



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης Επιχειρήσεων

Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης & Τεχνολογίας

Διεύθυνση: Μεγάλου Αλεξάνδρου 1, 263 34 ΠΑΤΡΑ

Τηλ.: 2610 369217, Φαξ: 2610 396184,

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ

ΣΠΟΥΔΩΝ



ΔΙΟΙΚΗΣΗ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

EDUCATION  
MANAGEMENT

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Διοίκησης Εκπαίδευσης / Education Management»

## Διπλωματική Εργασία

«Σχεδιασμός, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση»

«Design, development and integration into the educational practice of STEM / STEAM environments and applications for secondary education»

**Κρήτας Όθωνας του Δημητρίου**

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Πιερρακέας Χρήστος	
A' Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια Δρ. Αντωνοπούλου Σωτηρία	B' Συν-Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Παπαδόπουλος Δημήτριος

**Πάτρα, Ιανουάριος 2022**



Κρήτας  
Θθωνας

*«Σχεδιασμός, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική  
πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για  
τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση»*



#### **Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:**

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

© Πανεπιστήμιο Πατρών, 2022

Η παρούσα Εργασία καθώς και τα αποτελέσματά αυτής, αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Πατρών και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης, αναπαραγωγής και αναδιανομής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα της Εργασίας καθώς και το όνομα του Πανεπιστημίου Πατρών όπου εκπονήθηκε.



## Πρόλογος

Η εκπαίδευση STEAM αναφέρεται ως μία από τις προτεραιότητες της ελληνικής εκπαίδευσης, ανταποκρινόμενη στην ανάγκη προώθησης μιας κουλτούρας καινοτομίας στο σχολείο και ανάπτυξης της δημιουργικής και κριτικής σκέψης των μαθητών. Η αναζήτηση ευκαιριών ένταξης των θεμάτων των τεχνών και των επιστημών στις διδακτικές/μαθησιακές διαδικασίες περιλαμβάνει ερευνητές και επαγγελματίες από διάφορους τομείς (μηχανική, εκπαίδευση, τέχνες, πολιτισμός και τεχνολογική καινοτομία). Οι αριθμοί των επιστημονικών δημοσιεύσεων για την έννοια της εκπαίδευσης STEAM και για τον ρόλο των τεχνών σε αυτήν, έχουν αυξηθεί την τελευταία δεκαετία και μαρτυρούν την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας στο θέμα, ωστόσο, εγείρουν αναπάντητα ερωτήματα σχετικά με τον Σχεδιασμό, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Οι ερευνητές ασχολούνται με διάφορους προβληματικούς τομείς στην εκπαίδευση STEAM: ανεπαρκής ανάλυση πρακτικών περιπτώσεων, περιορισμένη ετοιμότητα των εκπαιδευτικών για την υλοποίηση έργων STEAM και μονόπλευρη ερμηνεία του σκοπού των επιμέρους επιστημονικών πεδίων. Δεν είναι γνωστά πολλά για το πώς εκτιμούν οι εκπαιδευτικοί τις προσωπικές εμπειρίες στην ενσωμάτωση των διάφορων επιστημονικών πεδίων, πόσο αποτελεσματική είναι η συμπερίληψη όλων των επιστημονικών πεδίων στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEAM και ποια είναι η δυναμική της ενσωμάτωσης της πειθαρχίας STEAM. Ο στόχος αυτής της μελέτης είναι να ανακαλύψει γιατί και πώς οι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ενσωματώνουν στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM, ποιες προκλήσεις αντιμετωπίζουν και πώς αξιολογούν τις ικανότητές τους για να εξασφαλίσουν την ενσωμάτωση αυτών των πεδίων.



## Ευχαριστίες

Με την παρούσα δήλωση τελειώνει η συμμετοχή μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Διοίκησης Εκπαίδευσης (Education Management) της Σχολής Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης Επιχειρήσεων του Τμήματος Διοικητικής Επιστήμης & Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών.

Η γνώση είναι μια δεξιότητα που αποκτάται μέσω της εμπειρίας ή της εκπαίδευσης.

Σύμφωνα με τον Πιττακό τον Μυτιληναίο, 650-570 π.Χ., (εκ των 7 σοφών της Αρχαίας Ελλάδας) «**Καιρόν γνῶθι**» (Να γνωρίζεις τι γίνεται στην εποχή σου ή να αναγνωρίζεις τις ευκαιρίες).

Με την φοίτησή μου στο παρόν μεταπτυχιακό, το οποίο προσφέρει ανώτατη ποιότητα παρεχόμενων σπουδών, έμαθα νέες δεξιότητες / γνώσεις της εποχής μου που θα με βοηθούν να είμαι καλύτερος εκπαιδευτικός και αναγνώρισα / όρισα ευκαιρίες στην εργασία μου αλλά και στη ζωή μου γενικότερα.

Καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της διατριβής αυτής έλαβα μεγάλη υποστήριξη και βοήθεια.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω από την καρδιά μου τον Κο Πιερρακέα Χρήστο, καθηγητή μου, εισηγητή και επιβλέποντα του θέματος της διατριβής μου. Η τεχνογνωσία ήταν ανεκτίμητη στη διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων και της μεθοδολογίας. Τα οξυδερκή και άμεσα σχόλια / παρατηρήσεις με ώθησαν να αναζητήσω, να καταγράψω και να έχω δημιουργικό συλλογισμό, στοιχεία που ώθησαν το παρόν πόνημα σε υψηλότερο επίπεδο.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συνεπιβλέποντες καθηγητές Κα Αντωνοπούλου Σωτηρία και τον Κο Παπαδόπουλο Δημήτριο, όχι μόνο για την επίβλεψη του παρόντος πονήματος αλλά και για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα από τις παραδόσεις των μαθημάτων τους.

Ευχαριστώ από καρδιάς τον Κο Ιωάννη Μητρόπουλο, τον πρώτο καθηγητή που γνώρισα τόσο για την υποδοχή κατά την εισαγωγή μου στις Μεταπτυχιακές σπουδές, όσο και για τις γνώσεις που απέκτησα για την κατανόηση του νέου αντικειμένου με το οποίο ασχολήθηκα στο παρόν Μεταπτυχιακό πρόγραμμα.



Θα ήθελα επιπροσθέτως να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου, ξεχωριστά, την Κα Γεωργιάδου Νίκη, τον Κο Παναγιωτόπουλο Γεώργιο, την Κα Καρανικόλα Ζωή, τον Κο Μητρόπουλο Παναγιώτη, τον Κο Ραφαηλίδη Απόστολο, την Κα Γιαννούκου Ιωάννα, για την πολύτιμη καθοδήγησή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο παρόν Μεταπτυχιακό. Μου παρείχαν τα εργαλεία που χρειαζόμουν για να επιλέξω τη σωστή κατεύθυνση στον τρόπο οργάνωσης και ανάλυσης της γνώσης και να ολοκληρώσω με επιτυχία τις σπουδές μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τη σύζυγό μου Γεωργία, τα παιδιά μου Δημήτρη και Πέτρο και την μητέρα μου Μαρία για την σοφή της προτροπή / συμβουλή για την συμμετοχή μου στο παρόν πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών Διοίκησης Εκπαίδευσης (Education Management).

*Αφιερωμένη στον πατέρα μου Δημήτρη Κρήτα που μου λείπει*



## Περίληψη

Οι σημερινοί εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στις e-τάξεις STEAM του 21<sup>ου</sup> αιώνα αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά την προετοιμασία των μαθητών τους για την τριτοβάθμια εκπαίδευση, την καριέρα τους και γενικότερα την ιδιότητα του σύγχρονου πολίτη. Οι εκπαιδευτικοί έχουν υποστηρίξει τη διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή ως τρόπο αντιμετώπισης αυτών των προκλήσεων, με πολλαπλά προγράμματα αξιοποίησης και εφαρμογής των Ψηφιακών Τεχνολογιών στην Διδακτική Πράξη (επιμορφώσεις Β' επιπέδου Τ.Π.Ε.) που αναδύονται για να διαμορφώσουν και να καθορίσουν τέτοια πλαίσια. Ωστόσο, πρέπει να αναπτυχθούν οι τρόποι υποστήριξης των εκπαιδευτικών κατά τη μετάβασή τους σε μη παραδοσιακή διδασκαλία.

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να ανακαλύψει γιατί και πώς οι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ενσωματώνουν στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM, ποιες προκλήσεις αντιμετωπίζουν και πώς αξιολογούν τις ικανότητές τους για να εξασφαλίσουν την ενσωμάτωση αυτών των πεδίων.

Η διπλωματική εργασία ανταποκρίνεται σε αυτή την ανάγκη παρέχοντας ποιοτικά και ποσοτικά ερευνητικά αποτελέσματα με βάση δευτερογενή δεδομένα που λαμβάνονται με τις ακόλουθες μεθόδους: συστηματική ανασκόπηση και ανάλυση περιεχομένου επιστημονικής διεθνούς βιβλιογραφίας, χρησιμοποιώντας λέξεις-κλειδιά, όπως: Εκπαιδευτικές εφαρμογές (Educational applications), περιβάλλοντα STEM/STEAM (STEM / STEAM environments). Για τη συγκέντρωση της κατάλληλης επιστημονικής βιβλιογραφίας για περαιτέρω ανάλυση προσεγγίστηκαν οι ακόλουθες ακαδημαϊκές βάσεις δεδομένων Science Direct, Scopus, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, ResearchGate κ.ά. Η επιλογή των παραπάνω πηγών δεδομένων βασίστηκε στην αξιοπιστία τους και την υψηλή ποιότητα των ερευνητικών συγγραμμάτων. Για την πρωτογενή διερευνητική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε, ως ερευνητικό εργαλείο, δομημένο ερωτηματολόγιο βασισμένο στα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα, επιζητώντας να διερευνήσει τις ερευνητικές υποθέσεις που αναπτύχθηκαν.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τα ευρήματα έχουν θετική προσέγγιση σχεδόν σε όλες της μεταβλητές.



Κρήτας  
Θωνας

*«Σχεδιασμός, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική  
πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για  
τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση»*



Με τις γρήγορες αλλαγές στην εκπαίδευση STEAM στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς, είναι δύσκολο να ειπωθεί ότι έχει αποκτηθεί μια συνολική εμπειριστατωμένη εικόνα σχετικά με πιθανά θέματα στην εκπαίδευση STEAM, και μάλιστα τώρα που οι δημιουργίες περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM δεν δύναται να καταμετρηθούν με ακρίβεια.

## **Λέξεις – Κλειδιά**

Εκπαιδευτικές εφαρμογές, περιβάλλοντα STEM/STEAM



## Abstract

Today's secondary school teachers in the 21<sup>st</sup> century STEAM e-classrooms face significant challenges in preparing their students for higher education, their careers and, more generally, their modern citizenship. Teachers have supported student-centered teaching as a way of tackling these challenges, with multiple programs for the utilization and application of Digital Technologies in Teaching Practice (B' level ICT training) that emerge to shape and define such frames. However, ways to support teachers in their transition to non-traditional teaching need to be developed.

The purpose of this study is to find out why and how secondary school teachers integrate STEM / STEAM environments and applications into educational practice, what challenges they face and how they assess their ability to ensure the integration of these fields.

The dissertation responds to this need by providing qualitative and quantitative research results based on secondary data obtained by the following methods: systematic review and content analysis of international scientific literature, using, as keywords: educational applications, STEM environments / STEAM (STEM / STEAM environments). The following academic databases Science Direct, Scopus, Association of Greek Academic Libraries, ResearchGate etc. were approached to compile the appropriate scientific literature for further analysis. The choice of the above data sources was based on their reliability and the high quality of the research books. For the primary investigative process, a structured questionnaire based on the above research questions was used as a research tool, seeking to investigate the research hypotheses that were developed.

According to the results of the research on the design, development and integration into the educational practice of environments and STEM / STEAM applications for secondary education, the findings have a positive approach in almost all variables.

With the rapid changes in STEAM education in Greece and internationally, it is difficult to say that a comprehensive picture of possible issues in STEAM education has been obtained, especially now that the creation of STEM / STEAM environments and applications cannot be accurately counted.





Κρήτας  
Όθωνας

*«Σχεδιασμός, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική  
πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για  
τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση»*



## Keywords

Educational applications, STEM / STEAM environments



## Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος.....	iii
Ευχαριστίες .....	iv
Περίληψη.....	vi
Λέξεις – Κλειδιά.....	vii
Abstract .....	viii
Keywords.....	ix
Πίνακας Περιεχομένων .....	x
Κατάλογος Εικόνων – Σχημάτων -Πινάκων –Διαγραμμάτων .....	xvii
Εικόνες.....	xvii
Σχήματα .....	xvii
Πίνακες .....	xviii
Διαγράμματα.....	xxii
Συνομογραφίες & Ακρωνύμια - Απόδοση Όρων .....	xxvi
Εισαγωγή.....	xxvii
Σκοπός .....	xxviii
Μεθοδολογία .....	xxviii
Αποτελέσματα .....	xxix
1ο.    Κεφάλαιο: «STEM / STEAM» .....	1
1.1    Γενικά στοιχεία .....	1
1.2    Σπουδαιότητα της STEM/STEAM .....	2
1.3    STEM εναντίον STEAM.....	3
1.4    Το μοντέλο STEAM.....	4
1.5    Χρήση του STEAM ως διαδικασία και προϊόν.....	5



2ο.	Κεφάλαιο: «Μαθησιακές προσεγγίσεις των εφαρμογών STEM/STEAM».....	8
2.1	Διαδραστική μάθηση.....	9
2.2	Μαθητοκεντρική μάθηση.....	10
2.3	Αναστοχαστική μάθηση.....	11
2.4	Συνεργατική μάθηση.....	12
2.5	Βιωματική μάθηση.....	12
2.6	Εκμάθηση βασισμένη στην επίλυση προβλημάτων.....	14
2.7	Διαθεματική μάθηση.....	15
2.8	Διεπιστημονική μάθηση.....	15
2.9	Μετασχηματιστική μάθηση.....	16
3ο.	Κεφάλαιο: «Πλατφόρμες εφαρμογών STEM/STEAM».....	18
3.1	Tinkercad.....	18
3.1.1	Στοιχεία.....	18
3.1.2	Τρόποι διδασκαλίας.....	19
3.1.3	Πλεονεκτήματα μάθησης.....	20
3.2	Scratch.....	21
3.2.1	Στοιχεία.....	21
3.2.2	Τρόποι διδασκαλίας.....	22
3.2.3	Πλεονεκτήματα μάθησης.....	22
3.3	PhET.....	23
3.3.1	Στοιχεία.....	23
3.3.2	Τρόποι διδασκαλίας.....	24
3.3.3	Πλεονεκτήματα μάθησης.....	25
3.4	TED-Ed.....	25
3.4.1	Στοιχεία TED-Ed.....	25



3.4.2	Τρόποι διδασκαλίας TED-Ed.....	26
3.4.3	Πλεονεκτήματα μάθησης TED-Ed.....	27
3.5	Arduino.....	31
3.5.1	Στοιχεία .....	31
3.5.2	Τρόποι διδασκαλίας .....	33
3.5.3	Πλεονεκτήματα μάθησης .....	34
3.6	LEGO Education .....	34
3.6.1	Στοιχεία .....	34
3.6.2	Τρόποι διδασκαλίας .....	36
3.6.3	Πλεονεκτήματα μάθησης .....	36
3.7	Roblox .....	37
3.7.1	Στοιχεία .....	37
3.7.2	Τρόποι διδασκαλίας .....	38
3.7.3	Πλεονεκτήματα μάθησης .....	38
3.8	Kerbal Space Program.....	39
3.8.1	Στοιχεία .....	39
3.8.2	Τρόποι διδασκαλίας .....	39
3.8.3	Πλεονεκτήματα μάθησης .....	40
3.9	Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics.....	40
3.9.1	Στοιχεία .....	40
3.9.2	Τρόποι διδασκαλίας .....	41
3.9.3	Πλεονεκτήματα μάθησης .....	41
4ο.	Κεφάλαιο: «Μελέτη περίπτωσης: Δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος με το phet.colorado.edu» .....	42
4.1	Γενικά.....	42



4.2	Πλεονεκτήματα από την χρήση προσομοιώσεων PhET .....	42
4.3	Τρόποι χρήσης προσομοιώσεων PhET στα μαθήματα .....	44
4.3.1	Χρήση προσομοιώσεων PhET σε επιδείξεις διαλέξεων .....	44
4.3.2	Χρήση του PhET σε εργαστηριακό περιβάλλον .....	46
4.3.3	Μπορεί το PhET να αντικαταστήσει τον πραγματικό εξοπλισμό;.....	47
4.3.4	Σύνταξη εργαστηριακής δραστηριότητας χρησιμοποιώντας PhET.....	48
4.4	Δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος με το: phet.colorado.edu .....	48
4.4.1	Ταυτότητα Σεναρίου: δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος.....	48
4.4.2	Πλαίσιο Εφαρμογής: ηλεκτρικού κυκλώματος.....	49
4.4.3	Τεκμηρίωση του σεναρίου δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος.....	50
4.4.4	Υλικοτεχνική υποδομή υλοποίηση του εκπαιδευτικού σεναρίου δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος .....	53
4.4.5	Ανάλυση των Δραστηριοτήτων υλοποίησης του εκπαιδευτικού σεναρίου δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος .....	53
4.4.6	Δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος στην δικτυακή προσομοίωση PhET και αποθήκευση στην ηλεκτρονική πλατφόρμα TED-Ed.....	54
4.4.7	Έρευνα - Πειραματισμός: Φύλλο Εργασίας.....	58
4.4.8	Συμπεράσματα - Ερμηνεία των αποτελεσμάτων .....	60
4.4.9	Συζήτηση.....	61
5ο.	Κεφάλαιο: «Σχεδιασμός και Μεθοδολογία Έρευνας για την ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση» .....	62
5.1	Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....	62
5.2	Ερευνητικά Ερωτήματα .....	66
5.3	Ερευνητικό Εργαλείο .....	67
5.4	Μεθοδολογία.....	69



5.5	Δείγμα έρευνας.....	70
5.6	Περιορισμοί της έρευνας.....	72
60.	Κεφάλαιο: «Ανάλυση Έρευνας».....	73
6.1	Αξιοπιστία των αξόνων του ερωτηματολογίου.....	73
6.1.1	Cronbach Alpha του Β' άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM .....	73
6.1.2	Cronbach Alpha του Γ' άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM .....	77
6.2	Ανάλυση συχνοτήτων των αξόνων του ερωτηματολογίου .....	81
6.2.1	Ανάλυση συχνοτήτων του Β' άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM .....	81
6.2.2	Ανάλυση συχνοτήτων του Γ' άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM.....	97
6.3	Μη παραμετρικοί συσχετισμοί μεταβλητών της έρευνας.....	113
6.3.1	Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «Β1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;» .....	114
6.3.2	Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α2. Ηλικία» και Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο».....	114
6.3.3	Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM» .....	115
6.3.4	Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM» .....	117
6.3.5	Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Β11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;» .....	118



6.3.6	Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».....	118
6.3.7	Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM» .....	119
6.4	Διερεύνηση των ερευνητικών υποθέσεων της έρευνας .....	120
6.4.1	Μη παραμετρικός έλεγχος με Συντελεστή συσχέτισης Spearman's των μεταβλητών «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».....	120
6.4.2	Μη παραμετρικός έλεγχος με Συντελεστή συσχέτισης Spearman's των μεταβλητών «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM».....	123
6.4.3	ANOVA των μεταβλητών: «Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «Β10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;».....	125
6.4.4	ANOVA των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».....	131
6.4.5	ANOVA των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;» .....	133
7ο.	Κεφάλαιο: «Συμπεράσματα» .....	136
7.1	Γενικά Συμπεράσματα.....	136
7.2	Συζήτηση.....	137
7.3	Μελλοντική έρευνα.....	142



Βιβλιογραφία.....	143
8ο. Παραρτήματα .....	151
Παράρτημα 1: Πίνακες και Διαγράμματα Κοινωνικό – Δημογραφικών Στοιχείων της έρευνας .....	151
Παράρτημα 2: Πίνακες Διασταύρωσης των ερευνητικών υποθέσεων της έρευνας .....	160
Παράρτημα 3: Ερωτηματολόγιο.....	163





## Κατάλογος Εικόνων – Σχημάτων -Πινάκων –Διαγραμμάτων

### Εικόνες

Εικόνα 3.1: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας Tinkercad. ....	18
Εικόνα 3.2: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας Scratch.....	21
Εικόνα 3.3: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας PhET. ....	23
Εικόνα 3.4: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας TED-Ed. ....	25
Εικόνα 3.5: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας Arduino .....	32
Εικόνα 3.6: Εντολές του περιβάλλοντος προγραμματισμού Lego Mindstorms EV3 για υπολογιστή. ....	35
Εικόνα 3.7: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας Roblox.....	37
Εικόνα 3.8: Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics. ....	40
Εικόνα 4.1: Η φωτεινότητα της λάμπας σε σχέση με την τιμή της αντίστασης R1.....	51
Εικόνα 4.2: Αρχική σελίδα της προσομοίωσης PhET : «Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα». ....	54
Εικόνα 4.3: Διάφορα χαρακτηριστικά / επιλογές της προσομοίωσης. ....	55
Εικόνα 4.4: Ηλεκτρικό κύκλωμα στο εικονικό εργαστήριο της προσομοίωσης PhET με ανοικτό διακόπτη (δεν ρέει ηλεκτρικό ρεύμα / ανοικτοκύκλωμα).....	55
Εικόνα 4.5: Ηλεκτρικό κύκλωμα στο εικονικό εργαστήριο της προσομοίωσης PhET με κλειστό διακόπτη (ρέει ηλεκτρικό ρεύμα).....	56
Εικόνα 4.6: Το εκπαιδευτικό σενάριο που δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα: <a href="https://phet.colorado.edu/el/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab">https://phet.colorado.edu/el/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab</a> , αποθηκεύτηκε στην ιστοσελίδα <a href="https://www.youtube.com/watch?v=anvOWYywemM">https://www.youtube.com/watch?v=anvOWYywemM</a> .....	57
Εικόνα 4.7: Πλατφόρμα: <a href="https://ed.ted.com/on/CODF11Ru">https://ed.ted.com/on/CODF11Ru</a> μέσω της οποίας μπορούν να παρακολουθήσουν το μάθημα / εκπαιδευτικό σενάριο οι μαθητές και να αλληλεπιδράσουν με απάντηση ερωτήσεων, αποστολή σχολίων και περαιτέρω διερεύνηση του θέματος. ....	58

### Σχήματα

Σχήμα 1.1: Τα βήματα της εκπαιδευτικής διαδικασίας μάθησης στην τάξη με STEAM.....	5
Σχήμα 2.1: Μαθησιακές προσεγγίσεις των εφαρμογών STEM/STEAM. ....	8



Σχήμα 2.2: Αλληλένδετες διαδικασίες στην μάθηση με επίκεντρο τις ευκαιρίες.....	13
Σχήμα 2.3: Τέσσερις πιθανές στρατηγικές σε ένα περιβάλλον μάθησης υποβάλλονται για την τροποποίηση.....	16

## Πίνακες

Πίνακας 5.1: Τα κοινωνικό – δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος των 183 εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.....	70
Πίνακας 6.1: Στατιστικά αξιοπιστίας (Reliability Statistics) του Β΄ άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM.....	73
Πίνακας 6.2: Στοιχεία -Συνολικά στατιστικά στοιχεία (Item-Total Statistics) του Β΄ άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM.....	74
Πίνακας 6.3: Στατιστικά Κλίμακα (Scale Statistics) του Β΄ άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM.....	76
Πίνακας 6.4: Στατιστικά αξιοπιστίας (Reliability Statistics) του Γ΄ άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM.....	77
Πίνακας 6.5: Στοιχείο -Συνολικά στατιστικά στοιχεία (Item-Total Statistics) του Γ΄ άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM.....	77
Πίνακας 6.6: Στατιστικά Κλίμακα (Scale Statistics ) του Γ΄ άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM.....	80
Πίνακας 6.7: Στατιστικά στοιχεία (Item Statistics) του Β΄ άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM.....	81
Πίνακας 6.8: B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;.....	82
Πίνακας 6.9: B2. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε έρευνες; .....	83
Πίνακας 6.10: B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα; .....	85
Πίνακας 6.11: B4. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα μαθηματικά και την υπολογιστική σκέψη; .....	86
Πίνακας 6.12: B5. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να δημιουργήσετε εξηγήσεις για ένα φαινόμενο ή να σχεδιάσετε λύσεις για ένα πρόβλημα;.....	87



Πίνακας 6.13: B6. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να βρείτε στοιχεία για να επιχειρηματολογήσετε όταν βρίσκετε την καλύτερη λύση σε ένα πρόβλημα; .....	88
Πίνακας 6.14: B7. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αποκτήσετε, να αξιολογήσετε και να επικοινωνήσετε πληροφορίες;.....	89
Πίνακας 6.15: B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;.....	91
Πίνακας 6.16: B9. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έννοιες μαθηματικών, επιστήμης, Τεχνών ή/και τεχνολογίας της καθημερινής σας ζωής; .....	92
Πίνακας 6.17: B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;.....	93
Πίνακας 6.18: B11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;.....	95
Πίνακας 6.19: B12. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε διδακτικές προσεγγίσεις για να αναπτύξετε τις έννοιες STEAM; .....	96
Πίνακας 6.20: Στατιστικά στοιχεία (Item Statistics) του Γ' άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM.....	97
Πίνακας 6.21: Γ1. Είμαι εξοικειωμένος με όλη τη δομή και τις κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου.....	98
Πίνακας 6.22: Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM.....	99
Πίνακας 6.23: Γ3. Χρησιμοποιώ μια ποικιλία διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αυξήσω την εμπιστοσύνη των μαθητών να εκτελούν STEAM. ....	101
Πίνακας 6.24: Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο. ....	102
Πίνακας 6.25: Γ5. Μπορώ να προσαρμόσω τη διδασκαλία μου με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές / έφηβοι.....	103
Πίνακας 6.26: Γ6. Ξέρω πώς να επιλέγω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγούν τη μάθηση και τη σκέψη των μαθητών. ....	104
Πίνακας 6.27: Γ7. Μπορώ να προσαρμόσω το στυλ διδασκαλίας μου σε διαφορετικούς μαθητές.....	106
Πίνακας 6.28: Γ8. Είμαι εξοικειωμένος με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκω. ....	107



Πίνακας 6.29: Γ9. Ξέρω πώς να οργανώνω και να διατηρώ τη διαχείριση της τάξης.....	108
Πίνακας 6.30: Γ10. Οι διδακτικές μου προσεγγίσεις κάνουν τους εφήβους / μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος.....	110
Πίνακας 6.31: Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM. ....	111
Πίνακας 6.32: Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM. ....	112
Πίνακας 6.33: Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «Β1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;».....	114
Πίνακας 6.34: Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α2. Ηλικία» και Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο». ....	114
Πίνακας 6.35: ANOVA των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».....	115
Πίνακας 6.36: Πολλαπλές συγκρίσεις (Multiple Comparisons) των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».....	116
Πίνακας 6.37: ANOVA των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM».....	117
Πίνακας 6.38: Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Β11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;».....	118
Πίνακας 6.39: Περιγραφικά μέτρα των μεταβλητών: «Α8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».....	118
Πίνακας 6.40: ANOVA των μεταβλητών: «Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM». ....	120



Πίνακας 6.41: Chi-Square Tests των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».....	121
Πίνακας 6.42: Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».....	122
Πίνακας 6.43: Chi-Square Tests των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM». ....	123
Πίνακας 6.44: Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM;».....	124
Πίνακας 6.45: ANOVA των μεταβλητών: «Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «Β10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;».....	125
Πίνακας 6.46: Πολλαπλές συγκρίσεις (Multiple Comparisons) των μεταβλητών: «Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «Β10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;».....	126
Πίνακας 6.47: ANOVA των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM». ....	131
Πίνακας 6.48: Πολλαπλές συγκρίσεις (Multiple Comparisons) των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM». ....	132
Πίνακας 6.49: ANOVA των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;».....	133
Πίνακας 6.50: Πολλαπλές συγκρίσεις (Multiple Comparisons) των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;».....	133
Πίνακας 8.1: Α1. Φύλο. ....	151
Πίνακας 8.2: Α2. Ηλικία. ....	151



Πίνακας 8.3: A3. Οικογενειακή κατάσταση. ....	152
Πίνακας 8.4: A4. Μορφωτικό επίπεδο.....	153
Πίνακας 8.5: A5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού.....	154
Πίνακας 8.6: A6. Είδος Σχολικής Μονάδας. ....	155
Πίνακας 8.7: A7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας. ....	156
Πίνακας 8.8: A8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM. ....	157
Πίνακας 8.9: A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;.....	158
Πίνακας 8.10: Διασταύρωση των μεταβλητών: «A4. Μορφωτικό επίπεδο» «B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;» της 1 <sup>ης</sup> ερευνητικής υπόθεσης. ....	160
Πίνακας 8.11: Διασταύρωση των μεταβλητών: «A7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM».....	160
Πίνακας 8.12: Διασταύρωση των μεταβλητών: «A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;».....	161
Πίνακας 8.13: Διασταύρωση των μεταβλητών: «A6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».....	161
Πίνακας 8.14: Διασταύρωση των μεταβλητών: «A5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;».....	162

## Διαγράμματα

Διάγραμμα 6.1: B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;.....	83
Διάγραμμα 6.2: B2. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε έρευνες; .....	84
Διάγραμμα 6.3: B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;.....	85





Διάγραμμα 6.4: B4. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα μαθηματικά και την υπολογιστική σκέψη; .....	86
Διάγραμμα 6.5: B5. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να δημιουργήσετε εξηγήσεις για ένα φαινόμενο ή να σχεδιάσετε λύσεις για ένα πρόβλημα; .....	88
Διάγραμμα 6.6: B6. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να βρείτε στοιχεία για να επιχειρηματολογήσετε όταν βρίσκετε την καλύτερη λύση σε ένα πρόβλημα; .....	89
Διάγραμμα 6.7: B7. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αποκτήσετε, να αξιολογήσετε και να επικοινωνήσετε πληροφορίες; .....	90
Διάγραμμα 6.8: B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο; .....	91
Διάγραμμα 6.9: B9. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έννοιες μαθηματικών, επιστήμης, Τεχνών ή/και τεχνολογίας της καθημερινής σας ζωής; .....	93
Διάγραμμα 6.10: B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους; .....	94
Διάγραμμα 6.11: B11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών; .....	95
Διάγραμμα 6.12: B12. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε διδακτικές προσεγγίσεις για να αναπτύξετε τις έννοιες STEAM; .....	97
Διάγραμμα 6.13: Γ1. Είμαι εξοικειωμένος με όλη τη δομή και τις κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου. ....	99
Διάγραμμα 6.14: Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM. ....	100
Διάγραμμα 6.15: Γ3. Χρησιμοποιώ μια ποικιλία διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αυξήσω την εμπιστοσύνη των μαθητών να εκτελούν STEAM. ....	101
Διάγραμμα 6.16: Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο. ....	103
Διάγραμμα 6.17: Γ5. Μπορώ να προσαρμόσω τη διδασκαλία μου με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές / έφηβοι. ....	104
Διάγραμμα 6.18: Γ6. Ξέρω πώς να επιλέγω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγούν τη μάθηση και τη σκέψη των μαθητών. ....	105
Διάγραμμα 6.19: Γ7. Μπορώ να προσαρμόσω το στυλ διδασκαλίας μου σε διαφορετικούς μαθητές. ....	106



Διάγραμμα 6.20: Γ8. Είμαι εξοικειωμένος με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκω. ....	108
Διάγραμμα 6.21: Γ9. Ξέρω πώς να οργανώνω και να διατηρώ τη διαχείριση της τάξης. ....	109
Διάγραμμα 6.22: Γ10. Οι διδακτικές μου προσεγγίσεις κάνουν τους εφήβους / μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος. ....	110
Διάγραμμα 6.23: Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM. ....	112
Διάγραμμα 6.24: Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM. ....	113
Διάγραμμα 6.25: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».....	122
Διάγραμμα 6.26: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM».....	124
Διάγραμμα 6.27: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «Β10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;».....	131
Διάγραμμα 6.28: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».....	132
Διάγραμμα 6.29: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;».....	135
Διάγραμμα 8.1: Α1. Φύλο. ....	151
Διάγραμμα 8.2: Α2. Ηλικία. ....	152
Διάγραμμα 8.3: Α3. Οικογενειακή κατάσταση. ....	153
Διάγραμμα 8.4: Α4. Μορφωτικό επίπεδο. ....	154
Διάγραμμα 8.5: Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού. ....	155
Διάγραμμα 8.6: Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας. ....	156
Διάγραμμα 8.7: Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας. ....	157
Διάγραμμα 8.8: Α8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM. ....	158





Κρήτας  
Θώνας

*«Σχεδιασμός, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική  
πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για  
τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση»*



Διάγραμμα 8.9: Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά; ..... 159



## Συντομογραφίες & Ακρωνύμια - Απόδοση Όρων

ΚΔΑΠ: Κέντρα Δημιουργικής Απασχόλησης Παιδιών

BYOD: Bring your own device (φέρτε τη δική σας συσκευή / τεχνολογία)

CAD: Computer-aided design (σχεδίαση με τη βοήθεια υπολογιστή)

MIT: Massachusetts Institute of Technology

NASA: National Aeronautics and Space Administration (Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος)

OLCMS: Online Condition Monitoring System (Online Σύστημα Παρακολούθησης Κατάστασης)

STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematics

STEAM: Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics

«And finally»: Και τέλος

«Dig Deeper»: περαιτέρω εξερεύνησης

«Discuss»: διαδραστική συζήτηση

«DIY»: Do-It-Yourself (Κάν' το μόνος σου)

«Let' s Begin»: Σκέπτομαι / εισαγωγή

«Think»: Σκέπτομαι



## Εισαγωγή

Ο κόσμος αλλάζει ταχέως και είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι πολίτες και οι εργαζόμενοι του 21<sup>ου</sup> αιώνα θα απαιτούν όλο και περισσότερες δεξιότητες που πολλοί απόφοιτοι δεν κατέχουν επί του παρόντος, ιδιαίτερα στα μαθηματικά και τις επιστήμες αλλά και στην ικανότητα να εφαρμόζουν τη γνώση σε λύσεις των συνεχώς εξελισσόμενων απαιτήσεων της σύγχρονης ζωής.

Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί θα είναι ήδη εξοικειωμένοι με την απάντηση του εκπαιδευτικού συστήματος σε αυτήν την πρόκληση: και αυτή είναι το STEM – μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών, με στόχο την ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών στην κριτική σκέψη, την επίλυση προβλημάτων, τη δημιουργικότητα, την καινοτομία, την επικοινωνία, τη συνεργασία και την επιχειρηματικότητα (Venville & Sheffield, 2021).

Ωστόσο, καθώς ο ρυθμός της τεχνολογικής επανάστασης γίνεται ακόμη πιο έντονος, το STEM έχει πλέον μετατραπεί σε STEAM ενσωματώνοντας τις Τέχνες (Art) στις καθιερωμένες θεματικές περιοχές που προσανατολίζονται στην επιστήμη και στα μαθηματικά (Roberts & Schnepf, 2020).

Για να επιτραπεί μεγαλύτερη πρόσβαση στο STEM για όλους τους «τύπους» μαθητών, έγινε συμπερίληψη των Τεχνών, η οποία παρέχει ευκαιρίες σε εκπαιδευτικούς και μαθητές να χρησιμοποιούν τις αρχές και τις πρακτικές των τεχνών, όπως η επικοινωνία και η έκφραση, στην κατά τα άλλα τεχνικά εστιασμένη διδασκαλία και μάθησή τους (Arora & Singh, 2021). Ένας βασικός στόχος εδώ είναι να «πλάθονται» ολοκληρωμένοι και καλά θεμελιωμένοι παγκόσμιοι πολίτες για τον επόμενο αιώνα.

Ωστόσο, το νέο ακρωνύμιο STEAM εξακολουθεί να αντανάκλα το υπάρχον ήθος του STEM, ιδιαίτερα στη δέσμευσή του να παρέχει κίνητρα, ελκυστικά και πραγματικά περιβάλλοντα στα οποία οι μαθητές μπορούν να αποκτήσουν και να εφαρμόσουν ουσιαστικές μαθηματικές και επιστημονικές δεξιότητες και κατανόηση (Zaman, 2021). Οι μέθοδοι διδασκαλίας συνεχίζουν να βασίζονται στην έρευνα και να επικεντρώνονται στους μαθητές, με κύρια εστίαση την ομαδική εργασία και την επικοινωνία.



## Σκοπός

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να ανακαλύψει γιατί και πώς οι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ενσωματώνουν στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM, ποιες προκλήσεις αντιμετωπίζουν και πώς αξιολογούν τις ικανότητές τους για να εξασφαλίσουν την ενσωμάτωση αυτών των πεδίων.

## Μεθοδολογία

Η βασική εστίαση της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Τα ερευνητικά ερωτήματα επικεντρώνονται στα εξής:

1. Συσχετίζεται το μορφωτικό επίπεδο των εκπαιδευτικών με τον βαθμό επιτυχίας πραγματοποίησης ενός πειράματος ή δημιουργίας ενός νέου θέματος δραστηριότητας / εργαστηρίου STEAM;
2. Τα έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας συμβάλλουν στην επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για την καθοδήγηση της σκέψης και της μάθησης των μαθητών / εφήβων στα μαθηματικά / φυσικές επιστήμες / τέχνες / τεχνολογία (STEAM);
3. Το περιβάλλον / εφαρμογή (προσομοίωση) STEM/STEAM που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός επηρεάζει την εξήγηση του περιεχόμενου STEAM του θέματος / έργου / εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;
4. Επενεργεί το είδος της Σχολικής Μονάδας στην οποία διδάσκει ο εκπαιδευτικός ώστε να βρίσκει συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM;
5. Η Ειδικότητα των εκπαιδευτικών επενεργεί στον βαθμό ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων που θέτει η προσομοίωση STEM/STEAM;

Η διπλωματική εργασία ανταποκρίνεται σε αυτή την ανάγκη παρέχοντας ποιοτικά και ποσοτικά ερευνητικά αποτελέσματα με βάση δευτερογενή δεδομένα που λαμβάνονται με τις ακόλουθες μεθόδους: συστηματική ανασκόπηση και ανάλυση περιεχομένου επιστημονικής διεθνούς βιβλιογραφίας, χρησιμοποιώντας λέξεις-κλειδιά, όπως: Εκπαιδευτικές εφαρμογές (Educational applications), περιβάλλοντα STEM/STEAM (STEM / STEAM environments). Για τη συγκέντρωση της κατάλληλης επιστημονικής βιβλιογραφίας για περαιτέρω ανάλυση



προσεγγίστηκαν οι ακόλουθες ακαδημαϊκές βάσεις δεδομένων Science Direct, Scopus, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, ResearchGate κ.ά. Η επιλογή των παραπάνω πηγών δεδομένων βασίστηκε στην αξιοπιστία τους και την υψηλή ποιότητα των ερευνητικών συγγραμμάτων.

Για την πρωτογενή διερευνητική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε, ως ερευνητικό εργαλείο, δομημένο ερωτηματολόγιο βασισμένο στα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα, επιζητώντας να διερευνήσει τις ερευνητικές υποθέσεις που αναπτύχθηκαν.

## **Αποτελέσματα**

Μελέτες έχουν δείξει ότι οι προσομοιώσεις PhET είναι πολύ αποτελεσματικές για την εννοιολογική κατανόηση. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές που χρησιμοποιούν το kit κατασκευής κυκλωμάτων (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc>) ήταν σε θέση να απαντήσουν σε εννοιολογικές ερωτήσεις σχετικά με τα κυκλώματα και να συνθέσουν ένα πραγματικό κύκλωμα.

Ωστόσο, υπάρχουν πολλοί στόχοι των πρακτικών εργαστηρίων που δεν αντιμετωπίζουν οι προσομοιώσεις, όπως συγκεκριμένες δεξιότητες που σχετίζονται με τη λειτουργία του εξοπλισμού ή πώς να αντιμετωπίζεται ο πειραματικός «θόρυβος» ή τα σφάλματα. Ανάλογα με τους στόχους του εργαστηρίου, μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικό να χρησιμοποιηθεί η προσομοίωση από μόνη της ή ένας συνδυασμός προσομοιώσεων και πραγματικού εξοπλισμού.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τα ευρήματα έχουν θετική προσέγγιση σχεδόν σε όλες της μεταβλητές.

Με τις γρήγορες αλλαγές στην εκπαίδευση STEAM στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς, είναι δύσκολο να ειπωθεί ότι έχει αποκτηθεί μια συνολική εμπειριστατωμένη εικόνα σχετικά με πιθανά θέματα στην εκπαίδευση STEAM, και μάλιστα τώρα που οι δημιουργίες περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM δεν δύναται να καταμετρηθούν με ακρίβεια.



## 1ο. Κεφάλαιο: «STEM / STEAM»

### 1.1 Γενικά στοιχεία

Το STEAM είναι μια εκπαιδευτική προσέγγιση στη μάθηση που χρησιμοποιεί τα ακρωνύμια των εννοιών [Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics] τα οποία αναφέρονται στις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Επιστήμη των Μηχανικών, τις Τέχνες και τα Μαθηματικά για την καθοδήγηση, τον διάλογο και την κριτική σκέψη των μαθητών (Roberts & Schnepf, 2020).

Σύμφωνα με τους Bachnak, Eskin, & Love, (2018) η χρήση της εκπαίδευσης STEAM οδηγεί σε μαθητές που αναλαμβάνουν στοχαστικά «ρίσκα», εμπλέκονται σε βιωματική μάθηση, επιμένουν στην επίλυση προβλημάτων, αγκαλιάζουν τη συνεργασία και εργάζονται στη δημιουργική διαδικασία. Πρόκειται για μαθητές του 21<sup>ου</sup> αιώνα, όπως και για καινοτόμους εκπαιδευτικούς (Bachnak, Eskin, & Love, 2018).

Τα προγράμματα που βασίζονται στο STEM/STEAM υιοθετούν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη μάθηση και τη διδασκαλία, η οποία απαιτεί μια σκόπιμη σύνδεση μεταξύ των μαθησιακών στόχων του προγράμματος σπουδών, των προτύπων, των αξιολογήσεων και του σχεδιασμού/εφαρμογής του μαθήματος. Η εκμάθηση STEM/STEAM εφαρμόζει ουσιαστικό περιεχόμενο μαθηματικών, επιστήμης, τεχνών και τεχνολογίας για την επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου μέσω πρακτικών μαθησιακών δραστηριοτήτων και δημιουργικού σχεδιασμού (Cahyana, Hanif, Idrinillah, & Aprilia, 2020).

*«Το STEAM είναι κάτι περισσότερο από τα παραδοσιακά μαθήματα τεχνολογίας, φυσικής τεχνών και μαθηματικών από μόνα τους, είναι ευκαιρίες όπου τα θέματα συνδυάζονται για να σχηματίσουν ενδιαφέροντα νέα θέματα όπως η βιομηχανική και η βιοτεχνολογία»,* εξηγεί ο John Durant, Επίκουρος καθηγητής του MIT (McManus, Lamb, Firestone, & Pooler, 2016).

Οι παγκόσμιες ελλείψεις δεξιοτήτων σε τομείς που σχετίζονται με το STEAM επαναπροσδιορίζουν τις εκπαιδευτικές προτεραιότητες. Τα σχολεία ξεκινούν προγράμματα εκμάθησης που βασίζονται στο STEAM για να «εξοπλίσουν» τους μαθητές με τις δεξιότητες και τις γνώσεις που χρειάζονται για να επιτύχουν στον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Η εκμάθηση STEAM δεν θα παράγει μόνο τους αυριανούς σχεδιαστές και μηχανικούς, αλλά θα αναπτύξει καινοτόμες νοοτροπίες και την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, διασφαλίζοντας ότι οι μαθητές θα



γίνουν δημιουργοί της τεχνολογίας και όχι απλώς παθητικοί καταναλωτές (Cahyana, Hanif, Iidinillah, & Apriliya, 2020).

## 1.2 Σπουδαιότητα της STEM/STEAM

Για πάρα πολύ καιρό η εκπαιδευτική κοινότητα εργαζόταν με το τεκμήριο της διδασκαλίας για να διασφαλιστεί ότι οι μαθητές θα έχουν μια «καλή δουλειά». Και μάλιστα προετοίμαζε μαθητές για δουλειές που ίσως δεν υπάρχουν καν όταν βρεθούν στην αγορά εργασίας.

Πλέον η εκπαιδευτική κοινότητα βρίσκεται σε ένα σημείο όπου είναι, όχι μόνο δυνατό, αλλά επιβεβλημένο να διευκολύνει μαθησιακά περιβάλλοντα που είναι ρευστά, δυναμικά και σχετικά. Ο κόσμος είναι μια όμορφη, σύνθετη και περίπλοκη «ταπετσαρία» μάθησης από μόνη του. Η ενσωμάτωση εννοιών, θεμάτων, προτύπων και αξιολογήσεων είναι ένας ισχυρός τρόπος για την διαταραχή της τυπικής εξέλιξης των γεγονότων για τους μαθητές, ώστε να ευνοηθούν από την αλλαγή του φαινομένου του «σχολείου» (Arora & Singh, 2021).

Χρειάζεται αυτό που γίνεται όταν ανοίγονται οι πόρτες στον πραγματικό κόσμο, να συμβαίνει (δηλαδή, να χρησιμοποιούνται οι ίδιες πρακτικές) και στους κύκλους διδασκαλίας και μάθησης. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα επιτέλους να αφαιρεθούν «οι τοίχοι και οι πόρτες της τάξης» για να οδηγηθεί η εκπαίδευση στην «καρδιά» της μάθησης, που είναι το ανοικτό σχολείο.

Τα θεμέλια του STEAM βρίσκονται στην έρευνα, την κριτική σκέψη και τη μάθηση που βασίζεται σε διαδικασίες. Αυτό είναι εξαιρετικά σημαντικό. Η όλη ιδέα γύρω από τα μαθήματα και την προσέγγιση STEAM είναι ότι βασίζεται στην διαφωνία και στην πραγματικά βαθιά αμφισβήτηση (Roberts & Schnepf, 2020).

Η έρευνα, η περιέργεια, η δυνατότητα εύρεσης λύσεων σε ένα πρόβλημα και η δημιουργικότητα στην εξεύρεση λύσεων βρίσκονται στο επίκεντρο αυτής της προσέγγισης. Αυτό σημαίνει ότι οι και ανθρωπιστικές επιστήμες είναι πλεγμένες στο STEAM όπως όλες οι υπόλοιπες.





### 1.3 STEM εναντίον STEAM

Το κίνημα STEM vs STEAM έχει δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια και εξελίσσεται ως ένας θετικός τρόπος δράσης για να καλύψει πραγματικά τις ανάγκες μιας οικονομίας του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Το STEM από μόνο του δεν έχει όλα τα βασικά στοιχεία -που πολλοί εργοδότες, εκπαιδευτικοί και γονείς έχουν εκφράσει ως κρίσιμα- για να επιτύχουν τα παιδιά στο παρόν και το μέλλον που πλησιάζει γρήγορα (Bachnak, Eskin, & Love, 2018).

Πολλά έχουν διακηρυχτεί για την ανάγκη για περισσότερα «προγράμματα» STEM στα σύγχρονα σχολεία. Η λογική είναι απλή: το κύμα της μελλοντικής οικονομικής ευημερίας βρίσκεται σε ένα εργατικό δυναμικό που γνωρίζει καλά τις αυξανόμενες αγορές εργασίας όπως η επιστήμη, η τεχνολογία, η μηχανική και τα μαθηματικά. Έτσι, έχει γίνει αυξημένη επένδυση σε πρωτοβουλίες STEM στα σχολεία. Αυτό περιλαμβάνει (αλλά δεν περιορίζεται) (Guarrella, 2021):

- Παροχή κινητών συσκευών για μαθητές (μερικές φορές με τη μορφή εργαστηρίων ηλεκτρονικών υπολογιστών και άλλες φορές με τη μορφή 1:1 - μία συσκευή για κάθε μαθητή)
- Λέσχες / ΚΔΑΠ / φροντιστήρια ή προγράμματα μετά το σχολείο STEM
- Πρόγραμμα σπουδών STEM, όπου ενσωματώνονται έργα που χρησιμοποιούν πρακτικές STEM
- Πρωτοβουλίες BYOD (Bring your own device / φέρτε τη δική σας συσκευή / τεχνολογία)<sup>1</sup>
- STEM ημέρες για την ενθάρρυνση της πρακτικής εξερεύνησης σε κάθε έναν από αυτούς τους κλάδους
- Προγράμματα ρομποτικής

Ενώ αυτές οι πρωτοβουλίες αποτελούν μια θαυμάσια αρχή για την εξερεύνηση αυτών των τεσσάρων τομέων μελέτης, η κρίσιμη διαδικασία της δημιουργικότητας και της καινοτομίας λείπει. Οι μαθητές στα προγράμματα STEM μπορεί να έχουν περισσότερες βιωματικές ευκαιρίες μάθησης, αλλά περιορίζονται μόνο στην επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά. Η οικονομία απαιτεί πολλά περισσότερα από την κατανόηση

---

<sup>1</sup> Αναφέρεται στο να επιτρέπεται η χρήση της προσωπικής συσκευής κάποιου, αντί να απαιτείται η χρήση μιας επίσημα παρεχόμενης συσκευής.





