τη διαπολιτισμική επικοινωνία, να αναγνωρίζει τις διαφορετικές αξίες, όπως και να ξεπερνά τις προκαταλήψεις και να σέβεται τους άλλους.

Αναφορικά με την κοινωνική ικανότητα του πολίτη, αυτή σχετίζεται με τη γνώση εννοιών όπως η δημοκρατία, η δικαιοσύνη, η ισότητα, η ιδιότητα και τα δικαιώματα του ενεργού πολίτη, όπως εκφράζονται στο Χάρτη των Θεμελιωδών Δικαιωμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και στις διεθνείς διακηρύξεις, καθώς και του τρόπου με τον οποίο αυτά εφαρμόζονται από τους διάφορους θεσμούς και φορείς, τόσο τοπικά και ευρωπαϊκά όσο και διεθνώς. Επιπλέον, σχετίζεται με τη γνώση των γεγονότων της σύγχρονης εποχής, όπως και της εθνικής, ευρωπαϊκής και παγκόσμιας ιστορίας, με την κατανόηση των στόχων και των αξιών των κοινωνικό-πολιτικών κινημάτων, τη γνώση των βασικών στόχων και αξιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και την επίγνωση της πολιτισμικής ταυτότητας της Ευρώπης.

Οι δεξιότητες οι οποίες σχετίζονται με την ιδιότητα του πολίτη είναι η ικανότητα αποτελεσματικής συνεργασίας με άλλα άτομα στο δημόσιο τομέα, η αλληλεγγύη και το ενδιαφέρον για την επίλυση προβλημάτων της τοπικής αλλά και της ευρύτερης κοινότητας, ο κριτικός και δημιουργικός αναστοχασμός, η συμμετοχή σε δραστηριότητες σε κοινοτικό ή τοπικό επίπεδο, αλλά και η λήψη αποφάσεων, ιδιαίτερα μέσω ψηφοφορίας, τόσο τοπικά και εθνικά όσο και ευρωπαϊκά. Ο πλήρης σεβασμός στα ανθρώπινα δικαιώματα, η ισότητα, η εκτίμηση και η κατανόηση των ποικίλων αξιακών συστημάτων, διαφορετικών θρησκειών ή εθνικών ομάδων, θέτουν τις βάσεις για μια θετική στάση απέναντι στην ιδιότητα του πολίτη. Σε αυτή τη θετική στάση περιλαμβάνεται η επίδειξη πνεύματος υπευθυνότητας, η κατανόηση και ο σεβασμός για αξίες οι οποίες διασφαλίζουν την κοινωνική συνοχή, όπως είναι οι αρχές της δημοκρατίας, καθώς και ο σεβασμός στις αξίες και την ιδιωτική ζωή των άλλων ανθρώπων.

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Βρυξελλών (European Parliament, 2006) αναφέρεται ακόμα στο *αίσθημα πρωτοβουλίας και την επιχειρηματικότητα*, που αφορά στην ικανότητα των ατόμων να μετατρέπουν τις ιδέες τους σε δράση. Σε αυτό ανήκουν η δημιουργικότητα, η καινοτομία, η ανάληψη

ρίσκου, αλλά και η ικανότητα σχεδιασμού και υλοποίησης έργων, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται οι εκάστοτε στόχοι. Το αίσθημα πρωτοβουλίας και η επιχειρηματικότητα στηρίζει τα άτομα αφενός σε επίπεδο καθημερινής ζωής, στο σπίτι και στην κοινωνία, και αφετέρου στο εργασιακό επίπεδο, ιδιαίτερα στην κατανόηση του πλαισίου εργασίας τους και την αξιοποίηση των ευκαιριών. Αποτελεί τη βάση για περισσότερο εξειδικευμένες δεξιότητες και γνώσεις, οι οποίες είναι αναγκαίες από όσα άτομα δραστηριοποιούνται ή συμβάλλουν στις κοινωνικές ή εμπορικές δραστηριότητες. Στην ικανότητα αυτή συμπεριλαμβάνονται ακόμη, η επίγνωση των ηθικών αξιών και η προώθηση ορθής διακυβέρνησης.

Απαραίτητες γνώσεις οι οποίες αφορούν στο αίσθημα πρωτοβουλίας και την επιχειρηματικότητα είναι η ικανότητα εντοπισμού διαθέσιμων ευκαιριών για προσωπικές, επαγγελματικές και επιχειρηματικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβάνοντας τα ζητήματα «ευρύτερης εμβέλειας», τα οποία παρέχουν το πλαίσιο εντός του οποίου οι άνθρωποι ζουν και εργάζονται, όπως η ευρεία κατανόηση της λειτουργίας της οικονομίας, αλλά και των ευκαιριών και των προκλήσεων με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπος ένας εργοδότης ή ένας οργανισμός. Τα άτομα χρειάζεται επίσης, να γνωρίζουν την ηθική θέση των επιχειρήσεων και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν αυτές να συμβάλλουν στο γενικό καλό, όπως παραδείγματος χάριν μέσω του έντιμου εμπορίου ή μέσω των επιχειρήσεων με κοινωνική υπευθυνότητα. Οι δεξιότητες της ικανότητας αυτής, περιλαμβάνουν την ενεργό διαχείριση έργων (στην οποία ανήκουν ικανότητες σχεδιασμού, οργάνωσης, διαχείρισης, ηγετικής στάσης, ανάλυσης, επικοινωνίας, ενημέρωσης, αξιολόγησης και, καταγραφής), την αποτελεσματική εκπροσώπηση και τη διαπραγμάτευση, καθώς και την ικανότητα εργασίας ατομικά αλλά και συνεργατικά σε ομάδες. Ιδιαίτερα σημαντική θεωρείται η ικανότητα κρίσης και προσδιορισμού των δυνατών και αδύναμων χαρακτηριστικών των ατόμων και η αξιολόγηση και λήψη ρίσκου, όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Ειδικότερα ως προς την επιχειρηματική συμπεριφορά, αυτή χαρακτηρίζεται από τη λήψη πρωτοβουλιών, την ενεργό στάση, την ανεξαρτησία και την καινοτομία, σε προσωπικό, κοινωνικό και επαγγελματικό επίπεδο. Επιπλέον περιλαμβάνει τη δημιουργία κινήτρων και την προσήλωση στους στόχους, είτε πρόκειται για προσωπικούς είτε για συλλογικούς και επαγγελματικούς στόχους.

Τέλος, μνεία γίνεται στην ικανότητα της *πολιτιστικής γνώσης και έκφρασης*, η οποία ορίζεται ως η εκτίμηση της σημασίας της δημιουργικής έκφρασης των ιδεών, των εμπειριών και των συναισθημάτων, μέσα σε ένα πλαίσιο μέσων μαζικής επικοινωνίας, όπου συμπεριλαμβάνεται η λογοτεχνία, το θέατρο, οι εικαστικές τέχνες και η μουσική. Βασικές γνώσεις οι οποίες σχετίζονται με

την ικανότητα αυτή είναι η επίγνωση του ατόμου, της τοπικής, εθνικής και ευρωπαϊκής κληρονομιάς, η γνώση σπουδαίων πολιτιστικών έργων, καθώς και η κατανόηση της γλωσσικής και πολιτισμικής πολυμορφίας σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Οι δεξιότητες οι οποίες σχετίζονται με την παραπάνω ικανότητα είναι η εκτίμηση και η απόλαυση των παραστάσεων και των έργων τέχνης, ο συσχετισμός των δημιουργικών απόψεων του ατόμου με τις απόψεις των άλλων, καθώς και η δημιουργία κοινωνικό-οικονομικών ευκαιριών για πολιτιστική δραστηριότητα. Αναφορικά με τις στάσεις, τις οποίες χρειάζεται να διαθέτει το άτομο, αυτές σχετίζονται με το σεβασμό και την ανοικτή συμπεριφορά απέναντι στην ποικιλία της πολιτιστικής έκφρασης, την κατανόηση της κουλτούρας των άλλων ατόμων, τη προθυμία καλλιέργειας της αισθητικής ικανότητας και τη συμμετοχή στα πολιτιστικά δρώμενα (European Parliament, 2006).

1.2. Το φαινόμενο της μείωσης του ενδιαφέροντος των νέων για τις φυσικές επιστήμες

Όπως σημειώθηκε παραπάνω, στις σύγχρονες και ταχέως μεταβαλλόμενες κοινωνίες καθίσταται κομβικής σημασίας η απόκτηση και ανάπτυξη μιας σειράς ικανοτήτων και δεξιοτήτων, στα πλαίσια της διά βίου μάθησης, οι οποίες θα συμβάλλουν στην ομαλή ένταξη και προσαρμογή των πολιτών τόσο σε κοινωνικό όσο και σε επαγγελματικό επίπεδο (European Commission, 2007). Εντός των ικανοτήτων αυτών περιλαμβάνεται και η μαθηματική ικανότητα καθώς και οι βασικές ικανότητες στην επιστήμη και την τεχνολογία. Ωστόσο, σύμφωνα με ευρωπαϊκή μελέτη για το ενδιαφέρον των νέων για τις φυσικές επιστήμες προκύπτει ότι σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες αν και ο αριθμός των εισακτέων στα πανεπιστήμια αυξάνεται γενικότερα, εντούτοις τα ποσοστά των νέων οι οποίοι φοιτούν στα πανεπιστήμια φυσικών επιστημών ολοένα και μειώνονται (OECD, 2006). Επιπλέον, σε τομείς όπως τα μαθηματικά και οι φυσικές επιστήμες -οι οποίοι αποτελούν τον πυρήνα της κοινωνικό-οικονομικής ανάπτυξης- ο αριθμός των φοιτητών μειώνεται διαρκώς. Κατά την παραπάνω έρευνα, ορισμένα πανεπιστήμια στην Ευρώπη αναφέρουν ότι από το έτος 1995 παρουσιάζεται μια μείωση, κατά το ήμισυ, του αριθμού των φοιτητών οι οποίοι εγγράφονται στα τμήματα φυσικής των πανεπιστημίων. Επιπλέον, ως προς το φύλο φαίνεται ότι τα κορίτσια εκδηλώνουν ακόμη πιο μειωμένο ενδιαφέρον για την εκπαίδευση στις επιστήμες, σε σύγκριση με τα αγόρια. Πιο συγκεκριμένα, σε ευρωπαϊκό επίπεδο τα κορίτσια αντιπροσωπεύουν μόλις το 31% των αποφοίτων των μαθηματικών, επιστημονικών και τεχνολογικών σχολών.

Παρά το γεγονός της μείωσης του ενδιαφέροντος από τους νέους ανθρώπους προς τις θετικές επιστήμες, υπάρχει μια γενική ομοφωνία για τη σημασία της εκπαίδευσής τους σε αυτές (European Commission, 2007). Ειδικότερα για την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες, αναφέρεται ότι είναι ζωτικής σημασίας για ποικίλους λόγους. Πρώτον, υπάρχει η ανάγκη προετοιμασίας των νέων για ένα μέλλον το οποίο απαιτεί επαρκή επιστημονική και τεχνολογική γνώση. Η επιστημονική αυτή παιδεία είναι σημαντική για την καλύτερη κατανόηση περιβαλλοντικών, ιατρικών, οικονομικών και άλλων ζητημάτων, που απασχολούν τις σύγχρονες κοινωνίες, οι οποίες βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε πολύπλοκες επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις. Ακόμη, προκειμένου να εξασφαλίσει κάθε πολίτης τις δεξιότητες που απαιτούνται έτσι ώστε να ζήσει και να εργαστεί σε μια κοινωνία γνώσης, χρειάζεται να του δοθεί η δυνατότητα ανάπτυξης κριτικής σκέψης και επιστημονικής αιτιολόγησης. Δεύτερον, η εκπαίδευση στις επιστήμες διασφαλίζει έναν επαρκή αριθμό επιστημόνων και μηχανικών υψηλού επιπέδου στην Ευρώπη, οι οποίοι χρειάζονται για τη μελλοντική οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη. Η διαθεσιμότητα υψηλά καταρτισμένων επιστημόνων αποτελεί κομβικό παράγοντα για την εγκαθίδρυση και την επιτυχία της βιομηχανίας υψηλής τεχνολογίας, στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα με την έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission, 2007), η Ευρώπη χρειάζεται να είναι σε θέση να προβλέπει, παρά να ακολουθεί τη ζήτηση, καθώς κινείται προς μια οικονομία βασισμένη στη γνώση. Ταυτόχρονα είναι ιδιαίτερα έντονη η ανάγκη για ένα επαρκώς εκπαιδευμένο εργατικό δυναμικό με βάσει τους παγκόσμιους οικονομικούς όρους.

Παρά τις ενέργειες και τα πολλαπλά προγράμματα τα οποία έχουν εφαρμοστεί με στόχο την αντιστροφή του φαινομένου της σημαντικής μείωσης του ενδιαφέροντος των νέων ανθρώπων για τις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά, εντούτοις τα αποτελέσματα βελτίωσής του παραμένουν μέτρια. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σημειώνει ότι αν δεν ληφθούν περισσότερα αποτελεσματικά μέτρα, η ικανότητα της Ευρώπης για καινοτομία και η ποιότητα της έρευνάς της μακροπρόθεσμα θα μειωθεί σημαντικά (European Commission, 2007). Επιπλέον, η απόκτηση δεξιοτήτων, ουσιωδών σε όλους τους τομείς της ζωής, σε μια κοινωνία η οποία εξαρτάται ολοένα και περισσότερο από την αξιοποίηση της γνώσης, βρίσκεται εξίσου υπό αυξανόμενη απειλή.

Η απαρχή της μειωμένης εκδήλωσης ενδιαφέροντος των νέων για τις φυσικές επιστήμες φαίνεται να εντοπίζεται κυρίως στον τρόπο με τον οποίο αυτές διδάσκονται, τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Δεδομένου του παραπάνω γεγονότος, συστάθηκε ειδική έρευνα των Ευρωπαϊκών Επιτροπών, υπεύθυνων για την Έρευνα, την Εκπαίδευση και την Παιδεία, με

στόχο την εξέταση καινοτόμων πρωτοβουλιών στην Ευρώπη οι οποίες θα μπορούσαν να αλλάξουν ριζικά τις στάσεις και το ενδιαφέρον των νέων για την επιστήμη (European Commission, 2007).

Σύμφωνα με την έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission, 2007), αν και οι αιτίες της μείωσης του ενδιαφέροντος είναι πολύπλοκες, εντούτοις φαίνεται να υπάρχει μια σχέση ανάμεσα στις στάσεις των νέων για την επιστήμη και τον τρόπο διδασκαλίας της. Ειδικότερα, όπως σημειώνεται σε έρευνα του Ευρωβαρομέτρου σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία (Eurobarometer, 2005) μόλις το 15% των Ευρωπαίων δήλωσε ικανοποιημένο από την ποιότητα διδασκαλίας των θετικών επιστημών στα σχολεία. Σε αντίστοιχη έρευνα (Eurobarometer, 2001) το 2001, το 59,5% των ερωτηθέντων ανέφεραν ότι η διδασκαλία των θετικών επιστημών στα σχολεία δεν είναι επαρκώς ελκυστική.

Οι θετικές επαφές με την επιστήμη σε μικρή ηλικία φαίνεται να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο ως προς τον σχηματισμό των στάσεων του παιδιού σε μεταγενέστερα στάδια (OECD, 2006). Ενώ τα μικρά παιδιά διακρίνονται από φυσική περιέργεια, η παραδοσιακή μορφή διδασκαλίας των επιστημών μπορεί να μειώσει το ενδιαφέρον αυτό στις φυσικές επιστήμες και ως εκ τούτου να έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη των στάσεών τους απέναντι στην επιστήμη, όπως σημειώνεται στη παραπάνω έρευνα.

Ανάμεσα στα αίτια του μειωμένου ενδιαφέροντος των νέων, αναφέρεται και η ελλιπής αυτοπεποίθηση και γνώση ορισμένων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (European Commission, 2007). Ειδικότερα, όπως σημειώνεται στην έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, συχνά οι διδάσκοντες επιλέγουν παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας, αποφεύγοντας διερευνητικούς τρόπους μάθησης, οι οποίοι όμως απαιτούν και βαθύτερη κατανόηση των αντικειμένων αυτών (European Commission, 2007). Εστιάζουν με τον τρόπο αυτό περισσότερο στην απομνημόνευση και όχι στην κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών, γεγονός το οποίο οδηγεί σε μεγαλύτερο φόρτο εργασίας και λιγότερο χρόνο για πειράματα.

Παρόμοια συμπεράσματα προκύπτουν και από την έκθεση Europe Needs More Scientists («Η Ευρώπη χρειάζεται περισσότερους επιστήμονες»), (European Commission, 2004), όπου διαφαίνεται η αποτυχία της εκπαίδευσης της επιστήμης να παρέχει στους νέους ανθρώπους την ευκαιρία για σταδιακή ανάπτυξη της κατανόησης και του ενδιαφέροντος για την επιστήμη, ενώ αντίθετα παρέχει μεγάλο όγκο γνώσεων, με αποτέλεσμα αυτή να γίνεται αντιληπτή από τους μαθητές ως άσχετη και δύσκολη. Αξίζει να σημειωθεί ότι, ενώ η εκπαιδευτική κοινότητα των θετικών επιστημών στο

μεγαλύτερο μέρος της συμφωνεί ότι οι παιδαγωγικές πρακτικές οι οποίες βασίζονται σε μεθόδους Διερευνητικής Μάθησης είναι περισσότερο αποτελεσματικές, παρ' όλα αυτά στην πλειονότητα των Ευρωπαϊκών χωρών, αυτές οι μέθοδοι δεν εφαρμόζονται στις σχολικές τάξεις.

2. Διερευνητική Μάθηση & Φυσικές Επιστήμες

2.1. Η εφαρμογή της Διερευνητικής Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες

Ιστορικά, παρουσιάζονται δύο μεθοδολογικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των επιστημών (European Commission, 2007). Η πρώτη, η οποία παραδοσιακά χρησιμοποιείται στα σχολεία είναι η *Συμπερασματική Μέθοδος (Deductive)*, όπου ο καθηγητής παρουσιάζει τα θέματα, τη λογική τους και τα αποτελέσματά τους και δίνει παραδείγματα. Προκειμένου να εφαρμοστεί η μέθοδος αυτή, ο μαθητής θα πρέπει να είναι σε θέση να αντιλαμβάνεται αφηρημένες έννοιες, γεγονός το οποίο καθιστά δύσκολη την εφαρμογή της μεθόδου πριν τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Αντίθετα, η δεύτερη προσέγγιση, η οποία ιστορικά ονομάζεται *Επαγωγική (Inductive)*, δίνει μεγαλύτερη σημασία στην παρατήρηση, το πείραμα και τη δημιουργία γνώσης από το μαθητή, με την καθοδήγηση του δασκάλου. Η μέθοδος αυτή έχει εξελιχθεί με τα χρόνια και σήμερα αναφέρεται συνήθως με τον όρο *Διερευνητική Μάθηση (Inquiry-Based Science Education)*, κυρίως για τις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία. Ως προς τη διδασκαλία των μαθηματικών, η αντίστοιχη μέθοδος ονομάζεται *Μάθηση Βασισμένη Στο Πρόβλημα (Problem-Based Learning)*, όπου το πρόβλημα οδηγεί τη διδασκαλία. Αν και διαφαίνεται μια στροφή προς τη χρήση της διερευνητικής μάθησης, στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες η διδασκαλία των επιστημών βασίζεται κυρίως σε συμπερασματικές μεθόδους.

Ως αποτέλεσμα των μεταβολών στην κοινωνία, την εκπαίδευση και την ανάγκη για απόκτηση νέων δεξιοτήτων εφαρμόζονται ολοένα και περισσότερο διεθνώς, σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, όπως είναι η Διερευνητική Μάθηση (Inquiry Based Learning) (Πετροπούλου και συν., 2015). Η Διερευνητική Μάθηση ορίζεται από τους Linn, Davis και Bell (2004, σ. 4) ως «η συνειδητή διαδικασία διάγνωσης προβλημάτων, κριτικής θεώρησης πειραμάτων και διάκρισης εναλλακτικών λύσεων, σχεδιασμού ερευνών, διερεύνησης υποθέσεων, αναζήτησης πληροφοριών, κατασκευής μοντέλων, συζήτησης με “ομοίους” και διατύπωσης συνεκτικών επιχειρημάτων».

Η Διερευνητική Μάθηση αποτελεί μια σύγχρονη διδακτική προσέγγιση, η οποία συμβάλλει στην καλλιέργεια και την ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων (όπως η συλλογή και η ανάλυση πειραματικών δεδομένων, η διαμόρφωση υποθέσεων, κ.α.) (Πετροπούλου και συν., 2015. European Commission, 2007).

Παρόμοια, σύμφωνα με τον Anderson (2002) η διερευνητική εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες περιλαμβάνει τη συμμετοχή των μαθητών στη διαμόρφωση ερωτημάτων, την επιστημονική αιτιολόγηση, την αναζήτηση σχετικών στοιχείων, την παρατήρηση, τη διαμόρφωση υποθέσεων/εικασίων (conjecturing), τη συλλογή δεδομένων και την ερμηνεία τους, την ερευνητική πρακτική εργασία και τις συνεργατικές συζητήσεις και, την επεξεργασία προβλημάτων τα οποία προέρχονται αλλά και εφαρμόζονται στα πλαίσια της καθημερινής ζωής.

Τα αποτελέσματα της έκθεσης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, έδειξαν ότι οι μέθοδοι οι οποίες βασίζονται στη διερευνητική μάθηση είναι κατάλληλα προσαρμοσμένες στους νεότερους μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, αφού λαμβάνει υπόψη την έμφυτη περιέργεια την οποία διαθέτουν τα παιδιά στις ηλικίες αυτές. Αυτό συμβαίνει διότι η διερευνητική μάθηση δίνει έμφαση στην περιέργεια, την παρατήρηση, την επίλυση προβλημάτων και τον πειραματισμό. Οι μέθοδοι αυτές επίσης, παρέχουν την ευκαιρία στους μαθητές να αναπτύξουν μεγάλο εύρος συμπληρωματικών δεξιοτήτων όπως η συνεργασία σε ομάδες, η γραπτή και η προφορική έκφραση και η λύση προβλημάτων. Η διερευνητική μάθηση όμως είναι αποτελεσματική και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Παρ' όλα αυτά αντιμετωπίζεται με απροθυμία από τους καθηγητές, αφού συχνά οι μέθοδοι της θεωρούνται χρονοβόρες και κατά συνέπεια συγκρούονται με τις απαιτήσεις των προγραμμάτων σπουδών (European Commission, 2007).

Όπως αναφέρουν οι Bernholt, Rönnebeck, Rorohl, Köller και, Parchmann (2013) αναφορικά με τις δεξιότητες οι οποίες αναπτύσσονται και καλλιεργούνται στα πλαίσια της διερευνητικής μάθησης στις φυσικές επιστήμες, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να προσδιορίσουν σχετικές αποδείξεις και να χρησιμοποιήσουν κριτικό τρόπο σκέψης και λογική αιτιολόγηση προκειμένου να αποδείξουν την ερμηνεία των υποθέσεών τους. Επιπλέον, θα πρέπει να αναπτύξουν δεξιότητες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την έρευνα και την κατανόηση επιστημονικών εννοιών, μέσω των δικών τους ενεργειών και της δικής τους επιστημονικής αιτιολόγησης. Η διερευνητική προσέγγιση θα πρέπει να ενισχύει τον κριτικό και δημιουργικό τρόπο σκέψης, καθώς και να ενθαρρύνει τους μαθητές στην εμπλοκή, την ερμηνεία και την εκτίμηση καταστάσεων οι οποίες σχετίζονται με την καθημερινότητά τους στα πλαίσια της αλληλεπίδρασης και της συνεργασίας με τους συμμαθητές τους.

Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα ESTABLISH (ESTABLISH project, 2011), στο οποίο εξετάσθηκε η αξιοποίηση της διερευνητικής μάθησης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ευρώπη, διέκρινε τις παρακάτω δεξιότητες, οι οποίες αναπτύσσονται και καλλιεργούνται από τη διερευνητική μάθηση:

1. Διάγνωση προβλημάτων
2. Κριτική πειραμάτων
3. Διάκριση εναλλακτικών λύσεων
4. Σχεδιασμός πειράματος/έρευνας
5. Διατύπωση εικασιών/υποθέσεων
6. Αναζήτηση πληροφοριών
7. Κατασκευή μοντέλων
8. Συζήτηση με τους συνομηλίκους
9. Διαμόρφωση συνεκτικών επιχειρημάτων

Εκτός από τις παραπάνω βασικές δεξιότητες, στη διερευνητική μάθηση αποδίδονται και άλλες, οι οποίες αφορούν στις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και σχετίζονται με όλα τα γνωστικά αντικείμενα, όπως είναι ο υπολογισμός, η εκτίμηση, η παρατήρηση, η επικοινωνία, η κριτική σκέψη (εκτίμηση στοιχείων και ισχυρισμών), η δημιουργικότητα στο σχεδιασμό πειραμάτων και την επίλυση μαθηματικών και επιστημονικών προβλημάτων, αλλά και αξίες και στάσεις όπως είναι η ειλικρίνεια, η περιέργεια, το ενδιαφέρον, η πνευματική ευρύτητα (open-mindedness), ο σκεπτικισμός και οι προσδοκίες αυτοαποτελεσματικότητας (self-efficacy expectations) (Bernholt et al., 2013).

Σημειώνεται ακόμα ότι, βασικές ικανότητες στη σύγχρονη κοινωνία της διά βίου μάθησης, για τις οποίες έκανε λόγο το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Βρυξελλών (European Parliament, 2006), καλύπτονται από την εφαρμογή της διερευνητικής προσέγγισης, αφού μέσω της τελευταίας καλλιεργούνται και ενισχύονται: η μαθηματική ικανότητα και οι βασικές ικανότητες στην επιστήμη και την τεχνολογία, η μεταγνωστική ικανότητα του να μαθαίνεις πώς να μαθαίνεις (Learning to learn), η έννοια της πρωτοβουλίας και της επιχειρηματικότητας μέσω της δημιουργικότητας, της καινοτομίας, της ικανότητας σχεδιασμού και διαχείρισης έργων, καθώς και άλλες όπως η κοινωνική ικανότητα.

Η χρήση της διδασκαλίας η οποία βασίζεται στη διερευνητική μάθηση στις φυσικές επιστήμες έχει παρουσιάσει θετικά αποτελέσματα και σε μαθητές οι οποίοι δεν ανταποκρίνονται στις παραδοσιακές μεθόδους (European Commission, 2007). Ειδικότερα, τα αποτελέσματα αυτά είναι

περισσότερο εμφανή σε μαθητές με χαμηλότερα επίπεδα αυτοεκτίμησης και σε εκείνους που προέρχονται από μη προνομιούχα περιβάλλοντα. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε μια κοινωνία όπου το να έχει κάποιος επιστημονικές γνώσεις είναι εξίσου κοστοβόρο τόσο για τον ίδιο όσο και για την κοινωνία. Επιπρόσθετα, η χρήση των μεθόδων διερευνητικής μάθησης μπορεί να αποτελέσει έναν αποτελεσματικό τρόπο ώστε να αυξηθεί το ενδιαφέρον και η συμμετοχή των κοριτσιών στις θετικές επιστήμες, καθώς διαπιστώνεται ότι τα κορίτσια συμμετέχουν πιο ενεργά σε τέτοιου είδους δραστηριότητες και αποκτούν υψηλότερα επίπεδα αυτοπεποίθησης. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της διερευνητικής μάθησης είναι ότι δεν απορρίπτει, αλλά αντίθετα υποστηρίζει και τις φιλοδοξίες των μαθητών για αριστεία. Παρέχει δηλαδή τις κατάλληλες συνθήκες και τις συμπεριφορές ώστε οι πιο ταλαντούχοι, δημιουργικοί και κινητοποιημένοι μαθητές να επιτύχουν τα υψηλότερα επίπεδα της γνώσης. Τέλος, οι δύο προσεγγίσεις της εκπαίδευσης -η παραδοσιακή και η διερευνητική- δεν είναι αμοιβαίως αποκλειόμενες, αλλά μπορούν και πρέπει να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα, ώστε να καλύπτονται διαφορετικές επιστημονικές ενότητες και διαφορετικές ομάδες και ηλικίες μαθητών.

2.2. Ο ρόλος των μαθητών και των καθηγητών στη διερευνητική διδασκαλία

Η διερευνητική μάθηση παρέχει τη δυνατότητα της αύξησης του εγγενούς ενδιαφέροντος των μαθητών για τα μαθηματικά και τις επιστήμες, υποστηρίζει την επίτευξη σημαντικών δεξιοτήτων, όπως την επίλυση προβλημάτων, την αυτο-κατευθυνόμενη μάθηση και τη διερεύνηση νέων γνωστικών τομέων, ενώ ταυτόχρονα τονίζει το ρόλο των εκπαιδευτικών ως προς την αποτελεσματική εφαρμογή των παιδαγωγικών αυτών μεθόδων (PRIMAS Project , 2013).

Αναφορικά με τους καθηγητές, κομβικός θεωρείται ο ρόλος τους στην εφαρμογή των νέων μεθόδων συμμετέχοντας έτσι σε ένα ευρύτερο κοινωνικό δίκτυο, το οποίο τους παρέχει τα απαραίτητα κίνητρα και τους επιτρέπει να βελτιώσουν την ποιότητα της διδασκαλίας τους. Οι ίδιοι συμμετέχοντας σε ένα κοινωνικό δίκτυο καθηγητών και φορέων, μπορούν να εμπλουτίσουν τις πρακτικές τους, μέσω της συνεργασίας στα πλαίσια ενός ή περισσότερων σχολείων, να ανταλλάξουν ιδέες, υλικό και εμπειρίες, όπως και να συνεργαστούν με ερευνητές, ώστε να ωφεληθούν από τα αποτελέσματα των ερευνών. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η απομόνωση, την οποία αρκετοί καθηγητές θεωρούν ως ένα από τα βασικά αρνητικά χαρακτηριστικά του επαγγέλματός τους. (European Commission, 2007).

Επιπλέον, σε αντίθεση με τις περισσότερο παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας όπου ο καθηγητής παρουσιάζει τα ερωτήματα τα οποία θα αναλυθούν, στη διερευνητική προσέγγιση εισάγει αρχικά ένα ερέθισμα στην τάξη και στη συνέχεια καλεί τους μαθητές να παρατηρήσουν, να περιγράψουν και να θέσουν οι ίδιοι ερωτήσεις. Οι μαθητές με τη σειρά τους επιτρέπεται να επιλέξουν τον εξοπλισμό τον οποίο χρειάζονται, ενώ υπάρχει η δυνατότητα να δοκιμάζουν και να προβλέπουν αποτελέσματα και σχέσεις ανάμεσα στις μελετώμενες κάθε φορά μεταβλητές. Ακόμη, αντίθετα με την παραδοσιακή διδασκαλία, όπου ο ρόλος τους είναι περισσότερο παθητικός, αναμένοντας οδηγίες από τους καθηγητές, στη διερευνητική προσέγγιση οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στο μάθημα, ενθαρρύνονται να σκεφτούν μόνοι τους, σχεδιάζουν πειράματα, συζητούν, συνεργάζονται, ανακοινώνουν και ελέγχουν μεταξύ τους τα αποτελέσματα των εργασιών τους. Ο εκπαιδευτικός θέτει με τη σειρά του ερωτήματα, ενώ βοηθά τους μαθητές στην αιτιολόγηση και την ερμηνεία του τρόπου σκέψης τους. Αν και προσφέρονται ευκαιρίες στους μαθητές για δημιουργία εργασιών και πειραμάτων, εντούτοις τα τελευταία από μόνα τους δεν εγγυώνται την ύπαρξη της διερευνητικής μάθησης. Η διερευνητική προσέγγιση αποτελεί περισσότερο μια νέα προοπτική για μάθηση, η οποία οδηγεί σε μια νέα κουλτούρα μάθησης στη σχολική τάξη (PRIMAS Project , 2013).

Ειδικότερα ως προς την κουλτούρα της σχολικής τάξης, το πρόγραμμα Primas, για το οποίο γίνεται λόγος παρακάτω στην παρούσα εργασία, αναφέρεται στην ανάπτυξη της αίσθησης του κοινού στόχου, του διαλόγου και της διεύρυνσης των πνευματικών οριζόντων (PRIMAS Project, 2013). Στο μαθησιακό περιβάλλον προσφέρεται πρόσβαση σε εργαλεία και πηγές, ενώ τα προβλήματα και οι στρατηγικές πολλαπλών λύσεων, τα οποία παρουσιάζονται στα πλαίσια του μαθήματος, βιώνονται ως πραγματικά και ταυτόχρονα σχετικά με την επιστήμη. Ο ρόλος των μαθητών γίνεται περισσότερο ενεργητικός, καθώς θέτουν ερωτήματα, διερευνούν, εξηγούν, αξιολογούν και συνεργάζονται, ενώ οι εκπαιδευτικοί ενισχύουν και αξιολογούν τη συλλογιστική πορεία των μαθητών, τους υποστηρίζουν και συνδέουν τη μάθηση με τις εμπειρίες των τελευταίων. Η κριτική και δημιουργική σκέψη, η προετοιμασία για ένα αβέβαιο μέλλον και για μια διά βίου μάθηση, όπως και η κατανόηση της φύσης των θετικών επιστημών και των μαθηματικών, είναι μερικά από τα βασικά αποτελέσματα, τα οποία αξιολογούνται στην καινοτόμο αυτή μέθοδο.

Μέσω της διερευνητικής μάθησης ακόμη, οι εκπαιδευτικοί έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν ένα μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων στις σχολικές τάξεις, όπως το να ξεκινήσουν από ένα μικρό και σύντομο έργο, το οποίο να αποτελεί ένα μόνο μέρος της έρευνας και κατόπιν να οδηγηθούν σε μεγαλύτερα και περισσότερο σύνθετα προβλήματα, τα οποία εμπλέκουν τους

μαθητές σε όλα τα στάδια της έρευνας (όπως τη διερεύνηση, τον προγραμματισμό της έρευνας, το πείραμα, την αξιολόγηση και την ανακοίνωση των αποτελεσμάτων). Από την πλευρά των μαθητών, η διδασκαλία με τη διερευνητική μέθοδο συμβάλλει στην ενεργητικότερη συμμετοχή τους στο μάθημα και την κατάκτηση της γνώσης, στη σύναψη ενδιαφερουσών απαντήσεων στα προβλήματα, στη διερεύνηση καταστάσεων και στην αιτιολόγησή τους. Με τον τρόπο αυτό, όχι μόνο δεν παραμερίζεται το μαθηματικό και επιστημονικό περιεχόμενο των σχολικών μαθημάτων, αλλά αντίθετα, οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες για τη βαθύτερη κατανόησή τους (PRIMAS Project, 2013).

Προκειμένου οι μαθητές να αναπτύξουν τις παραπάνω δεξιότητες, χρειάζεται οι διδάσκοντες να εφαρμόσουν διαφορετικά είδη δραστηριοτήτων, να χρησιμοποιούν νέες παιδαγωγικές μεθόδους και να δημιουργήσουν μια υποστηρικτική ατμόσφαιρα στη σχολική αίθουσα (PRIMAS Project, 2013). Πιο συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να προτείνει δραστηριότητες, βασισμένες σε καταστάσεις πλούσιες σε περιεχόμενο, με αυθεντικές ερωτήσεις, βατές για τους μαθητές αλλά ταυτόχρονα όχι υπερβολικά εύκολες. Οι εργασίες αυτές χρειάζεται να βασίζονται σε μια παιδαγωγική προσανατολισμένη περισσότερο στη συνεργασία ανάμεσα στους μαθητές. Στις συνθήκες αυτές, ο ρόλος του εκπαιδευτικού διαφοροποιείται και περιλαμβάνει εποικοδομητική χρήση της προηγούμενης γνώσης των μαθητών, καθοδήγηση των συζητήσεων τόσο ανάμεσα στις μικρές ομάδες όσο και σε ολόκληρη την τάξη, ενθάρρυνση της συζήτησης εναλλακτικών απόψεων και προσεγγίσεων, καθώς και την υποβοήθηση των μαθητών να δημιουργούν συνδέσεις μεταξύ των ιδεών τους.

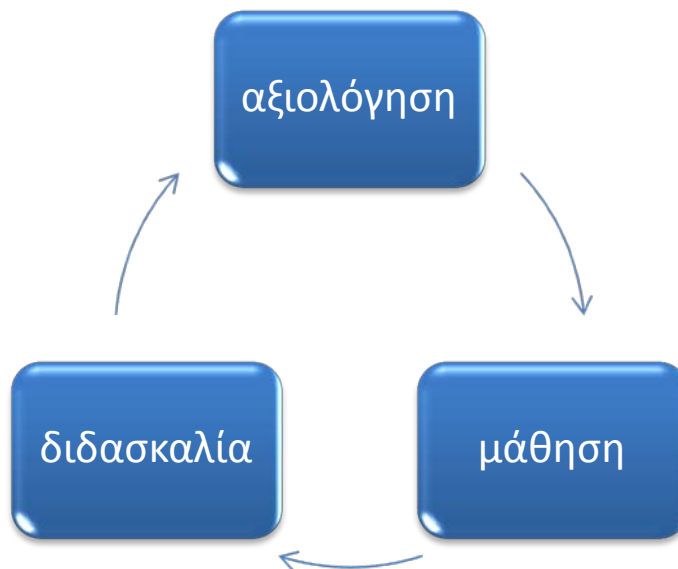
Κομβικής σημασίας για την αποτελεσματική χρήση της διερευνητικής μάθησης θεωρείται η ατμόσφαιρα στη σχολική αίθουσα. Είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί μια εκπαιδευτική κουλτούρα όπου δεν υπάρχει ο ρόλος της αυθεντίας του δασκάλου, αλλά αντίθετα οι διαφορετικές ιδέες γίνονται σεβαστές και αποδεκτές, όταν αυτές στηρίζονται σε αποδείξεις και λογικά επιχειρήματα. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο τα λάθη θεωρούνται ευκαιρίες μάθησης και υπάρχει η αίσθηση του κοινού σκοπού (PRIMAS Project, 2013).

3. Αξιολογώντας Διερευνητικές Δεξιότητες (η ανάγκη Μοντέρνων Τεχνικών Αξιολόγησης)

3.1. Η αξιολόγηση στην εκπαίδευση

Η αξιολόγηση στην εκπαίδευση σχετίζεται άμεσα με την αξιολόγηση των εκπαιδευομένων στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική και ορίζεται ως «η συστηματική και καλά οργανωμένη διαδικασία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων που αποσκοπεί στην αποτίμηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων των εκπαιδευομένων, σε συνάρτηση πάντα με τους επιδιωκόμενους διδακτικούς στόχους που έχουν τεθεί» (Πετροπούλου και συν., 2015).

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των συστημάτων αξιολόγησης, το οποίο υποστηρίζει τη μάθηση, είναι η συνοχή, δηλαδή τόσο η σχολική τάξη όσο και οι αξιολογήσεις πρέπει να ακολουθούν τα ίδια ή παρόμοια διδακτικά μοντέλα (Bernholt et al., 2013) και ως εκ τούτου η αξιολόγηση θεωρείται άμεσα συνδεδεμένη με τη διαδικασία της μάθησης και της διδασκαλίας (Πετροπούλου και συν., 2015) (Σχήμα: 3.1.).



Σχήμα 3.1.: Η άμεση σύνδεση της αξιολόγησης με τη μάθηση και τη διδασκαλία.

Η Shepard (2003, 2000) ορίζει αποτελεσματική την αξιολόγηση εκείνη, η οποία εμπλέκει τους μαθητές σε δεξιότητες παρατήρησης της μάθησής τους, κάνει τα χαρακτηριστικά της καλής εργασίας

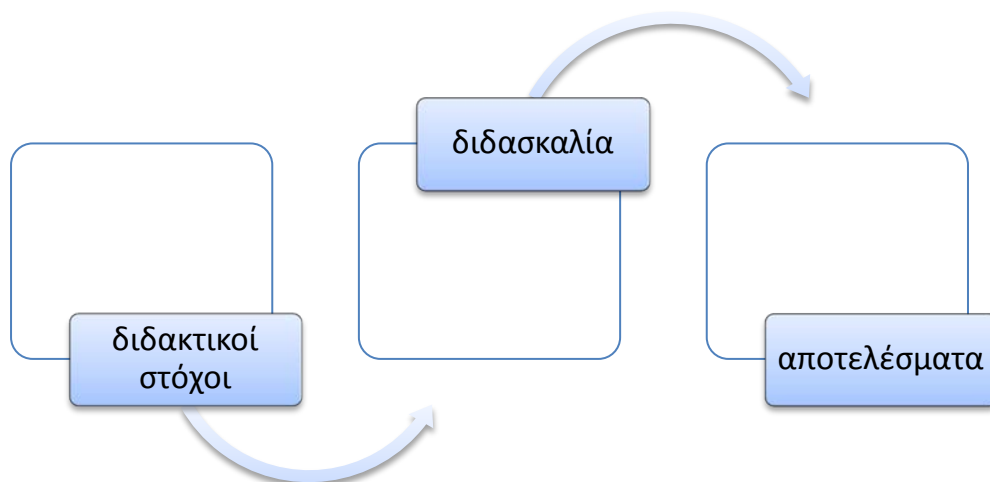
κατανοητά και προσιτά, και παρέχει ανατροφοδότηση με στόχο τη βελτίωσή τους. Ειδικότερα, η παιδαγωγική αξία της αξιολόγησης οφείλεται στο γεγονός ότι λειτουργεί αφενός ως ένα *δυναμικό εργαλείο μάθησης (assessment for learning)*, αφού εμπλέκονται ενεργά οι εκπαιδευόμενοι στην αξιολόγηση των προσπαθειών τους και αφετέρου ως *μηχανισμός ανατροφοδότησης και βελτίωσης τόσο των μαθητών (συνεχής παρακολούθηση της μαθησιακής τους πορείας, ανίχνευση των αδυναμιών-ελλείψεών τους μέσω της ανάπτυξης ισχυρών μεταγνωστικών δεξιοτήτων)*, όσο και των ίδιων των διδασκόντων (*επαναπροσδιορισμός διδακτικών στόχων, επανασχεδιασμός κατάλληλων διδακτικών παρεμβάσεων με στόχο τη βελτίωση της διδακτικής διαδικασίας*) (Δημητρόπουλος, 1999. Κασσωτάκης, 2013, ό. π. στο Πετροπούλου και συν., 2015).

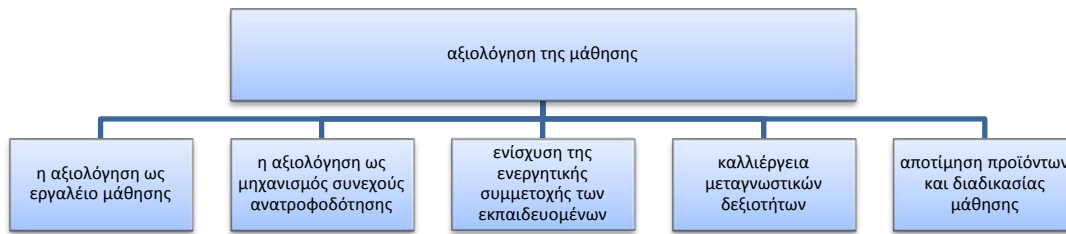
Η αξιολόγηση στην εκπαίδευση περιλαμβάνει τη διαδικασία συλλογής, ερμηνείας και χρήσης των δεδομένων για ορισμένους σκοπούς. Οι σκοποί αυτοί, όπως και οι τρόποι συλλογής των στοιχείων μπορεί να διαφέρουν καθορίζοντας την ύπαρξη διαφορετικών μορφών αξιολόγησης στην εκπαίδευση (Bernholt et al., 2013). Οι δύο κύριες μορφές εκπαιδευτικής αξιολόγησης, οι οποίες απαντώνται τόσο στην ελληνική όσο και στη διεθνή βιβλιογραφία είναι οι εξής (Πετροπούλου και συν., 2015. Bernholt et al., 2013): Α) η *αθροιστική ή τελική (summative)* και, Β) η *διαμορφωτική ή συνεχής (formative)*.

- Η αθροιστική αξιολόγηση (summative assessment) πραγματοποιείται κυρίως μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής διαδικασίας και παρέχει στον εκπαιδευτικό μια τελική εκτίμηση των αποτελεσμάτων που έχει επιφέρει στους μαθητές η εκπαιδευτική παρέμβαση. Η συγκεκριμένη μορφή της αξιολόγησης εστιάζει όχι στην ίδια τη διαδικασία της μάθησης, αλλά στο τελικό-μετρήσιμο αποτέλεσμα (αγνοώντας τη διαδικασία της μάθησης) και στη σχολική πρακτική χρησιμοποιείται κυρίως για την εξαγωγή τελικής βαθμολογίας. Καλείται επίσης και *αξιολόγηση της μάθησης (assessment of learning)*. Η κυριαρχία και η υπερβολική έμφαση στην εξωτερική αθροιστική αξιολόγηση μπορεί να οδηγήσει σε καταστάσεις όπου στην αντίληψη των μαθητών και των εκπαιδευτικών, η αξιολόγηση παραμένει εντελώς διαχωρισμένη από τη διαδικασία της μάθησης.
- Σε αντίθεση με την παραπάνω μορφή αξιολόγησης, η διαμορφωτική αξιολόγηση (formative assessment) έχει ως σκοπό την υποβοήθηση της μάθησης. Και για αυτό το λόγο ονομάζεται και *αξιολόγηση για τη μάθηση (assessment for learning)*. Σύμφωνα με έρευνες (πχ. Black & William, 1998), οι μέθοδοι και οι τεχνικές της διαμορφωτικής παράγουν

σημαντικά οφέλη για τη μάθηση, τα οποία σημειώνονται ανάμεσα στα υψηλότερα που έχουν αναφερθεί από εκπαιδευτικές παρεμβάσεις. Πραγματοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας και διαδραματίζει καταλυτικό ρόλο ως μηχανισμός ανατροφοδότησης, τόσο των εκπαιδευομένων (συνεχής παρακολούθηση της μαθησιακής πορείας, ανίχνευση των αδυναμιών-ελλείψεων μέσω της ανάπτυξης ισχυρών μεταγνωστικών δεξιοτήτων, όπως είναι η αυτορρύθμιση, και η αυτοαξιολόγηση) όσο και των ίδιων των εκπαιδευτικών (επανασχεδιασμός διδακτικών παρεμβάσεων με στόχο τόσο τη βελτίωση της διδακτικής διαδικασίας όσο και τη μεγιστοποίηση προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων).

Στη σύγχρονη κοινωνία της μάθησης και της διά βίου εκπαίδευσης, έμφαση δίνεται όχι μόνο στη διδασκαλία των απαραίτητων γνώσεων σε κάθε γνωστικό αντικείμενο, αλλά κυρίως στην απόκτηση και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων, όπως κοινωνικές, επικοινωνιακές και μεταγνωστικές, οι οποίες θα συμβάλλουν στην ανάπτυξη ανεξάρτητα σκεπτόμενων και ενεργών πολιτών (Πετροπούλου και συν., 2015. European Parliament, 2006). Μέσα σε ένα τέτοιο περιβάλλον μάθησης και καλλιέργειας δεξιοτήτων, το στενό πλαίσιο της ψυχομετρικής προσέγγισης της αξιολόγησης και της στείρας αποτίμησης των γνωσιακών στόχων, το οποίο ίσχυε τον προηγούμενο αιώνα, μεταβάλλεται και αναλαμβάνει στη σύγχρονη εποχή έναν αναβαθμισμένο παιδαγωγικό και κοινωνικό ρόλο (Πετροπούλου και συν., 2015).





Σχήμα 3.2.: Ο ρόλος της αξιολόγησης στην εκπαίδευση στην κοινωνία της μάθησης

Συνεπώς, η μέχρι πρότινος *αξιολόγηση της μάθησης (assessment of learning)* αναβαθμίζεται σε μια νέα προσέγγιση αξιολόγησης, η οποία καλείται *αξιολόγηση για τη μάθηση (assessment for learning)* και έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Πετροπούλου και συν., 2015):

- Η αξιολόγηση θεωρείται ως ένα πολύτιμο και δυναμικό εκπαιδευτικό εργαλείο, τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους εκπαιδευομένους.
- Είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις διαδικασίες μάθησης και διδασκαλίας.
- Εστιάζει στην αξιολόγηση γνωστικών, μεταγνωστικών, κοινωνικών, και επικοινωνιακών δεξιοτήτων («Τι γνωρίζουν», «Τι καταλαβαίνουν», «Τι είναι ικανοί να κάνουν» οι μαθητές).
- Ενθαρρύνει την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών στη διαδικασία αξιολόγησης. Οι ίδιοι ενθαρρύνονται στην απόκτηση δεξιοτήτων αυτοαξιολόγησης και ετεροαξιολόγησης.
- Βασίζεται στην αποτίμηση τόσο των προϊόντων της μάθησης όσο και της ίδιας της σύνθετης διαδικασίας μάθησης.
- Κατά την αξιολόγηση λαμβάνονται υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μαθητών (όπως το γνωστικό τους υπόβαθρο, το στυλ μάθησης, κ.λπ.).
- Οι εκπαιδευόμενοι αξιολογούνται μέσα από σύνθετες δραστηριότητες.
- Η διαδικασία της αξιολόγησης πραγματοποιείται με ποικίλες τεχνικές (συλλογή ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων), ανάλογα με τους στόχους και το περιεχόμενο της μαθησιακής διαδικασίας.

- Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης γνωστοποιούνται στους μαθητές και χρησιμοποιούνται προς όφελός τους, όπως μέσω της ανατροφοδότησης, της διαχείρισης της μάθησής τους, κτλ.

Επιπλέον, η αξιολόγηση στη σύγχρονη παιδαγωγική συμβάλλει (Πετροπούλου και συν., 2015):

- στον προσδιορισμό του βαθμού επίτευξης των διδακτικών στόχων και στο σχεδιασμό των επόμενων σταδίων μάθησης από τον εκπαιδευτικό,
- στην ανατροφοδότηση της διδακτικής πράξης με κύριο στόχο τη βελτίωση και την αύξηση της αποτελεσματικότητάς της,
- στη διερεύνηση και την εκτίμηση, της ατομικής και ομαδικής δράσης του εκπαιδευομένου αλλά και των ικανοτήτων και των δεξιοτήτων του,
- στην ενίσχυση της συμμετοχής των εκπαιδευομένων στη διαδικασία της αξιολόγησης,
- στην ανάπτυξη δεξιοτήτων αυτοαξιολόγησης, ετεροαξιολόγησης και αναστοχασμού,
- στην ανίχνευση των μαθησιακών αδυναμιών και των ελλείψεων των εκπαιδευομένων με απώτερο στόχο το σχεδιασμό κατάλληλων διδακτικών παρεμβάσεων για τη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας,
- στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης και αυτοεκτίμησης των μαθητών και στην καλλιέργεια μεταγνωστικών δεξιοτήτων μέσα από τον έλεγχο και τη διαχείριση της μάθησής τους (αυτοαξιολόγηση, ετεροαξιολόγηση),
- στην αναβάθμιση συνολικά της εκπαιδευτικής διαδικασίας, η οποία στοχεύει στην ενίσχυση και ενθάρρυνση των μαθητών και στη δημιουργία κινήτρων μάθησης.

Αν και διαπιστώνεται βιβλιογραφικά μια έλλειψη ενός κοινά αποδεκτά ορισμού, για την έννοια της αξιολόγησης στα σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης, εντούτοις παρατίθεται ο παρακάτω ορισμός (Πετροπούλου, 2011, ό. π. στο Πετροπούλου και συν., 2015, σ. 79):

«αξιολόγηση της επίδοσης των εκπαιδευομένων στα σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης είναι η συστηματική διαδικασία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων που αποσκοπεί στην αποτίμηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων των εκπαιδευομένων (σε συνάρτηση πάντα με τους επιδιωκόμενους διδακτικούς στόχους που έχουν τεθεί). Τα δεδομένα που συλλέγονται αφορούν τόσο τα προϊόντα που παράγουν οι εκπαιδευόμενοι όσο και τον τρόπο (διαδικασία) μέσω του οποίου παράγονται αυτά».

Ακόμη, σύμφωνα με την Πετροπούλου και συν. (2015) στη σύγχρονη παιδαγωγική, η αξιολόγηση της επίδοσης των εκπαιδευομένων:

- ✓ Θεωρείται δυναμικό εργαλείο μάθησης, βρίσκεται στο κέντρο της εκπαιδευτικής πράξης, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη διδακτική διαδικασία και στοχεύει στην αποτίμηση του βαθμού επίτευξης των προσδοκώμενων διδακτικών στόχων.
- ✓ Κύριος στόχος της είναι να εμπλέκονται ενεργητικά οι μαθητές στην αξιολόγηση των προσπαθειών τους και να δημιουργεί προσδοκίες σε αυτούς.
- ✓ Στοχεύει στην ανατροφοδότηση των εκπαιδευομένων και στην ανάπτυξη ισχυρών μεταγνωστικών δεξιοτήτων, η οποία επιτυγχάνεται μέσω του ελέγχου και της διαχείρισης της μάθησής τους (π.χ. με την αυτοαξιολόγηση).
- ✓ Στοχεύει στη διερεύνηση του «Τι γνωρίζουν», «Τι καταλαβαίνουν» και «Τι είναι ικανοί να κάνουν οι μαθητές».
- ✓ Δεν εστιάζει μόνο στην αξιολόγηση της σχολικής επίδοσης, αλλά και σε πληθώρα δεδομένων (π.χ. εμπειρικά, ψυχολογικά, κοινωνικά), τα οποία διευκολύνουν τον εκπαιδευτικό στο σχηματισμό μιας πληρέστερης εικόνας για την προσωπικότητα και τις δεξιότητες των μαθητών, αλλά και στο σχεδιασμό καταλληλότερων διδακτικών παρεμβάσεων.

3.2. Τεχνικές αξιολόγησης των εκπαιδευομένων

Οι πιο δημοφιλείς τεχνικές αξιολόγησης των εκπαιδευομένων, οι οποίες αξιοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς στα σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης είναι (Πετροπούλου και συν., 2015):

- οι ρουμπρικές αξιολόγησης (*rubric assessment*),
- ο φάκελος εργασιών εκπαιδευομένου (*portfolio*),
- η ετεροαξιολόγηση (*peer-assessment*).

Πιο συγκεκριμένα, οι *ρουμπρικές αξιολόγησης (rubrics assessment)* αποτελούν μια δυναμική και καινοτόμα τεχνική αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών, οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως από τους εκπαιδευτικούς (Πετροπούλου και συν., 2015). Η ρουμπρική στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται με τον όρο *rubric assessment* και στην ελληνική απαντάται επίσης με τον όρο *κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων* (Κουλουμπαρίτση & Ματσαγγούρας, 2004).

Η ρουμπρική αξιολόγησης (*assessment rubric*) ορίζεται ως περιγραφικός οδηγός βαθμολογίας και αποτελείται από καθορισμένα κριτήρια απόδοσης. Έχει τη μορφή πίνακα στον οποίο αποτυπώνονται τα μαθησιακά κριτήρια ενός συγκεκριμένου μαθήματος, μιας εργασίας ή μιας μαθησιακής διαδικασίας. Στον κάθετο άξονα παρουσιάζονται τα κριτήρια επίδοσης και στον οριζόντιο η ποιοτική διαβάθμιση των επιπέδων επίδοσης και η αντίστοιχη κλίμακα βαθμολογίας. Βασικά δομικά στοιχεία της ρουμπρικής αξιολόγησης αποτελούν (Πετροπούλου και συν., 2015):

- τα κριτήρια αξιολόγησης της επίδοσης (*criteria*), τα οποία στην ουσία αποτελούν τις προδιαγραφές που πρέπει να πληροί ένα έργο (ατομικό-ομαδικό παραδοτέο), ώστε αυτό να θεωρηθεί κατάλληλο και πλήρες,
- τα επίπεδα ποιότητας του παραγόμενου έργου (*standards*), δηλαδή η ποιοτική διαβάθμιση, στην οποία περιγράφεται, με τη βοήθεια χαρακτηρισμών (π.χ. άριστο, πολύ καλό, μέτριο, κ.λπ.), το επίπεδο ποιότητας του παραγόμενου έργου,
- η αναλυτική περιγραφή των επιπέδων επίδοσης σύμφωνα με τα αντίστοιχα κριτήρια αξιολόγησης,
- η κλίμακα βαθμολογίας (*numeric scale*) η οποία χρησιμοποιείται σύμφωνα με τα επίπεδα επίδοσης.

Αναφορικά με το φάκελο εργασιών του μαθητή (portfolio assessment), η τεχνική αυτή αξιολόγησης αποτελεί μια συστηματική και εξειδικευμένη συλλογή των έργων του εκπαιδευομένου, τα οποία επιλέγονται με τη συναίνεσή του και με βάση συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους και κριτήρια. Τα έργα αυτά στην ουσία αποτελούν έμπρακτες αποδείξεις για την προσπάθεια, την πρόοδο και την επίδοσή του μαθητή σε δεδομένες μαθησιακές δραστηριότητες. Σε ένα φάκελο εργασιών μπορούν να περιλαμβάνονται οι πληροφορίες των εκπαιδευομένων, οι πίνακες περιεχομένων, οι διδακτικοί στόχοι, ρουμπρίκες αξιολόγησης, οδηγίες και υποδείξεις, επιτεύγματα των μαθητών, κ.α. (Πετροπούλου και συν., 2015). Κατά τη διαδικασία εφαρμογής του φακέλου εργασιών, οι εκπαιδευόμενοι προβληματίζονται, ασκούν κριτική και αυτοαξιολογούνται. Το στάδιο αυτό αποτελεί (στάδιο του αναστοχασμού) θεωρείται το πιο καθοριστικό στη διαδικασία εφαρμογής του φακέλου εργασιών, καθώς οι μαθητές αξιολογούν την εξελικτική τους πορεία και πρόοδο, καλλιεργούν μεταγνωστικές δεξιότητες, παίρνουν αποφάσεις, προσδιορίζουν νέους στόχους και βελτιώνονται.

Η ετεροαξιολόγηση (peer-assessment) ορίζεται ως η διαδικασία κατά την οποία ένας ή περισσότεροι μαθητές αξιολογούν την επίδοση του συνεκπαιδευομένου τους, εντοπίζουν τα λάθη του και προτείνουν τρόπους βελτίωσής του. Πρωταρχικά θεωρείται ένα εργαλείο μάθησης για τον ίδιο τον μαθητή, ο οποίος πραγματοποιεί την αξιολόγηση. Ταυτόχρονα θεωρείται ένα εργαλείο αξιολόγησης, το οποίο εστιάζεται στην παροχή και λήψη ανατροφοδότησης. Οι μαθητές, αξιολογώντας τις εργασίες των συνεκπαιδευομένων τους, αντιλαμβάνονται τα λάθη και τις παραλήψεις τους και αναστοχάζεται τη δική τους μαθησιακή πορεία (Πετροπούλου και συν., 2015). Ακόμα σημειώνεται ότι, προκειμένου η τεχνική της ετεροαξιολόγησης να αποφέρει θετικά αποτελέσματα, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί το κλίμα αμοιβαίας εμπιστοσύνης, συνεργασίας και ελεύθερης έκφρασης ιδεών, εντός της σχολικής τάξης. Επιπλέον, απαραίτητη θεωρείται και η έκθεση και η εξοικείωση των εκπαιδευομένων τόσο στους μαθησιακούς στόχους όσο και στο σύνολο των κριτηρίων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση του μαθησιακού αποτελέσματος, όσο και η παροχή πολλαπλών ευκαιριών για εξάσκηση, προκειμένου να αποκτήσουν εμπειρίες ετεροαξιολόγησης οι μαθητές.

Άλλες δημοφιλείς τεχνικές αξιολόγησης των μαθητών αποτελούν (Πετροπούλου και συν., 2015):

- τα τεστ αυτοαξιολόγησης (quiz self-assessment),
- οι εννοιολογικοί χάρτες (concept map),
- οι σύνθετες ερευνητικές εργασίες (project),

- η παρατήρηση (observation),
- το ημερολόγιο (diary).

3.3. Τεχνικές αξιολόγησης δεξιοτήτων της διερευνητικής μάθησης στις φυσικές επιστήμες

Οι Bernholt et al (2013) παρουσιάζουν μια αναφορά (ASSIST-ME project), της χρήσης διαμορφωτικής και αθροιστικής αξιολόγησης της διερευνητικής μάθησης στις φυσικές επιστήμες, την τεχνολογία και, τα μαθηματικά. Πιο συγκεκριμένα, η αναφορά τους δίνει έμφαση στην αξιολόγηση των παρακάτω δεξιοτήτων διερευνητικής μάθησης: 1. Διάγνωση προβλημάτων/ Διαμόρφωση ερωτημάτων, 2. Αναζήτηση πληροφοριών, 3. Ανεύρεση εναλλακτικών ή πολλαπλών λύσεων/ αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων/ τροποποίηση σχεδίων, 4. Δημιουργία νοητικών παρουσιάσεων, 5. Κατασκευή και χρήση μοντέλων, 6. Διαμόρφωση υποθέσεων/αναζήτηση συνδέσεων, 7. Σχεδιασμός πειράματος, 8. Κατασκευή πρωτοτύπων, 9. Εντοπισμός δομών ή μοτίβων (patterns), 10. Συλλογή και ερμηνεία δεδομένων/αξιολόγηση αποτελεσμάτων, 11. Κατασκευή και κριτική επιχειρημάτων ή αποδείξεων, επιχειρηματολογία, αιτιολόγηση, και χρήση αποδείξεων, 12. Επικοινωνία/ διάλογος με συμμαθητές, 13. Αναζήτηση γενικεύσεων, 14. Επίλυση προβλημάτων.

Τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας έδειξαν ότι οι μέθοδοι αξιολόγησης οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στα παραπάνω γνωστικά αντικείμενα ήταν οι εξής: ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, ερωτήσεις ανοικτού/κλειστού τύπου, εννοιολογικοί χάρτες, φάκελοι εργασιών, ημερολόγια, συζητήσεις/διάλογοι, κουίζ, παρατήρηση, συνεντεύξεις, ερωτηματολόγια, κατασκευές, κ.α.. Για τη λήψη επιπρόσθετων πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν ακόμα οι ρουμπρίκες, η αυτοαξιολόγηση, η ετεροαξιολόγηση, η ανατροφοδότηση, κ.α..

Ειδικότερα για τους τρόπους αξιολόγησης των διερευνητικών δεξιοτήτων βρέθηκε ότι, στις φυσικές επιστήμες κυριαρχούν ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και ανοικτού ή κλειστού τύπου, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως αθροιστικοί τρόποι αξιολόγησης. Αυτές θεωρούνται περισσότερο αντικειμενικές και τα αποτελέσματά τους είναι ευκολότερο να συγκριθούν και να ερμηνευθούν. Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι οι παραπάνω ερωτήσεις παρουσιάζουν πλεονεκτήματα στην αθροιστική, χρησιμοποιούνται λιγότερο συχνά για τη διαμορφωτική αξιολόγηση.

Για τον έλεγχο της κατανόησης κεντρικών εννοιών των μαθητών, χρησιμοποιούνται εννοιολογικοί χάρτες, στα πλαίσια της αθροιστικής αξιολόγησης. Από την άλλη πλευρά, οι εννοιολογικοί χάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια της διαμορφωτικής αξιολόγησης και, στην περίπτωση αυτή, το ενδιαφέρον εστιάζεται στον έλεγχο της προόδου των μαθητών αναφορικά με την κατανόηση βασικών εννοιών. Γενικά, είναι σημαντικό να εκπαιδεύονται οι μαθητές στη διαδικασία δημιουργίας εννοιολογικών χαρτών. Ένας τρόπος δημιουργίας εννοιολογικών χαρτών είναι σε τρία στάδια: πρώτα ο κάθε μαθητής φτιάχνει έναν ατομικό χάρτη, στη συνέχεια φτιάχνεται ένας χάρτης σε μια μικρή ομάδα και τέλος, δημιουργείται ένας συνολικός εννοιολογικός χάρτης από όλη την τάξη.

Τα ημερολόγια (notebooks) αποτελούν μια επιστημονική μέθοδο διαμορφωτικής αξιολόγησης στις φυσικές επιστήμες. Στοχεύουν στην παρακολούθηση και διευκόλυνση της κατανόησης σύνθετων επιστημονικών εννοιών και ιδιαίτερα των διαδικασιών έρευνας. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τη συλλογή των γραπτών των μαθητών πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τα πειράματα. Καθώς τα ημερολόγια είναι ενσωματωμένα στα προγράμματα σπουδών, μπορούν να συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με την κατανόηση των μαθητών, χωρίς να χρειάζεται περαιτέρω χρόνος για τη δημιουργία κουίζ.

Όπως τα ημερολόγια, έτσι και οι φάκελοι εργασιών (portfolios), συνοψίζουν την ερευνητική διαδικασία. Ειδικότερα οι φάκελοι εργασιών, συγκεντρώνονται ξεχωριστά για τη μέτρηση της αύξησης της γνώσης, κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου και κατά συνέπεια χρησιμοποιούνται στα πλαίσια της αθροιστικής αξιολόγησης. Επιπλέον, ένας άλλος τρόπος αθροιστικής αξιολόγησης είναι οι δραστηριότητες των μαθητών με τα χέρια, όπως είναι τα πειράματα (hands-on activities), οι οποίες αντικαθιστούν το παραδοσιακό γραπτό (paper and pencil).

Συνήθως, ο συζητήσεις και οι διάλογοι διεξάγονται για να ενισχύσουν δεξιότητες επιχειρηματολογίας, επιστημονικής αιτιολόγησης και επικοινωνίας των μαθητών. Κυρίως, οι συζητήσεις λαμβάνουν χώρα σε μικρές ομάδες, υποδεικνύοντας μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση, σε αντίθεση με τον παραδοσιακό διάλογο, όπου ο διδάσκων καθοδηγεί τη συζήτηση για να μεταδώσει πληροφορίες και να απαιτήσει από τους μαθητές απλά να μεταφέρουν την αποκτημένη γνώση. Στην προσέγγιση αυτή ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η ανατροφοδότηση, η οποία ενισχύει τη συμμετοχή στο διάλογο.

Οι διαμορφωτικές συζητήσεις μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές στη διερευνητική μάθηση. Παραδείγματος χάριν, η εύρεση πολλαπλών λύσεων μπορεί να ακολουθηθεί από μια συζήτηση μέσα

στην τάξη, στην οποία οι μαθητές παρουσιάζουν τις λύσεις τους, μοιράζονται πληροφορίες, εγείρουν ερωτήματα και λαμβάνουν ανατροφοδότηση στις προτεινόμενες λύσεις τους (Valanides & Angeli, 2008, ό. π. στο Bernholt et al., 2013).

Εκτός όμως από τον διαμορφωτικό του χαρακτήρα, ο διάλογος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με μια περισσότερο αθροιστική μορφή αξιολόγησης, εκτιμώντας στις συζητήσεις μαθητών σε μικρές ομάδες δεξιότητες της διερευνητικής μάθησης όπως: έκφραση και σύγκριση της προηγούμενης γνώσης πάνω σε ένα συγκεκριμένο φαινόμενο ή κατάσταση προκειμένου να δημιουργηθεί ένα κοινό πλαίσιο συνεργατικής οικοδόμησης της γνώσης, διαμόρφωση και σύγκριση υποθέσεων πριν τη διεξαγωγή του πειράματος, εξέταση εμπειρικών δεδομένων υπό το πρίσμα των προηγούμενων προβλέψεων και, διαμόρφωση συνθέσεων από κοινού με στόχο την τελική ερμηνεία για το μελετώμενο φαινόμενο ή κατάσταση.

Από τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας των Bernholt et al (2013) φάνηκε ότι στις φυσικές επιστήμες χρησιμοποιούνται οι τεχνικές των πολλαπλών ερωτήσεων και των ερωτήσεων ανοικτού/κλειστού τύπου, αλλά στα πλαίσια της αθροιστικής μορφής αξιολόγησης. Στην τεχνολογία και τα μαθηματικά η έμφαση δίνεται σε δομημένα ερωτηματολόγια (constructed-response) και σε ερωτήσεις ανοικτού/κλειστού τύπου. Οι φάκελοι εργασιών, οι οποίοι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση στο μάθημα της τεχνολογίας, χρησιμοποιούνται και εκείνοι στα πλαίσια της αθροιστικής αξιολόγησης. Συγκριτικά με την αθροιστική αξιολόγηση, η διαμορφωτική έχει διερευνηθεί σε λίγες μόνο μελέτες. Δεν παρατηρείται μεγάλη διακύμανση τεχνικών αξιολόγησης διερευνητικής μάθησης στις φυσικές επιστήμες.

Επιπλέον, οι δεξιότητες διατύπωσης και κριτικής υποθέσεων ή ερμηνειών, η επιχειρηματολογία, η αιτιολόγηση και η χρήση αποδείξεων, είναι εκείνες οι οποίες διερευνώνται σε μεγαλύτερο βαθμό στη διερευνητική μάθηση και κατόπιν ακολουθούν δεξιότητες όπως συζήτηση με συνομηλίκους και επικοινωνία, συλλογή και ερμηνεία δεδομένων, σχεδιασμός πειράματος, διάγνωση προβλημάτων και προσδιορισμός ερωτημάτων, αξιολόγηση αποτελεσμάτων και, διαμόρφωση υποθέσεων. Φαίνεται να υπάρχουν ακόμη, δεξιότητες της διερευνητικής μάθησης οι οποίες είτε δεν αξιολογούνται καθόλου είτε μέθοδοι αθροιστικής και διαμορφωτικής αξιολόγησης οι οποίες χρησιμοποιούνται σπάνια. Ωστόσο, προτείνεται περαιτέρω έρευνα για τη διερεύνηση των παραπάνω ζητημάτων.

Σύμφωνα με τους Bernholt et al (2013) οι τεχνικές αξιολόγησης οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στη διερευνητική διδασκαλία είναι οι ακόλουθες: ρουμπρικές (οι οποίες πρέπει να περιλαμβάνουν οδηγίες βαθμολόγησης), συζητήσεις με ολόκληρη τη σχολική τάξη, αξιολόγηση επιδόσεων, περιοδικά, φάκελοι εργασιών, εβδομαδιαίες αναφορές και αυτοαξιολόγηση.

Υποστηρίζεται ακόμα ότι, η εφαρμογή της διερευνητικής διδασκαλίας απαιτεί ορισμένες θεμελιώδεις αλλαγές στη μορφή και τη χρήση της αξιολόγησης (INQUIRE project, 2010). Η πλήρης εφαρμογή της ερευνητικής διδακτικής προσέγγισης, θα περιλαμβάνει την αξιοποίηση διαμορφωτικής αξιολόγησης, εφόσον οι στόχοι της διαμορφωτικής αξιολόγησης και της διερευνητικής διδασκαλίας συμπίπτουν στο ότι βοηθούν τους μαθητές να αναλάβουν την ευθύνη για τη δική τους μάθηση. Ωστόσο σημειώνεται ότι τόσο η εισαγωγή της διερευνητικής μάθησης στις επιστήμες όσο και της διαμορφωτικής αξιολόγησης, απαιτούν σημαντικές παιδαγωγικές αλλαγές.

Σε πολλές χώρες ακόμα, η αξιολόγηση φαίνεται να κυριαρχείται από καθαρά αθροιστικές μεθόδους και τεχνικές (Bernholt et al, 2013). Προκειμένου να εδραιωθεί η χρήση της διαμορφωτικής αξιολόγησης κρίνεται πρώτα απαραίτητο, οι εκπαιδευτικοί να αλλάξουν την επί χρόνια εδραιωμένη παιδαγωγική άποψή τους για την αξιολόγηση ως εργαλείο για χρήση των ίδιων, παρά ως μέθοδο η οποία θα επέτρεπε στους μαθητές να λάβουν μέρος σε ένα λειτουργικό περιβάλλον για την αξιολόγησή τους. Η επιτυχία της αλλαγής αυτής θα μπορούσε να υποστηριχθεί από τις παρακάτω ενέργειες:

1. Σύνδεση αξιολόγησης και άλλων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων: Η αξιολόγηση συχνά παραμένει αποκομμένη από τη διαδικασία της μάθησης και αναλύεται σε συγκεκριμένες στρατηγικές, τεχνικές και διαδικασίες, ανεξάρτητες από τις υπόλοιπες μαθησιακές δραστηριότητες.
2. Ενσωμάτωση της διαμορφωτικής αξιολόγησης στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών: Η αποτελεσματικότητα της αξιολόγησης εξαρτάται σε ένα σημαντικό βαθμό από το πόσο καλά συγχρονίζεται με το αναλυτικό πρόγραμμα. Επομένως, προκειμένου να εδραιωθεί η αξιολόγηση στη διδακτική διαδικασία πρέπει να είναι συνδεδεμένη με ένα συγκεκριμένο αναλυτικό πρόγραμμα.
3. Συνεργασία ανάμεσα στους ειδικούς των αναλυτικών προγραμμάτων, της αξιολόγησης και τους εκπαιδευτικούς: Οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να επεξεργάζονται τις μεθόδους αξιολόγησης που χρησιμοποιούν και να τις

επικοινωνούν με συναδέλφους, καθώς είναι ιδιαίτερα σημαντική η συνεργασία ανάμεσα στην έρευνα, τις πολιτικές και την πρακτική εφαρμογή.

4. Ενίσχυση της λογοδοσίας των καθηγητών: Οι διδάσκοντες θα πρέπει να αντιλαμβάνονται ότι οι νέες μέθοδοι αξιολόγησης θα μπορούν να γίνουν δεκτές για λόγους λογοδοσίας και ελέγχου τους από τους σχολικούς συμβούλους, αλλά και τους υπόλοιπους φορείς της εκπαιδευτικής κοινότητας.
5. Η υποστήριξη των εκπαιδευτικών μέσω της επαγγελματικής τους ανάπτυξης (Teacher Professional Development): Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν επαρκεί μόνο η παροχή εργαλείων της διαμορφωτικής αξιολόγησης, αλλά και η εν γένει αλλαγή της αντίληψης των ίδιων των εκπαιδευτικών για το δικό τους ρόλο, διαδικασία η οποία μπορεί να υποβοηθηθεί μέσω των δομών της επαγγελματικής ανάπτυξης (Teacher Professional Development).

Αντίθετα, εμπόδια ως προς την εφαρμογή της διαμορφωτικής αξιολόγησης, θα μπορούσαν να θεωρηθούν τα εξής: πολυπληθείς τάξεις, απαιτητικά αναλυτικά προγράμματα, δυσκολία στην αντιμετώπιση των αναγκών διαφορετικών και απαιτητικών μαθητών, η άποψη ότι αυτό το είδος της αξιολόγησης είναι ιδιαίτερα χρονοβόρο ώστε να θεωρηθεί πρακτικό, η αντιμετώπιση της διαμορφωτικής αξιολόγησης ως «μαλακή» (soft) αξιολόγηση από τους εκπαιδευτικούς φορείς και μη μετρήσιμη αξιολόγηση (Bernholt et al, 2013).

4. Διεθνείς Τάσεις και Πρακτικές

4.1. Δύο καινοτόμες πρωτοβουλίες: “Pollen” και “Sinus-Transfer”

Στην Ευρώπη έχουν εφαρμοστεί δύο καινοτόμα προγράμματα, το “Pollen” και το “Sinus-Transfer”, τα οποία προωθούν τις μεθόδους της διερευνητικής μάθησης και αυξάνουν το ενδιαφέρον των παιδιών για τις θετικές επιστήμες (European Commission, 2007). Αναλυτικότερα, το “Pollen” έχει λειτουργήσει ήδη σε δώδεκα πόλεις, σε δώδεκα ευρωπαϊκές χώρες (Βέλγιο, Εσθονία, Γαλλία, Γερμανία, Ουγγαρία, Ιταλία, Ολλανδία, Πορτογαλία, Σλοβενία, Ισπανία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο). Η πρωτοβουλία αυτή αρχικά είχε στόχο την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ αργότερα επεκτάθηκε και στη δευτεροβάθμια, με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι πόλεις οι οποίες συμμετέχουν έχουν εξοπλιστεί με εκπαιδευτικά προγράμματα καθηγητών, με συγκεκριμένο υλικό για τη σχολική τάξη (όπως παραδείγματα χάριν οδηγούς καθηγητών, βάσεις δεδομένων με υλικό και άλλες πηγές και, πληροφοριακό υλικό), όπως επίσης και διαδικτυακή υποστήριξη. Στα πλαίσια του προγράμματος επιπλέον, προωθούνται οι ανταλλαγές καθηγητών, επιστημόνων και ειδικών της παιδαγωγικής ανάμεσα στις πόλεις.

Η εφαρμογή του προγράμματος “Pollen” έχει ήδη προσφέρει πολλά θετικά στοιχεία. Οι μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούνται, έχει αποδειχτεί ότι αυξάνουν το ενδιαφέρον, την αυτοπεποίθηση και τις ικανότητες των καθηγητών στη διδασκαλία των επιστημών και επομένως και την ποιότητα και ποσότητα της διδασκαλίας. Στα πλαίσια του project αυτού επίσης, έχει παρατηρηθεί αύξηση του ενδιαφέροντος των παιδιών στις δραστηριότητες οι οποίες διεξάγονται εντός της σχολικής τάξης, ενώ ταυτόχρονα σημειώνεται αύξηση της ενεργούς συμμετοχής των κοριτσιών στις δραστηριότητες αυτές, μειώνοντας το χάσμα ανάμεσα στα δύο φύλα. Η αύξηση του ενδιαφέροντος και της συμμετοχής είναι ακόμα πιο έντονη στους περισσότερους «αδύναμους» μαθητές και σε όσους προέρχονται από μη προνομιούχα περιβάλλοντα. Επιπρόσθετα, το project “Pollen” έχει αποκτήσει ισχυρή υποστήριξη τόσο από τους τοπικούς φορείς όσο και από τα εκπαιδευτικά ιδρύματα. Ένα από τα θετικότερα χαρακτηριστικά αυτού του προγράμματος είναι η δυνατότητά του να προωθεί εφαρμόσιμες τεχνικές, σεβόμενο τη διαφορετικότητα των τοπικών συνθηκών. Οι μέθοδοί του συνεπώς είναι τόσο ευέλικτες όσο και αποτελεσματικές.