αυτών των τομέων – απαιτεί εφαρμογή, δημιουργία και ευρηματικότητα. Το STEM από μόνο του δεν ενισχύει αυτά τα απαραίτητα συστατικά (Guarrella, 2021).

Το STEAM είναι ένας τρόπος κέρδους από τα οφέλη του STEM και η ολοκλήρωση του εκπαιδευτικού «πακέτου» ενσωματώνοντας αυτές τις αρχές και τα μέσα από τις τέχνες. Το STEAM πηγαίνει το STEM στο επόμενο επίπεδο: επιτρέπει στους μαθητές να συνδέσουν τη μάθησή τους σε αυτούς τους κρίσιμους τομείς μαζί με πρακτικές τέχνες, αρχές σχεδιασμού και πρότυπα για να παρέχουν ολόκληρη την παλέτα μάθησης στη διάθεσή τους. Τέλος, το STEAM αφαιρεί τους περιορισμούς και τους αντικαθιστά με έκπληξη, κριτική, έρευνα και καινοτομία (Singh, 2021).

## 1.4 Το μοντέλο STEAM

Η διαδρομή προς το STEAM είναι συναρπαστική, αλλά μπορεί επίσης να είναι επικίνδυνη χωρίς να κατανοηθεί τι πραγματικά σημαίνει το STEAM τόσο στην πρόθεσή του όσο και στην εφαρμογή του. Όπως και ο προκάτοχός του (STEM), το STEAM μπορεί να «αναχαιτίσει» την καλύτερη εκδοχή του χωρίς πολλά βασικά στοιχεία (Roberts & Schnepf, 2020):

- Το STEAM είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη μάθηση που απαιτεί μια σκόπιμη σύνδεση μεταξύ προτύπων, αξιολογήσεων και σχεδιασμού/υλοποίησης μαθήματος
- Οι πραγματικές εμπειρίες STEAM περιλαμβάνουν δύο ή περισσότερα πρότυπα από την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική, τα μαθηματικά και τις τέχνες που πρέπει να διδάσκονται και να αξιολογούνται μεταξύ τους
- Η έρευνα, η συνεργασία και η έμφαση στη μάθηση που βασίζεται στη διαδικασία βρίσκονται στο επίκεντρο της προσέγγισης STEAM
- Η χρήση και η αξιοποίηση της ακεραιότητας των ίδιων των τεχνών είναι απαραίτητη για μια αυθεντική πρωτοβουλία STEAM

Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι, τα σχολεία πρέπει να λάβουν υπόψη διάφορους παράγοντες, όπως (Roberts & Schnepf, 2020):

- Συνεργατικός σχεδιασμός μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών
- Προσαρμογή του χρονοδιαγράμματος για την προσαρμογή ενός νέου τρόπου διδασκαλίας και μάθησης



- Επαγγελματική ανάπτυξη για όλο το προσωπικό σε πρακτικές και αρχές STEAM
- Χαρτογράφηση σχήματος STEAM για τη διαδικασία σχεδιασμού του προγράμματος σπουδών και της αξιολόγησης
- Ευθυγράμμιση και «αποσυσκευασία» προτύπων και αξιολογήσεων
- Απρόσκοπτες διαδικασίες και στρατηγικές υλοποίησης μαθημάτων

## 1.5 Χρήση του STEAM ως διαδικασία και προϊόν

Υπάρχουν 6 βήματα για τη δημιουργία μιας τάξης με επίκεντρο το STEAM, ανεξάρτητα από την περιοχή διδασκαλίας. Κάθε βήμα, αποτελεί μέρος της διαδικασίας που ακολουθείται τόσο με τα πρότυπα περιεχομένου όσο και με τα πρότυπα τέχνης για την αντιμετώπιση ενός κεντρικού προβλήματος ή ουσιαστικής ερώτησης (Bakirci & Kirici, 2021).



Σχήμα 1.1: Τα βήματα της εκπαιδευτικής διαδικασίας μάθησης στην τάξη με STEAM.

Πηγή: (Bakirci & Kirici, 2021).

Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά τα βήματα της εκπαιδευτικής διαδικασίας μάθησης στην τάξη με STEAM (Bakirci & Kirici, 2021):

### 1. Εστίαση



Σε αυτό το βήμα, επιλέγεται μια ουσιαστική ερώτηση προς απάντηση ή ένα πρόβλημα προς επίλυση. Είναι σημαντικό να εστιαστεί ξεκάθαρα και ο τρόπος με τον οποίο αυτή η ερώτηση ή το πρόβλημα σχετίζεται με τους τομείς περιεχομένου STEAM που έχει επιλεγεί.

## 2. Λεπτομέρεια

Κατά τη φάση της λεπτομέρειας, αναζητούνται τα στοιχεία που συμβάλλουν στο πρόβλημα ή την ερώτηση. Όταν παρατηρούνται οι συσχετίσεις με άλλους τομείς ή γιατί υπάρχει το πρόβλημα, αρχίζει η ανακάλυψη πολλών βασικών πληροφοριών, δεξιοτήτων ή διαδικασιών που έχουν ήδη οι μαθητές για να αντιμετωπίσουν την ερώτηση.

## 3. Ανακάλυψη

Η ανακάλυψη έχει να κάνει με την ενεργό έρευνα και τη σκόπιμη διδασκαλία. Σε αυτό το βήμα, οι μαθητές ερευνούν τρέχουσες λύσεις, καθώς και τι δεν λειτουργεί με βάση τις λύσεις που ήδη υπάρχουν. Ο εκπαιδευτικός, μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτό το στάδιο τόσο για να αναλύσει τα κενά που μπορεί να έχουν οι μαθητές σε μια δεξιότητα ή διαδικασία όσο και για να διδάξει ρητά αυτές τις δεξιότητες ή διαδικασίες.

## 4. Εφαρμογή

Αφού οι μαθητές έχουν «βουτήξει» βαθιά σε ένα πρόβλημα ή μια ερώτηση και έχουν αναλύσει τις τρέχουσες λύσεις καθώς και τι χρειάζεται ακόμη να αντιμετωπιστεί, μπορούν να αρχίσουν να δημιουργούν τη δική τους λύση ή σύνθεση στο πρόβλημα. Εδώ χρησιμοποιούν τις δεξιότητες, τις διαδικασίες και τις γνώσεις που διδάχτηκαν στο στάδιο της ανακάλυψης και τις βάζουν να δουλέψουν.

## 5. Παρουσίαση

Μόλις οι μαθητές δημιουργήσουν τη λύση ή τη σύνθεσή τους, έρχεται η ώρα να τη μοιραστούν. Είναι σημαντικό η εργασία να παρουσιάζεται για ανατροφοδότηση και ως τρόπος έκφρασης με βάση την οπτική γωνία του μαθητή γύρω από την ερώτηση ή το πρόβλημα. Αυτή είναι επίσης μια σημαντική ευκαιρία για να διευκολυνθεί η ανατροφοδότηση και να βοηθηθούν οι μαθητές να μάθουν πώς να δίνουν και να λαμβάνουν πληροφορίες.

## 6. Σύνδεσμος

Αυτό το βήμα είναι που κλείνει τον βρόχο. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να αναλογιστούν τα σχόλια που μοιράστηκαν και τη δική τους διαδικασία και δεξιότητες. Με



Κρήτας  
Θωνας

*«Σχεδιασμός, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική  
πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για  
τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση»*

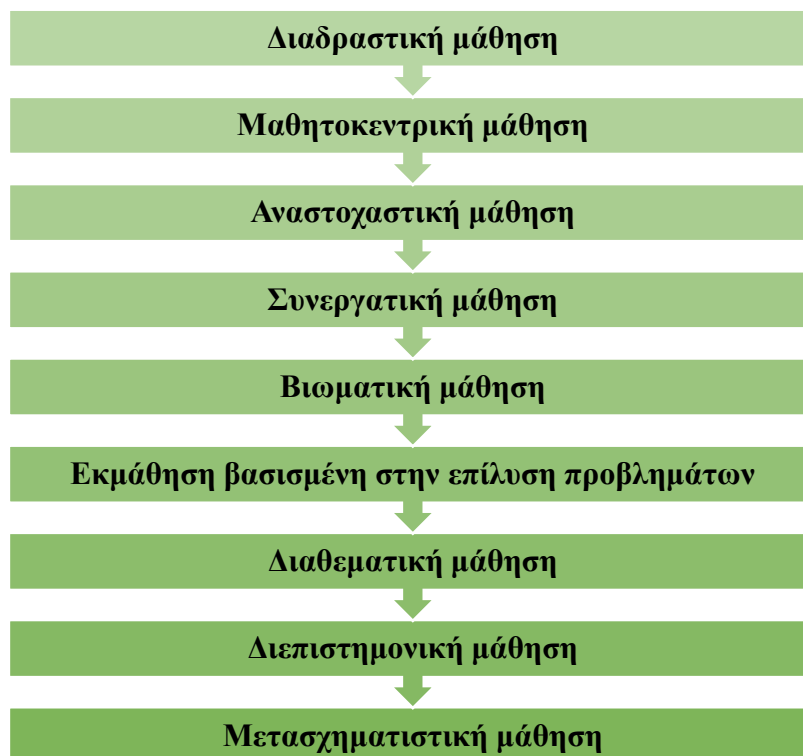


βάση αυτόν τον προβληματισμό, οι μαθητές είναι σε θέση να αναθεωρήσουν την εργασία τους, όπως απαιτείται, και να παράγουν μια ακόμη καλύτερη λύση.



## 2ο. Κεφάλαιο: «Μαθησιακές προσεγγίσεις των εφαρμογών STEM/STEAM»

Οι μαθησιακές προσεγγίσεις των εφαρμογών STEM/STEAM άπτονται σε όλες τις μορφές μάθησης, για παράδειγμα (Καπραβέλου, 2011), (Schunk, 2010), (Δημητριάδης, 2015):



Σχήμα 2.1: Μαθησιακές προσεγγίσεις των εφαρμογών STEM/STEAM.

Και αναλυτικότερα η παρουσίαση των μαθησιακών προσεγγίσεων των εφαρμογών STEM/STEAM έχει ως εξής (Καπραβέλου, 2011), (Schunk, 2010), (Δημητριάδης, 2015):

1. Διαδραστική μάθηση: η ενεργός μάθηση ως θεμελιώδης αρχή για την ανάπτυξη ικανοτήτων περιλαμβάνεται σχεδόν σε όλες τις άλλες προσεγγίσεις διδασκαλίας και μάθησης.
2. Μαθητοκεντρική μάθηση: οι προσεγγίσεις με επίκεντρο τον μαθητή συνδέονται άμεσα με την ενεργητική μάθηση.
3. Αναστοχαστική μάθηση: είναι αναπόσπαστο μέρος της διδασκαλίας και της μάθησης με γνώμονα τις ικανότητες. Αποτελεί μέρος σχεδόν όλων των άλλων προσεγγίσεων διδασκαλίας και μάθησης που προσανατολίζονται στις ικανότητες, όπως η μάθηση με βάση



το πρόβλημα (η οποία είναι η διερεύνηση και η αντανάκλαση ενός ζητήματος), η βιωματική μάθηση (που είναι η εμπειρία συν αντανάκλαση ενός ζητήματος) ή η μάθηση υπηρεσιών (που συνδέει πειθαρχική, επίσημη μάθηση με άτυπη μάθηση σε μια υπηρεσία μέσω αναστοχασμού).

4. Συνεργατική μάθηση: ειδικές μορφές συνεργατικής μάθησης καθορίζουν ποιος μαθαίνει μαζί, παρόμοια με τη διεπιστημονική ή τη διαπολιτισμική μάθηση. Η συνεργατική μάθηση μπορεί να ενθαρρυνθεί στη μάθηση με βάση το έργο ή το πρόβλημα σε ομάδες.
5. Βιωματική μάθηση: Η βιωματική μάθηση είναι μαθητοκεντρική και ενεργή. Συχνά σχεδιάζεται ως έργο. Οι υποτύποι είναι η μάθηση δράσης και η μάθηση υπηρεσιών.
6. Εκμάθηση βασισμένη στην επίλυση προβλημάτων: συνδέεται στενά με την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, αλλά και με τη βιωματική μάθηση. Μπορεί επίσης εύκολα να συνδεθεί με μάθηση σε πραγματικό κόσμο και σε έργα.
7. Διαθεματική μάθηση: υποστηρίζει τη χρήση και την εφαρμογή όσων έχουν διδαχθεί με νέους και διαφορετικούς τρόπους.
8. Διεπιστημονική μάθηση: Εκμάθηση σε πραγματικό κόσμο.
9. Μετασηματιστική μάθηση: μπορεί να περιλαμβάνει όλα τα είδη παιδαγωγικών προσεγγίσεων – από προσεγγίσεις που βασίζονται σε προβλήματα έως την παραδοσιακή παρουσίαση γνώσης και έως την περιβαλλοντική εκπαίδευση σε εξωτερικούς χώρους. Ούτως ή άλλως, η ομαδική εργασία και ο κριτικός προβληματισμός είναι ουσιαστικά μέρη.

Και αναλυτικότερα:

## 2.1 Διαδραστική μάθηση

Από μια κονστρουκτιβιστική προοπτική, οι ικανότητες, συμπεριλαμβανομένων των γνώσεων, των στάσεων και των δεξιοτήτων, δεν μπορούν να διδαχθούν αλλά πρέπει να αποκτηθούν ενεργά από τον ίδιο τον μαθητή. Σε αυτό το σημείο, λοιπόν, εισάγονται οι εφαρμογές STEM/STEAM. Ο εκπαιδευόμενος πρέπει να επεξεργαστεί τη γνώση, να την ξανασκεφτεί κριτικά και να την ενσωματώσει στο δικό του πλαίσιο. «*Η ενεργητική μάθηση είναι ο γενικός όρος για τη διδασκαλία παιδαγωγικών που απαιτούν από τον εκπαιδευτικό να προνομίζει τη συμμετοχή του εκπαιδευόμενου έναντι της δικής του δηλωτικής γνώσης για το θέμα*» (Καπραβέλου, 2011).



Η ενεργός / διαδραστική μάθηση θα ενθαρρύνει τα αυξημένα προσωπικά κίνητρα, τη μείωση της στρατηγικής μαθησιακής συμπεριφοράς, τη βελτίωση της βαθιάς κατανόησης, την ανάπτυξη κριτικής σκέψης και την ανάπτυξη αντανακλαστικών ικανοτήτων που υποστηρίζουν τη δια βίου μάθηση. Η ενεργός / διαδραστική μάθηση μπορεί να αντιπαραβληθεί με πιο παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας, όπως η απομνημόνευση που παράγει «υποτονική» γνώση.

Έχοντας παραθέσει την παραπάνω δήλωση, λέγονται σχεδόν τα πάντα για τον ρόλο του εκπαιδευτικού και τη στάση του/της απέναντι στη διδασκαλία σε μια ενεργητική μαθησιακή προσέγγιση. Δίνει έμφαση στη δράση και την ευθύνη του μαθητή στην απόκτηση και την κατασκευή της γνώσης. Επομένως, ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει τον ρόλο του διευκολυντή των μαθησιακών διαδικασιών. Αυτός/αυτή «μόνο» εμπνέει για θέματα και μαθησιακές δραστηριότητες (Schunk, 2010), (Δημητριάδης, 2015).

Η ενεργός / διαδραστική μάθηση ως θεμελιώδης αρχή για την ανάπτυξη ικανοτήτων περιλαμβάνεται σχεδόν σε όλες τις άλλες προσεγγίσεις διδασκαλίας και μάθησης.

## 2.2 Μαθητοκεντρική μάθηση

Οι προσεγγίσεις με επίκεντρο τον μαθητή βλέπουν τους μαθητές ως αυτόνομους μαθητές που είναι υπεύθυνοι για τον καθορισμό και την επίτευξη των μαθησιακών τους στόχων επιλέγοντας πώς, πότε και πού θα μάθουν. Οι προηγούμενες γνώσεις των μαθητών καθώς και οι εμπειρίες τους στο κοινωνικό πλαίσιο είναι τα σημεία εκκίνησης για την τόνωση των μαθησιακών διαδικασιών των μαθητών που καθορίζουν τον μαθησιακό τους στόχο και κατασκευάζουν τη δική τους βάση γνώσεων, με «πειραματική» διάθεση στις εφαρμογές STEM/STEAM. «Περιλαμβάνει συνεργατικές δραστηριότητες, καθήκοντα με στόχο, διανοητική ανακάλυψη, δραστηριότητες που ενισχύουν τη σκέψη και δραστηριότητες που παρέχουν εξάσκηση στις μαθησιακές δεξιότητες» (Keiler, 2018).

Το μαθητοκεντρικό επίκεντρο «δίνει έμφαση στην ενεργό ανάπτυξη της γνώσης παρά στην απλή μεταφορά της». Ή αλλιώς, στοχεύει σε βαθύτερες διαδικασίες μάθησης, όχι σε παθητικές εμπειρίες. Ειδικά στις προσεγγίσεις αυτοκατευθυνόμενης μάθησης, η εκμάθηση για τις δικές του μαθησιακές στρατηγικές γίνεται ξεκάθαρο θέμα και οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν τις μαθησιακές τους ικανότητες.





Οι προσεγγίσεις με επίκεντρο τον μαθητή απαιτούν από τους μαθητές να αναλογιστούν τις δικές τους γνώσεις και διαδικασίες μάθησης προκειμένου να τις διαχειριστούν και να τις παρακολουθήσουν. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να δίνουν καθοδήγηση για αυτούς τους προβληματισμούς. Επίσης, οι προσεγγίσεις με επίκεντρο τον μαθητή αλλάζουν τον ρόλο ενός δασκάλου που γίνεται ο συντονιστής και ο προπονητής της μαθησιακής διαδικασίας (αντί να είναι κάποιος που μεταφέρει μόνο δομημένη γνώση) (Odom & Bell).

Τέλος, οι προσεγγίσεις με επίκεντρο τον μαθητή συνδέονται άμεσα με την ενεργητική μάθηση.

### 2.3 Αναστοχαστική μάθηση

Η ανάπτυξη ικανοτήτων και η ενεργός δόμηση της γνώσης πραγματοποιούνται μέσω του προβληματισμού αλλά και από τα αποτελέσματα των εφαρμογών STEM/STEAM. Τα περιεχόμενα και οι εμπειρίες επεξεργάζονται σε βάθος, αναθεωρούνται και ενσωματώνονται σε υπάρχοντα πλαίσια αναφοράς (ή τα πλαίσια προσαρμόζονται). Ο προβληματισμός είναι μια αφηρημένη, υψηλότερης τάξης γνωστική δεξιότητα που χρειάζεται επιπλέον χρόνο και χώρο για να εμφανιστεί. Για παράδειγμα, ο ρητός προβληματισμός είναι το συμπληρωματικό μέρος της δράσης ή της «πρακτικής μάθησης» (άρα κατασκευάζονται ή υλοποιούνται μοντέλα / εφαρμογές STEM/STEAM), επειδή περιλαμβάνει κριτικό στοχασμό και ανάλυση προβλημάτων σε ένα πιο εννοιολογικό, αφηρημένο επίπεδο (Δημητριάδης, 2015).

Ο προβληματισμός στοχεύει σε μια ολοκληρωμένη ανάπτυξη ικανοτήτων, ενώ έχει επίσης τη δύναμη να αλλάξει τα υπάρχοντα πλαίσια αναφοράς για τη μετασχηματιστική μάθηση. Εδώ, ο εκπαιδευτικός είναι διευκολυντής των μαθησιακών διαδικασιών. Είναι ευθύνη του/της να διεγείρει τον προβληματισμό που ενσωματώνει ηθικές και εκτιμήσεις βασισμένες σε αξίες, για παράδειγμα σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων που συνδέουν τη δράση και τη θεωρία (ElSayary, 2021).

Η αναστοχαστική μάθηση είναι αναπόσπαστο μέρος της διδασκαλίας και της μάθησης με γνώμονα τις ικανότητες. Αποτελεί μέρος σχεδόν όλων των άλλων προσεγγίσεων διδασκαλίας και μάθησης που προσανατολίζονται στις ικανότητες, όπως η μάθηση με βάση το πρόβλημα (η οποία είναι η διερεύνηση και η αντανάκλαση ενός ζητήματος), η βιωματική μάθηση (που είναι η εμπειρία συν αντανάκλαση ενός ζητήματος) ή η μάθηση υπηρεσιών (που



συνδέει πειθαρχία, επίσημη μάθηση με άτυπη μάθηση σε μια υπηρεσία μέσω αναστοχασμού) (Perkowska-Klejman, 2021).

## 2.4 Συνεργατική μάθηση

Η συνεργατική μάθηση σημαίνει απλώς ότι οι μαθητές μαθαίνουν μαζί, το οποίο αποτελεί βασική προϋπόθεση των εφαρμογών STEM/STEAM (Δημητριάδης, 2015). Όταν οι μαθητές μαθαίνουν μαζί σε μικρές ομάδες, μπορούν να μοιραστούν τη γνώση, αλλά επιπλέον μπορούν να αμφισβητήσουν και να διαπραγματευτούν τις γνώσεις, τις στάσεις και τις πεποιθήσεις τους, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα. Η μάθηση είναι πιο δυναμική και ενθαρρυντική, οι μαθητές *«συνθέτουν, επικοινωνούν και συζητούν ιδέες με τρόπους που προάγουν την εννοιολογική κατανόηση»*. Επίσης, η μάθηση υπογραμμίζει την ανάπτυξη ικανοτήτων ως κοινωνική δραστηριότητα, *«περιλαμβάνει κοινές διαδικασίες μάθησης με τη συμμετοχή και την ενσυναίσθηση ως κρίσιμους παράγοντες»*. Τέλος, πρέπει να τονιστεί η διαφορά στη συνεργατική μάθηση, καθώς οι εκπαιδευόμενοι χωρίζουν τις εργασίες και εργάζονται χωριστά (Lyman, 2021).

Μέσω της αλληλεπίδρασης και της σύγκρισης με τους άλλους, οι μαθητές μπορούν να αναδιαρθρώσουν την κατανόησή τους για τις έννοιες και να αναγνωρίσουν κενά στη γνώση τους. Αλλά και οι συνομήλικοι μπορούν να λειτουργήσουν ως μοντέλα μάθησης μέσω της κοινωνικής μοντελοποίησης.

Ο εκπαιδευτικός είναι ο συντονιστής των ομαδικών διαδικασιών και συζητήσεων. Ειδικές μορφές συνεργατικής μάθησης καθορίζουν ποιος μαθαίνει μαζί, παρόμοια με τη διεπιστημονική ή τη διαπολιτισμική μάθηση. Η συνεργατική μάθηση μπορεί να ενθαρρυνθεί στη μάθηση με βάση το έργο ή το πρόβλημα σε ομάδες (Metzler & Colquitt, 2021).

## 2.5 Βιωματική μάθηση

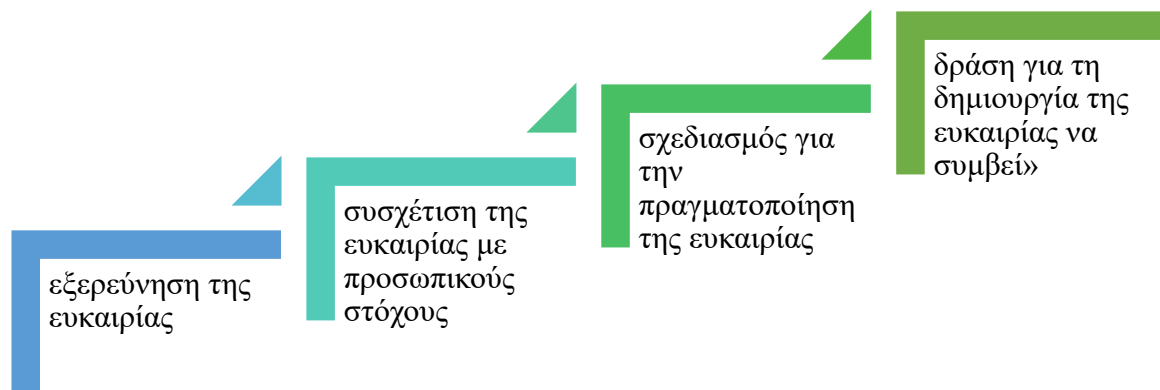
Οι μαθητές εμπλέκονται και στοχάζονται σε προσωπικές εμπειρίες που σχετίζονται με το περιεχόμενο του μαθήματος. Η εμπειρία μπορεί να προέρχεται από ένα παιχνίδι προσομοίωσης (άρα και εφαρμογών STEM/STEAM) ή τη διεξαγωγή μιας συνέντευξης κ.λπ. (Δημητριάδης, 2015). Η βιωματική μάθηση πηγαίνει πίσω στον κύκλο μάθησης του Kolb της πειραματικής μάθησης με τα στάδια (Wooding, 2020):



- 1) Κατοχή μιας συγκεκριμένης εμπειρίας,
- 2) Παρατήρηση και προβληματισμός,
- 3) Διαμόρφωση αφηρημένων εννοιών για γενίκευση και
- 4) Εφαρμογή σε νέες καταστάσεις.

Η βιωματική μάθηση θα αυξήσει την απόκτηση γνώσης, την ανάπτυξη δεξιοτήτων και την αποσαφήνιση των αξιών συνδέοντας μάλλον αφηρημένες έννοιες με την προσωπική εμπειρία και τη ζωή του μαθητή.

Ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει την εμπειρία και δίνει οδηγίες για προβληματισμούς. Με αυτόν τον τρόπο είναι περισσότερο ένας διευκολυντής παρά ένας ειδικός που αναφέρεται στις γνώσεις του/της. Η εμπειρία που χρησιμεύει για προβληματισμό στη διαδικασία μάθησης είναι η άμεση δράση, όπως σε μια πρακτική άσκηση ή σε ένα έργο μάθησης υπηρεσιών, ενώ η βιωματική μάθηση μπορεί επίσης να λειτουργήσει με εμπειρίες σε παιχνίδια, παιχνίδια ρόλων ή φαντασίας. Η μάθηση με επίκεντρο τις ευκαιρίες περιλαμβάνει τέσσερις αλληλένδετες διαδικασίες (Kratcoski & Kratcoski, 2021) (Σχήμα 2.2):



Σχήμα 2.2: Αλληλένδετες διαδικασίες στην μάθηση με επίκεντρο τις ευκαιρίες.

Πηγή: (Kratcoski & Kratcoski, 2021).

Η βιωματική μάθηση είναι μαθητοκεντρική και διαδραστική. Συχνά σχεδιάζεται ως έργο, επομένως και ως εφαρμογή STEM/STEAM. Οι υποτύποι είναι η μάθηση δράσης και η μάθηση υπηρεσιών.



## 2.6 Εκμάθηση βασισμένη στην επίλυση προβλημάτων

Η μάθηση με βάση το πρόβλημα (ή προσανατολισμένη στο πρόβλημα) περιγράφει μια διαδικασία μάθησης μέσω της κατανόησης και της επίλυσης προβλημάτων (σύνθετων πραγματικών καταστάσεων) και με την βοήθεια εφαρμογών STEM/STEAM. «Οι μαθητές ασχολούνται ενεργά με ουσιαστικές εργασίες και πολύπλοκα σενάρια, καθορίζουν τι πρέπει να ξέρουν και πώς και πού μπορούν να το βρουν». Αντί ο εκπαιδευτικός να πλαισιώνει το πρόβλημα, να ερευνά σχετικές πληροφορίες και να τις παρουσιάζει, οι μαθητές κάνουν αυτές τις εργασίες. Η μάθηση με βάση το πρόβλημα συνδέεται με ένα συγκεκριμένο πλαίσιο και μια κατάσταση με τον τρόπο που αντιμετωπίζει ένα αυθεντικό σενάριο αντί για την στεία θεωρία. Ως εκ τούτου, λέγεται ότι έχει «ένα ισχυρό κίνητρο» – δεδομένης της υπόθεσης ότι οι εκπαιδευόμενοι θέλουν να εμπλακούν (Karthikeyan, 2021), (Δημητριάδης, 2015).

Η μάθηση με προσανατολισμό στο πρόβλημα στοχεύει συγκεκριμένα στη δράση ή στις στρατηγικές ικανότητες υποστηρίζοντας «διαδικαστικές γνώσεις και δεξιότητες που σχετίζονται με τη δράση» ειδικά μέσω «σιωπηρών» δεσμών με τις διαδικασίες προβληματισμού, διερεύνησης προβλημάτων, επίλυσης προβλημάτων και κριτικού προβληματισμού. Δίνεται έμφαση στην κριτική κατανόηση για την εύρεση εφικτών λύσεων, έτσι ώστε να ενισχύεται και η οικοδόμηση θεωρίας.

Ο εκπαιδευτικός αναπτύσσει εργασίες και παρέχει το περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές εμπλέκονται στη μάθηση βάσει προβλημάτων. Θα πρέπει να υποστηρίζει τη διαδικασία διαμόρφωσης προβλήματος στην επίλυση προβλημάτων με εργασίες μικρών βημάτων, εισάγοντας τους μαθητές σε σχετικά εργαλεία ή μεθόδους και παρέχοντας ανατροφοδότηση (Stanley, 2021).

Η μάθηση βάσει διερεύνησης αποτελεί μια υποκατηγορία της μάθησης με βάση το πρόβλημα προσανατολισμένη σε έργα και δράση που έχει ισχυρή ερευνητική εστίαση. Τα προβλήματα δεν αναλύονται μόνο εφαρμόζοντας θεωρία και γνώση, αλλά διερευνώνται σε ένα (μικρό) ερευνητικό έργο, όπως και στις εφαρμογές STEM/STEAM.

Η μάθηση με προσανατολισμό στο πρόβλημα συνδέεται στενά με την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, αλλά και με τη βιωματική μάθηση, επιπλέον μπορεί εύκολα να συνδεθεί με μάθηση σε πραγματικό κόσμο και σε έργα.



## 2.7 Διαθεματική μάθηση

Στη διαθεματική μάθηση, οι προοπτικές διαφορετικών κλάδων δεν αντιπροσωπεύονται και αντιμετωπίζονται μόνο στο μαθησιακό περιβάλλον (πολυεπιστημονικότητα), αλλά οι συνεργατικές εργασίες απαιτούν την επικοινωνία, τη συζήτηση και την ενσωμάτωση των διαφορετικών προοπτικών και των στοιχείων γνώσης. Η διαθεματικότητα είναι απαραίτητη για την επίλυση πολύπλοκων, πραγματικών προκλήσεων που περιλαμβάνουν και απαιτούν τεχνογνωσία από περισσότερους από έναν κλάδους (Barnes, 2015).

Η διαθεματική μάθηση στοχεύει στην ενσωμάτωση διαφορετικών επιστημονικών προοπτικών και πόρων γνώσης προκειμένου να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα περίπλοκων προβλημάτων και να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές μέθοδοι ή προσεγγίσεις για την επίλυσή τους. Σε αυτό βοηθούν οι εφαρμογές STEM/STEAM (Δημητριάδης, 2015).

Οι εκπαιδευτικοί παρέχουν καθοδήγηση και μετριάζουν τις διαδικασίες «κατασκευής» της γνώσης. Είναι μεταφραστές και διαμεσολαβητές μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών πολιτισμών. Είναι καθήκον τους ως συντονιστές να προωθούν τον διάλογο, να κάνουν σαφείς τις διεπιστημονικές παρεξηγήσεις όταν αγνοούνται ή δεν γίνονται αντιληπτές από τους μαθητές και να αφήνουν τους μαθητές να ανακαλύψουν την αξία της πειθαρχικής διαφορετικότητας.

## 2.8 Διεπιστημονική μάθηση

Στη διεπιστημονική μάθηση, η ακαδημαϊκή μάθηση ανοίγεται και ενισχύεται μέσω της συνεργατικής μάθησης με εταίρους από άλλους τομείς όπως η κοινωνία των πολιτών, οι επιχειρήσεις, η πολιτική, τα σχολεία, οι κοινότητες κ.λπ. Στο επίκεντρο της συνεργασίας βρίσκεται ένα σύνθετο πρόβλημα ή ένα ερευνητικό ερώτημα το οποίο μπορεί να μοντελοποιηθεί με εφαρμογές STEM/STEAM. Οι συνεργάτες και οι μαθητές ενσωματώνουν τις γνώσεις και τους πόρους τους για να λύσουν το πρόβλημα μαζί. Η μάθηση μπορεί να «συμβεί αμφίδρομα μέσω της εμπλοκής σε διάλογο, δραστηριότητα και μάθηση με μέλη της κοινότητας εκτός της ακαδημίας». Σε διεπιστημονικά πλαίσια, η ακαδημαϊκή γνώση και οι προσεγγίσεις πρέπει να επανεξεταστούν, να προσαρμοστούν και να αξιολογηθούν κανονιστικά. Εάν οι μαθητές εργάζονται σε διεπιστημονικά έργα, το μαθησιακό περιβάλλον γίνεται άτυπο όπου οι μαθητές αναπτύσσουν πολλές κοινωνικές δεξιότητες. Όλοι οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει να επωφεληθούν σε ένα διεπιστημονικό έργο μάθησης, αν και τα



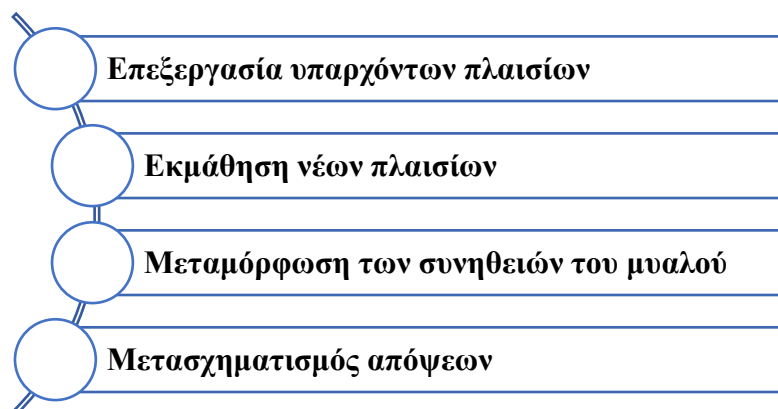
οφέλη μπορεί να είναι διαφορετικής φύσεως, για παράδειγμα μια παρακινητική και πλούσια μαθησιακή εμπειρία για φοιτητές έναντι ακαδημαϊκής υποστήριξης για μια επιχείρηση έναντι ερευνητικής ευκαιρίας για διδάσκοντες (Klabak, 2021), (ElSayary, 2021).

Οι μαθητές αποκτούν γνώσεις για προβλήματα και συνθήκες του πραγματικού κόσμου και μαθαίνουν να προσαρμόζουν τις ακαδημαϊκές γνώσεις και δεξιότητές τους που βασίζονται στην τάξη στο πραγματικό πλαίσιο της ζωής.

Ο εκπαιδευτικός γίνεται όχι μόνο συντονιστής για τις μαθησιακές διαδικασίες των μαθητών αλλά και για τη διεπιστημονική, κοινή διαδικασία μάθησης όλων των ενδιαφερομένων που εμπλέκονται στη συνεργασία. Επιπλέον, πρέπει να είναι ο διαχειριστής που ξεκινά τη συνεργασία, συντονίζει συναντήσεις κ.λπ.

## 2.9 Μετασχηματιστική μάθηση

Η φράση κλειδί για τη μετασχηματιστική μάθηση είναι «*πλαίσιο αναφοράς*». Τα πλαίσια αναφοράς περιγράφουν πώς αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένων των συνηθειών του νου (για παράδειγμα συνήθεις τρόποι σκέψης) καθώς και των απόψεων και αξιών. Τα πλαίσια αναφοράς, επίσης, διαμορφώνονται μέσω κοινωνικών και πολιτισμικών επιρροών, αλλά μπορούν να αλλάξουν μέσω νέων εμπειριών επίλυσης προβλημάτων, συζητήσεων προβλημάτων ή κριτικών στοχασμών σε υποθέσεις και ερμηνείες. Τέσσερις πιθανές στρατηγικές σε ένα περιβάλλον μάθησης υποβάλλονται για την τροποποίηση (Segers & De Greef, 2021) (Σχήμα 2.2):



Σχήμα 2.3: Τέσσερις πιθανές στρατηγικές σε ένα περιβάλλον μάθησης υποβάλλονται για την τροποποίηση.

Πηγή: (Segers & De Greef, 2021).





Η μετασχηματιστική μάθηση ορίζεται από τους στόχους και τις αρχές της, όχι από μια συγκεκριμένη στρατηγική διδασκαλίας ή μάθησης (Segers & De Greef, 2021).

Ακόμα στοχεύει στο να δώσει στους μαθητές τη δυνατότητα να αμφισβητούν και να «αλλάζουν τα πλαίσια αναφοράς ή τις κοσμοθεωρίες τους» προκειμένου να αναπτύξουν την κατανόησή τους για τον κόσμο.

Ο εκπαιδευτικός είναι ένας «προπονητής» που δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αλλάξουν τις κοσμοθεωρίες τους. Μπορεί επίσης να αποκαλείται «κατευθυντής» που βοηθά τους μαθητές να αποκτήσουν επίγνωση και να κριτικάρουν περισσότερο τις υποθέσεις τους. Οι εκπαιδευτικοί που εργάζονται με την προσέγγιση της μετασχηματιστικής μάθησης έχουν μια κριτική προοπτική για την ίδια την εκπαίδευση. Αποδέχονται ότι η εκπαίδευση είναι πάντα φορτωμένη με αξίες.

Τέλος, η μετασχηματιστική μάθηση στοχεύει στην προσωπική ανάπτυξη και στις αλλαγές στη στάση των μαθητών απέναντι στη μάθηση. Μπορεί να περιλαμβάνει όλα τα είδη παιδαγωγικών προσεγγίσεων – από προσεγγίσεις που βασίζονται σε προβλήματα έως την παραδοσιακή παρουσίαση γνώσης έως την περιβαλλοντική εκπαίδευση σε εξωτερικούς χώρους και μοντέλα εφαρμογών STEM/STEAM. Ούτως ή άλλως, η ομαδική εργασία και ο κριτικός προβληματισμός είναι ουσιαστικά μέρη (Δημητριάδης, 2015).





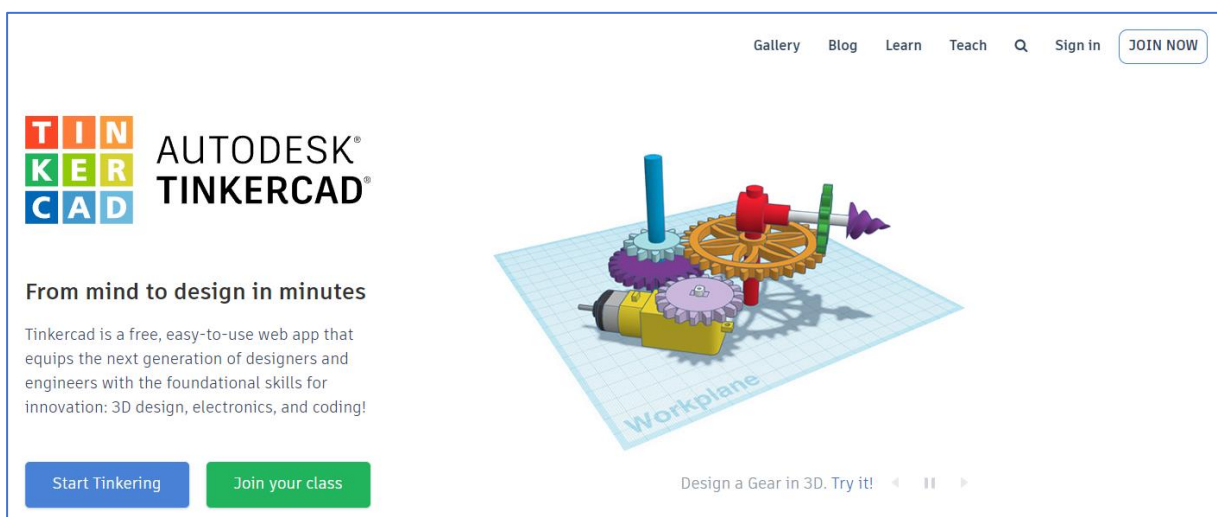
## 3ο. Κεφάλαιο: «Πλατφόρμες εφαρμογών STEM/STEAM»

Όταν οι δυνάμεις της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής, της τέχνης και των μαθηματικών (STEAM) συνδυάζονται, αποτελούν μια «μεγαλειώδη» ομάδα βασικών θεμάτων που οδηγούν σε μακροχρόνια μάθηση. Η χρήση μιας διεπιστημονικής προσέγγισης STEAM στην τάξη αυξάνει την κριτική σκέψη, διευρύνει τις προοπτικές και μειώνει τις γενικές παρανοήσεις (Gibson, 2020). Και είναι αυτός ο κονστρουκτιβιστικός τύπος μάθησης που οικοδομεί την κουλτούρα των μαθητών που είναι πρόθυμοι να «μπερδέψουν» και να «εμπλέξουν» με αυτοπεποίθηση νέες μορφές και καταστάσεις μάθησης (Frantiska, 2016). Από τον συνδυασμό και το ταίριασμα αυτών των επιλογών βοηθούνται οι μαθητές να καλλιεργήσουν τη σχεδιαστική αίσθηση και την εφευρετικότητά τους, να αποκτήσουν μεταβιβάσιμες δεξιότητες και να δημιουργήσουν νέα χρήσιμα πράγματα.

### 3.1 Tinkercad

#### 3.1.1 Στοιχεία

Το Tinkercad είναι μια δωρεάν, εύχρηστη εφαρμογή Ιστού που εξοπλίζει την επόμενη γενιά σχεδιαστών και μηχανικών με τις θεμελιώδεις δεξιότητες για καινοτομία: τρισδιάστατη σχεδίαση, ηλεκτρονικά και κωδικοποίηση.



Εικόνα 3.1: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας Tinkercad.

Πηγή: <https://www.tinkercad.com/>.



Το Tinkercad είναι ένα δωρεάν, φιλικό προς τους μαθητές διαδικτυακό πρόγραμμα σχεδίασης με τη βοήθεια υπολογιστή (Computer-aided design / CAD) που επιτρέπει στους χρήστες μαθητές να σχεδιάζουν, να τροποποιούν και να εκτυπώνουν τρισδιάστατα αντικείμενα, να πειραματίζονται με κυκλώματα ή να μαθαίνουν να κωδικοποιούν χρησιμοποιώντας μπλοκ. Διαθέσιμο σε οποιοδήποτε έχει σύνδεση στο Διαδίκτυο μέσω προγράμματος περιήγησης ιστού ή εφαρμογής, το Tinkercad διευκολύνει τους μαθητές να μάθουν ένα βασικό στοιχείο της διαδικασίας σχεδιασμού: συνδυάζοντας πολλά απλά αντικείμενα για να δημιουργήσουν πιο περίπλοκα σχήματα (Tinkercad, 2021). Η λειτουργία Codeblocks προσφέρει ακόμα περισσότερες ευκαιρίες στους μαθητές να αναπτύξουν τις σχεδιαστικές τους δεξιότητες και να συνδυάσουν τη δημιουργικότητα και την κωδικοποίηση για μια πραγματική εμπειρία STEAM. Πολλοί μαθητές θα χαρούν επίσης να ανακαλύψουν ότι μπορούν να εισάγουν τις δημιουργίες τους στο Minecraft. Αυτό προσφέρει μια εξαιρετική ευκαιρία στους μαθητές να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους στο εκπαιδευτικό παιχνίδι σχεδιάζοντας πιο σύνθετες δομές στο Tinkercad και στη συνέχεια βελτιώνοντάς τις στο Minecraft. Οι μαθητές μπορούν να δουν όλες τις γωνίες των σχεδίων τους ή να μεταπηδήσουν μεταξύ έργων για να πειραματιστούν με τη σχεδίαση κυκλωμάτων, την κωδικοποίηση μπλοκ ή τούβλων που μοιάζουν με Lego. Οι μαθητές έχουν επίσης μια σειρά από άλλα εργαλεία στη διάθεσή τους, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να δοκιμάσουν και να βελτιώσουν τις δημιουργίες τους (τρειςδιάστατα αντικείμενα) (Rogowski, 2021).

Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να δημιουργούν τάξεις και να προσθέτουν, να εισάγουν ή να προσκαλούν μαθητές, ώστε να μπορούν να βλέπουν τα σχέδια όλων στον πίνακα ελέγχου. Υπάρχουν σχέδια μαθημάτων, σεμινάρια και γκαλερί με εντυπωσιακά έργα για κάθε μία από τις λειτουργίες (Σχέδια, Κυκλώματα, Κώδικες)<sup>2</sup> (Tinkercad, 2021), (Rogowski, 2021).

### 3.1.2 Τρόποι διδασκαλίας

Το Tinkercad θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους, είτε πρόκειται για τη δημιουργία σχεδίων που βασίζονται σε μια επιστημονική ιδέα είτε για την παρουσίαση μιας ενότητας ή σχετικά με τον τρισδιάστατο σχεδιασμό και την 3D εκτύπωση. Για παράδειγμα, σε ένα μάθημα που βασίζεται σε διάφορες προκλήσεις (κατασκευαστικές, περιβαλλοντικές, χώρου, χρόνου κλπ), οι μαθητές θα μπορούσαν να σχεδιάσουν μια λύση σε ένα αυθεντικό

<sup>2</sup> Για μαθητές κάτω των 13 ετών, οι δάσκαλοι μπορούν να ενεργοποιήσουν την Ασφαλή λειτουργία για να περιορίσουν τον αριθμό της αλληλεπίδρασης με άλλους χρήστες



πρόβλημα από την κοινότητά τους και στη συνέχεια να τους δοθεί χρόνος για να σχεδιάσουν και να δοκιμάσουν τις λύσεις / προτάσεις τους. Υπάρχουν πάρα πολλά δείγματα βίντεο που μπορούν να δείξουν οι εκπαιδευτικοί για να εμπνεύσουν τα παιδιά να σκεφτούν τις δυνατότητές τους. Εναλλακτικά, μαθητές που ασχολούνται με το Minecraft στα σχολεία μπορούν να επεκτείνουν την εμπειρία τους στη δημιουργία παιχνιδιού εισάγοντας αντικείμενα Tinkercad. Με αυτό τον τρόπο δίνεται στους μαθητές η ευκαιρία να «ζωντανέψουν» έννοιες της επιστήμης, της λογοτεχνίας, των μαθηματικών, ακόμη και των ξένων γλωσσών σχεδιάζοντας και εκτυπώνοντας αντικείμενα γύρω από το περιεχόμενο της τάξης (Tinkercad, 2021), (Rogowski, 2021).

Οι επιλογές για κοινή χρήση και βελτίωση των σχεδίων προσφέρουν υψηλό επίπεδο συνεργασίας μεταξύ τους και με την ευρύτερη κοινότητα δημιουργών, καθώς και ευκαιρίες για διδασκαλία των δικαιωμάτων των δημιουργών και των παράγωγων έργων. Οι πόροι που διατίθενται στον ιστότοπο Tinkercad δίνουν στους μαθητές την ευκαιρία να βιώσουν τη διαδικασία σχεδιασμού με ουσιαστικούς και σχετικούς τρόπους (Tinkercad, 2021), (Rogowski, 2021).

### 3.1.3 Πλεονεκτήματα μάθησης

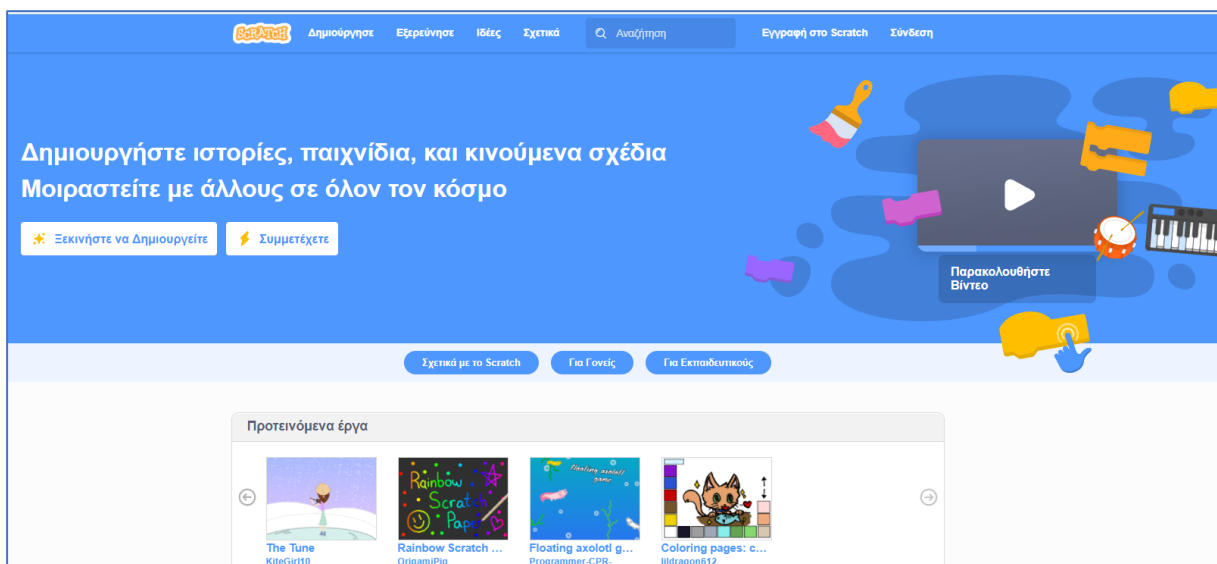
Οι νέοι χρήστες του Tinkercad εισάγονται αμέσως σε μια σειρά από μαθήματα με διαβάθμιση δυσκολίας και διαδραστικά μαθήματα σχετικά με τον τρόπο χρήσης των διαφόρων εργαλείων του. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα της ευελιξίας παρακολούθησης, δηλαδή να μπαίνουν και να βγαίνουν από τα μαθήματα όποτε θέλουν και να ενσωματώνουν αμέσως ιδέες μαθημάτων στα δικά τους σχέδια σχεδίασης. Οι λιγότερο έμπειροι κατασκευαστές θα επωφεληθούν από την πρόσθετη υποστήριξη στην τάξη και τον ιστότοπο καθώς μαθαίνουν τα βασικά, αλλά υπάρχει άφθονη βοήθεια σε ολόκληρο τον ιστότοπο. Οι χρήστες του Tinkercad μπορούν να μοιράζονται τα έργα τους με άλλους μέσω της διαδικτυακής του κοινότητας. Αυτό είναι απαραίτητο για τη συνολική εμπειρία του Tinkercad. Ένα τεράστιο μέρος της απήχησης είναι ότι οι σχεδιαστές μπορούν να μοιράζονται και να συζητούν προσαρμοσμένα εργαλεία, σχήματα και έργα (Tinkercad, 2021), (Rogowski, 2021).