Το δεύτερο ευρωπαϊκό πρόγραμμα είναι το “Sinus-Transfer”, το οποίο έχει εφαρμοστεί εκτενώς στη Γερμανία. Το συγκεκριμένο project στοχεύει κυρίως στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και δίνει

έμφαση σε προσεγγίσεις επιστημονικής διερεύνησης και πειραματισμού. Το “Sinus-Transfer” εστιάζει στην επαγγελματική ανάπτυξη των καθηγητών και χαρακτηρίζεται από μια μακροπρόθεσμη, συνεργατική και βασισμένη στο σχολείο προσέγγιση, η οποία στοχεύει στη διδασκαλία. Σχετίζεται με διδακτικά προβλήματα των θετικών επιστημών και προτρέπει τους καθηγητές να αξιολογούν τη διαδικασία της διδασκαλίας, με σκοπό τη συνεχή βελτίωση της ποιότητάς της. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής δημιουργείται ένα ισχυρό κλίμα συνεργασίας ανάμεσα στους καθηγητές εντός του σχολείου αλλά και ανάμεσα σε διαφορετικά σχολεία, όπως επίσης και μεταξύ καθηγητών και ερευνητών. Τα αποτελέσματα του “Sinus-Transfer” είναι πολύ θετικά. Ειδικότερα, οι αξιολογήσεις δείχνουν σημαντική επίδραση στη συμμετοχή των μαθητών και ιδιαίτερα των πιο «αδύναμων». Αντίστοιχα, μεγάλος αριθμός καθηγητών έχει δείξει ενδιαφέρον και υποστηρίζει την πρωτοβουλία αυτή (European Commission, 2007).

Στις δύο παραπάνω πρωτοβουλίες σημειώνονται ορισμένα κοινά στοιχεία. Αρχικά, πρόκειται για δύο πρωτοποριακές παιδαγωγικές προσεγγίσεις, οι οποίες δεν προϋποθέτουν την αλλαγή των προγραμμάτων σπουδών ή του περιεχομένου αυτών. Και οι δύο προσεγγίσεις βασίζονται στη διερευνητική μάθηση, η οποία έχει σκοπό να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών σχετικά με τις θετικές επιστήμες. Και στις δύο παρουσιάζονται οι διαδικασίες και οι μέθοδοι της επιστήμης μαζί με τα αποτελέσματά τους και προωθείται ένα σύνολο από ενέργειες οι οποίες συμπεριλαμβάνουν δραστηριότητες βασισμένες στη διερεύνηση και την ομαδοσυνεργατική μάθηση, αλλά και στις πρακτικές όπου οι μαθητές αναπτύσσουν τη διανοητική τους ικανότητα με τη χρήση των εργαλείων-χειρών (*hands on-minds on*). Αντίστοιχες ομοιότητες παρουσιάζονται και ως προς την οργάνωσή τους. Τόσο το πρόγραμμα “Pollen” όσο και το “Sinus-Transfer”, βασίζονται στην εκπαίδευση, στην υποστήριξη και στην κινητοποίηση των καθηγητών, παρέχοντάς τους παιδαγωγικό υλικό και δυνατότητα να είναι μέλη ενός δικτύου, ενώ παράλληλα γίνεται σεβαστή η ανεξαρτησία τους. Τέλος, η οργάνωση και των δύο προγραμμάτων βασίζεται και προωθεί ένα δίκτυο, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται μαθητές, καθηγητές, γονείς, επιστήμονες, τοπικοί φορείς, εταιρίες έρευνας και ανάπτυξης, καθώς και χρηματοδότες (European Commission, 2007).

4.2. Το διεθνές πρόγραμμα “Primas”

Το Primas (PRIMAS Project, 2013) αποτελεί ένα διεθνές πρόγραμμα με στόχο την προώθηση της διερευνητικής μάθησης στον τομέα των θετικών επιστημών στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το οποίο εφαρμόστηκε σε δώδεκα ευρωπαϊκές χώρες (Κύπρος, Δανία, Γερμανία, Ουγγαρία, Μάλτα, Ολλανδία, Νορβηγία, Ρουμανία, Σλοβακία, Ισπανία, Σουηδία και Ηνωμένο Βασίλειο) και είχε διάρκεια τεσσάρων χρόνων (2010-2013). Παρά το γεγονός ότι το πρόγραμμα επίσημα τελείωσε το Δεκέμβριο του 2013, εντούτοις συνεχίζεται από τους φορείς του η προώθηση της εφαρμογής της διερευνητικής μάθησης. Ένα ανάλογο πρόγραμμα το οποίο εξακολουθεί να λειτουργεί, είναι το “MASCIL-project”, το οποίο στοχεύει στη σύνδεση της εκπαίδευσης των θετικών επιστημών με το χώρο της εργασίας (Primas, 2014).

Το πρόγραμμα είχε στόχο να προωθήσει αλλαγές στη διδασκαλία και την εκμάθηση των μαθηματικών και των επιστημών μέσω της υποστήριξης των εκπαιδευτικών στην εξέλιξη παιδαγωγικών μεθόδων με βάση τη διερευνητική μάθηση. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές επιδιώκεται να αποκτήσουν άμεση εμπειρία στην επιστημονική έρευνα, με απώτερο στόχο να αποκτήσουν θετικότερη στάση απέναντι στα αντικείμενα αυτά (Primas, 2014).

Η αξιολόγηση του προγράμματος Primas περιελάμβανε δύο επίπεδα: μια αθροιστική αξιολόγηση, η οποία στόχευε στο συνολικό αντίκτυπο της εφαρμογής της διερευνητικής μάθησης στην καθημερινή διδασκαλία, χρησιμοποιώντας στοιχεία από 50 έως 100 εκπαιδευτικούς και περίπου 1500 μαθητές ανά χώρα όπου εφαρμόστηκε το πρόγραμμα. Στη συνέχεια ακολουθούσε μια διαμορφωτική αξιολόγηση η οποία βασιζόταν στην ενσωμάτωση και τη διάδοση των διαδικασιών και είχε στόχο την βελτιστοποίηση του προγράμματος αυτού (Primas, 2014).

Στα πλαίσια του προγράμματος Primas, οι καθηγητές προμηθεύονται υλικό για τη δική τους επαγγελματική ανάπτυξη. Το υλικό αυτό βασίζεται κυρίως σε επτά ενότητες, οι οποίες απαντούν συγκεκριμένα παιδαγωγικά ζητήματα, τα οποία προκύπτουν από την εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης. Οι ενότητες αυτές είναι οι ακόλουθες: 1. Διερεύνηση κατευθυνόμενη από το μαθητή, 2. Αντιμετώπιση μη δομημένων προβλημάτων, 3. Μάθηση επιστημονικών εννοιών μέσω της διερευνητικής μάθησης, 4. Δημιουργία ερωτημάτων με στόχο την προώθηση της συλλογιστικής πορείας, 5. Συνεργατικότητα ανάμεσα στους μαθητές, 6. Αξιοποίηση της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών και, 7. Αξιολόγηση των μαθητών και αυτοαξιολόγηση.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής της διερευνητικής μεθόδου στις θετικές επιστήμες, στη σχολική τάξη (PRIMAS Project, 2013). Ένας καθηγητής φυσικής ζήτησε από τους μαθητές του στην αρχή του μαθήματος, να προσδιορίσουν τις έννοιες «αντίσταση», «αγωγιμότητα» και «μόνωση». Στη συνέχεια, οι μαθητές διεξήγαγαν πειράματα προκειμένου να ανακαλύψουν αν κάθε υλικό που τους είχε δοθεί ανήκε στην κατηγορία των αγωγών ή των μονωτών. Αρχικά οι μαθητές συζήτησαν ενεργά τις παραπάνω έννοιες. Κατά τη διάρκεια του πειράματος, είχαν ως στόχο να ανακαλύψουν τις διαφορές ανάμεσα στα υλικά (αγωγοί, μονωτές και αντιστάσεις). Μέχρι την ολοκλήρωση του μαθήματος, είχαν αποκτήσει μια σαφή ιδέα σχετικά με τις παραπάνω έννοιες. Παρ' όλα αυτά, παρά τις προσδοκίες του καθηγητή, οι μαθητές δεν χρησιμοποίησαν την έννοια της αντίστασης για να διαχωρίσουν τους μονωτές από τους αγωγούς. Ωστόσο ο καθηγητής δήλωσε ενθουσιασμένος σχετικά με τις δραστηριότητες, αφού παρατήρησε ότι καθ' όλη την διάρκεια του μαθήματος, όλοι συμμετείχαν ενεργά. Ως αποτέλεσμα οι μαθητές είχαν κατανοήσει κάποιες από τις βασικές έννοιες της φυσικής.

4.3. Το πρόγραμμα “SAILS”

Το πρόγραμμα SAILS προωθεί προσεγγίσεις βασισμένες στη διερευνητική μάθηση για τη διδασκαλία των θετικών επιστημών και βοηθά τους εκπαιδευτικούς στην αξιολόγηση της εφαρμογής των μεθόδων αυτών (SAILS – Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science, n.d.). Ειδικότερα, στα εκπαιδευτικά προγράμματα SAILS έχουν συμμετάσχει περισσότεροι από 2500 καθηγητές θετικών επιστημών, σε 12 χώρες.

Οι ενότητες διερευνητικής μάθησης και αξιολόγησης SAILS προβάλλουν αφενός τα πλεονεκτήματα της υιοθέτησης διερευνητικών μεθόδων στη σχολική τάξη και αφετέρου παρουσιάζουν με παραδείγματα πώς οι τεχνικές αξιολόγησης ενσωματώνονται στη διδασκαλία και ποιες είναι οι ευκαιρίες να αξιοποιηθούν από τους διδάσκοντες. Επιπλέον, προτείνουν τρόπους αξιολόγησης χρησιμοποιώντας μια ποικιλία μεθόδων όπως ο διάλογος στη σχολική τάξη, παρατήρηση από τον εκπαιδευτικό, παρουσιάσεις, ετεροαξιολόγηση (μεταξύ των μαθητών) και αυτοαξιολόγηση, κατασκευές μαθητών και χρήση ρουμπρικών αξιολόγησης. Αναπόσπαστο μέρος κάθε ενότητας είναι μελέτες περίπτωσης (case study) του τρόπου με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί εφήρμοσαν και προσάρμοσαν το υλικό, πώς δηλαδή προσέγγισαν τη διερευνητική μάθηση στην

τάξη, πόσο εφαρμόσιμο ήταν το μάθημα και πώς αξιολόγησαν τα μαθησιακά αποτελέσματα. Μέσω των μελετών αυτών περίπτωσης διακρίνονται οι πολλαπλές στρατηγικές αξιολόγησης της ίδιας δεξιότητας, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν από τους καθηγητές. Οι ενότητες του προγράμματος SAILS περιλαμβάνουν ένα εύρος μεθόδων για την αξιολόγηση δεξιοτήτων διερευνητικής μάθησης και έτοιμο προς χρήση υλικό, με το οποίο οι καθηγητές μπορούν να στηρίξουν και να παράσχουν ανατροφοδότηση στους μαθητές τους, σε αντικείμενα όπως η βιολογία (παραδείγματα ενοτήτων: «φυσική επιλογή», «φωτοσύνθεση», «διατροφή και διατροφικοί πίνακες»), η χημεία («οξέα, βάσεις και άλατα», «πολυμερή», «ποιο είναι το καλύτερο καύσιμο») και η φυσική («ηλεκτρισμός», «υπερθέρμανση του πλανήτη», «φως», «ταχύτητα») (SAILS – Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science, n.d.).

4.4. Πρόγραμμα “SAILS” - ενότητα «Οξέα, βάσεις, άλατα»

Η ενότητα «Οξέα, βάσεις, άλατα» του προγράμματος SAILS, συμβάλλει στη διερεύνηση των μαθητών των ομώνυμων ουσιών, ως υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή (Andritsakis, Psaromiligkos, Petropoulou, Retalis, n.d.). Οι δραστηριότητες της ενότητας αυτής στοχεύουν στην κατανόηση των μαθητών των βασικών χημικών ουσιών και στην ανίχνευση των οξέων και των βάσεων μέσω της χρήσης ειδικών δεικτών στα πλαίσια πειραμάτων. Η προηγούμενη γνώση όρων όπως χημικά στοιχεία, ενώσεις, μοριακή δομή και διάλυση είναι απαραίτητη, προκειμένου να έρθουν σε επαφή επιτυχώς με τα νέα υλικά. Η ενότητα είναι σύμφωνη με το αναλυτικό πρόγραμμα της εκπαίδευσης μαθητών ηλικίας από 12 έως 15 ετών και ο προτεινόμενος χρόνος για την ολοκλήρωση όλων των δραστηριοτήτων είναι περίπου 4 ώρες.

Μέσω της ενότητας αυτής δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύξουν μια σειρά από διερευνητικές δεξιότητες, όπως σχεδιασμός πειράματος, διατύπωση υποθέσεων, διαμόρφωση συνεκτικών επιχειρημάτων και ομαδική εργασία. Επιπλέον, έχουν τη δυνατότητα να εμπλουτίσουν δεξιότητες όπως ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός και η επιστημονική αιτιολόγηση, μέσω της δημιουργίας αιτιολογημένων επιχειρημάτων και της παρουσίασης στοιχείων τα οποία στηρίζουν τα συμπεράσματά τους. Οι τρόποι αξιολόγησης περιλαμβάνουν παρατήρηση, διαμορφωτική μορφή αξιολόγησης στη σχολική τάξη, αξιολόγηση των κατασκευών των μαθητών, χρήση ρουμπρικών και αυτοαξιολόγηση.

Η ενότητα «Οξέα, βάσεις, άλατα» έχει εφαρμοστεί στην Ελλάδα, την Τουρκία και τη Σλοβακία, με έξι μελέτες περίπτωσης. Η διδακτική μέθοδος σε κάθε περίπτωση ήταν καθοδηγούμενη διερευνητική, ενώ οι διερευνητικές δεξιότητες οι οποίες αξιολογήθηκαν ήταν ο σχεδιασμός πειράματος, η επιστημονική αιτιολόγηση και η διαμόρφωση συνεκτικών επιχειρημάτων. Οι μέθοδοι αξιολόγησης, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο διάλογος στη σχολική τάξη, η αυτοαξιολόγηση, η ετεροαξιολόγηση και η αξιολόγηση των κατασκευών των μαθητών (Andritsakis et al., n.d.).

4.5. Πρόγραμμα “SAILS” - ενότητα «Ηλεκτρισμός»

Μια από τις ενότητες διερευνητικής μάθησης και αξιολόγησης του προγράμματος SAILS στον τομέα της φυσικής, είναι η ενότητα του *ηλεκτρισμού* (Sokolowska, n.d.). Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνεται μια εισαγωγή στην ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα ηλεκτρικά κυκλώματα και η εφαρμογή της προτείνεται αφού οι μαθητές έχουν διδαχθεί την έννοια της ηλεκτροστατικής. Στα πλαίσια της ενότητας παρουσιάζονται τρεις δραστηριότητες και χρησιμοποιείται μια καθοδηγούμενη προσέγγιση διερευνητικής μάθησης. Η εφαρμογή στη σχολική αίθουσα συνήθως ξεπερνά τις δύο διδακτικές ώρες (περίπου 90 λεπτά).

Η πρώτη δραστηριότητα (Δραστηριότητα Α.) εισάγει τους μαθητές στο θέμα της ενότητας μέσω μιας δραστηριότητας καταιγισμού ιδεών (brainstorming) όλων των μαθητών, οι οποίοι στη συνέχεια - ατομικά ή σε μικρές ομάδες- κατασκευάζουν έναν εννοιολογικό χάρτη της μελετώμενης έννοιας, βασισμένη στις προηγούμενες γνώσεις τους. Στη δεύτερη δραστηριότητα (Δραστηριότητα Β.) οι μαθητές σχεδιάζουν και κατασκευάζουν ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα. Στη συνέχεια, στα πλαίσια της τρίτης δραστηριότητας (Δραστηριότητα Γ.), οι μαθητές χρησιμοποιούν τα κυκλώματά τους προκειμένου να διερευνήσουν την αγωγιμότητα αντικειμένων και υλικών από την καθημερινή τους ζωή. Ως επιπρόσθετη εργασία, οι μαθητές μπορούν να προτείνουν ένα πείραμα με στόχο να φωτίσουν την αίθουσα χωρίς να χρησιμοποιήσουν συσκευές συνδεδεμένες στην κύρια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος (Sokolowska, n.d.).

Η ενότητα του ηλεκτρισμού παρουσιάζει ευκαιρίες για αξιολόγηση συγκεκριμένων διερευνητικών δεξιοτήτων όπως: σχεδιασμός πειράματος, εργασία σε ομάδες καθώς και, βελτίωση δεξιοτήτων επιστημονικής αιτιολόγησης και επιστημονικού αλφαριθμητισμού/επιστημονικής παιδείας. Οι μέθοδοι αξιολόγησης οι οποίες περιγράφονται στην παρούσα ενότητα συμπεριλαμβάνουν την

παρατήρηση του εκπαιδευτικού, τον ομαδικό καταϊγισμό ιδεών και, τη χρήση αποτελεσμάτων πειραματικών εργασιών των μαθητών. Αξίζει να σημειωθεί ότι η εν λόγω ενότητα έχει δοκιμαστεί τις παρακάτω χώρες: Σλοβακία, Ιρλανδία, Τουρκία και Πολωνία. Από αυτές τις μελέτες περίπτωσης προκύπτει ότι οι βασικές δεξιότητες οι οποίες αξιολογήθηκαν, ήταν ο σχεδιασμός πειράματος, η επιστημονική αιτιολόγηση και ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός. Ειδικότερα, οι μέθοδοι αξιολόγησης συμπεριέλαβαν διάλογο στην αίθουσα, φύλλα εργασίας των μαθητών, καθώς και άλλα υλικά όπως εννοιολογικούς χάρτες και εργαλεία ετεροαξιολόγησης και αυτοαξιολόγησης (Sokolowska, n.d.).

4.5.1. Η εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης και της αξιολόγησης της ενότητας του ηλεκτρισμού σε ελληνικό γυμνάσιο

Η ενότητα του ηλεκτρισμού αποτελείται από δυο μελέτες περίπτωσης, οι οποίες συνιστώνται για τη χρήση τους σε μαθητές ηλικίας από 12 έως 14 ετών. Οι διδάσκοντες πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με τα υλικά τα οποία θα χρειασθούν κατά τη διάρκεια της εφαρμογής αυτής της ενότητας, τα οποία όμως θα τα προμηθεύσουν στους μαθητές τους μόνο μετά την ολοκλήρωση του σχεδιασμού του πειράματος. Τα υλικά αυτά είναι τα εξής: έναν λαμπτήρα (έναν για κάθε ομάδα), δύο ξεχωριστά καλώδια (ανά ομάδα) μη συνδεδεμένα με το λαμπτήρα, αλλά έτοιμα για μια εύκολη προσαρμογή (με κροκοδειλάκια ή μπανάνες στα άκρα τους), δύο συνδετήρες (clips) (προαιρετικά), πλαστελίνη ή μονωτική ταινία, μπαταρία 4,5 V (μία ανά ομάδα), αντικείμενα της καθημερινής ζωής κατασκευασμένα από διαφορετικά υλικά (τουλάχιστον δύο αντικείμενα από κάθε υλικό): ξύλο, διαφορετικά είδη μετάλλων, πλαστικό, λάστιχο, ύφασμα, γυαλί, χαρτί (τουλάχιστον 15 αντικείμενα ανά ομάδα) και ένα μολύβι με γραφίτη. Σημειώνεται ακόμη ότι οι μαθητές θα χρειαστεί να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο ή σε άλλες πηγές (όπως βιβλία, ταινίες, κτλ).

Αναλυτικότερα, στην πρώτη δραστηριότητα της ενότητας (Εισαγωγή στον ηλεκτρισμό) ο στόχος είναι η σύνδεση της έννοιας του ηλεκτρισμού με την καθημερινή ζωή. Η δεξιότητα διερευνητικής μάθησης αφορά στη εξερεύνηση των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών μέσω του διαλόγου και της διατύπωσης υποθέσεων που πραγματοποιείται στην τάξη κατά τη διάρκεια ενός καταϊγισμού ιδεών που προκαλεί ο καθηγητής κάνοντάς τους ερωτήσεις οι οποίες σχετίζονται με φαινόμενα που προκαλούνται από το στατικό ηλεκτρισμό στην καθημερινή τους ζωή, όπως τα μακριά μαλλιά που «πετάνε» μετά το χτένισμα ή με την έννοια του ηλεκτρισμού, όπως οι εξής:

- α) Από πού προέρχεται ο ηλεκτρισμός;
- β) Ποια είναι τα μικρότερα συστατικά ενός σώματος;
- γ) Ποια είναι η δομή ενός ατόμου;
- δ) Ποια σωματίδια είναι αυτά που δημιουργούν ηλεκτρικό ρεύμα και γιατί ;
- ε) Από ποια υλικά περνάει το ρεύμα και γιατί περνάει;
- ζ) Ποιος είναι ο γενικός όρος, ο οποίος χρησιμοποιείται για τα υλικά τα οποία μεταφέρουν το ηλεκτρικό ρεύμα;
- η) Πώς λέγονται αυτά από τα οποία δεν περνάει το ρεύμα και γιατί δεν περνάει;

Στην επόμενη δραστηριότητα οι μαθητές καλούνται να φτιάξουν έναν εννοιολογικό χάρτη, ατομικά, με αφορμή τη λέξη «ηλεκτρισμός» στο κέντρο ενός φύλλου χαρτιού. Μέσω της προσέγγισης αυτής, οι μαθητές ενθαρρύνονται να ανακαλέσουν τις προηγούμενες γνώσεις τους σχετικά με το θέμα του ηλεκτρισμού. Στη συνέχεια, συζητούν τις λέξεις τις οποίες χρησιμοποίησαν, προσδιορίζουν επιστημονικούς όρους και τους διακρίνουν από τις λέξεις τις οποίες χρησιμοποιούν στην καθημερινότητα. Μέσα από το έργο αυτό, οι μαθητές ενισχύουν την επιστημονική τους παιδεία και δημιουργούν επιστημονικές συνδέσεις.

Στο τέλος της ενότητας του ηλεκτρισμού θα δοθεί ξανά ο ίδιος εννοιολογικός χάρτης κενός, στους μαθητές για να συμπληρωθεί και από τη σύγκριση με τον αρχικό που είχε σχεδιάσει ο καθένας θα αξιολογηθεί η μεταβολή των γνωστικών του δομών και η νέα επιστημονική του παιδεία.

Η επιστημονική αιτιολόγηση επιτυγχάνεται με την επιστημονική εξήγηση των εννοιών. Στις μεθόδους αξιολόγησης περιλαμβάνονται ο διάλογος στην τάξη και τα φύλλα εργασίας.

Η δεύτερη μελέτη περίπτωσης εστιάζει στις έννοιες της αγωγιμότητας, των αγωγών και των μονωτών. Οι δεξιότητες διερευνητικής μάθησης στοχεύουν στην διατύπωση υποθέσεων, στο σχεδιασμό πειράματος, και στην ομαδική εργασία. Η επιστημονική αιτιολόγηση επιτυγχάνεται με τη δημιουργία προβλέψεων και ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός επιτυγχάνεται μέσω της αναζήτησης πληροφοριών και της ερμηνείας της αγωγιμότητας με επιστημονικό τρόπο. Τα φύλλα εργασίας αποτελούν τη μέθοδο αξιολόγησης των μαθητών.

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν ένα πείραμα για τον έλεγχο της αγωγιμότητας των διαφορετικών υλικών, χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με μία μόνο λάμπα. Αρχικά, αναπτύσσουν μια υπόθεση σχετικά με διάφορα υλικά, σχεδιάζουν ένα πείραμα με στόχο την εξέταση της ερευνητικής τους ερώτησης, παρατηρούν και σημειώνουν τα αποτελέσματα και εξάγουν συμπεράσματα. Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας αυτής, οι μαθητές αναπτύσσουν τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό τους μέσω της εισαγωγής των συμβόλων, τα οποία χρησιμοποιούν για την παρουσίαση του ηλεκτρικού κυκλώματος. Επιπλέον, εμπλουτίζουν την επιστημονική παιδεία τους, όπως και τις δεξιότητες διατύπωσης υποθέσεων, σχεδιασμού έρευνας, διεξαγωγής συμπερασμάτων, εύρεσης πληροφοριών και συνεργατικότητας.

Προτεινόμενη μεθοδολογία:

1. Στις δραστηριότητες της Α Φάσης (Διατύπωσης υποθέσεων) οι μαθητές συμπληρώνουν το πρώτο φύλλο εργασίας τους, όπου προτείνουν υλικά για τα οποία θέλουν να εξετάσουν την αγωγιμότητα. Αναπτύσσουν τις υποθέσεις τους για κάθε ένα από τα υλικά αυτά, καθώς και για άλλα τα οποία τους δίνονται και καταγράφουν τις υποθέσεις αυτές σε ένα πίνακα σχεδιασμένο στο φύλλο εργασίας τους.
2. Οι μαθητές προτείνουν ένα κατάλληλο κύκλωμα το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δοκιμάσουν τα υλικά αυτά ως προς την αγωγιμότητά τους.
3. Στη Β Φάση την Πειραματική πραγματοποιούν την έρευνα χρησιμοποιώντας το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα και τα υλικά τα οποία έχουν επιλέξει και καταγράφουν τα αποτελέσματα στον πίνακά τους.
4. Στην επόμενη δραστηριότητα οι μαθητές εισάγονται στα ηλεκτρικά σύμβολα, τα οποία χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό κυκλωμάτων. Τα κυκλώματα αυτά εξετάζονται μέσα από την αναπαραγωγή των διαγραμμάτων τα οποία έχουν ήδη σχεδιάσει χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα ηλεκτρικά σύμβολα.
5. Στη Γ Φάση (Εμπέδωσης) οι μαθητές συμπληρώνουν ανά ομάδες τα συμπεράσματά τους για την αγωγιμότητα. Οι ερωτήσεις οι οποίες πρέπει να συμπληρωθούν περιλαμβάνουν τα εξής:
 - α. Είναι η αγωγιμότητα μια εγγενής ιδιότητα ενός αντικειμένου ή ιδιότητα του υλικού από το οποίο είναι φτιαγμένο το αντικείμενο;
 - β. Ποια είναι η γενική ονομασία των υλικών τα οποία μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια;

- γ. Ποια είναι η γενική ονομασία των υλικών τα οποία δεν μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια;
 - δ. Είναι πάντα το ηλεκτρικό ρεύμα επικίνδυνο για τον άνθρωπο;
6. Κατόπιν το μάθημα κατευθύνεται προς τη συζήτηση καθημερινών εμπειριών του ηλεκτρισμού και ειδικότερα: «Μπορεί ο αέρας να μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα;»
 7. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να αναζητήσουν επιστημονικές πληροφορίες χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο ή άλλες πηγές προκειμένου να βρουν πώς δημιουργείται ο κεραυνός. Θα πρέπει να συνοψίσουν τα ευρήματά τους στο φύλλο εργασίας τους και να παρέχουν λεπτομέρειες για τις πηγές τους.
 8. Στο τέλος του μαθήματος θα δοθούν πίνακες να συμπληρώσουν για να διεξάγουν αυτοαξιολόγηση και ετεροαξιολόγηση.
 9. Μια ακόμη πρόκληση παρέχεται στους μαθητές για να ενθαρρύνει την περαιτέρω έρευνα, η οποία έχει σχέση με τη δεξιότητα κατασκευής μοντέλων. Οι μαθητές πρέπει να προτείνουν ένα πείραμα για να κάνουν μια λάμπα ή κάποια λεντάκια να ανάψουν, χωρίς τη χρήση πρίζας ή μπαταρίας».

Όλα τα παραπάνω μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των δεξιοτήτων επιστημονικού αλφαριθμητισμού και επιστημονικής αιτιολόγησης.

2^ο Μέρος- Παρουσίαση των μελετών περίπτωσης: Εφαρμογή Διερευνητικής Διδασκαλίας στην Ενότητα «Ηλεκτρισμός» της Γ' Γυμνασίου

Στο δεύτερο μέρος της παρούσας διπλωματικής θα παρουσιαστούν οι μελέτες περίπτωσης που πραγματοποιήσαμε σε τάξη ελληνικού Γυμνασίου.

5. Εννοιολογικοί προσδιορισμοί και παιδαγωγικές αρχές

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν συνοπτικά οι ορισμοί σημαντικών για την έρευνα επιστημονικών εννοιών, δηλαδή η θεωρητική βάση της εποικοδόμησης της γνώσης για την κατανόηση του σχεδιασμού των δραστηριοτήτων του παρόντος σεναρίου/έρευνας και στις δυο μελέτες περίπτωσης. Επίσης, θα παρουσιαστεί η ταυτότητα της έρευνας και ο σκοπός και οι στόχοι της μελέτης περιπτώσεων.

5.1. Εννοιολογικοί προσδιορισμοί: Συνοπτική παρουσίαση βασικών εννοιών στην διερευνητική διδασκαλία

Ο ρόλος των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών

«Αν μου ζητούσαν να περιορίσω όλη την εκπαιδευτική ψυχολογία σε μία αρχή θα έλεγα τούτο: «ο πιο σπουδαίος απλός παράγοντας που επηρεάζει την μάθηση είναι αυτό που ο μαθητής ήδη γνωρίζει. Εξακρίβωσε το και δίδαξε τον σύμφωνα με αυτό» (Ausubel, 1968). «Η νέα γνώση θα αφομοιωθεί μόνο όταν ενσωματωθεί στην υπάρχουσα δομή του μαθητή, αλλιώς θα απομονωθεί και θα χαθεί». (Καριώτογλου, 1990).

Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις, κυρίαρχο ρόλο στη μάθηση παίζουν οι ιδέες που έχουν τα παιδιά για τα φυσικά φαινόμενα πριν καν τα διδαχθούν στο σχολείο. Οι ιδέες αυτές χρησιμοποιούνται για να ερμηνεύσουν και να προβλέψουν ό,τι υποπίπτει στην αντίληψή τους. Οι απόψεις των μαθητών για τα φαινόμενα ομαδοποιούνται και συγκροτούν ερμηνευτικά πρότυπα, που καταγράφονται ως εναλλακτικές ιδέες των παιδιών ή προϋπάρχουσες ιδέες ή διαισθητικές ιδέες

(Κόκκοτας, 1998). Οι αντιλήψεις τους αυτές είναι δυνατόν να επηρεαστούν από τη διδασκαλία με τρόπους που δεν γνωρίζουμε ή να παραμείνουν ανεπηρέαστες από αυτή (Viennot, 1979).

Πολλοί ερευνητές (Gilbert, Osborn and Fensam, 1982), υποστηρίζουν ότι οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών δεν αποτελούν συνηθισμένα λάθη χωρίς ιδιαίτερη σημασία, αλλά νοητικά μοντέλα, τα οποία τα παιδιά χρησιμοποιούν για να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα. Όμως οι αντιλήψεις αυτές των παιδιών είναι συχνά διαφορετικές από το επιστημονικό πρότυπο, όπως αυτό παρουσιάζεται στα σχολικά εγχειρίδια, αλλά είναι χρήσιμες και λογικές, επειδή αποτελούν το σκελετό της ερμηνείας των σχετικών φαινομένων. Γι' αυτό πρέπει ο εκπαιδευτικός να συντελεί στην αναπλαισίωση της γνώσης των μαθητών από το δημόσιο πεδίο στο σχολικό και στη συνέχεια, στο επιστημονικό έτσι ώστε να επέλθει σε αυτούς εννοιολογική αλλαγή. Με τον όρο «εννοιολογική αλλαγή» εννοούμε την τροποποίηση των διαισθητικών αντιλήψεων των μαθητών για τις φυσικές έννοιες, τα φαινόμενα και τις σχέσεις μεταξύ μεγεθών σε γνώσεις που είναι πιο συμβατές με το αντίστοιχο επιστημονικό πρότυπο (Ψύλλος, Κουμαράς, & Καριώτογλου, 1993).

«Η μάθηση σε όλες τις επιστήμες και ιδιαίτερα στο πεδίο των φυσικών επιστημών σχετίζεται με την ικανότητα του ατόμου να χειρίζεται νοητικά μοντέλα (όπως πχ αναλογίες), επιτρέπει στους μαθητές να κάνουν προβλέψεις, να διατυπώνουν ερωτήσεις και υποθέσεις» (Rumelheart and Norman, 1981). Επομένως, ένας από τους πιο σημαντικούς σκοπούς της διερευνητικής μάθησης είναι η γνώση και η ικανότητα να οριοθετούνται θετικά ερωτήματα και να δημιουργούνται λογικές υποθέσεις και προβλέψεις. Ο εκπαιδευτικός πρέπει: α) να γνωρίζει τη δομή της προϋπάρχουσας γνώσης του μαθητή σχετικά με το θέμα που πρόκειται να διδαχτεί και β) να γνωρίζει με ποιο τρόπο ο μαθητής συσχετίζει τις νέες πληροφορίες με τη γνώση αυτή, δηλαδή αν μπορεί να κάνει λογικές συνδέσεις ανάμεσα στην «διαισθητική» αναπαράσταση ενός φαινομένου (που προέρχεται από την καθημερινή βιωματική εμπειρία του μαθητή) και σε μία περισσότερο επεξεργασμένη γνώση. Δηλαδή να μπορεί να επιτευχθεί η αλλαγή των γνωστικών δομών και η οικοδόμηση νέας γνώσης.

Άρα στις περισσότερες δραστηριότητες μετριέται η **επιστημονική παιδεία** ή καλύτερα προ-παιδεία των μαθητών, δηλαδή η προϋπάρχουσα γνώση που έχουν από τα βιώματά τους, καθώς και η **ικανότητά τους για επιστημονική αιτιολόγηση**, δηλαδή η ολοκληρωμένη τεκμηρίωση των υποθέσεων και των προβλέψεών τους βάσει επιστημονικής και **κριτικής σκέψης**.

Ο ρόλος της κριτικής σκέψης

Κατά τον Bloom η έκφραση «κριτική σκέψη» είναι συνώνυμη με την έννοια της αξιολόγησης. Είναι η υψηλότερη από τις κριτικές δεξιότητες (γνώση, κατανόηση, εφαρμογή, ανάλυση, σύνθεση και αξιολόγηση). Ο εκπαιδευτικός πρέπει να βοηθήσει τα παιδιά να σκέφτονται κριτικά, δηλαδή πρέπει να τα βοηθήσει να ανακαλύψουν ότι η διαδικασία της αξιολόγησης, της αποδοχής και απόρριψης των ίδιων των σκέψεών τους είναι φυσική και υγιής. Για να αποκτήσει ο μαθητής κριτική σκέψη πρέπει να είναι πρόθυμος να παίρνει αποφάσεις που να βασίζονται σε αποδείξεις, αφού πρώτα τις αξιολογήσει, και ακόμα πρέπει να μπορεί να αμφισβητεί ο ίδιος τις ιδέες του και να είναι ανοιχτός στην κριτική των άλλων. Αποτέλεσμα της εποικοδομητικής μάθησης είναι η αναδιοργάνωση της γνώσης και η αναδόμηση των ιδεών των μαθητών που συντελείται με τη βοήθεια της κριτικής σκέψης και της ορθής κρίσης. «Η βασική έννοια της αλήθειας αντικαθίσταται από τη βιωσιμότητα μιας πρότασης, κατά πόσο δηλαδή μία έννοια μπορεί να επιβιώσει μέσα από την κριτική και την αμφισβήτηση» (Whitley, 1991).

Η επιστημονική αιτιολόγηση έχει να κάνει με τον έλεγχο της εγκυρότητας των επιστημονικών γνώσεων. Ειδικότερα, όσον αφορά την επιστημονική αιτιολόγηση και κριτική σκέψη στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι μέσω των ίδιων των διδακτικών στόχων και των επιστημονικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται, ενισχύεται η κριτική σκέψη των μαθητών και διευκολύνεται η εμπλοκή τους σε σχετικές δραστηριότητες. Επί πλέον, η αιτιολόγηση και τα επιχειρήματα των φυσικών επιστημών στηρίζονται, μεταξύ άλλων, στην προσκόμιση εμπειρικών αποδείξεων/μαρτυριών, σε αιτιολογικά λογικά σχήματα, όπως επαγωγικά και απαγωγικά σχήματα, συμπεράσματα και ανταλλαγή επιχειρημάτων.(Δεβελάκη,2016). Βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματική αξιοποίηση των εκπαιδευτικών δυνατοτήτων που έχει η άσκηση των μαθητών με την επιστημονική αιτιολόγηση είναι η χρήση κατάλληλων διδακτικών μεθόδων και δραστηριοτήτων, όπως η διερευνητική διδασκαλία

Ο ρόλος της αφαιρετικής-κριτικής σκέψης

Η αφαιρετική-κριτική σκέψη που διαθέτει ένα άτομο είναι η ικανότητα για κριτική επεξεργασία, νοημάτων, λέξεων και γραμμάτων, η ικανότητα για αφαιρετική προσέγγιση αριθμητικών συμβόλων και η ικανότητα για ανακάλυψη σχέσεων μεταξύ σχημάτων και αφηρημένων εννοιών. Πολλές φορές η ικανότητα για αφαιρετική και κριτική σκέψη οφείλεται σε έμφυτο ταλέντο,

ή εγγενή κλίση ή και καλλιέργεια και δεν είναι απαραίτητο να συνδέεται με μαθηματικές ή με εγκυκλοπαιδικές γνώσεις, ή με πολύ υψηλό δείκτη νοημοσύνης.

Ο ρόλος του εννοιολογικού χάρτη

Ο εννοιολογικός χάρτης παρέχει τη δυνατότητα τόσο της αντικειμενικής αξιολόγησης του μαθητή όσο και τη δυνατότητα αναπαράστασης της γνωστικής του δομής. Ο εννοιολογικός χάρτης βοηθάει στη διερεύνηση των προϋπαρχουσών αντιλήψεων των μαθητών και η γραφική αναπαράσταση των εννοιών μέσω του χάρτη δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να διερευνήσει ποιες έννοιες γνωρίζει ο μαθητής, ποιες δεν γνωρίζει, ποιες αιτιώδεις σχέσεις συνδέουν αυτές τις έννοιες καθώς και ποιες σχέσεις αγνοεί ή έχει παρανοήσει. Στη διαμορφωτική αξιολόγηση, η ποιοτική ανάλυση διαδοχικών χαρτών μπορεί να αποδώσει το βαθμό κατανόησης των εννοιών από τους μαθητές καθώς και την εννοιολογική τους αλλαγή. Κατά την τελική αξιολόγηση η ποσοτική ανάλυση μπορεί να αποδώσει πληροφορίες χρήσιμες για την τελική αξιολόγηση που αφορά στην επίδοση των μαθητών. Άρα ένας εννοιολογικός χάρτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εργαλείο διερεύνησης για τις πρότερες γνώσεις των μαθητών αλλά και της **εννοιολογικής αλλαγής** και της αξιολόγησής τους.

Στην προσπάθεια αναζήτησης πιο ευαίσθητων, σε σχέση με τα παραδοσιακά τεστ, μεθόδων μαθησιακής διαδικασίας και των αλλαγών που διαδραματίζονται καθώς αυτή συντελείται, επιλέχθηκαν ο εννοιολογικός χάρτης για την πρώτη μελέτη περίπτωσης που αφορά την έννοια του «ηλεκτρισμού». Ο εννοιολογικός χάρτης θεωρείται κατάλληλο εργαλείο για την παρακολούθηση και καταγραφή της μαθησιακής διαδικασίας τόσο σε επίπεδο ομάδας όσο και ατομικό επίπεδο. Στην παρούσα όμως έρευνα επιλέχθηκε μελέτη μόνο σε ατομικό επίπεδο. Ιδιαίτερης σημασίας θεωρείται ο τρόπος αξιολόγησης των χαρτών. Για να είναι αποτελεσματικός απαιτείται ένα συστηματικό και παράλληλα απλό και αξιόπιστο στην εφαρμογή πρωτόκολλο ανάλυσης των εννοιολογικών χαρτών. Στην έρευνα που ακολουθεί, οι μαθητές αναπαρέστησαν τις εννοιολογικές τους δομές σε ατομικό επίπεδο, κατασκευάζοντας εννοιολογικούς χάρτες εξατομικευμένα πριν και μετά τη διδασκαλία μιας διδακτικής ενότητας με θέμα: «Ηλεκτρισμός». Οι δύο εννοιολογικοί χάρτες θα αναλυθούν με τη χρήση μιας ρουμπρίκας που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας και αναλυτικά θα παρατεθεί παρακάτω, ώστε να καλύψει τις ανάγκες μια πλήρους, ποσοτικής και ποιοτικής αποτίμησης των εννοιολογικών χαρτών.

Ο ρόλος της δεξιότητας διατύπωσης λειτουργικού ορισμού

Μια από τις δεξιότητες της επιστημονικής μεθοδολογίας είναι η διατύπωση **λειτουργικού ορισμού**. Η δεξιότητα αυτή σχετίζεται με την *ικανότητα στις επιστήμες*, σύμφωνα με την οποία τα άτομα αξιοποιούν τις γνώσεις τους, ερμηνεύουν τον φυσικό κόσμο και εξάγουν συμπεράσματα (European Parliament, 2006). Ο λειτουργικός ορισμός έχει σαν στόχο την απόδοση του νοήματος που προσδίδουμε σε μια έννοια σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, με βάση τις εμπειρίες και τις παρατηρήσεις μας και στηρίζεται στα χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την έννοια και που τη διαφοροποιούν από τις άλλες. Η κατανόηση μιας έννοιας εξασφαλίζεται μόνο όταν ο λειτουργικός ορισμός διαμορφώνεται βιωματικά. (Νικολάου & Κυριακίδου, 2002, σ. 34).

Η δεξιότητα διατύπωσης λειτουργικού ορισμού καλλιεργείται όταν τα παιδιά καλούνται:

- Να περιγράψουν ένα αντικείμενο/φαινόμενο ως προς τα χαρακτηριστικά, ιδιότητες, χρησιμότητα, λειτουργία του με βάση τις εμπειρίες και τις παρατηρήσεις τους.
- Να εκτελούν τις οδηγίες δοσμένου λειτουργικού ορισμού (λεκτικές, γραφική αναπαράσταση).
- Να κατανοούν ότι για ένα αντικείμενο ή φαινόμενο μπορούν να διατυπωθούν περισσότεροι από έναν λειτουργικοί ορισμοί, ανάλογα με το πλαίσιο μέσα στο οποίο αυτό χρησιμοποιείται.
- Να ετοιμάζουν κατάλογο οδηγιών που «επικοινωνούν» το λειτουργικό ορισμό μιας έννοιας.
- Να τροποποιούν έναν λειτουργικό ορισμό υπό το φως νέων δεδομένων. (Νικολάου & Κυριακίδου, 2002, σελ. 35)

Ο ρόλος της δεξιότητας διατύπωσης υποθέσεων -προβλέψεων

Μια από τις δεξιότητες της επιστημονικής μεθοδολογίας είναι η **πρόβλεψη**. Η πρόβλεψη είναι ένα σημαντικό στάδιο στη διδασκαλία με διερευνητική μέθοδο. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να θέτει την ερώτηση : «Τι νομίζετε ότι θα συμβεί αν ...». Οι μαθητές αφού κάνουν την πρόβλεψη τους πρέπει να σχεδιάζουν τρόπους για τον έλεγχο της. Η πρόβλεψη πρέπει να στηρίζεται σε δεδομένα και σ' αυτό το σημείο βρίσ

κεται η λεπτή διαφορά ανάμεσα στην πρόβλεψη και στην υπόθεση, η οποία έχει να κάνει με την εξήγηση των φαινομένων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα πρόβλεψης είναι η πρόγνωση του καιρού. Οι επιστήμονες με δεδομένα διάφορες μετρήσεις όπως της ταχύτητας των ανέμων, της

θερμοκρασίας, της πίεσης κατα-σκευάζουν ένα μοντέλο του καιρού που μοιάζει πολύ με τον καιρό που επικρατεί τις επόμενες μέρες (Κόκκοτας, 2002).

Ο μαθητής, ειδικά στις φυσικές επιστήμες, περιγράφει αυτό που πιστεύει ότι θα συμβεί, βασιζόμενος στις βιωματικές του εμπειρίες του και τις θεωρίες που έχει αναπτύξει. Μια πρόβλεψη μπορεί να είναι σωστή ή λάθος. Κατόπιν, ο εκπαιδευτικός πρέπει να ζητάει από το μαθητή να δικαιολογεί την πρόβλεψή του. Για παράδειγμα πριν από την πραγματοποίηση ενός πειράματος (ανοικτό κύκλωμα με λαμπάκι) μπορούμε να ρωτήσουμε: «Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί;» (θ' ανάψει το λαμπάκι;).

Μια παρόμοια δεξιότητα της επιστημονικής μεθοδολογίας είναι η **διατύπωση υπόθεσης**. Υπόθεση είναι η διατύπωση μιας πιθανής εξήγησης ή θεωρίας για ένα γεγονός ή φαινόμενο με τρόπο που αυτή μπορεί να διερευνηθεί αργότερα (Νικολάου & Κυριακίδου, 2002, σελ. 40). Οι υποθέσεις στην επιστήμη παράγονται από κατά εικασία υπολογισμούς. Οι υποθέσεις πρέπει να δοκιμαστούν, να ελεγχθούν, να απορριφθούν ή να επιβεβαιωθούν και να μετατραπούν σε συμπεράσματα (νόμους) που περιγράφουν τη συμπεριφορά φαινομένων και συστημάτων στο φυσικό κόσμο. Η ιστορία των επιστημών δείχνει ότι πάρα πολύ συχνά μια υπόθεση έγινε ένα εξαιρετικά παραγωγικό κίνητρο για την παραπέρα ανάπτυξη της γνώσης (Κόκκοτας, 2002).

Το παιδί, χρησιμοποιώντας τις παρατηρήσεις και τις ερμηνείες του, διατυπώνει πολλές φορές πιθανές υποθέσεις για τα φαινόμενα, απαντώντας σε ερωτήσεις, όπως: «Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει;», «Με ποιο τρόπο νομίζεις ότι προκαλείται αυτό». Για να καλλιεργήσει ο εκπαιδευτικός τη δεξιότητα της υπόθεσης στον μαθητή, πρέπει να τον ενθαρρύνει και να του προτείνει τρόπους για να διερευνά κάποιες από τις εξηγήσεις του.

Ο ρόλος του πειράματος στη μάθηση

Τα πειράματα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να δίνουν απάντηση σε μία καθορισμένη ερώτηση που αφορά φυσικές διαδικασίες. Πρέπει να υπάρχει ένας δομημένος τρόπος για να γίνει παρατήρηση, να μεταβληθούν κάποιοι παράγοντες ενώ άλλοι όχι κτλ. Ο στόχος είναι τα πειράματά να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν τις φυσικές έννοιες και γενικότερα τη θεωρία.

Όταν τα πειράματα σχεδιάζονται μόνο με βάση τη θεωρία και δεν έχει δοθεί έμφαση στην πρόκληση γνωστικών συγκρούσεων με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, τα αποτελέσματα είναι

περιορισμένα ως προς την κατανόηση των φυσικών εννοιών. Η δικαιολόγηση αυτού του γεγονότος είναι ότι στο μαθητή υπάρχουν δύο είδη αναπαραστάσεων. Το ένα αφορά τα χρησιμοποιούμενα όργανα αυτά καθαυτά, δηλαδή την εικόνα τους στη σκέψη του μαθητή. Το δεύτερο είδος είναι μια σχηματική αναπαράσταση των ίδιων οργάνων, που κατασκευάζεται με τη βοήθεια συμβόλων που παρέχουν οι θεωρίες και είναι αυτό το ιδανικό όργανο πάνω στο οποίο πρέπει να συγκεντρώσει τη σκέψη του και να εφαρμόσει τους νόμους και τους τύπους της φυσικής.

«Μεταξύ των αφηρημένων συμβόλων και ενός συγκεκριμένου γεγονότος μπορεί να υπάρξει αντιστοιχία, αλλά ποτέ δεν μπορεί να υπάρξει ισότητα. Τα αφηρημένα σύμβολα δεν μπορούν να αποτελέσουν επαρκή αναπαράσταση των συγκεκριμένων γεγονότων ή οργάνων. Αυτό σημαίνει ότι παρά την παρουσία των οργάνων και συσκευών για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, το υποκείμενο πρέπει να εργαστεί στο αφηρημένο επίπεδο με τη χρήση συμβόλων και διαγραμμάτων. Ο ρόλος του πειράματος έγκειται στο να βοηθήσει το υποκείμενο να συλλάβει το αφηρημένο χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο που είναι η πειραματική διάταξη»(Κόκκοτας, 1998, σ. 64).

Ο ρόλος της ικανότητας εύρεσης πληροφοριών

Ο μαθητής εκπαιδεύεται στην αναζήτηση, εύρεση, κριτική αξιολόγηση της πληροφορίας και, κατόπιν, στην αξιοποίησή της με αποτελεσματικό τρόπο, ώστε να καταστεί χρήσιμη για την έρευνά του, αποκτά με άλλα λόγια πληροφοριακό γραμματισμό που κρίνεται απαραίτητος για τις απαιτήσεις του 21ου αιώνα. Ο μαθητής μαθαίνει «πώς να μαθαίνει», πώς να διαχειρίζεται και να αξιοποιεί την εκάστοτε πληροφορία με τη διαδικασία της αυτομόρφωσης και ο διδάσκων αυξάνει τις πιθανότητες επίτευξης των διδακτικών του στόχων. Η διδασκαλία ξεφεύγει από την παραδοσιακή της μορφή, η χρήση του ενός εγχειριδίου περιορίζεται, η σείρα αποστήθιση εγκαταλείπεται, και ο μαθητής αναλαμβάνει ενεργό ρόλο, καθώς διευρύνει τους ορίζοντές του αναζητώντας μόνος του τη γνώση. Ακόμα μαθαίνει να εξασκεί την κριτική του ικανότητα για να βρει πληροφορίες που είναι έγκυρες και αξιόπιστες προσπαθώντας να κάνει συνδυασμό από διαφορετικές πηγές που να συμφωνούν μεταξύ τους.

Ο ρόλος της συνεργατικής προσπάθειας

Οι Φυσικές Επιστήμες είναι προϊόν της ανθρώπινης συνεργατικής προσπάθειας. Οι επιστημονικές ιδέες είναι προϊόντα κοινών προσπαθειών και σίγουρα οι μαθητές δεν μπορούν να τις

ανακαλύψουν μόνοι τους «ρωτώντας τη φύση». Για να μπορέσουν να δουν τον κόσμο με τα μάτια των επιστημόνων, πρέπει να υπάρξει διάλογος και συζήτηση αλλά και για να μπορέσουν να κατανοήσουν το πώς αναπτύσσονται οι φυσικές επιστήμες αυτό πρέπει να αντανakλάται και στις διαδικασίες μάθησης που λαμβάνουν χώρα μέσα στην τάξη. Μια ομάδα αποτελείται από μέλη, που έχουν τη δυνατότητα μέσω της συνεργατικής μάθησης να μοιραστούν μαθησιακές εμπειρίες, να αλληλοσυμπληρωθούν και να οικοδομήσουν νέα γνώση. Σε ένα ιδανικό συνεργατικό περιβάλλον μάθησης το κάθε μέλος συμμετέχει ενεργά στην ομάδα και συμβάλει ισότιμα στην ολοκλήρωση των στόχων της. Στα πραγματικά μαθησιακά περιβάλλοντα, όμως θα πρέπει να μελετηθεί και να αξιολογηθεί η εξατομικευμένη και συνεργατική μάθηση και ο τρόπος που αυτές αλληλοεπηρεάζονται, καθ' όλη τη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης.

Ο ρόλος της ικανότητας κατασκευής μοντέλων

Στις φυσικές επιστήμες λέγοντας μοντέλο εννοούμε ένα ανθρώπινο κατασκεύασμα, ένα αντικείμενο φυσικό ή συμβολικό το οποίο φτιάχνει κάποιος για να αναπαραστήσει ένα κομμάτι του φυσικού κόσμου. Κατά συνέπεια, μοντελοποίηση είναι η δεξιότητα που αφορά την οικοδόμηση μοντέλων σε σχέση με φυσικά φαινόμενα και καταστάσεις. Η μοντελοποίηση απαιτεί ιδιαίτερη δεξιότητα κριτικής σκέψης που υποστηρίζει τη διαδικασία της μάθησης και είναι μία σύνθετη διαδικασία που η ανάπτυξη της στηρίζεται στην κατανόηση αρκετών από τις απλές δεξιότητες όπως είναι η παρατήρηση, η ταξινόμηση, η μέτρηση, η επικοινωνία και η υποβολή ερωτημάτων. .

Αυτή η ικανότητα διερευνάται στο τελευταίο μέρος της 2^{ης} μελέτης περίπτωσης που πρέπει οι μαθητές να σκεφτούν και να προτείνουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα στο οποίο να ανάβουν λαμπάκια ή λεντάκια χωρίς τη χρήση μπαταρίας ή πρίζας.

5.2. Παιδαγωγικές αρχές

Θεωρητική προσέγγιση- Προτεινόμενη Εκπαιδευτική μέθοδος

Βασική διδακτική προσέγγιση είναι η συνεργατική διερεύνηση, βασικές αρχές της οποίας είναι:

- Η αναγνώριση του κοινωνικού χαρακτήρα της γνωστικής διαδικασίας.

- Η σημαίνουσα θέση και ο καθοριστικός ρόλος της γλώσσας και της λεκτικής αλληλεπίδρασης στο μετασχηματισμό και στην οικειοποίηση της γνώσης.
- Η αξιοποίηση των απόψεων και των στρατηγικών των μαθητών.

Τα τρία βήματα για τη δημιουργία δραστηριοτήτων σύμφωνα με τη συνεργατική διερεύνηση είναι:

- 1) Δημιουργία κινήτρου για μάθηση
- 2) Οικοδόμηση γνώσης μέσω διερεύνησης και κοινωνικής αλληλεπίδρασης
- 3) Εφαρμογή-αναδόμηση γνώσης

Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά, συνεργάζονται, ανταλλάσσουν απόψεις οικειοποιούμενοι σταδιακά ο καθένας με τον τρόπο του έννοιες και ικανότητες που εμπλέκονται στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών.

Ο δάσκαλος έχει καθοδηγητικό, διαμεσολαβητικό ρόλο. Καθοδηγεί με τέτοιο τρόπο τη διαδικασία ώστε να αναδεικνύονται οι προϋπάρχουσες απόψεις των μαθητών και οι στρατηγικές τους, προσφέρει κίνητρα, καλλιεργεί τη θετική αλληλεπίδραση και το σεβασμό στις ομάδες, παροτρύνει τους μαθητές που συναντούν δυσκολίες, δίνει ανατροφοδότηση, τους κάνει να νοιώθουν δημιουργικοί και ισότιμοι και γενικότερα ενεργεί κατάλληλα, ώστε να εξασφαλίζεται ο επιθυμητός προσανατολισμός συνεργατικής διερεύνησης.

Προσπαθεί επίσης να συσχετίσει τις εξωσχολικές και τις καθημερινές εμπειρίες με τις σχολικές εμπειρίες. Μέσω συνεργατικών διαδικασιών οι μαθητές πετυχαίνουν την εμπέδωση γνώσεων, τη διαμόρφωση στάσεων και αξιών, καλλιεργούν δεξιότητες και μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν. Ως μοντέλο διδασκαλίας προτείνεται η «διερευνητική μάθηση» σε συνδυασμό με την διαμορφωτική αξιολόγηση, στα πλαίσια της οποίας οι μαθητές με συγκεκριμένα φύλλα εργασίας διερευνούν το διδακτικό υλικό και οικοδομούν συνεργατικά τη νέα γνώση, διενεργώντας συνεχώς αυτοαξιολόγηση και ετεροαξιολόγηση.

Συνοψίζοντας, θα λέγαμε ότι η μεθοδολογική προσέγγιση που υιοθετήθηκε εστιάστηκε στα εξής: Προσανατολισμός-κινητοποίηση συμμετοχής-ανάδυση και καταγραφή πρότερων γνώσεων και βιωμάτων-εισαγωγή πληροφορίας-γνωστική σύγκρουση-αναδόμηση στάσεων και μετασχηματισμός σε γνώση

6. Δεδομένα και στόχοι των περιπτώσεων μελέτης

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν η ταυτότητα της έρευνας, το γενικό πλαίσιο μαθήματος, οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες

6.1. Η ταυτότητα της έρευνας.

Το παρόν διδακτικό σενάριο με τίτλο «ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ-ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ-ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΜΟΝΩΤΕΣ» εφαρμόστηκε σε τρία τμήματα της Γ' γυμνασίου, σε γυμνάσιο της περιοχής του Αγίου Ιωάννη Ρέντη, στο νομό Αττικής κατά το πρώτο τρίμηνο της σχολικής χρονιάς 2016 -17.

Οργάνωση Τάξης: Σε κάθε τμήμα υπήρχαν περίπου είκοσι τρεις μαθητές οι οποίοι χωρίζονταν σε πέντε ομάδες τετραμελείς και πενταμελείς κατά τη διάρκεια των ομαδικών δραστηριοτήτων. Επιδιώξαμε τη συμμετοχή όλων των μαθητών σε δομημένες και οργανωμένες δραστηριότητες., μέσω ομαδοσυνεργατικών διαδικασιών που ευνοούν τη διαδικασία της μάθησης. Οι ομάδες απαρτιζόνταν από τρεις- τέσσερις μαθητές χαμηλής ή μέτριας επίδοσης και έναν μαθητή υψηλής επίδοσης, γιατί η γενική επίδοση των παιδιών στη συγκεκριμένη τάξη ήταν πολύ χαμηλή. Στις δραστηριότητες πήραν μέρος και οι μαθητές των τμημάτων της ένταξης, δηλαδή οι μαθητές που έχουν πιστοποιηθεί από τα ΚΕΕΔΥ ότι έχουν μαθησιακά προβλήματα και οι οποίοι έρχονται στην τάξη μόνο τη μία από τις δύο ώρες την εβδομάδα που διδάσκεται το μάθημα της φυσικής.

Εργαστηριακές Υποδομές: Τα φύλλα εργασίας με τα πειραματικά αποτελέσματα, συμπληρώθηκαν στο χώρο του εργαστηρίου φυσικής, ενώ τα υπόλοιπα συμπληρώθηκαν στην αίθουσα διδασκαλίας. Αυτό συνέβη λόγω του μεγάλου μεγέθους του σχολείου που έχει δυναμικό τετρακοσίων παιδιών, με αποτέλεσμα το εργαστήριο να είναι συνεχώς κατειλημμένο. Το φύλλο εργασίας σύμφωνα με το οποίο πρέπει οι μαθητές να αναζητήσουν και να καταγράψουν πληροφορίες από το διαδίκτυο για τη δημιουργία των κεραυνών και των αστραπών, τους ζητήθηκε να συμπληρωθεί στο σπίτι τους, διότι δεν υπήρχαν υπολογιστές στο εργαστήριο φυσικών επιστημών. Όμως επειδή υπήρξε μικρή ανταπόκριση από το πρώτο τμήμα, ζητήθηκε η συνεργασία του καθηγητή της πληροφορικής, ώστε οι μαθητές του δεύτερου και του τρίτου τμήματος να βρουν τις απαντήσεις που ήθελαν στο διαδίκτυο την ώρα του μαθήματος της πληροφορικής που πραγματοποιείται σε αίθουσα πλήρως εξοπλισμένη με ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Επίσης το ίδιο εργαστήριο της πληροφορικής χρησιμοποιήθηκε από τους μαθητές για τις δραστηριότητες των εικονικών πειραμάτων που έχουν σχέση με το σχεδιασμό κυκλωμάτων και τη μέτρηση της αγωγιμότητας διαφόρων υλικών.

Οι εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές είναι : Ηλεκτρισμός Γ' τάξης Γυμνασίου, ΤΠΕ, Το σενάριο απευθύνεται σε μαθητές της Γ' τάξης του Γυμνασίου, Η δραστηριότητα είναι πλήρως συμβατή με το Α.Π.Σ. και το Δ.Ε.Π.Π.Σ, εφόσον αποτελεί θέμα ενότητας στο βιβλίο φυσικής της Γ' τάξης Γυμνασίου και οι στόχοι που τίθενται άπτονται πλήρως του αναλυτικού προγράμματος.

Διάρκεια: Το σενάριο αποτελείται από 2 επιμέρους σχέδια μαθήματος. Το πρώτο με τίτλο «Εισαγωγή στον ηλεκτρισμό» μπορεί να υλοποιηθεί σε 1-2 διδακτικές ώρες και το δεύτερο με τίτλο «Μελέτη αγωγιμότητας διαφόρων υλικών» σε 3 διδακτικές ώρες ,συν 1 διδακτική ώρα ακόμη αν χρησιμοποιηθεί και το εργαστήριο πληροφορικής για το εικονικό πείραμα.

6.2. Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Οι μαθητές χρησιμοποίησαν ομαδικά και ατομικά φύλλα εργασίας (ΦΕ).

Στο εργαστήριο πληροφορικής υπήρχαν 12 υπολογιστές με εγκατεστημένα τα παρακάτω λογισμικά, αλλά και με δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο. Κάθε σταθμός εργασίας αναλογούσε σε 2 μαθητές.

Για την προσομοίωση πειραμάτων διαπίστωσης αγωγών και μονωτών σε μορφή εικονικού εργαστηρίου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό: PhET: Προσομοίωση ηλεκτρικού κυκλώματος (Πανεπιστήμιο Κολοράντο)

http://phet.colorado.edu/sims/circuit-construction-kit/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_el.jnlp

Επίσης υπάρχει και η δυνατότητα αξιοποίησης Εκπαιδευτικού Λογισμικού του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου (CD-ROM) Φυσικά Ε' & ΣΤ' Δημοτικού (δραστηριότητα για αγωγούς και μονωτές):

<http://www.pi-schools.gr/software/dimotiko/fysika-E-ST.zip>

Στο εργαστήριο φυσικών επιστημών χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υλικά:

Λαμπάκια φακών	Αλουμινόχαρτο	Χαρτί
Καλώδια με κροκοδειλάκια	Λεμόνια	Χάλκινο κέρμα
Μολύβια ξυσμένα και στις δύο άκρες	Ξύδι	Γυάλινος δοκιμαστικό σωλήνα

Μπαταρίες 4.5V και 1,5V	χρυσό δακτυλίδι	Ξύλινο μανταλάκι
Μονωτική ταινία	Ασημένιο δακτυλίδι	Αλατόνερο
Πλαστελίνη	Πλαστικό στυλό	Ζαχαρόνερο
Αμπερόμετρο	βολτόμετρο	Θειικό οξύ

Μέσα στις αίθουσες διδασκαλίας χρησιμοποιήθηκε ο βιντεοπροβολέας του διαδραστικού πίνακα για παρουσίαση εικόνων και video από το YouTube.

6.3. Το γενικό πλαίσιο μαθήματος

Η προσέγγιση της παρέμβασης βασίζεται στο μοντέλο της διερευνητικής μάθησης (Inquiry Based Learning - IBL).

Η προστιθέμενη αξία του συγκεκριμένου σεναρίου έγκειται στο γεγονός, ότι καθοδηγεί τον εκπαιδευτικό, εφαρμόζοντας συνδυασμό ποικίλων μοντέρνων τεχνικών αξιολόγησης, να αποτιμήσει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια και πληρότητα την ατομική και ομαδική επίδοση των μαθητών του.

Ως προς το ΔΕΠΠΣ, υπηρετεί θεμελιώδεις έννοιες διαθεματικής προσέγγισης, όπως: αλληλεπίδραση (π.χ. αλληλεπίδραση στοιχείων ενός κυκλώματος), μεταβολή (π.χ. η λειτουργία ενός κυκλώματος μεταβάλλεται ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούνται), ομοιότητα – διαφορά (π.χ. ομοιότητες και διαφορές αγωγών - μονωτών), επικοινωνία (π.χ. εξοικείωση των μαθητών με την επιστημονική ορολογία: αγωγός, μονωτής).

Προστιθέμενη αξία εργαστηριακών πειραμάτων + ΤΠΕ + διαμορφωτικής αξιολόγησης:

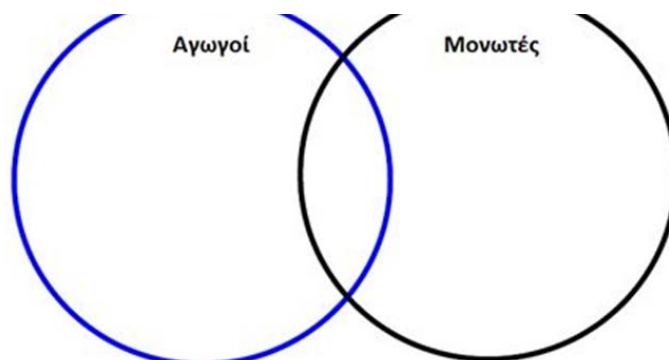
Η αξιοποίηση των εργαστηρίων (Φ.Ε) σε συνδυασμό με την χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία επιτρέπει τη μετάβαση από το δασκαλοκεντρικό χαρακτήρα της διάλεξης στο μαθητοκεντρικό μοντέλο της διερευνητικής μάθησης μέσα από την αναζήτηση της γνώσης στις πηγές. Ο δάσκαλος σε όλη τη διάρκεια του μαθήματος διαπιστώνει, εντοπίζει, ελίσσεται και μέσω της διαμορφωτικής αξιολόγησης αναπροσαρμόζει τους στόχους του και τις δραστηριότητες του. Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των ΤΠΕ που συνδυάζουν: ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες, αλληλεπίδραση των μαθητών με τις πηγές, αυτενέργεια των μαθητών στην πορεία του μαθήματος, σύνδεση με την καθημερινή ζωή και διαθεματικότητα τείνουν να μεγιστοποιούν τα οφέλη της τεχνολογίας στη σχολική τάξη.

6.3.1. Γνώσεις και πρότερες ιδέες ή αντιλήψεις των μαθητών

Α) Όσον αφορά στις ιδέες των μαθητών/ριών για το ηλεκτρικό ρεύμα που χρησιμοποιούν καθημερινά στο σπίτι, τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν αποσπασματική αντίληψη για τη μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος. Πιστεύουν, δηλαδή, πως το ηλεκτρικό ρεύμα "έρχεται" από την πρίζα του τοίχου όπου είναι αποθηκευμένο, ενώ, επηρεασμένα από εμπειρίες καθημερινής ζωής, δείχνουν να μην έχουν κατανοήσει την έννοια του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος και πιστεύουν πως για να λειτουργήσει η κάθε ηλεκτρική συσκευή χρειάζεται να συνδεθεί με ένα καλώδιο με την πρίζα του τοίχου που έχει ηλεκτρικό ρεύμα στο εσωτερικό της.

Β) Οι μαθητές θεωρούν το ηλεκτρικό ρεύμα συνώνυμο με τον ηλεκτρισμό και την ενέργεια, ενώ γενικά οι έρευνες έχουν δείξει ότι οι ιδέες των παιδιών για το ηλεκτρικό ρεύμα μπορούν να καταταγούν σε τέσσερις κατηγορίες ή μοντέλα (βλ. Driver et al., 1999). Επίσης, οι μαθητές δεν κατανοούν ότι το κύκλωμα είναι ένα δυναμικό σύστημα αλληλεξαρτώμενων στοιχείων, όπου μια αλλαγή σ' ένα στοιχείο μπορεί να φέρει αλλαγή σε άλλα στοιχεία του κυκλώματος. Οι μαθητές εξετάζουν δηλαδή μεμονωμένα τα διάφορα τμήματά ενός κυκλώματος.

Γ) Ο χωρισμός σε αγωγούς και μονωτές είναι ένα χωρισμός «μαύρου» - «άσπρου» που δεν αποτυπώνει την «πραγματική» εικόνα της επιστήμης. Δεν μπορούν να καταλάβουν την έννοια των ημιαγωγών. Για παράδειγμα, για να διαφοροποιηθούμε στη διδασκαλία μας θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε το διάγραμμα Venn που ακολουθεί, και να θέσουμε κάποια ερωτήματα όπως : Που πάει το στεγνό ξύλο; Που πάει το βρεγμένο ξύλο; Που πάει το πυρίτιο από το οποίο φτιάχνονται οι υπολογιστές; Ποια υλικά υπάρχουν στην τομή;



Σχήμα 6.3.1. Διάγραμμα Venn για την αναπαράσταση αγωγών, μονωτών και ημιαγωγών.

6.4. Σκοπός και στόχοι των περιπτώσεων μελέτης

A. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Κύριος διδακτικός στόχος είναι οι μαθητές να:

- Συνδέσουν την έννοια του ηλεκτρισμού με την καθημερινή ζωή.
- μπορούν να σχεδιάζουν ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα για τη μελέτη της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των υλικών, με τα κατάλληλα σύμβολα σχεδίασης
- να αποκτήσουν βασικές γνώσεις για το φαινόμενο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας.
- Να κατανοήσουν το ρόλο της ηλεκτρικής πηγής.

Αναλυτικότερα οι μαθητές πρέπει να:

- συσχετίσουν τα στοιχεία ενός κυκλώματος με τα αντίστοιχα σύμβολα και να το σχεδιάσουν.
- συνδέσουν τα υλικά που απαιτούνται για την δημιουργία ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος.
- οικοδομήσουν τις έννοιες 'μονωτής' και 'αγωγός' και να τις συνδέσουν με την ιδιότητα της αγωγιμότητας του ηλεκτρικού ρεύματος,
- ανακαλέσουν οι μαθητές τις γνώσεις τους ως προς το διαχωρισμό των υλικών σε αγωγούς και μονωτές του ηλεκτρικού ρεύματος.
- διαπιστώσουν πειραματικά οι μαθητές μας την ύπαρξη υλικών που άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και υλικών που δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

- διερευνήσουν πώς αλλάζει η φωτεινότητα του λαμπτήρα του κυκλώματος αν αλλάξουν το μήκος του γραφίτη ή την περιεκτικότητα των υδατικών διαλυμάτων ή το πλήθος των μπαταριών που θα χρησιμοποιήσουν.
- παράξουν ρεύμα χωρίς να χρησιμοποιήσουν πρίζα ή μπαταρία.

Β. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Οι ΤΠΕ σήμερα δίνουν νέες δυνατότητες στους μαθητές όπως:

- να χρησιμοποιούν τον Η/Υ ως εργαλείο νοητικό, ανάπτυξης της σκέψης, ανακάλυψης και δημιουργίας
- να χρησιμοποιούν τον Η/Υ ως διερευνητικό εργαλείο στις μαθησιακές τους δραστηριότητες χρησιμοποιώντας το κατάλληλο εκπαιδευτικό λογισμικό (ιδιαίτερα το ανοιχτό, διερευνητικής μάθησης) και να ασκηθούν στη χρήση του λογισμικού αυτού
- να εξοικειωθούν με το ενεργητικό και διερευνητικό μοντέλο μάθησης
- να προσεγγίσουν τις ΤΠΕ ως εργαλεία και πηγές μάθησης.
- να αποκτήσουν ερευνητική διάθεση χρησιμοποιώντας εφαρμογές, όπως το λογισμικό οπτικοποίησης και προσομοίωσης (PHET).

Γ. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Αναμένεται οι μαθητές:

- να οικοδομήσουν τη γνώση αναλαμβάνοντας κεντρικό και ενεργητικό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία
- να οικοδομήσουν τη γνώση μέσω της ανακάλυψης-διερεύνησης

- να αναπτύξουν δεξιότητες συνεργατικής μάθησης
- να οικοδομήσουν τη γνώση με τρόπο διερευνητικό
- να εκτιμήσουν της αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης.
- να εξοικειωθούν με τη διερεύνηση μέσα από το πληροφοριακό υλικό που παρέχουν λογισμικά
- να δραστηριοποιηθούν στο πλαίσιο της διερευνητικής - βιωματικής μάθησης.
- να αναπτύξουν αυτενέργεια και να μάθουν να οικοδομούν μόνοι τους της γνώση.
- να εργάζονται σε ομάδες ανομοιογενείς, μοιραζόμενοι εργασίες και αρμοδιότητες

Όλοι οι παραπάνω στόχοι οδηγούν στο να αποκτηθούν οι εξής σημαντικές και απαραίτητες ικανότητες για τον πολίτη του 21ου αιώνα:

- Μεταγνωστικές ικανότητες («μαθαίνω πώς να μαθαίνω»)
- Κοινωνικές ικανότητες και ικανότητες που σχετίζονται με την ιδιότητα του πολίτη, όπως συνεργατικότητα
- Ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας
- Ανάπτυξη επιστημονικής παιδείας
- Βασικές ικανότητες στις φυσικές επιστήμες και στην τεχνολογία

7. Ανάλυση των δραστηριοτήτων στις περιπτώσεις μελέτης

Όπως στις άλλες διδακτικές προσεγγίσεις, έτσι και στη διερευνητική, το ξεκίνημα πρέπει να είναι καλά οργανωμένο, ώστε να τραβήξει την προσοχή των μαθητών, να τους προκαλέσει το ενδιαφέρον, να εξάψει τη φαντασία τους και να διεγείρει την περιέργειά τους. Η αρχή δεν είναι μονόδρομη, ωστόσο το καλό ξεκίνημα πρέπει να διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους κάνει να απολαμβάνουν ό,τι συμβαίνει γύρω τους.

«Στη φάση αυτή ο ρόλος του δασκάλου περιορίζεται στο να εισάγει τα παιδιά στην καινούργια τους περιπλάνηση, να τα ενθαρρύνει και να τα βοηθήσει να νιώθουν ασφάλεια με αυτό που κάνουν. Το κυρίαρχο σε αυτή τη φάση είναι η αλληλεπίδραση των παιδιών μεταξύ τους σχετικά με το τι θα θεωρήσουν σημαντικό και που θα εστιάσουν την προσπάθειά τους. Οι αισθήσεις και η σκέψη τους πρέπει να συντονιστούν ώστε να διεξάγουν ικανοποιητικά τις επιστημονικές διαδικασίες» (Κόκκοτας, 1998, σ. 124).

7.1. Οι δραστηριότητες στην πρώτη μελέτη περίπτωσης

Η 1η μελέτη περίπτωσης με τίτλο «Εισαγωγή στον ηλεκτρισμό» (Ερέθισμα-Διατύπωση υποθέσεων) έχει ως στόχο τη σύνδεση της έννοιας του ηλεκτρισμού με την καθημερινή ζωή για πρόκληση ενδιαφέροντος, την ανίχνευση των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών για τον ηλεκτρισμό και τη μελέτη της μεταβολής των γνωστικών δομών των μαθητών για τον ηλεκτρισμό μετά την ολοκλήρωση της ενότητας.

7.1.1. Οι δραστηριότητες στην Α φάση της πρώτης μελέτης περίπτωσης

Αφόρμηση- Διατύπωση υποθέσεων - Σύνδεση με καθημερινότητα

Η διδασκαλία αρχίζει με την παρατήρηση ενός φαινομένου κατά τη διάρκεια ενός πολύ απλού πειράματος (βήμα 1) που πραγματοποιούν οι μαθητές πολύ εύκολα μέσα στην τάξη και το διάλογο γύρω από παρόμοια φαινόμενα ηλεκτροστατικής έλξης που προκαλούνται μετά από τριβή στην καθημερινή τους ζωή. Το μάθημα αυτό πραγματοποιείται στην αρχή του κεφαλαίου για τον στατικό ηλεκτρισμό, οπότε οι γνώσεις που έχουν οι μαθητές είναι μόνο βιωματικές. Ο καθηγητής

δείχνει εικόνες και video από το YouTube (βήμα 2) με τέτοιου είδους παραδείγματα όπως τα μαλλιά που «πετάνε» μετά από το χτένισμα ή παιδιών που ηλεκτρίζονται μετά από την τσουλήθρα που κάνουν και ζητάει από τους μαθητές να του εξηγήσουν τι υποθέτουν ότι συμβαίνει και γιατί (αιτιολόγηση υπόθεσης).

Στο (βήμα 2) της ίδιας δραστηριότητας ξεκινάει η φάση της ανάδειξης των ιδεών των μαθητών. «Με τον όρο «ανάδειξη» εννοούμε να εκφράσουν οι μαθητές γραπτά ή προφορικά τις ιδέες τους. Έτσι ξεδιαλύνουν και αποκαλύπτουν τις εντυπώσεις που τους δημιουργήθηκαν στη φάση του προσανατολισμού, ενώ προσπαθούν να τη συσχετίσουν με προηγούμενες εμπειρίες τους. Θα πρέπει να δομήσουν, να οργανώσουν αυτό που σκέπτονται και να το συγκρίνουν με τις απόψεις των συμμαθητών τους», (Κόκκοτας 1998). Αυτή η φράση της εξωτερίκευσης είναι πολύ σημαντική γιατί ο μαθητής εξωτερικεύει τις ιδέες του και ο δάσκαλος ανακαλύπτει έτσι τι σκέφτεται ο μαθητής και προσπαθεί να οργανώσει και να δομήσει το μάθημά του με τον καταλληλότερο τρόπο για κάθε περίπτωση.

Συγκεκριμένα στο βήμα 2 ενθαρρύνει τους μαθητές να του εξηγήσουν τι υποθέτουν ότι συμβαίνει με τα φαινόμενα που παρακολούθησαν στο βίντεο. Έτσι μέσα από το **διάλογο** αξιολογούνται οι ιδέες των μαθητών και οι προσωπικές τους απόψεις.

Η αξιολόγηση αυτής της φάσης προσπαθεί να εστιάσει στην ικανότητα των μαθητών να κάνουν υποθέσεις και προβλέψεις σχετικές με φαινόμενα που αφορούν στον ηλεκτρισμό. Ακόμη αξιολογείται και η επιστημονική τους επιχειρηματολογία δηλαδή, η δεξιότητα τους να αιτιολογούν τις υποθέσεις και τις προβλέψεις τους με επιστημονικά επιχειρήματα.