## 3.2 Scratch

### 3.2.1 Στοιχεία

Το Scratch είναι μια καθιερωμένη γλώσσα κωδικοποίησης που βασίζεται σε μπλοκ και δημιουργήθηκε από το Lifelong Kindergarten Group του MIT. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί online ή να εγκατασταθεί στον σταθερό υπολογιστή και να χρησιμοποιηθεί χωρίς σύνδεση στο Διαδίκτυο. Όπως και οι προκάτοχοί του, το Scratch επιτρέπει στους μαθητές να μαθαίνουν και να χρησιμοποιούν βασικά στοιχεία της κωδικοποίησης και της επιστήμης των υπολογιστών. Από τη δημιουργία μεταβλητών έως τη δημιουργία συναρτήσεων, οι μαθητές συνδέουν μπλοκ κώδικα για να δημιουργήσουν προγράμματα για κινούμενα σχέδια, ψηφιακή αφήγηση, τέχνη, μαθηματικά κ.ά.. Με το Scratch, οι μαθητές μπορούν επίσης να προγραμματίσουν μια ποικιλία περιφερειακών συσκευών (όπως το micro:bit<sup>3</sup>) για εκμάθηση ρομποτικής επιστήμης, πληροφορικής και μηχανικής. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εγγραφούν σε λογαριασμούς εκπαιδευτικών που παρέχουν πρόσθετες δυνατότητες, όπως τη δυνατότητα δημιουργίας τάξεων και προσθήκης μαθητών, ομαδοποίηση εργασιών μαθητών ανά έργο και ελέγχου δραστηριότητας των μαθητών (Matte, 2021), (Scratch, 2021).



Εικόνα 3.2: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας Scratch

<sup>3</sup>Το Micro:bit είναι ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα που δημιουργήθηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Χρησιμοποιεί βιβλιοθήκες ανοικτού κώδικα και απλά μα ισχυρά προγραμματιστικά περιβάλλοντα και απλοποιεί τον προγραμματισμό. Είναι εξοπλισμένο με πολλούς αισθητήρες και συσκευές διασύνδεσης και δύναται να χρησιμοποιηθεί ως εισαγωγικό στοιχείο στην επιστήμη των υπολογιστών και την υπολογιστική σκέψη (Κλείσας, 2018).



Πηγή: <https://scratch.mit.edu/>.

Η οθόνη Scratch χωρίζεται σε τρεις ενότητες: τη σκηνή στη δεξιά πλευρά (όπου φαίνονται τα αποτελέσματα του κώδικά σε δράση), τον χώρο εργασίας στο κέντρο (όπου συνδέεται ο κώδικας) και την παλέτα μπλοκ στα αριστερά (όπου βρίσκονται όλα τα μπλοκ κώδικα). Οι μαθητές κωδικοποιούν τις ενέργειες πολλαπλών sprites (των διαφορετικών χαρακτήρων) ή στοιχείων οθόνης και μπορούν επίσης να προσθέσουν ήχους, εικόνες και στοιχεία κειμένου για να δημιουργήσουν σχεδόν οτιδήποτε (Matte, 2021), (Scratch, 2021).

### 3.2.2 Τρόποι διδασκαλίας

Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν το Scratch για να διδάξουν στους μαθητές έννοιες κωδικοποίησης και στοιχεία υπολογιστικής σκέψης. Μόλις οι μαθητές είναι ικανοί στη χρήση του, το Scratch μπορεί να γίνει ένα άλλο εργαλείο για την επίδειξη της μάθησης σε πολλούς τομείς περιεχομένου. Μέσω κινούμενων εικόνων, ήχου, εικόνας και κειμένου, οι μαθητές μπορούν να πουν ιστορίες, να εξηγήσουν έννοιες και να δημιουργήσουν τέχνη και παιχνίδια. Η πλατφόρμα Scratch μπορεί να είναι μια άλλη επιλογή για αξιολογήσεις βάσει έργων, μια εναλλακτική λύση στη γραφή, τις παρουσιάσεις κ.λπ. Για τους δασκάλους κωδικοποίησης (πληροφορικής), το Scratch είναι ένα εξαιρετικό εφελτήριο σε παραδοσιακές γλώσσες κωδικοποίησης που βασίζονται σε κείμενο, όπως η Ruby ή η Swift (Matte, 2021), (Scratch, 2021).

Τέλος, το Scratch έχει μια εκτεταμένη κοινότητα χρηστών και εκπαιδευτών (από όλο τον κόσμο, αφού το Scratch υποστηρίζει δεκάδες γλώσσες). Λόγω αυτής της κοινότητας, ο καθένας, από τον εντελώς αρχάριο έως τον έμπειρο ειδικό μπορεί να βρει σεμινάρια, απαντήσεις σε ερωτήσεις, έργα για remix και, το πιο σημαντικό, έμπνευση για να συνεχίσει να αναπτύσσει τις δεξιότητές του στην κωδικοποίηση και να βρίσκει νέες προκλήσεις (Matte, 2021), (Scratch, 2021).

### 3.2.3 Πλεονεκτήματα μάθησης

Το Scratch είναι μια ισχυρή πλατφόρμα για την εκμάθηση κωδικοποίησης όχι μόνο επειδή διδάσκει όλες τις βασικές έννοιες της κωδικοποίησης, αλλά και επειδή μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί σε σχεδόν οποιοδήποτε θέμα. Οι μαθητές μπορούν να αντιμετωπίσουν ουσιαστικά έργα που εκφράζουν την κατανόηση των θεωρητικών μαθημάτων, των ιστορικών



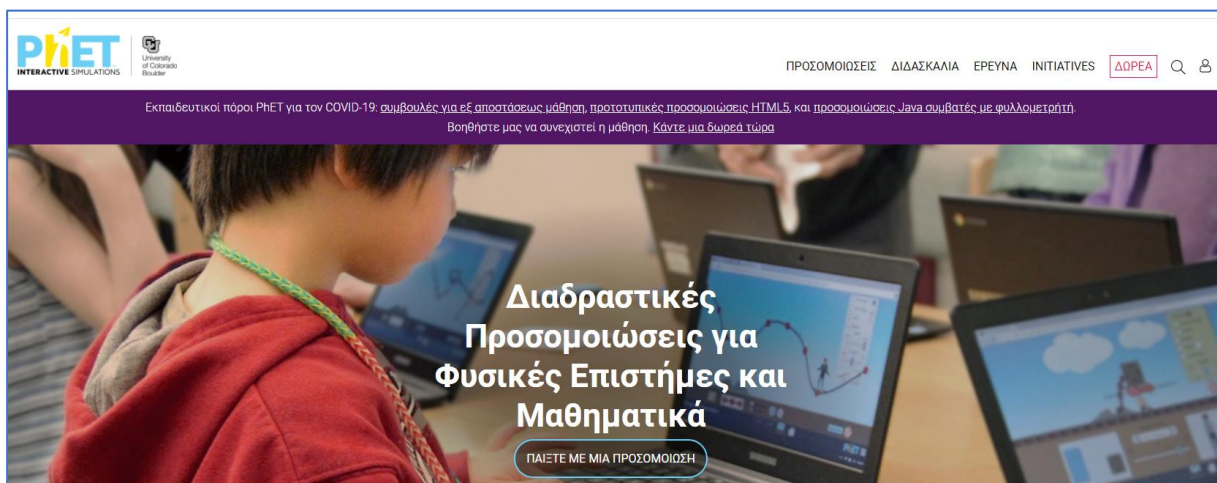


γεγονότων και των εννοιών των μαθηματικών και της επιστήμης, ενώ επίσης ενισχύουν τις δεξιότητες κωδικοποίησης και υπολογιστικής σκέψης. Ως βάση για την εκμάθηση κωδικοποίησης, το Scratch αφαιρεί τα εμπόδια που οι αρχάριοι συχνά βρίσκουν τόσο δύσκολα (σύνταξη, ορολογία κ.λπ.), αλλά θέτει τις βάσεις για όσους συνεχίζουν να μαθαίνουν γλώσσες προγραμματισμού, όπως Java, Ruby ή Python. Η παροχή ακόμη μεγαλύτερης «γέφυρας» στις πραγματικές γλώσσες θα βοηθούσε τα παιδιά να κάνουν το επόμενο βήμα στον πιο προηγμένο προγραμματισμό (Matte, 2021), (Scratch, 2021).

### 3.3 PhET

#### 3.3.1 Στοιχεία

Οι προσομοιώσεις PhET έχουν σχεδιαστεί για να είναι ευέλικτες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν με πολλά διαφορετικά εκπαιδευτικά πλαίσια και στυλ. Μπορούν να ενσωματωθούν σε διαλέξεις χρησιμοποιώντας ConcepTests, Διαδραστικές Επιδείξεις Διαλέξεων ή άλλες μορφές επιδείξεων. Μπορούν να ενσωματωθούν σε δραστηριότητες κατ' οίκον στις οποίες οι μαθητές αλληλεπιδρούν με τις προσομοιώσεις μόνοι τους και απαντούν σε αριθμητικές ερωτήσεις, ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ή κειμένου σχετικά με αυτό που ανακαλύπτουν. Επίσης, μπορούν να ενσωματωθούν σε εργαστήρια στα οποία συμπληρώνουν ή και αντικαθιστούν πρακτικό εργαστηριακό εξοπλισμό (McConnell, 2021).



Εικόνα 3.3: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας PhET.

Πηγή: <https://phet.colorado.edu/el/>.



Η έρευνα δείχνει ότι οι προσομοιώσεις PhET λειτουργούν καλύτερα όταν ενσωματώνονται σε δραστηριότητες καθοδηγούμενης έρευνας με ελάχιστες κατευθύνσεις. Οι Οδηγίες Δραστηριότητας PhET δίνουν προτάσεις για τον καλύτερο τρόπο χρήσης των PhET στη διδασκαλία. Επιπλέον, στην ιστοσελίδα για κάθε προσομοίωση, υπάρχει μια ενότητα που ονομάζεται «Συμβουλές για εκπαιδευτικούς», η οποία συχνά περιέχει έναν «οδηγό δασκάλου» με λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης προσομοίωσης, συμπεριλαμβανομένου ενός οδηγού με σημαντικές σημειώσεις μοντελοποίησης και απλοποιήσεις που χρησιμοποιούνται στην προσομοίωση, με πληροφορίες σχετικά με τη σκέψη των μαθητών και με προτάσεις για χρήση (McConnell, 2021).

### 3.3.2 Τρόποι διδασκαλίας

Οι προσομοιώσεις PhET μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αντικαταστήσουν ή να συμπληρώσουν διαλέξεις θεωρίας ή και εργαστηρίων. Ο αντίκτυπος αυτών των επιδείξεων αυξάνεται σημαντικά όταν δίνεται στους μαθητές η ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν με τις προσομοιώσεις. Ενώ οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τις προσομοιώσεις στους δικούς τους υπολογιστές σε περιβάλλον τάξης ή εργαστηρίου, υπάρχουν επιπλέον διάφοροι τρόποι για να ενθαρρυνθεί η έρευνα.

Οι προσομοιώσεις PhET επιτρέπουν την αλλαγή μεταβλητών και την ανακάλυψη σχέσεων αιτίας-αποτελέσματος, προωθώντας την ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων διερεύνησης. Ακόμη και σε μια τάξη όπου ο εκπαιδευτής είναι το μόνο άτομο που ελέγχει την προσομοίωση, μέρος της «δύναμης» αυτής της επιστημονικής έρευνας μπορεί να αποτυπωθεί κατά τη διάρκεια συζητήσεων ολόκληρης της τάξης. Αυτό το είδος μαθησιακής αναζήτησης ονομάζεται «έρευνα ολόκληρης της τάξης», επειδή ολόκληρη η τάξη μπορεί να ασχοληθεί με τον έλεγχο των σχέσεων αιτίου-αποτελέσματος σαν να ήταν μια μεγάλη ομάδα εργαστηρίου (Moore, Chamberlain, Parson, & Perkins, 2014).

Ακριβώς όπως με τον πραγματικό εξοπλισμό, οι προσομοιώσεις PhET λειτουργούν καλύτερα εάν ενσωματωθούν σε ConcepTests<sup>4</sup> ή διαδραστικές επιδείξεις διαλέξεων, όπου οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν το αποτέλεσμα των επιδείξεων ή και να επέμβουν αντί να παρακολουθούν απλώς παθητικά (McConnell, 2021).

<sup>4</sup> Τα ConcepTests είναι εννοιολογικές ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής που επικεντρώνονται σε μια βασική έννοια των μαθησιακών στόχων ενός εκπαιδευτή για ένα μάθημα.





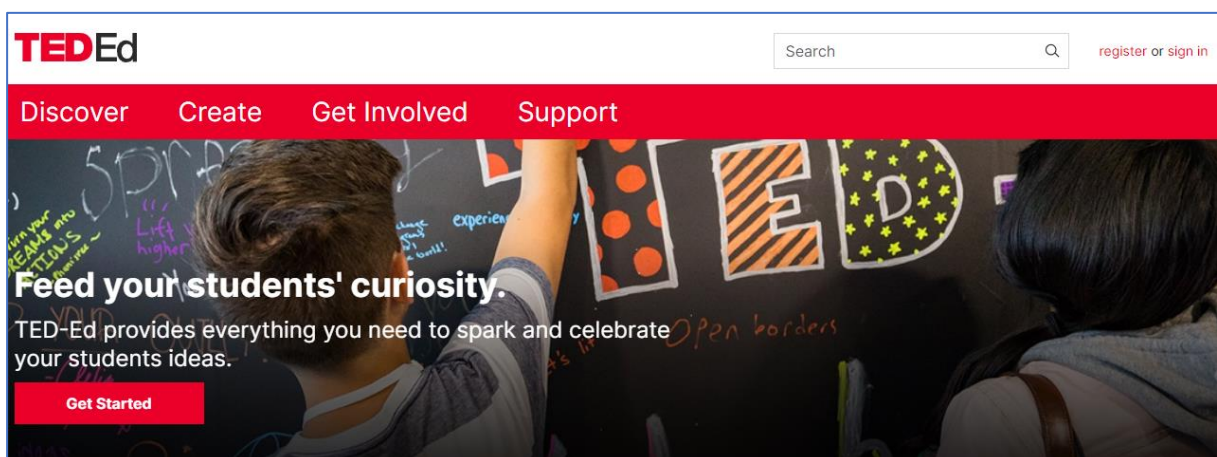
### 3.3.3 Πλεονεκτήματα μάθησης

Οι προσομοιώσεις PhET βασίζονται σε έρευνα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν γενικά, την κατανόηση των συγκεκριμένων επιστημονικών εννοιών από τους μαθητές και τον σχεδιασμό διεπαφής χρήστη. Κάθε προσομοίωση περνά από μια επαναληπτική διαδικασία σχεδιασμού συνεντεύξεων μαθητών για να ελεγχθεί η χρηστικότητα και η εννοιολογική μάθηση, καθώς και οι δοκιμές στην τάξη. Η έρευνα δείχνει ότι η αποτελεσματική χρήση των προσομοιώσεων PhET μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη εννοιολογική μάθηση σε σχέση με τις παραδοσιακές διαλέξεις, επιδείξεις και εργαστήρια (McConnell, 2021).

## 3.4 TED-Ed

### 3.4.1 Στοιχεία TED-Ed

Το TED-Ed είναι μια πλατφόρμα «δημιουργών μαθημάτων» που επιτρέπει τη δόμηση μιας εκπαιδευτικής εργασίας γύρω από ένα βίντεο και παράλληλα την αξιολόγηση της συμμετοχής των μαθητών. Η μορφή του μαθήματος αποτελείται από έναν τίτλο μαθήματος, μια γραπτή εισαγωγή («Let's Begin»), μια σειρά ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής ή ανοιχτού τύπου («Think»), ένα μέρος για πρόσθετους πόρους για την ενθάρρυνση της περαιτέρω εξερεύνησης («Dig Deeper»), μια διαδραστική συζήτηση στην τάξη («Discuss») και την αποκόμιση του μαθήματος («And finally»).



Εικόνα 3.4: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας TED-Ed.

Πηγή: <https://ed.ted.com/educator/>.



Στο TED «οι ιδέες έχουν τη δύναμη να αλλάζουν συμπεριφορές αλλά και ζωές». Αυτή η υποκείμενη φιλοσοφία είναι η κινητήριος δύναμη πίσω από όλες τις προσπάθειες του TED, συμπεριλαμβανομένων των εκπαιδευτικών συνεδρίων TED, TEDx, TED Books, TED Fellows Program και TED Open Translation Project. Με αυτή τη φιλοσοφία και με την πρόθεση να υποστηρίξει τους δασκάλους και να προκαλέσει την περιέργεια των μαθητών σε όλο τον κόσμο το TED-Ed ξεκίνησε το 2012 (Baker, 2016).

Η αποστολή του TED-Ed είναι να «πυροδοτήσει» και να υποστηρίξει τις ιδέες των εκπαιδευτικών και των μαθητών σε όλο τον κόσμο. Υποστηρίζει τη μάθηση - από την παραγωγή μιας βιβλιοθήκης πρωτότυπων βίντεο κινουμένων σχεδίων, την παροχή μιας διεθνούς πλατφόρμας για τους εκπαιδευτικούς για να δημιουργήσουν τα δικά τους διαδραστικά μαθήματα. Το TED-Ed έχει αναπτυχθεί από μια ιδέα που αξίζει να υποστηριχθεί ως μια βραβευμένη εκπαιδευτική πλατφόρμα καθώς εξυπηρετεί εκατομμύρια δασκάλους / εκπαιδευτικούς και μαθητές σε όλο τον κόσμο κάθε εβδομάδα (Baker, 2016).

### 3.4.2 Τρόποι διδασκαλίας TED-Ed

Μόλις «δημοσιευτεί» το μάθημα, ο εκπαιδευτικός μπορεί να μοιραστεί τον σύνδεσμο με όποιον θέλει. Η πλατφόρμα επιτρέπει την εύκολη περιήγηση σε βίντεο ανά θέμα ή την εισαγωγή μιας διεύθυνσης url οποιουδήποτε βίντεο στο YouTube είναι σχετικό και αποτελεί εργαλείο μάθησης. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα από τα πρωτότυπα TED-Ed ως έχουν και να ζητηθεί από τους μαθητές να συμμετέχουν σε δημόσιες συζητήσεις ή να τροποποιηθεί το μάθημα για τους στόχους της τάξης (Baker, 2016).

Ως δημιουργός του μαθήματος ο εκπαιδευτικός θα ειδοποιηθεί καθώς οι μαθητές ολοκληρώνουν το μάθημα και επιπλέον τους δίνεται η δυνατότητα ελέγχου περίληψης των αποτελεσμάτων και σχολιασμό μεμονωμένων απαντήσεων. Αυτή η διεργασία / εργαλείο μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί για σκοπούς προαξιολόγησης, διαμορφωτικής αξιολόγησης ή αθροιστικής αξιολόγησης, αλλάζοντας τους τύπους των ερωτήσεων. Για παράδειγμα, μπορεί ένας εκπαιδευτικός να χρησιμοποιήσει το βίντεο ως προτροπή για ένα θέμα που μόλις ξεκινά και να ζητήσει από τους μαθητές να μοιραστούν μαζί του ό,τι γνωρίζουν πέρα από το περιεχόμενο του βίντεο. Μπορεί, επίσης, να το χρησιμοποιήσει στη μέση μιας ενότητας για να μετρήσει την πρόοδο προς τους μαθησιακούς στόχους. Ή μπορεί να το χρησιμοποιήσει στο τέλος μιας ενότητας για να προκαλέσει τους μαθητές να εφαρμόσουν όσα έμαθαν στο πλαίσιο που παρουσιάζεται στο βίντεο.



### 3.4.3 Πλεονεκτήματα μάθησης TED-Ed

Στα πλεονεκτήματα μάθησης που προσφέρει το TED-Ed περιλαμβάνονται τα εξής (Burns, 2018), (Κουτσούμπα, Κρήτας, & Σκαρλάτου, 2020), (Petty, 2018):

#### 1. Βίντεο Explainer

Τα βίντεο TED-Ed εξηγούν μια ιδέα για μια ποικιλία θεμάτων. Αυτού του είδους τα «επεξηγηματικά βίντεο» βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα μια ιδέα. Τα βίντεο Explainer απευθύνονται σε μαθητές όλων των ηλικιών. Αυτό το στυλ βίντεο είναι δημοφιλές στους vlogger στο YouTube και κοινοποιείται συχνά στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

#### 2. Ελκυστικό περιεχόμενο

Αν το θέμα που πρέπει να παρουσιάσει ο εκπαιδευτικός μπορεί να μην τραβήξει το ενδιαφέρον των μαθητών του όπως είναι γραμμένο στο βιβλίο, η παρουσίαση του υλικού σε βίντεο σίγουρα θα τραβήξει την προσοχή τους.

#### 3. Ποικιλία θεμάτων

Στον ιστότοπο του TED-Ed, υπάρχει ένα ευρύ φάσμα θεμάτων. Υπάρχει η δυνατότητα αναζήτησης με λέξη - κλειδί ή περιήγησης ανά θεματική περιοχή. Έτσι, μπορεί ο ενδιαφερόμενος να βρει βίντεο που σχετίζονται με μια πληθώρα θεμάτων, όπως κατασκευές, φυσική επιστήμη, μαθηματικά, ιστορία και πολλά άλλα.

#### 4. Ερωτήσεις κατανόησης

Όταν ο ενδιαφερόμενος αποκτά πρόσβαση σε ένα βίντεο TED-Ed απευθείας από τον ιστότοπό του - σε αντίθεση με την αναζήτηση στο YouTube - θα βρει ερωτήσεις κατανόησης που συνοδεύουν κάθε βίντεο. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο προκειμένου να ελέγξει την κατανόηση αλλά και για να βοηθηθεί να δημιουργήσει συνδέσεις με ένα άλλο θέμα που εξερευνά στην τάξη.

#### 5. Χρήση ερωτήσεων για συζήτηση

Οι ερωτήσεις που παρέχονται από το TED-Ed, μαζί με αυτές που αναπτύσσει ο εκπαιδευτικός από μόνος του είναι ιδανικές για συζητήσεις. Μπορεί να θέσει την ερώτηση για ολόκληρη την τάξη. Εναλλακτικά, μπορεί να ζητήσει από τους μαθητές να συζητήσουν σε μικρές ομάδες.



## 6. «Αναποδογυρισμένη» (flipped) τάξη

Εάν ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί το μοντέλο της «αναποδογυρισμένης» (flipped) τάξης, τότε μπορεί να διαμοιράσει θέματα στους μαθητές για να διαβάσουν, να παρακολουθήσουν ή να ακούσουν εκτός τάξης. Στη συνέχεια, όταν οι μαθητές έρχονται στην τάξη, συμμετέχουν σε συζητήσεις και λύνουν προβλήματα μαζί. Επίσης, μπορεί να μοιραστεί με τους μαθητές ένα βίντεο TED-Ed για να παρακολουθήσουν πριν από το μάθημα (Petty, 2018).

## 7. Δημοσίευση στο Google Classroom

Οι εκπαιδευτικοί που χρησιμοποιούν το Google Classroom μπορούν εύκολα να μοιράζονται βίντεο TED-Ed με τους μαθητές τους. Μπορούν να δημοσιεύσουν έναν σύνδεσμο ως ανακοίνωση για μαθητές. Εάν θέλουν οι μαθητές να απαντήσουν ή να συζητήσουν, μπορούν επίσης να το κάνουν στο Google Classroom.

## 8. Μετατροπή σε κωδικούς QR

Σε ένα περιβάλλον BYOD (Bring Your Own Device), μπορεί ο εκπαιδευτικός να μετατρέψει έναν σύνδεσμο με ένα βίντεο TED-Ed σε κωδικό QR. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές μπορούν να «σαρώσουν» και να παρακολουθήσουν το βίντεο στη συσκευή τους. Αυτή η στρατηγική είναι επίσης μια εξαιρετική επιλογή εάν δεν χρησιμοποιεί ένα LMS (Learning Management Systems) με μαθητές και χρειάζεται έναν άλλο τρόπο για να μοιραστεί έναν σύνδεσμο (Κουτσούμπα, Κρήτας, & Σκαρλάτου, 2020).

## 9. Επιμέλεια λιστών παρακολούθησης για μαθητές

Δεδομένου ότι τα βίντεο TED-Ed είναι διαθέσιμα στο YouTube, μπορεί ο εκπαιδευτικός να δημιουργήσει μια λίστα παρακολούθησης για μαθητές. Αυτή η επιμελημένη λίστα είναι ιδανική για την επιλογή συγκεκριμένων βίντεο που σχετίζονται με ένα μόνο θέμα. Εάν συνδεθεί στον λογαριασμό του στο Google/YouTube, μπορεί επίσης να δημιουργήσει μια λίστα παρακολούθησης και να μοιραστεί τον σύνδεσμο με μαθητές.

## 10. Ακουστική Κατανόηση

Τα γραφικά στα βίντεο TED-Ed είναι εντυπωσιακά. Αν ο εκπαιδευτικός είναι επικεντρωμένος στην αντιμετώπιση ενός συγκεκριμένου προτύπου ακρόασης, μπορεί σίγουρα να υποστηρίξει αυτήν την εκπαιδευτική διαδικασία / εργασία. Δύναται, επίσης, να ζητήσει από



τους μαθητές να ακούσουν -χωρίς να το παρακολουθήσουν πρώτα- και μετά να αναπαράγουν ξανά το βίντεο με γραφικά.

### **11. Εργασία μαθητή**

Οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν στην τάξη με πολλούς τρόπους. Εάν θέλουν οι μαθητές να δημιουργήσουν επεξηγηματικά βίντεο, το TED-Ed είναι το κατάλληλο εργαλείο. Δίνει στους μαθητές την ευκαιρία να εξερευνήσουν τη βιβλιοθήκη των βίντεό τους για έμπνευση. Στη συνέχεια, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα εργαλείο όπως το Adobe Spark Video για να δημιουργήσουν τα δικά τους επεξηγηματικά βίντεο.

### **12. Δύναμη επίδειξης του YouTube**

Το TED-Ed είναι ένα εξαιρετικό παράδειγμα εκπαιδευτικών βίντεο που φιλοξενούνται σε μια πλατφόρμα με ποικίλο περιεχόμενο. Έτσι, μπορεί ο εκπαιδευτικός να χρησιμοποιήσει ένα βίντεο TED-Ed για να «πυροδοτήσει» μια συζήτηση στους πόρους του YouTube.

### **13. Επέκταση ενός αποσπάσματος ανάγνωσης**

Έστω ότι οι μαθητές έχουν ολοκληρώσει την ανάγνωση ενός άρθρου σχετικά με μια επιστημονική εξέλιξη που σχετίζεται με την οδοντική υγεία. Με το TED-Ed ο εκπαιδευτικός μπορεί να τους δείξει ένα βίντεο που σχετίζεται με αυτό το θέμα.

### **14. Παροχή πληροφοριών**

Πριν το ξεκίνημα ενός νέου έργου, βιβλίου ή εξερεύνησης ενός θέματος, ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρέχει πληροφορίες φόντου με ένα βίντεο κλιπ. Η κοινή χρήση ενός βίντεο TED-Ed μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές που μπορεί να μην γνωρίζουν κάτι. Θα μπορούσε, επίσης, να μοιραστεί ένα βίντεο που παρέχει βασικές γνώσεις σε ένα LMS πριν από το μάθημα.

### **15. Διαθεματικές Συνδέσεις**

Όταν τα θέματα διδάσκονται μεμονωμένα, οι μαθητές μπορεί να θεωρήσουν ότι είναι δύσκολο να κάνουν συνδέσεις. Τα βίντεο TED-Ed παρέχουν το πλαίσιο για τον τρόπο σύνδεσης διαφορετικών θεμάτων.

### **16. Αποτύπωση Ερωτήσεων**





Εάν ένα βίντεο TED-Ed βοηθά στην εισαγωγή ενός νέου θέματος, είναι μια καλή ευκαιρία για τον εκπαιδευτικό να συγκεντρώσει ερωτήσεις των μαθητών. Χρήσιμη θα ήταν η ενσωμάτωση μιας στρατηγικής όπως το KWL (**K**now **W**ant **L**earn)<sup>5</sup> για να σημειώνουν οι μαθητές τι γνωρίζουν ήδη και τι θέλουν να μάθουν για ένα θέμα. Ακόμα ο εκπαιδευτικός μπορεί να διακόψει το βίντεο μερικές φορές για να δώσει στους μαθητές την ευκαιρία να συγκεντρώσουν τις ερωτήσεις τους (KWL Charts/Facing History and Ourselves, 2021).

### 17. Εξάσκηση στις δεξιότητες διαδικτυακής συζήτησης

Η εκμάθηση του τρόπου συμμετοχής σε μια διαδικτυακή συζήτηση είναι μια σημαντική δεξιότητα. Τα βίντεο TED-Ed είναι ιδανικά για συζητήσεις στο backchannel<sup>6</sup>. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να δημιουργήσει ένα ανοιχτό κανάλι για τους μαθητές ώστε να υπάρχει μεταξύ τους αλληλεπίδραση.

### 18. Έξυπνες ιδέες για έρευνα

Οι μαθητές που ετοιμάζονται για έρευνα μπορούν να συγκεντρώσουν ιδέες και να βρουν ένα θέμα για το οποίο θέλουν να μάθουν περισσότερα σχετικά με τη χρήση του TED-Ed. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρέχει χρόνο ανταλλαγής ιδεών στους μαθητές να εμβαθύνουν και να παρακολουθήσουν βίντεο για να συγκεντρώσουν ερευνητικές ιδέες. Μπορεί, επίσης, να μοντελοποιήσει τις σκέψεις και τις ιδέες των μαθητών καθώς παρακολουθούν ένα βίντεο προτού το στείλει στους μαθητές να το εξερευνήσουν.

### 19. Δημιουργία περίληψης / συμπερασμάτων

Οι μαθητές μπορούν να παρακολουθήσουν ένα βίντεο TED-Ed και να γράψουν μια περίληψη των πληροφοριών που παρουσιάζονται. Αυτή η στρατηγική βοηθά τους μαθητές να μεταφέρουν την κύρια ιδέα σε μια θεματική πρόταση και να αποφασίσουν για τις πιο κρίσιμες και σχετικές βασικές λεπτομέρειες.

### 20. Κοινοποίηση στο Seesaw

<sup>5</sup> Τα διαγράμματα KWL είναι οργανωτές γραφικών που βοηθούν τους μαθητές να οργανώσουν πληροφορίες πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από μια ενότητα ή ένα μάθημα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συμμετοχή των μαθητών σε ένα νέο θέμα, την ενεργοποίηση της προηγούμενης γνώσης, την ανταλλαγή στόχων ενότητας και την παρακολούθηση της μάθησης των μαθητών.

<sup>6</sup> Είναι η πρακτική χρήσης δικτυωμένων υπολογιστών για τη διατήρηση μιας διαδικτυακής συνομιλίας σε πραγματικό χρόνο παράλληλα με την κύρια ομαδική δραστηριότητα ή τις ζωντανές προφορικές παρατηρήσεις. Ο όρος επινοήθηκε στον τομέα της γλωσσολογίας για να περιγράψει τις συμπεριφορές των ακροατών κατά τη διάρκεια της λεκτικής επικοινωνίας.



Εάν ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί το Seesaw<sup>7</sup>, τα βίντεο TED-Ed κάνουν έναν εξαιρετικό συνδυασμό. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να μοιραστούν βίντεο TED-Ed ως σύνδεσμο στο Seesaw για να τα παρακολουθήσουν οι μαθητές και στη συνέχεια οι μαθητές μπορούν να απαντήσουν με ένα σχέδιο, μια σημείωση ή ένα βίντεο (Seesaw , 2022).

## 21. Εύρεση υποστηρικτικών στοιχείων

Οι μαθητές που ερευνούν ένα θέμα σε οποιοδήποτε θέμα μπορούν να επωφεληθούν από τις πληροφορίες που παρέχονται στα βίντεο TED-Ed. Αυτά τα βίντεο προσφέρουν ιδέες και υποστηρικτικά στοιχεία για μαθητές που δημιουργούν ανακοινώσεις δημόσιας υπηρεσίας. Εάν οι μαθητές γράφουν πειστικά δοκίμια, οι πληροφορίες που παρουσιάζονται σε αυτά τα βίντεο θα τους φανούν χρήσιμες.

## 22. Δημιουργία μαθητών ως δια βίου μαθητευόμενοι

Το ζητούμενο την σημερινή εποχή με τις νέες τεχνολογίες να αυξάνονται με ραγδαία ταχύτητα είναι όλοι οι μαθητές να ενδιαφέρονται για τη μάθηση σε όλη τους τη ζωή. Το TED-Ed μπορεί να δείξει τη δύναμη του ψηφιακού περιεχομένου στους μαθητές και πώς μια ερώτηση οδηγεί σε μια άλλη.

## 3.5 Arduino

### 3.5.1 Στοιχεία

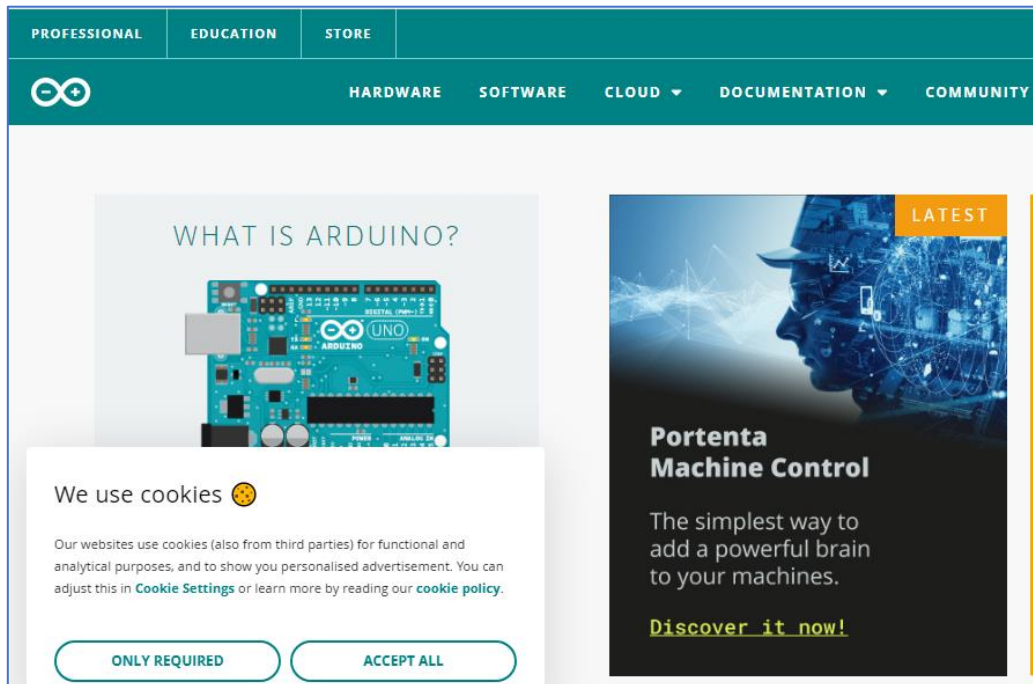
Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που διαθέτει εύχρηστη φυσική προγραμματιζόμενη πλακέτα κυκλώματος και λογισμικό.

Το Arduino είναι ένας εύκολος στη χρήση μικροελεγκτής μιας πλακέτας. Ο μικροελεγκτής μιας πλακέτας είναι μια μικρή συσκευή παρόμοια με έναν υπολογιστή (λειτουργικά) αλλά σε απλοποιημένη έκδοση που εκτελεί προγράμματα (Collacchi, 2020).

---

<sup>7</sup> Το Seesaw είναι μια εφαρμογή στην τάξη που χρησιμοποιείται σε περισσότερα από 3 στα 4 σχολεία στις ΗΠΑ και σε περισσότερες από 150 χώρες.





Εικόνα 3.5: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας Arduino

Πηγή: <https://www.arduino.cc/>

Οι μικροελεγκτές μπορούν να βρεθούν σε κινητήρες αυτοκινήτων, ιατρικές συσκευές, τηλεχειριστήρια, εξοπλισμό γραφείου, οικιακές συσκευές, ηλεκτρικά εργαλεία, ακόμη και μικρά παιχνίδια. Το Arduino επιτρέπει σε οποιονδήποτε, συμπεριλαμβανομένων των παιδιών, να εξοικειωθεί με τα βασικά της ηλεκτρολογικής μηχανικής και του σχεδιασμού, ενώ κατασκευάζει ηλεκτρονικά έργα που περιορίζονται μόνο από τη φαντασία τους.

Μετά την αρχική εισαγωγή σε μερικές νέες λέξεις-κλειδιά και δεξιότητες, το Arduino είναι ένα εύχρηστο εργαλείο για αρχάριους. Αλλά εξακολουθεί να είναι αρκετά ευέλικτο για προχωρημένους χρήστες, ενώ υπάρχουν παραλλαγές στην πλακέτα Arduino που επιτρέπουν επίπεδα εμπειρίας.

Το Arduino Uno είναι το πιο δημοφιλές στη χρήση, ειδικά για αρχάριους που μόλις ξεκινούν να δημιουργούν έργα. Πρόκειται για ένα εργαλείο για την εκμάθηση νέων πραγμάτων. Είναι πολύ απλό τόσο στη σύνδεση όσο στον προγραμματισμό και την ψυχαγωγία.

Το κεντρικό στοιχείο του Arduino Uno Board είναι ένα μικρό τσιπ που ονομάζεται ATmega32. Είναι ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα τσιπ στον κόσμο λόγω της μορφής του. Το ATmega32 και παρόμοια τσιπ μπορούν να βρεθούν παντού, όπως σε αυτοκίνητα ή σε



ηλεκτρονικά παιχνίδια όπως τα χειριστήρια Xbox της Microsoft (Collacchi, 2020), (Arduino, 2021).

### 3.5.2 Τρόποι διδασκαλίας

- **Τα ηλεκτρονικά συστήματα ως πεδίο σπουδών:**

Τα ηλεκτρονικά συστήματα είναι το αποτέλεσμα συνδυασμού και δημιουργίας έργων χρησιμοποιώντας εξαρτήματα όπως αντιστάσεις, κινητήρες και αισθητήρες. Καθημερινά εκατοντάδες συσκευές χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά συστήματα για τη λειτουργία τους. Αυτό αναφέρεται επίσης ως Ηλεκτρονική μηχανική και έχει γίνει σημαντικός πυλώνας της σημερινής κοινωνίας (Collacchi, 2020), (Arduino, 2021).

- **Εκμάθηση στοιχείων με το Arduino:**

Οι μαθητές μπορούν να μάθουν πώς να δημιουργούν ηλεκτρονικά κυκλώματα, να χρησιμοποιούν αντιστάσεις και άλλα ηλεκτρονικά εξαρτήματα δημιουργώντας μια σειρά από έργα και πειράματα. Μπορούν επίσης να κωδικοποιήσουν το Arduino για να αρχίσουν να κατασκευάζουν έξυπνες συσκευές που μπορούν να αντιληφθούν το περιβάλλον τους και να ανταποκρίνονται ανάλογα (Collacchi, 2020), (Arduino, 2021).

Ακολουθεί μια λίστα με αισθητήρες και εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται συνήθως, με τα οποία υπάρχει καθημερινή αλληλεπίδραση και τα οποία συνάδουν με την εκμάθηση δημιουργίας έργων με Arduino, όπως (Collacchi, 2020), (Arduino, 2021):

- Ο αισθητήρας υπερήχων χρησιμοποιεί σόναρ για να προσδιορίσει την απόσταση
- Ο αισθητήρας υπέρυθρων εμποδίων ανιχνεύει αντικείμενα κοντά στον αισθητήρα
- Ο αισθητήρας θερμοκρασίας ανιχνεύει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος κά..

Συστήματα εξόδου που χρησιμοποιούνται συνήθως:

1. Servo Motor: ένας μικρός κινητήρας με γρανάζια
2. Οθόνες LCD που επιτρέπουν την εμφάνιση κείμενου
3. Ηλεκτρικός κινητήρας

- **Arduino - Ένα εργαλείο για τη Ρομποτική**

Το Arduino είναι μια εξαιρετική βάση για την διδασκαλία της ρομποτικής επιστήμης. Μπορεί να συνδεθεί και να λειτουργήσει με σχεδόν κάθε συσκευή ή εξάρτημα. Από κινητήρες έως αισθητήρες κίνησης έως ρομποτική VEX VR, είναι ένας πολύ καλός τρόπος για τους



μαθητές να μάθουν και να κατανοήσουν για τις εισόδους και τις εξόδους και πώς οι υπολογιστές, τα ρομπότ και οι μηχανικές συσκευές μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τον κόσμο γύρω τους (Collacchi, 2020), (Arduino, 2021).

### 3.5.3 Πλεονεκτήματα μάθησης

- Το Arduino βελτιώνει τις δεξιότητες κωδικοποίησης και ηλεκτρονικών

Ο προγραμματισμός Arduino για μαθητές δευτεροβάθμιας είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο για την εκμάθηση κωδικοποίησης και ηλεκτρονικών κατασκευών, επειδή συνδέεται εύκολα με υλικό και εξαρτήματα ανοιχτού κώδικα. Μπορεί να προγραμματιστεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Στην αρχική ανάπτυξη του Arduino, οι μαθητές μαθαίνουν Arduino C, μια γραπτή γλώσσα προγραμματισμού. Σήμερα, υπάρχουν πολλές επιλογές για χρήση, όπως η κωδικοποίηση μπλοκ Tinkercad.

- Το Arduino είναι προσιτό

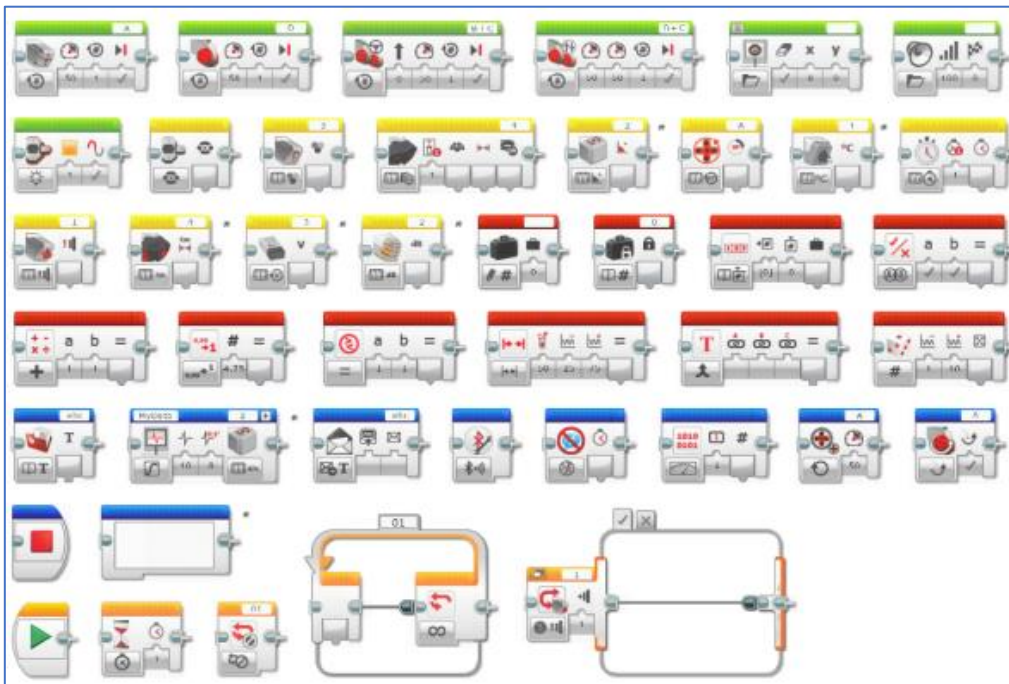
Το Arduino και όλα τα διαφορετικά εξαρτήματα είναι πολύ προσιτά. Αυτό οφείλεται στην άνοδο του Arduino και της τεράστιας κοινότητας κατασκευαστών. Η παραγωγή έχει καλύψει την τεράστια ανάγκη.

Η χαμηλή τιμή που συνοδεύει την εκμάθηση με το Arduino επέτρεψε στο Arduino να γίνει το τυπικό εργαλείο διδασκαλίας για τη σχεδίαση με ηλεκτρονικά είδη σε όλο τον κόσμο. Η κοινότητα των χρηστών που διδάσκουν, μαθαίνουν και παίζουν με το Arduino είναι ιδιαίτερα φιλόξενη και υποστηρικτική. Οι πόροι για την εκμάθηση του Arduino είναι σχεδόν ατελείωτοι. Τέλος, η κοινότητα του Arduino αναφέρεται μερικές φορές ως κοινότητα «Makers» ή «DIY» (Do-It-Yourself) (Collacchi, 2020), (Arduino, 2021).

## 3.6 LEGO Education

### 3.6.1 Στοιχεία

Η Lego Education εργάζεται για να βοηθήσει τα σχολεία να ενσωματώσουν και να χρησιμοποιήσουν τα προϊόντα Lego Wedo 2.0, Lego Mindstorms EV3 και Lego Education Machines and Mechanisms όσο πιο εύκολα γίνεται. Πρόκειται για μια καλή πρωτοβουλία που διευκολύνει τα σχολεία να μνήσουν τους μαθητές στη ρομποτική και τον προγραμματισμό στην τάξη με διασκεδαστικό τρόπο (Grebneva, 2021).



Εικόνα 3.6: Εντολές του περιβάλλοντος προγραμματισμού Lego Mindstorms EV3 για υπολογιστή.

Το LEGO Education δίνει τη δυνατότητα στους δασκάλους / εκπαιδευτικούς και τους μαθητές τους να μελετήσουν, να μάθουν και να εφαρμόσουν την κωδικοποίηση στον πραγματικό κόσμο συνδυάζοντας μοναδικά τα τουβλάκια LEGO με φιλικό προς τον χρήστη λογισμικό κωδικοποίησης και αντιμετωπίζοντας επιστημονικές, τεχνολογικές και μαθηματικές προκλήσεις που έχουν σχεδιαστεί για να πληρούν τα πρότυπα των εκπαιδευτικών προγραμμάτων (Rico-Bautista & Arévalo-Pérez, 2021).

Κάθε λύση είναι πλήρως ενσωματωμένη και εκπαιδευτική και περιλαμβάνει όλα όσα χρειάζονται για να βοηθήσουν κάθε μαθητή να πετύχει στην επιστήμη, την τεχνολογία και τα μαθηματικά μέσω κωδικοποίησης. Η Lego Education παρέχει επίσης συνεχή υποστήριξη δασκάλων / εκπαιδευτικών, εργαλεία αξιολόγησης και οδηγούς δασκάλων / εκπαιδευτικών, όλα όσα χρειάζονται για τις λύσεις κωδικοποίησης LEGO Education.

Χρησιμοποιώντας προγραμματιζόμενα τουβλάκια σε συνδυασμό με φιλικό προς τον χρήστη λογισμικό κωδικοποίησης και εμπνευσμένα έργα από την επιστήμη, την τεχνολογία και τα μαθηματικά, το LEGO MINDSTORMS Education EV3 παρέχει στους καθηγητές εργαλεία για να κάνουν την κωδικοποίηση πραγματικότητα μέσω πραγματικής επίλυσης προβλημάτων και εμπειριών μάθησης (Rico-Bautista & Arévalo-Pérez, 2021).



### 3.6.2 Τρόποι διδασκαλίας

Μεταφέρεται η μάθηση μέσω του παιχνιδιού στην τάξη χρησιμοποιώντας εκπαιδευτικές μεθόδους που έχουν αποδειχθεί ότι βελτιώνουν τα μαθησιακά αποτελέσματα σε γνωστικούς, κοινωνικούς, συναισθηματικούς, δημιουργικούς και σωματικούς τομείς. Αυτές οι ευχάριστες πρακτικές εμπειρίες μάθησης οδηγούν στην ανάπτυξη ολόκληρου του μαθητή με το να είναι (Rico-Bautista & Arévalo-Pérez, 2021), (Grebneva, 2021):

- Χαρούμενος
- Δραστήριος
- Διαδραστικός

Οι μαθητές πειραματίζονται ενεργά και εξερευνούν για να αποκτήσουν, να εμβαθύνουν και να εφαρμόσουν νέες γνώσεις και δεξιότητες που είναι απαραίτητες για την επιτυχία στη μελλοντική εκπαίδευση και σταδιοδρομία. Ενθαρρύνονται να συνεργαστούν καθώς επαναλαμβάνουν τις λύσεις τους σε εργασίες ανοιχτού τύπου, με τη διευκόλυνση και την καθοδήγηση ανά πάσα στιγμή από τον εκπαιδευτικό τους (Rico-Bautista & Arévalo-Pérez, 2021), (Grebneva, 2021).