7.1.2. Οι δραστηριότητες στην Β φάση της πρώτης μελέτης περίπτωσης

Ανίχνευση προϋπαρχουσών ιδεών

Κατόπιν ο καθηγητής θέτει ερωτήσεις προς όλους τους μαθητές για να τους οδηγήσει σε καταγισμό σκέψεων και προβληματισμών, όπως π.χ. «Από πού προέρχεται ο ηλεκτρισμός;» Αυτή η αξιολόγηση εστιάζει στην ανίχνευση των προϋπαρχουσών ιδεών και κατά συνέπεια της επιστημονικής τους παιδείας ή μάλλον προ-παιδείας. Ακόμα θέτει ερωτήσεις που απαιτούν

αιτιολόγηση όπως «Από ποια υλικά περνάει το ρεύμα και γιατί περνάει;» ώστε να μετρήσει την ικανότητα που έχουν οι μαθητές για κριτική σκέψη και επιχειρηματολογία. Από τις απαντήσεις που δίνονται κατά τη διάρκεια του καταιγισμού ιδεών (brainstorming) ο καθηγητής καταγράφει και μετράει κάποια αποτελέσματα με τη βοήθεια ενός πινάκα (No 1), αξιολογώντας τη συνεισφορά κάποιων μαθητών ως προς την επάρκεια της επιστημονικής τους παιδείας, αλλά και της επιστημονικής τους επιχειρηματολογία.

Ο πίνακας (No1) έχει τέσσερις κλίμακες. Η πρώτη κλίμακα μετράει πόσοι μαθητές δεν δίνουν καμία απάντηση ή δίνουν μόνο λανθασμένες απαντήσεις. Η δεύτερη μετράει πόσοι μαθητές έχουν περιορισμένη ή λανθασμένη γνώση για κάποια από τα θέματα και η τρίτη πόσοι έχουν πλήρη και επαρκή γνώση για όλα τα θέματα που τους θέτονται.

Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του ατομικού φύλλου εργασίας No.1 που περιέχει το σχεδιασμό ενός εννοιολογικού χάρτη γύρω από την έννοια του ηλεκτρισμού με λέξεις που έχουν επιστημονικό περιεχόμενο ή είναι απλές καθημερινές, αλλά και των σχέσεων που νομίζουν ότι συνδέουν μεταξύ τους αυτές τις λέξεις, ανιχνεύονται οι πρότερες γνώσεις των μαθητών. Έτσι φαίνεται και πάλι η επιστημονική παιδεία των μαθητών, δηλαδή η αντίληψη που ήδη έχουν για τις διάφορες έννοιες του ηλεκτρισμού. Κατόπιν ο καθηγητής καταγράφει και μετράει αυτά τα αποτελέσματα με τη βοήθεια ενός πινάκα (No 2). Ο πίνακας αυτός μετράει ξεχωριστά το πλήθος των επιστημονικών λέξεων, των καθημερινών λέξεων, καθώς και των αιτιωδών σχέσεων μεταξύ τους και κατατάσσει τους μαθητές σ' αυτούς με επαρκή, με περιορισμένη, και με μηδενική έως ελάχιστη προϋπάρχουσα γνώση.

7.1.3 Οι δραστηριότητες στην Γ φάση της πρώτης μελέτης περίπτωσης

Μέτρηση της μεταβολής της επιστημονικής παιδείας

Στο τέλος της ενότητας του «ηλεκτρισμού» ξαναδίνεται ο ίδιος εννοιολογικός χάρτης να τον συμπληρώσουν οι μαθητές, με στόχο να αξιολογηθεί η αλλαγή των γνωστικών τους δομών και η οικοδόμηση νέας γνώσης, πάνω στη συγκεκριμένη ενότητα. Για την αξιολόγηση χρησιμοποιείται πάλι ο πίνακας No2 ,για να μπορεί να γίνει σύγκριση.

7.2. Οι δραστηριότητες στην δεύτερη μελέτη περίπτωσης

Κύριος στόχος αυτής της μελέτης από την άποψη του γνωστικού αντικειμένου είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα, οι παράγοντες που την επηρεάζουν καθώς και ο διαχωρισμός των σωμάτων σε αγωγούς και μονωτές. Για το στόχο αυτό δημιουργήθηκαν τα φύλλα εργασίας 1β,2β,3β.

Δεύτερος στόχος αυτής της μελέτης από την άποψη του γνωστικού αντικειμένου είναι ο συσχετισμός των στοιχείων από τα οποία αποτελείται ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με τα αντίστοιχα σύμβολα σχεδίασης που χρησιμοποιούνται στον ηλεκτρισμό. Γι αυτό το στόχο σχεδιάστηκε η δραστηριότητα 5 στο φύλλο εργασίας 2β και τα αποτελέσματα της αξιολογήθηκαν με τη βοήθεια ενός τεστ που δόθηκε στους μαθητές μετά από 2-3 μέρες και στο οποίο ζητήθηκε να σχεδιάσουν ένα κύκλωμα με τα κατάλληλα σύμβολα καθώς και τη σωστή συνδεσμολογία για τα αμπερόμετρα και τα βολτόμετρα.

Σε αυτή τη μελέτη περίπτωσης διερευνώνται οι δεξιότητες των μαθητών όπως: η διατύπωση υποθέσεων, ο σχεδιασμός μιας ερευνητικής διαδικασίας, η υλοποίηση πειραμάτων, ο σχηματισμός συνεκτικής επιχειρηματολογίας, η ικανότητα εύρεσης πληροφοριών, η κατασκευή ένα δικού τους μοντέλου κυκλώματος που να λειτουργεί χωρίς μπαταρία ή χρήση πρίζας και η επίτευξη συνεργασίας μέσα στην ομάδα. Έμμεσα μπορούν να εκτιμηθούν επίσης και η επιστημονική παιδεία και η επιστημονική επιχειρηματολογία των μαθητών.

Επιπλέον κατά τη διάρκεια αυτής της δραστηριότητας, οι μαθητές αναπτύσσουν τον επιστημονικό τους αλφαριθμητισμό με την εισαγωγή των συμβόλων που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος

Πριν πραγματοποιηθεί η **2^η μελέτη περίπτωσης** οι μαθητές έχουν διδαχθεί το κεφάλαιο για το στατικό ηλεκτρισμό, άρα και τη μικροσκοπική εξήγηση για το ηλεκτρικό ρεύμα. Ακόμα έχουν διδαχθεί κάποια φυσικά μεγέθη, όπως η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και η διαφορά δυναμικού, τις σχέσεις μεταξύ τους καθώς και τα όργανα μέτρησης αυτών των μεγεθών. Επιπλέον στην πέμπτη τάξη του δημοτικού είχαν διδαχθεί για τους αγωγούς και τους μονωτές. Επομένως οι ρουμπρίκες που προτείνονται, για αξιολογήσεις όπως η ικανότητα διατύπωσης υποθέσεων, η ικανότητα προβλέψεων με τεκμηριωμένη αιτιολόγηση, η ικανότητα σχεδιασμού ενός ηλεκτρικού κυκλώματος και η ικανότητα σχεδιασμού μιας διερεύνησης για την αγωγιμότητα, αξιολογούν ταυτόχρονα και την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών, και την κριτική τους σκέψη, και την

ικανότητα δημιουργίας νέων νοητικών μοντέλων. Επομένως αξιολογείται το σύνολο της επιστημονικής παιδείας που ήδη κατέχουν.

Για την αξιολόγηση αυτή θα κριθούν και θα αξιολογηθούν με τη βοήθεια ρουμπρίκων, οι απαντήσεις των μαθητών σε 3 φύλλα εργασίας, που περιλαμβάνουν τρεις φάσεις. Η φάση Α αφορά στη διατύπωση υποθέσεων, η φάση Β αφορά στην πειραματική υλοποίηση και καλύπτονται στο 1^ο φύλλο εργασίας, ενώ η φάση Γ αφορά στην εμπέδωση της γνώσης και καλύπτεται από τρεις δραστηριότητες του 2^{ου} φύλλου εργασίας. Τέλος η φάση της εμπέδωσης ολοκληρώνεται με την κατασκευή μοντέλου που οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν στο 3^ο φύλλο εργασίας.

7.2.1 Οι δραστηριότητες στην Α Φάση της δεύτερης μελέτης περίπτωσης

Συγκεκριμένα στην πρώτη φάση, που την ονομάσαμε **φάση «διατύπωσης υποθέσεων»** οι μαθητές καλούνται να αναπτύξουν τις υποθέσεις τους σχετικά με την αγωγιμότητα διάφορων υλικών, καθώς και να αιτιολογήσουν κάποιες απ' αυτές. Συγκεκριμένα οι δραστηριότητες 1 και 2 που περιέχονται στο φύλλο εργασίας 1β εστιάζουν στη διατύπωση υποθέσεων με ή χωρίς αιτιολόγηση και αξιολογούνται από τους πίνακες 3,4. Στον πίνακα (**No 3**) προτείνεται μια ρουμπρίκα με πενταβάθμια κλίμακα αξιολόγησης η οποία άμεσα αξιολογεί την ικανότητα **διατύπωσης υποθέσεων περί της αγωγιμότητας κάποιων υλικών**. Έμμεσα όμως αξιολογεί την **προϋπάρχουσα γνώση** των μαθητών, που είναι είτε βιωματική είτε έχει αποκτηθεί στην πέμπτη τάξη του δημοτικού που είχαν διδαχθεί για τους αγωγούς και τους μονωτές είτε από τα προηγούμενα μαθήματα του ίδιου κεφαλαίου που περιλάμβαναν παραγράφους για το ηλεκτρικό ρεύμα. (Οι παράγραφοι αυτοί περιλάμβαναν την μικροσκοπική εξήγηση για το ηλεκτρικό ρεύμα, τις έννοιες φυσικών μεγεθών, όπως είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και η διαφορά δυναμικού, τις σχέσεις μεταξύ τους καθώς και τα όργανα μέτρησης αυτών των μεγεθών). Κατά συνέπεια **αξιολογεί και την επιστημονική παιδεία**, που έχουν οι μαθητές.

Η κλίμακα αξιολόγησης για την ικανότητα **διατύπωσης υποθέσεων-προβλέψεων** περί της αγωγιμότητας κάποιων υλικών σχεδιάστηκε με βάση τον αριθμό των σωστών προβλέψεων που πετυχαίνει η κάθε ομάδα σε σχέση με το συνολικό αριθμό. Η απόφαση για την συγκρότηση αυτής της κλίμακας ήταν εμπειρική. Εφόσον οι μαθητές γνωρίζουν βιωματικά ποια είναι τα στερεά υλικά από

τα κινδυνεύουν από ηλεκτροπληξία, θεωρήσαμε ότι η μεσαία κλίμακα που ονομάζεται «βιωματική» περιέχει περίπου αυτά τα υλικά κι έτσι καθορίσαμε και τις υπόλοιπες.

Η ικανότητα των μαθητών για διατύπωση υποθέσεων-προβλέψεων προϋποθέτει την ικανότητα για λογικές νοητικές συνδέσεις και μετασχηματισμό της προϋπάρχουσας γνώσης. Όμως πολλές φορές έχει παρατηρηθεί ότι οι μαθητές δίνουν απαντήσεις στην τύχη που αποδεικνύονται σωστές ή αυτό που έχουν στο μυαλό τους δεν μπορούν να το εκφράσουν με λέξεις και αδυνατούν να αποδώσουν τους συνειρμούς που κάνουν για να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα ή στην επίλυση ενός προβλήματος. Γι' αυτό στο φύλλο εργασίας 1 δόθηκαν και τρεις ερωτήσεις στις οποίες πρέπει να δικαιολογήσουν τις υποθέσεις που κάνουν. Μέσα από την αξιολόγηση αυτή προκύπτει και η ικανότητα για επιστημονική παιδεία και επιστημονική επιχειρηματολογία. Στον πίνακα (**No 4**) προτείνεται μια ρουμπρίκα 4 επιπέδων η οποία αξιολογεί την ικανότητα διατύπωσης προβλέψεων με **αιτιολόγηση**. Η κατηγοριοποίηση σ' αυτή τη ρουμπρίκα έγινε με βάση τον αριθμό των σωστών αιτιολογήσεων που έκαναν οι ομάδες.

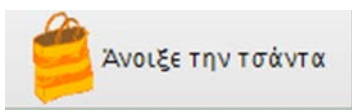
Στη δεύτερη δραστηριότητα της πρώτης φάσης οι ομάδες καλούνται να σχεδιάσουν μια έρευνα για να ελέγξουν την αγωγιμότητα διαφορετικών υλικών, χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με μία μόνο λάμπα. Αρχικά, πρέπει να σχεδιάσουν μια έρευνα, δηλαδή να περιγράψουν ένα τέτοιο κύκλωμα με το οποίο θα μπορέσουν να διερευνήσουν τις υποθέσεις τους, σχετικά με την αγωγιμότητα κάποιων υλικών. Η ικανότητα σχεδιασμού διερεύνησης αξιολογείται με τον πίνακα (**No 5α**), που περιέχει μια ρουμπρίκα 4 επιπέδων η οποία βασίζεται στον αριθμό και στο είδος των υλικών που οι ομάδες επέλεξαν για τη διερεύνηση, καθώς και στο κατά πόσο κατάφεραν να την περιγράψουν ολοκληρωμένα.

Στη συνέχεια οι ομάδες πρέπει να σχεδιάσουν με απλά καθημερινά σύμβολα το ηλεκτρικό κύκλωμα συνεχούς ρεύματος που είναι κατάλληλο για τη διερεύνηση της αγωγιμότητας κάποιου υλικού και που ήδη περιέγραψαν με λόγια. Στον πίνακα (**No 5β**) προτείνεται μια πιο ειδική ρουμπρίκα 4 επιπέδων η οποία άμεσα αξιολογεί την ικανότητα σχεδιασμού ενός απλού κυκλώματος. Οι κλίμακες αυτής της ρουμπρίκας σχεδιάστηκαν με βάση τα υλικά, τη συνδεσμολογία αλλά και τη δυνατότητα μέτρησης των παραγόντων που επηρεάζουν την αγωγιμότητα. Επειδή η ικανότητα της ανάπτυξης μιας έρευνας σχετίζεται με την αφαιρετική ικανότητα που έχει ένα άτομο, θεωρούμε ότι με τις ρουμπρίκες αυτές (**No 5α, 5β**) αξιολογείται ταυτόχρονα και αυτή η ικανότητα που είναι πολύ μεγαλύτερου βαθμού δυσκολίας (πιο πρακτική και ουσιαστική από την απλή γνώση) σε σχέση με την ικανότητα υλοποίησης κυκλωμάτων.

7.2.2 Οι δραστηριότητες στην Β Φάση της δεύτερης μελέτης περίπτωσης

Η Β Φάση ονομάζεται **πειραματική** γιατί η δραστηριότητα 4 του φύλλου εργασίας 1β εστιάζει στην ικανότητα για πειραματική υλοποίηση, είτε σε πραγματικό είτε σε εικονικό εργαστήριο, αν δεν υπάρχει δυνατότητα υλοποίησης πραγματικού πειράματος. Εξάλλου τα εικονικά εργαστήρια προσφέρουν διάφορες παροχές σε σχέση με τα πραγματικά εργαστήρια, όπως η ύπαρξη πολλαπλών αναπαραστάσεων που φαίνεται πως οδηγούν σε αυξημένη ικανότητα μετασχηματισμού των ηλεκτρικών κυκλωμάτων από μία αναπαράσταση σε άλλες και αυξημένη ικανότητα επίλυσης σύνθετων προβλημάτων (Taramopoulos & Psillos 2012).

Για καλύτερα αποτελέσματα εμείς πραγματοποιήσαμε το ίδιο πείραμα και με τους δύο τρόπους, δίνοντας έμφαση όμως στο πραγματικό. Οι μαθητές/τριες, σε ομάδες των δυο, εργάστηκαν με το ίδιο φύλλο εργασίας που δόθηκε και για το πραγματικό εργαστήριο, στο οποίο όμως έπρεπε να συμπληρώσουν και τα υλικά που προτείνει το εικονικό εργαστήριο «phet» του πανεπιστημίου του Colorado να μελετηθούν ως προς την αγωγιμότητα τους. Τα υλικά αυτά βρίσκονται μέσα στην τσάντα που υπάρχει στην προσομοίωση και εμφανίζονται μόλις την ανοίξουν.



Κατόπιν με την βοήθεια του **Πίνακα 6** αξιολογήθηκε η ικανότητα των μαθητών ως προς την υλοποίηση πειραμάτων στο πραγματικό εργαστήριο. Η ρουμπρίκα αυτή σχεδιάστηκε με βάση το κατά πόσο οι ομάδες κατάφεραν να υλοποιήσουν ολοκληρωμένα τα κυκλώματα που είχαν σχεδιάσει, χωρίς να δημιουργήσουν βραχυκυκλώματα, αλλά και να πετύχουν να μετρήσουν την αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων που ήταν αρκετά πιο δύσκολο.

7.2.3 Οι δραστηριότητες στην Γ Φάση της δεύτερης μελέτης περίπτωσης

Η Γ Φάση ονομάζεται φάση **εμπέδωσης** και ξεκινάει με δραστηριότητες ανασκόπησης και εξαγωγής συμπερασμάτων.

Συγκεκριμένα η δραστηριότητα 6 του φύλλου εργασίας 2β εστιάζει στην ικανότητα για εξαγωγή συμπερασμάτων και διατύπωση λειτουργικών ορισμών και αξιολογείται από τις ίδιες τις απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές σε αυτό το φύλλο εργασίας, όπου καλούνται να συμπληρώσουν ένα κείμενο με όσα κατανόησαν και έμαθαν πάνω στο γνωστικό αντικείμενο από τις προηγούμενες δραστηριότητες.

Κατόπιν ο καθηγητής με τη δραστηριότητα 7 του φύλλου εργασίας 2β ζητάει από τις ομάδες να βρουν πληροφορίες από το διαδίκτυο ή άλλες πηγές (όπως επιστημονικά βιβλία ή άρθρα), για τους κεραυνούς και τις αστραπές. Μ' αυτό τον τρόπο τους οδηγεί σε καλύτερη εμπέδωση του διδασκόμενου θέματος, αλλά αξιολογεί και την διερευνητική ικανότητα που διαθέτουν οι μαθητές για εύρεση πληροφοριών από πηγές εκτός του σχολικού βιβλίου. Η ικανότητα αυτή αξιολογείται από τον πίνακα 7, του οποίου οι τέσσερις κλίμακες διαχωρίζονται ανάλογα με το πλήθος των πηγών, την εγκυρότητα τους, την συμφωνία μεταξύ τους καθώς και τη σωστή απόδοση των πληροφοριών σε περίληψη.

Μια από τις σημαντικότερες ικανότητες του 21^{ου} αιώνα είναι συνεργατικότητα, γι' αυτό δίνονται σε κάθε μαθητή δύο πίνακες να τους συμπληρώσει ατομικά. Η δραστηριότητα 8 του φύλλου εργασίας 2β εστιάζει στην ικανότητα του μαθητή να αξιολογεί τον εαυτό του ως μέλος της ομάδας και αξιολογείται με τη βοήθεια του πίνακα 8.

Η δραστηριότητα 9 του φύλλου εργασίας 2β εστιάζει στην ικανότητα του μαθητή να αξιολογεί τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας ως προς τη συνεργατικότητα τους και αξιολογείται με τη βοήθεια του πίνακα 9.

Η δραστηριότητα 10 του φύλλου εργασίας 3β εστιάζει στην σύνθετη ικανότητα της κατασκευής μοντέλων και αξιολογείται από τον πίνακα 10. Αυτή η ικανότητα διερευνάται στο τελευταίο μέρος της 2ης μελέτης περίπτωσης που δίνεται στις ομάδες το φύλλο εργασίας 3α και ζητείται από τους μαθητές να σκεφτούν και να προτείνουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα στο οποίο να ανάβουν λαμπάκια ή λεντάκια χωρίς τη χρήση μπαταρίας ή πρίζας.

8. Σχεδιασμός δραστηριοτήτων και τεχνικών αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών

8.1. 1^η Μελέτη Περίπτωσης «Εισαγωγή στον ηλεκτρισμό»

Στόχος:	<p>Η σύνδεση της έννοιας του ηλεκτρισμού με την καθημερινή ζωή.</p> <p>Η ανίχνευση των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών για τον ηλεκτρισμό και άρα της επιστημονικής τους παιδείας</p> <p>Η μελέτη της μεταβολής των γνωστικών δομών των μαθητών για τον ηλεκτρισμό και η αξιολόγηση της</p>	
Εστίαση στις δεξιότητες διερεύνησης	<p>Διατύπωση υποθέσεων με σκοπό τη σύνδεση της έννοιας του ηλεκτρισμού με την καθημερινή ζωή.</p> <p>Σχεδιασμός του εννοιολογικού χάρτη και ανάδειξη προϋπαρχουσών ιδεών</p>	
Επιστημονική αιτιολόγηση	<p>Η αιτιολόγηση των υποθέσεων και των προβλέψεων με επιστημονικά επιχειρήματα. (βάσει επιστημονικής σκέψης)</p>	
Επιστημονική παιδεία	<p>Η αντίληψη των εννοιών που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό με επιστημονικό τρόπο</p>	
Μέθοδοι αξιολόγησης	<p>Διάλογος στην τάξη - καταιγισμός ιδεών (brainstorming)</p>	<p>Εργαλείο αξιολόγησης: Πίνακας 1</p>
	<p>Φύλλο εργασίας με εννοιολογικό χάρτη</p>	<p>Εργαλείο αξιολόγησης: Πίνακας 2</p>

A ΦΑΣΗ : Αφόρμηση- Διατύπωση υποθέσεων - Σύνδεση με καθημερινότητα

Βήμα 1^ο Μικρό πείραμα για αφόρμηση-πρόκληση ενδιαφέροντος

Ο καθηγητής λέει στους μαθητές να κόψουν ένα πολύ μικρό κομματάκι χαρτάκι από το τετράδιό τους και αφού τρίψουν το στυλό τους και κυρίως το καπάκι, πάνω στη μπλούζα τους να πλησιάσουν το καπάκι κοντά στο χαρτάκι και να παρατηρήσουν τι θα συμβεί. Κατόπιν ο καθηγητής ζητάει από τους μαθητές να σκεφτούν και να περιγράψουν παρόμοια φαινόμενα ηλεκτροστατικής έλξης που προκαλούνται μετά από τριβή στην καθημερινή τους ζωή και τους ζητάει να πουν τι **υποθέτουν** ότι συμβαίνει .

Βήμα 2^ο Σύνδεση με καθημερινότητα και έναρξη ανάδειξης ιδεών

(Επειδή οι μαθητές δυσκολεύονται να κάνουν αυτούς τους συνειρμούς με την καθημερινότητα τους γι' αυτό) ο καθηγητής δείχνει εικόνες και video από το YouTube με τέτοιου είδους παραδείγματα όπως τα μαλλιά που «πετάνε» μετά από το χτένισμα ή παιδιών που «ηλεκτρίζονται» μετά από την τσουλήθρα που κάνουν και ζητάει από τους μαθητές να του **εξηγήσουν** τι **υποθέτουν** ότι συμβαίνει. (αιτιολόγηση υπόθεσης).

B ΦΑΣΗ: Ανίχνευση προϋπαρχουσών ιδεών

Βήμα 3^ο Φάση ανάδειξης ιδεών

Ο καθηγητής θέτει ερωτήσεις προς όλους τους μαθητές για να τους οδηγήσει σε **καταιγισμό σκέψεων και προβληματισμών**. Π.χ.

- α) Από πού προέρχεται ο ηλεκτρισμός;
- β) Ποια είναι τα μικρότερα συστατικά ενός σώματος;
- γ) Ποια είναι η δομή ενός ατόμου;
- δ) Ποια σωματίδια είναι αυτά που δημιουργούν ρεύμα και γιατί;

ε) Από ποια υλικά περνάει το ρεύμα και γιατί περνάει;

ζ) Πώς λέγονται αυτά από τα οποία δεν περνάει το ρεύμα και γιατί δεν περνάει;

Η αξιολόγηση της συνεισφοράς κάθε μαθητή κατά τη διάρκεια αυτής της δραστηριότητας brainstorming γίνεται από τον καθηγητή με την βοήθεια του **Πίνακα 1**.

Δραστηριότητα

Ο καθηγητής μοιράζει το **φύλλο εργασίας 1** σε κάθε μαθητή, στο οποίο οι μαθητές φτιάχνουν έναν εννοιολογικό χάρτη με επίκεντρο την λέξη «**ηλεκτρισμός**» και υπογραμμίζουν ποιες λέξεις απ' αυτές έχουν επιστημονικό περιεχόμενο, αλλά και ποιες σχέσεις νομίζουν ότι συνδέουν μεταξύ τους αυτές τις λέξεις.

Η αξιολόγηση της δεξιάτητας σχεδιασμού του εννοιολογικού χάρτη και κατά συνέπεια των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών και της επιστημονικής τους παιδείας γίνεται από τον καθηγητή με την βοήθεια του **Πίνακα 2**

Γ ΦΑΣΗ: Μέτρηση της μεταβολής της επιστημονικής παιδείας

Στο τέλος της ενότητας του «ηλεκτρισμού» ξαναδίνεται ο ίδιος εννοιολογικός χάρτης να τον συμπληρώσουν οι μαθητές, με στόχο να αξιολογηθεί η αλλαγή των γνωστικών τους δομών και η οικοδόμηση νέας γνώσης. Για την αξιολόγηση χρησιμοποιείται πάλι ο **Πίνακας 2**

8.2. 2^η Μελέτη Περίπτωσης

Μελέτη αγωγιμότητας διαφόρων υλικών

Στόχος:	<p>Η μελέτη της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και οι παράγοντες που την επηρεάζουν καθώς και ο διαχωρισμός των σωμάτων σε αγωγούς -μονωτές</p> <p>Ο σχεδιασμός ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος και ο συσχετισμός των στοιχείων από τα οποία αποτελείται με τα αντίστοιχα σύμβολα σχεδίασης.</p>	Εργαλεία αξιολόγησης δεξιοτήτων
Εστίαση στις δεξιότητες διερεύνησης	Διατύπωση υποθέσεων με ή χωρίς αιτιολόγηση	Πίνακες 3,4
	Σχεδιασμός/Ανάπτυξη έρευνας	Πίνακας 5α,5β
	Πειραματική υλοποίηση	Πίνακας 6
	Εξαγωγή συμπερασμάτων – διατύπωση λειτουργικών ορισμών	Συμπλήρωση του Φ.Ε. 2β στη δραστηριότητα 6
	Ικανότητα εύρεσης πληροφοριών	Πίνακας 7
	Συνεργατικότητα	Πίνακες 8,9
	Κατασκευή μοντέλων	Πίνακας 10
Επιστημονική αιτιολόγηση	<p>Παρουσίαση σωστών προβλέψεων με επιστημονικά τεκμηριωμένες απαντήσεις για την αγωγιμότητα των υλικών που τους προτείνονται και αυτών που θα επιλέξουν, αλλά και για τους παράγοντες που την επηρεάζουν</p>	
Επιστημονική παιδεία	<p>Επιστημονική εξήγηση για την έννοια της ηλεκτρικής αγωγιμότητας</p> <p>Ο σχεδιασμός ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος και ο συσχετισμός των στοιχείων από τα οποία αποτελείται με τα αντίστοιχα σύμβολα σχεδίασης</p>	
Μέθοδοι αξιολόγησης	<p>Τα φύλλα εργασίας</p> <p>Οι κατασκευές τους</p> <p>Ο διάλογος στις ομάδες, αλλά και στο σύνολο της τάξης</p>	

Κατά τη διάρκεια αυτής της μελέτης περίπτωσης, οι μαθητές αναπτύσσουν τον επιστημονικό τους αλφαριθμητισμό με την μελέτη της αγωγιμότητας διαφόρων υλικών αναπτύσσοντας διερευνητικές ικανότητες, όπως αυτές της διατύπωσης υποθέσεων, του σχεδιασμού ερευνών, του πειραματισμού, της εύρεσης πληροφοριών, της εξαγωγής συμπερασμάτων, και της κατασκευής μοντέλων. Ακόμα, με την εισαγωγή των ηλεκτρικών συμβόλων που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, εμπλουτίζουν την επιστημονική τους ικανότητα για αιτιολόγηση.

ΦΑΣΗ Α (ΔΙΑΤΥΠΩΣΗΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ)

Βήμα 1ο :

Στη δραστηριότητα 1, ο καθηγητής δίνει σε κάθε ομάδα να συμπληρώσει το **Φύλλο Εργασίας 1B**. Στον πίνακα που υπάρχει σ' αυτό, οι μαθητές συμπληρώνουν αρχικά τα υλικά που θέλουν οι ίδιοι να ελέγξουν, κάτω απ' αυτά που ήδη υπάρχουν και καταγράφουν τις **υποθέσεις** τους για την αγωγιμότητα του κάθε υλικού στη στήλη που έχει τίτλο «**υπόθεση**».

Βήμα 2ο :

Στη δραστηριότητα 2, οι μαθητές κάθε ομάδας, αφού πρώτα συζητήσουν μεταξύ τους σύντομα το κάθε ζήτημα πρέπει να κυκλώσουν 3 απαντήσεις που αφορούν **προβλέψεις** σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ένταση της ακτινοβολίας ή την αγωγιμότητα και να τις **αιτιολογήσουν**. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι δεν ζητείται από τους μαθητές η σωστή απάντηση, αλλά η άποψή τους.

Βήμα 3ο :

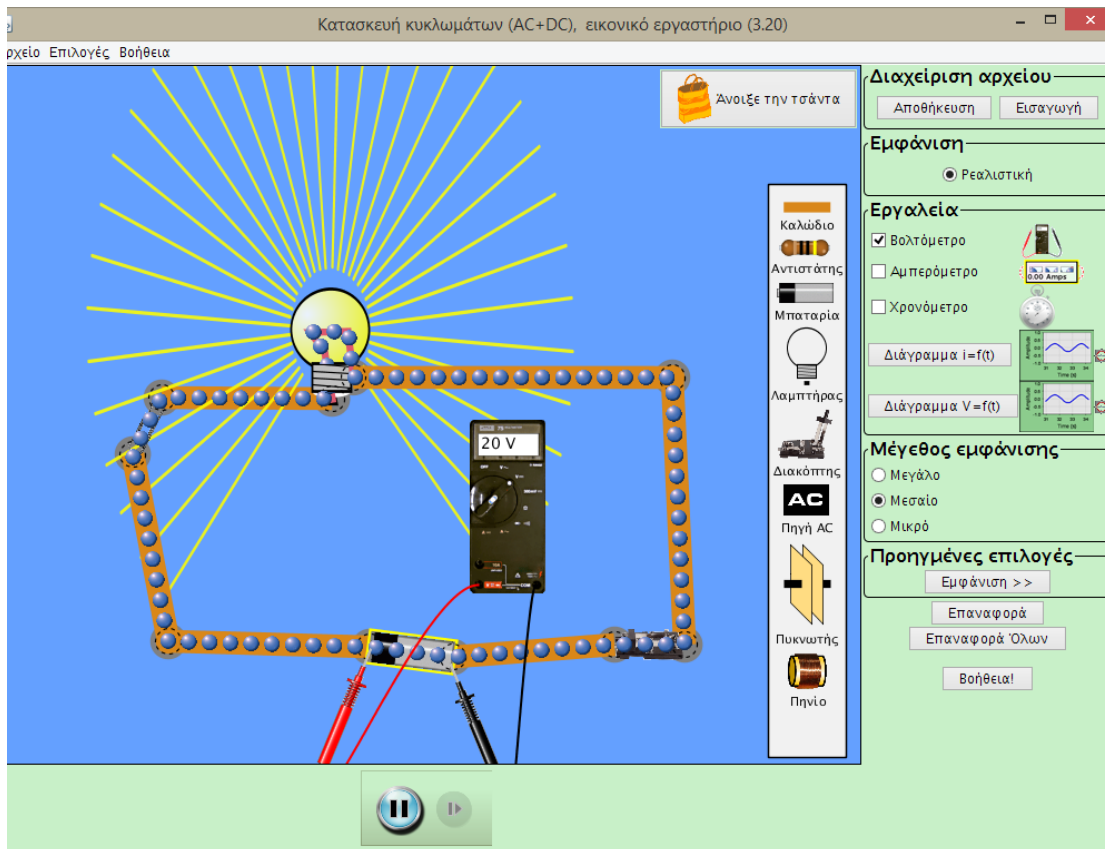
Στη δραστηριότητα 3, κάθε ομάδα πρέπει αρχικά να συμπληρώσει το φύλλο εργασίας περιγραφικά, με τον τρόπο που έχει σκεφτεί να διεξάγει την έρευνα για την αγωγιμότητα και στη συνέχεια να **σχεδιάσει** ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, ικανό για τον έλεγχο την αγωγιμότητας διαφόρων υλικών.

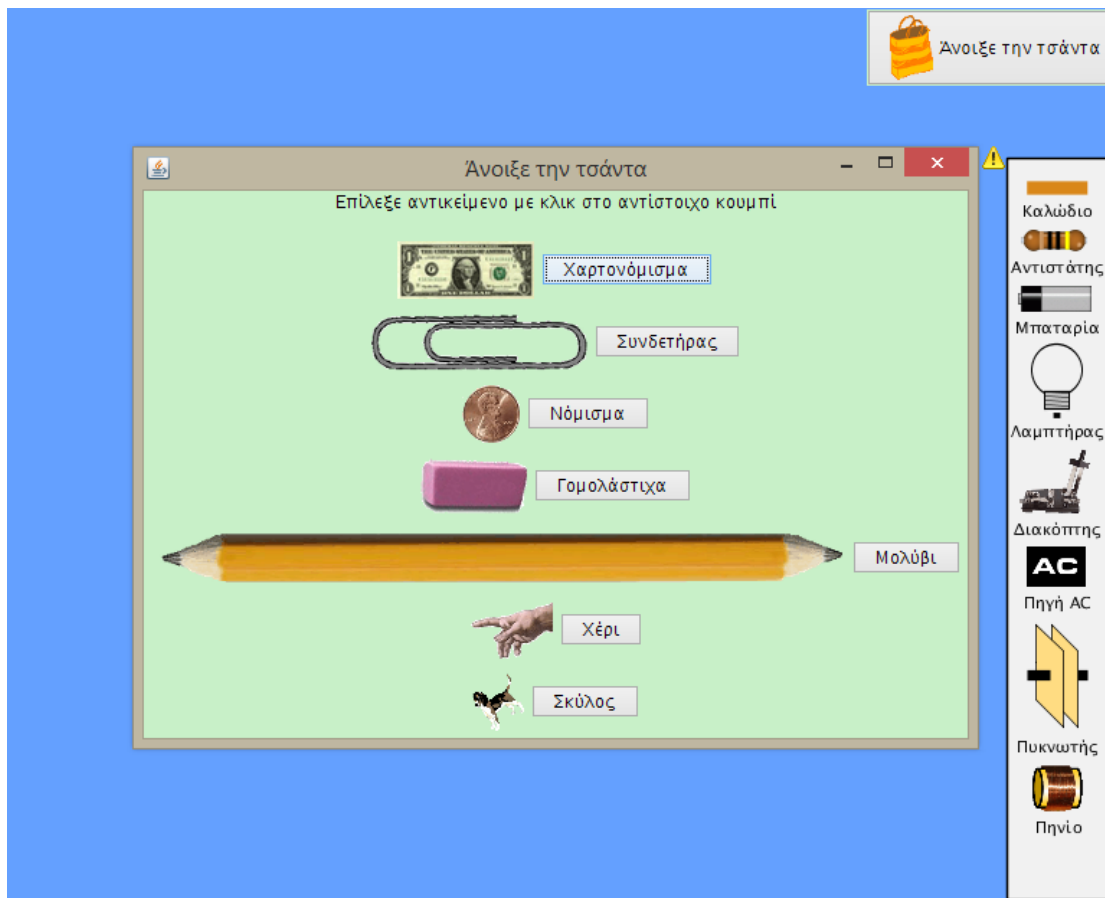
ΦΑΣΗ Β (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ)

Βήμα 4ο :

Στη δραστηριότητα 4, οι μαθητές υλοποιούν στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών το κύκλωμα που έχουν σχεδιάσει, ελέγχουν **πειραματικά** τις υποθέσεις τους σχετικά με την αγωγιμότητα των υλικών και **καταγράφουν τα αποτελέσματα** στα πινακάκια της 1^{ης} και της 4^{ης} δραστηριότητας του **Φύλλου Εργασίας 1β**. Η δραστηριότητα αυτή για καλύτερη εμπέδωση υλοποιείται και στο εργαστήριο πληροφορικής, χρησιμοποιώντας την προσομοίωση από το λογισμικό «phet»:

http://phet.colorado.edu/sims/circuit-construction-kit/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_el.jnlp





Βήμα 5^ο :

Στη δραστηριότητα 5, οι μαθητές στο **Φύλλο Εργασίας 2β** αφού γνωρίσουν τα σύμβολα με τα οποία γίνονται οι σχηματικές αναπαραστάσεις των κυκλωμάτων, ξανασχεδιάζουν τα ηλεκτρικά κυκλώματα χρησιμοποιώντας αυτά τα σύμβολα.

ΦΑΣΗ Γ (ΕΜΠΕΔΩΣΗΣ)

Βήμα 6ο:

Φάση ανασκόπησης και εξαγωγής συμπερασμάτων

Στη δραστηριότητα 6 του **Φύλλου Εργασίας 2β** ο καθηγητής οδηγεί τους μαθητές σε ανασκόπηση των ιδεών και εξαγωγής συμπερασμάτων με αιτιολόγηση για την αγωγιμότητα θέτοντας τους ερωτήσεις όπως:

«Είναι η αγωγιμότητα μια χαρακτηριστική ιδιότητα του αντικειμένου ή του υλικού από το οποίο αποτελείται το αντικείμενο;»

« Πώς ονομάζονται τα υλικά που επιτρέπουν το ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει μέσα από την μάζα τους;»

«Πώς ονομάζονται τα υλικά που δεν επιτρέπουν το ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει μέσα από την μάζα τους;»

Στην ίδια δραστηριότητα, η ανασκόπηση **ιδεών** συνεχίζεται με ερωτήσεις σχετικές με ηλεκτρική αγωγιμότητα μέσα από την **καθημερινή τους εμπειρία**, για να γίνει σύνδεση με την καθημερινότητα, όπως:

«Είναι ο αέρας καλός αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος και αν δεν είναι, υπό ποιες συνθήκες θα μπορούσε να γίνει;»

«Πώς σχηματίζονται οι αστραπές και οι κεραυνοί;».

Βήμα 7^ο :

Στη δραστηριότητα 7, οι μαθητές ενθαρρύνονται να **αναζητήσουν πληροφορίες** από το διαδίκτυο ή άλλες πηγές (όπως επιστημονικά βιβλία ή άρθρα), για να βρουν απαντήσεις στο τελευταίο ερώτημα και να γράψουν μια περίληψη στο φύλλο εργασίας, παραθέτοντας τις πηγές, έτσι ώστε να γίνει μια σύνδεση με την καθημερινότητα.

Βήμα 8^ο

Στους μαθητές μοιράζονται ρουμπρίκες για να κάνουν αυτοαξιολόγηση αλλά και αξιολόγηση των υπόλοιπων μελών της κάθε ομάδας, ως προς τη συνεργασία και την επικοινωνία που είχαν.

Βήμα 9^ο

Δραστηριότητα (επέκτασης) ή εφαρμογής

Μια ακόμη πρόκληση παρέχεται στους μαθητές για να ενθαρρύνει την περαιτέρω έρευνα. Τους δίνετε το φύλλο εργασίας 3β με τίτλο: "Σχεδιάστε και υλοποιήστε ένα πείραμα, με το οποίο μπορεί να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα κύκλωμα στην τάξη χωρίς τη χρήση μπαταρίας ή πρίζας »

9. Αποτελέσματα

9.1 Αποτελέσματα αξιολόγησης των διερευνητικών δεξιοτήτων της 1ης μελέτης περίπτωσης

Αξιολόγηση των δεξιοτήτων της Α φάσης της πρώτης μελέτης περίπτωσης

Η διδασκαλία άρχισε με την παρατήρηση ενός φαινομένου κατά τη διάρκεια ενός πολύ απλού πειράματος (βήμα 1) το οποίο πραγματοποίησαν οι μαθητές πολύ εύκολα μέσα στην τάξη, καθώς και με το διάλογο γύρω από παρόμοια φαινόμενα ηλεκτροστατικής έλξης που προκαλούνται μετά από τριβή στην καθημερινή τους ζωή. Το μάθημα αυτό πραγματοποιήθηκε στην αρχή του κεφαλαίου για τον στατικό ηλεκτρισμό, οπότε οι γνώσεις που είχαν οι μαθητές ήταν μόνο βιωματικές.

Επειδή οι απαντήσεις των μαθητών αρχικά ήταν σχεδόν μηδενικές, γεγονός το οποίο δείχνει ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να κάνουν συνειρμούς με την καθημερινότητα τους, για αυτό στη συνέχεια τους παρουσιάζονται εικόνες και video από το YouTube (βήμα 2) με τέτοιου είδους παραδείγματα, όπως τα μαλλιά που «πετάνε» μετά από το χτένισμα ή εικόνες παιδιών που ηλεκτρίζονται μετά από την τσουλήθρα που κάνουν και ζητήθηκε από τους μαθητές να εξηγήσουν τι υποθέτουν ότι συμβαίνει και γιατί (αιτιολόγηση υπόθεσης).

Μέσα από το διάλογο που πραγματοποιήθηκε, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές μετά την παρουσίαση του video, άρχισαν να βρίσκουν και άλλα παραδείγματα παρόμοιων φαινομένων φόρτισης τα οποία προκαλούνται στα διαφορά σώματα μετά από την τριβή ή την επαφή, μέσα από την καθημερινότητα και έτσι να κάνουν πιο αποτελεσματικά στο μυαλό τους αυτή τη σύνδεση με τα καθημερινά τους βιώματα. Αν και η υπόθεση που μπόρεσαν να κάνουν για αυτά τα φαινόμενα ότι «τα αντικείμενα έχουν φορτιστεί ή έχουν ηλεκτρισθεί», ήταν εν μέρει σωστή, αδυνατούσαν να αιτιολογήσουν πώς συνέβη αυτό και δεν μπορούσαν να συνδυάσουν την τριβή με την μετακίνηση φορτίων ανάμεσα στα δύο αντικείμενα που τρίβονται. Έτσι ο εκπαιδευτικός τους οδήγησε σε έναν **καταιγισμό σκέψεων και προβληματισμών**, θέτοντας τους ερωτήσεις, στις οποίες ο ίδιος δεν εξέφραζε άποψη για την ορθότητά των απαντήσεων που του έδιναν, αλλά απλά τους αφήνε να προβληματιστούν, καθοδηγώντας τους συλλογισμούς τους με τις κατάλληλες ερωτήσεις. Για να είναι μετρήσιμα τα αποτελέσματα του **καταιγισμού σκέψεων**

(brainstorming) επιλέχθηκαν 4 ερωτήσεις, για τις οποίες καταγράφηκαν σε μία ρουμπρίκα οι απαντήσεις των μαθητών. Η ρουμπρίκα ήταν διαβαθμισμένη σε τρεις κλίμακες και στην ουσία αξιολογούσε την επιστημονική παιδεία και την επιστημονική αιτιολόγηση κάθε μαθητή. Όπως αναφέρθηκε ήδη στο κεφάλαιο της ανάλυσης, η πρώτη κλίμακα μέτραγε πόσοι μαθητές δεν έδωσαν καμία απάντηση ή έδωσαν μόνο λανθασμένες απαντήσεις. Η δεύτερη μέτραγε πόσοι μαθητές είχαν περιορισμένη ή λανθασμένη γνώση για κάποια από τα θέματα που ρωτήθηκαν και η τρίτη πόσοι είχαν πλήρη και επαρκή γνώση για όλα τα θέματα που ρωτήθηκαν.

Συγκεκριμένα στην πρώτη ερώτηση: «Από πού προέρχεται ο ηλεκτρισμός;», οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν από τη ΔΕΗ ή από την πρίζα και λίγοι απάντησαν από τις μπαταρίες, αλλά ακόμα κι αυτοί δεν μπορούσαν να εξηγήσουν το ρόλο της μπαταρίας. «Θεωρούν δηλαδή ότι η ΔΕΗ ή η πρίζα ή η μπαταρία έχουν αποθηκευμένο «ρεύμα», «ηλεκτρισμό» «ενέργεια», «ισχύ», όπου με τον όρο «ηλεκτρισμό» εννοούν αδιακρίτως ένα από τα παραπάνω. Δεν κατανοούν ότι το κύκλωμα είναι ένα δυναμικό σύστημα από αλληλοεξαρτώμενα στοιχεία, όπου μία αλλαγή σε ένα στοιχείο μπορεί να φέρει αλλαγή σε άλλα στοιχεία του κυκλώματος. Οι μαθητές εξετάζουν δηλαδή μεμονωμένα τα διάφορα τμήματα του» (Κόκκοτας, 1998, σ. 230). Έτσι, οι απαντήσεις αυτές έδειξαν ότι οι μαθητές είχαν ανεπαρκή παιδεία στη συγκεκριμένη ερώτηση. Σε ένα σύνολο 60 μαθητών, οι 40 ανήκαν στην κλίμακα με ανεπαρκή επιστημονική παιδεία, οι 15 στην μεσαία κλίμακα με περιορισμένη επιστημονική παιδεία και μόνο 5 είχαν επαρκή επιστημονική παιδεία.

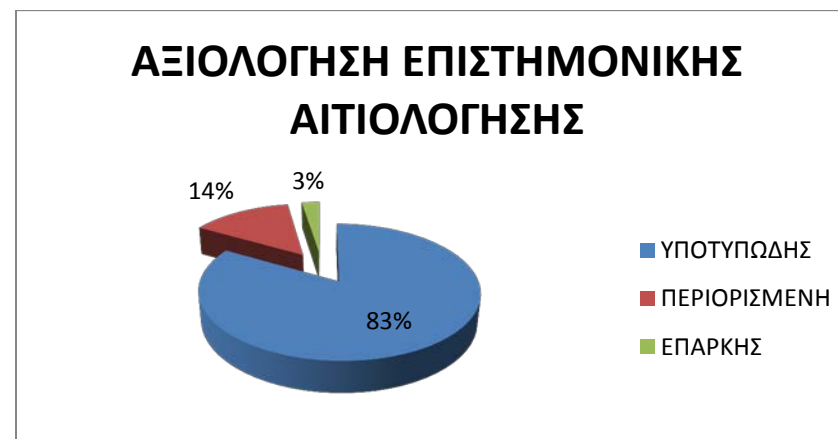
Στην δεύτερη ερώτηση: «Ο μαθητής γνωρίζει ποια είναι η δομή του ατόμου;» τα αποτελέσματα ήταν σαφώς καλύτερα, γιατί είναι κάτι που το διδάσκονται και στη χημεία της β' γυμνασίου, αλλά και στις τελευταίες τάξεις του δημοτικού. Βέβαια το γνωρίζουν μόνο από αποστήθιση και δεν το κατανοούν πλήρως, γιατί αφορά το μικρόκοσμο και δεν υπάρχουν βιωματικές αντιλήψεις πάνω σε αυτόν. Τα αποτελέσματα εδώ ήταν περίπου αντίστροφα από την προηγούμενη ερώτηση. Σε ένα σύνολο 60 μαθητών, οι 10 ανήκαν στην κλίμακα με ανεπαρκή επιστημονική παιδεία, οι 20 στην μεσαία κλίμακα με περιορισμένη επιστημονική παιδεία και 30 είχαν επαρκή επιστημονική παιδεία.

Στην τρίτη ερώτηση: «Ο μαθητής γνωρίζει σε ποια υποατομικά σωματίδια οφείλεται το ηλεκτρικό ρεύμα και γιατί;» αρκετοί απάντησαν στα ηλεκτρόνια που είναι το σωστό, αλλά ακόμα κι αυτοί δεν μπόρεσαν να το αιτιολογήσουν. Για να βοηθηθούν, τους έγινε υπενθύμιση για τον τρόπο που κινούνται τα ηλεκτρόνια γύρω από τον πυρήνα, καθώς και την δυνατότητά τους να διαφεύγουν από την εξωτερική στοιβάδα

και να κινούνται ελεύθερα σε κάποιες περιπτώσεις και τους απευθύνθηκε μια συμπληρωματική ερώτηση: «Πιστεύετε ότι το ηλεκτρικό ρεύμα οφείλεται στα ηλεκτρόνια που περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα, σε αυτά που έχουν διαφύγει από το άτομο, στα πρωτόνια ή στα νετρόνια;». Ακόμη και τότε λίγοι μαθητές από κάθε τμήμα κατανόησαν τι συμβαίνει και έδωσαν τη σωστή αιτιολόγηση. Δίνοντας έμφαση στο αρχικό ερώτημα ως προς την ικανότητα για επιστημονική αιτιολόγηση των μαθητών, αξιολογήθηκαν στο σύνολο των 60 μαθητών, οι 45 στην κλίμακα με ανεπαρκή ικανότητα για αιτιολόγηση, οι 12 στην μεσαία κλίμακα με περιορισμένη ικανότητα για αιτιολόγηση και 3 με επαρκή επιστημονική παιδεία και αιτιολόγηση. Στη συμπληρωματική ερώτηση τα ποσοστά μετακινήθηκαν σε καλύτερα επίπεδα, αλλά και πάλι κρίνονται απογοητευτικά σε σχέση με τη βοήθεια που τους δόθηκε.

Στην τέταρτη ερώτηση: «Ο μαθητής γνωρίζει πώς ονομάζονται τα υλικά από τα οποία δεν περνάει το ηλεκτρικό ρεύμα και γιατί δεν περνάει; Οι περισσότεροι απάντησαν «μονωτές», που είναι το σωστό, αλλά κανείς δεν ήξερε να το εξηγήσει. Με έμφαση πάλι στην ικανότητα για επιστημονική αιτιολόγηση των μαθητών αξιολογήθηκαν στο σύνολο των 60 μαθητών, οι 55 στην κλίμακα με ανεπαρκή επιστημονική παιδεία και αιτιολόγηση, οι 5 στην μεσαία κλίμακα με περιορισμένη επιστημονική παιδεία και αιτιολόγηση και κανείς με επαρκή επιστημονική παιδεία και αιτιολόγηση.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	ΥΠΟΤΥΠΩΔΗΣ	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ	ΕΠΑΡΚΗΣ
	Ο μαθητής δεν δίνει καμία απάντηση ή δίνει μόνο λανθασμένες απαντήσεις	Ο μαθητής έχει περιορισμένη γνώση ή λανθασμένη για κάποια από τα θέματα που ερωτάται	Ο μαθητής έχει πλήρη και επαρκή γνώση για τα θέματα που ερωτάται
Ο μαθητής γνωρίζει από πού προέρχεται ο ηλεκτρισμός;	40	15	5
Ο μαθητής γνωρίζει ποια είναι η δομή του ατόμου;	10	20	30
Ο μαθητής γνωρίζει σε ποια υποατομικά σωματίδια οφείλεται το ηλεκτρικό ρεύμα και γιατί;	45	12	3
Ο μαθητής γνωρίζει πώς ονομάζονται τα υλικά από τα οποία δεν περνάει το ηλεκτρικό ρεύμα και γιατί δεν περνάει;	55	5	0



Συνολικά ως προς την **επιστημονική παιδεία** ή καλύτερα προ-παιδεία που είχαν οι μαθητές γύρω από τον στατικό κυρίως ηλεκτρισμό, όπως διαφάνηκε από τον διάλογο αλλά και από το φύλλο εργασίας που συμπληρώσαν κατά τη διάρκεια του brainstorming, διαπιστώθηκε ότι στις κλίμακες που δείχνουν μικρή επάρκεια και πλήρη επάρκεια είναι περίπου τα ίδια ποσοστά, δηλαδή το 29% των μαθητών, ενώ στην κλίμακα που δείχνει ανεπάρκεια ανήκει το 42% αυτών.

Ως προς την ικανότητα για **επιστημονική αιτιολόγηση** των μαθητών εκεί τα αποτελέσματα ήταν σαφώς διακριτά και ανησυχητικά. Ένα ποσοστό 3% των μαθητών διαθέτει αυτή την ικανότητα σε επαρκή βαθμό, ένα ποσοστό 14% διαθέτει μέτρια ικανότητα για επιστημονική αιτιολόγηση και το 83% δεν τη διαθέτει καθόλου.

Αξιολόγηση των δεξιοτήτων της Β φάσης της πρώτης μελέτης περίπτωσης

Στο τέταρτο βήμα, οι μαθητές συμπλήρωσαν στο φύλλο εργασίας **1** που ήταν ατομικό, έναν εννοιολογικό χάρτη με λέξεις που είχαν σαν επίκεντρο τη λέξη «ηλεκτρισμός», υπογραμμίζοντας τις λέξεις που θεωρούσαν ότι είναι επιστημονικές, ώστε να τις ξεχωρίσουν απ' αυτές που ήταν απλές, καθημερινές. Κατόπιν, προσπάθησαν να βρουν αιτιακές σχέσεις των εννοιών που χρησιμοποίησαν μεταξύ τους. Με αυτό τον τρόπο, και με τη βοήθεια του **πίνακα 2**, ο καθηγητής αξιολογεί τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών αλλά και την επιστημονική τους ή αλλιώς την κριτική τους σκέψη, αφού τους ζητάει να βρουν και να δείξουν τις αιτιακές σχέσεις μεταξύ τους.

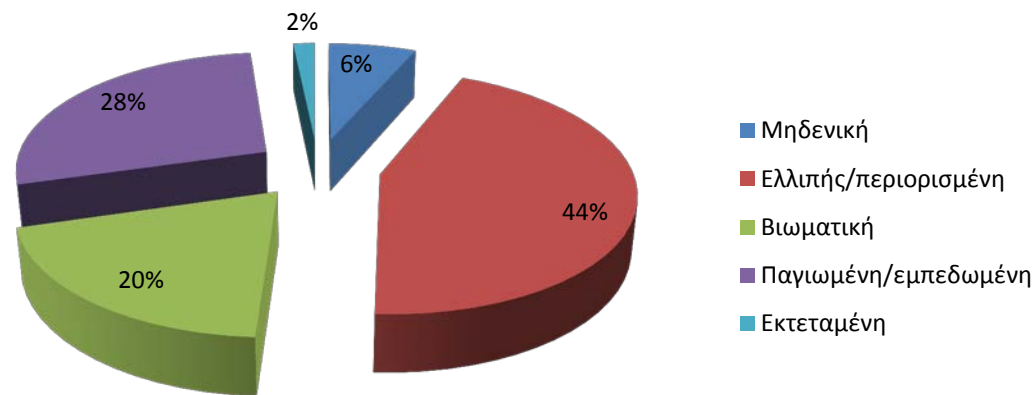
Σε σύνολο 61 μαθητών, οι 4 έγραψαν μόνο τρεις με τέσσερις λέξεις που είχαν σχέση με ηλεκτρικές συσκευές του σπιτιού τους. 27 μαθητές έγραψαν πάνω από δέκα λέξεις που ήταν όμως μόνο βιωματικές, δηλαδή ηλεκτρικές συσκευές από το σπίτι τους ή από το άμεσο περιβάλλον τους, όπως ηλεκτρονικός υπολογιστής κινητό, κόνσολα ps4, laptop, tablet χωρίς να γράψουν καμία επιστημονική

λέξη, ούτε να βρουν καμία σχέση που να συνδέει τις λέξεις που έγραψαν. 12 μαθητές έγραψαν πάνω από 10 λέξεις από την καθημερινή τους ζωή, αλλά και κάποιες επιστημονικές, όπως: «αμπέρ, βολτ, ηλεκτρόνιο, πρωτόνιο, νετρόνιο, ηλεκτρικό κύκλωμα, ηλεκτροπληξία», χωρίς όμως να μπορέσουν να γράψουν καμία σχέση που να τις συνδέει. 17 μαθητές έγραψαν πάνω από 10 λέξεις, σχετικές με την έννοια του ηλεκτρισμού, κυρίως από την καθημερινή τους ζωή, αλλά έγραψαν και κάποιες σχέσεις ανάμεσα σε μερικές από αυτές και τέλος μόνο 1 μαθητής κατάφερε να φτιάξει πλήρη εννοιολογικό χάρτη, που να περιέχει και αρκετές αιτιακές σχέσεις μεταξύ των εννοιών.

Ο πίνακας Νο 2 γίνεται ως εξής:

Αξιολόγηση	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Βιωματική	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
Προϋπάρχουσας γνώσης κατά το σχεδιασμό ενός εννοιολογικού χάρτη	Ο εννοιολογικός χάρτης του μαθητή είναι γεμάτος από λέξεις άσχετες με την έννοια του ηλεκτρισμού, ή δεν έχει σχεδιάσει τίποτα.	Ο εννοιολογικός χάρτης του μαθητή περιέχει λιγότερες από 10 λέξεις σχετικές με την έννοια του ηλεκτρισμού και χωρίς καμία αιτιακή σχέση μεταξύ τους	Ο εννοιολογικός χάρτης του μαθητή περιέχει πάνω από 10 λέξεις σχετικές με την έννοια του ηλεκτρισμού, μόνο από την καθημερινή τους ζωή, δείχνοντας μερικές αιτιακές σχέσεις μεταξύ τους.	Ο εννοιολογικός χάρτης του μαθητή περιέχει πάνω από 10 λέξεις σχετικές με την έννοια του ηλεκτρισμού, είτε επιστημονικές είτε από την καθημερινή τους ζωή, αλλά χωρίς να δείχνει τις αιτιακές σχέσεις μεταξύ τους.	Ο εννοιολογικός χάρτης του μαθητή περιέχει πάνω από 10 λέξεις σχετικές με την έννοια του ηλεκτρισμού, είτε επιστημονικές είτε από την καθημερινή τους ζωή, και δείχνει ξεκάθαρα τις αιτιακές σχέσεις μεταξύ τους.
Πλήθος απαντήσεων ανά κατηγορία	4	27	12	17	1

Αξιολόγηση προϋπάρχουσας γνώσης κατά το σχεδιασμό ενός εννοιολογικού χάρτη



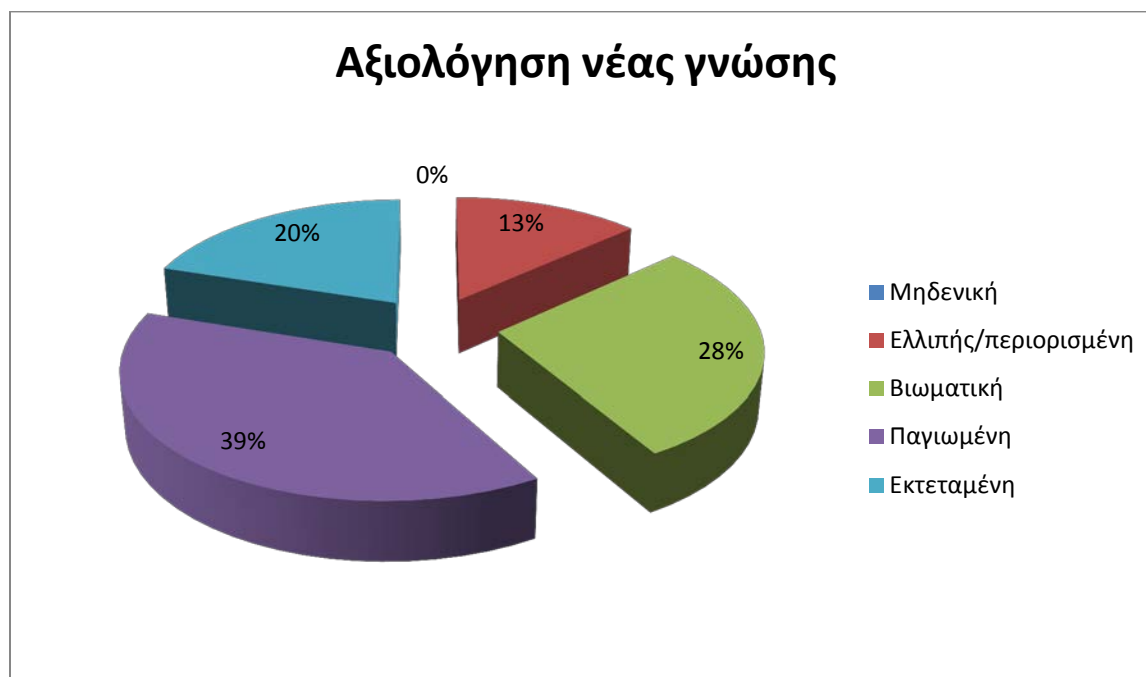
Παρατηρούμε ότι η κλίμακα με το μεγαλύτερο ποσοστό δείχνει ελλιπή και περιορισμένη προϋπάρχουσα γνώση κατά το σχεδιασμό ενός εννοιολογικού χάρτη και το μικρότερο ποσοστό κατέχει η εκτεταμένη προϋπάρχουσα γνώση.

Αξιολόγηση της Γ φάσης της πρώτης μελέτης περίπτωσης

Στη Γ φάση της πρώτης μελέτης περίπτωσης δόθηκε ο ίδιος εννοιολογικός χάρτης, στους ίδιους μαθητές, στο τέλος της ενότητας του ηλεκτρισμού, όπου είχε ολοκληρωθεί η μελέτη του ηλεκτρικού ρεύματος και από μικροσκοπική και από μακροσκοπική πλευρά. Τα αποτελέσματα στον παραπάνω πίνακα 2 τροποποιήθηκαν ως εξής:

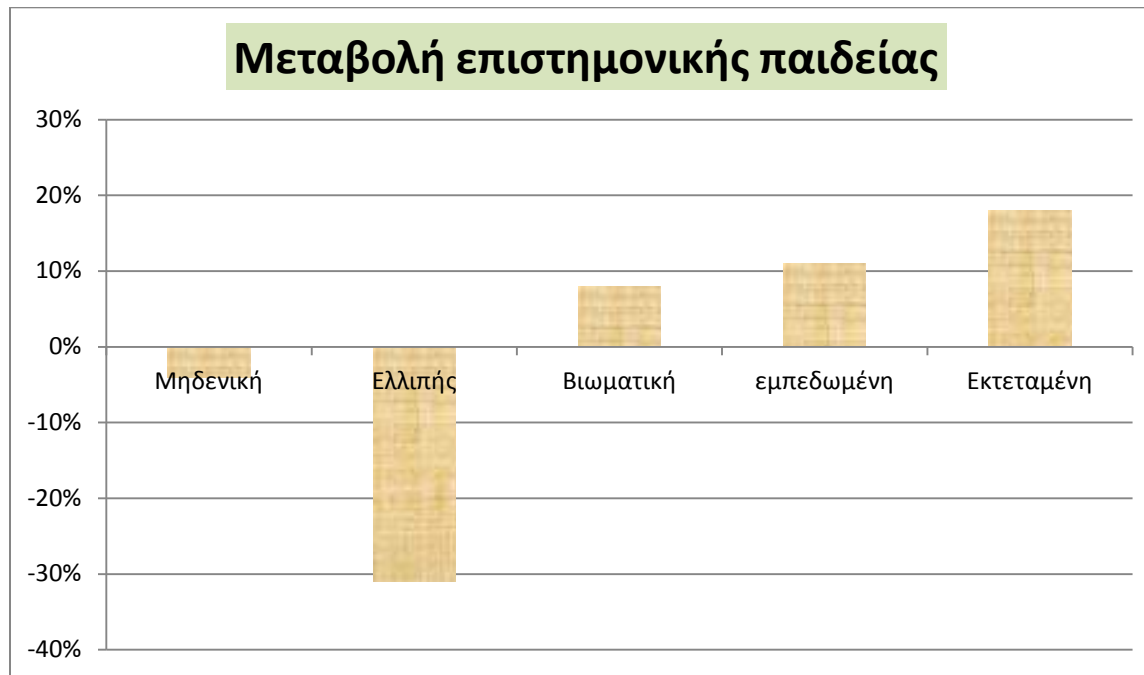
Πλήθος απαντήσεων ανά κατηγορία	0	8	17	23	12
---------------------------------	---	---	----	----	----

Οπότε το νέο γράφημα διαμορφώνεται όπως φαίνεται παρακάτω



Παρατηρούμε σημαντική αύξηση της νέας γνώσης στις «θετικές» κατηγορίες και μείωση των ποσοστών στις «αρνητικές». Συγκεκριμένα παρατηρούμε τις παρακάτω μεταβολές.

Μεταβολές ανά κατηγορία	-4%	-31%	8%	11%	18%
-------------------------	-----	------	----	-----	-----



9.2 Αποτελέσματα αξιολόγησης της 2^{ης} μελέτης περίπτωσης για την αγωγιμότητα των διαφόρων υλικών

Αξιολόγηση της Α φάσης της δεύτερης μελέτης περίπτωσης ως προς τις διερευνητικές ικανότητες

Στη δραστηριότητα 1, αυτής της φάσης, οι ομάδες κατέγραψαν στο Φύλλο Εργασίας 1B, τις υποθέσεις τους για την αγωγιμότητα του κάθε υλικού στη στήλη που έχει τίτλο «υπόθεση». Η παρακάτω ρουμπρίκα χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της ικανότητας **διατύπωσης υποθέσεων περί της αγωγιμότητας κάποιων υλικών**. Έμμεσα όμως, αξιολογήθηκε και η **προϋπάρχουσα γνώση** των μαθητών, και η επιστημονική τους παιδεία, γιατί οι μαθητές είχαν ήδη κάποιες γνώσεις από το δημοτικό και από τα βιώματά τους για τους αγωγούς και τους μονωτές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Ρουμπρίκα για την αξιολόγηση της ικανότητας διατύπωσης υποθέσεων-προβλέψεων περί της αγωγιμότητας κάποιων υλικών

Αξιολόγηση δεξιότητας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Βιωματική	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
Ικανότητα διατύπωσης υποθέσεων-προβλέψεων	Η ομάδα δεν διατυπώνει καμία σωστή πρόβλεψη.	Η ομάδα κάνει από 1-4 σωστές προβλέψεις για την αγωγιμότητα, σε σύνολο 15 υλικών	Η ομάδα κάνει από 5-8 σωστές προβλέψεις για την αγωγιμότητα, σε σύνολο 15 υλικών	Η ομάδα κάνει από 9-14 σωστές προβλέψεις για την αγωγιμότητα, σε σύνολο 15 υλικών	Η ομάδα κάνει 15 σωστές προβλέψεις για την αγωγιμότητα, σε σύνολο 15 υλικών
Πλήθος ομάδων ανά κατηγορία	0	0	3	11	3

Από τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι όντως οι μαθητές πέτυχαν στις προβλέψεις τους κατά πολύ μεγάλο ποσοστό και αυτό επαληθεύει αυτό που υποστηρίχθηκε, ότι λόγω των βιωμάτων και των προηγούμενων γνώσεων τους για την αγωγιμότητα, είχαν **επαρκή επιστημονική παιδεία** πάνω στο συγκεκριμένο θέμα. Παρατηρούμε ακόμη ότι λίγες ομάδες κατάφεραν να προβλέψουν σωστά την

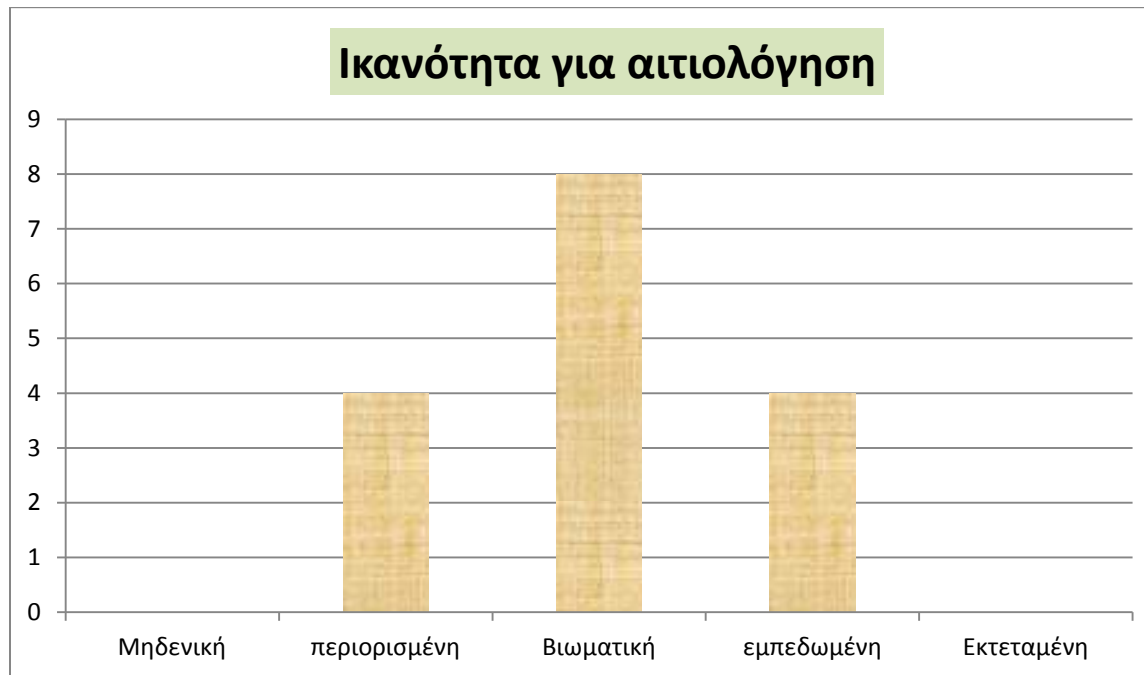
αγωγιμότητα των διαλυμάτων των οξέων και των αλάτων, παρόλο που οι μαθητές λίγες μέρες νωρίτερα είχαν διδαχθεί από την Χημεία για τα ιόντα που περιέχουν τα διαλύματα αυτά. Άρα αδυνατούν να κάνουν συνδυαστικές σκέψεις, ή αλλιώς διαθέτουν **μικρή κριτική ικανότητα**.

Το τελευταίο επιβεβαιώνεται και από την επόμενη δραστηριότητα, στην οποία τους ζητήθηκε να κάνουν προβλέψεις πάνω στην αγωγιμότητα και στους παράγοντες που την επηρεάζουν και εκεί διαπιστώθηκε ξεκάθαρη ανικανότητα για αιτιολόγηση, παρόλο που έκαναν και πάλι σωστές προβλέψεις, κατά το μεγαλύτερο ποσοστό.

Τα αποτελέσματα για την αξιολόγηση της ικανότητας διατύπωσης προβλέψεων με αιτιολόγηση περί της αγωγιμότητας κάποιων υλικών έχουν ως εξής:

Αξιολόγηση δεξιότητας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Βιωματική	Παγιωμένη/εμπεδωμένα	Εκτεταμένη
Ικανότητα διατύπωσης υποθέσεων-προβλέψεων με αιτιολόγηση	Η ομάδα δεν κυκλώνει καμία σωστή υπόθεση και δεν διατυπώνει καμία αιτιολόγηση	Η ομάδα κάνει από 1-2 σωστές προβλέψεις για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα, αλλά δεν γράφουν αιτιολόγηση ή όλες οι αιτιολογήσεις είναι λάθος.	Η ομάδα κάνει 1-2 σωστές προβλέψεις για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα, αλλά μόνο μια αιτιολόγηση είναι σωστή	Η ομάδα κάνει 3 σωστές προβλέψεις για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα, αλλά μόνο μια αιτιολόγηση είναι σωστή	Η ομάδα κάνει 3 σωστές προβλέψεις για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα, και όλες οι αιτιολογήσεις είναι σωστές
Πλήθος ομάδων ανά κατηγορία	0	4	8	4	0

Η μοναδική σωστή αιτιολόγηση που κατάφεραν να δώσουν ήταν για την αγωγιμότητα ενός μολυβιού το οποίο είναι ξυσμένο μόνο από την μία πλευρά του. Όμως αυτή η απάντηση θεωρείται σχεδόν προφανής.



Στη συνέχεια ζητήθηκε από τους μαθητές να περιγράψουν με λόγια ένα τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν να μελετήσουν την αγωγιμότητα των υλικών και έτσι να επιβεβαιώσουν ή να απορρίψουν τις υποθέσεις τους. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα που αξιολογεί την ικανότητα σχεδιασμού μιας διερεύνησης.

Αξιολόγηση δεξιοτήτων	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Παγιωμένη/εμπειρωμένη	Εκτεταμένη
Σχεδιασμός διερεύνησης της αγωγιμότητας διαφορετικών υλικών και των ιδιοτήτων της	Η ομάδα καταγράφει 1-2 διαφορετικά είδη υλικών που θα χρησιμοποιήσει για την διερεύνηση της αγωγιμότητας, αλλά δεν μπορεί να σχεδιάσει όλη την έρευνα καθόλου ή την αφήνει ατελείωτη.	Η ομάδα καταγράφει 2-4 διαφορετικά είδη υλικών που θα χρησιμοποιήσει για την διερεύνηση της αγωγιμότητας, και σχεδιάζει την έρευνά της σχεδόν σωστά.	Η ομάδα καταγράφει πάνω από 4 διαφορετικά είδη υλικών που θα χρησιμοποιήσει για την διερεύνηση της αγωγιμότητας, και σχεδιάζει την έρευνά της σχεδόν σωστά.	Η ομάδα καταγράφει πάνω από 4 διαφορετικά είδη υλικών που θα χρησιμοποιήσει για την διερεύνηση της αγωγιμότητας, και σχεδιάζει την έρευνά της απολύτως σωστά.
Πλήθος ομάδων ανά κατηγορία	0	0	5	12

Η ικανότητα σχεδιασμού της διερεύνησης για την αγωγιμότητα των υλικών (περιγραφικά) κυμάνθηκε σε πολύ ικανοποιητικά επίπεδα. Κατόπιν ζητήθηκε να σχεδιάσουν με απλά καθημερινά σύμβολα το ηλεκτρικό κύκλωμα που είχαν περιγράψει και τα αποτελέσματα κυμάνθηκαν σε λιγότερο ικανοποιητικά επίπεδα, όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5β: Ρουμπρίκα για την αξιολόγηση της ικανότητας σχεδιασμού ενός ηλεκτρικού κυκλώματος για τη διερεύνηση της αγωγιμότητας κάποιου υλικού καθώς και για την επιστημονική παιδεία και την αφαιρετική ικανότητα

Αξιολόγηση δεξιότητας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Παγιωμένη/εμπειρωμένη	Εκτεταμένη
<p>Σχεδιασμός ενός ηλεκτρικού κυκλώματος</p>	<p>Η ομάδα περιγράφει μόνο με λόγια τα υλικά, δηλαδή ένα λαμπάκι, καλώδια, μια μπαταρία και το υλικό που επιλέγει να μετρήσει την αγωγιμότητα του αλλά δεν μπορεί να το σχεδιάσει καθόλου.</p>	<p>Η ομάδα επιλέγει 6 υλικά, δηλαδή ένα λαμπάκι, τρία καλώδια και μια μπαταρία και το υλικό που επιλέγει να μετρήσει, αλλά δεν καταφέρνει να σχεδιάσει το ηλεκτρικό κύκλωμα τελείως σωστά.</p>	<p>Η ομάδα επιλέγει 6 υλικά, (δηλαδή ένα λαμπάκι, τρία καλώδια, μια μπαταρία και το υλικό που επιλέγει να μετρήσει,) και καταφέρνει να σχεδιάσει το ηλεκτρικό κύκλωμα απολύτως σωστά, αλλά δεν μπορεί να σχεδιάσει ένα πιο σύνθετο κύκλωμα με περισσότερα υλικά, π.χ βολτόμετρο ή αμπερόμετρο για να μελετήσει και τους παράγοντες που επηρεάζουν την φωτοβολία της λάμπας.</p>	<p>Η ομάδα επιλέγει τα 6 απαραίτητα υλικά καθώς και πολλά άλλα όπως βολτόμετρο ή αμπερόμετρο και καταφέρνει να σχεδιάσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα απολύτως σωστά, έτσι ώστε να μελετήσει όχι μόνο την αγωγιμότητα, αλλά και τους παράγοντες που την επηρεάζουν.</p>
<p>Πλήθος ομάδων ανά κατηγορία</p>	<p>0</p>	<p>3</p>	<p>11</p>	<p>2</p>

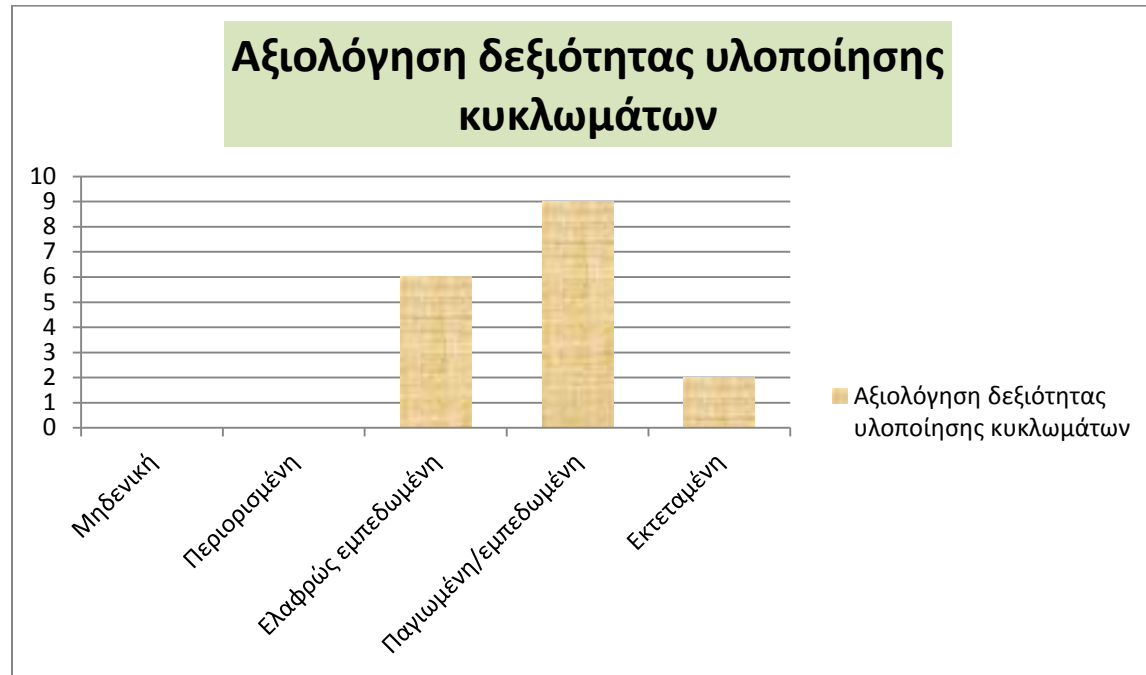


Αξιολόγηση των δεξιοτήτων της Β φάσης της δεύτερης μελέτης περίπτωσης

Κατόπιν με την βοήθεια του **Πίνακα 6** αξιολογήθηκε η ικανότητα των μαθητών ως προς την υλοποίηση πειραμάτων στο πραγματικό εργαστήριο. Η ρουμπρίκα αυτή σχεδιάστηκε με βάση το κατά πόσο οι ομάδες κατάφεραν να υλοποιήσουν ολοκληρωμένα τα κυκλώματα που είχαν σχεδιάσει, χωρίς να δημιουργήσουν βραχυκυκλώματα, αλλά και να πετύχουν να μετρήσουν την αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων που ήταν αρκετά πιο δύσκολο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Ρουμπρίκα για την αξιολόγηση της ικανότητας υλοποίησης κυκλωμάτων για τη διερεύνηση της αγωγιμότητας διαφόρων υλικών

Αξιολόγηση δεξιοτήτας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Ελαφρώς εμπεδωμένη	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
Υλοποίηση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος	Η ομάδα δεν καταφέρνει να υλοποιήσει κανένα κύκλωμα.	Η ομάδα υλοποιεί κανονικά ένα απλό κύκλωμα, αλλά δε μπορεί να το μετασχηματίσει ώστε να μετρήσει την αγωγιμότητα των υλικών	Η ομάδα υλοποιεί κανονικά το κύκλωμα με το στερεό υλικό που θέλουν να ελέγξουν την αγωγιμότητα του, αλλά τοποθετεί λάθος τον διακόπτη, με αποτέλεσμα να δημιουργείται βραχυκύκλωμα ή δυσκολεύονται να μετρήσουν την αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων	Η ομάδα υλοποιεί απολύτως σωστά το κύκλωμα με το υλικό που θέλουν να ελέγξουν την αγωγιμότητά του χωρίς κανένα βραχυκύκλωμα και συναντά μόνο μια μικρή δυσκολία στην μέτρηση της αγωγιμότητας των αραιών υδατικών διαλυμάτων	Η ομάδα υλοποιεί απολύτως σωστά τη μέτρηση της αγωγιμότητας όλων των στερεών και όλων των υδατικών διαλυμάτων που προτείνονται στη λίστα του φύλλου εργασίας.
Πλήθος ομάδων ανά κατηγορία	0	0	6	9	2



Παρατηρούμε ότι οι ομάδες έδειξαν μεγάλη ικανότητα στην υλοποίηση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, αλλά τοποθετούσαν κάποιες φορές λάθος το διακόπτη και δεν μπορούσαν να αντιληφτούν το βραχυκύκλωμα που συνέβαινε ή δεν μπορούσαν να κατανοήσουν πώς θα παρεμβάλουν στο κύκλωμα το υδατικό διάλυμα. Επίσης τους δυσκόλεψε αισθητά η μεταβολή και η μελέτη παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την φωτοβολία.