### 3.6.3 Πλεονεκτήματα μάθησης

Η μεθοδολογία LEGO Education επιτρέπει στους μαθητές να ανακαλύψουν και να πειραματιστούν ανεξάρτητα μέσω της πρακτικής μάθησης. Οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν το αποτέλεσμα των προγραμματιστικών τους δραστηριοτήτων και να συνδέσουν τις γνώσεις τους με την αντίληψή τους για τον πραγματικό κόσμο. Η κατασκευή και ο προγραμματισμός ρομπότ παρέχει στους μαθητές κίνητρα, αυτοπεποίθηση και αίσθηση επιτευγμάτων για να συνεχίσουν να εργάζονται και να ανακαλύπτουν μελλοντικά επαγγέλματα (Χαττάρι, 2021), (STEM Education, 2010).

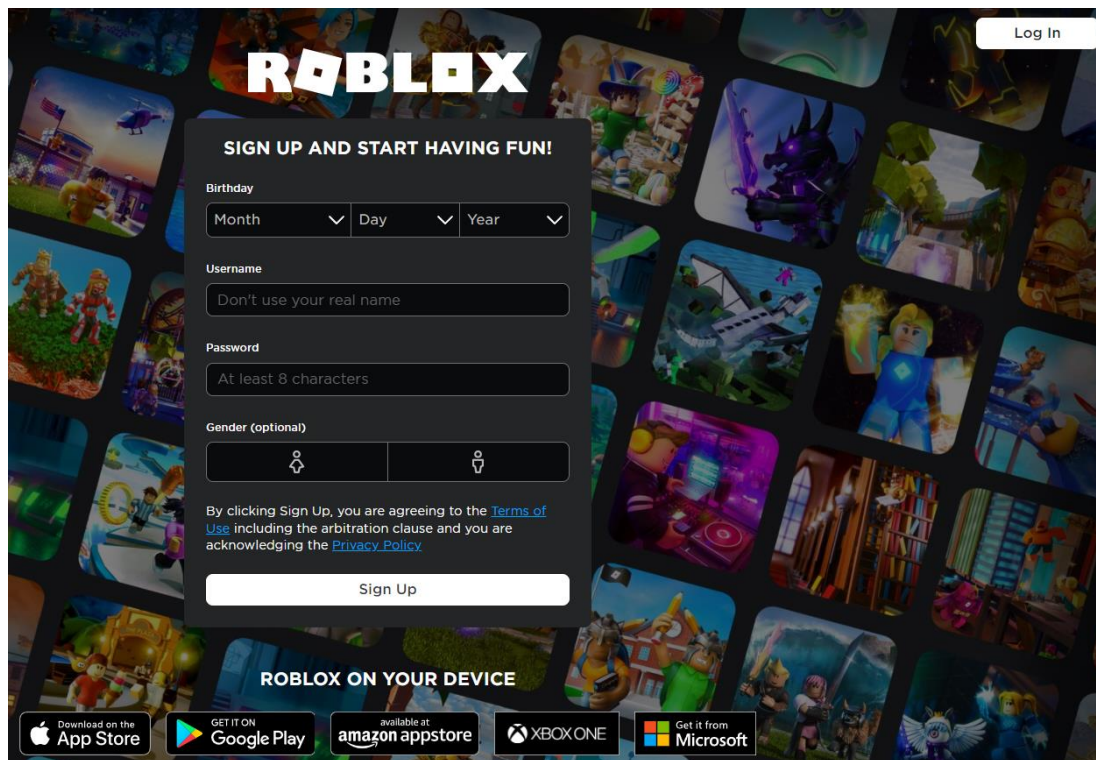
Σε εξωσχολικά κέντρα δημιουργικής απασχόλησης είναι μία από τις δημοφιλείς δραστηριότητες την οποία μπορούν να επιλέξουν οι μαθητές. Ο στόχος του LEGO Education ROBOTIX είναι να ενσωματώσει τη ρομποτική ως μέρος των μαθημάτων του προγράμματος σπουδών.



## 3.7 Roblox

### 3.7.1 Στοιχεία

Το Roblox είναι μια πλατφόρμα δημιουργίας εκπαιδευτικών παιχνιδιών για τη δημιουργία τρισδιάστατων διαδικτυακών εκπαιδευτικών παιχνιδιών για πολλούς μαθητές / χρήστες. Λειτουργεί επίσης και ως κοινωνικό δίκτυο. Οι μαθητές μπορούν να έχουν φίλους και ακόλουθους, να συνομιλούν και να στέλνουν προσωπικά μηνύματα. Για να δημιουργηθεί ένα παιχνίδι, οι εκπαιδευτικοί ή οι μαθητές πρέπει να κατεβάσουν το Roblox Studio σε υπολογιστή με Λειτουργικό Σύστημα Windows ή Mac. Οι μαθητές δημιουργούν παιχνίδια από απλά πρότυπα χρησιμοποιώντας αντικειμενοστραφή προγραμματισμό και μια γλώσσα που ονομάζεται Lua. Μόλις αναρτηθούν στο διαδίκτυο, τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να παιχτούν σε πρόγραμμα περιήγησης (Chrome, Microsoft Edge κα.) ή σε φορητή συσκευή ή Xbox. Για να υποστηρίξει τη χρήση στην τάξη, η Roblox έχει δημοσιεύσει δωρεάν - λεπτομερή μαθήματα για να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να καθοδηγήσουν τους μαθητές στην εκμάθηση της πλατφόρμας και στη δημιουργία έργων (Powers, 2021).



Εικόνα 3.7: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας Roblox.

Πηγή: <https://www.roblox.com/>.



### 3.7.2 Τρόποι διδασκαλίας

Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επωφεληθούν από την ευελιξία του Roblox για να το χρησιμοποιήσουν με διάφορους τρόπους. Σε μια τάξη επιστήμης υπολογιστών ή ένα σχολικό πρόγραμμα (αγωγής σταδιοδρομίας κλπ.), το Roblox προσφέρει μια πραγματική εμπειρία καθώς οι μαθητές χρησιμοποιούν κώδικα για να αναπτύξουν παιχνίδια που μπορούν να δημοσιευτούν γρήγορα και να μοιραστούν με ένα κοινό εκατομμυρίων. Κατά την εκμάθηση του σχεδιασμού παιχνιδιών, οι μαθητές εξασκούνται στην αφήγηση, τη γραφιστική, την τρισδιάστατη μοντελοποίηση, τη μεθοδολογία και σε μια ποικιλία δεξιοτήτων που μεταφράζονται σε διάφορους κλάδους. Για τους μεγαλύτερους μαθητές, οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν ακόμη και να χρησιμοποιήσουν τη δυνατότητα δημιουργίας εσόδων του Roblox για να διδάξουν επιχειρηματικές δεξιότητες (Powers, 2021).

Οι καθηγητές ανεξαρτήτως θεματικής περιοχής μπορούν να χρησιμοποιήσουν το Roblox ως ψηφιακή πλατφόρμα για την επίδειξη γνώσεων περιεχομένου. Οι μαθητές θα μπορούσαν να κάνουν μια προσομοίωση για ένα ιστορικό γεγονός ή μια προσωπική εμπειρία ή να δημιουργήσουν μια επιλέξιμη επίλυση προβλήματος.

### 3.7.3 Πλεονεκτήματα μάθησης

Το Roblox είναι ένα εμπορικό προϊόν που έχει εγγενώς πολλές ευκαιρίες μάθησης. Όπως το Minecraft, αυτή η δημοφιλής πλατφόρμα εκπαιδευτικών παιχνιδιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία και την επίδειξη συγκεκριμένων δεξιοτήτων, με προσεκτικό σχεδιασμό και δομημένη εφαρμογή. Δεν υπάρχουν ειδικοί λογαριασμοί στην τάξη ή ιδιωτικοί διακομιστές. Όλοι οι καθηγητές και οι μαθητές δημιουργούν κανονικούς λογαριασμούς και έχουν πρόσβαση σε ολόκληρη τη βιβλιοθήκη Roblox. Επειδή οποιοσδήποτε στον κόσμο μπορεί να μοιραστεί και να παίξει στο Roblox, υπάρχει πιθανότητα οι μαθητές να αντιμετωπίσουν ακατάλληλο περιεχόμενο. Οι διαφημίσεις στον ιστότοπο, καθώς και η έμφαση στη δημιουργία εσόδων (κέρδος και δαπάνη Robux) μπορεί να αποσπάσουν την προσοχή. Ορισμένες λειτουργίες, όπως η δυνατότητα συνομιλίας με αγνώστους, ενδέχεται να παραβιάζουν ακόμη και την πολιτική του σχολείου, επομένως ενδείκνυται η επικοινωνία με το τεχνικό προσωπικό και τη διοίκηση πριν την χρήση του Roblox με μαθητές (Powers, 2021).





## 3.8 Kerbal Space Program

### 3.8.1 Στοιχεία

Το Διαστημικό Πρόγραμμα Kerbal μοιάζει με προσομοιωτή της NASA, εκτός από το ότι βρίσκεται σε ένα φανταστικό αστρικό σύστημα στον πλανήτη Kerbin. Οι μαθητές / χρήστες παίρνουν διάφορα εξαρτήματα πυραύλων, τα συναρμολογούν και μετά βλέπουν αν μπορούν να φέρουν το σκάφος τους σε τροχιά, σε ένα από τα δύο φεγγάρια του Kerbin ή ακόμα και σε άλλο πλανήτη. Το αστρικό σύστημα μοιάζει πολύ με το δικό μας (Kerbal Space Program, 2021).

Η εφαρμογή έχει τρεις λειτουργίες: Career, Science και Sandbox. Στη λειτουργία Career, οι μαθητές / χρήστες διαχειρίζονται και επεκτείνουν το δικό τους διαστημικό κέντρο, ερευνώντας νέες τεχνολογίες και πραγματοποιώντας αποστολές. Η λειτουργία Sandbox είναι ανοιχτού τύπου. Οι μαθητές / χρήστες μπορούν να μάθουν να πετούν χωρίς περιορισμούς. Μερικές άλλες δραστηριότητες περιλαμβάνουν τη διαχείριση ενός προϋπολογισμού, τη μετάβαση σε αποστολές έξω από το διαστημόπλοιο, την ελλιμενοποίηση διαστημικών σκαφών και την ανακάλυψη νέων κόσμων. Αυτό που προκύπτει από όλα αυτά τα χαρακτηριστικά είναι μια σειρά από μοναδικές, αυτοσχεδιασμένες εμπειρίες που αναδεικνύουν τις δοκιμασίες και τις δοκιμασίες της πτήσης στο διάστημα (Chen, 2021).

Οι μαθητές / χρήστες αποκτούν και εφαρμόζουν δημιουργικά γνώσεις μαθηματικών, φυσικής και μηχανικής σχεδιάζοντας, κατασκευάζοντας και εκτοξεύοντας πυραύλους.

### 3.8.2 Τρόποι διδασκαλίας

Δεδομένης της ακριβούς μοντελοποίησης της κατασκευής πυραύλων, από το Kerbal Space Program και του υποκείμενου λογισμού, της Νευτώνειας φυσικής και των διαδικασιών δοκιμής και λάθους που βασίζονται στην πυραυλική επιστήμη, το πρόγραμμα αυτό θα μπορούσε εύκολα να ενσωματωθεί σε αίθουσες μαθηματικών, φυσικής ή μηχανικής. Για παράδειγμα, οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να συμπληρώσουν ένα μάθημα φυσικής σχετικά με τις δυνάμεις και τη γωνιακή ορμή με εργασία στο Διαστημικό Πρόγραμμα Kerbal, ζητώντας από τους μαθητές να επιτύχουν κατάλληλη τροχιά και να καταγράψουν τα στατιστικά δεδομένα των πυραύλων τους για σύγκριση (Chen, 2021).



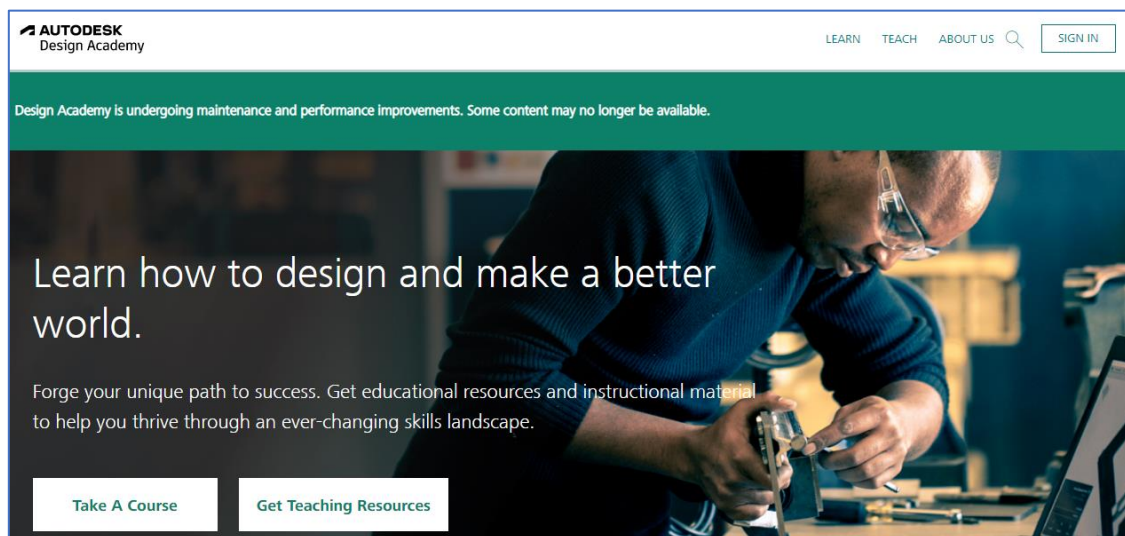
### 3.8.3 Πλεονεκτήματα μάθησης

Στο Kerbal Space Program, οι μαθητές θέτουν στόχους, κατασκευάζουν πυραύλους, αξιολογούν τα αποτελέσματα της αποστολής, αλλάζουν σχέδια και τα δοκιμάζουν ξανά. Προσφέρει μια σταθερή προσομοίωση της αστροδυναμικής και της φυσικής και οι μαθητές που αφιερώνουν χρόνο για να παρατηρήσουν τις ενδείξεις πτήσης και να μεταβάλλουν με την τροχιά του πυραύλου μπορούν να μάθουν τα βασικά στοιχεία της πυραυλικής επιστήμης και τη ρεαλιστική, σύγχρονη διαστημική πτήση (Chen, 2021), (Kerbal Space Program, 2021).

## 3.9 Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics

### 3.9.1 Στοιχεία

Το Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics είναι μία από τις τρεις εφαρμογές STEAM -Science, Technology, Engineering, Arts και Math- από την Autodesk, γνωστή για πολλά προϊόντα μηχανικής και αρχιτεκτονικής επαγγελματικού επιπέδου. Δύο αντικείμενα (μια γάτα και ένα ποντίκι) «οδηγούν» τους μαθητές σε πέντε αποστολές που επιδεικνύουν διαφορετικές μηχανικές αρχές: «Ενέργεια και έργο», «Δύναμη», «Ισχύς», «Φόρτωση» και «Μηχανισμοί». Σύντομες οδηγίες εισάγουν κάθε δραστηριότητα και οι μαθητές μπορούν να διαβάσουν θεωρητικά δοκίμια για τις έννοιες και να δουν διαδραστικά διαγράμματα (McQuillen, 2021), (Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics, 2021).



Εικόνα 3.8: Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics.

Πηγή: <https://academy.autodesk.com/>



### 3.9.2 Τρόποι διδασκαλίας

Οι μαθητές εισάγονται σε ένα εικονικό εργαστήριο, πειραματίζονται με έννοιες μηχανολογίας, μηχανικής με απλές μηχανές. Τα έργα / δραστηριότητες είναι εμπνευσμένα από τη βιομηχανία και παρέχουν όλους τους πόρους μάθησης που θα χρειαστεί ο σύγχρονος εκπαιδευτικός για να διδάξει από απλές κατασκευές / μοτίβα έως τρισδιάστατη μοντελοποίηση.

Αρχικά επιλέγεται το κατάλληλο λογισμικό (ανά κλάδο / ειδικότητα), στη συνέχεια, επιλέγεται η δραστηριότητα από τη λίστα των διαθέσιμων έργων. Αν και είναι δωρεάν η εφαρμογή, εκπαιδευτικός πρέπει να συνδεθεί με λογαριασμό (προσωπικό email) στο Design Academy για να μπορεί να κάνει λήψη των διάφορων εκπαιδευτικών στοιχείων (McQuillen, 2021), (Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics, 2021).

### 3.9.3 Πλεονεκτήματα μάθησης

Οι μαθητές μπορούν να μάθουν μερικές από τις αρχές της εφαρμοσμένης μηχανικής με το Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics. Θα μάθουν διαβάζοντας και εξετάζοντας διαγράμματα για κάθε αλληλένδετη έννοια: ενέργεια και έργο, δύναμη, ισχύς, φόρτωση και μηχανισμούς. Αυτές οι έννοιες είναι απαραίτητες για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των διάφορων πραγμάτων στο ευρύτερο περιβάλλον, καθώς και για τη δημιουργία λύσεων (McQuillen, 2021). Οι μαθητές μπορούν να εφαρμόσουν όσα έχουν μάθει σε κάθε ένα από τα μίνι παιχνίδια (Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics, 2021).



## 4ο. Κεφάλαιο: «Μελέτη περίπτωσης: Δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος με το: [phet.colorado.edu](https://phet.colorado.edu)»

### 4.1 Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο θα σχεδιαστεί, θα αναπτυχθεί και θα ενταχθεί στην εκπαιδευτική πράξη, με την εφαρμογή STEM/STEAM ([phet.colorado.edu](https://phet.colorado.edu)) εκπαιδευτικό σενάριο με θέμα την Δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος. Η λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος θα υλοποιηθεί με σύνδεση κατανάλωσης /αντίστασης σε σειρά με ένα λαμπτήρα, με τη διδακτική αξιοποίηση του Εικονικού Εργαστηρίου κατασκευής κυκλωμάτων συνεχούς ρεύματος, phet ([https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc\\_el.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_el.html)) και μετέπειτα θα παρουσιαστεί στην πλατφόρμα: [https://ed.ted.com/educator?user\\_by\\_click=educator](https://ed.ted.com/educator?user_by_click=educator), μέσω της οποίας θα μπορούν να παρακολουθούν το μάθημα / εκπαιδευτικό σενάριο οι μαθητές και θα αλληλοεπιδρούν με απάντηση ερωτήσεων, αποστολή σχολίων και περαιτέρω διερεύνησης του θέματος.

Οι προσομοιώσεις PhET είναι δωρεάν, διαδικτυακά μοντέλα διδασκαλίας και εκμάθησης της επιστήμης. Οι προσομοιώσεις PhET δίνουν έμφαση σε οπτικά μοντέλα, σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος και πολλαπλές αναπαραστάσεις. Είναι πιο αποτελεσματικές όταν οι μαθητές μπορούν να εργασθούν σε ζεύγη ή σε μικρές ομάδες. Αυτή η αλληλεπίδραση είναι δυνατή σε εργαστήριο ή σε θεωρητικό πλαίσιο σε περιβάλλον τάξης με φύλλα εργασίας ή με εργασίες για το σπίτι.

### 4.2 Πλεονεκτήματα από την χρήση προσομοιώσεων PhET

Οι προσομοιώσεις PhET προσφέρουν κινούμενα, διαδραστικά μοντέλα διδασκαλίας που μοιάζουν με πραγματικά περιβάλλοντα και επιτρέπουν την επιστημονική διερεύνηση. Δίνουν έμφαση στις συνδέσεις μεταξύ των φαινομένων της πραγματικής ζωής και της υποκείμενης επιστήμης, κάνουν το αόρατο ορατό (για παράδειγμα άτομα, μόρια, ηλεκτρόνια, φωτόνια) και περιλαμβάνουν τα οπτικά μοντέλα που χρησιμοποιούν οι ειδικοί για να βοηθήσουν τη σκέψη τους, τα οποία υποστηρίζουν τη μάθηση και τη διερεύνηση των μαθητών.



Τα παραπάνω παρουσιάζουν τις προσομοιώσεις PhET ιδιαίτερα χρήσιμες για την εκμάθηση της επιστήμης και των μαθηματικών, καθώς προφέρουν (Chasteen & Carpenter, How do I use PhET simulations in my physics class?, 2020):

### 1. Παιδαγωγικά χρήσιμες ενέργειες

- Μπορούν να αλλάξουν την ταχύτητα ή να διακόψουν την προσομοίωση για να εστιάσουν σε σημαντικά χαρακτηριστικά.
- Δύνανται να προσαρμόσουν πιο εύκολα την προσομοίωση από τον πραγματικό εξοπλισμό.
- Καταφέρνουν να δείξουν τα αποτελέσματα αλλαγών οι οποίες θα ήταν αδύνατες στην πραγματική ζωή, όπως η αύξηση της δύναμης της βαρύτητας.

### 2. Πολλαπλές αναπαραστάσεις

- Πετυχαίνουν να κάνουν ορατά πράγματα που θα ήταν αόρατα στην πραγματική ζωή, όπως: άτομα, ηλεκτρόνια, μόρια ή διανύσματα - και βοηθιούνται στην κατανόηση των υποκείμενων αιτιών πίσω από μια πειραματική παρατήρηση.
- Μπορούν να προβάλουν πολλαπλές αναπαραστάσεις στην ίδια προσομοίωση, όπως: γραφήματα, μετρήσεις ή εικόνες, και αυτές οι αναπαραστάσεις αλλάζουν καθώς αλλάζει η προσομοίωση για να βοηθήσουν στη συσχέτιση διαφορετικών μεταβλητών και προβολών.

### 3. Δυναμική ανατροφοδότηση

- Λαμβάνουν άμεση οπτική ανατροφοδότηση από κάθε ενέργεια στην προσομοίωση.

### 4. Διαισθητική διεπαφή

- Οι προσομοιώσεις είναι απλές και εύχρηστες, επιτρέποντας την εστίαση στην εννοιολογική κατανόηση. Μπορούν επίσης να εστιάσουν την προσοχή τους σε βασικά χαρακτηριστικά που επισημαίνονται από την προσομοίωση και να εισάγουν νέες μεταβλητές μία κάθε φορά, αντί να τους αποσπάται η προσοχή ή να κατακλύζονται από τον περιβαλλοντικό θόρυβο και τους ανταγωνιστικούς παράγοντες που υπάρχουν σε ζωντανές επιδείξεις και πειράματα.

### 5. Συνδέσεις πραγματικού κόσμου

- Όπου είναι δυνατόν, οι προσομοιώσεις συνδέουν την επιστήμη με την καθημερινή ζωή.

### 6. Προκλήσεις και παιχνίδια

- Οι προσομοιώσεις PhET έχουν σχεδιαστεί για να είναι ελκυστικές και διασκεδαστικές, πυροδοτώντας την εξερεύνηση.



## 7. Καθοδήγηση

- Οι προσομοιώσεις PhET έχουν σχεδιαστεί προσεκτικά για να παρέχουν «σιωπηρή» καθοδήγηση, έτσι ώστε οι μαθητές να ακολουθούν παραγωγικά μονοπάτια εξερεύνησης, χωρίς να αισθάνονται καθοδηγούμενοι. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω προσεκτικής επιλογής του πεδίου προσομοίωσης, της θέσης των αντικειμένων, της αλληλεπίδρασης, της ανατροφοδότησης και της αλληλουχίας των εννοιών μέσω οθονών.

### 4.3 Τρόποι χρήσης προσομοιώσεων PhET στα μαθήματα

Οι προσομοιώσεις PhET μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους, ως μέρος (Casao, 2008), (Chasteen & Carpenter, How do I use PhET simulations in my physics class?, 2020):

- 1) διαλέξεων
- 2) μεμονωμένων φύλλων εργασίας (στην τάξη)
- 3) εργασιών για το σπίτι
- 4) εργαστηρίων

Όπως με κάθε εργαλείο διδασκαλίας, οι προσομοιώσεις είναι μόνο ένα κομμάτι ενός καλά σχεδιασμένου προγράμματος σπουδών. Οι προσομοιώσεις PhET είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές για να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν τις επιστημονικές έννοιες, να κατανοήσουν τις εμπειρίες του πραγματικού κόσμου και να συμμετάσχουν στην επιστημονική έρευνα. Ένας συνηθισμένος τρόπος για να συμπεριληφθεί η έρευνα στη χρήση των προσομοιώσεων PhET είναι να ζητά ο εκπαιδευτικός από τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί στη συνέχεια (Stinken-Rösner, 2021).

Ως εκ τούτου, οι προσομοιώσεις PhET μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα μάθημα.

#### 4.3.1 Χρήση προσομοιώσεων PhET σε επιδείξεις διαλέξεων

Οι προσομοιώσεις PhET είναι αποτελεσματικές για χρήση με επιδείξεις διαλέξεων που καθοδηγούνται από τους εκπαιδευτικούς, αν και τέτοιες επιδείξεις υποστηρίζονται καλύτερα από τις αλληλεπιδράσεις των μαθητών. Με την προσομοίωση PhET που προβάλλεται στην οθόνη, κάθε μαθητής μπορεί να ακολουθήσει αυτήν την κοινή εικόνα, η οποία στη συνέχεια βοηθά τους μαθητές και τους δασκάλους να επικοινωνήσουν με ιδέες μεταξύ τους. Συχνά





συμβαίνει μαθητές στην τάξη να δείχνουν την προβαλλόμενη προσομοίωση κατά τη διάρκεια των συζητήσεων, χρησιμοποιώντας την ως κοινή αναφορά για να διευκρινίσουν τις ιδέες τους. Οι μαθητές συχνά παρακολουθούν τις προσομοιώσεις PhET ρωτώντας αυθόρμητα «τι θα γινόταν αν;» και εν συνεχεία προτείνουν νέα πειράματα που θέλουν να δοκιμάσει ο εκπαιδευτικός ή οι ίδιοι με την προσομοίωση. Οι προσομοιώσεις PhET μπορούν επίσης να συνδυαστούν με επιδείξεις εργαστηριακού πάγκου, καθώς προσφέρουν συμπληρωματικές λειτουργίες που δεν είναι διαθέσιμες με φυσικό εξοπλισμό, όπως περιγράφεται παραπάνω (Stinken-Rösner, 2021), (Chasteen & Carpenter, How do I use PhET simulations in my physics class?, 2020).

1. **Εξοικείωση των μαθητών με την προσομοίωση.** Πριν γίνουν ερωτήσεις στους μαθητές σχετικά με την προσομοίωση, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να βεβαιωθεί ότι έχουν μια επισκόπηση του σεναρίου που βλέπουν στην οθόνη και ποια στοιχεία ελέγχου μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να κάνουν αλλαγές σε αυτήν τη σκηνή. Δεν χρειάζεται να περιγράψει κάθε χαρακτηριστικό ταυτόχρονα, αλλά θα πρέπει να θυμάται να είναι ξεκάθαρος σχετικά με το τι αλλάζει καθώς το κάνει.
2. **Αντιστοίχιση της προσομοίωσης με τους μαθησιακούς στόχους.** Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι συγκεκριμένος και να σκέφτεται μετρήσιμα αποτελέσματα. Επίσης, χρειάζεται να αναρωτηθεί εάν είναι η προσομοίωση κατάλληλη για αυτούς τους στόχους. Για ορισμένες συγκεκριμένες ιδέες για προσομοίωση, μπορεί να ανακαλύψει δείγματα μαθησιακών στόχων που αναφέρονται στην ιστοσελίδα κάθε προσομοίωσης. Για παράδειγμα, στο κιτ κατασκευής κυκλωμάτων, ένας πιθανός μαθησιακός στόχος είναι να αναγνωρίσουν οι μαθητές ότι το ρεύμα είναι συνεχές ή εναλλασσόμενο ή ότι δεν «εξαντλείται» σε ένα κύκλωμα.
3. **Ρύθμιση σεναρίων προσομοίωσης για επίτευξη των μαθησιακών στόχων.** Η διερεύνηση των σχέσεων αιτίου-αποτελέσματος στο σενάριο του κάθε εκπαιδευτικού μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να συλλογιστούν γύρω από τους παράγοντες και τις έννοιες που εμπλέκονται. Για παράδειγμα, για να βοηθήσει τους μαθητές να επιτύχουν τον μαθησιακό στόχο της αναγνώρισης ότι το ρεύμα δεν εξαντλείται σε ένα κύκλωμα, μπορεί να χρησιμοποιήσει το κιτ κατασκευής κυκλώματος για να δημιουργήσει ένα κύκλωμα που περιλαμβάνει έναν λαμπτήρα, μια μπαταρία και έναν διακόπτη. Πριν ανοίξει τον διακόπτη για να ξεκινήσει η ροή του ρεύματος, μπορεί να ζητήσει από τους μαθητές να προβλέψουν πώς θα συγκριθεί το μέγεθος του ρεύματος και στις δύο πλευρές του λαμπτήρα.





4. **Διαδραστικότητα.** Οι επιδείξεις που χρησιμοποιούν προσομοιώσεις PhET είναι πιο αποτελεσματικές όταν συνδυάζονται με κάποιο είδος αλληλεπίδρασης με τον μαθητή. Όταν οι μαθητές παρακολουθούν απλώς μια επίδειξη, χωρίς να αλληλεπιδρούν και να μιλούν για τις έννοιες που παρουσιάζονται, μαθαίνουν λίγα. Είναι σύνηθες οι μαθητές να πιστεύουν ότι κατάλαβαν μια ιδέα επειδή φαίνεται οικεία ή επειδή η εξήγηση του εκπαιδευτικού ήταν κατανοητή. Όμως, στη συνέχεια, οι μαθητές συχνά διαπιστώνουν ότι δεν είναι σε θέση να απαντήσουν σε ερωτήσεις που εφαρμόζουν αυτή την κατανόηση. Οι μαθητές συχνά παρερμηνεύουν ή θυμούνται λάθος τα αποτελέσματα μιας επίδειξης που δεν ταιριάζει με τις προϋπάρχουσες ιδέες τους για το τι θα έπρεπε να είχε συμβεί. Έτσι, για να αυξηθεί ο αντίκτυπος μιας επίδειξης (χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις PhET ή όχι), θα πρέπει να γίνουν διαδραστικές – χρησιμοποιώντας συζήτηση και προβλέψεις που είναι είτε δομημένες είτε πιο χαλαρά οργανωμένες. Σε όλες αυτές τις αλληλεπιδράσεις, η προσομοίωση PhET είναι το πείραμα και οι μαθητές συμμετέχουν σε έρευνα γύρω από τις συμπεριφορές που παρατηρούν στην προσομοίωση.

#### 4.3.2 Χρήση του PhET σε εργαστηριακό περιβάλλον

Η χρήση προσομοιώσεων PhET σε ένα εργαστήριο έχει πολλά οφέλη, όπως (Stinken-Rösner, 2021), (Chasteen & Carpenter, How do I use PhET simulations in my physics class?, 2020):

- **Νέες δυνατότητες για πειράματα.** Τα εργαστήρια που χρησιμοποιούν προσομοιώσεις PhET επιτρέπουν στους μαθητές να συμμετέχουν σε εξερευνησεις που δεν θα ήταν δυνατές ή πρακτικές με πραγματικό εξοπλισμό. Για παράδειγμα, στο Energy Skate Park (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/energy-skate-park>), οι μαθητές μπορούν να αλλάξουν το σχήμα της πίστας, το αρχικό ύψος του σκέιτερ, την τριβή και την επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας.
- **Πειράματα στην κβαντική μηχανική.** Οι προσομοιώσεις PhET επιτρέπουν επίσης πειραματισμούς στην κβαντική φυσική, συμπεριλαμβανομένης της αναδημιουργίας κλασικών πειραμάτων, όπως το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και το πείραμα Stern-Gerlach (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/stern-gerlach>).
- **Γρήγορη επαναληψιμότητα.** Οι προσομοιώσεις PhET επιτρέπουν εύκολη, ακριβή επαναληψιμότητα, έτσι ώστε να μπορεί να διερευνηθεί με ακρίβεια η επίδραση πολλών διαφορετικών παραμέτρων.



- **Ενσωματωμένα εργαλεία μέτρησης.** Πολλές προσομοιώσεις PhET περιλαμβάνουν μια ποικιλία εργαλείων μέτρησης, όπως βολτόμετρα, αμπερόμετρα, γραφήματα ενέργειας, χρονόμετρα και χάρακες, και έτσι προσφέρονται για πειράματα εργαστηριακού τύπου.
- **Έλλειψη πειραματικών εφέ «θορύβου».** Τα πειράματα στον πάγκο μπορεί συχνά να προκαλούν σύγχυση στους μαθητές, λόγω της παρουσίας πειραματικού «θορύβου» (τριβή, δονήσεις τραπεζιού, σφάλμα μέτρησης κ.λπ.). Αν και είναι συχνά σημαντικό οι μαθητές να μάθουν να αντιμετωπίζουν τέτοια φαινόμενα θορύβου και πειραματικά σφάλματα, αυτοί οι παράγοντες μπορεί να προκαλούν σύγχυση και να συγκαλύπτουν τις θεμελιώδεις σχέσεις. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορεί να έχουν πρόβλημα να δουν εάν ένας λαμπτήρας είναι ασθενώς αναμμένος σε ένα πραγματικό κύκλωμα, αλλά αυτό είναι πιο εύκολα ορατό σε μια προσομοίωση. Ο «τέλειος κόσμος» της προσομοίωσης μπορεί συχνά να βοηθήσει τους μαθητές να κατακτήσουν αυτές τις ιδέες, πριν τις παρατηρήσουν στον πραγματικό κόσμο.
- **Οι «υποκείμενοι» μηχανισμοί γίνονται ορατοί.** Οι προσομοιώσεις PhET έχουν σχεδιαστεί για να κάνουν ορατά τα επιστημονικά μοντέλα, ώστε να βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν όχι μόνο τι συμβαίνει, αλλά και γιατί. Για παράδειγμα, η ροή ηλεκτρονίων σε ένα κύκλωμα είναι ορατή στο κιτ κατασκευής κυκλώματος, ώστε οι μαθητές να μπορούν να παρατηρήσουν πώς αυτή η ροή αλλάζει υπό διαφορετικές συνθήκες και ότι το ρεύμα είναι το ίδιο και στις δύο πλευρές μιας αντίστασης.

#### 4.3.3 Μπορεί το PhET να αντικαταστήσει τον πραγματικό εξοπλισμό;

Μελέτες έχουν δείξει ότι οι προσομοιώσεις PhET είναι πολύ αποτελεσματικές για την εννοιολογική κατανόηση (Chasteen, What are some tips for using PhET in a lab setting?, 2017). Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές που χρησιμοποιούν το κιτ κατασκευής κυκλωμάτων (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc>) ήταν σε θέση να απαντήσουν σε εννοιολογικές ερωτήσεις σχετικά με τα κυκλώματα και να συνθέσουν ένα πραγματικό κύκλωμα.

Ωστόσο, υπάρχουν πολλοί στόχοι των πρακτικών εργαστηρίων που δεν αντιμετωπίζουν οι προσομοιώσεις, όπως συγκεκριμένες δεξιότητες που σχετίζονται με τη λειτουργία του εξοπλισμού ή πώς να αντιμετωπίζεται ο πειραματικός «θόρυβος» ή τα σφάλματα. Ανάλογα με τους στόχους του εργαστηρίου, μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικό να χρησιμοποιηθεί η προσομοίωση από μόνη της ή ένας συνδυασμός προσομοιώσεων και πραγματικού εξοπλισμού.



#### 4.3.4 Σύνταξη εργαστηριακής δραστηριότητας χρησιμοποιώντας PhET

Οι αρχές της σύνταξης μιας εργαστηριακής δραστηριότητας που βασίζεται στο PhET είναι παρόμοιες με αυτές για τη σύνταξη μιας δραστηριότητας για χρήση στην τάξη / εργαστήριο.

Για τις εργαστηριακές δραστηριότητες ειδικότερα, χρειάζονται προσομοιώσεις που συμπληρώνουν τα πειράματα στο εργαστήριο αλλά και ερωτήσεις για να βοηθηθούν οι μαθητές να συσχετίσουν τα δύο εφαρμόσιμα έργα. Μάλιστα, οι υπολογιστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια σε πολλά εργαστήρια. Έτσι, οι δραστηριότητες που βασίζονται στην προσομοίωση μπορούν να ενσωματωθούν σε δραστηριότητες που βασίζονται σε εργαστηριακό εξοπλισμό, με τους μαθητές να εναλλάσσονται μεταξύ της χρήσης της προσομοίωσης και της χρήσης του εξοπλισμού. Σε αυτήν τη λειτουργία χρήσης, οι μαθητές μπορούν να εξετάσουν παραλληλισμούς μεταξύ της προσομοίωσης και των πειραματικών αποτελεσμάτων, να εξερευνήσουν έννοιες ή να δουν το ίδιο φαινόμενο από δύο διαφορετικές οπτικές γωνίες (για παράδειγμα, το εργαστήριο μπορεί να δώσει μακροσκοπικά αποτελέσματα, ενώ η προσομοίωση δείχνει τι συμβαίνει με τα σωματίδια ή τα ηλεκτρόνια) (Stinken-Rösner, 2021), (Chasteen & Carpenter, How do I use PhET simulations in my physics class?, 2020).

Επίσης, το PhET μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργασία πριν από το εργαστήριο ή ως εργασία παρακολούθησης, όπως μια ερώτηση για το σπίτι. Πολλές προσομοιώσεις PhET σχετίζονται με τους εννοιολογικούς στόχους μάθησης για εργαστηριακές δραστηριότητες, επομένως οι προσομοιώσεις μπορούν να συνδυαστούν πολύ αποτελεσματικά ως εργασία πριν ή μετά το εργαστήριο.

### 4.4 Δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος με το: [phet.colorado.edu](https://phet.colorado.edu)

#### 4.4.1 Ταυτότητα Σεναρίου: δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος

##### 4.4.1.1 Γνωστικό αντικείμενο

Το γνωστικό αντικείμενο του σεναρίου άπτεται στα μαθήματα:

- Φυσική Γ' Γυμνασίου και στην ενότητα: Το ηλεκτρικό κύκλωμα (μάθημα: Απλό ηλεκτρικό κύκλωμα)



- Φυσική Β' Λυκείου και στην ενότητα: Νόμος του Ohm για κλειστό κύκλωμα (μάθημα: ηλεκτρικό κύκλωμα)
- Αρχές Ηλεκτρονικής και Ηλεκτρολογίας Α' ΕΠΑΛ (μάθημα: ηλεκτρικό κύκλωμα)
- Βασικά Ηλεκτρονικά και στην Ηλεκτροτεχνία Β' ΕΠΑΛ (Κυκλώματα συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος, εργαστήριο).

#### 4.4.1.2 Τάξη διδασκαλίας

Το εκπαιδευτικό σενάριο βασίζεται στην ύλη και τις αντίστοιχες υποδείξεις για τη διδασκαλία του αντίστοιχου μαθήματος. Οι τάξεις στις οποίες απευθύνεται είναι οι εξής: Γ' Γυμνασίου, Β' Λυκείου, Α' ΕΠΑΛ, Β' ΕΠΑΛ.

#### 4.4.1.3 Διάρκεια Εφαρμογής Σεναρίου

Η χρονική διάρκεια εκτέλεσεως / διδασκαλίας του εκπαιδευτικού σεναρίου είναι 2 διδακτικές ώρες.

### 4.4.2 Πλαίσιο Εφαρμογής: ηλεκτρικού κυκλώματος

#### 4.4.2.1 Διδακτικοί στόχοι

Οι διδακτικοί στόχοι από την εφαρμογή του σεναρίου: δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος, στους μαθητές, είναι οι εξής (Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων / Εκπαιδευτικό Σενάριο, 2019):

- Να υλοποιούν στην εφαρμογή προσομοίωσης PhET ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Να γνωρίζουν τη χρήση κάθε ηλεκτρονικού εξαρτήματος.
- Να μετρούν με τη χρήση των πολυμέτρων της προσομοίωσης PhET την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα.
- Να αναγνωρίζουν ότι οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά των επιμέρους στοιχείων στο ηλεκτρικό κύκλωμα έχουν επίδραση (αλλαγή τιμών ή χαρακτηριστικών) σε όλα τα στοιχεία του.
- Να κατανοούν ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης, στο ηλεκτρικό κύκλωμα με ηλεκτρικά εξαρτήματα (αντίσταση, λαμπτήρας) σε σειρά, δεν επιδρά στον διαμοιρασμό της τάσης της πηγής στα επιμέρους στοιχεία.



- Να προσδιορίζουν ότι αυξάνοντας την πηγή τάσης θα αυξηθεί και η φωτεινότητα του λαμπτήρα (αύξηση της τιμής τάσης στα άκρα του) ή αυξάνοντας την τιμή της αντίστασης θα μειωθεί η φωτεινότητα του λαμπτήρα (μείωση της τιμής τάσης στα άκρα του).
- Να προαγάγουν ικανότητες στην επικοινωνία και συνεργασία με τους συμμαθητές τους.

#### 4.4.2.2 Ενορχήστρωση της τάξης

Για την δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος στην προσομοίωση PhET οι μαθητές θα σχηματίσουν ομάδες των 2-3 ατόμων προωθώντας την ομαδοσυνεργατική διεργασία. Σε αυτή την περίπτωση ο εκπαιδευτικός συντονίζει και καθοδηγεί τις μαθητικές ομάδες. Επίσης, ο εκπαιδευτικός δεν δίνει τη σωστή απάντηση, αλλά παρεμβαίνει με προσοχή ώστε να κατευθύνει την ομάδα προς μία γόνιμη κατεύθυνση ή αν κάποιοι μαθητές της ομάδας δεν αλληλοεπιδρούν εξίσου (Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων / Εκπαιδευτικό Σενάριο, 2019).

#### 4.4.3 Τεκμηρίωση του σεναρίου δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος

##### 4.4.3.1 Προϋπάρχουσες γνώσεις

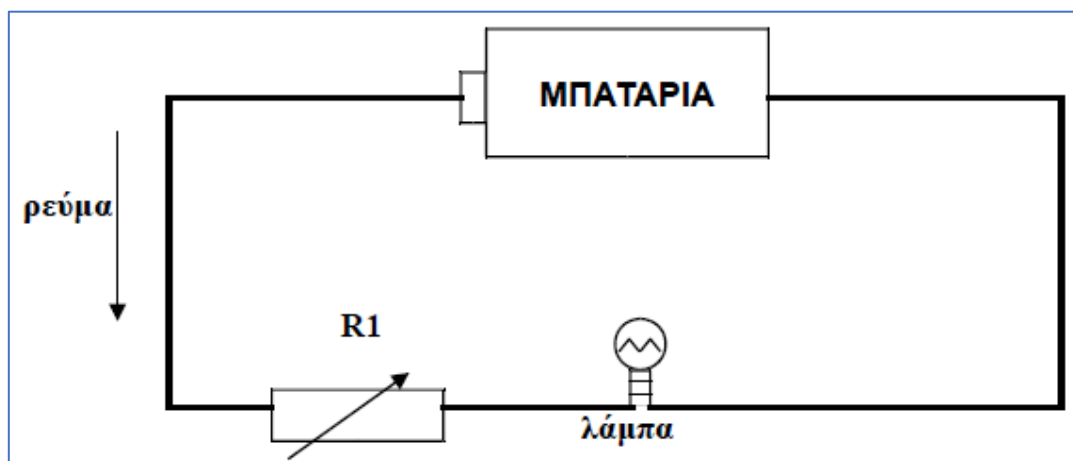
Για την ολοκλήρωση του διδακτικού σεναρίου δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος ενδείκνυται οι μαθητές να έχουν διδαχθεί στο θεωρητικό μέρος του μαθήματος την έννοια του ηλεκτρικού βρόγχου, τη σύνδεση των αντιστάσεων σε σειρά, την σύνδεση της τροφοδοσίας, τον νόμο του Ωμ (δηλαδή την συσχέτιση των ηλεκτρικών μεγεθών: της ηλεκτρικής αντίστασης, του ηλεκτρικού ρεύματος και της ηλεκτρικής τάσης). Επιπλέον ενδείκνυται να έχουν διδαχθεί τον τρόπο σύνδεσης του αμπερόμετρου (σε σειρά με τα ηλεκτρικά εξαρτήματα στο κύκλωμα) και το βολτόμετρο (παράλληλα με τα ηλεκτρικά εξαρτήματα στο κύκλωμα) αλλά και τα ηλεκτρικά μεγέθη που μετρούν (Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων / Εκπαιδευτικό Σενάριο, 2019). Τέλος οι μαθητές θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με την προσομοίωση PhET για την κατασκευή κυκλωμάτων.

##### 4.4.3.2 Γνωστικές παρερμηνείες

Η επιστήμη της ηλεκτρονικής και της ηλεκτρολογίας θεωρείται από τα δυσκολότερα ζητήματα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών αλλά και τα πιο επικίνδυνα. Λόγω της αόρατης φύσης του ηλεκτρικού ρεύματος (όπως και ο μαγνητισμός) αποτελεί αφηρημένη έννοια διδασκαλίας. Γι' αυτό είναι αναγκαίο οι μαθητές/τριες να δημιουργήσουν ένα νοητικό

μοντέλο ώστε να προβούν σε εκτιμήσεις για τον τρόπο λειτουργίας και κατ' επέκταση, συμπεριφορά βασικών ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Στο κύκλωμα που συνίστανται από ωμική αντίσταση και λαμπτήρα σε σειρά (εικόνα 4.1), οι τιμές των εξαρτημάτων συσχετίζονται άμεσα, δηλαδή αυξάνοντας την πηγή τάσης θα αυξηθεί και η φωτεινότητα του λαμπτήρα (αύξηση της τιμής τάσης στα άκρα του) ή αυξάνοντας την τιμή της αντίστασης θα μειωθεί η φωτεινότητα του λαμπτήρα (μείωση της τιμής τάσης στα άκρα του) (Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων / Εκπαιδευτικό Σενάριο, 2019). Αυτές είναι μερικές από τις παραμέτρους που ζητώνται να προβλεφθούν από τους μαθητές.



Εικόνα 4.1: Η φωτεινότητα της λάμπας σε σχέση με την τιμή της αντίστασης R1.

Σύμφωνα με την εκπαιδευτική πράξη του παρόντος σεναρίου, πολλοί μαθητές καταλαβαίνουν ότι αν αυξηθεί ή μειωθεί η τιμή της R1 αντίστασης, η φωτεινότητα της λάμπας θα μειωθεί και θα αυξηθεί αντίστοιχα (επιπροσθέτως πολλοί μαθητές αντιλαμβάνονται και τα αποτελέσματα της αυξομείωσης της τάσης της πηγής / μπαταρίας στην φωτεινότητα του λαμπτήρα) (Burde & Wilhelm, 2020).

Βέβαια υπάρχουν και μαθητές οι οποίοι αντιμετωπίζουν αρκετές δυσκολίες στην επενέργεια της αντίστασης σε απλά ηλεκτρικά κυκλώματα. Σύμφωνα με έρευνες όπως των (McDermott & Shaffer, 1992), (Svoboda, 2001) οι μαθητές συχνά επικεντρώνονται στον αριθμό των αντιστάσεων-λαμπτήρων που είναι συνδεδεμένα στο ηλεκτρικό κύκλωμα και όχι στις τιμές των ηλεκτρικών εξαρτημάτων αλλά και στον τρόπο που συνδέονται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.





#### 4.4.3.3 Διερευνητική Προσέγγιση στην εκπαιδευτική πράξη

Το εκπαιδευτικό σενάριο δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος είναι σύμφωνο με τη διερευνητική προσέγγιση η οποία αποτελεί παιδαγωγική στρατηγική βάση της οποίας οι μαθητές βιώνουν μεθόδους και διαδικασίες ερευνητικές και κύριος σκοπός του είναι η δημιουργία / οικοδόμηση της γνώσης. Τα κριτήρια της διερευνητικής μάθησης που υποδεικνύονται από τους οι Pedaste, και συν., (2015) εμπεριέχει πέντε βασικές καταστάσεις, της εμπλοκής-προσανατολισμού, της εννοιολόγησης και αναγνώρισης της πρότερης γνώσης, της έρευνας, της ερμηνείας των αποτελεσμάτων και της συζήτησης (Pedaste, και συν., 2015).

#### 4.4.3.4 Προστιθέμενη αξία περιβαλλόντων και εφαρμογών STEAM

Για την υλοποίηση του εκπαιδευτικού σεναρίου δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος επιλέχθηκε η προσομοίωση PhET με την «Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα» λόγω της δυνατότητας ρεαλιστικής απεικόνισης. Έπειτα το εκπαιδευτικό σενάριο θα αποθηκευτεί / θα είναι διαθέσιμο στην πλατφόρμα: <https://ed.ted.com/>.

Από τις δράσεις που θα εκπληρώσουν οι μαθητές στο φύλλο εργασίας τους δίνεται η δυνατότητα να κατανοήσουν / εμπεδώσουν τους διδακτικούς στόχους (να κατανοούν ότι οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά των επιμέρους στοιχείων στο ηλεκτρικό κύκλωμα έχουν επίδραση (αλλαγή τιμών ή χαρακτηριστικών) σε όλα τα στοιχεία του κ.ά.) από την εφαρμογή του σεναρίου. Επιπλέον οι μαθητές από το περιβάλλον εργασίας της προσομοίωσης PhET αλλά και από την αλληλεπίδραση με την πλατφόρμα TED-Ed δύνανται να τελέσουν διάφορες δοκιμές με υλικά και εξαρτήματα σχετικά με αυτά του πραγματικού εργαστήριου αλλά και με υλικά από την καθημερινή τους ζωή. Τέλος, τους δίνεται και οπτική αναπαράσταση / απάντηση του φαινομένου / πειράματος που μελετήθηκε (και όχι μόνο υπολογιστική / αλγεβρική), για παράδειγμα η αυξομείωση της τιμής των αντιστάσεων επενεργεί στην φωτεινότητα των λαμπτήρων σε κυκλώματα σε σειρά (δηλαδή στην τάση στα άκρα τους και όχι στο ρεύμα που διαρρέει τα ηλεκτρικά στοιχεία). Η προσομοίωση PhET και η πλατφόρμα TED-Ed αποτελούν περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM και δύνανται να υποστηρίξουν την διδακτική προσέγγιση της διερεύνησης στο περιθώριο του συγκεκριμένου περιεχομένου (Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων / Εκπαιδευτικό Σενάριο, 2019), (Burns, 2018), (Chasteen, What are some tips for using PhET in a lab setting?, 2017).



#### 4.4.4 Υλικοτεχνική υποδομή υλοποίηση του εκπαιδευτικού σεναρίου δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος

Για την υλοποίηση του εκπαιδευτικού σεναρίου δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος χρειάζονται ηλεκτρονικοί υπολογιστές, σύνδεση στο ίντερνετ, δικτυακή προσομοίωση PhET και ηλεκτρονική πλατφόρμα TED-Ed και φύλλα εργασίας.

#### 4.4.5 Ανάλυση των Δραστηριοτήτων υλοποίησης του εκπαιδευτικού σεναρίου δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος

##### 4.4.5.1 Πορεία διδασκαλίας σεναρίου

Το εκπαιδευτικό σενάριο δημιουργίας ηλεκτρικού κυκλώματος, σύμφωνα με τη διερευνητική προσέγγιση θα ακολουθήσει τα παρακάτω στάδια (Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων / Εκπαιδευτικό Σενάριο, 2019), (Burns, 2018), (Chasteen, What are some tips for using PhET in a lab setting?, 2017):

1. **Εμπλοκή - Προσανατολισμός:** οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν παραδείγματα, με ηλεκτρικά κυκλώματα που γνωρίζουν στην πραγματικότητα, όπως για παράδειγμα ένα λαμπατέρ / φωτιστικό. Αφού σκεφτούν και συζητήσουν με τους συμμαθητές τους την λειτουργία τους, θα είναι σε θέση να απαντήσουν σε καθορισμένες ερωτήσεις, όπως:

- ο τι θα γίνει σε ένα κύκλωμα με λαμπτήρα εάν χαλάσει - καταστραφεί;
- ο τι θα γίνει αν σε ένα κύκλωμα με αντίσταση και λαμπτήρα σε σειρά, αλλάξω την τιμή του αντιστάτη;

Η χρονική διάρκεια του πεδίου αυτού είναι 10'.

2. **Εννοιολόγηση και εκτίμηση προηγούμενης γνώσης:** είναι η στιγμή της ανάκλησης πρότερων γνώσεων των μαθητών από το θεωρητικό μέρος του μαθήματος ή της καθημερινότητάς τους ως γνωσιακή ροή του βήματος του προσανατολισμού. Εν συνέχεια ο εκπαιδευτικός δημιουργεί με τους μαθητές τις εξής υποθέσεις:

- ο Υπόθεση 1<sup>η</sup>: Αν συνδεθούν περισσότεροι όμοιοι λαμπτήρες σε σειρά με μία μπαταρία, όλοι οι λαμπτήρες θα έχουν την ίδια φωτεινότητα.
- ο Υπόθεση 2<sup>η</sup>: Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με λαμπτήρα και αντίσταση συνδεδεμένα σε σειρά είναι η ίδια σε όλα τα σημεία του κυκλώματος.



- Υπόθεση 3<sup>η</sup>: Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με λαμπτήρα και αντίσταση σε σειρά αυξάνεται η φωτεινότητα αν μειωθεί η τιμή της αντίστασης.
- Υπόθεση 4<sup>η</sup>: Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με λαμπτήρα και αντίσταση σε σειρά μειώνεται η φωτεινότητα αν αυξηθεί η τιμή της αντίστασης.

Η χρονική διάρκεια του πεδίου αυτού είναι 10'.

3. Έρευνα - Πειραματισμός: Στην παρούσα φάση οι μαθητές με την ενίσχυση των φύλλων εργασίας, εξασκούνται στην διερεύνηση των υποθέσεων που τέθηκαν προηγουμένως.

#### 4.4.6 Δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος στην δικτυακή προσομοίωση PhET και αποθήκευση στην ηλεκτρονική πλατφόρμα TED-Ed

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η αρχική σελίδα της προσομοίωσης: «Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα» ([https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc\\_el.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_el.html)).



Εικόνα 4.2: Αρχική σελίδα της προσομοίωσης PhET : «Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα».

Επιλέγεται το εργαστήριο και εμφανίζονται τα διάφορα χαρακτηριστικά / επιλογές της προσομοίωσης PhET, όπως:

1. εργαλειοθήκη επιλογής ηλεκτρονικών εξαρτημάτων
2. επιλογή συμβατής ή πραγματικής εμφάνισης εξαρτημάτων
3. επιλογή πραγματικής ή συμβατής προβολής φοράς ρεύματος
4. διάφορα όργανα μέτρησης
5. επιλογή χαρακτηριστικών εξαρτημάτων

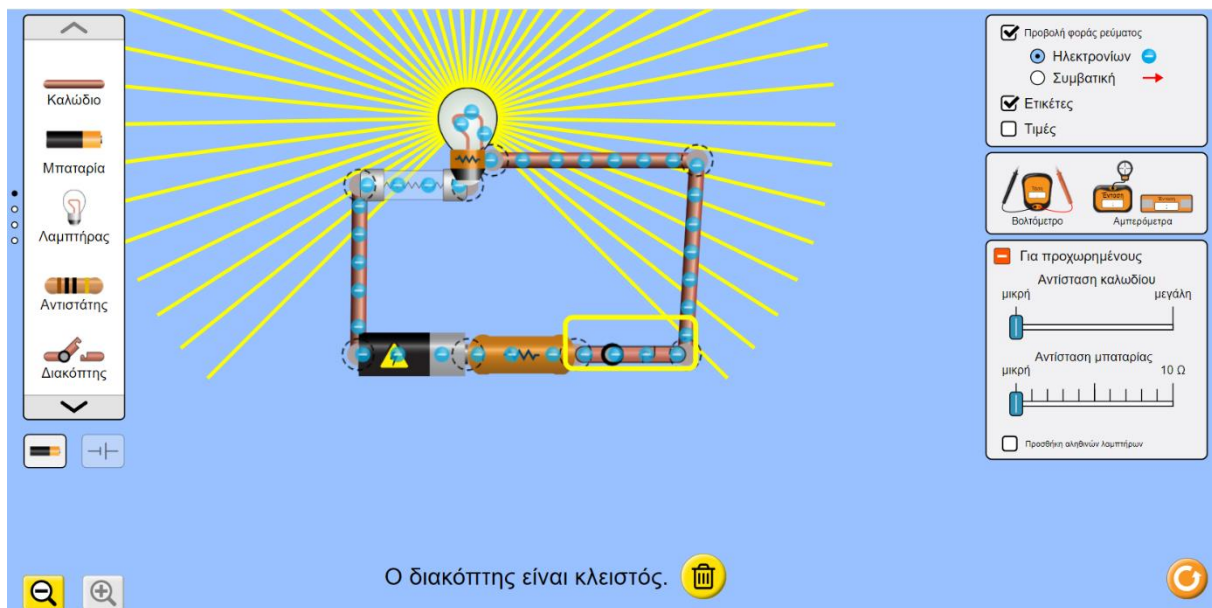


Εικόνα 4.3: Διάφορα χαρακτηριστικά / επιλογές της προσομοίωσης.

Αφού επιλέγουν τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του ηλεκτρικού κυκλώματος στο εικονικό εργαστήριο της προσομοίωσης PhET, θα δημιουργηθεί το κύκλωμα των εικόνων 4.4 και 4.5:



Εικόνα 4.4: Ηλεκτρικό κύκλωμα στο εικονικό εργαστήριο της προσομοίωσης PhET με ανοικτό διακόπτη (δεν ρέει ηλεκτρικό ρεύμα / ανοικτοκύκλωμα).



Εικόνα 4.5: Ηλεκτρικό κύκλωμα στο εικονικό εργαστήριο της προσομοίωσης PhET με κλειστό διακόπτη (ρέει ηλεκτρικό ρεύμα).

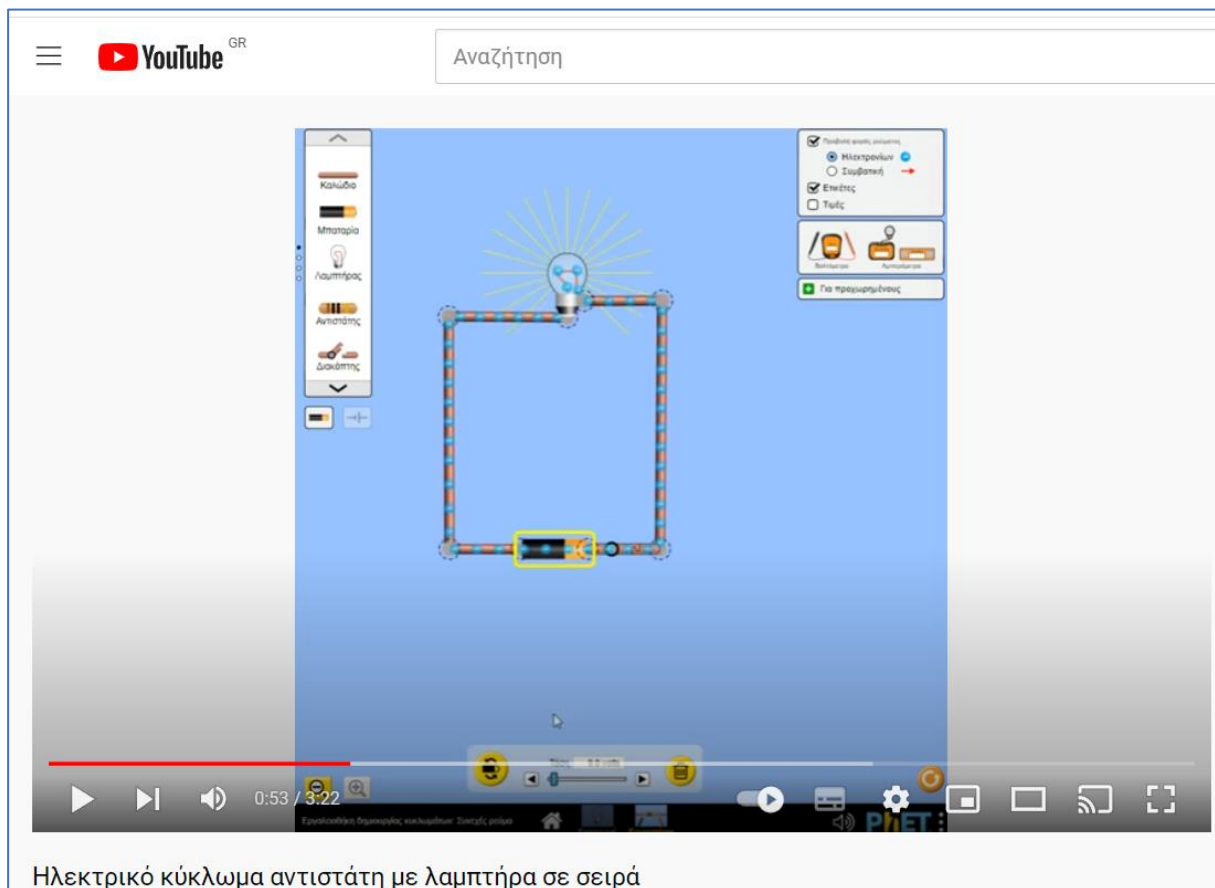
#### 4.4.6.1 Δραστηριότητα κατασκευής ηλεκτρικού κυκλώματος

Οι μαθητές συχνά συγχέουν τον τρόπο μέτρησης της τάσης και του ρεύματος σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Εν μέρει, οι μαθητές μπορεί να μην καταλαβαίνουν πώς ένα πολύμετρο μετρά την τάση και το ρεύμα. Με τέτοια εννοιολογικά ζητήματα, πολλοί μαθητές καταγράφουν τα δεδομένα κυκλώματος που έχουν μετρηθεί εσφαλμένα. Στη συνέχεια, τα λανθασμένα δεδομένα εμποδίζουν τους μαθητές να δουν τα μοτίβα που υπάρχουν μεταξύ των μετρήσεων και οδηγούνται σε εσφαλμένα συμπεράσματα.

Αυτή η επίδειξη επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να μοντελοποιήσει τη μέτρηση της τάσης και του ρεύματος σε ένα εργαστήριο και να ελέγξει την λειτουργία στοιχείων του κυκλώματος όπως η αντίσταση και ο λαμπτήρας, αλλά χρησιμοποιώντας έναν προσομοιωτή εικονικού κυκλώματος που μπορεί να εμφανιστεί σε μια οθόνη ενός υπολογιστή. Επομένως, μια τέτοια επίδειξη μπορεί να εκτελεστεί μέσα από την παρουσίαση σε έναν προσομοιωτή κυκλώματος όπως το PhET στην τάξη και μπορεί να περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση του μαθητή με τον εκπαιδευτικό καθώς διερευνάται η μέτρηση στοιχείων του κυκλώματος. Οι δραστηριότητες έχουν σχεδιαστεί για να επιτρέπουν στους μαθητές να μετρούν σωστά την τάση και το ρεύμα σε ένα εργαστήριο απλού κυκλώματος ή χρησιμοποιώντας έναν προσομοιωτή κυκλώματος όπως το PhET.



Αφού το εκπαιδευτικό σενάριο δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα: <https://phet.colorado.edu/el/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>, η διαδικασία καταγράφηκε σε βίντεο με το λογισμικό aowersoft και αποθηκεύτηκε στην ιστοσελίδα <https://www.youtube.com/watch?v=anvOWYywemM>.



Εικόνα 4.6: Το εκπαιδευτικό σενάριο που δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα: <https://phet.colorado.edu/el/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>, αποθηκεύτηκε στην ιστοσελίδα <https://www.youtube.com/watch?v=anvOWYywemM>.

Ο σύνδεσμός αυτός με την σειρά του αποθηκεύτηκε στην πλατφόρμα: <https://ed.ted.com/on/CODF11Ru> μέσω της οποίας μπορούν να παρακολουθήσουν το μάθημα / εκπαιδευτικό σενάριο οι μαθητές και να αλληλεπιδράσουν με απάντηση ερωτήσεων, αποστολή σχολίων και περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.





**TED**Ed

Discover Create Get Involved Support

# Δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος

LESSON CREATED BY ΘΩΩΝ ΚΡΗΤΑΣ USING TED-Ed's **LESSON CREATOR**

VIDEO FROM ΘΩΩΝ ΚΡΗΤΑΣ YOUTUBE CHANNEL

Let's Begin...

Οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν παραδείγματα, με ηλεκτρικά κυκλώματα που έχουν γνωρίσουν στην πραγματικότητα, όπως για παράδειγμα: ένα λαμπάτερ / φωτιστικό. Θα είναι σε θέση να απαντήσουν σε καθορισμένες ερωτήσεις, όπως:ο τι θα γίνει σε ένα κύκλωμα με λαμπτήρα εάν χαλάσει - καταστραφεί;ο τι θα γίνει αν σε ένα κύκλωμα με αντίσταση και λαμπτήρα σε σειρά, αλλάξω την τιμή του αντιστάτη;

Ηλεκτρικό κύκλωμα αντιστάτη με λαμπτήρα σε σειρά

Κοινοποιή...

Watch

Think

Dig Deeper

Discuss

Εικόνα 4.7: Πλατφόρμα: <https://ed.ted.com/on/CODF11Ru> μέσω της οποίας μπορούν να παρακολουθήσουν το μάθημα / εκπαιδευτικό σενάριο οι μαθητές και να αλληλεπιδράσουν με απάντηση ερωτήσεων, αποστολή σχολίων και περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.

#### 4.4.7 Έρευνα - Πειραματισμός: Φύλλο Εργασίας

Σε αυτή την φάση οι μαθητές με τη βοήθεια του φύλλου εργασίας διερευνούν τις υποθέσεις που έχουν τεθεί στο προηγούμενο στάδιο.

##### 1<sup>η</sup> Δραστηριότητα

Στην 1<sup>η</sup> δραστηριότητα του φύλλου εργασίας ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν με τη βοήθεια του προσομοιωτή κυκλώματος PhET ένα κύκλωμα συνεχούς ρεύματος σε σειρά με μία αντίσταση, 1 - 3 λαμπτήρες και μία μπαταρία και έπειτα να συνδέσουν 3 αμπερόμετρα σε 3 διαφορετικές θέσεις για την μέτρηση του ηλεκτρικού ρεύματος που περνάει από κάθε ηλεκτρικό στοιχείο (αντίσταση, λαμπτήρα, μπαταρία). Η πρώτη δραστηριότητα σχετίζεται με την πρώτη και δεύτερη υπόθεση του σεναρίου που συνδέεται με



την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα με καταναλώσεις (λαμπτήρα και αντίσταση) σε σειρά.

Οι μαθητές καλούνται να εκπληρώσουν τα εξής στάδια:

- **Πείραμα και συλλογή δεδομένων:** αφού πραγματοποιήσουν οι μαθητές το ηλεκτρικό κύκλωμα συνεχούς ρεύματος σε σειρά, έπειτα αρμολογούν από ένα αμπερόμετρο πριν από κάθε ηλεκτρικό στοιχείο και καταγράφουν σε πίνακα τις τιμές που ανακύπτουν.

Ηλεκτρικό Στοιχείο	Ένδειξη αμπερομέτρου
Αντίσταση	
Λαμπτήρας	
Μπαταρία	

Συμπεράσματα....

- **Έλεγχος υποθέσεων:** κατόπιν οι μαθητές παρατηρούν - αν συνδεθούν περισσότεροι όμοιοι λαμπτήρες σε σειρά - τη φωτεινότητα των λαμπτήρων και συζητούν τα αποτελέσματα/τιμές που ανακύπτουν από την εφαρμογή της προσομοίωσης με τις αντίστοιχες τιμές και επιδιώκουν να εξαγάγουν συμπεράσματα για το ρεύμα σε κυκλώματα με ηλεκτρικά στοιχεία σε σειρά.

Η χρονική διάρκεια της πρώτης δραστηριότητας είναι 15'.

## 2<sup>η</sup> Δραστηριότητα

Στη 2<sup>η</sup> δραστηριότητα του φύλλου εργασίας οι μαθητές υλοποιούν με τη βοήθεια του προσομοιωτή κυκλώματος PhET ένα κύκλωμα συνεχούς ρεύματος σε σειρά με μία αντίσταση, έναν λαμπτήρα και μία μπαταρία. Η 2<sup>η</sup> δραστηριότητα σχετίζεται με την τρίτη και τέταρτη υπόθεση του εκπαιδευτικού σεναρίου, δηλαδή, αυξάνεται η φωτεινότητα αν μειωθεί η τιμή της αντίστασης ή αντιστρόφως.

Οι μαθητές καλούνται να εκπληρώσουν τα εξής στάδια:

- **Πείραμα και συλλογή δεδομένων:** αφού υλοποιήσουν το κύκλωμα οι μαθητές και ξεκινήσει η λειτουργία (πραγματοποιώντας το πείραμα) καταγράφουν σε Πίνακα τις τιμές που προκύπτουν για το ρεύμα του κυκλώματος με την αύξηση της δεύτερης αντίστασης.

Τιμή Ηλεκτρικό Στοιχείο	Φωτεινότητα λαμπτήρα
-------------------------	----------------------



Αύξηση της τιμή της αντίστασης	
Μείωση της τιμή της αντίστασης	
Αύξηση της τιμή της μπαταρίας	
Μείωση της τιμή της μπαταρίας	

- **Έλεγχος υποθέσεων:** κατόπιν οι μαθητές παρατηρούν, με τη βοήθεια του προσομοιωτή κυκλώματος PhET, τις αλλαγές (τιμών) που συντελούνται στο κύκλωμα και στην φωτεινότητα του λαμπτήρα. Έτσι κατανοούν ότι οι τιμές των ηλεκτρικών στοιχείων είναι συσχετισμένες με την φωτεινότητα του λαμπτήρα.

Η χρονική διάρκεια της δεύτερης δραστηριότητας είναι 15'.

#### 4.4.8 Συμπεράσματα - Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Αποτελεί τη σημαντικότερη φάση της διερευνητικής προσέγγισης και εμπεριέχει τα επιμέρους στάδια / φάσεις της διευκρίνισης και ανταλλαγής ιδεών μεταξύ των μαθητών -όχι μόνο της ομάδας αλλά και της τάσης γενικότερα- της οικοδόμησης της νέας γνώσης και της εξαγωγής συμπερασμάτων.

Συγκεκριμένα οι μαθητές στο στάδιο της ερμηνείας των αποτελεσμάτων, εξακριβώνουν, μετά από παρότρυνση του εκπαιδευτικού μέσα στην ομάδα τους αν οι υποθέσεις που τέθηκαν επαληθεύονται. Τα συμπεράσματα που εξάγονται από τις δραστηριότητες του φύλλου εργασίας είναι τα εξής:

- Αν συνδεθούν περισσότεροι όμοιοι λαμπτήρες σε σειρά με μία μπαταρία όλοι οι λαμπτήρες δεν θα έχουν την ίδια φωτεινότητα διότι η τάση στα άρα τους μειώνεται.
- Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με λαμπτήρα και αντίσταση συνδεδεμένα σε σειρά είναι η ίδια σε όλα τα σημεία του κυκλώματος.
- Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με λαμπτήρα και αντίσταση σε σειρά αυξάνεται η φωτεινότητα αν μειωθεί η τιμή της αντίστασης.
- Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με λαμπτήρα και αντίσταση σε σειρά μειώνεται η φωτεινότητα αν αυξηθεί η τιμή της αντίστασης.

Η χρονική διάρκεια του σταδίου αυτού είναι 15'.



#### 4.4.9 Συζήτηση

Τέλος και μετά την υλοποίηση του φύλλου εργασίας εμφανίζονται τα ευρήματα και τα αποτελέσματα της κάθε ομάδας μαθητών στην τάξη. Επιπροσθέτως, οι μαθητές σκέπτονται και συνδέουν τις προηγούμενες γνώσεις και πεποιθήσεις τους για τα φαινόμενα που μελέτησαν και διαπιστώνουν εάν οι αρχικές τους ιδέες έχουν τροποποιηθεί (μεταγνώση) με ερωτήσεις που τους κάνει ο εκπαιδευτικός σε σχέση με τις υποθέσεις.



## **5ο. Κεφάλαιο: «Σχεδιασμός και Μεθοδολογία Έρευνας για την ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση»**

### **5.1 Βιβλιογραφική Επισκόπηση**

Οι Πάνου, Στεφανίδης, & Κασούτας, (2018) στη μελέτη τους «Διδάσκοντας Αστρονομία σε Σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο Πλαίσιο του Ερευνητικού Προγράμματος STEM4you(th)» παρουσίασαν δέκα σενάρια διδασκαλίας για την επιστήμη της Αστρονομίας όσον αφορά την τυπική και άτυπη εκπαίδευση μαθητών που φοιτούν στο Ευρωπαϊκό πρόγραμμα STEM4you(th). Για κάθε σενάριο διδασκαλίας ακολουθήθηκε η διδακτική προσέγγιση STEM ώστε να συνδυαστούν στοιχεία της «ανακαλυπτικής» μάθησης με τον «κονστрукτιβισμό». Το διδακτικό υλικό περιελάμβανε φύλλα δραστηριοτήτων, κατασκευές, προσομοιώσεις όπως και αφήγηση ιστοριών (storyte) και λογισμικού (software). Με τα μαθήματα καλλιεργήθηκαν δεξιότητες (όπως επιστημονικός τρόπος σκέψης και δημιουργικότητα) χρήσιμες και αναγκαίες για τη σύγχρονη αγορά εργασίας. Επίσης, βοηθήθηκαν οι μαθητές να επιλέξουν σπουδές και επαγγέλματα σχετικά με τα αντικείμενα STEM γνωρίζοντάς τους ταυτόχρονα τον κόσμο της αστρονομίας. Τα μαθήματα αστρονομίας και το σχετικό υλικό είναι διαθέσιμα δωρεάν και κάθε χρήστης του διαδικτύου έχει πρόσβαση σε αυτά αξιοποιώντας τη διαδραστική ηλεκτρονική πλατφόρμα OLCMS (Ope), τα λογισμικά (software): «n Learning Conte», το «nt Manage», το «me», το «nt Syste» και το «m» που αναπτύχθηκαν για αυτό τον σκοπό. Επίσης, παρουσιάστηκε εκτενώς η δομή και η φιλοσοφία των σεναρίων διδασκαλίας αλλά και τα αποτελέσματα μετά την πραγματοποίησή τους σε σχολικές μονάδες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Πάνου, Στεφανίδης, & Κασούτας, 2018).

Οι Μανρονουνιότι, Chatzopoulos, Papoutsidakis, & Drosos, (2018) ασχολήθηκαν με την «Υλοποίηση Εκπαιδευτικής Πλατφόρμας δύο τροχών για Εφαρμογές STEM». Στόχος αυτού του έργου ήταν η κατασκευή ενός εκπαιδευτικού ρομπότ δύο τροχών για παιδιά προσχολικής ηλικίας. Αυτή η κατασκευή επιτρέπει στα παιδιά να δίνουν εντολές στο ρομπότ μέσω μονάδων εισόδου (οθόνης αφής και πληκτρολογίου), καθώς και να αλληλεπιδρούν μαζί



του μέσω αισθητήρων ήχου και φωτός. Στόχος αυτής της κατασκευής ήταν να εισάγει τα παιδιά στις βασικές ιδέες της μηχανικής χωρίς προαπαιτούμενο να διαθέτουν δεξιότητες ανάγνωσης, αλλά αντίθετα μέσω εικόνων, φωτός και ακουστικών δεικτών. Επίσης, παρουσίασαν πρώτα το θεωρητικό πλαίσιο, αναλύοντας τη φύση της Μηχανικής και τις διαστάσεις της, καθώς και τον ρόλο της εκπαίδευση. Το θεωρητικό πλαίσιο ολοκληρώθηκε με την ανάπτυξη της Μηχανικής και τις θετικές συνέπειες της χρήσης στην εκπαίδευση, που είναι ο πρωταρχικός στόχος της παρούσας μελέτης (Mavrounioti, Chatzopoulos, Papoutsidakis, & Drosos, 2018).

Με την εκμάθηση STEAM χρησιμοποιώντας έναν διαδικτυακό πάγκο εργασίας διαδραστικών δραστηριοτήτων μουσικής επιστήμης ασχολήθηκαν οι Katsouros και συν., (2018). Στόχος της εργασίας τους ήταν η παρουσίαση ενός καινοτόμου παιδαγωγικού πλαισίου STEAM και η ανάπτυξη ενός διαδικτυακού πάγκου εργασίας με προηγμένα περιβάλλοντα δραστηριότητας και βασικές τεχνολογίες για διαδραστικές δραστηριότητες της μουσικής επιστήμης. Το συνολικό παιδαγωγικό πλαίσιο υποστηρίζει την κατάκτηση του βασικού ακαδημαϊκού περιεχομένου σε θέματα STEM για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παράλληλα με την ανάπτυξη της δημιουργικότητάς τους και τις βαθύτερες δεξιότητες μάθησης, μέσω της ενασχόλησης με μουσικές δραστηριότητες. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, εισήχθησαν νέες μεθοδολογίες και καινοτόμες τεχνολογίες που υποστηρίζουν την ενεργή, βασισμένη στην ανακάλυψη, συνεργατική, εξατομικευμένη και πιο ελκυστική μάθηση. Ο πάγκος εργασίας περιλαμβάνει περιβάλλοντα δραστηριοτήτων και εργαλεία, όπως ένα τρισδιάστατο περιβάλλον για τον σχεδιασμό εικονικών μουσικών οργάνων, προηγμένες τεχνολογίες παραγωγής και επεξεργασίας μουσικής για την εφαρμογή και ερμηνεία σχετικών αρχών φυσικής και μαθηματικών, πολυτροπική αλληλεπίδραση με δυνατότητα για συνδημιουργία μουσικής και προηγμένα περιβάλλοντα για την εκτέλεση εργασιών μαθηματικών και γεωμετρίας. Η εκπαιδευτική ανάπτυξη του πάγκου εργασίας βασίζεται σε μια σειρά διεπιστημονικών εκπαιδευτικών σεναρίων βασισμένων σε έργα / έρευνα για το STEAM, ενσωματώνοντας καινοτόμες μεθόδους στη διδασκαλία και τη μάθηση. Ο πάγκος εργασίας δοκιμάζεται πιλοτικά και αξιολογείται σε πραγματικά πλαίσια μάθησης σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από τρεις ευρωπαϊκές χώρες (Katsouros, και συν., 2018).

Οι Basar, Zulkarnain, Razik, & Zakaria, (2020), διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα Ηλεκτρολογικού κιτ εκμάθησης εφαρμογής STEM. Καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης, η





εφαρμογή της παραδοσιακής προσέγγισης (βασισμένη σε διαλέξεις) στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης φάνηκε να είναι λιγότερο αποτελεσματική στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τα θέματα STEM. Αντίθετα, η χρήση της πρακτικής μεθόδου μάθησης έδωσε έμφαση στον ψυχοκινητικό τομέα, ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν μια πιο ξεκάθαρη και αποτελεσματική κατανόηση. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τη μοναδική προσέγγιση στην εφαρμογή του kit εκμάθησης όπου οι μαθητές θα αυξήσουν την κατανόησή τους ως προς τα θεμελιώδη θέματα και έννοιες της επιστήμης της ηλεκτρολογίας. Τα αποτελέσματα επηρέασαν τη διαδικασία ανάπτυξης του kit μάθησης παρέχοντας νέες ιδέες για τη δημιουργία ενός ποιοτικού kit για μαθητές που ασχολούνται με το STEM (Basar, Zulkarnain, Razik, & Zakaria, 2020).

Οι Χατζόπουλος, Παπουτσιδάκης, & Καλογιαννάκης, (2018) με την εργασία τους «Ανάπτυξη ρομποτικής πλατφόρμας χαμηλού κόστους, βασισμένη στην αξιοποίηση των ευρημάτων έρευνας δράσης για την εκπαίδευση STEM και την Εκπαιδευτική Ρομποτική» υπέβαλλαν προτάσεις μέσω της ερευνητικής τους επενέργειας τον σχεδιασμό, την δημιουργία και την ένταξη μίας «ανοικτής τεχνολογίας», ρομποτικής ηλεκτρονικής πλατφόρμας υλικού και λογισμικού χαμηλού κόστους, για την εφαρμογή STEAM στην εκπαίδευση. Καθώς η σχεδίαση και ανάπτυξη της πλατφόρμας θα έχει στο επίκεντρο τους εκπαιδευόμενους και θα βασίζεται στις απόψεις και παρατηρήσεις τους, η παρούσα πρόταση επιχειρεί να εντάξει και τις ανάγκες και απαιτήσεις των εκπαιδευτικών στη διαδικασία. Κεντρικός άξονας της σχεδίασης αποτελεί το διαδίκτυο όπου θα συνδέονται οι χρήστες (εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενοι) και οι συσκευές (εκπαιδευτικά ρομπότ και υλοποιήσεις STEM) (Χατζόπουλος, Παπουτσιδάκης, & Καλογιαννάκης, 2018).

Ο Colakoglu, (2016) παρουσίασε τις εφαρμογές STEM σε σχολεία Φυσικών Επιστημών. Η ιδέα της ίδρυσης Επιστημονικών Λυκείων στην Τουρκία συζητήθηκε σε ένα πολυμερές πρόγραμμα στις αρχές του 1963. Το Υπουργείο Εθνικής Παιδείας (Ministry of National Education / MoNE), το Ίδρυμα Ford, το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Μέσης Ανατολής (Middle East Technical University / METU), το Πανεπιστήμιο της Άγκυρας και ο Οργανισμός Διεθνούς Ανάπτυξης (International Development Agency / AID) συμμετείχαν σε αυτό το έργο για την ίδρυση αυτών των σχολείων. Στην Άγκυρα, το έργο του Science High School ήταν ένα έργο που χρηματοδοτήθηκε και υποστηρίχθηκε τεχνικά από τις ΗΠΑ, το οποίο πραγματοποιήθηκε από κοινού από το State University της Φλόριντα, το METU και το



Πανεπιστήμιο της Άγκυρας. Οι οργανωτικοί στόχοι των Επιστημονικών Λυκείων ήταν: (1) να βελτιώσουν τις ικανότητες των μαθητών και να αυξήσουν τη νοημοσύνη τους στην επιστήμη (2) να αυξήσουν τον αριθμό του ειδικευμένου προσωπικού στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και τη βιομηχανία και (3) να αναπτύξουν περισσότερα εργαστήρια αυξάνοντας στους μαθητές την επιστημονική γνώση προκειμένου να αποτελέσει το κέντρο έρευνας και ανάπτυξης. Το MoNE δημιούργησε τη «Συμβουλευτική Επιτροπή Έργων για το Επιστημονικό Γυμνάσιο» με έξι μέλη από το Πανεπιστήμιο της Άγκυρας και τέσσερα μέλη από το METU για να συμβάλει στις επιστημονικές πτυχές και τις πτυχές του προγράμματος σπουδών. Η Συμβουλευτική Επιτροπή επέλεξε 30 καθηγητές από τους κλάδους των Μαθηματικών, της Χημείας, της Φυσικής και της Βιολογίας με γραπτές και προφορικές εξετάσεις από τα υπάρχοντα λύκεια του MoNE από όλη την Τουρκία. Επιλεγμένοι καθηγητές Φυσικών Επιστημών έλαβαν ειδική εκπαίδευση για την ανάπτυξη σχετικά με τις αξιολογήσεις των θεμάτων και τους παρείχαν ευκαιρίες για σπουδές στο πρόγραμμα σπουδών σε ορισμένα πανεπιστήμια στις Ηνωμένες Πολιτείες. Σε αυτό το άρθρο συζητήθηκαν η ανάπτυξη και οι δραστηριότητες καινοτομίας των Γυμνασίων Φυσικών Επιστημών, τα έργα STEM και το όραμα για αύξηση της εκπαίδευσης STEM στην Τουρκία και σε άλλες ανεπτυγμένες χώρες (Colakoglu, 2016).

Τέλος, οι Hsu, Abelson, Lao, & Chen, (2021) μελέτησαν κατά πόσο είναι δυνατό για νέους μαθητές να μάθουν την εφαρμογή AI-STEAM με βιωματική μάθηση. Αυτή η μελέτη επιχείρησε να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα της μάθησης από τη χρήση της πλατφόρμας MIT App Inventor και του εργαλείου Personal Image Classifier (PIC) στη διεπιστημονική εφαρμογή. Ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός επικεντρώθηκε στην εφαρμογή PIC στην ενσωμάτωση της διεπιστημονικής μάθησης STEAM (δηλαδή, Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική, Τέχνη και Μαθηματικά), έτσι ώστε να παρέχεται βιώσιμο και κατάλληλο διδακτικό περιεχόμενο βασισμένο στη θεωρία της βιωματικής μάθησης για μαθητές Γυμνασίου. Αντίστοιχα, το μάθημα AI-STEAM με το πλαίσιο βιωματικής μάθησης έχει εφαρμοστεί και επαληθευτεί, ώστε να επιβεβαιωθεί ότι το μάθημα AI-STEAM δεν είναι πολύ δύσκολο για τους μικρούς μαθητές. Σε αυτή τη μελέτη μετρήθηκαν πολλές βασικές έννοιες που εμπλέκονται στο μάθημα AI-STEAM, σχετικά με τη λογική προγραμματισμού, τις ηλεκτρομηχανικές έννοιες, τον σχεδιασμό διεπαφής και την εφαρμογή αναγνώρισης εικόνας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές όχι μόνο σημείωσαν σημαντική πρόοδο στην αποτελεσματικότητα της μάθησης, αλλά συγκεκριμένα σημείωσαν σημαντικές βελτιώσεις σε δύο μέρη: τις ηλεκτρομηχανικές έννοιες και τη γνώση αναγνώρισης εικόνων. Στο τέλος, αυτή η μελέτη παρείχε περαιτέρω



συμβουλές για το βιώσιμο μάθημα AI-STEAM με βάση την έρευνα ορισμένων σημαντικών παραγόντων, όπως η ενεργός μάθηση και η αυτοαποτελεσματικότητα, αφού επιβεβαίωσε ότι δεν αποτέλεσε εμπόδιο για τους νεαρούς μαθητές να μάθουν τη βιώσιμη τεχνητή νοημοσύνη (Hsu, Abelson, Lao, & Chen, 2021).

## 5.2 Ερευνητικά Ερωτήματα

Αρχικά από την εμπειρισταωμένη βιβλιογραφική επισκόπηση, και κατά δεύτερον από τον σχεδιασμό, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM (εκπαιδευτικό σενάριο: δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος στην δικτυακή προσομοίωση PhET και αποθήκευση στην ηλεκτρονική πλατφόρμα TED-Ed) για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εξάγονται τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Συσχετίζεται το μορφωτικό επίπεδο των εκπαιδευτικών με τον βαθμό επιτυχίας πραγματοποίησης ενός πειράματος ή δημιουργίας ενός νέου θέματος δραστηριότητας / εργαστηρίου STEAM;
2. Τα έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας συμβάλλουν στην επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για την καθοδήγηση της σκέψης και της μάθησης των μαθητών / εφήβων στα μαθηματικά / φυσικές επιστήμες / τέχνες / τεχνολογία (STEAM);
3. Το περιβάλλον / εφαρμογή (προσομοίωση) STEM/STEAM που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός επηρεάζει την εξήγηση του περιεχομένου STEAM του θέματος / έργου / εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;
4. Επενεργεί το είδος της Σχολικής Μονάδας στην οποία διδάσκει ο εκπαιδευτικός ώστε να βρίσκει συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM;
5. Η Ειδικότητα των εκπαιδευτικών επενεργεί στον βαθμό ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων που θέτει η προσομοίωση STEM/STEAM;

Από τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα εξάγονται οι ανάλογες ερευνητικές υποθέσεις της έρευνας οι οποίες είναι οι εξής:

1. Το μορφωτικό επίπεδο των εκπαιδευτικών με τον βαθμό επιτυχίας πραγματοποίησης ενός πειράματος ή δημιουργίας ενός νέου θέματος δραστηριότητας / εργαστηρίου STEAM είναι ανεξάρτητα.
2. Δεν σχετίζονται τα έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας των εκπαιδευτικών και η επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για την καθοδήγηση της σκέψης και της



μάθησης των μαθητών / εφήβων στα μαθηματικά / φυσικές επιστήμες / τέχνες / τεχνολογία (STEAM).

3. Το περιβάλλον / εφαρμογή (προσομοίωση) STEM/STEAM που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός και η εξήγηση του περιεχόμενου STEAM του θέματος / έργου / εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους είναι ανεξάρτητα.
4. Το είδος της Σχολικής Μονάδας στην οποία διδάσκει ο εκπαιδευτικός ώστε να βρίσκει συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM είναι ανεξάρτητα.
5. Η ειδικότητά των εκπαιδευτικών και ο βαθμός ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων που θέτει η προσομοίωση STEM/STEAM είναι ανεξάρτητα.

### 5.3 Ερευνητικό Εργαλείο

Εργαλείο της πρωτογενούς διερευνητικής διαδικασίας της παρούσας έρευνας αποτέλεσε δομημένο ερωτηματολόγιο το οποίο βασίστηκε σε ήδη χρησιμοποιημένα ερωτηματολόγια από: πρόγραμμα Erasmus της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Hall, και συν., (2021), Arora, R., & Singh, N. (2021), Bachnak, R., Eskin, S., & Love, S. (2018), Bakirci, H., & Kirici, M. G. (2021) τα οποία διερευνούν τις εμπειρίες των εκπαιδευτικών για θέματα σχεδιασμού, ανάπτυξης και ένταξης στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει 3 πυλώνες με αντίστοιχες ερωτήσεις:

- 1ο. Αρχικά ερωτήσεις που αφορούν στοιχεία τα κοινωνικό δημογραφικά στοιχεία των εκπαιδευτικών: φύλο, ηλικία, οικογενειακή κατάσταση, μορφωτικό επίπεδο, ειδικότητα, είδος σχολικής μονάδας, έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας, πρόσφατη χρήση στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM, είδος περιβάλλοντος / εφαρμογής STEM/STEAM στην εκπαιδευτική πράξη.
- 2ο. Ο δεύτερος άξονας σχετίζεται με την αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM: δημιουργία ερωτήσεων για φαινόμενα / προβλήματα, σχεδιασμός ερευνών, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, δημιουργία εξηγήσεων για ένα φαινόμενο ή σχεδιασμός λύσεων για ένα πρόβλημα, εξήγηση για ένα φαινόμενο ή καλύτερη λύση σε ένα πρόβλημα, αξιολόγηση και επικοινωνία πληροφοριών, δημιουργία νέου θέματος σε δραστηριότητα/εργαστήριο, χρήση εννοιών μαθηματικών, επιστήμης, τεχνών ή/και τεχνολογίας, εξήγηση περιεχόμενου



STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου, γνώση των θεμάτων STEAM, χρήση διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για την ανάπτυξη των γνώσεων για τις έννοιες των μαθηματικών / της επιστήμης / των τεχνών/ της τεχνολογίας.

- 3ο. Ο τρίτος άξονας σχετίζεται με τις στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM: εξοικείωση με όλη τη δομή και τις κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου, επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών / εφήβων στα μαθηματικά / φυσικές επιστήμες / τέχνες / τεχνολογία, χρήση διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για την αύξηση της εμπιστοσύνης των εφήβων στις ικανότητές τους να εκτελούν με επιτυχία δραστηριότητες STEAM, αξιολόγηση της απόδοσης των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο, προσαρμογή της διδασκαλίας με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές, επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για την καθοδήγηση της μάθησης και της σκέψης των μαθητών, προσαρμογή του στυλ διδασκαλίας σε διαφορετικούς μαθητές, εξοικείωση με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκεται, οργάνωση και διατήρηση της διαχείρισης της τάξης, διδακτικές προσεγγίσεις που κάνουν τους μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος / του έργου / του εργαστηρίου, δημιουργία περιβάλλοντος στην τάξη για την προώθηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM, εύρεση συνεχώς καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM.

Το διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο, 33 ερωτήσεων, δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα <https://docs.google.com/forms/>. Η ηλεκτρονική σελίδα της google έχει το πλεονέκτημα της γρήγορης αποστολής (υπό μορφή ιστοσελίδας) με email σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης (twitter, facebook, instagram κ.α.) άμεσης συμπλήρωσης και αποθήκευσης των δεδομένων αυτόματα σε επεξεργάσιμη μορφή (Microsoft excel).

Οι ερωτήσεις που το συνθέτουν είναι ερωτήσεις με απαντήσεις πολλαπλής επιλογής, ερωτήσεις με απαντήσεις κατά σειρά κατάταξης καθώς και ερωτήσεις της πενταβάθμιας απαντητικής κλίμακας τύπου Likert (Καλογεράκη, 2020).

Αρχικά δόθηκε σε 10 εκπαιδευτικούς για την εξέταση αξιοπιστίας αλλά και για την εκτίμηση του χρόνου που χρειάζεται (περίπου 10') για τη συμπλήρωσή του.





## 5.4 Μεθοδολογία

Η βασική εστίαση της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Δεν κατέστη εφικτό οι εκπαιδευτικοί που αποτελούν το δείγμα της έρευνας να παρακολουθήσουν το εκπαιδευτικό σενάριο και να εξάγουν άμεσα συμπεράσματα από αυτό - μέσω ενός διερευνητικού εργαλείου στοχευμένων ερωτήσεων. Για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκε το διερευνητικό εργαλείο -της προηγούμενης υποενότητας- για την πρωτογενή διερευνητική διαδικασία της παρούσας έρευνας το οποίο διερευνά τις εμπειρίες των εκπαιδευτικών για θέματα σχεδιασμού, ανάπτυξης και ένταξης στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Η διπλωματική εργασία ανταποκρίνεται σε αυτή την ανάγκη παρέχοντας ποιοτικά και ποσοτικά ερευνητικά αποτελέσματα με βάση δευτερογενή δεδομένα που λαμβάνονται με τις ακόλουθες μεθόδους: συστηματική ανασκόπηση και ανάλυση περιεχομένου επιστημονικής διεθνούς βιβλιογραφίας, χρησιμοποιώντας λέξεις-κλειδιά, όπως: Εκπαιδευτικές εφαρμογές (Educational applications), περιβάλλοντα STEM/STEAM (STEM / STEAM environments). Για τη συγκέντρωση της κατάλληλης επιστημονικής βιβλιογραφίας για περαιτέρω ανάλυση προσεγγίστηκαν οι ακόλουθες ακαδημαϊκές βάσεις δεδομένων Science Direct, Scopus, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, ResearchGate κ.ά. Η επιλογή των παραπάνω πηγών δεδομένων βασίστηκε στην αξιοπιστία τους και την υψηλή ποιότητα των ερευνητικών συγγραμμάτων.

Για την πρωτογενή διερευνητική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε, ως ερευνητικό εργαλείο, δομημένο ερωτηματολόγιο βασισμένο στα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα, επιζητώντας να διερευνήσει τις ερευνητικές υποθέσεις που αναπτύχθηκαν (Τσιώλης, 2014), (Creswell & Creswell, 2019).

Οι στατιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των στοιχείων της παρούσης έρευνας για τον σχεδιασμό, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ήταν οι εξής: πρωτίστως συντελείται διερεύνηση της αξιοπιστίας (Reliability Analysis) του Β΄





άξονα: «Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM» και του Γ' άξονα: «Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM».

Έπειτα συντελείται η διεργασία της ανάλυσης συχνοτήτων (Frequencies) των μεταβλητών της έρευνας η οποία δημιουργεί συνοπτικά μέτρα για όλες τις μεταβλητές σε πίνακες συχνότητας και ποσοστών αλλά και ραβδογράμματα.

Στο επόμενο στάδιο της ανάλυσης διενεργούνται μη παραμετρικοί συσχετισμοί μεταβλητών της έρευνας με Συντελεστή συσχέτισης Spearman, οι οποίες δεν προϋποθέτουν τα δεδομένα να ακολουθούν την κανονική κατανομή (Ζαφειρόπουλος, 2015).

Τέλος πραγματοποιείται για σύγκριση 2 μέσων όρων Student's t-test και για πολλαπλή σύγκριση μέσων όρων ANOVA και όπου υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση συνεχίζεται έλεγχος Post Hoc Tests με Bonferroni test των ερευνητικών υποθέσεων της έρευνας (Σταμοβλάσης, 2015).

## 5.5 Δείγμα έρευνας

Κατά την περίοδο της έρευνας, πραγματοποιήθηκε άμεση συμπλήρωση των ερωτηματολογίων από 183 εκπαιδευτικούς / υποκείμενα της έρευνας.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι της βολικής δειγματοληψίας και στη συνέχεια ακολούθησε η ανάλυση των δεδομένων μέσω του SPSS 22.

Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε από τις αρχές Δεκεμβρίου 2021 έως τέλος Ιανουαρίου 2022.

Τα κοινωνικό – δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος των 183 εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.1: Τα κοινωνικό – δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος των 183 εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Μεταβλητή	Παρατηρήσεις ερευνητικού πεδίου	Frequency	Percent
Α1. Φύλο	Αντρας	44	24,0
	Γυναίκα	139	76,0
Α2. Ηλικία	έως 35	12	6,6
	31 έως 40	78	42,6



Μεταβλητή	Παρατηρήσεις ερευνητικού πεδίου	Frequency	Percent
	41 έως 50	64	35,0
	51 έως 60	27	14,8
	61 και άνω	2	1,1
Α3. Οικογενειακή κατάσταση	Άγαμος/η	52	28,4
	Έγγαμος/η	127	69,4
	Άλλο	4	2,2
Α4. Μορφωτικό επίπεδο	Βασικό πτυχίο	41	22,4
	Δεύτερο πτυχίο	10	5,5
	Μεταπτυχιακό	125	68,3
	Διδακτορικό	7	3,8
Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού	Φυσικών Επιστημών	51	27,9
	Τεχνολογίας	35	19,1
	Μαθηματικών	27	14,8
	Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	70	38,3
Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας	Γυμνάσιο	92	50,3
	Γενικό Λύκειο	41	22,4
	Επαγγελματικό Λύκειο	50	27,3
Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας	έως 10	101	55,2
	6 έως 10	62	33,9
	21 έως 30	17	9,3
	31 και άνω	3	1,6
Α8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM	Ναι	141	77,0
	Όχι	42	23,0



Μεταβλητή	Παρατηρήσεις ερευνητικού πεδίου	Frequency	Percent
Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	Tinkercad	17	9,3
	Scratch	51	27,9
	PhET	35	19,1
	TED-Ed	25	13,7
	Arduino	19	10,4
	LEGO Education	17	9,3
	Roblox	8	4,4
	Kerbal Space Program	7	3,8
	Άλλο	4	2,2

## 5.6 Περιορισμοί της έρευνας

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που δημιουργήθηκε στην παρούσα έρευνα, αλλά ξεπεράστηκε δίχως να δημιουργήσει προβλήματα στην επιστημονική τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων, ήταν η πανδημία του Covid19.