Η ίδια δραστηριότητα (No 4), επαναλήφθηκε και στο εργαστήριο πληροφορικής με την προσομοίωση που ήδη έχουμε αναφέρει και όλοι οι μαθητές κατάφεραν με μεγάλη ευκολία να κατασκευάσουν τα κυκλώματα που τους ζητήθηκαν, αλλά και να εξάγουν συμπεράσματα για τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την φωτοβολία.

Αξιολόγηση των δεξιοτήτων της Γ φάσης (εμπέδωσης) της δεύτερης μελέτης περίπτωσης

Ένας ακόμη στόχος αυτής της μελέτης από την άποψη του γνωστικού αντικειμένου ήταν ο συσχετισμός των στοιχείων από τα οποία αποτελείται ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με τα αντίστοιχα σύμβολα σχεδίασης που χρησιμοποιούνται στον ηλεκτρισμό. Γι αυτό το στόχο ζητήθηκε στη δραστηριότητα (No 5), από τους μαθητές να σχεδιάσουν ένα κύκλωμα με τα κατάλληλα σύμβολα καθώς και τη σωστή συνδεσμολογία για τα αμπερόμετρα και τα βολτόμετρα. Τα αποτελέσματα της αξιολογήθηκαν με τη βοήθεια ενός τεστ, το οποίο δόθηκε στους μαθητές μετά από 2-3 μέρες και στο οποίο οι περισσότεροι κατάφεραν να σχεδιάσουν σωστά κύκλωμα, αλλά τοποθετούσαν λάθος τα όργανα μέτρησης. Δεν μπορούσαν να συσχετίσουν την πορεία του ρεύματος με την τοποθέτηση του αμπερομέτρου, ούτε την έννοια της διαφοράς δυναμικού μεταξύ δυο σημείων του κυκλώματος με τον παράλληλο τρόπο τοποθέτησης του βολτομέτρου. Άρα και εδώ διαφαίνεται ή έλλειψη ικανότητας κριτικής σκέψης.

Στη δραστηριότητα (No 6), που εστιάζει στην ικανότητα των μαθητών για εξαγωγή συμπερασμάτων και διατύπωση λειτουργικών ορισμών, έγινε αξιολόγηση από τις απαντήσεις που συμπληρώθηκαν στο φύλλο εργασίας. Όλα όσα συμπλήρωσαν οι ομάδες ήταν απολύτως σωστά, γεγονός το οποίο δείχνει ότι η γνώση που οικοδομήθηκε μέσα από το διερευνητικό τρόπο διδασκαλίας ήταν τουλάχιστον εμπεδωμένη.

Στην επόμενη δραστηριότητα (No 7), ζητήθηκε από τους μαθητές να βρουν πληροφορίες από πηγές εκτός του σχολικού βιβλίου, για τους κεραυνούς και τις αστραπές και να τις παρουσιάσουν σε μία περίληψη ανα ομάδα.

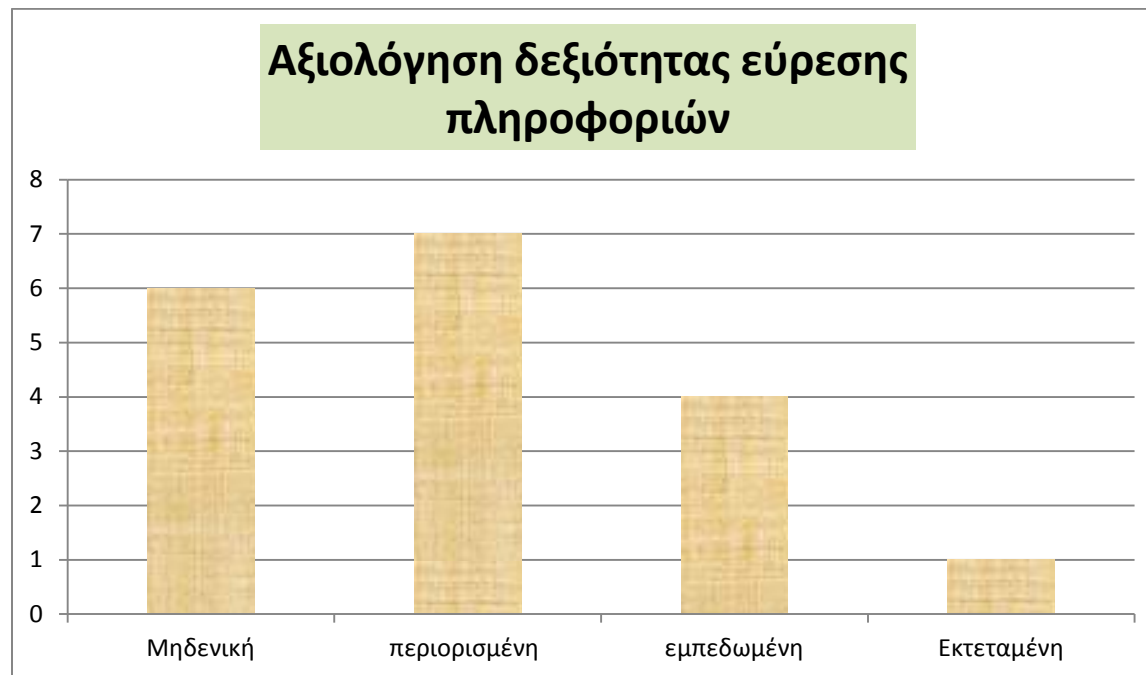
Τα αποτελέσματα σε αυτή τη δραστηριότητα ήταν κατώτερα των προσδοκιών μας. Στο πρώτο τμήμα που ζητήθηκε η εύρεση πληροφοριών να γίνει στο σπίτι, μόνο τέσσερις μαθητές βρήκαν πληροφορίες και τις έφεραν εκτυπωμένες και ουτε καν συνεργάστηκαν μεταξύ τους για να τις παρουσιάσουν σαν ομάδα. Επειδή έγινε φανερό ότι δεν μπορούν να συνεργαστούν εκτός σχολείου, από τους μαθητές του δεύτερου και του τρίτου τμήματος ζητήθηκε να αναζητήσουν τις πληροφορίες που ήθελαν, στο διαδίκτυο την ώρα του μαθήματος της πληροφορικής.

Επειδή στη συγκεκριμένη δραστηριότητα θέλαμε να δώσουμε έμφαση στην αξιολόγηση της ικανότητας εύρεσης πληροφοριών των μαθητών από το διαδίκτυο ή άλλες πηγές κι όχι στη συνεργασία, σχεδιάσαμε τον πίνακα (No 7) με τέσσερις κλίμακες οι οποίες διαχωρίζονται ανάλογα με το πλήθος των πηγών, την εγκυρότητα τους, την συμφωνία μεταξύ τους καθώς και τη σωστή απόδοση των πληροφοριών σε περίληψη.

Στις 17 ομάδες ομάδες από όλα τα τμήματα διαπιστώθηκαν τα παρακάτω:

Αξιολόγηση δεξιότητας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
Εύρεση πληροφοριών	Η ομάδα δεν βρίσκει πληροφορίες ή βρίσκει μόνο από 1 πηγή, αλλά δεν δίνει σημασία στην εγκυρότητα της πηγής, με αποτέλεσμα η περίληψη να είναι λάθος. Επίσης δεν παραθέτει τις πηγές.	Η ομάδα βρίσκει πληροφορίες από 2 πηγές, αλλά δεν δίνει σημασία στην συμφωνία των πηγών, με αποτέλεσμα η περίληψη να μην είναι πολύ σωστή. Επίσης δεν παραθέτει τις πηγές.	Η ομάδα βρίσκει πληροφορίες από τουλάχιστον 2 πηγές που συμφωνούν και η περίληψη δίνετε σε 3-4 προτάσεις και είναι σχεδόν σωστή. Επίσης παραθέτονται και όλες ή σχεδόν όλες οι πηγές.	Η ομάδα βρίσκει πληροφορίες από περισσότερες από 2 πηγές που συμφωνούν και η περίληψη δίνετε σε 3-4 προτάσεις και είναι ολοκληρωτικά σωστή. Επίσης παραθέτονται και όλες οι πηγές.
Πλήθος ομάδων ανά κατηγορία	6	7	4	1

Όπως φαίνεται και στο επόμενο διάγραμμα τα αποτελέσματα για την αξιολόγηση της ικανότητας εύρεσης πληροφοριών των μαθητών είναι μετατοπισμένα σε ιδιαίτερα χαμηλές κατηγορίες. Αυτό δείχνει ότι ενώ οι μαθητές ασχολούνται πολλές ώρες με το διαδίκτυο δεν διαθέτουν την ωριμότητα που χρειάζεται για να αξιολογήσουν την εγκυρότητα κάθε πηγής, όπως επίσης δεν έχουν την υπομονή να επεξεργαστούν αυτά που διαβάζουν και να τα αποδώσουν με δικές τους περιλήψεις.



Η επόμενη δραστηριότητα που ζητήθηκε από τους μαθητές στο φύλλο εργασίας 3β, αφορούσε την αξιολόγηση της ικανότητας κατασκευής μοντέλων και ήταν μια σύνθετη δραστηριότητα στην οποία έπρεπε να συνδυάσουν όλες τους τις γνώσεις και τις δεξιότητες που είχαν αποκτήσει από τις προηγούμενες δραστηριότητες, καθώς και την κριτική τους ικανότητα για να κατασκευάσουν ένα κύκλωμα που αντί για πρίζα ή μπαταρία θα άναβε με τάση από λεμόνια.

Οι ομάδες αν και δεν κατάφεραν να ολοκληρώσουν την κατασκευή αυτού του μοντέλου, προσπάθησαν πάρα πολύ, ανέπτυξαν μεγάλο συναγωνισμό μεταξύ τους, μπήκαν στη διαδικασία της αναζήτησης και κυρίως το ευχαριστήθηκαν και ζήτησαν με την πρώτη ευκαιρία να το επαναλάβουν.

Οι υπόλοιπες δραστηριότητες οι οποίες ανατέθηκαν στα παιδιά, ήταν να κάνουν αυτοαξιολόγηση και έτερο-αξιολόγηση των υπολοίπων μελών της ομάδας για να μετρηθεί η συνεργατικότητα μεταξύ τους. Για την αυτοαξιολόγηση δόθηκε η παρακάτω κάρτα με κλίμακα Likert από 0-4 και μετά την καταμέτρηση όσων επέλεξαν, προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα.

Κάρτα Αυτοαξιολόγησης	0 (καθόλου)	1 (λίγο)	2 (μέτρια)	3 (πολύ)	4 (πάρα πολύ)
1. Είχα εμπλοκή στο σχεδιασμό του πειράματος			47%	33%	20%
2. Συμμετείχα στην υλοποίηση του πειράματος			47%	26%	27%
3. Βοήθησα τους υπόλοιπους της ομάδας μου			33%	40%	27%
4. Βοήθησα στην ολοκλήρωση του στόχου που μας δόθηκε			33%	27%	40%
5. Είχα συμμετοχή στη συλλογή των δεδομένων και πληροφοριών		17%	33%	30%	20%
6. Είχα καλή επικοινωνία με τους υπόλοιπους		7%	33%	27%	33%

Παρατηρούμε ότι επαληθεύεται αυτό που είχε προκύψει και από την δραστηριότητα της εύρεσης πληροφοριών, δηλαδή ότι οι μαθητές δεν κατάφεραν να συνεργαστούν καλά στον τομέα αυτό.

Ακόμη διαπιστώνουμε ότι υπήρχε μικρό πρόβλημα και στην επικοινωνία με τους υπόλοιπους.

Πιο αναλυτικά, στην πρώτη ερώτηση «αν είχαν εμπλοκή στο σχεδιασμό του πειράματος» οι μισοί απάντησαν «μέτρια» και οι υπόλοιποι μισοί «πολύ» και «πάρα πολύ». Στη δεύτερη ερώτηση «αν συμμετείχαν στην υλοποίηση του πειράματος» επαναλήφθηκαν τα ίδια ποσοστά. Στην τρίτη ερώτηση «αν βοήθησαν τους υπόλοιπους της ομάδας τους» το ένα τρίτο περίπου των μαθητών, απάντησε μέτρια και τα δύο τρίτα «πολύ» και «πάρα πολύ». Ακριβώς τα ίδια ποσοστά επαναλήφθηκαν και στην τέταρτη ερώτηση κατά πόσο βοήθησαν οι μαθητές την ολοκλήρωση του στόχου που τους δόθηκε.

Γενικά, από το σύνολο των απαντήσεων παρατηρούμε, ότι η αυτοαξιολόγηση που έκαναν οι μαθητές για την συνεργατικότητα κινήθηκε σε θετικά επίπεδα.

Ως προς την αξιολόγηση που έκαναν για τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας τους, εκεί τα αποτελέσματα διαφοροποιούνται σημαντικά ανάλογα με τον αριθμό των μελών της κάθε ομάδας.

Σύμφωνα με την παρακάτω κάρτα ετεροαξιολόγησης που συμπλήρωσαν οι μαθητές προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

- Για τις ομάδες με τρία μέλη, η συνεργασία κρίθηκε αριστη από όλα τα μέλη των ομάδων.
- Για τις ομάδες με τέσσερα μέλη, η συνεργασία κρίθηκε εξαιρετική, στις ερωτήσεις (1), (3) και (5) σχετικά με τη συμμετοχή στο σχεδιασμό του πειράματος, στην υλοποίηση του και στη συνολική βοήθεια. Η συνεργασία όμως υστερούσε σε μικρό ποσοστό ως προς τη συμμετοχή στην ολοκλήρωση του στόχου, σε ελαφρώς μεγαλύτερο ποσοστό στην καλή επικοινωνία μεταξύ τους και σε αρκετά μεγαλύτερο ποσοστό, στη συλλογή δεδομένων και πληροφοριών.
- Για τις ομάδες με πέντε μέλη, η αξιολογηση της συνεργασίας διαφοροποιήθηκε αρνητικά στην ερώτηση (5), ως προς τη συμμετοχή των υπολοίπων μελών στην υλοποίηση του πειράματος. Αυτό το αποτέλεσμα όμως θεωρείται φυσιολογικό λόγω του μεγάλου πλήθους αυτών των ομάδων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Ρουμπρίκα ετεροαξιολόγησης της ικανότητας συνεργασίας

Κάρτα Ετεροαξιολόγησης	Μέλος 1	Μέλος 2	Μέλος 3	Μέλος 4
1. Συμμετείχε ο/η συμμαθητής/τρια σου στο σχεδιασμό του πειράματος;				
2. Έλαβε ο/η συμμαθητής/τρια σου μέρος στην ολοκλήρωση του στόχου που σας δόθηκε;				
3. Βοήθησε ο/η συμμαθητής/τρια σου την ομάδα				
4. Ο/η συμμαθητής/τρια σου είχε συμμετοχή στη συλλογή των δεδομένων;				
5. Ο/η συμμαθητής/τρια σου συμμετείχε στην εκτέλεση του πειράματος;				
6. ο/η συμμαθητής/τρια σου είχε καλή επικοινωνία με τους υπόλοιπους της ομάδας;				

10. Αξιολόγηση-Συμπεράσματα-Προτάσεις

Αξιολόγηση της διερευνητικής μάθησης στις δύο μελέτες περίπτωσης

Στην προσέγγιση της διδασκαλίας με διερευνητική μέθοδο, οι μαθητές εργάστηκαν κυρίως ομαδικά και καθοδηγούμενοι από προσεκτικά σχεδιασμένες ακολουθίες δραστηριοτήτων, οι οποίες όμως επέτρεπαν σε μεγάλο βαθμό την αυτενέργεια των μαθητών. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκε ένα δυναμικό περιβάλλον που περιλάμβανε αλληλεπιδράσεις σε πολλά επίπεδα, μεταξύ μαθητών, εκπαιδευτικού, διδακτικού υλικού, οργάνων και υλικών και παρείχε έτσι τη δυνατότητα εστίασης της ανάλυσης και της αξιολόγησης σε πολλές από αυτές.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα ως προς τις διερευνητικές ικανότητες που απαιτούνται να διαθέτουν οι μαθητές κατά τον 21^ο αιώνα, μπορούμε να πούμε τα εξής:

Η ερευνητική διαδικασία στην πρώτη μελέτη περίπτωσης, οδήγησε αρχικά στο συμπέρασμα ότι οι ακολουθίες εννοιολογικών χαρτών, αξιολογημένων με ποιοτικά κατά κύριο λόγο κριτήρια, μπορούν να παράσχουν μια λεπτομερή καταγραφή της οικοδόμησης της γνώσης των μαθητών. Μέσα από αυτή την καταγραφή, διαπιστώσαμε ότι στην αρχή της ενότητας του ηλεκτρισμού, η προϋπάρχουσα επιστημονική παιδεία των μαθητών κατείχε σε ίσα ποσοστά τον τίτλο της περιορισμένης και της επαρκούς, ενώ σε ακόμα μεγαλύτερα ποσοστά κατείχε αυτόν της υποτυπώδους επιστημονικής παιδείας. Κατά την τελική αξιολόγηση, διαπιστώσαμε ότι η διερευνητική μέθοδος με τη βοήθεια του καταϊγισμού ιδεών και των ημι-σωκρατικών διαλόγων ανάμεσα στον καθηγητή και στους μαθητές επέφερε σημαντικές μεταβολές στη γνώση των μαθητών, με αποτελέσματα την αύξηση της επιστημονικής τους παιδείας.

Στόχος της δεύτερης μελέτης περίπτωσης ήταν η καλλιέργεια και ενίσχυση δεξιοτήτων όπως είναι η δεξιότητα διατύπωσης υποθέσεων και προβλέψεων, η ανάλυση δεδομένων και ο σχεδιασμός μιας έρευνας, η πειραματική υλοποίηση, η εύρεση και η αξιολόγηση πληροφοριών από το διαδίκτυο

ή τη βιβλιοθήκη, η εξαγωγή συμπερασμάτων και λειτουργικών ορισμών, η σύνδεση με την καθημερινότητα, η ικανότητα κατασκευής μοντέλων και τέλος η συνεργατικότητα.

Σε σχέση με την προηγούμενη διδακτική εμπειρία, στην οποία δεν εφαρμόστηκαν μέθοδοι διερευνητικής μάθησης, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης τα οποία αξιολογήθηκαν με τη βοήθεια κατάλληλα σχεδιασμένων ρουμπρικών, έδειξαν ότι, δεξιότητες όπως η διατύπωση υποθέσεων και προβλέψεων, η ανάπτυξη και ο σχεδιασμός μιας έρευνας, η πειραματική υλοποίηση, η εξαγωγή συμπερασμάτων και λειτουργικών ορισμών, η σύνδεση με την καθημερινότητα και η συνεργατικότητα καλλιεργήθηκαν σε μεγαλύτερο βαθμό. Δηλαδή, οι δεξιότητες αυτές μπορούν να χαρακτηριστούν πλέον ως εμπεδωμένες ή αλλιώς επαρκείς.

Ωστόσο, στην παρούσα έρευνα, δεν παρατηρήθηκε, η ίδια θετική επίδραση σε δεξιότητες όπως η επιστημονική αιτιολόγηση, καθώς και η ικανότητα εύρεσης πληροφοριών από άλλες πηγές εκτός των σχολικών βιβλίων, καθώς οι μαθητές δυσκολεύτηκαν στην έκφραση και διατύπωση επιχειρημάτων, αλλά και στην κριτική αποτίμηση των πηγών από το διαδίκτυο.

Ο μαθητές δεν ήταν τόσο παρατηρητικοί όσο αναμενόταν και δεν ασκούσαν κριτική επεξεργασία των όσων παρατηρούσαν στα πειράματα. Έτσι, δεν μπορούσαν να αντιληφθούν τις διάφορες παραμέτρους οι οποίες μεταβάλλονταν κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, ούτε προβληματίζονταν για την εγκυρότητα του τρόπου με τον οποίο προσπαθούσαν να πειραματισθούν.

Κάποιες ακόμα αρνητικές παρατηρήσεις είναι ότι υπήρξε δυσκολία στην κατανομή των μαθητών σε ομάδες, γιατί οι μαθητές ήθελαν να χωριστούν με μοναδικό κριτήριο τις φιλίες τους, γεγονός το οποίο δεν ήταν σε συμφωνία με τα κριτήρια του εκπαιδευτικού και ότι στις ομάδες πολλές φορές, οι μαθητές στηρίζονταν στην απάντηση του μαθητή με τις καλύτερες βαθμολογικές επιδόσεις και δεν έμπαιναν στη διαδικασία περαιτέρω αναζητήσεων.

Παράγοντες οι οποίοι δυσχέραιναν και παράγοντες οι οποίοι ενίσχυσαν τη συνολική πορεία στις δύο μελέτες περιπτώσεων

Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της διερευνητικής μεθόδου διδασκαλίας στις δύο περιπτώσεις που μελετήθηκαν, υπήρχαν πολλοί ανασταλτικοί παράγοντες οι οποίοι δυσκόλεψαν την πορεία του εκπαιδευτικού στην εφαρμογή των καινοτομιών στην τάξη.

Ο πρώτος παράγοντας είναι η απουσία συνεργασίας και υποστήριξης από τους συναδέλφους της ίδιας ειδικότητας, στο χώρο εργασίας. Το εργαστήριο φυσικών επιστημών ήταν συνεχώς κατειλημμένο από συναδέλφους της ίδιας ειδικότητας, οι οποίοι το χρησιμοποιούσαν ακόμα και ως απλή αίθουσα διδασκαλίας, της μοναδικής στο ισόγειο, που τους διευκόλυνε για να μην χρησιμοποιούν σκάλες. Άλλος παράγοντας ήταν η έλλειψη εποπτικών μέσων διδασκαλίας και υλικοτεχνικών υποδομών, τα οποία εν μέρει ξεπεράστηκαν μετά από την προσωπική επιμονή προς τον διευθυντή του σχολείου, να εγκρίνει ένα μικρό ποσό για να αγοραστούν τα στοιχειώδη υλικά που απαιτούνταν για την υλοποίηση των πειραμάτων του ηλεκτρισμού, τα οποία προβλέπονται και από το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών. Όμως το αναλυτικό αυτό πρόγραμμα παρουσίαζε και μια μεγάλη ανελαστικότητα ως προς την ύλη και τους χρονικούς περιορισμούς τους οποίους έθετε για κάθε διδακτικό στόχο, με αποτέλεσμα την αποτροπή ή τη δυσκολία του εκπαιδευτικού για πειραματισμό πάνω σε καινοτόμα προγράμματα.

Άλλος παράγοντας ο οποίος δυσκόλεψε τη γενικότερη δραστηριοποίηση του εκπαιδευτικού ήταν η ανελαστικότητα του ωρολογίου προγράμματος η οποία αναγκάζει του εκπαιδευτικούς των φυσικών επιστημών να διδάξουν το μάθημα της φυσικής σε δύο μόνο διδακτικές ώρες εβδομαδιαίως, στη Γ' γυμνασίου κι αυτές μεμονωμένες. Επιπλέον δεν προβλέπει κάποιες ειδικότερες ρυθμίσεις για τις ώρες που είναι εργαστηριακές, όπως στα άλλα μαθήματα των επιστημών, όπως η τεχνολογία και η πληροφορική, στα οποία οι μαθητές μοιράζονται μισοί-μισοί. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να είναι πολύ δύσκολη η βοήθεια και η καθοδήγηση του εκπαιδευτικού προς όλες τις ομάδες των 25 μαθητών, μέσα σε 45 λεπτά. Άλλες δυσκολίες παρουσιάστηκαν λόγω της δυσλειτουργίας των φωτοτυπικών μηχανημάτων, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να φωτοτυπηθούν τα φύλλα εργασίας και να τροποποιείται η σειρά των μαθημάτων ή των δραστηριοτήτων.

Παράγοντες οι όποιοι ενίσχυσαν την διαδικασία της διερεύνησης ήταν η διάθεση του εκπαιδευτικού, των μαθητών, αλλά και η χρήση των εργαστηρίων φυσικών επιστημών και πληροφορικής.

Περιοριστικοί Παράγοντες	Ενισχυτικοί Παράγοντες
Απουσία συνεργασίας και υποστήριξης από τους συναδέλφους της ίδιας ειδικότητας στο χώρο εργασίας	Υποστήριξη του καθηγητή μου και ορισμένων φίλων φιλολόγων

Ανελαστικότητα ωρολογίου προγράμματος	Διαθεσιμότητα διδακτικού υλικού από το διαδίκτυο
Εκτεταμένη ύλη και υποχρεωτική εφαρμογή του αναλυτικού προγράμματος σπουδών της φυσικής	Προσωπική διάθεση για ανάπτυξη των δικών μου μεταγνωστικών ικανοτήτων
Χρονικοί περιορισμοί	Θετική επίδραση αναστοχασμού
Πολυπληθή τμήματα μαθητών	Χρήση των εργαστηρίων φυσικών επιστημών και πληροφορικής
Προσωπικές υποχρεώσεις	Υποστήριξη της οικογένειάς μου
Μετακινήσεις των μαθητών σε διαφορετικούς χώρους	

Μετά την υπέρβαση όλων των αρνητικών παραγόντων οι οποίοι δυσχέραιναν την πορεία της μελέτης, η διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας απέδωσε τα εξής:

- Οι μαθητές βοηθήθηκαν να διατυπώσουν ερωτήματα, τα οποία οδήγησαν στη διερεύνηση με ουσία και νόημα.
- Οι ερωτήσεις τους καθοδηγήθηκαν, ώστε να μεταφραστούν σε πειράματα και δράσεις που συντέλεσαν στην ανάπτυξη της εννοιολογικής κατανόησης.
- Οι μαθητές οδηγήθηκαν να καταλήξουν σε συμπεράσματα βασιζόμενοι σε όσα ήδη ανακάλυψαν.
- Ειδικά η πρακτική εργασία με τις πειραματικές δραστηριότητες όπλισε τους μαθητές με μεγαλύτερες ικανότητες κατανόησης και παραγωγής και έκανε την ανακάλυψη ιδεών και γενικότερα τη μάθηση της επιστήμης πολύ πιο ευχάριστη.

Αξιολόγηση της διερευνητικής μάθησης από τους μαθητές

Στο τέλος της ενότητας η οποία διδάχθηκε με τον τρόπο αυτό της διερευνητικής προσέγγισης, δόθηκε στους μαθητές και ένα ατομικό ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση της διερευνητικής μάθησης.

Στην ερώτηση «Τι σας άρεσε περισσότερο στη διερευνητική μάθηση;» οι μαθητές επέλεξαν κυρίως, κατά σειρά προτίμησης α) τα πειράματα, β) τη συνεργασία με την ομάδα τους και γ) τη γνώση που αποκτήθηκε.

Στην ερώτηση «Τι δεν σας άρεσε στη διερευνητική μάθηση ή τι σας δυσκόλεψε;» οι μαθητές κατά μεγάλη πλειοψηφία 70% απάντησαν: «η δυσκολία να βρεθούν οι σωστές επιστημονικές απαντήσεις».

Στην ερώτηση «Θα θέλατε η εκπαίδευση στο σχολείο να έχει τη μορφή διερευνητικής μάθησης;» σχεδόν όλοι (88%) απάντησαν «ΝΑΙ».

Στην ερώτηση «Πώς θα χαρακτηρίζατε την εμπειρία;» οι μαθητές επέλεξαν κατά το μεγαλύτερο ποσοστό τις επιλογές «διασκεδαστική» και «χρήσιμη».

Τέλος τους ζητήθηκε να προτείνουν με ποιον τρόπο θα ήθελαν να γίνονται τα μαθήματα των φυσικών επιστημών. Οι απαντήσεις που δόθηκαν είναι συνοπτικά: «με πειράματα, με ομαδικές εργασίες, με βιντεοπροβολέα, αρχικά θεωρητικά και μετά με πρακτική εξάσκηση, με συνεργατικότητα, με εκπαιδευτικές επισκέψεις σε μουσεία πειραμάτων και διαδραστικών εκθέσεων».

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης που έκαναν οι μαθητές, συναινούν σ' αυτά που προέκυψαν από την δική μας αξιολόγηση, δηλαδή, ότι η διερευνητική μάθηση ήταν εποικοδομητική, διασκεδαστική, τους άρεσαν τα πειράματα, η συνεργασία με την ομάδα τους και η γνώση που αποκτήσαν. Αυτό που τους δυσκόλεψε ήταν η επιστημονική προσέγγιση της γνώσης. Τέλος η πλειοψηφία ψήφισε η εκπαίδευση στο σχολείο να έχει τη μορφή διερευνητικής μάθησης και να επεκταθεί και σε χώρους εκτός σχολείου, όπως επισκέψεις σε μουσεία τεχνολογιών και πειραμάτων.

Συμπεράσματα

Με τον τρόπο αυτό αποδεικνύεται ότι με την αξιοποίηση της διερευνητικής διδασκαλίας στις θετικές επιστήμες, αυξάνεται η ενεργοποίηση των μαθητών για αυτές και κατ' επέκταση αντιμετωπίζεται μέσω του συγκεκριμένου τρόπου διδασκαλίας, το φαινόμενο της μείωσης του ενδιαφέροντος των νέων για τις φυσικές επιστήμες. Το αυξημένο ενδιαφέρον των μαθητών από τη χρήση της διερευνητικής διδασκαλίας στην παρούσα έρευνα, επιβεβαιώνει τα αντίστοιχα θετικά αποτελέσματα ευρωπαϊκών προγραμμάτων, τα οποία στηρίζονται στις μεθόδους διερευνητικής μάθησης (European Commission, 2007).

Η εφαρμογή της εργαστηριακής διδασκαλίας καθοδηγούμενης διερεύνησης τόσο σε πραγματικό όσο και σε εικονικό εργαστήριο, παρουσίασε σημαντικές θετικές επιδράσεις, αφού συνέβαλε στη βελτίωση των ερευνητικών δεξιοτήτων των μαθητών αλλά και των δεξιοτήτων επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Επομένως σε μία αποτελεσματική διδακτική σειρά δεν θα πρέπει να υιοθετείται μόνο η χρήση πραγματικών ή εικονικών οργάνων, αλλά θα πρέπει να συνδυάζονται και τα δύο για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της και την επίτευξη των στόχων της. Άλλωστε έρευνες έχουν δείξει ότι τουλάχιστον ως προς την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών, ο συνδυασμός εικονικών και πρακτικών πειραματικών περιβαλλόντων σε κάθε διδασκαλία είναι πιο αποτελεσματικός από τη χρήση ενός μόνο είδους εργαστηριακού περιβάλλοντος (Jaakkola, Nurmi & Lehtinen, 2011).

Συνολικά με απώτερο στόχο την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες, πρέπει να καλλιεργούνται και να αναπτύσσονται δεξιότητες που συμβάλλουν στην οικοδόμηση επιστημονικών απόψεων, γνώσεων, καθώς και ικανότητες που είναι συνδεδεμένες με την καθημερινή ζωή και ειδικότερα, με την αντιμετώπιση πραγματικών καταστάσεων και ρεαλιστικών προβλημάτων.

Το γεγονός αυτό κρίνεται απαραίτητο σε μία κοινωνία ταχέως μεταβαλλόμενη στην οποία είναι απαραίτητη η κατανόηση των επιστημονικών ζητημάτων από όλους και όχι μόνο από τους ειδικούς. Το παγκοσμιοποιημένο κοινωνικό-οικονομικό πλαίσιο επιβάλλει στην εκπαίδευση αυτήν την προσαρμογή. Επομένως, η διερευνητική μάθηση οδηγεί μακροπρόθεσμα, στην ποιοτική και

ποσοτική ενίσχυση του επιστημονικού δυναμικού , αλλά και γενικώς στις γνώσεις που πρέπει να έχει κάθε άτομο για να ανταπεξέρχεται στα όποια ζητήματα προκύπτουν στην καθημερινή του ζωή.

Προτάσεις

Οι δυσκολίες οι οποίες αναφέρονται σε αυτή την εργασία υποδεικνύουν την ανάγκη σχεδιασμού διδακτικού υλικού και προσεγγίσεων που αφενός θα καθοδηγούν αποτελεσματικά τους μαθητές να αναπτύξουν, με τρόπο ενιαίο, λειτουργική εννοιολογική κατανόηση, επιστημολογική επάρκεια και δεξιότητες συλλογισμού και επιστημονικής σκέψης και αφετέρου θα τους βοηθούν να υπερβαίνουν τις ποικίλες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν σε ένα περιβάλλον το οποίο έχει σχεδιαστεί ειδικά για να συνδυάσει τις δραστηριότητες, έτσι ώστε οι μαθητές να αλληλεπιδρούν με το περιεχόμενο της φυσικής με τρόπο που οδηγεί σε εννοιολογικές αλλαγές και στην κατανόηση της.

Με τον επαναπροσδιορισμό των σκοπών και των στόχων του αναλυτικού προγράμματος καθώς και των διδακτικών προσεγγίσεων που προωθούνται ως αποτελεσματικές στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών θα πρέπει να συμβαδίζουν και οι διαδικασίες αξιολόγησης (Unesco, 2008). Ανάμεσα στις σύγχρονες προτάσεις και θέσεις συστήνεται η ανάπτυξη διαδικασιών αξιολόγησης, οι οποίες θα καλύπτουν ένα μεγαλύτερο εύρος δεξιοτήτων και ικανοτήτων και θα αξιοποιούν μια ποικιλία μεθόδων, με κυριότερη τη διαμορφωτική αξιολόγηση, προκειμένου να εκτιμούνται οι δεξιότητες, οι γνώσεις και οι ικανότητες που αναμένεται να κατέχει και να επιδεικνύει ένας επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματος πολίτης (Osborne & Dillon, 2008 ;Unesco, 2008)

Θεμελιώδη και πρωταρχική προϋπόθεση για να είναι εφικτή μια τέτοια στοχοθεσία αποτελεί η αναμόρφωση των Αναλυτικών Προγραμμάτων και η διάθεση περισσότερων διδακτικών ωρών για τις φυσικές επιστήμες, διδακτικές ώρες σε συνεχές δίωρο και η εξασφάλιση από την Πολιτεία εξοπλισμένων με σύγχρονα μέσα εργαστηρίων, όπου και υποχρεωτικά θα γίνεται το μάθημα.

Προτείνονται νέοι τρόποι οργάνωσης, υλοποίησης και αξιολόγησης των μαθημάτων των φυσικών επιστημών, όπως είναι οι εννοιολογικοί χάρτες, οι συνθετικές εργασίες, οι προφορικές συνεντεύξεις, οι ερωτήσεις ανάπτυξης, η δημιουργία ατομικού portfolio για κάθε μαθητή, η παραχώρηση διευρυμένων αρμοδιοτήτων στους μαθητές, ο σχεδιασμός πειραμάτων, η επίλυση προβλημάτων, η αξιολόγηση ερευνητικών δραστηριοτήτων, η αυτοαξιολόγηση κ.α. (Ζησιμόπουλος, Καφετζόπουλος, Μουτζούρη-Μανούσου, & Παπασταματίου, 2002).

Προτείνεται να υπάρχει συσχέτιση των φυσικών επιστημών μεταξύ τους, καθώς και με την τεχνολογία κι όχι η φυσική ,η χημεία, η βιολογία και η γεωλογία-γεωγραφία να διδάσκονται ως ξεχωριστά μαθήματα. Ακόμα προτείνεται η διαθεματικότητα να συμπεριλάβει ευρύτερα πεδία και να αναδειχθούν οι πολιτισμικές, φιλοσοφικές, ιστορικές πλευρές των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας αλλά και η ηθική διάσταση των φυσικών επιστημών.

Επίσης προτείνεται η συνεχής επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. Αναδεικνύεται ως αδιαμφισβήτητη προτεραιότητα για «αποτελεσματικούς» εκπαιδευτικούς, που θα είναι επαγγελματικά επαρκείς, θα είναι γνώστες του περιεχομένου των φυσικών επιστημών, θα διαθέτουν μια άρτια παιδαγωγική κατάρτιση, θα είναι σε θέση να χρησιμοποιούν μια ποικιλία διδακτικών μεθόδων, θα εστιάζουν στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων των μαθητών και δεν θα νιώθουν ανασφαλείς να διδάξουν με καινοτόμες μεθόδους.

Επίλογος

Η απόφαση να διεκδικήσω και να κερδίσω τη χαρά ενός νέου κύκλου σπουδών, πολλά χρόνια μετά τις αρχικές σπουδές μου, αποδείχτηκε πως ήταν αφετηρία για μια πολύ γόνιμη διαδρομή! Νέα γνώση, ώριμη εμπλοκή στη διαδικασία, αξιοποίηση της εμπειρίας από τη δευτεροβάθμια, όπου εργάζομαι, ευκαιρία για αναμέτρηση με το καινούργιο και, φυσικά, επαφή και γνωριμία με νέους ανθρώπους, όμοιους και διαφορετικούς.

Αισθάνομαι ότι η εμπειρία των μεταπτυχιακών σπουδών δεν κλείνει εδώ: αποτελεί μια νέα αφετηρία για γνώση και προσωπικό επαναπροσδιορισμό και, παράλληλα, η νέα οπτική για το αντικείμενό μου αποτελούν περισσότερο «όχημα» για εξέλιξη και έναυσμα για προβληματισμό και αναζήτηση, παρά μια ακόμα τυπική και επικυρωμένη γνωστική «σκευή» για τον εμπλουτισμό του βιογραφικού μου.