Το μέγεθος δείγματος ανέρχεται στα 183 άτομα. Σίγουρα εάν υπήρχαν διαφορετικές συνθήκες το δείγμα θα γινόταν μεγαλύτερο αλλά στην παρούσα φάση, λόγω έλλειψης χρόνου ήταν αδύνατο να συντελεστεί.



## 6ο. Κεφάλαιο: «Ανάλυση Έρευνας»

### 6.1 Αξιοπιστία των αξόνων του ερωτηματολογίου

Ο συντελεστής Cronbach Alpha είναι το πιο κοινό μέτρο εσωτερικής συνέπειας («αξιοπιστία») για ένα σύνολο μεταβλητών (ερωτήσεις) ενός ερωτηματολογίου. Χρησιμοποιείται πιο συχνά όταν υπάρχουν πολλές ερωτήσεις τύπου Likert (όπως στην περίπτωση μας) σε μια έρευνα/ερωτηματολόγιο που αποτελούν μια κλίμακα και χρειάζεται να προσδιοριστεί εάν η κλίμακα είναι αξιόπιστη.

#### 6.1.1 Cronbach Alpha του Β' άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM

Ο πρώτος σημαντικός πίνακας είναι ο πίνακας 6.1 «Στατιστικά αξιοπιστίας / Reliability Statistics» που παρέχει την πραγματική τιμή για το Cronbach's alpha, όπως φαίνεται παρακάτω. Όσον αφορά τον Β' άξονα: «Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας του STEM/STEAM» καταγράφηκαν τα εξής ευρήματα: η τιμή Cronbach's alpha είναι 0,952, η οποία υποδηλώνει υψηλό επίπεδο εσωτερικής συνέπειας για την παρούσα κλίμακα με αυτό το συγκεκριμένο δείγμα (Πίνακας 6.1).

Πίνακας 6.1: Στατιστικά αξιοπιστίας (Reliability Statistics) του Β' άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM.

Cronbach's Alpha	N of Items
,952	12

Ο πίνακας 6.2 «Στοιχεία -Συνολικά στατιστικά στοιχεία» παρουσιάζει τον «συντελεστή Cronbach's alpha εάν διαγραφεί το στοιχείο» στην τελική στήλη (Cronbach's Alpha if Item Deleted), όπως φαίνεται παρακάτω:



Πίνακας 6.2: Στοιχεία -Συνολικά στατιστικά στοιχεία (Item-Total Statistics) του Β' άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM.

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;	35,7814	93,952	,700	,950
B2. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε έρευνες;	35,8525	92,742	,751	,949
B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;	35,8361	92,193	,814	,947
B4. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα μαθηματικά και την υπολογιστική σκέψη;	35,7213	91,807	,710	,950
B5. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να δημιουργήσετε εξηγήσεις για ένα φαινόμενο ή να σχεδιάσετε λύσεις για ένα πρόβλημα;	35,7158	91,128	,851	,946
B6. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να βρείτε στοιχεία για να επιχειρηματολογήσετε όταν βρίσκετε την καλύτερη λύση σε ένα πρόβλημα;	35,6557	91,941	,812	,947
B7. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αποκτήσετε, να αξιολογήσετε και να επικοινωνήσετε πληροφορίες;	35,5027	92,900	,776	,948



	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;	35,7705	91,573	,827	,947
B9. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έννοιες μαθηματικών, επιστήμης, Τεχνών ή/και τεχνολογίας της καθημερινή σας ζωή;	35,5519	91,040	,776	,948
B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;	35,9399	91,079	,757	,949
B11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;	36,1694	91,438	,699	,951
B12. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε διδακτικές προσεγγίσεις για να αναπτύξετε τις έννοιες STEAM;	35,8033	91,423	,806	,947

Τα πιο αξιόλογα στοιχεία που καταγράφονται στον παραπάνω Πίνακα 6.2 «Στοιχεία - Συνολικά στατιστικά στοιχεία του Β' άξονα: «Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM» είναι τα εξής:

- Η 3<sup>η</sup> στήλη: «Διορθωμένο αντικείμενο - Συνολικός συσχετισμός (Corrected Item-Total Correlation)» του Πίνακα 6.2, συγκαταλέγει τη συσχέτιση των ερωτήσεων / μεταβλητών που συνθέτουν τον Β' άξονα του ερωτηματολογίου σε σχέση με το συνολικό άθροισμα των





υπολοίπων προτάσεων / μεταβλητών. Η συσχέτιση μετρήθηκε με τον δείκτη γραμμικής συσχέτισης  $r$  του Pearson. Οι τιμές του δείκτη συσχέτισης Pearson κυμαίνονται από  $r = 0,699$  (ερώτηση: B11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;)» μέχρι  $r = 0,851$  (ερώτηση: B5. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να δημιουργήσετε εξηγήσεις για ένα φαινόμενο ή να σχεδιάσετε λύσεις για ένα πρόβλημα;). Όλες οι τιμές των ερωτήσεων / μεταβλητών που συνθέτουν τον Β' άξονα του ερωτηματολογίου είναι μεγαλύτερες από την τιμή  $r = 0,3$  (Σαμαντά & Χαλικιάς, 2016) η οποία συνθέτει το όριο που καθορίζεται στατιστικά, ως ακολούθως υφίσταται περαιτέρω θετική βεβαίωση ότι η εσωτερική συνοχή του Β' άξονα του ερωτηματολογίου είναι πολύ υψηλή.

- Στην 4<sup>η</sup> στήλη «τιμή του Cronbach Alpha αν διαγραφεί το στοιχείο (Cronbach's Alpha if Item deleted)» του Πίνακα 6.2 καταγράφεται, για κάθε ερώτηση / μεταβλητή, η τιμή του συντελεστή Cronbach Alpha εάν διαγραφεί η υποκείμενη ερώτηση. Με τη διαγραφή της υποκείμενης ερώτησης επίκειται να οδηγηθεί ο εν λόγω συντελεστής σε αξιοσημείωτη αύξηση της τιμής του, δηλαδή του δείκτη αξιοπιστίας, συνεπώς η εν λόγω μεταβλητή / ερώτηση πιθανώς να διαγραφόταν, εκτός αν υπάρχουν ερευνητικοί λόγοι για τη διατήρησή της. Στην περίπτωσή μας ο συντελεστής Cronbach Alpha έχει τιμή: 0,952 και δεν υπάρχει κανένα ενδεχόμενο η τιμή του δείκτη αξιοπιστίας να αυξηθεί, ως ακολούθως όλες οι ερωτήσεις / μεταβλητές του Β' άξονα παραμένουν στην κλίμακα / ερωτηματολόγιο.

Τέλος, από τον παρακάτω Πίνακα 6.3 υπολογίζεται η μέση τιμή (Mean), η διακύμανση (Variance) και η τυπική απόκλιση (Std. Deviation) στο σύνολο των ερωτήσεων του Β' άξονα: «Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM». Για τον υπολογισμό της μέσης τιμής πράττονται τα εξής:  $39,0273 / 12 = 3,25$  από το αποτέλεσμα διακρίνεται ότι ο βαθμός αξιολόγησης της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM των εκπαιδευτικών του δείγματος τείνει στην επιλογή: «3. Μέτρια».

Πίνακας 6.3: Στατιστικά Κλίμακα (Scale Statistics) του Β' άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM.

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
39,0273	108,939	10,43738	12



### 6.1.2 Cronbach Alpha του Γ' άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM

Ο πρώτος σημαντικός πίνακας είναι ο πίνακας 6.4 «Στατιστικά αξιοπιστίας / Reliability Statistics» που παρέχει την πραγματική τιμή για το Cronbach's alpha, όπως φαίνεται παρακάτω. Όσον αφορά τον Γ' άξονα: «Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM», καταγράφηκαν τα εξής ευρήματα: η τιμή Cronbach's alpha είναι 0,950, η οποία υποδηλώνει υψηλό επίπεδο εσωτερικής συνέπειας για την παρούσα κλίμακα με αυτό το συγκεκριμένο δείγμα (Πίνακας 6.4).

Πίνακας 6.4: Στατιστικά αξιοπιστίας (Reliability Statistics) του Γ' άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM.

Cronbach's Alpha	N of Items
,950	12

Ο πίνακας 6.5 «Στοιχείο -Συνολικά στατιστικά στοιχεία / (Item-Total Statistics)» παρουσιάζει τον «συντελεστή Cronbach's alpha εάν διαγραφεί το στοιχείο» στην τελική στήλη (Cronbach's Alpha if Item Deleted), όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 6.5: Στοιχείο -Συνολικά στατιστικά στοιχεία (Item-Total Statistics) του Γ' άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM.

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Γ1. Είμαι εξοικειωμένος με όλη τη δομή και τις κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου	37,7650	90,346	,736	,947
Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM	37,4044	90,319	,789	,945



	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Γ3. Χρησιμοποιώ μια ποικιλία διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αυξήσω την εμπιστοσύνη των μαθητών να εκτελούν STEAM	37,6066	88,965	,802	,945
Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο	37,1803	90,621	,786	,945
Γ5. Μπορώ να προσαρμόσω τη διδασκαλία μου με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές / έφηβοι.	36,9344	91,644	,779	,946
Γ6. Ξέρω πώς να επιλέγω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγούν τη μάθηση και τη σκέψη των μαθητών	37,0765	91,807	,774	,946
Γ7. Μπορώ να προσαρμόσω το στυλ διδασκαλίας μου σε διαφορετικούς μαθητές	36,9290	92,671	,737	,947



	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Γ8. Είμαι εξοικειωμένος με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκω	37,5574	88,852	,783	,946
Γ9. Ξέρω πώς να οργανώνω και να διατηρώ τη διαχείριση της τάξης	36,9672	93,362	,714	,948
Γ10. Οι διδακτικές μου προσεγγίσεις κάνουν τους εφήβους / μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος	36,9891	92,846	,781	,946
Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM	37,4317	90,214	,792	,945
Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM	37,4918	90,515	,714	,948

Τα πιο αξιόλογα στοιχεία που καταγράφονται στον παραπάνω Πίνακα 6.6 «Στοιχεία -  
Συνολικά στατιστικά στοιχεία του Γ' άξονα: «Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM» είναι  
τα εξής:



- Η 3<sup>η</sup> στήλη: «Διορθωμένο αντικείμενο - Συνολικός συσχετισμός (Corrected Item-Total Correlation)» του Πίνακα 6.5, συγκαταλέγει τη συσχέτιση των ερωτήσεων / μεταβλητών που συνθέτουν τον Γ' άξονα του ερωτηματολογίου σε σχέση με το συνολικό άθροισμα των υπολοίπων προτάσεων / μεταβλητών. Η συσχέτιση μετρήθηκε με τον δείκτη γραμμικής συσχέτισης  $r$  του Pearson. Οι τιμές του δείκτη συσχέτισης Pearson κυμαίνονται από  $r = 0,714$  (ερώτηση: Γ12. «Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM» μέχρι  $r = 0,802$  (ερώτηση: Γ3. «Χρησιμοποιώ μια ποικιλία διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αυξήσω την εμπιστοσύνη των μαθητών να εκτελούν STEAM»). Όλες οι τιμές των ερωτήσεων / μεταβλητών που συνθέτουν τον Γ' άξονα του ερωτηματολογίου είναι μεγαλύτερες από την τιμή  $r = 0,3$  (Σαμαντά & Χαλικιάς, 2016) η οποία συνθέτει το όριο που καθορίζεται στατιστικά, ως ακολούθως υφίσταται περαιτέρω θετική βεβαίωση ότι η εσωτερική συνοχή του Γ' άξονα του ερωτηματολογίου είναι πολύ υψηλή.
- Στην 4<sup>η</sup> στήλη «τιμή του Cronbach Alpha αν διαγραφεί το στοιχείο (Cronbach's Alpha if Item deleted)» του Πίνακα 6.5 καταγράφεται, για κάθε ερώτηση / μεταβλητή, η τιμή του συντελεστή Cronbach Alpha εάν διαγραφεί η υποκείμενη ερώτηση. Με τη διαγραφή της υποκείμενης ερώτησης επίκειται να οδηγηθεί ο εν λόγω συντελεστής σε αξιοσημείωτη αύξηση της τιμής του, δηλαδή του δείκτη αξιοπιστίας, συνεπώς η εν λόγω μεταβλητή / ερώτηση πιθανώς να διαγραφόταν, εκτός αν υπάρχουν ερευνητικοί λόγοι για τη διατήρησή της. Στην περίπτωσή μας ο συντελεστής Cronbach Alpha έχει τιμή: 0,950 και δεν υπάρχει κανένα ενδεχόμενο η τιμή του δείκτη αξιοπιστίας να αυξηθεί, ως ακολούθως όλες οι ερωτήσεις / μεταβλητές του Γ' άξονα παραμένουν στην κλίμακα / ερωτηματολόγιο.

Τέλος, από τον παρακάτω Πίνακα 6.6 υπολογίζεται η μέση τιμή (Mean), η διακύμανση (Variance) και η τυπική απόκλιση (Std. Deviation) στο σύνολο των ερωτήσεων του Γ' άξονα: «Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM». Για τον υπολογισμό της μέσης τιμής πράττονται τα εξής:  $40,6667 / 12 = 3,388$  από το αποτέλεσμα διακρίνεται ότι ο βαθμός υιοθέτησης στρατηγικών διδασκαλίας STEM/STEAM των εκπαιδευτικών του δείγματος κυμαίνεται ανάμεσα στις επιλογές: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ».

Πίνακας 6.6: Στατιστικά Κλίμακα (Scale Statistics ) του Γ' άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM.

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
40,6667	107,828	10,38402	12



## 6.2 Ανάλυση συχνοτήτων των αξόνων του ερωτηματολογίου

### 6.2.1 Ανάλυση συχνοτήτων του Β' άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM

Από τον παρακάτω πίνακα 6.7 ο οποίος περιέχει τα στατιστικά στοιχεία (Item Statistics) του Β' άξονα: «Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM» και τους αντίστοιχους πίνακες και διαγράμματα για κάθε μεταβλητή / ερώτηση, θα πραγματοποιηθεί ανάλυση συχνοτήτων, ποσοστών για κάθε μία μεταβλητή χωριστά.

Πίνακας 6.7: Στατιστικά στοιχεία (Item Statistics) του Β' άξονα: Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM.

	Mean	Std. Deviation	N
B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;	3,2459	1,02693	183
B2. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε έρευνες;	3,1749	1,04409	183
B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;	3,1913	1,00632	183
B4. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα μαθηματικά και την υπολογιστική σκέψη;	3,3060	1,15992	183
B5. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να δημιουργήσετε εξηγήσεις για ένα φαινόμενο ή να σχεδιάσετε λύσεις για ένα πρόβλημα;	3,3115	1,03043	183
B6. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να βρείτε στοιχεία για να επιχειρηματολογήσετε όταν βρίσκετε την καλύτερη λύση σε ένα πρόβλημα;	3,3716	1,02371	183
B7. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αποκτήσετε, να αξιολογήσετε και να επικοινωνήσετε πληροφορίες;	3,5246	1,00449	183
B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;	3,2568	1,02959	183





	Mean	Std. Deviation	N
B9. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έννοιες μαθηματικών, επιστήμης, Τεχνών ή/και τεχνολογίας της καθημερινή σας ζωή;	3,4754	1,12328	183
B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;	3,0874	1,14499	183
B11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;	2,8579	1,20052	183
B12. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε διδακτικές προσεγγίσεις για να αναπτύξετε τις έννοιες STEAM;	3,2240	1,06341	183

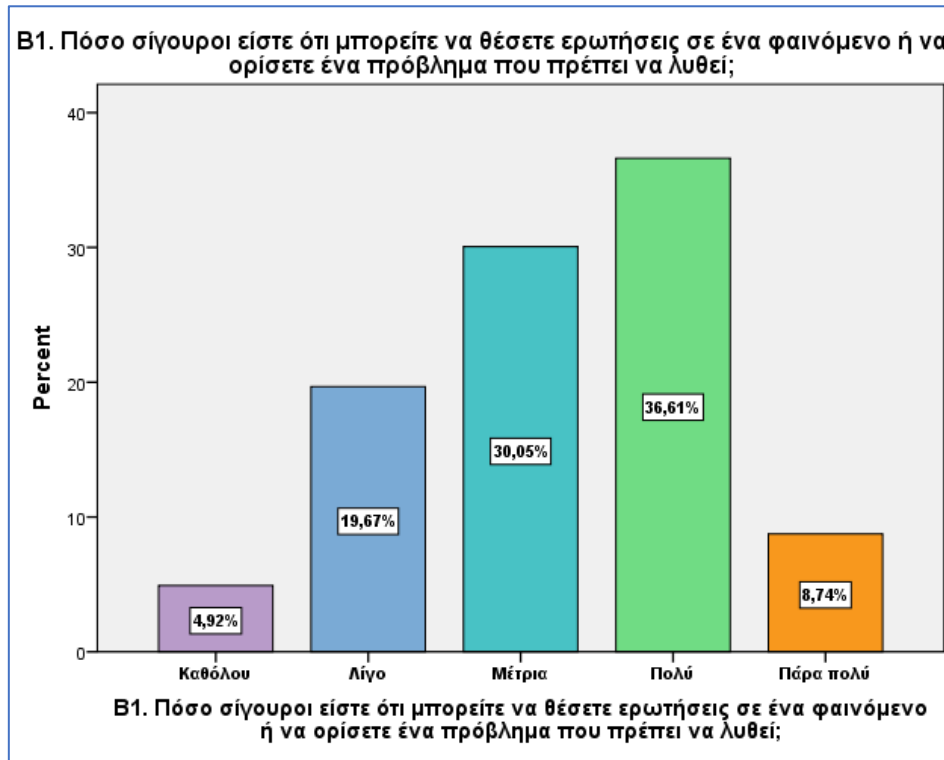
Στον παρακάτω πίνακα 6.8, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.1 και τον πίνακα 6.7 καταγράφονται τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;». Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 9 άτομα (4,9%) δήλωσαν «Καθόλου», 36 άτομα (19,7%) δήλωσαν «Λίγο», 55 άτομα (30,1%) δήλωσαν «Μέτρια», 67 άτομα (36,6%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 16 (8,7%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπλέον η μέση τιμή / Mean είναι: 3,246 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,027.

Πίνακας 6.8: B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;

<b>B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	9	4,9	4,9
Λίγο	36	19,7	24,6
Μέτρια	55	30,1	54,6
Πολύ	67	36,6	91,3
Πάρα πολύ	16	8,7	100,0

Total	183	100,0	
-------	-----	-------	--



Διάγραμμα 6.1: B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B2. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε έρευνες;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.9, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.2 και τον πίνακα 6.7. Διακρίνεται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 10 άτομα (5,5%) δήλωσαν «Καθόλου», 39 άτομα (21,3%) δήλωσαν «Λίγο», 60 άτομα (32,8%) δήλωσαν «Μέτρια», 57 άτομα (31,1%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 17 (9,3%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

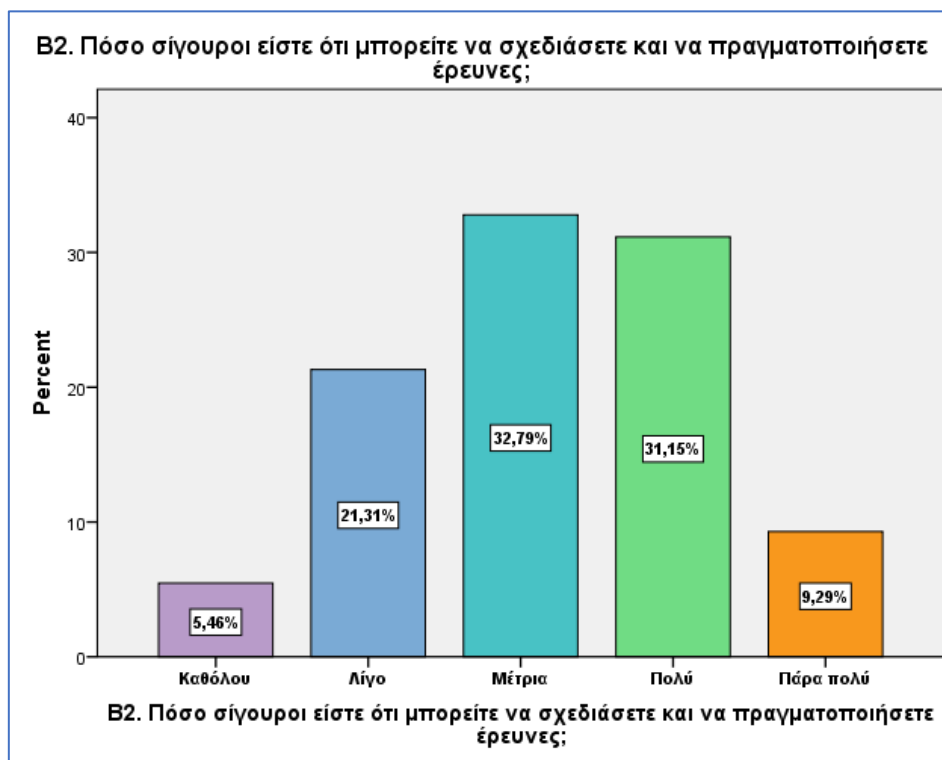
Επιπλέον η μέση τιμή / Mean είναι: 3,175 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,044.

Πίνακας 6.9: B2. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε έρευνες;

<b>B2. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε έρευνες;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent



Καθόλου	10	5,5	5,5
Λίγο	39	21,3	26,8
Μέτρια	60	32,8	59,6
Πολύ	57	31,1	90,7
Πάρα πολύ	17	9,3	100,0
Total	183	100,0	



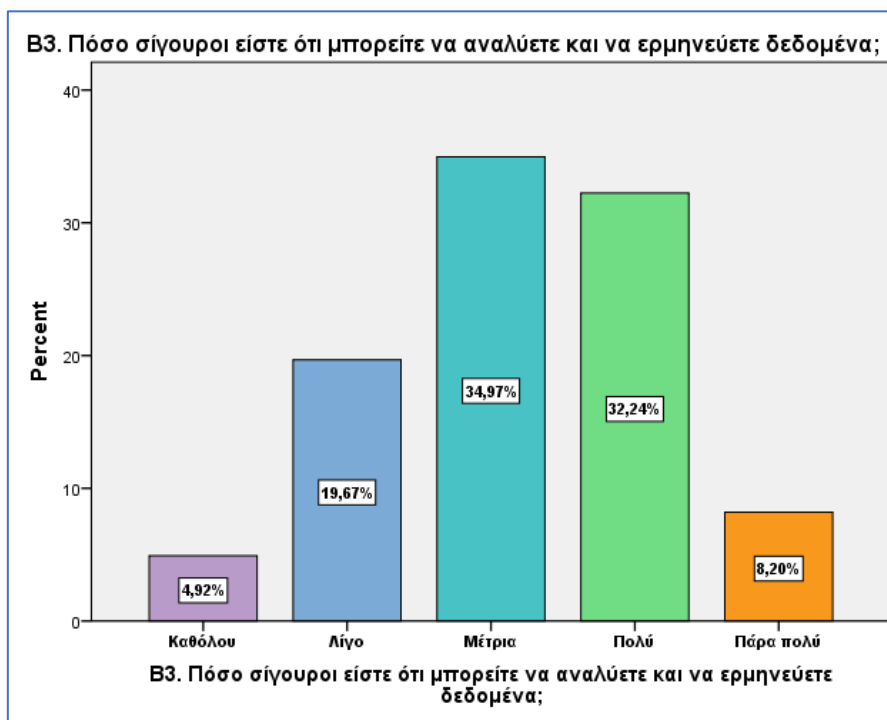
Διάγραμμα 6.2: B2. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε έρευνες;

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.10, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.3 και τον πίνακα 6.7. Διακρίνεται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 9 άτομα (4,9%) δήλωσαν «Καθόλου», 36 άτομα (19,7%) δήλωσαν «Λίγο», 64 άτομα (35,0%) δήλωσαν «Μέτρια», 59 άτομα (32,2%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 15 (8,2%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπλέον η μέση τιμή / Mean είναι: 3,191 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,006.

Πίνακας 6.10: B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;

<b>B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	9	4,9	4,9
Λίγο	36	19,7	24,6
Μέτρια	64	35,0	59,6
Πολύ	59	32,2	91,8
Πάρα πολύ	15	8,2	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.3: B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;

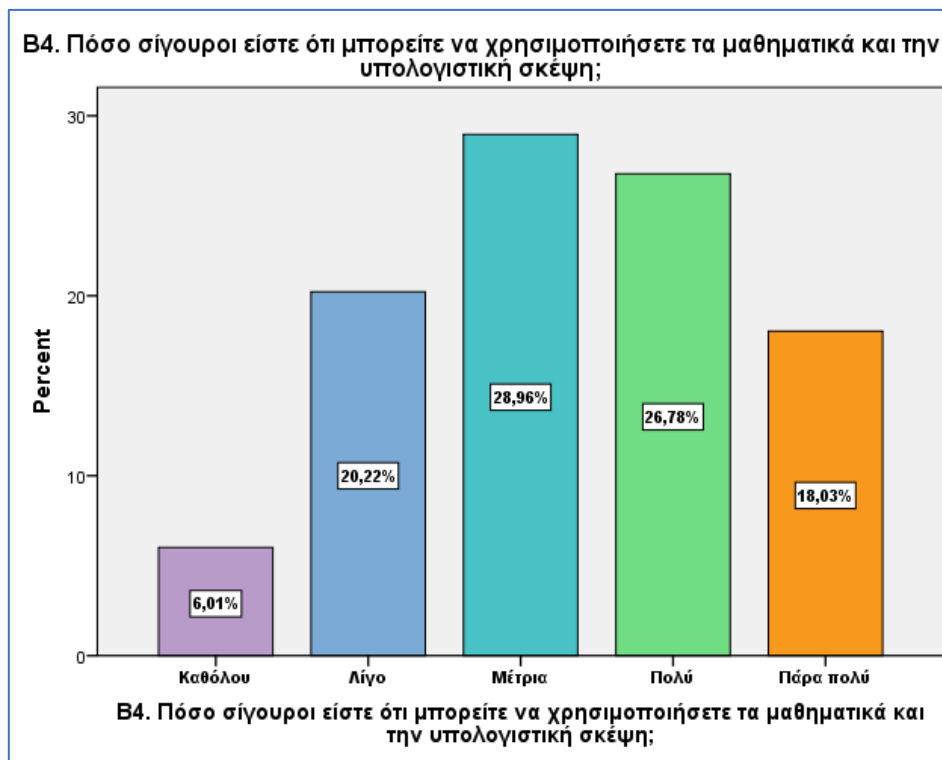
Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B4. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα μαθηματικά και την υπολογιστική σκέψη;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.11, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.4 και τον πίνακα 6.7. Διακρίνεται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 11 άτομα (6,0%) δήλωσαν «Καθόλου», 37 άτομα (20,2%) δήλωσαν «Λίγο», 53 άτομα (29,0%) δήλωσαν «Μέτρια», 49 άτομα (28,8%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 33 (18,0%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».



Επίσης η μέση τιμή / Mean είναι: 3,306 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,159.

Πίνακας 6.11: B4. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα μαθηματικά και την υπολογιστική σκέψη;

<b>B4. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα μαθηματικά και την υπολογιστική σκέψη;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	11	6,0	6,0
Λίγο	37	20,2	26,2
Μέτρια	53	29,0	55,2
Πολύ	49	26,8	82,0
Πάρα πολύ	33	18,0	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.4: B4. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα μαθηματικά και την υπολογιστική σκέψη;

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B5. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να δημιουργήσετε εξηγήσεις για ένα φαινόμενο ή να σχεδιάσετε



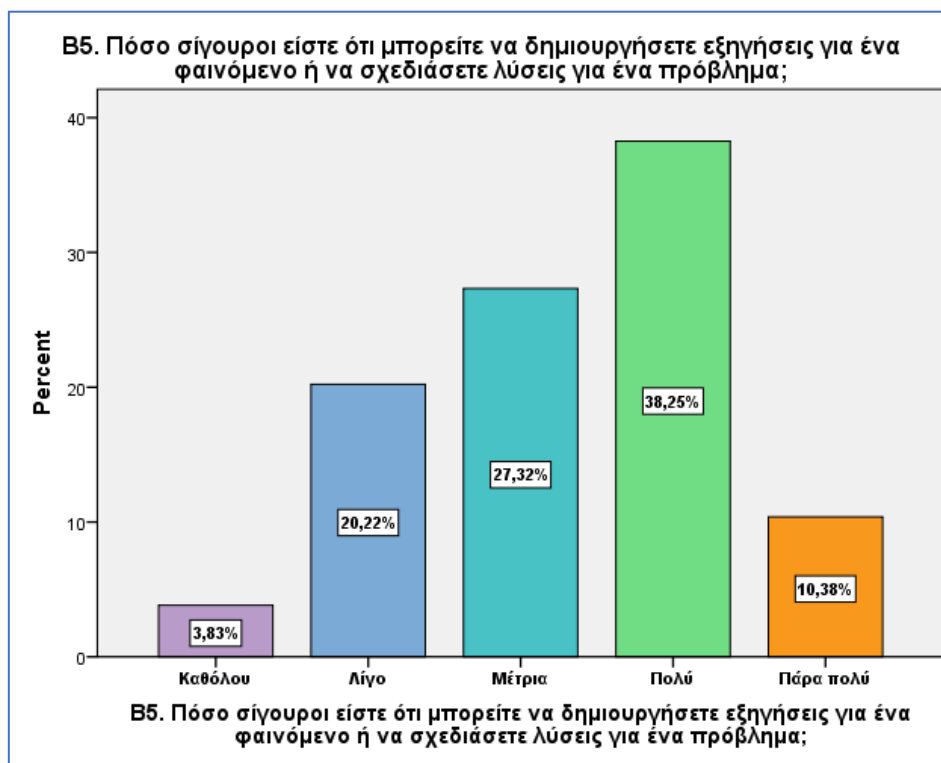
λύσεις για ένα πρόβλημα;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.12, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.5 και τον πίνακα 6.7. Διακρίνεται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 7 άτομα (3,8%) δήλωσαν «Καθόλου», 37 άτομα (20,2%) δήλωσαν «Λίγο», 50 άτομα (27,3%) δήλωσαν «Μέτρια», 70 άτομα (38,3%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 19 (10,4%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,315 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,030.

Πίνακας 6.12: B5. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να δημιουργήσετε εξηγήσεις για ένα φαινόμενο ή να σχεδιάσετε λύσεις για ένα πρόβλημα;

<b>B5. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να δημιουργήσετε εξηγήσεις για ένα φαινόμενο ή να σχεδιάσετε λύσεις για ένα πρόβλημα;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	7	3,8	3,8
Λίγο	37	20,2	24,0
Μέτρια	50	27,3	51,4
Πολύ	70	38,3	89,6
Πάρα πολύ	19	10,4	100,0
Total	183	100,0	





Διάγραμμα 6.5: B5. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να δημιουργήσετε εξηγήσεις για ένα φαινόμενο ή να σχεδιάσετε λύσεις για ένα πρόβλημα;

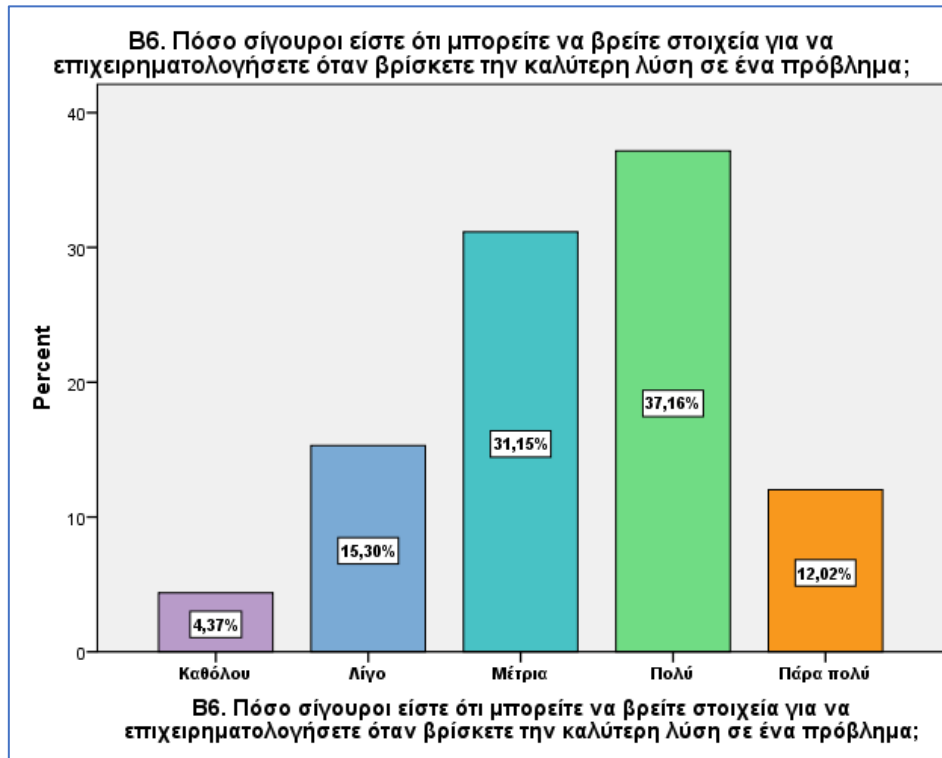
Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B6. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να βρείτε στοιχεία για να επιχειρηματολογήσετε όταν βρίσκετε την καλύτερη λύση σε ένα πρόβλημα;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.13, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.6 και τον πίνακα 6.7. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 8 άτομα (4,4%) δήλωσαν «Καθόλου», 28 άτομα (15,3%) δήλωσαν «Λίγο», 57 άτομα (31,1%) δήλωσαν «Μέτρια», 68 άτομα (37,2%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 22 (12,0%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,372 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,023.

Πίνακας 6.13: B6. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να βρείτε στοιχεία για να επιχειρηματολογήσετε όταν βρίσκετε την καλύτερη λύση σε ένα πρόβλημα;

<b>B6. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να βρείτε στοιχεία για να επιχειρηματολογήσετε όταν βρίσκετε την καλύτερη λύση σε ένα πρόβλημα;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent

Καθόλου	8	4,4	4,4
Λίγο	28	15,3	19,7
Μέτρια	57	31,1	50,8
Πολύ	68	37,2	88,0
Πάρα πολύ	22	12,0	100,0
Total	183	100,0	



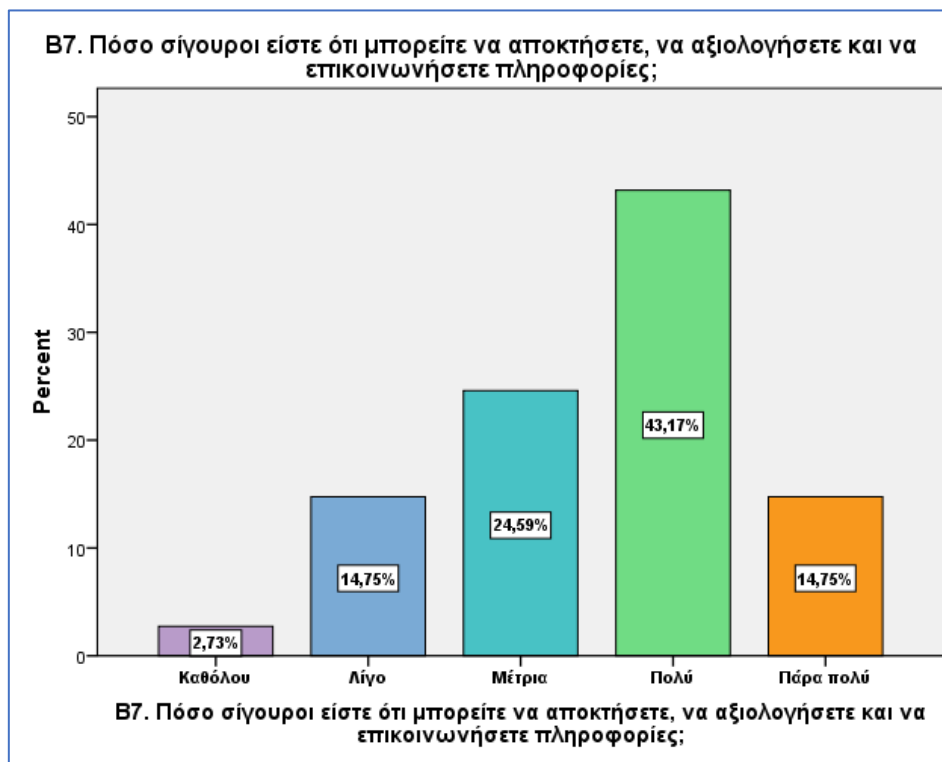
Διάγραμμα 6.6: B6. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να βρείτε στοιχεία για να επιχειρηματολογήσετε όταν βρίσκετε την καλύτερη λύση σε ένα πρόβλημα;

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B7. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αποκτήσετε, να αξιολογήσετε και να επικοινωνήσετε πληροφορίες;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.14, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.7 και τον πίνακα 6.7. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 5 άτομα (2,7%) δήλωσαν «Καθόλου», 27 άτομα (14,8%) δήλωσαν «Λίγο», 45 άτομα (24,6%) δήλωσαν «Μέτρια», 79 άτομα (43,2%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 27 (14,8%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,525 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,004.

Πίνακας 6.14: B7. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αποκτήσετε, να αξιολογήσετε και να επικοινωνήσετε πληροφορίες;

<b>B7. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αποκτήσετε, να αξιολογήσετε και να επικοινωνήσετε πληροφορίες;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	5	2,7	2,7
Λίγο	27	14,8	17,5
Μέτρια	45	24,6	42,1
Πολύ	79	43,2	85,2
Πάρα πολύ	27	14,8	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.7: B7. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αποκτήσετε, να αξιολογήσετε και να επικοινωνήσετε πληροφορίες;

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.15, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.8 και τον πίνακα 6.7. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 8 άτομα (4,4%) δήλωσαν «Καθόλου», 34 άτομα (18,6%) δήλωσαν «Λίγο», 65

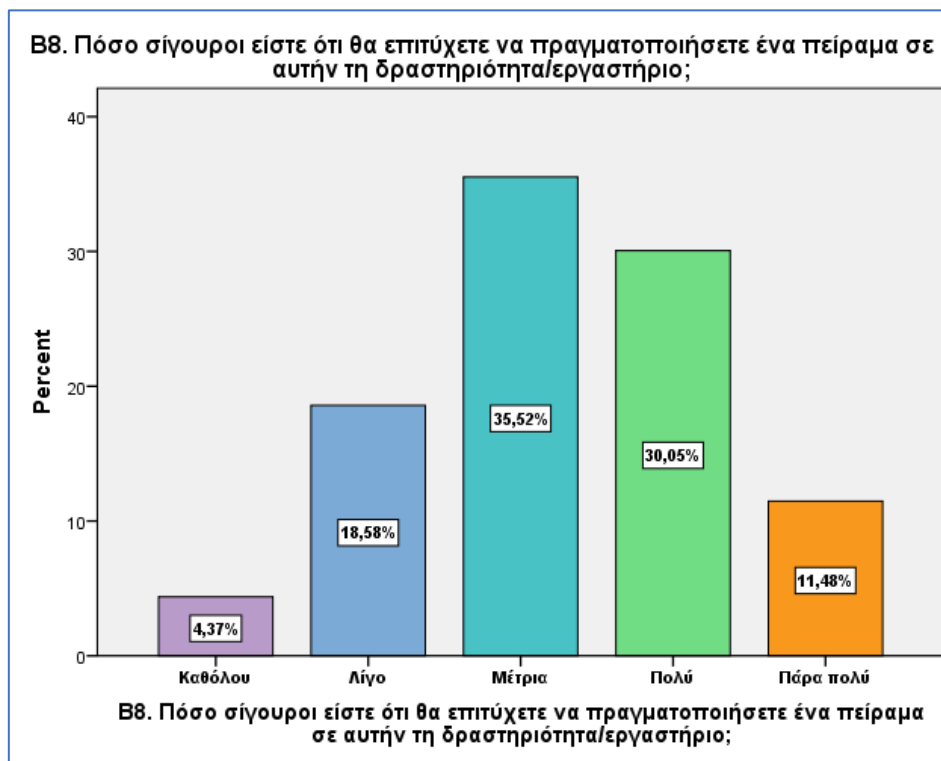


άτομα (35,5%) δήλωσαν «Μέτρια», 55 άτομα (30,1%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 21 (11,5%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,257 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,029.

Πίνακας 6.15: B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;

<b>B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	8	4,4	4,4
Λίγο	34	18,6	23,0
Μέτρια	65	35,5	58,5
Πολύ	55	30,1	88,5
Πάρα πολύ	21	11,5	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.8: B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;

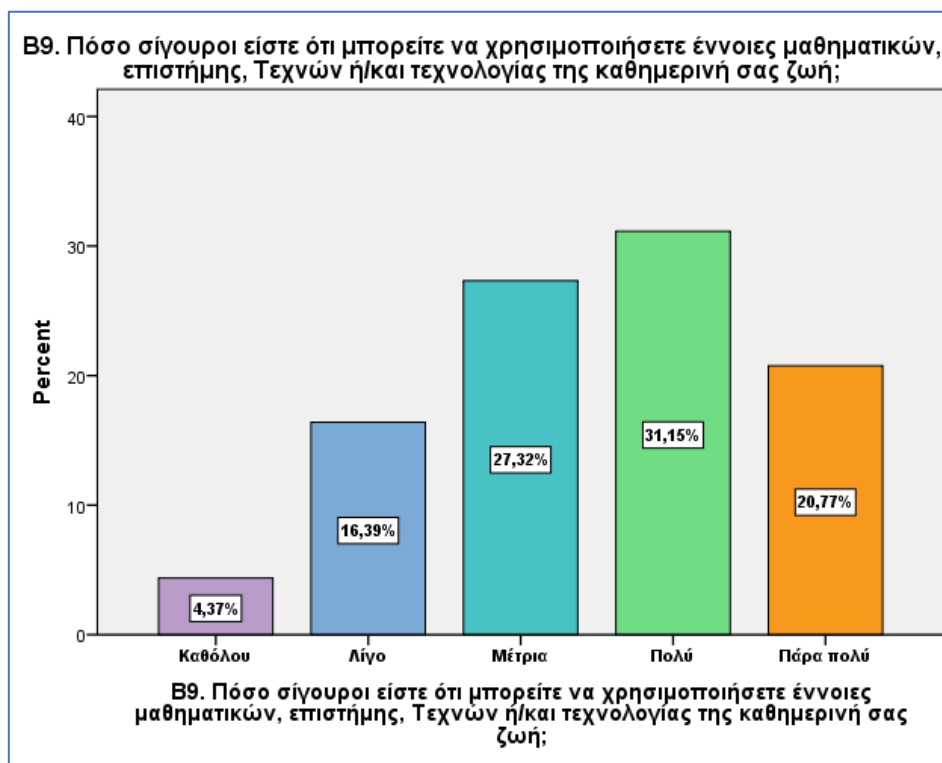


Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B9. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έννοιες μαθηματικών, επιστήμης, Τεχνών ή/και τεχνολογίας της καθημερινής σας ζωής;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.16, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.9 και τον πίνακα 6.7. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 8 άτομα (4,4%) δήλωσαν «Καθόλου», 30 άτομα (16,4%) δήλωσαν «Λίγο», 50 άτομα (27,3%) δήλωσαν «Μέτρια», 57 άτομα (31,1%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 38 (20,8%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,475 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,123.

Πίνακας 6.16: B9. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έννοιες μαθηματικών, επιστήμης, Τεχνών ή/και τεχνολογίας της καθημερινής σας ζωής;

<b>B9. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έννοιες μαθηματικών, επιστήμης, Τεχνών ή/και τεχνολογίας της καθημερινής σας ζωής;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	8	4,4	4,4
Λίγο	30	16,4	20,8
Μέτρια	50	27,3	48,1
Πολύ	57	31,1	79,2
Πάρα πολύ	38	20,8	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.9: B9. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έννοιες μαθηματικών, επιστήμης, Τεχνών ή/και τεχνολογίας της καθημερινής σας ζωής;

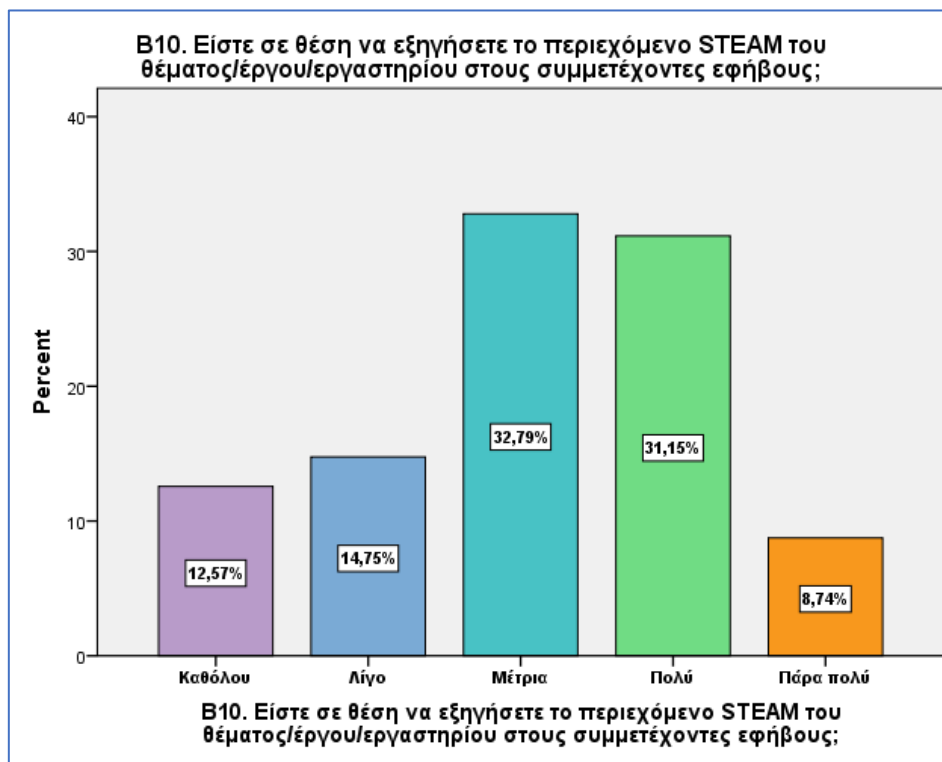
Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.17, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.10 και τον πίνακα 6.7. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 23 άτομα (12,6%) δήλωσαν «Καθόλου», 27 άτομα (14,8%) δήλωσαν «Λίγο», 60 άτομα (32,8%) δήλωσαν «Μέτρια», 57 άτομα (31,1%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 16 (8,7%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,087 και τείνει στην επιλογή: «3. Μέτρια» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,144.

Πίνακας 6.17: B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;



<b>B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	23	12,6	12,6
Λίγο	27	14,8	27,3
Μέτρια	60	32,8	60,1
Πολύ	57	31,1	91,3
Πάρα πολύ	16	8,7	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.10: B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.18, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.11 και τον πίνακα 6.7. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 31 άτομα (16,9%) δήλωσαν «Καθόλου», 39 άτομα (21,3%) δήλωσαν «Λίγο», 52

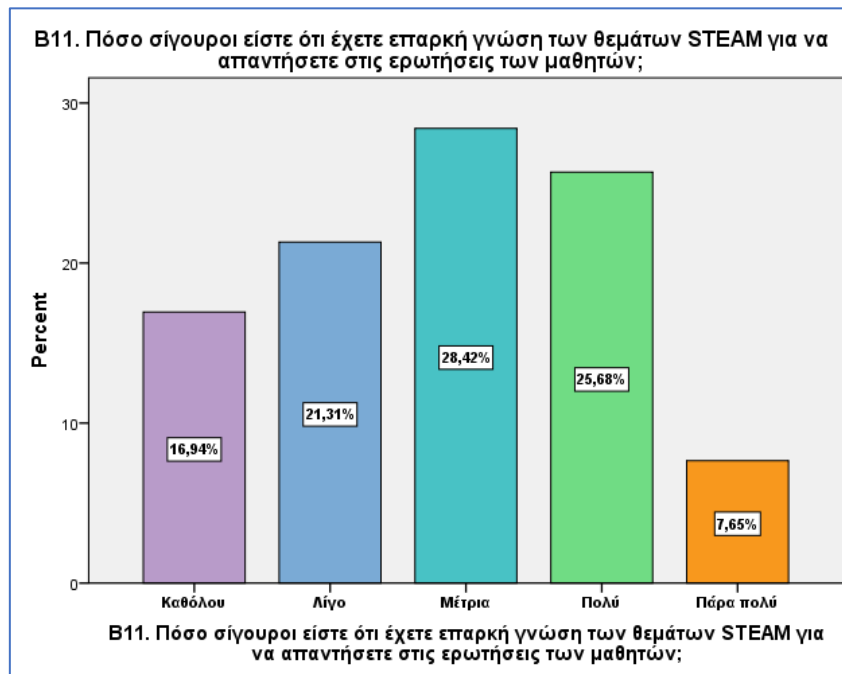


άτομα (28,4%) δήλωσαν «Μέτρια», 47 άτομα (25,7%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 14 (7,7%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 2,858 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «2. Λίγο» και «3. Μέτρια» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,200.

Πίνακας 6.18: B11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;

<b>B11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	31	16,9	16,9
Λίγο	39	21,3	38,3
Μέτρια	52	28,4	66,7
Πολύ	47	25,7	92,3
Πάρα πολύ	14	7,7	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.11: B11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;

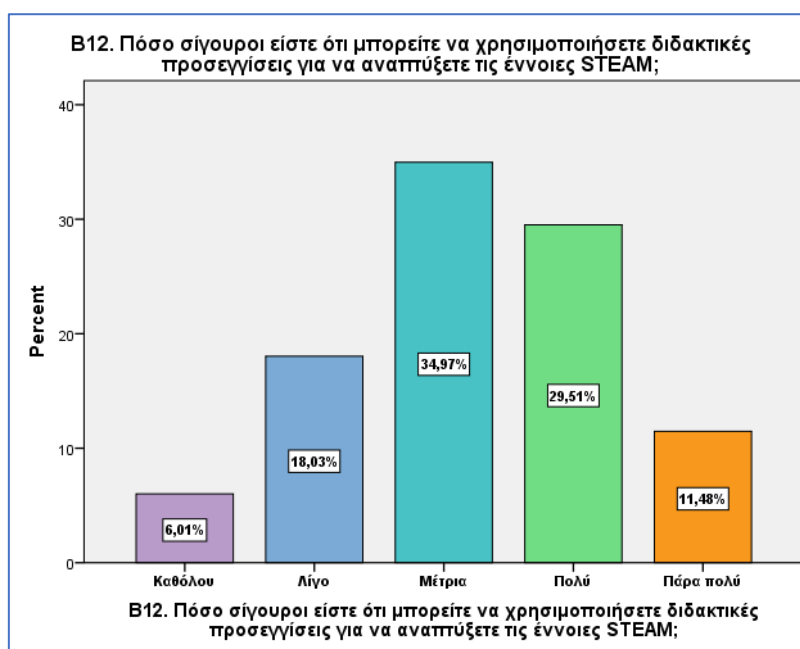


Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την ερώτηση: «B12. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε διδακτικές προσεγγίσεις για να αναπτύξετε τις έννοιες STEAM;» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.19, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.12 και τον πίνακα 6.7. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 11 άτομα (6,0%) δήλωσαν «Καθόλου», 33 άτομα (18,0%) δήλωσαν «Λίγο», 64 άτομα (35,0%) δήλωσαν «Μέτρια», 54 άτομα (29,5%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 21 (11,5%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,224 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,063.

Πίνακας 6.19: B12. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε διδακτικές προσεγγίσεις για να αναπτύξετε τις έννοιες STEAM;

<b>B12. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε διδακτικές προσεγγίσεις για να αναπτύξετε τις έννοιες STEAM;</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	11	6,0	6,0
Λίγο	33	18,0	24,0
Μέτρια	64	35,0	59,0
Πολύ	54	29,5	88,5
Πάρα πολύ	21	11,5	100,0
Total	183	100,0	





Διάγραμμα 6.12: B12. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε διδακτικές προσεγγίσεις για να αναπτύξετε τις έννοιες STEM;

## 6.2.2 Ανάλυση συχνοτήτων του Γ' άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM

Από τον παρακάτω πίνακα 6.20 ο οποίος περιέχει τα στατιστικά στοιχεία (Item Statistics) του Γ' άξονα: «Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM» και τους αντίστοιχους πίνακες και διαγράμματα για κάθε μεταβλητή / ερώτηση, θα πραγματοποιηθεί ανάλυση συχνοτήτων, ποσοστών για κάθε μία μεταβλητή χωριστά.

Πίνακας 6.20: Στατιστικά στοιχεία (Item Statistics) του Γ' άξονα: Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM.

	Mean	Std. Deviation	N
Γ1. Είμαι εξοικειωμένος με όλη τη δομή και τις κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου	2,9016	1,15366	183
Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM	3,2623	1,08792	183
Γ3. Χρησιμοποιώ μια ποικιλία διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αυξήσω την εμπιστοσύνη των μαθητών να εκτελούν STEAM	3,0601	1,15867	183
Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο	3,4863	1,07345	183
Γ5. Μπορώ να προσαρμόσω τη διδασκαλία μου με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές / έφηβοι.	3,7322	1,01602	183
Γ6. Ξέρω πώς να επιλέγω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγούν τη μάθηση και τη σκέψη των μαθητών	3,5902	1,01164	183
Γ7. Μπορώ να προσαρμόσω το στυλ διδασκαλίας μου σε διαφορετικούς μαθητές	3,7377	,99838	183
Γ8. Είμαι εξοικειωμένος με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκω	3,1093	1,19019	183
Γ9. Ξέρω πώς να οργανώνω και να διατηρώ τη διαχείριση της τάξης	3,6995	,97909	183
Γ10. Οι διδακτικές μου προσεγγίσεις κάνουν τους εφήβους / μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος	3,6776	,93755	183



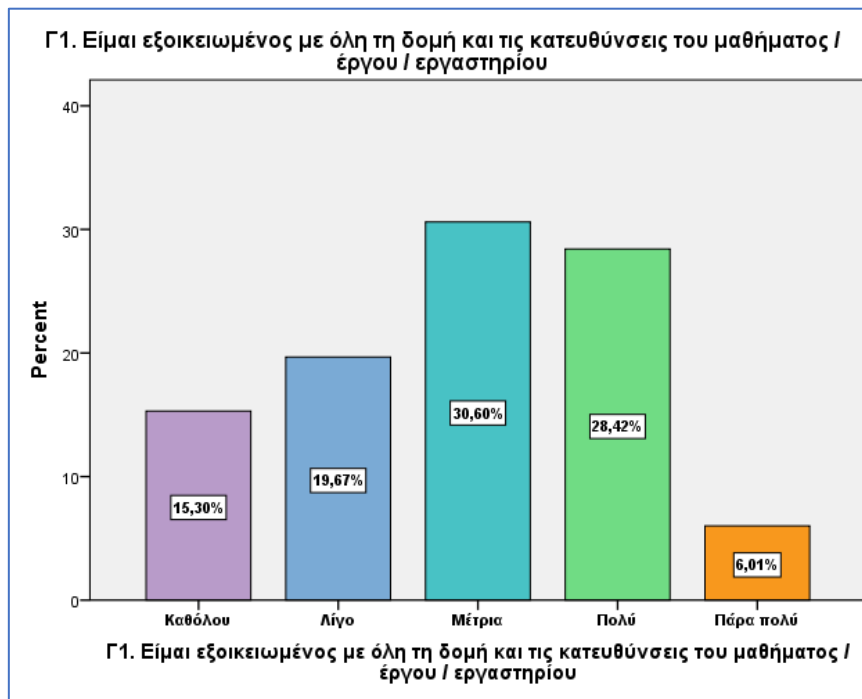
	Mean	Std. Deviation	N
Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM	3,2350	1,09167	183
Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM	3,1749	1,17297	183

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ1. Είμαι εξοικειωμένος με όλη τη δομή και τις κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.21, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.13 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 28 άτομα (15,3%) δήλωσαν «Καθόλου», 36 άτομα (19,7%) δήλωσαν «Λίγο», 56 άτομα (30,6%) δήλωσαν «Μέτρια», 52 άτομα (28,4%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 11 (6,0%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 2,901 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «2. Λίγο» και «3. Μέτρια» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,153.

Πίνακας 6.21: Γ1. Είμαι εξοικειωμένος με όλη τη δομή και τις κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου.

<b>Γ1. Είμαι εξοικειωμένος με όλη τη δομή και τις κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	28	15,3	15,3
Λίγο	36	19,7	35,0
Μέτρια	56	30,6	65,6
Πολύ	52	28,4	94,0
Πάρα πολύ	11	6,0	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.13: Γ1. Είμαι εξοικειωμένος με όλη τη δομή και τις κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου.

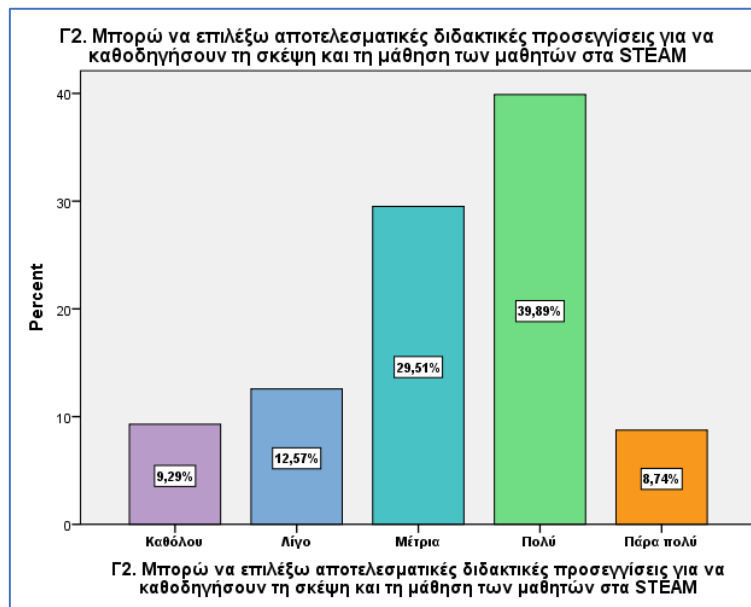
Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.22, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.14 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 17 άτομα (9,3%) δήλωσαν «Καθόλου», 23 άτομα (12,6%) δήλωσαν «Λίγο», 54 άτομα (29,5%) δήλωσαν «Μέτρια», 73 άτομα (39,9%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 16 (8,7%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,263 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,087.

Πίνακας 6.22: Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM.



<b>Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	17	9,3	9,3
Λίγο	23	12,6	21,9
Μέτρια	54	29,5	51,4
Πολύ	73	39,9	91,3
Πάρα πολύ	16	8,7	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.14: Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM.

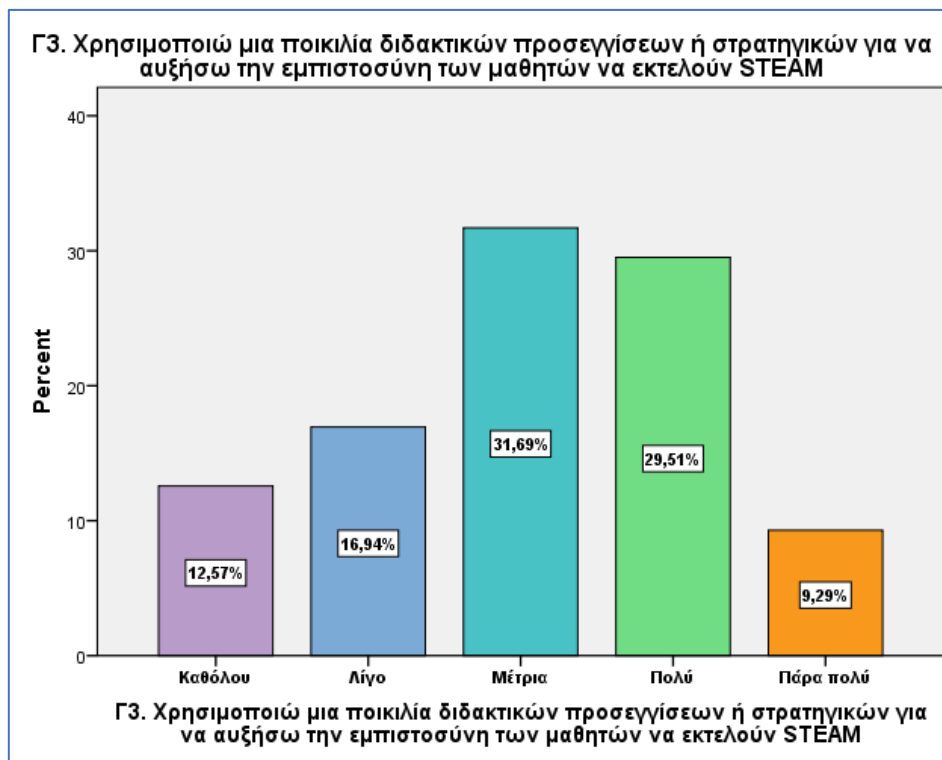
Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ3. Χρησιμοποιώ μια ποικιλία διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αυξήσω την εμπιστοσύνη των μαθητών να εκτελούν STEAM» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.23, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.15 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 23 άτομα (12,6%) δήλωσαν «Καθόλου», 31 άτομα (16,9%) δήλωσαν «Λίγο», 58 άτομα (31,7%) δήλωσαν «Μέτρια», 54 άτομα (29,5%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 17 (9,3%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».



Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,061 και τείνει στην επιλογή: «3. Μέτρια» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,158.

Πίνακας 6.23: Γ3. Χρησιμοποίη μια ποικιλία διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αυξήσω την εμπιστοσύνη των μαθητών να εκτελούν STEAM.

<b>Γ3. Χρησιμοποίη μια ποικιλία διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αυξήσω την εμπιστοσύνη των μαθητών να εκτελούν STEAM</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	23	12,6	12,6
Λίγο	31	16,9	29,5
Μέτρια	58	31,7	61,2
Πολύ	54	29,5	90,7
Πάρα πολύ	17	9,3	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.15: Γ3. Χρησιμοποίη μια ποικιλία διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αυξήσω την εμπιστοσύνη των μαθητών να εκτελούν STEAM.

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο»

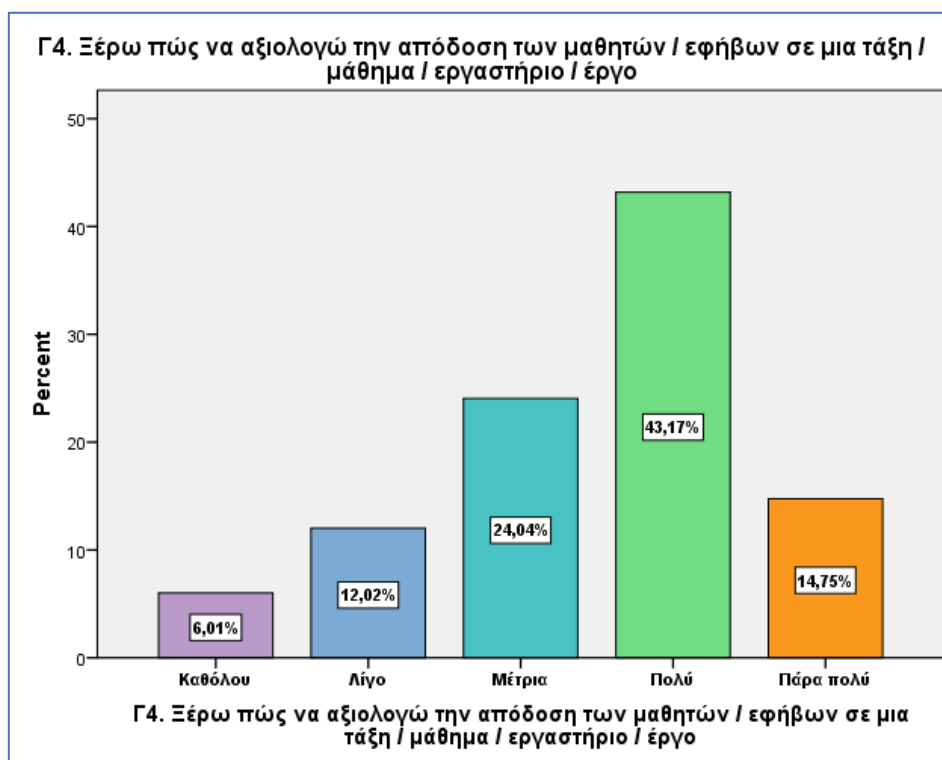


καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.24, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.16 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 11 άτομα (6,0%) δήλωσαν «Καθόλου», 22 άτομα (12,0%) δήλωσαν «Λίγο», 44 άτομα (24,0%) δήλωσαν «Μέτρια», 79 άτομα (43,2%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 27 (14,8%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,486 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,073.

Πίνακας 6.24: Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο.

	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	11	6,0	6,0
Λίγο	22	12,0	18,0
Μέτρια	44	24,0	42,1
Πολύ	79	43,2	85,2
Πάρα πολύ	27	14,8	100,0
Total	183	100,0	





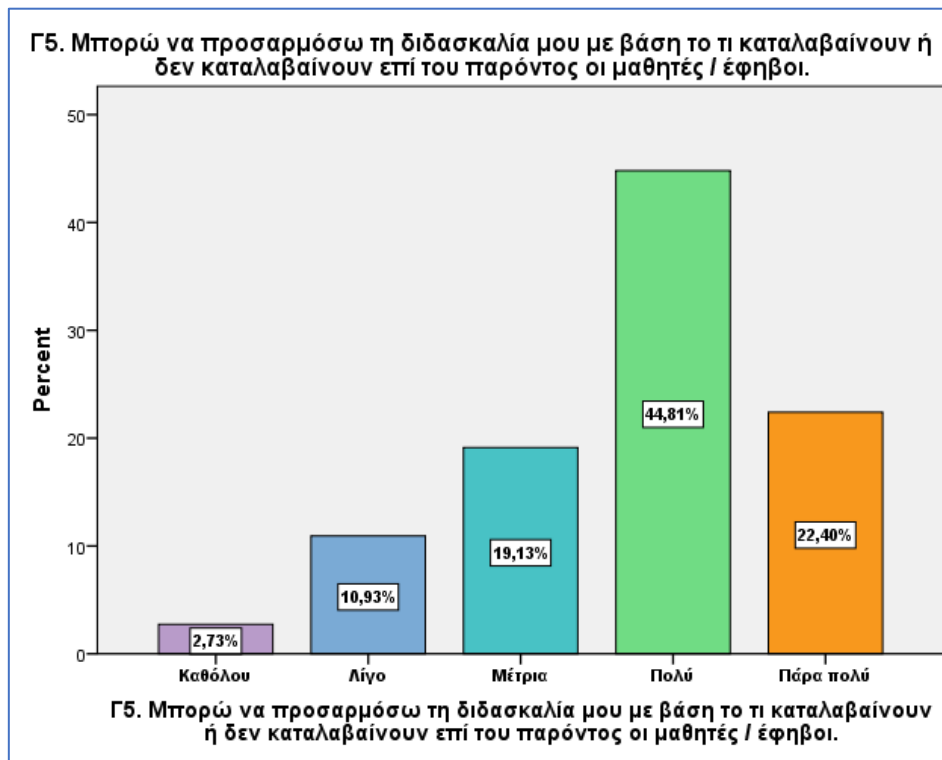
Διάγραμμα 6.16: Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο.

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ5. Μπορώ να προσαρμόσω τη διδασκαλία μου με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές / έφηβοι» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.25, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.17 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 5 άτομα (2,7%) δήλωσαν «Καθόλου», 20 άτομα (10,9%) δήλωσαν «Λίγο», 35 άτομα (19,1%) δήλωσαν «Μέτρια», 82 άτομα (44,8%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 41 (22,4%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,732 και τείνει στην επιλογή: «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,016.

Πίνακας 6.25: Γ5. Μπορώ να προσαρμόσω τη διδασκαλία μου με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές / έφηβοι.

<b>Γ5. Μπορώ να προσαρμόσω τη διδασκαλία μου με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές / έφηβοι</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	5	2,7	2,7
Λίγο	20	10,9	13,7
Μέτρια	35	19,1	32,8
Πολύ	82	44,8	77,6
Πάρα πολύ	41	22,4	100,0
Total	183	100,0	



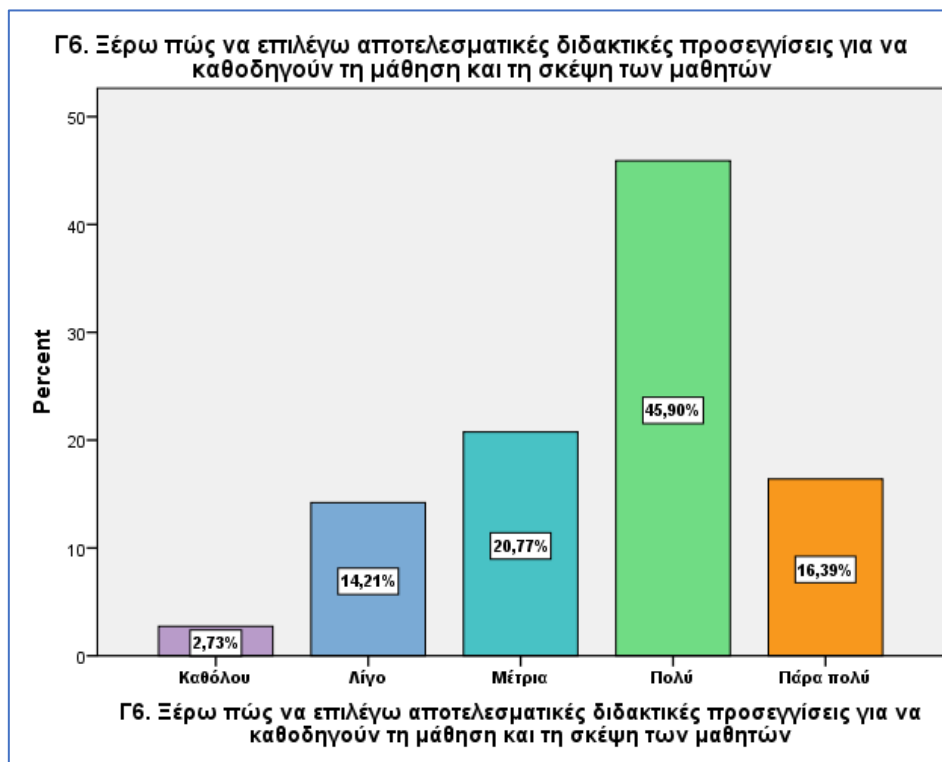
Διάγραμμα 6.17: Γ5. Μπορώ να προσαρμόσω τη διδασκαλία μου με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές / έφηβοι.

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ6. Ξέρω πώς να επιλέγω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγούν τη μάθηση και τη σκέψη των μαθητών» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.26, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.18 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 5 άτομα (2,7%) δήλωσαν «Καθόλου», 26 άτομα (14,2%) δήλωσαν «Λίγο», 38 άτομα (20,8%) δήλωσαν «Μέτρια», 84 άτομα (45,9%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 30 (16,4%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,590 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,011.

Πίνακας 6.26: Γ6. Ξέρω πώς να επιλέγω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγούν τη μάθηση και τη σκέψη των μαθητών.

<b>Γ6. Ξέρω πώς να επιλέγω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγούν τη μάθηση και τη σκέψη των μαθητών</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	5	2,7	2,7
Λίγο	26	14,2	16,9
Μέτρια	38	20,8	37,7
Πολύ	84	45,9	83,6
Πάρα πολύ	30	16,4	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.18: Γ6. Ξέρω πώς να επιλέγω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγούν τη μάθηση και τη σκέψη των μαθητών.

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ7. Μπορώ να προσαρμόσω το στυλ διδασκαλίας μου σε διαφορετικούς μαθητές» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.27, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.19 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 4 άτομα (2,2%) δήλωσαν «Καθόλου», 19 άτομα

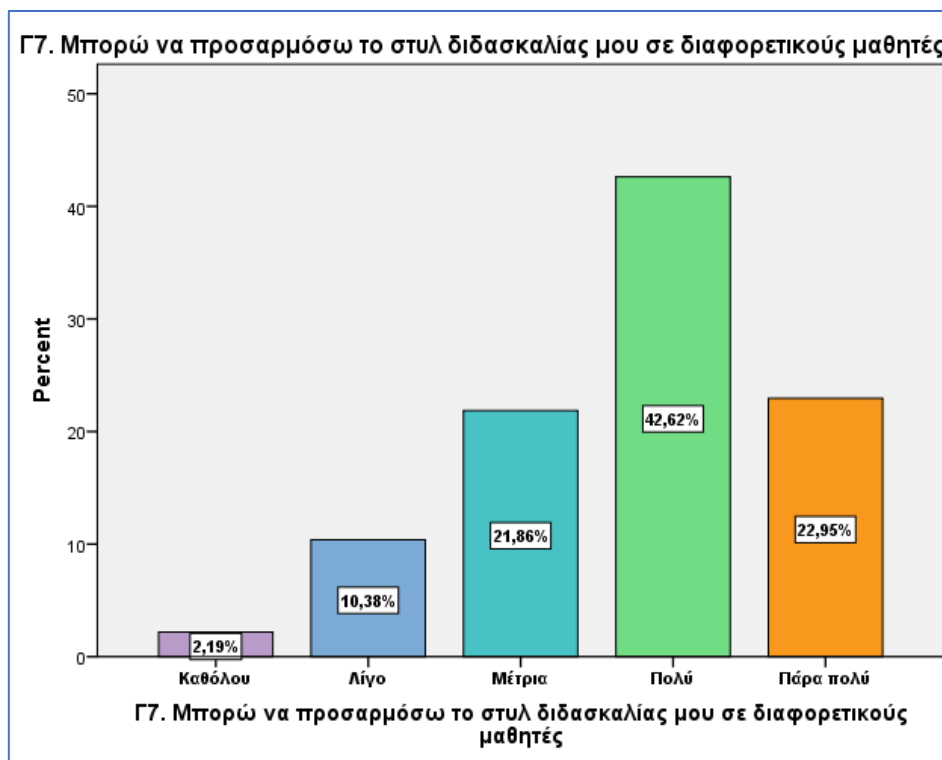


(10,4%) δήλωσαν «Λίγο», 40 άτομα (21,9%) δήλωσαν «Μέτρια», 78 άτομα (42,6%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 42 (23,0%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,737 και τείνει στην επιλογή: «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 0,998.

Πίνακας 6.27: Γ7. Μπορώ να προσαρμόσω το στυλ διδασκαλίας μου σε διαφορετικούς μαθητές.

Γ7. Μπορώ να προσαρμόσω το στυλ διδασκαλίας μου σε διαφορετικούς μαθητές			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	4	2,2	2,2
Λίγο	19	10,4	12,6
Μέτρια	40	21,9	34,4
Πολύ	78	42,6	77,0
Πάρα πολύ	42	23,0	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.19: Γ7. Μπορώ να προσαρμόσω το στυλ διδασκαλίας μου σε διαφορετικούς μαθητές.



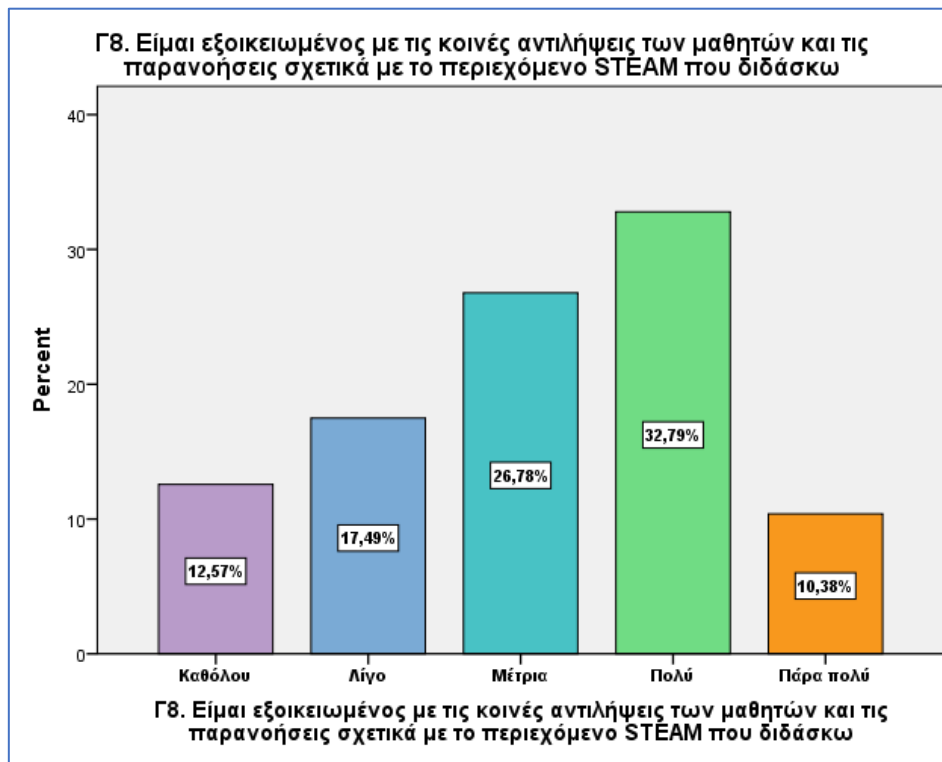


Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ8. Είμαι εξοικειωμένος με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκω» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.28, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.20 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 23 άτομα (12,6%) δήλωσαν «Καθόλου», 32 άτομα (17,5%) δήλωσαν «Λίγο», 49 άτομα (26,8%) δήλωσαν «Μέτρια», 60 άτομα (32,8%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 19 (10,4%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,109 και τείνει στην επιλογή: «3. Μέτρια» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,190.

Πίνακας 6.28: Γ8. Είμαι εξοικειωμένος με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκω.

<b>Γ8. Είμαι εξοικειωμένος με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκω</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	23	12,6	12,6
Λίγο	32	17,5	30,1
Μέτρια	49	26,8	56,8
Πολύ	60	32,8	89,6
Πάρα πολύ	19	10,4	100,0
Total	183	100,0	



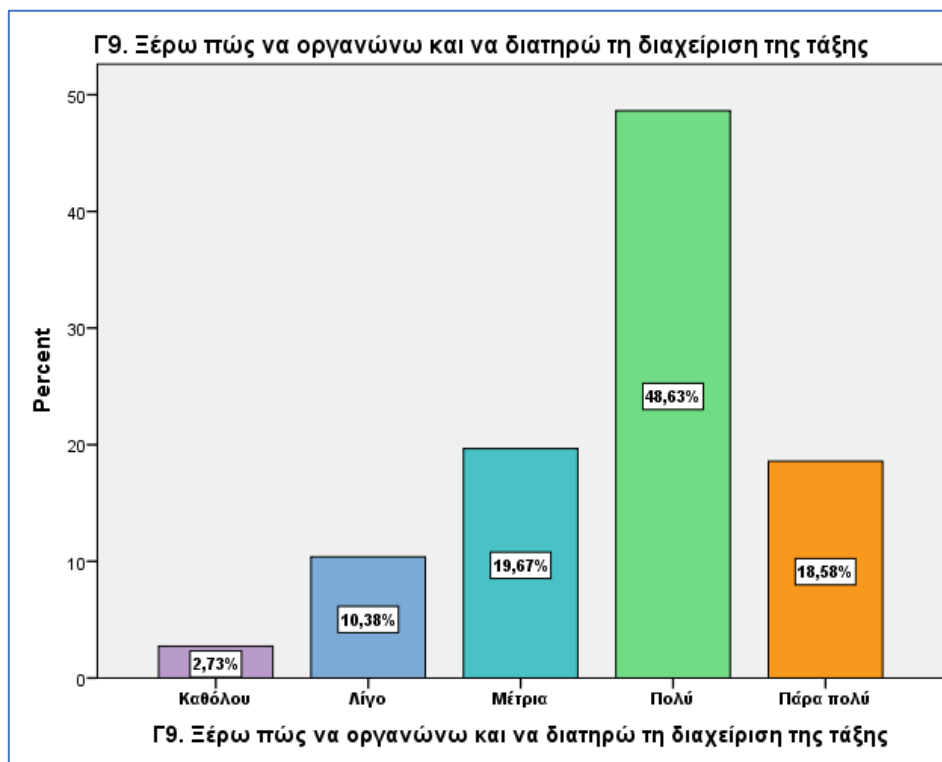
Διάγραμμα 6.20: Γ8. Είμαι εξοικειωμένος με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκω.

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ9. Ξέρω πώς να οργανώνω και να διατηρώ τη διαχείριση της τάξης» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.29, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.21 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 5 άτομα (2,7%) δήλωσαν «Καθόλου», 19 άτομα (10,4%) δήλωσαν «Λίγο», 36 άτομα (19,7%) δήλωσαν «Μέτρια», 89 άτομα (48,6%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 34 (18,6%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,699 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 0,979.

Πίνακας 6.29: Γ9. Ξέρω πώς να οργανώνω και να διατηρώ τη διαχείριση της τάξης.

Γ9. Ξέρω πώς να οργανώνω και να διατηρώ τη διαχείριση της τάξης			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	5	2,7	2,7
Λίγο	19	10,4	13,1
Μέτρια	36	19,7	32,8
Πολύ	89	48,6	81,4
Πάρα πολύ	34	18,6	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.21: Γ9. Ξέρω πώς να οργανώνω και να διατηρώ τη διαχείριση της τάξης.

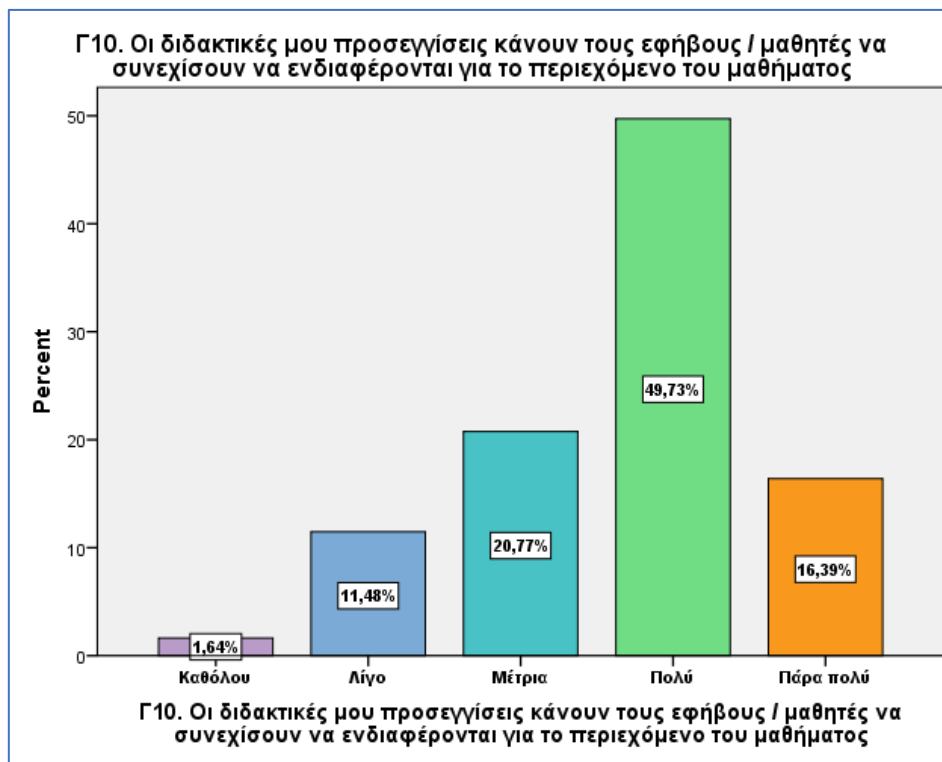
Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ10. Οι διδακτικές μου προσεγγίσεις κάνουν τους εφήβους / μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.30, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.22 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 3 άτομα (1,6%) δήλωσαν «Καθόλου», 21 άτομα (10,5%) δήλωσαν «Λίγο», 38 άτομα (20,8%) δήλωσαν «Μέτρια», 91 άτομα (49,7%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 30 (16,4%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».



Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,677 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών:  
«3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 0,937.

Πίνακας 6.30: Γ10. Οι διδακτικές μου προσεγγίσεις κάνουν τους εφήβους / μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος.

<b>Γ10. Οι διδακτικές μου προσεγγίσεις κάνουν τους εφήβους / μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	3	1,6	1,6
Λίγο	21	11,5	13,1
Μέτρια	38	20,8	33,9
Πολύ	91	49,7	83,6
Πάρα πολύ	30	16,4	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.22: Γ10. Οι διδακτικές μου προσεγγίσεις κάνουν τους εφήβους / μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος.

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την

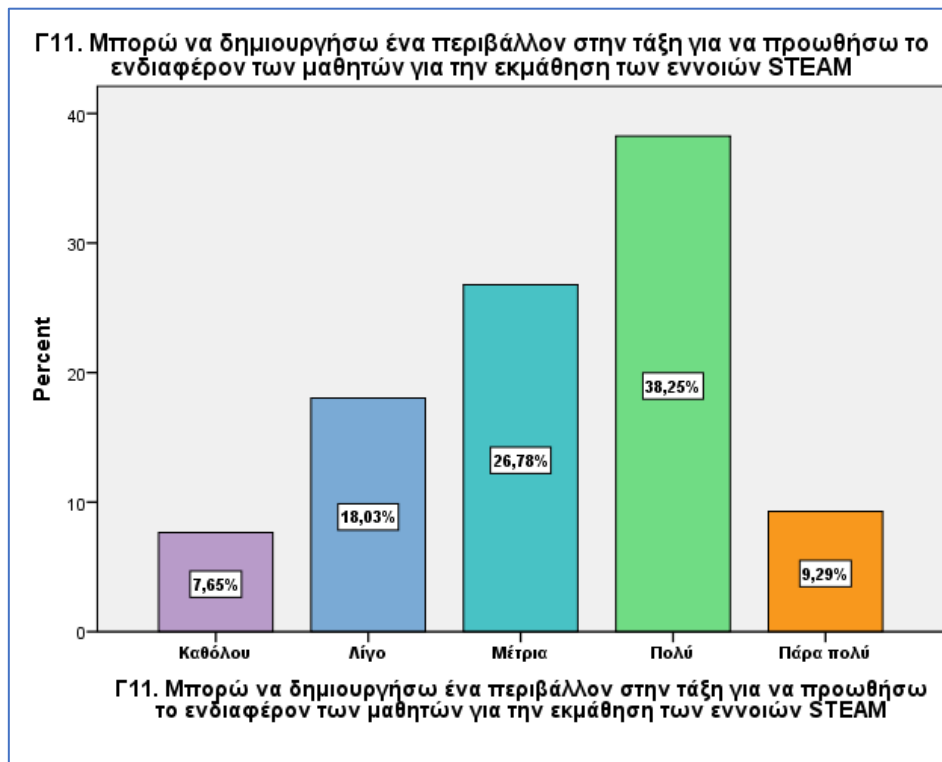


εκμάθηση των εννοιών STEAM» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.31, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.23 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 14 άτομα (7,7%) δήλωσαν «Καθόλου», 33 άτομα (18,0%) δήλωσαν «Λίγο», 49 άτομα (26,8%) δήλωσαν «Μέτρια», 70 άτομα (38,3%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 17 (9,3%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,235 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,091.

Πίνακας 6.31: Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM.

<b>Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM</b>			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	14	7,7	7,7
Λίγο	33	18,0	25,7
Μέτρια	49	26,8	52,5
Πολύ	70	38,3	90,7
Πάρα πολύ	17	9,3	100,0
Total	183	100,0	



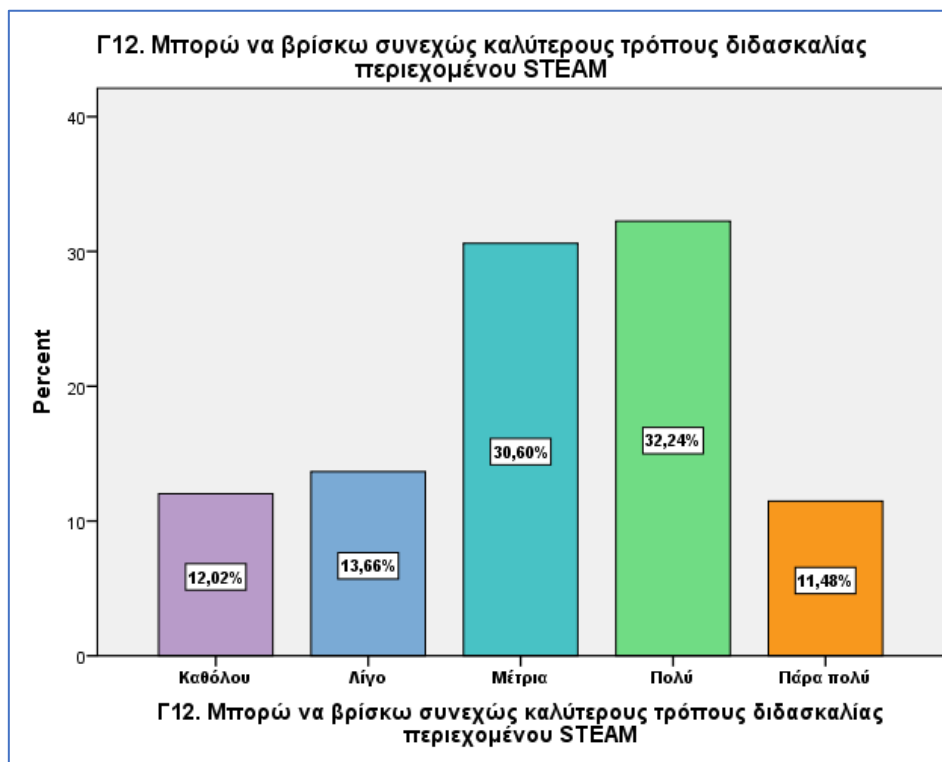
Διάγραμμα 6.23: Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM.

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του δείγματος για την πρόταση: «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM» καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6.32, το αντίστοιχο διάγραμμα 6.24 και τον πίνακα 6.20. Παρατηρείται πως από το σύνολο 183 ατόμων του δείγματος, 22 άτομα (12,0%) δήλωσαν «Καθόλου», 25 άτομα (13,7%) δήλωσαν «Λίγο», 56 άτομα (30,6%) δήλωσαν «Μέτρια», 59 άτομα (32,2%) δήλωσαν «Πολύ» και τέλος 21 (11,5%) δήλωσαν «Πάρα πολύ».

Επιπροσθέτως η μέση τιμή / Mean είναι: 3,175 και τείνει στην επιλογή: «3. Μέτρια» και η τυπική απόκλιση / Std. Deviation έχει τιμή 1,173.

Πίνακας 6.32: Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM.

Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM			
	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	22	12,0	12,0
Λίγο	25	13,7	25,7
Μέτρια	56	30,6	56,3
Πολύ	59	32,2	88,5
Πάρα πολύ	21	11,5	100,0
Total	183	100,0	



Διάγραμμα 6.24: Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM.

### 6.3 Μη παραμετρικοί συσχετισμοί μεταβλητών της έρευνας

Στην παρούσα ενότητα θα παρουσιαστούν Μη παραμετρικοί συσχετισμοί (Nonparametric Correlations) διαφόρων ερωτήσεων / μεταβλητών της έρευνας για τον Σχεδιασμό, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.





### 6.3.1 Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;»

Στον παρακάτω Πίνακα 6.33 παρουσιάζεται ο Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;».

Λόγω της τιμής Sig. (2-tailed): 0,111 > 0,05, υπάρχει στατιστικά μη σημαντική συσχέτιση μεταξύ των 2 μεταβλητών. Η τιμή Spearman's rho = ,118 άρα υπάρχει χαμηλός θετικός συντελεστής συσχέτισης και η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 6.33: Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;».

#### Correlations

Spearman's rho	B1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;	
Α4. Μορφωτικό επίπεδο	Correlation Coefficient	0,118
	Sig. (2-tailed)	0,111
	N	183

### 6.3.2 Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α2. Ηλικία» και Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο»

Στον παρακάτω Πίνακα 6.34 παρουσιάζεται ο Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α2. Ηλικία» και Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο».

Λόγω της τιμής Sig. (2-tailed): 0,917 > 0,05, υπάρχει στατιστικά μη σημαντική συσχέτιση μεταξύ των 2 μεταβλητών. Η τιμή Spearman's rho = ,008 άρα υπάρχει χαμηλός θετικός συντελεστής συσχέτισης και η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 6.34: Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α2. Ηλικία» και Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο».



### Correlations

Spearman's rho	Γ4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο	
	Correlation Coefficient	,008
A2. Ηλικία	Sig. (2-tailed)	,917
	N	183

### 6.3.3 Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM»

Επειδή η μεταβλητή «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» είναι κατηγορική θα πραγματοποιηθεί ανάλυση διακύμανσης ANOVA για πολλαπλή σύγκριση μέσων όρων για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ειδικότητα του εκπαιδευτικού, ως προς τον βαθμό εύρεσης καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM.

Από την τιμή Sig: 0,000 του παρακάτω Πίνακα 6.35 παρατηρείται είναι μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05. Επομένως το κριτήριο ANOVA είναι στατιστικά σημαντικό, έτσι συνεπάγεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές της ειδικότητα του εκπαιδευτικού, ως προς τον βαθμό εύρεσης καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM.

Πίνακας 6.35: ANOVA των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».

### ANOVA

Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας  
περιεχομένου STEAM

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	26,183	3	8,728	6,967	,000
Within Groups	224,222	179	1,253		
Total	250,404	182			

Οι στατιστικές διαφορές των μεταβλητών θα διερευνηθούν με έλεγχο Post Hoc και τεστ Bonferroni, οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 6.36, όπου παρατηρείται ότι οι εκπαιδευτικοί



στην ειδικότητα «Τεχνολογίας» με την ειδικότητα «Μαθηματικών» έχουν διαφοροποιήσεις στην εύρεση καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM (τιμή Sig. ,003) και Μέση διαφορά / Mean Difference των μεταβλητών: 1,01376\* (η μέση διαφορά είναι σημαντική στο επίπεδο 0,05). Το ίδιο συμβαίνει και στην συσχέτιση των εκπαιδευτικών ειδικότητας «Τεχνολογίας» με την ειδικότητα «Τεχνών και θεωρητικών επιστημών», έχουν διαφοροποιήσεις στην εύρεση καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM (τιμή Sig. ,000) και Μέση διαφορά / Mean Difference των μεταβλητών: ,95714\* (η μέση διαφορά είναι σημαντική στο επίπεδο 0,05).

Πίνακας 6.36: Πολλαπλές συγκρίσεις (Multiple Comparisons) των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM

Bonferroni

(I) Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού	(J) Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Φυσικών Επιστημών	Τεχνολογίας	-,49524	,24566	,272	-1,1506	,1602
	Μαθηματικών	,51852	,26637	,319	-,1921	1,2292
	Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	,46190	,20605	,157	-,0878	1,0116
Τεχνολογίας	Φυσικών Επιστημών	,49524	,24566	,272	-,1602	1,1506
	Μαθηματικών	1,01376*	,28668	,003	,2489	1,7786
	Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	,95714*	,23170	,000	,3390	1,5753
Μαθηματικών	Φυσικών Επιστημών	-,51852	,26637	,319	-1,2292	,1921
	Τεχνολογίας	-1,01376*	,28668	,003	-1,7786	-,2489
	Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	-,05661	,25355	1,000	-,7331	,6198
	Φυσικών Επιστημών	-,46190	,20605	,157	-1,0116	,0878



Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	Τεχνολογίας Μαθηματικών	-,95714*	,23170	,000	-1,5753	-,3390
		,05661	,25355	1,000	-,6198	,7331

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

#### 6.3.4 Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM»

Επειδή η μεταβλητή «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» είναι κατηγορική θα πραγματοποιηθεί ανάλυση διακύμανσης ANOVA για πολλαπλή σύγκριση μέσων όρων για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του είδους σχολικής μονάδας, ως προς τον βαθμό επιλογής αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM.

Από την τιμή Sig: 0,309 του παρακάτω Πίνακα 6.37 παρατηρείται είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05. Επομένως το κριτήριο ANOVA δεν είναι στατιστικά σημαντικό, έτσι συνεπάγεται ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές του είδους σχολικής μονάδας, ως προς τον βαθμό επιλογής αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM.

Πίνακας 6.37: ANOVA των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM».

#### ANOVA

Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,792	2	1,396	1,182	,309
Within Groups	212,618	180	1,181		
Total	215,410	182			



**6.3.5 Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Β11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;»**

Στον παρακάτω Πίνακα 6.38 παρουσιάζεται ο Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Β11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;».

Λόγω της τιμής Sig. (2-tailed): 0,395 > 0,05, υπάρχει στατιστικά μη σημαντική συσχέτιση μεταξύ των 2 μεταβλητών. Η τιμή Spearman's rho = ,063 άρα υπάρχει χαμηλός θετικός συντελεστής συσχέτισης και η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 6.38: Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Β11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;».

**Correlations**

Spearman's rho	B11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των μαθητών;	
	Correlation Coefficient	,063
Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας	Sig. (2-tailed)	,395
	N	183

**6.3.6 Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «Α8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;»**

Θα πραγματοποιηθεί δοκιμασία σημαντικότητας (significance tests) για να βρεθεί εάν υπάρχει κάποια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της πρόσφατης χρήσης περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM στην εκπαιδευτική πράξη και τον βαθμό επιτυχίας πραγματοποίησης πειραμάτων στην δραστηριότητα, είναι το Student's t-test.

Από τον πίνακα 6.39 φαίνεται ότι όσοι εκπαιδευτικοί έχουν χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM έχουν καλύτερο ΜΟ (3,3191) στον βαθμό επιτυχίας πραγματοποίησης πειραμάτων στην δραστηριότητα.

Πίνακας 6.39: Περιγραφικά μέτρα των μεταβλητών: «Α8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».



### Group Statistics

	A8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;	Ναι	141	3,3191	1,07118	,09021
	Όχι	42	3,0476	,85404	,13178

Από την Δοκιμή ανεξάρτητων δειγμάτων / Independent Samples Test λαμβάνονται τα εξής αποτελέσματα ελέγχου. Παρουσιάζονται δύο εγγραφές για τον έλεγχο T-test της ισότητας των δύο μέσων. Αυτό οφείλεται στο ότι για την εκτίμηση χρησιμοποιούνται διαφορετικοί αλγόριθμοι, αντιστοίχως εάν ισχύει ή όχι η ισότητα των διασπορών στις δύο ομάδες (πρόσφατης χρήσης ή όχι, περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM στην εκπαιδευτική πράξη). Εξάγεται ότι η υπόθεση της ισότητας δεν απορρίπτεται ( $p\text{-value} = 0,93 > 0,05$ ). Άρα ο Μέσος όρος των δύο μεταβλητών είναι σχεδόν ο ίδιος. Επιπλέον καταγράφεται ότι  $t = 1,700$ ;  $Df = 83,084$ ;  $P = 0,093 > 0,05$ .