Όσο για την εμπειρία που αποκόμισα από την εμπλοκή μου στη διαδικασία της έρευνας για τη συγγραφή της διπλωματικής εργασίας, οφείλω να ομολογήσω ότι διδάχθηκα μέσα από τα λάθη μου, τις ελλείψεις μου, τα αδιέξοδα στα οποία συνεχώς έφτανα και τις αναθεωρήσεις τις οποίες έκανα. Αν μου δινόταν η ευκαιρία να ξανακάνω την ίδια εργασία, θα τη σχεδίαζα με τελείως διαφορετικό τρόπο, πιο σαφή και πιο στοχευμένο. Έτσι, μπορώ να πω ότι, μέσα από αυτή τη διαδικασία ανέπτυξα κι εγώ τις μεταγνωστικές μου ικανότητες και κυρίως αυτή του σχεδιασμού μιας έρευνας.

Ευχαριστώ τους Καθηγητές μου και τους Συμφοιτητές μου, για την ωραία και γόνιμη κυψέλη που επί ένα χρόνο στέγασε τη δουλειά και την προσπάθειά μου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Φύλλο Εργασίας 1

1. Σχεδιάστε έναν εννοιολογικό χάρτη/σύνολο λέξεων ακτινωτά γύρω από τον όρο «ηλεκτρισμός». (Δηλαδή γράψτε όσες λέξεις νομίζετε ότι έχουν σχέση με το φαινόμενο του ηλεκτρισμού και τη χρήση του, είτε είναι λέξεις της καθημερινότητας, είτε επιστημονικές).



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

2. Υπογραμμίστε τις λέξεις που νομίζετε ότι είναι αυστηρά επιστημονικές, ξεχωρίζοντάς τις από τις λέξεις που, αν και είναι επιστημονικές, χρησιμοποιούνται και στην καθημερινή γλώσσα.
3. Γράψτε σχέσεις που πιστεύετε ότι συνδέουν τις έννοιες των λέξεων που σημειώσατε.

Φύλλο Εργασίας 1β
Μελέτη αγωγιμότητας διαφόρων υλικών

2 διδακτικές ώρες

ΦΑΣΗ Α

ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

Δραστηριότητα 1^η

Στον παρακάτω πίνακα, στη στήλη "υπόθεση" δίπλα σε κάθε επιλεγμένο αντικείμενο, γράψτε την **υπόθεσή** σας για το πόσο καλά το συγκεκριμένο αντικείμενο αφήνει να «περάσει» το ηλεκτρικό ρεύμα, δηλαδή ανάβει το λαμπάκι, χρησιμοποιώντας τις εκφράσεις: "πολύ", "λίγο", "καθόλου". Κάθε φορά που θα ερευνάτε ένα διάλυμα (π.χ. αλάτι στο νερό), στην πρώτη στήλη να καταγράφετε την ποσότητα της ουσίας που χρησιμοποιείτε (συγκέντρωση).

ΥΛΙΚΑ	ΥΠΟΘΕΣΗ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ			Χαρακτηρισμός υλικού
		Πολύ	Λίγο	Καθόλου	
Χρυσό δακτυλίδι					
Ασημένιο δακτυλίδι					
Πλαστικό στυλό					
Χάλκινο κέρμα					
Γυάλινο δοκιμαστικό σωλήνα					
Ξύλινο μανταλάκι					
Αλατόνερο 10%w/w					
Αλατόνερο 50%w/w					

Ζαχαρόνερο 10%w/w					
Ζαχαρόνερο 50%w/w					
Νερό με θειικό οξύ10%w/w					
Νερό βρύσης					
Αποσταγμένο νερό					

Δραστηριότητα 2^η (διατύπωση υποθέσεων με αιτιολόγηση)

ΚΥΚΛΩΣΤΕ την απάντηση που θεωρείτε σωστή στις παρακάτω ερωτήσεις

1) Αν **διπλασιάσουμε** το μήκος του μολυβιού (γραφίτη) τι υποθέτετε ότι θα συμβεί;

α) Το λαμπάκι θα φωτοβολεί εντονότερα β) λιγότερο γ) το ίδιο

Δικαιολογήστε την απάντησή σας:

.....

2) Αν χρησιμοποιήσουμε αλατόνερο με **διπλάσια** ποσότητα αλατιού διαλυμένη στην ίδια ποσότητα νερού τι υποθέτετε ότι θα συμβεί;

α) Το λαμπάκι θα φωτοβολεί εντονότερα β) λιγότερο γ) το ίδιο

Δικαιολογήστε την απάντησή σας:

.....

3) Αν χρησιμοποιήσουμε μολύβι που είναι ξυσμένη μόνο η μια του πλευρά τι υποθέτετε ότι θα συμβεί;

α) Το λαμπάκι θα φωτοβολεί εντονότερα β) καθόλου γ) το ίδιο

Δικαιολογήστε την απάντησή σας:

.....

Δραστηριότητα 3^η ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

1) Περιγράψτε ένα πείραμα για να ελέγξετε των **αγωγιμότητα** διαφόρων υλικών, χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με ένα απλό ηλεκτρικό λαμπάκι. Προτείνετε μια λίστα με υλικά που θα μπορούσατε να διερευνήσετε μέσα στο εργαστήριο ως προς την αγωγιμότητα τους.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) Σχεδιάστε το απλούστερο ηλεκτρικό κύκλωμα με το οποίο μπορείτε να ελέγξετε την αγωγιμότητα ενός αντικειμένου.



ΦΑΣΗ Β

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Δραστηριότητα 4^η

Κατασκευάστε το κύκλωμα που σχεδιάσατε έτσι ώστε να υπάρχουν ελεύθερα καλώδια για να παρεμβάλετε ένα-ένα τα παραπάνω υλικά. Δοκιμάστε αν θέλετε και άλλα υλικά που έχετε σκεφτεί. Μην ξεχνάτε όμως να συμπληρώνετε την υπόθεσή –πρόβλεψή σας γι' αυτά στον παραπάνω πίνακα της 1^{ης} δραστηριότητας πριν τον πειραματισμό. Κάθε φορά που θα εκτελείτε ένα πείραμα βάζετε ένα ✓ στην αντίστοιχη στήλη των πειραματικών αποτελεσμάτων.

Αφού ελέγξετε πειραματικά την ορθότητα των απαντήσεων σας στον παραπάνω πίνακα και σημειώστε στο κουτάκι πόσες πετύχατε σωστές.

Αφού ελέγξετε πειραματικά την ορθότητα των απαντήσεων σας στις 3 παραπάνω ερωτήσεις της 2^{ης} δραστηριότητας σημειώστε στο κουτάκι πόσες πετύχατε σωστές.

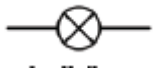
Φύλλο Εργασίας 2β
Μελέτη αγωγιμότητας διαφόρων υλικών

1 διδακτική ώρα

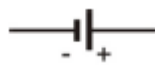
Φάση Γ

ΕΜΠΕΔΩΣΗ

Στην επιστήμη, την τεχνολογία και τη μηχανική, οι άνθρωποι όταν θέλουν να σχεδιάσουν κάτι, χρησιμοποιούν σχηματικές αναπαραστάσεις και όχι εικονογραφικά σχέδια. Π.χ. ένα ηλεκτρικό κύκλωμα μπορεί να παριστάνετε από ένα ηλεκτρικό διάγραμμα. Για να γίνει αυτό, κάποιος πρέπει να ξέρει τα σύμβολα που παριστάνουν συγκεκριμένα αντικείμενα. Σε ένα ηλεκτρικό διάγραμμα χρησιμοποιούνται συνήθως τα ακόλουθα σύμβολα:



Λάμπα



μπαταρία



καλώδιο



Αντικείμενο
συνδεδεμένο στο
κύκλωμα



Διακόπτης

Δραστηριότητα 5^η Αποτύπωση ηλεκτρολογικού σχεδίου

Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω σύμβολα, σχεδιάστε τις σχηματικές αναπαραστάσεις των ηλεκτρικών κυκλωμάτων που σας ζητήθηκαν στο Φύλλο εργασίας 1 (Δραστηριότητα 3) ,για το κύκλωμα με το δακτυλίδι και το κύκλωμα με ένα διάλυμα οξέος. Επίσης τοποθετήστε στην κατάλληλη θέση, δηλαδή παράλληλα ή σε σειρά το αμπερόμετρο και το βολτόμετρο.

Ηλεκτρικό κύκλωμα με ένα λαμπάκι και δακτυλίδι	Ηλεκτρικό κύκλωμα με ένα λαμπάκι και ένα διάλυμα οξέος
--	--

Δραστηριότητα 6^η Εξαγωγή συμπερασμάτων και αιτιολόγηση

1) Σε συνεργασία με την ομάδα σας απαντήστε στην παρακάτω ερώτηση και **αιτιολογήστε** την απάντησή σας.

*«Είναι η αγωγιμότητα μια χαρακτηριστική ιδιότητα του **αντικειμένου** ή του **υλικού** από το οποίο αποτελείται το αντικείμενο;»*

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

2) Σε συνεργασία με την ομάδα σας συμπληρώστε τις παρακάτω προτάσεις.

Υλικά όπως, που επιτρέπουν το ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει μέσα από την μάζα τους λέγονται

Υλικά όπως, που **δεν** επιτρέπουν το ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει μέσα από την μάζα τους λέγονται

3) Συμπληρώστε την τελευταία στήλη του πίνακα που σας δόθηκε στο φύλλο εργασίας 1 χαρακτηρίζοντας κάθε υλικό ως «αγωγό» ή «μονωτή».

4) Συζητήστε με την ομάδα σας αν ο αέρας είναι καλός αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος και αν δεν είναι, με ποιες συνθήκες θα μπορούσε να γίνει. (Σκεφτείτε ότι η ατμόσφαιρα πολλές φορές έχει πολλή υγρασία). Γράψτε τις υποθέσεις σας και **αιτιολογήστε** τις.

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

Δραστηριότητα 7η Σύνδεση με την καθημερινότητα

Αναζητήστε πληροφορίες από το διαδίκτυο για την δημιουργία των κεραυνών και των αστραπών κατά τη διάρκεια καταιγίδων. Καταγράψτε τις και δώστε έμφαση στην παρουσία του υγρού αέρα.

Συμπέρασμα:

Ο αέρας όταν είναι είναι αγωγός, ενώ όταν είναιείναι μονωτής.

Όταν ο διακόπτης στο κύκλωμα είναι ανοιχτός, το κύκλωμα είναι και δεν διαρρέεται από ρεύμα, ενώ όταν ο διακόπτης στο κύκλωμα είναι κλειστός, το κύκλωμα είναι και διαρρέεται από ρεύμα.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Όταν εμείς λέμε ότι **κλείνουμε** το φως, στην πραγματικότητα εννοούμε ότι το κύκλωμα και το αντίθετο.

ΠΡΟΣΟΧΗ!!!! ΠΡΟΣΟΧΗ!!!! Το ανθρώπινο σώμα είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος, γι' αυτό δεν πρέπει να πιάνουμε πρίζες ή γυμνά καλώδια με βρεγμένα χέρια γιατί το νερό είναι ή χωρίς να φοράμε λαστιχένια γάντια, αφού το λάστιχο θεωρείται

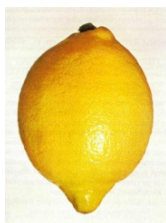
Φύλλο Εργασίας 3β

"Σχεδιάστε και υλοποιήστε ένα πείραμα, με το οποίο μπορεί να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα κύκλωμα στην τάξη χωρίς τη χρήση μπαταρίας ή πρίζας »

Στο εργαστήριο εκτός από τα καλώδια διατίθενται λεντάκια (leds), βολτόμετρα, πολύμετρα, μεταλλικές βίδες, κέρματα, καθώς και λεμόνια.

Περιγράψτε τι θα κάνετε

Αιτιολογήστε πώς νομίζετε ότι επετεύχθη η παραγωγή ρεύματος και άναψαν τα λεντάκια;



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

Πίνακες αξιολόγησης δραστηριοτήτων για την διερευνητική διδασκαλία και για την διερευνητική μάθηση

Σε όλο το σενάριο για τα ηλεκτρικά κυκλώματα και για την αγωγιμότητα των υλικών υπάρχουν πολλές ευκαιρίες για την ανάπτυξη και την αξιολόγηση των διερευνητικών δεξιοτήτων. Αποδεικτικά στοιχεία των δεξιοτήτων ανάπτυξης μπορούν να συλλεχθούν μέσα από τα φύλλα εργασίας των μαθητών, τις κατασκευές τους, τους εννοιολογικούς χάρτες που σχεδιάζουν, την παρατήρηση του καθηγητή καθώς και την αυτοαξιολόγηση και την ετεροαξιολόγηση. Εκτός από τα εργαλεία αξιολόγησης που περιγράφονται στην παρούσα ενότητα, υπάρχει ευελιξία για τον καθηγητή να εκπονήσει και να εφαρμόσει τα δικά του μέσα αξιολόγησης.

Οι προτεινόμενες δεξιότητες που πρέπει να αξιολογηθούν κατά την υλοποίηση των συγκεκριμένων περιπτώσεων μελέτης, περιλαμβάνουν την **διατύπωση υποθέσεων, την ικανότητα σχεδιασμού έρευνας, την ικανότητα εύρεσης πληροφοριών, την συνεργατικότητα και την ανάπτυξη της επιστημονικής παιδείας και της επιστημονικής επιχειρηματολογίας**, οι οποίες περιλαμβάνουν την εξήγηση για το ηλεκτρικό ρεύμα και την ηλεκτρική αγωγιμότητα με επιστημονική ορολογία.

Αξιολόγηση της 1^{ης} μελέτης περίπτωσης: «Εισαγωγή στον ηλεκτρισμό»

Σε αυτή τη δραστηριότητα, με τη βοήθεια του καταιγισμού ιδεών που προκαλεί ο καθηγητής, μπορεί να αξιολογήσει δεξιότητες των μαθητών όπως: η **επιστημονική παιδεία και η επιστημονική επιχειρηματολογία**.

- **Ως επιστημονική παιδεία ορίζεται η κατοχή γνώσεων σε ικανοποιητικό βαθμό των μαθητών, η κατανόηση επιστημονικών ιδεών και διαδικασιών ικανών για την επίλυση προβλημάτων ή θεμάτων, είτε για το προσωπικό, είτε για το κοινωνικό όφελος.**

Ως επιστημονική επιχειρηματολογία/αιτιολόγηση ορίζεται η ολοκληρωμένη τεκμηρίωση των επιλογών τους για τους όρους και τις λέξεις που χρησιμοποιούν. Η επιστημονική αιτιολόγηση είναι θεμελιώδες στοιχείο της επιστημονικής μεθοδολογίας, και είναι ιδιαίτερα σημαντική στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, επειδή συμβάλει στην κατανόηση των επιστημονικών περιεχομένων και μεθόδων, και στην ενίσχυση της ικανότητας για κρίση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1:Αξιολόγηση της επιστημονικής παιδείας και της επιστημονικής αιτιολόγησης κάθε μαθητή κατά τη διάρκεια μιας δραστηριότητας καταιγισμού ιδεών (brainstorming)

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	ΥΠΟΤΥΠΩΔΗΣ	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ	ΕΠΑΡΚΗΣ
	Ο μαθητής δεν δίνει καμία απάντηση ή δίνει μόνο λανθασμένες απαντήσεις	Ο μαθητής έχει περιορισμένη γνώση ή λανθασμένη για κάποια από τα θέματα που ερωτάται	Ο μαθητής έχει πλήρη και επαρκή γνώση για τα θέματα που ερωτάται
Ο μαθητής γνωρίζει από πού προέρχεται ο ηλεκτρισμός;			
Ο μαθητής γνωρίζει ποια είναι η δομή του ατόμου;			
Ο μαθητής γνωρίζει σε ποια υποατομικά σωματίδια οφείλεται το ηλεκτρικό ρεύμα και γιατί;			
Ο μαθητής γνωρίζει πώς ονομάζονται τα υλικά από τα οποία δεν περνάει το ηλεκτρικό ρεύμα και γιατί δεν περνάει;			

Στον παρακάτω πίνακα 2 δίνεται μια ρουμπρίκα με πενταβάθμια κλίμακα αξιολόγησης, σύμφωνα με την οποία ο καθηγητής μπορεί να αξιολογήσει **από τον εννοιολογικό χάρτη** που συμπληρώσαν οι μαθητές, **την προϋπάρχουσα γνώση** που έχουν γύρω από την έννοια του ηλεκτρισμού στην αρχή της αντίστοιχης ενότητας. Η ίδια ρουμπρίκα χρησιμοποιείται και στο τέλος της ενότητας του ηλεκτρισμού, όπου οι ίδιοι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν πάλι τον ίδιο εννοιολογικό χάρτη. Με τον τρόπο αυτόν ο καθηγητής μπορεί να μετρήσει την μεταβολή της γνώσης τους και κατά συνέπεια την επιτυχία ή όχι της διερευνητικής διδασκαλίας που εφάρμοσε .

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Ρουμπρίκα για την αξιολόγηση της προϋπάρχουσας γνώσης που έχουν οι μαθητές όπως αποτυπώνεται σε έναν εννοιολογικό χάρτη.

Αξιολόγηση	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Βιωματική	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
Προϋπάρχουσα γνώση κατά το σχεδιασμό ενός εννοιολογικού χάρτη	Ο εννοιολογικός χάρτης του μαθητή είναι γεμάτος από λέξεις άσχετες με την έννοια του ηλεκτρισμού, ή δεν έχει σχεδιάσει τίποτα.	Ο εννοιολογικός χάρτης του μαθητή περιέχει λιγότερες από 10 λέξεις σχετικές με την έννοια του ηλεκτρισμού και χωρίς καμία αιτιακή σχέση μεταξύ τους	Ο εννοιολογικός χάρτης του μαθητή περιέχει πάνω από 10 λέξεις σχετικές με την έννοια του ηλεκτρισμού, μόνο από την καθημερινή τους ζωή, δείχνοντας μερικές αιτιακές σχέσεις μεταξύ τους.	Ο εννοιολογικός χάρτης του μαθητή περιέχει πάνω από 10 λέξεις σχετικές με την έννοια του ηλεκτρισμού, είτε επιστημονικές είτε από την καθημερινή τους ζωή, αλλά χωρίς να δείχνει τις αιτιακές σχέσεις μεταξύ τους.	Ο εννοιολογικός χάρτης του μαθητή περιέχει πάνω από 10 λέξεις σχετικές με την έννοια του ηλεκτρισμού, είτε επιστημονικές είτε από την καθημερινή τους ζωή, και δείχνει ξεκάθαρα τις αιτιακές σχέσεις μεταξύ τους.

Αξιολόγηση της 2^{ης} μελέτης περίπτωσης για την αγωγιμότητα των διαφόρων υλικών

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι δεξιότητες που διερευνώνται όπως: η διατύπωση υποθέσεων, ο σχεδιασμός μιας ερευνητικής διαδικασίας, η υλοποίηση πειραμάτων, ο σχηματισμός συνεκτικής επιχειρηματολογίας, η ικανότητα εύρεσης πληροφοριών, δημιουργίας νέων νοητικών μοντέλων, η ικανότητα κατασκευής μοντέλων και η επίτευξη συνεργασίας σε μια ομάδα, μπορούν να εκτιμηθούν, καθώς επίσης και η επιστημονική παιδεία και η επιστημονική επιχειρηματολογία.

Στον παρακάτω πίνακα (No 3) προτείνεται μια ρουμπρίκα με πενταβάθμια κλίμακα αξιολόγησης η οποία άμεσα αξιολογεί την ικανότητα διατύπωσης υποθέσεων περί της αγωγιμότητας κάποιων υλικών. Έμμεσα όμως αξιολογεί την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών, και την επιστημονική τους παιδεία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Ρουμπρίκα για την αξιολόγηση της ικανότητας διατύπωσης υποθέσεων-προβλέψεων περί της αγωγιμότητας κάποιων υλικών

Αξιολόγηση δεξιότητας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Βιωματική	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
Ικανότητα διατύπωσης υποθέσεων-προβλέψεων	Η ομάδα δεν διατυπώνει καμία σωστή πρόβλεψη.	Η ομάδα κάνει από 1-4 σωστές προβλέψεις για την αγωγιμότητα, σε σύνολο 15 υλικών	Η ομάδα κάνει από 5-8 σωστές προβλέψεις για την αγωγιμότητα, σε σύνολο 15 υλικών	Η ομάδα κάνει από 9-14 σωστές προβλέψεις για την αγωγιμότητα, σε σύνολο 15 υλικών	Η ομάδα κάνει 15 σωστές προβλέψεις για την αγωγιμότητα, σε σύνολο 15 υλικών

Στον παρακάτω πίνακα (No 4) προτείνεται μια ρουμπρίκα 4 επιπέδων η οποία αξιολογεί την ικανότητα διατύπωσης προβλέψεων με αιτιολόγηση.

Μέσα από την αξιολόγηση αυτή προκύπτει και η ικανότητα για επιστημονική παιδεία και επιστημονική επιχειρηματολογία

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Ρουμπρίκα για την αξιολόγηση της ικανότητας διατύπωσης προβλέψεων με αιτιολόγηση περί της αγωγιμότητας κάποιων υλικών

Αξιολόγηση δεξιότητας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Βιωματική	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
Ικανότητα διατύπωσης υποθέσεων-προβλέψεων με αιτιολόγηση	Η ομάδα δεν κυκλώνει καμία σωστή υπόθεση και δεν διατυπώνει καμία αιτιολόγηση	Η ομάδα κάνει από 1-2 σωστές προβλέψεις για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα, αλλά δεν γράφουν αιτιολόγηση ή όλες οι αιτιολογήσεις είναι λάθος.	Η ομάδα κάνει 1-2 σωστές προβλέψεις για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα, αλλά μόνο μια αιτιολόγηση είναι σωστή	Η ομάδα κάνει 3 σωστές προβλέψεις για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα, αλλά μόνο μια αιτιολόγηση είναι σωστή	Η ομάδα κάνει 3 σωστές προβλέψεις για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα, και όλες οι αιτιολογήσεις είναι σωστές

Στον παρακάτω πίνακα (No 5α) παρουσιάζεται μια ρουμπρίκα 4 επιπέδων για την αξιολόγηση της ικανότητας σχεδιασμού μιας διερεύνησης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5α: Ρουμπρίκα για την αξιολόγηση της ικανότητας σχεδιασμού διερεύνησης

Αξιολόγηση δεξιότητας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
Σχεδιασμός διερεύνησης της αγωγιμότητας διαφορετικών υλικών και των ιδιοτήτων της	Η ομάδα καταγράφει 1-2 διαφορετικά είδη υλικών που θα χρησιμοποιήσει για την διερεύνηση της αγωγιμότητας, αλλά δεν μπορεί να σχεδιάσει όλη την έρευνα καθόλου ή την αφήνει ατελείωτη.	Η ομάδα καταγράφει 2-4 διαφορετικά είδη υλικών που θα χρησιμοποιήσει για την διερεύνηση της αγωγιμότητας, και σχεδιάζει την έρευνά της σχεδόν σωστά.	Η ομάδα καταγράφει πάνω από 4 διαφορετικά είδη υλικών που θα χρησιμοποιήσει για την διερεύνηση της αγωγιμότητας, και σχεδιάζει την έρευνά της σχεδόν σωστά.	Η ομάδα καταγράφει πάνω από 4 διαφορετικά είδη υλικών που θα χρησιμοποιήσει για την διερεύνηση της αγωγιμότητας, και σχεδιάζει την έρευνά της απολύτως σωστά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5β: Ρουμπρίκα για την αξιολόγηση της ικανότητας σχεδιασμού ενός ηλεκτρικού κυκλώματος για τη διερεύνηση της αγωγιμότητας κάποιου υλικού καθώς και για την επιστημονική παιδεία και την αφαιρετική ικανότητα

Αξιολόγηση δεξιότητας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
<p>Σχεδιασμός ενός ηλεκτρικού κυκλώματος</p>	<p>Η ομάδα περιγράφει μόνο με λόγια τα υλικά, δηλαδή ένα λαμπάκι, καλώδια, μια μπαταρία και το υλικό που επιλέγει να μετρήσει την αγωγιμότητα του αλλά δεν μπορεί να το σχεδιάσει καθόλου.</p>	<p>Η ομάδα επιλέγει 6 υλικά, δηλαδή ένα λαμπάκι, τρία καλώδια και μια μπαταρία και το υλικό που επιλέγει να μετρήσει, αλλά δεν καταφέρνει να σχεδιάσει το ηλεκτρικό κύκλωμα τελείως σωστά.</p>	<p>Η ομάδα επιλέγει 6 υλικά, (δηλαδή ένα λαμπάκι, τρία καλώδια, μια μπαταρία και το υλικό που επιλέγει να μετρήσει,) και καταφέρνει να σχεδιάσει το ηλεκτρικό κύκλωμα απολύτως σωστά, αλλά δεν μπορεί να σχεδιάσει ένα πιο σύνθετο κύκλωμα με περισσότερα υλικά, π.χ. βολτόμετρο ή αμπερόμετρο για να μελετήσει και τους παράγοντες που επηρεάζουν την φωτοβολία της λάμπας.</p>	<p>Η ομάδα επιλέγει τα 6 απαραίτητα υλικά καθώς και πολλά άλλα όπως βολτόμετρο ή αμπερόμετρο και καταφέρνει να σχεδιάσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα απολύτως σωστά, έτσι ώστε να μελετήσει όχι μόνο την αγωγιμότητα, αλλά και τους παράγοντες που την επηρεάζουν.</p>

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Ρουμπρίκα για την αξιολόγηση της ικανότητας υλοποίησης κυκλωμάτων για τη διερεύνηση της αγωγιμότητας διαφόρων υλικών

Αξιολόγηση δεξιότητας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Ελαφρώς εμπεδωμένη	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
Υλοποίηση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος	Η ομάδα δεν καταφέρνει να υλοποιήσει κανένα κύκλωμα.	Η ομάδα υλοποιεί κανονικά ένα απλό κύκλωμα, αλλά δε μπορεί να το μετασχηματίσει ώστε να μετρήσει την αγωγιμότητα των υλικών	Η ομάδα υλοποιεί κανονικά το κύκλωμα με το στερεό υλικό που θέλουν να ελέγξουν την αγωγιμότητα του, αλλά τοποθετεί λάθος τον διακόπτη, με αποτέλεσμα να δημιουργείται βραχυκύκλωμα ή δυσκολεύονται να μετρήσουν την αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων	Η ομάδα υλοποιεί απολύτως σωστά το κύκλωμα με το υλικό που θέλουν να ελέγξουν την αγωγιμότητά του χωρίς κανένα βραχυκύκλωμα και συναντά μόνο μια μικρή δυσκολία στην μέτρηση της αγωγιμότητας των αραιών υδατικών διαλυμάτων	Η ομάδα υλοποιεί απολύτως σωστά τη μέτρηση της αγωγιμότητας όλων των στερεών και όλων των υδατικών διαλυμάτων που προτείνονται στη λίστα του φύλλου εργασίας.

Στον παρακάτω πίνακα (No 7) παρουσιάζεται μια ρουμπρίκα 4 επιπέδων για την αξιολόγηση της ικανότητας εύρεσης πληροφοριών των μαθητών από το διαδίκτυο ή άλλες πηγές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Ρουμπρίκα για την αξιολόγηση της ικανότητας εύρεσης πληροφοριών

Αξιολόγηση δεξιότητας	Μηδενική	Ελλιπής/περιορισμένη	Παγιωμένη/εμπεδωμένη	Εκτεταμένη
Εύρεση πληροφοριών	<p>Η ομάδα δεν βρίσκει πληροφορίες ή βρίσκει μόνο από 1 πηγή, αλλά δεν δίνει σημασία στην εγκυρότητα της πηγής, με αποτέλεσμα η περίληψη να είναι λάθος. Επίσης δεν παραθέτει τις πηγές.</p>	<p>Η ομάδα βρίσκει πληροφορίες από 2 πηγές, αλλά δεν δίνει σημασία στην συμφωνία των πηγών, με αποτέλεσμα η περίληψη να μην είναι πολύ σωστή. Επίσης δεν παραθέτει τις πηγές.</p>	<p>Η ομάδα βρίσκει πληροφορίες από τουλάχιστον 2 πηγές που συμφωνούν και η περίληψη δίνετε σε 3-4 προτάσεις και είναι σχεδόν σωστή. Επίσης παραθέτονται και όλες ή σχεδόν όλες οι πηγές.</p>	<p>Η ομάδα βρίσκει πληροφορίες από περισσότερες από 2 πηγές που συμφωνούν και η περίληψη δίνετε σε 3-4 προτάσεις και είναι ολοκληρωτικά σωστή. Επίσης παραθέτονται και όλες οι πηγές.</p>

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Ρουμπρίκα αυτοαξιολόγησης της ικανότητας συνεργασίας

Κάρτα Αυτοαξιολόγησης	0 (καθόλου)	1 (λίγο)	2 (μέτρια)	3 (πολύ)	4 (πάρα πολύ)
1. Είχα εμπλοκή στο σχεδιασμό του πειράματος					
2. Συμμετείχα στην υλοποίηση του πειράματος					
3. Βοήθησα τους υπόλοιπους της ομάδας μου					
4. Βοήθησα στην ολοκλήρωση του στόχου που μας δόθηκε					
5. Είχα συμμετοχή στη συλλογή των δεδομένων					
6. Είχα καλή επικοινωνία με τους υπόλοιπους					

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Ρουμπρίκα ετεροαξιολόγησης της ικανότητας συνεργασίας

Κάρτα Ετεροαξιολόγησης	Μέλος 1	Μέλος 2	Μέλος 3	Μέλος 4
1. Συμμετείχε ο/η συμμαθητής/τρια σου στο σχεδιασμό του πειράματος;				
2. Έλαβε ο/η συμμαθητής/τρια σου μέρος στην ολοκλήρωση του στόχου που σας δόθηκε;				
3. Βοήθησε ο/η συμμαθητής/τρια σου την ομάδα;				
4. Ο/η συμμαθητής/τρια σου είχε συμμετοχή στη συλλογή των δεδομένων;				
5. Ο/η συμμαθητής/τρια σου συμμετείχε στην εκτέλεση του πειράματος;				
6. ο/η συμμαθητής/τρια σου είχε καλή επικοινωνία με τους υπόλοιπους της ομάδας;				

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'

Ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση της διερευνητικής μάθησης

(Μπορείτε να επιλέξετε όσες επιλογές θέλετε)

- 1) Τι σας άρεσε περισσότερο στη διερευνητική μάθηση;
 - α) το θέμα της εργασίας
 - β) η συμμετοχή σας
 - γ) τα πειράματα
 - δ) η γνώση που αποκτήθηκε
 - ε) η συνεργασία με την ομάδα σας

- 2) Τι δεν σας άρεσε στη διερευνητική μάθηση ή τι σας δυσκόλεψε;
 - α) το θέμα της εργασίας
 - β) η δυσκολία να βρεθούν οι σωστές επιστημονικές απαντήσεις
 - γ) η διαδικασία
 - δ) η συνεργασία με την ομάδα σας

- 3) Θα θέλατε η εκπαίδευση στο σχολείο να έχει τη μορφή διερευνητικής μάθησης;
 - ΝΑΙ
 - ΟΧΙ
 - ΑΛΛΟ.....

- 4) Πώς θα χαρακτηρίζατε την εμπειρία;
 - α) χρήσιμη
 - β) επικοινωνιακή
 - γ) έξυπνη
 - δ) διασκεδαστική
 - ε) αδιάφορη

- 9) Προτείνετε με ποιον τρόπο θα θέλατε να γίνονται τα μαθήματα των φυσικών επιστημών (φυσική, χημεία, βιολογία, γεωγραφία)

.....

.....

.....

.....

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research Says About Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1–12. Retrieved from <http://www.ut.ee/BG/sts/IBSE%20What%20Research%20Says.pdf>
2. Andritsakis, P., Psaromiligkos, Y., Petropoulou, O., Retalis, S. (n.d.). *Acids, Bases, Salts All Acids Are Harmful – Or Are They?* Sails Inquiry And Assessment Units: Volume One. Retrieved from http://www.sails-project.eu/sites/default/files/units/SAILS-unit_Acids-bases-salts.pdf
3. Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
4. Bernholt, S., Rönnebeck, S., Ropohl, M., Köller, O., Parchmann, I. (2013). *Report on current state of the art in formative and summative assessment in IBE in STM - Part I*. ASSIST-ME Report Series Number 1. Retrieved from http://assistme.ku.dk/resources/report_series/no1/131015_del_2_4_IPN_PE-I-web.pdf
5. Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74. DOI: 10.1080/0969595980050102
6. Δεβελάκη, Μ. (2016). *Ιστορία, Φιλοσοφία & Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα <https://hpsst.wordpress.com/%CE%BC%CE%B1%CF%81%CE%AF%CE%B1-%CE%B4%CE%B5%CE%B2%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CE%BA%CE%B7/>
7. ESTABLISH project. (2011). *Report on how IBSE is implemented and assessed in participating countries: Deliverable 2.1*. Retrieved from http://www.establish-fp7.eu/sites/default/files/general/ESTABLISH_D2-1_IBSE_REPORT_0.pdf
8. Eurobarometer (2001). *Europeans, science and technology*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/research/press/2001/pr0612en-report.pdf>
9. European Commission (2004). *Europe needs more scientists!* Conference Brussels. Retrieved from https://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/conference_review_en.pdf

10. Eurobarometer (2005). *Europeans, Science and Technology*. Retrieved from http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf
11. European Parliament, C. (2006). Key competences for lifelong learning: Summary of the recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32006H0962>
12. European Commission (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
13. Ζησιμόπουλος, Γ., Καφετζόπουλος, Κ., Μουτζούρη-Μανούσου, Ε., & Παπασταματίου, Ν. (2002). Θέματα Διδακτικής για τα Μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.
14. 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*. *Phys. Rev. Sp. Top.-Phys. Educ. Res.* 1, 1-8.
15. Gilbert, J. K., Osborne, R. J., & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*. 66 (4), 623–633. doi:10.1002/sce.3730660412
16. OECD, (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies – Policy Report*; Global Science Forum. Retrieved from <http://www.oecd.org/science/scitech/36645825.pdf>
17. INQUIRE project. (2010). *Taking IBSE into secondary education: Report on the conference*. York, UK. Retrieved from <http://www.inquirebotany.org/en/news/taking-ibseinto-secondary-education-188.html>.
18. Καραμανώλη, Ε. Χ. (2015). Η αξιοποίηση της σχολικής βιβλιοθήκης στην εκπαιδευτική διαδικασία και τον πληροφοριακό γραμματισμό: ένα διδακτικό παράδειγμα στο μάθημα της Ιστορίας. *Hellenic Academic Libraries Journal*, 1, 23–36. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα http://lekythos.library.ucy.ac.cy/bitstream/handle/10797/14900/vol1_007.pdf?sequence=1&isAllowed=y

19. Καριώτογλου, Π. Π. (1990). *Προβλήματα διδασκαλίας και μάθησης της μηχανικής των ρευστών στο γυμνάσιο*. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ, Τμήμα Φυσικής.
20. Κόκκοτας, Π. (1998). *Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. Αθήνα.
21. Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών II. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, 3η έκδοση, Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
22. Κουλουμπαρίτση, Α., & Μαρσαγγούρας, Η. (2004). Φάκελος εργασιών του μαθητή (portfolio assessment): Η αυθεντική αξιολόγηση στη διαθεματική διδασκαλία. Στο Αγγελίδης, Π. & Μαυροειδής, Γ. (Επιμ.), *Εκπαιδευτικές Καινοτομίες Για το Σχολείο του Μέλλοντος, τόμος Α΄* (σ. 55-83). Αθήνα: Τυπωθήτω.
23. Krathwohl, D., R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41, (4). Retrieved from <http://www.depauw.edu/files/resources/krathwohl.pdf>
24. Linn, M., C., Davis, E., A., & Bell, P. (Eds.). (2004). *Internet environments for science education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
25. Νικολάου, Χ., & Κυριακίδου, Ε. (2002). *Οι Φυσικές επιστήμες στο νηπιαγωγείο*. Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης, Λευκωσία.
26. Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation.
27. PRIMAS Project (2013). ISBN: 978-3-00-043851-6. Retrieved from <http://www.primasproject.eu/servlet/supportBinaryFiles?referenceId=2&supportId=1290>
28. Primas (2014). *Promoting Inquiry in Mathematics and Science Education Across Europe*. Retrieved from <http://www.primas-project.eu/artikel/en/1290/about-the-project/view.do>
29. Πετροπούλου, Ο., Κασιμάτη, Α., Ρετάλης, Σ. (2015). *Σύγχρονες μορφές εκπαιδευτικής αξιολόγησης με αξιοποίηση εκπαιδευτικών τεχνολογιών*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/232>
30. Rumelhart, D., & Norman, D. (1981). Analogical processes in learning. In J.R. Anderson (ed.), *Cognitive Skills and their Acquisition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

31. Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2002). Δυνατότητες αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών για την αλλαγή της εκπαιδευτικής διαδικασίας και της κουλτούρας της μάθησης: η σημασία της παιδαγωγικής μόρφωσης των εκπαιδευτικών και η υστέρηση της εκπαιδευτικής πολιτικής στη χώρα μας. *Εφαρμοσμένη Παιδαγωγική*, (περιοδική έκδοση του Ελληνικού Ινστιτούτου Εφαρμοσμένης Παιδαγωγικής και Εκπαίδευσης) *1*, 159-175. Αθήνα: Ατραπός.
32. SAILS – Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science (n.d.). Retrieved from <http://www.sails-project.eu/index.html>
33. Shepard, L. A. (2000). The Role of Assessment in a Learning Culture. *Educational Researcher*, *29*(7), 4–14. Retrieved from <http://nepc.colorado.edu/files/TheRoleofAssessmentinaLearningCulture.pdf>
34. Shepard, L. A. (2003). Reconsidering Large-Scale Assessment to Heighten Its Relevance to Learning. In J. M. Atkin & J. E. Coffey (Eds.), *Science Educators' Essay Collection. Everyday Assessment in the Science Classroom* (pp. 121–146). Arlington: NSTA Press.
35. Sokolowska, D. (n.d.). *ELECTRICITY. Electric current – lighting up the darkness!* Sails Inquiry and Assessment Units: Volume One. Retrieved from http://www.sails-project.eu/sites/default/files/units/SAILS-unit_Electricity.pdf
36. Taramopoulos, A. & Psillos, D. (2012). How do virtual laboratory environments affect students' ability to transform electric circuits from one representation to another? Submitted *Computers and Education*.
37. Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, *11*, 205-221.
38. Ψύλλος, Ψ., Κουμαράς, Π., & Καριώτογλου, Π. (1993). Επικοινωνία της γνώσης στην τάξη με συνέρευνα δασκάλου και μαθητή. *Σύγχρονη Εκπαίδευση: Τρίμηνη Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων*, *70*. 34-42.
39. Jaakkola, T., Nurmi, S. & Lehtinen, E. (2011). A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts, *Journal of Research in Science Teaching*, *48*(1), 71-93.
40. Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections. (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation.
41. Unesco. (2008). Science Education Policy-making. Eleven emerging issues. (P. J. Fensham, Ed.) Paris: Unesco.