#### 6.3.7 Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM»

Σε αυτό το σημείο πρέπει να διευκρινιστεί ότι στην μεταβλητή: A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» είναι δύσκολη η εφαρμογή ANOVA διότι υπάρχουν πολλές προτεινόμενες απαντήσεις. Γι' αυτό τον λόγο διαγράφηκαν οι εξής επιλογές: «Roblox» (8 άτομα), «Kerbal Space Program» (7 άτομα), «Άλλο» (4 άτομα). Έτσι το δείγμα, για τον παρόν έλεγχο, διαμορφώθηκε στα 164 άτομα.





Από την τιμή Sig: 0,523 του παρακάτω Πίνακα 6.40 παρατηρείται είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05. Επομένως το κριτήριο ANOVA δεν είναι στατιστικά σημαντικό, έτσι συνεπάγεται ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές του είδους χρήσης εφαρμογής STEM/STEAM, ως προς τον βαθμό δημιουργίας ενός περιβάλλοντος στην τάξη για την προώθηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για την εκμάθηση εννοιών STEAM.

Πίνακας 6.40: ANOVA των μεταβλητών: «Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM».

#### ANOVA

Γ11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,806	5	,961	,840	,523
Within Groups	180,706	158	1,144		
Total	185,512	163			

## 6.4 Διερεύνηση των ερευνητικών υποθέσεων της έρευνας

Το διάφορα τεστ που ακολουθούν χρησιμοποιούνται για να προσδιοριστεί εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αναμενόμενων συχνοτήτων και των παρατηρούμενων συχνοτήτων σε μία ή περισσότερες κατηγορίες.

### 6.4.1 Μη παραμετρικός έλεγχος με Συντελεστή συσχέτισης Spearman's των μεταβλητών «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;»

Από τον παρακάτω πίνακα 6.41 ο οποίος καταγράφει το Chi-Square Tests των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;», υφίστανται οι εξής παράμετροι υποθέσεων:





- Εάν  $p > 0,05$  δεν μπορεί να απορριφθεί η υπόθεση  $H_0$ : το μορφωτικό επίπεδο των εκπαιδευτικών με τον βαθμό επιτυχίας πραγματοποίησης ενός πειράματος ή δημιουργίας ενός νέου θέματος δραστηριότητας / εργαστηρίου STEAM είναι ανεξάρτητα.
- αν  $p < 0,05$  απορρίπτεται η υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε την υπόθεση  $H_1$ : το μορφωτικό επίπεδο των εκπαιδευτικών με τον βαθμό επιτυχίας πραγματοποίησης ενός πειράματος ή δημιουργίας ενός νέου θέματος δραστηριότητας / εργαστηρίου STEAM είναι εξαρτημένα.

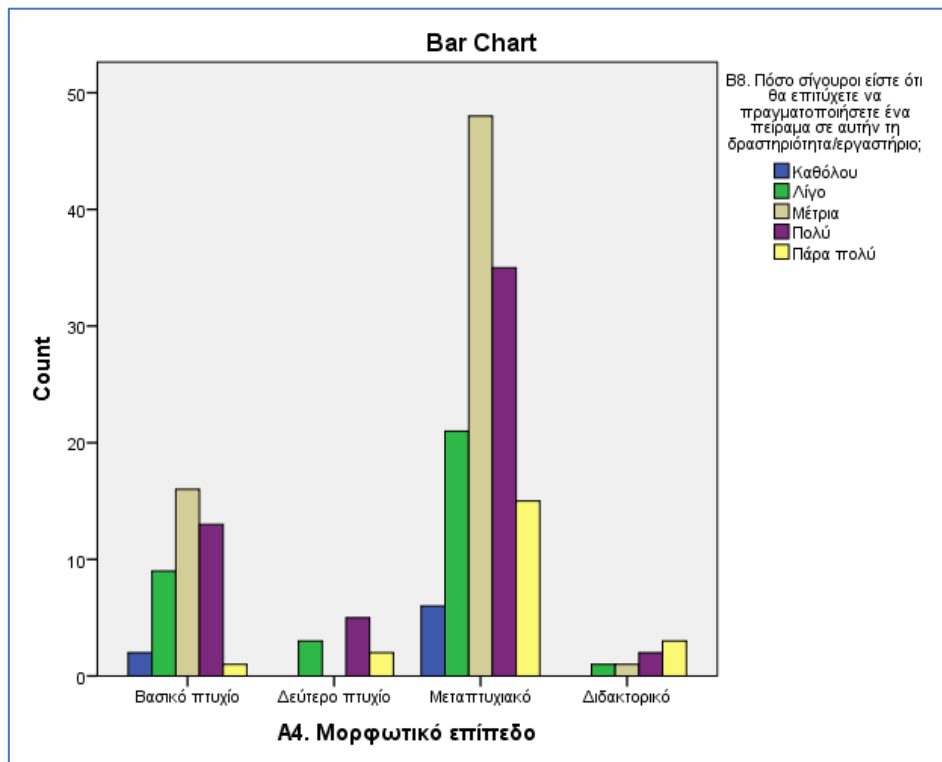
Σύμφωνα με τον πίνακα 6.46 η τιμή Pearson Chi-Square  $p = 0,114 > 0,05$  άρα δεν μπορεί να απορριφθεί η υπόθεση  $H_0$ , κατ' ακολουθίαν το μορφωτικό επίπεδο των εκπαιδευτικών με τον βαθμό επιτυχίας πραγματοποίησης ενός πειράματος ή δημιουργίας ενός νέου θέματος δραστηριότητας / εργαστηρίου STEAM είναι ανεξάρτητα, άρα δεν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ των 2 μεταβλητών (Διάγραμμα 6.25) και (Πίνακας 8.10 στο 2<sup>ο</sup> Παράρτημα).

Πίνακας 6.41: Chi-Square Tests των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» και «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».

#### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	18,059 <sup>a</sup>	12	,114
Likelihood Ratio	21,055	12	,050
Linear-by-Linear Association	2,364	1	,124
N of Valid Cases	183		

a. 12 cells (20,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,31.



Διάγραμμα 6.25: Διασπαύρωση των μεταβλητών: «A4. Μορφωτικό επίπεδο» και «B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».

Επειδή η μεταβλητή A4 είναι κατηγορική θα πραγματοποιηθεί και στατιστική ανάλυση με τον συντελεστή συσχέτισης Spearman.

Στον παρακάτω Πίνακα 6.43 παρουσιάζεται ο Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «A4. Μορφωτικό επίπεδο» και «B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».

Λόγω της τιμής Sig. (2-tailed): 0,159 > 0,05, υπάρχει στατιστικά μη σημαντική συσχέτιση μεταξύ των 2 μεταβλητών. Η τιμή Spearman's rho = ,105 άρα υπάρχει χαμηλός θετικός συντελεστής συσχέτισης και η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 6.42: Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «A4. Μορφωτικό επίπεδο» και «B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;».

#### Correlations

	B8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;	
Spearman's rho		
A4. Μορφωτικό επίπεδο	Correlation Coefficient	,105
	Sig. (2-tailed)	,159
	N	183



#### 6.4.2 Μη παραμετρικός έλεγχος με Συντελεστή συσχέτισης Spearman's των μεταβλητών «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM»

Από τον παρακάτω πίνακα 6.43 ο οποίος καταγράφει το Chi-Square Tests των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM». υφίσταντο οι εξής παράμετροι υποθέσεων:

- Εάν  $p > 0,05$  δεν μπορεί να απορριφθεί η υπόθεση  $H_0$ : τα έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας των εκπαιδευτικών και η επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για την καθοδήγηση της σκέψης και της μάθησης των μαθητών / εφήβων στα μαθηματικά / φυσικές επιστήμες / τέχνες / τεχνολογία (STEAM) είναι ανεξάρτητα.
- αν  $p < 0,05$  απορρίπτεται η υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε την υπόθεση  $H_1$ : τα έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας των εκπαιδευτικών και η επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για την καθοδήγηση της σκέψης και της μάθησης των μαθητών / εφήβων στα μαθηματικά / φυσικές επιστήμες / τέχνες / τεχνολογία (STEAM) είναι εξαρτημένα.

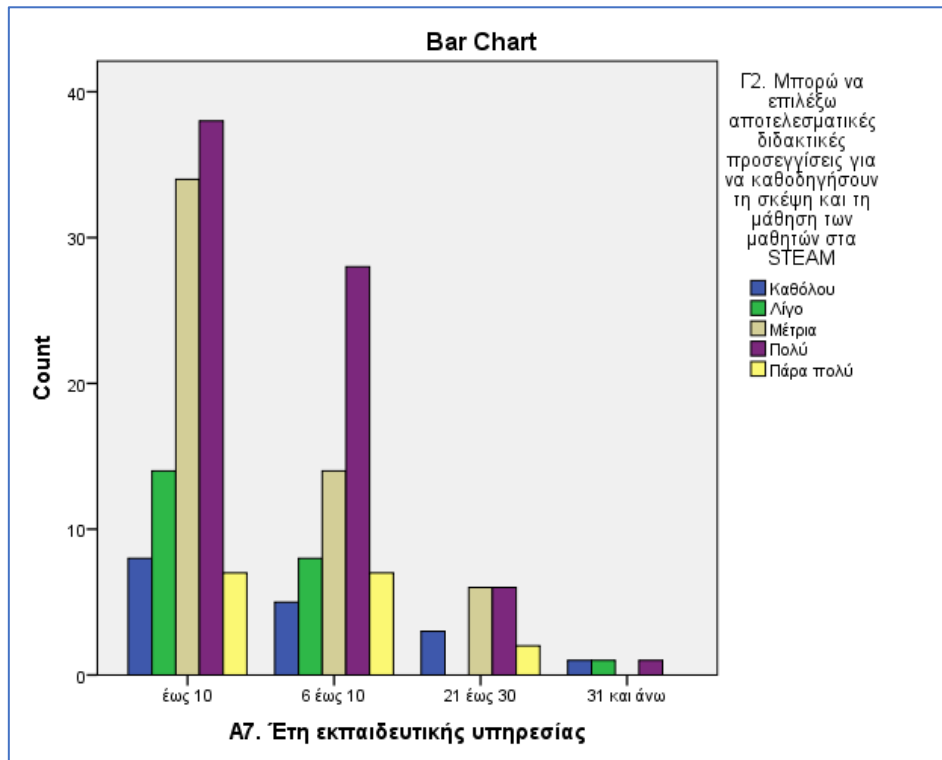
Σύμφωνα με τον πίνακα 6.43 η τιμή Pearson Chi-Square  $p = 0,495 > 0,05$  άρα δεν μπορεί να απορριφθεί η υπόθεση  $H_0$ , κατ' ακολουθίαν τα έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας των εκπαιδευτικών και η επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για την καθοδήγηση της σκέψης και της μάθησης των μαθητών / εφήβων στα μαθηματικά / φυσικές επιστήμες / τέχνες / τεχνολογία (STEAM) είναι ανεξάρτητα, άρα δεν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ των 2 μεταβλητών (Διάγραμμα 6.26) και (Πίνακας 8.11 στο 2<sup>ο</sup> Παράρτημα).

Πίνακας 6.43: Chi-Square Tests των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM».

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11,396 <sup>a</sup>	12	,495
Likelihood Ratio	13,358	12	,344
Linear-by-Linear Association	,021	1	,885
N of Valid Cases	183		

a. 8 cells (20,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,26.



Διάγραμμα 6.26: Διασταύρωση των μεταβλητών: «A7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM».

Επειδή η μεταβλητή A7 είναι κατηγορική θα πραγματοποιηθεί και στατιστική ανάλυση με τον συντελεστή συσχέτισης Spearman.

Στον παρακάτω Πίνακα 6.44 παρουσιάζεται ο Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «A7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM;».

Λόγω της τιμής Sig. (2-tailed):  $0,527 > 0,05$ , υπάρχει στατιστικά μη σημαντική συσχέτιση μεταξύ των 2 μεταβλητών. Η τιμή Spearman's rho = ,047 άρα υπάρχει χαμηλός θετικός συντελεστής συσχέτισης και η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 6.44: Μη παραμετρικός συσχετισμός των μεταβλητών: «A7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM;».



### Correlations

Spearman's rho	Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM;	
	Correlation Coefficient	,047
A7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας	Sig. (2-tailed)	,527
	N	183

#### 6.4.3 ANOVA των μεταβλητών: «A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;»

Επειδή η μεταβλητή «A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» είναι κατηγορική θα πραγματοποιηθεί ανάλυση διακύμανσης ANOVA για πολλαπλή σύγκριση μέσων όρων για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του είδους του περιβάλλοντος / εφαρμογής (προσομοίωση) STEM/STEAM που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός και ο βαθμός εξήγησης του περιεχόμενου STEAM του θέματος / έργου / εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους.

Από την τιμή Sig: 0,010 του παρακάτω Πίνακα 6.45 παρατηρείται είναι μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05. Επομένως το κριτήριο ANOVA είναι στατιστικά σημαντικό, έτσι συνεπάγεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του είδους του περιβάλλοντος / εφαρμογής (προσομοίωση) STEM/STEAM που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός και ο βαθμός εξήγησης του περιεχόμενου STEAM του θέματος / έργου / εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους.

Πίνακας 6.45: ANOVA των μεταβλητών: «A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;».

### ANOVA

B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
--	----------------	----	-------------	---	------



Between Groups	25,534	8	3,192	2,606	,010
Within Groups	213,067	174	1,225		
Total	238,601	182			

Οι στατιστικές διαφορές των μεταβλητών θα διερευνηθούν με έλεγχο Post Hoc και τεστ Bonferroni, οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 6.46, όπου παρατηρείται ότι το είδος του περιβάλλοντος / εφαρμογής (προσομοίωση) STEM/STEAM που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός «Arduino» με το «Roblox» έχουν διαφοροποιήσεις στον βαθμό εξήγησης του περιεχόμενου STEAM του θέματος / έργου / εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους (τιμή Sig. ,004) και Μέση διαφορά / Mean Difference των μεταβλητών: 1,84211\* (η μέση διαφορά είναι σημαντική στο επίπεδο 0,05).

Πίνακας 6.46: Πολλαπλές συγκρίσεις (Multiple Comparisons) των μεταβλητών: ««Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;».

Dependent Variable: B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;

Bonferroni

(I) Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	(J) Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Tinkercad	Scratch	-,47059	,30991	1,000	1,4775	,5364
	PhET	-,35126	,32714	1,000	1,4142	,7117
	TED-Ed	-,49412	,34787	1,000	1,6244	,6362
	Arduino	-1,13622	,36943	,088	2,3366	,0642
	LEGO Education	-,29412	,37955	1,000	1,5274	,9392



(I) A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	(J) A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	Roblox	,70588	,47444	1,000	-,8357	2,2475
	Kerbal Space Program	,13445	,49695	1,000	1,4803	1,7492
	Άλλο	-,29412	,61495	1,000	2,2922	1,7040
Scratch	Tinkercad	,47059	,30991	1,000	-,5364	1,4775
	PhET	,11933	,24289	1,000	-,6699	,9085
	TED-Ed	-,02353	,27017	1,000	-,9014	,8543
	Arduino	-,66563	,29742	,954	1,6320	,3008
	LEGO Education	,17647	,30991	1,000	-,8305	1,1834
	Roblox	1,17647	,42080	,207	-,1908	2,5438
	Kerbal Space Program	,60504	,44603	1,000	-,8442	2,0543
	Άλλο	,17647	,57458	1,000	1,6905	2,0434
PhET	Tinkercad	,35126	,32714	1,000	-,7117	1,4142
	Scratch	-,11933	,24289	1,000	-,9085	,6699
	TED-Ed	-,14286	,28977	1,000	1,0844	,7987
	Arduino	-,78496	,31533	,495	1,8096	,2396
	LEGO Education	,05714	,32714	1,000	1,0058	1,1201
	Roblox	1,05714	,43365	,568	-,3519	2,4662
	Kerbal Space Program	,48571	,45817	1,000	1,0030	1,9744
	Άλλο	,05714	,58405	1,000	1,8406	1,9549
TED-Ed	Tinkercad	,49412	,34787	1,000	-,6362	1,6244
	Scratch	,02353	,27017	1,000	-,8543	,9014
	PhET	,14286	,28977	1,000	-,7987	1,0844





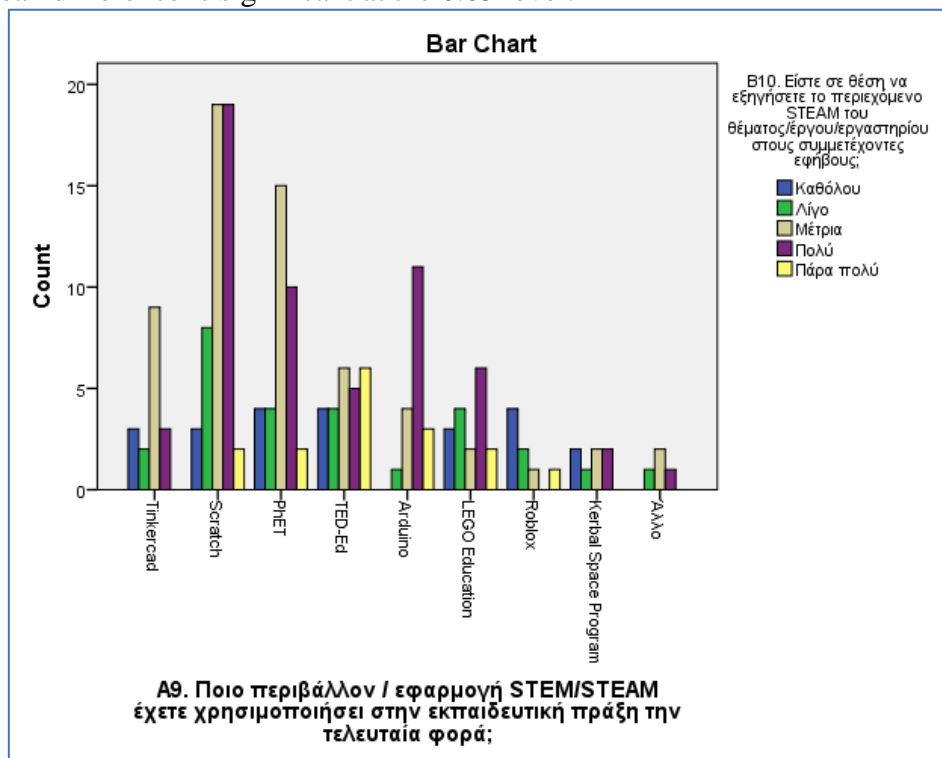
(I) A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	(J) A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	Arduino	-,64211	,33679	1,000	-1,7364	,4522
	LEGO Education	,20000	,34787	1,000	-,9303	1,3303
	Roblox	1,20000	,44950	,299	-,2605	2,6605
	Kerbal Space Program	,62857	,47319	1,000	-,9090	2,1661
	Άλλο	,20000	,59591	1,000	-1,7363	2,1363
Arduino	Tinkercad	1,13622	,36943	,088	-,0642	2,3366
	Scratch	,66563	,29742	,954	-,3008	1,6320
	PhET	,78496	,31533	,495	-,2396	1,8096
	TED-Ed	,64211	,33679	1,000	-,4522	1,7364
	LEGO Education	,84211	,36943	,859	-,3583	2,0425
	Roblox	1,84211*	,46638	,004	,3267	3,3575
	Kerbal Space Program	1,27068	,48927	,367	-,3191	2,8604
	Άλλο	,84211	,60875	1,000	-1,1359	2,8201
LEGO Education	Tinkercad	,29412	,37955	1,000	-,9392	1,5274
	Scratch	-,17647	,30991	1,000	1,1834	,8305
	PhET	-,05714	,32714	1,000	1,1201	1,0058
	TED-Ed	-,20000	,34787	1,000	1,3303	,9303
	Arduino	-,84211	,36943	,859	2,0425	,3583
	Roblox	1,00000	,47444	1,000	-,5416	2,5416
	Kerbal Space Program	,42857	,49695	1,000	1,1862	2,0433
	Άλλο	,00000	,61495	1,000	1,9981	1,9981
Roblox	Tinkercad	-,70588	,47444	1,000	-2,2475	,8357



(I) A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	(J) A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	Scratch	-1,17647	,42080	,207	2,5438	,1908
	PhET	-1,05714	,43365	,568	2,4662	,3519
	TED-Ed	-1,20000	,44950	,299	2,6605	,2605
	Arduino	-1,84211*	,46638	,004	3,3575	-,3267
	LEGO Education	-1,00000	,47444	1,000	2,5416	,5416
	Kerbal Space Program	-,57143	,57271	1,000	2,4323	1,2895
	Άλλο	-1,00000	,67764	1,000	3,2018	1,2018
Kerbal Space Program	Tinkercad	-,13445	,49695	1,000	1,7492	1,4803
	Scratch	-,60504	,44603	1,000	2,0543	,8442
	PhET	-,48571	,45817	1,000	1,9744	1,0030
	TED-Ed	-,62857	,47319	1,000	2,1661	,9090
	Arduino	-1,27068	,48927	,367	2,8604	,3191
	LEGO Education	-,42857	,49695	1,000	2,0433	1,1862
	Roblox	,57143	,57271	1,000	1,2895	2,4323
	Άλλο	-,42857	,69359	1,000	2,6822	1,8251
Άλλο	Tinkercad	,29412	,61495	1,000	1,7040	2,2922

(I) A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	(J) A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	Scratch	-,17647	,57458	1,000	2,0434	1,6905
	PhET	-,05714	,58405	1,000	1,9549	1,8406
	TED-Ed	-,20000	,59591	1,000	2,1363	1,7363
	Arduino	-,84211	,60875	1,000	2,8201	1,1359
	LEGO Education	,00000	,61495	1,000	1,9981	1,9981
	Roblox	1,00000	,67764	1,000	1,2018	3,2018
	Kerbal Space Program	,42857	,69359	1,000	1,8251	2,6822

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.





Διάγραμμα 6.27: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «Β10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;».

#### 6.4.4 ANOVA των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM»

Επειδή η μεταβλητή «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» είναι κατηγορική θα πραγματοποιηθεί ανάλυση διακύμανσης ANOVA για πολλαπλή σύγκριση μέσων όρων για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του είδους σχολικής μονάδας, ως προς την εύρεση συνεχώς καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM.

Από την τιμή Sig: 0,027 του παρακάτω Πίνακα 6.47 παρατηρείται είναι μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05. Επομένως το κριτήριο ANOVA είναι στατιστικά σημαντικό, έτσι συνεπάγεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές του είδους σχολικής μονάδας, ως προς την εύρεση συνεχώς καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM.

Πίνακας 6.47: ANOVA των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».

#### ANOVA

Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9,873	2	4,937	3,694	,027
Within Groups	240,531	180	1,336		
Total	250,404	182			

Οι στατιστικές διαφορές των μεταβλητών θα διερευνηθούν με έλεγχο Post Hoc και τεστ Bonferroni, οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 6.48, όπου παρατηρείται ότι το είδος σχολείου που διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί: «Επαγγελματικό Λύκειο» με το «Γυμνάσιο» έχουν διαφοροποιήσεις ως προς την εύρεση συνεχώς καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM (τιμή Sig. ,022) και Μέση διαφορά / Mean Difference των μεταβλητών: ,55087\* (η μέση διαφορά είναι σημαντική στο επίπεδο 0,05).

Πίνακας 6.48: Πολλαπλές συγκρίσεις (Multiple Comparisons) των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».

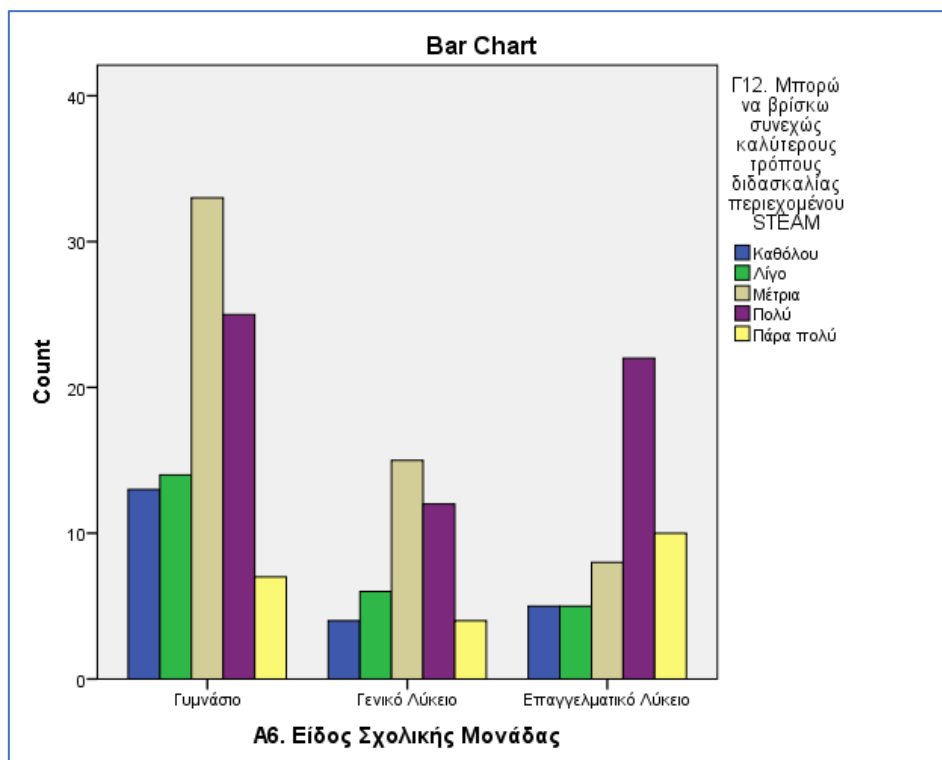
### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM

Bonferroni

(I) Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας	(J) Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Γυμνάσιο	Γενικό Λύκειο	-,15721	,21706	1,000	-,6818	,3673
	Επαγγελματικό Λύκειο	-,55087*	,20310	,022	-1,0417	-,0601
Γενικό Λύκειο	Γυμνάσιο	,15721	,21706	1,000	-,3673	,6818
	Επαγγελματικό Λύκειο	-,39366	,24355	,323	-,9822	,1949
Επαγγελματικό Λύκειο	Γυμνάσιο	,55087*	,20310	,022	,0601	1,0417
	Γενικό Λύκειο	,39366	,24355	,323	-,1949	,9822

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



Διάγραμμα 6.28: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».



#### 6.4.5 ANOVA των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;»

Επειδή η μεταβλητή «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» είναι κατηγορική θα πραγματοποιηθεί ανάλυση διακύμανσης ANOVA για πολλαπλή σύγκριση μέσων όρων για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ειδικότητας του εκπαιδευτικού, ως προς τον βαθμό ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων STEAM.

Από την τιμή Sig: 0,006 του παρακάτω Πίνακα 6.49 παρατηρείται είναι μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05. Επομένως το κριτήριο ANOVA είναι στατιστικά σημαντικό, έτσι συνεπάγεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές της ειδικότητας του εκπαιδευτικού, ως προς τον βαθμό ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων STEAM.

Πίνακας 6.49: ANOVA των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;».

#### ANOVA

Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12,239	3	4,080	4,244	,006
Within Groups	172,067	179	,961		
Total	184,306	182			

Οι στατιστικές διαφορές των μεταβλητών θα διερευνηθούν με έλεγχο Post Hoc και τεστ Bonferroni, οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 6.50, όπου παρατηρείται ότι η ειδικότητα των εκπαιδευτικών «Φυσικών Επιστημών» με της «Τεχνών και θεωρητικών επιστημών» έχουν διαφοροποιήσεις ως προς τον βαθμό ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων STEAM (τιμή Sig. ,019) και Μέση διαφορά / Mean Difference των μεταβλητών: ,54034\* (η μέση διαφορά είναι σημαντική στο επίπεδο 0,05). Επιπλέον έχουν διαφοροποιήσεις ως προς τον βαθμό ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων STEAM οι εκπαιδευτικοί με ειδικότητα «Τεχνολογίας» με την ειδικότητα «Τεχνών και θεωρητικών επιστημών» (τιμή Sig. ,026) και Μέση διαφορά / Mean Difference των μεταβλητών: ,58571\* (η μέση διαφορά είναι σημαντική στο επίπεδο 0,05).

Πίνακας 6.50: Πολλαπλές συγκρίσεις (Multiple Comparisons) των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;».



### Multiple Comparisons

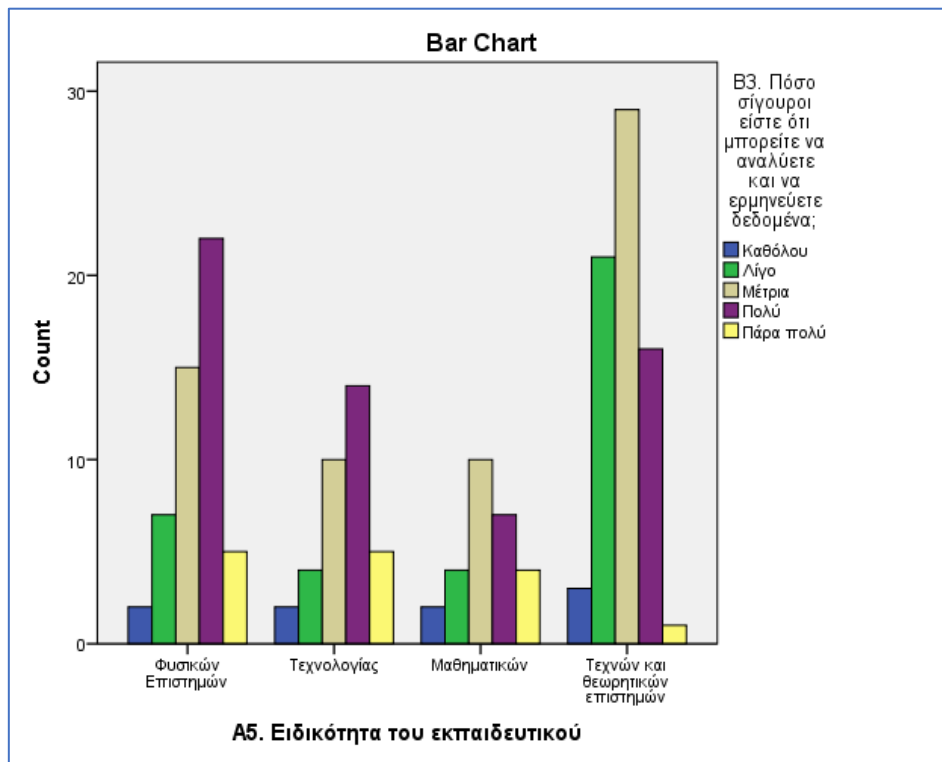
Dependent Variable: B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;

Bonferroni

(I) A5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού	(J) A5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Φυσικών Επιστημών	Τεχνολογίας	-,04538	,21520	1,000	-,6195	,5288
	Μαθηματικών	,15251	,23335	1,000	-,4700	,7751
	Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	,54034*	,18050	,019	,0588	1,0219
Τεχνολογίας	Φυσικών Επιστημών	,04538	,21520	1,000	-,5288	,6195
	Μαθηματικών	,19788	,25113	1,000	-,4721	,8679
	Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	,58571*	,20297	,026	,0442	1,1272
Μαθηματικών	Φυσικών Επιστημών	-,15251	,23335	1,000	-,7751	,4700
	Τεχνολογίας	-,19788	,25113	1,000	-,8679	,4721
	Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	,38783	,22211	,495	-,2047	,9804
Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	Φυσικών Επιστημών	-,54034*	,18050	,019	-1,0219	-,0588
	Τεχνολογίας	-,58571*	,20297	,026	-1,1272	-,0442
	Μαθηματικών	-,38783	,22211	,495	-,9804	,2047

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.





Διάγραμμα 6.29: Διαστάρωση των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «B3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;».



## 7ο. Κεφάλαιο: «Συμπεράσματα»

### 7.1 Γενικά Συμπεράσματα

Το STEAM είναι μια εκπαιδευτική προσέγγιση στη μάθηση που χρησιμοποιεί την Επιστήμη, την Τεχνολογία, τη Μηχανική, τις Τέχνες και τα Μαθηματικά ως σημεία πρόσβασης για την καθοδήγηση της έρευνας, του διαλόγου και της κριτικής σκέψης των μαθητών. Το τελικό αποτέλεσμα είναι μαθητές που αναλαμβάνουν στοχαστικά ρίσκα, εμπλέκονται στη βιωματική μάθηση, επιμένουν στην επίλυση προβλημάτων.

Στην παρούσα διατριβή αναπτύχθηκε και εντάχθηκε στην εκπαιδευτική πράξη, με την εφαρμογή STEM/STEAM (phet.colorado.edu) εκπαιδευτικό σενάριο με θέμα την δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος. Η λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος υλοποιήθηκε με σύνδεση κατανάλωσης /αντίστασης σε σειρά με ένα λαμπτήρα, με τη διδακτική αξιοποίηση του Εικονικού Εργαστηρίου κατασκευής κυκλωμάτων συνεχούς ρεύματος, phet ([https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc\\_el.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_el.html)) και μετέπειτα αφού καταγράφηκε σε βίντεο και αποθηκεύτηκε στη ιστοσελίδα <https://www.youtube.com/>, παρουσιάστηκε στην πλατφόρμα: [https://ed.ted.com/educator?user\\_by\\_click=educator](https://ed.ted.com/educator?user_by_click=educator), μέσω της οποίας θα μπορούν να παρακολουθούν το μάθημα / εκπαιδευτικό σενάριο οι μαθητές και θα αλληλοεπιδρούν με απάντηση ερωτήσεων, αποστολή σχολίων και περαιτέρω διερεύνησης του θέματος.

Οι προσομοιώσεις PhET είναι δωρεάν, διαδικτυακά διαδραστικά μοντέλα διδασκαλίας και εκμάθησης της επιστήμης. Επίσης, δίνουν έμφαση σε οπτικά μοντέλα, σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος και πολλαπλές αναπαραστάσεις. Είναι πιο αποτελεσματικές όταν οι μαθητές μπορούν να εργαστούν σε ζεύγη ή σε μικρές ομάδες. Αυτή η αλληλεπίδραση είναι δυνατή σε εργαστήριο ή σε θεωρητικό πλαίσιο σε περιβάλλον τάξης με φύλλα εργασίας ή με εργασίες για το σπίτι.

Τα παραπάνω παρουσιάζουν τις προσομοιώσεις PhET ιδιαίτερα χρήσιμες για την εκμάθηση της επιστήμης και των μαθηματικών, καθώς προφέρουν:

- Παιδαγωγικά χρήσιμες ενέργειες
- Πολλαπλές αναπαραστάσεις



- Δυναμική ανατροφοδότηση
- Διαισθητική διεπαφή
- Συνδέσεις πραγματικού κόσμου
- Προκλήσεις και παιχνίδια
- Καθοδήγηση

Οι προσομοιώσεις PhET μπορούν επίσης να συνδυαστούν με επιδείξεις εργαστηριακού πάγκου, καθώς προσφέρουν συμπληρωματικές λειτουργίες που δεν είναι διαθέσιμες με φυσικό εξοπλισμό, με:

- Εξοικείωση των μαθητών με την προσομοίωση
- Αντιστοίχιση της προσομοίωσης με τους μαθησιακούς στόχους
- Ρύθμιση σεναρίων προσομοίωσης για επίτευξη των μαθησιακών στόχων
- Διαδραστικότητα

Μελέτες έχουν δείξει ότι οι προσομοιώσεις PhET είναι πολύ αποτελεσματικές για την εννοιολογική κατανόηση. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές που χρησιμοποιούν το κιτ κατασκευής κυκλωμάτων (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc>) ήταν σε θέση να απαντήσουν σε εννοιολογικές ερωτήσεις σχετικά με τα κυκλώματα και να συνθέσουν ένα πραγματικό κύκλωμα.

Ωστόσο, υπάρχουν πολλοί στόχοι των πρακτικών εργαστηρίων που δεν αντιμετωπίζουν οι προσομοιώσεις, όπως συγκεκριμένες δεξιότητες που σχετίζονται με τη λειτουργία του εξοπλισμού ή πώς να αντιμετωπίζεται ο πειραματικός «θόρυβος» ή τα σφάλματα. Ανάλογα με τους στόχους του εργαστηρίου μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικό να χρησιμοποιηθεί η προσομοίωση από μόνη της ή ένας συνδυασμός προσομοιώσεων και πραγματικού εξοπλισμού.

## 7.2 Συζήτηση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τα ευρήματα - συγκρινόμενα με άλλες μελέτες και θεωρίες σχετικά με το θέμα που αναλύεται - έχουν ως εξής:

Για τον Β' άξονα: «Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM» και για την δημιουργία ερωτήσεων για φαινόμενα / προβλήματα αλλά και επίλυση αυτών σε



περιβάλλοντα STEAM (B1 ερώτημα), δημιουργείται θετική απόκριση του δείγματος όπως παρατηρήθηκε στην παρούσα έρευνα και μπορεί να εξηγηθεί η μέση τιμή / Mean είναι: 3,246 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ». Όπως παρατηρείται και σε συναφείς έρευνες σχετικές με τις πρακτικές μαθητών και εκπαιδευτικών εφαρμογών *Minded STEAM*, των Hall, και συν., (2021), η ανάπτυξη και η ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM δημιουργεί πραγματικές προσδοκίες για πολλαπλά οφέλη στην τάξη. Στη μελέτη, παρατηρήθηκε επίσης ότι ο σχεδιασμός και πραγματοποίηση ερευνών σε περιβάλλοντα STEAM (B2 ερώτημα) είναι διαδικασίες που ίσως να μην κατέχει το δείγμα (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,175 επιλογή: «3. Μέτρια»). Στα θετικότερα πλαίσια κυμαίνεται η μελέτη των Arora, R., & Singh, N. (2021) για τον οραματισμό της ευημερίας της κοινωνίας μέσω της εκπαίδευσης STEAM. Για την ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων σε περιβάλλοντα STEAM (B3 ερώτημα), οι απαντήσεις του δείγματος ήταν μοιρασμένες (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,191 επιλογή: «3. Μέτρια»), αντίθετα θετικά ευρήματα είχε η μελέτη των Bachnak, R., Eskin, S., & Love, S. (2018) για το πρόγραμμα εμπλουτισμού STEM για μαθητές γυμνασίου: Αποτελέσματα και διδάγματα (Αξιολόγηση). Η χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης σε περιβάλλοντα STEAM (B4 ερώτημα) αποτελεί το επόμενο ερευνητικό ερώτημα, η μέση τιμή / Mean είναι: 3,306 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ», αποτέλεσμα ενθαρρυντικό. Η δημιουργία εξηγήσεων για ένα φαινόμενο ή ο σχεδιασμός λύσεων για ένα πρόβλημα (B5 ερώτημα) έχει σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα με της προηγούμενης μεταβλητής (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,315 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ») και συμφωνούν σε γενικές γραμμές με τους Bakirci, H., & Kirici, M. G. (2021). Για την εξήγηση για ένα φαινόμενο ή την εύρεση της καλύτερης λύσης σε ένα πρόβλημα, της αξιολόγησης και επικοινωνίας πληροφοριών (B6 ερώτημα) η μέση τιμή / Mean είναι: 3,372 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ». Όσον αφορά την απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία πληροφοριών (B7 ερώτημα) το δείγμα έχει θετική προσέγγιση, η μέση τιμή / Mean είναι: 3,525 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ». Για την επιτυχή πραγματοποίηση πειραμάτων σε δραστηριότητα/εργαστήριο σε περιβάλλοντα STEAM (B8 ερώτημα) το δείγμα έχει κάποιες ανασφάλειες (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,257 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ»). Όσον αφορά την χρήση εννοιών μαθηματικών, επιστήμης Τεχνών ή/και τεχνολογίας (B9 ερώτημα), το δείγμα έχει θετική τάση η οποία φαίνεται στην μέση τιμή / Mean είναι: 3,475 και κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3.



Μέτρια» και «4. Πολύ». Η εξήγηση περιεχόμενου STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου (B10 ερώτημα), αποτελεί δύσκολη διαδικασία για το δείγμα: η μέση τιμή / Mean είναι: 3,087 τείνει στην επιλογή: «3. Μέτρια». Η γνώση των θεμάτων STEAM (B11 ερώτημα), αποτελεί με την σειρά του δεξιότητες οι οποίες δυσκολεύουν τους εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του δείγματος (η μέση τιμή / Mean είναι: 2,858 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «2. Λίγο» και «3. Μέτρια»). Η χρήση διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για την ανάπτυξη των γνώσεων για τις έννοιες των μαθηματικών / της επιστήμης / των τεχνών/ της τεχνολογίας (B12 ερώτημα), έχει θετικό αντίκτυπο στους εκπαιδευτικούς (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,224 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ»).

Όσον αφορά τον τρίτο άξονα σχετίζεται με τις στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM: και από την εξοικείωση με όλη τη δομή και τις κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου (Γ1 ερώτημα), διαφαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν αρνητική προσέγγιση (η μέση τιμή / Mean είναι: 2,901 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «2. Λίγο» και «3. Μέτρια») το οποίο διαφέρει από την θετική προσέγγιση που κατέγραψαν οι Μανγονουσιότι, Chatzopoulos, Papoutsidakis, & Drosos, (2018), η επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών / εφήβων στα μαθηματικά / φυσικές επιστήμες / τέχνες / τεχνολογία (Γ2 ερώτημα), έχει θετικό αντίκτυπο (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,263 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ»), η χρήση διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για την αύξηση της εμπιστοσύνης των εφήβων στις ικανότητές τους να εκτελούν με επιτυχία δραστηριότητες STEAM (Γ3 ερώτημα), αποδεικνύει ότι οι εκπαιδευτικοί του δείγματος δεν νοιώθουν σίγουροι για τις προσφερόμενες εκπαιδευτικές τους υπηρεσίες (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,061 τείνει στην επιλογή: «3. Μέτρια»), για την αξιολόγηση της απόδοσης των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο (Γ4 ερώτημα), οι εκπαιδευτικοί του δείγματος είναι πιο σίγουροι (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,486 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ») και αυτό συμφωνεί με τα ευρήματα της μελέτης των Πάνου, Στεφανίδης, & Κασούτας, (2018), η προσαρμογή της διδασκαλίας με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές (Γ5 ερώτημα), αποτελεί την καλύτερο βαθμό θετικότητας του δείγματος (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,732 τείνει στην επιλογή: «4. Πολύ»), η επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για την καθοδήγηση της μάθησης και της σκέψης των μαθητών (Γ6 ερώτημα), αποτελεί και αυτό με την σειρά του «κλήμα» των εκπαιδευτικών του δείγματος (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,590 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ»),



για την προσαρμογή του στυλ διδασκαλίας σε διαφορετικούς μαθητές (Γ7 ερώτημα), το δείγμα έχει θετικότερη προσέγγιση (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,737 τείνει στην επιλογή: «4. Πολύ»), για την εξοικείωση με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκεται (Γ8 ερώτημα), το δείγμα δείχνει διστακτικότητα στις νέες διδακτικές προσεγγίσεις (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,109 τείνει στην επιλογή: «3. Μέτρια»), η οργάνωση και διατήρηση της διαχείρισης της τάξης (Γ9 ερώτημα), το δείγμα έχει θετικότερη προσέγγιση (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,699 τείνει στην επιλογή: «4. Πολύ»), οι διδακτικές προσεγγίσεις που κάνουν τους μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος / του έργου / του εργαστηρίου (Γ10 ερώτημα), το δείγμα έχει θετικότερη προσέγγιση (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,677 κ τείνει στην επιλογή: «4. Πολύ»), για την δημιουργία περιβάλλοντος στην τάξη για την προώθηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM (Γ11 ερώτημα), το δείγμα έχει μοιρασμένες απόψεις (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,235 κυμαίνεται μεταξύ των επιλογών: «3. Μέτρια» και «4. Πολύ») και τέλος για την εύρεση συνεχώς καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM (Γ12 ερώτημα), το δείγμα πάλι δείχνει μια διχασμένη προσέγγιση (η μέση τιμή / Mean είναι: 3,175 τείνει στην επιλογή: «3. Μέτρια»).

Όσον αφορά την διερεύνηση των ερευνητικών υποθέσεων της έρευνας για τον Σχεδιασμό, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, παρατηρούνται τα εξής:

- Το μορφωτικό επίπεδο των εκπαιδευτικών με τον βαθμό επιτυχίας πραγματοποίησης ενός πειράματος ή δημιουργίας ενός νέου θέματος δραστηριότητας / εργαστηρίου STEAM (1<sup>η</sup> υπόθεση) είναι ανεξάρτητα, άρα δεν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ των 2 μεταβλητών. Η τιμή Spearman's rho = ,105 άρα υπάρχει χαμηλός θετικός συντελεστής συσχέτισης και η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική.
- Τα έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας των εκπαιδευτικών και η επιλογή αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων για την καθοδήγηση της σκέψης και της μάθησης των μαθητών / εφήβων στα μαθηματικά / φυσικές επιστήμες / τέχνες / τεχνολογία (STEAM) (2<sup>η</sup> υπόθεση) είναι ανεξάρτητα, άρα δεν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ των 2 μεταβλητών. Η τιμή Spearman's rho = ,047 άρα υπάρχει χαμηλός θετικός συντελεστής συσχέτισης και η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική.





- Όσον αφορά την 3<sup>η</sup> υπόθεση, κατά τον έλεγχο του κριτηρίου ANOVA η τιμή τιμή Sig: 0,010 είναι μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05. Επομένως είναι στατιστικά σημαντικό, έτσι συνεπάγεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του είδους του περιβάλλοντος / εφαρμογής (προσομοίωση) STEM/STEAM που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός και ο βαθμός εξήγησης του περιεχόμενου STEAM του θέματος / έργου / εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους. Οι στατιστικές διαφορές των μεταβλητών θα διερευνηθούν με έλεγχο Post Hoc και τεστ Bonferroni όπου παρατηρείται ότι το είδος του περιβάλλοντος / εφαρμογής (προσομοίωση) STEM/STEAM που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός «Arduino» με το «Roblox» έχουν διαφοροποιήσεις στον βαθμό εξήγησης του περιεχόμενου STEAM του θέματος / έργου / εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους (τιμή Sig. ,004) και Μέση διαφορά / Mean Difference των μεταβλητών: 1,84211\* (η μέση διαφορά είναι σημαντική στο επίπεδο 0,05).
- Όσον αφορά την 4<sup>η</sup> υπόθεση, κατά τον έλεγχο του κριτηρίου ANOVA η τιμή Sig: 0,027 είναι μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05. Επομένως το κριτήριο ANOVA είναι στατιστικά σημαντικό, έτσι συνεπάγεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές του είδους σχολικής μονάδας, ως προς την εύρεση συνεχώς καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM. Οι στατιστικές διαφορές των μεταβλητών θα διερευνηθούν με έλεγχο Post Hoc και τεστ Bonferroni, όπου παρατηρείται ότι το είδος σχολείου που διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί: «Επαγγελματικό Λύκειο» με το «Γυμνάσιο» έχουν διαφοροποιήσεις ως προς την εύρεση συνεχώς καλύτερων τρόπων διδασκαλίας περιεχομένου STEAM (τιμή Sig. ,022) και Μέση διαφορά / Mean Difference των μεταβλητών: ,55087\* (η μέση διαφορά είναι σημαντική στο επίπεδο 0,05).
- Όσον αφορά την 5<sup>η</sup> υπόθεση, κατά τον έλεγχο του κριτηρίου ANOVA η τιμή Sig: 0,006 είναι μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05. Επομένως το κριτήριο ANOVA είναι στατιστικά σημαντικό, έτσι συνεπάγεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές της ειδικότητα του εκπαιδευτικού, ως προς τον βαθμό ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων STEAM. Οι στατιστικές διαφορές των μεταβλητών θα διερευνηθούν με έλεγχο Post Hoc και τεστ Bonferroni, όπου παρατηρείται ότι η ειδικότητα των εκπαιδευτικών «Φυσικών Επιστημών» με της «Τεχνών και θεωρητικών επιστημών» έχουν διαφοροποιήσεις ως προς τον βαθμό ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων STEAM (τιμή Sig. ,019) και Μέση διαφορά / Mean Difference των μεταβλητών: ,54034\* (η μέση διαφορά είναι σημαντική στο επίπεδο 0,05). Επιπλέον έχουν διαφοροποιήσεις ως προς τον βαθμό





ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων STEAM οι εκπαιδευτικοί με ειδικότητα «Τεχνολογίας» με την ειδικότητα «Τεχνών και θεωρητικών επιστημών» (τιμή Sig. ,026) και Μέση διαφορά / Mean Difference των μεταβλητών: ,58571\* (η μέση διαφορά είναι σημαντική στο επίπεδο 0,05).

### 7.3 Μελλοντική έρευνα

Με τις γρήγορες αλλαγές στην εκπαίδευση STEAM στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς, είναι δύσκολο να ειπωθεί ότι έχει αποκτηθεί μια συνολική εμπειριστατωμένη εικόνα σχετικά με πιθανά θέματα στην εκπαίδευση STEAM, και μάλιστα τώρα που οι δημιουργίες περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM δεν δύναται να καταμετρηθούν με ακρίβεια.

Η συστηματική ανάλυση της βιβλιογραφικής έρευνας έδειξε ότι οι μελέτες στην θεματική κατηγορία των στόχων, της πολιτικής, του προγράμματος σπουδών και της αξιολόγησης ήταν οι πιο διαδεδομένες (Li, Wang, Xiao, & Froyd, 2020). Η βιβλιογραφική ανάλυση δείχνει επίσης ότι η ερευνητική κοινότητα είχε ευρύ ενδιαφέρον τόσο για τη διδασκαλία όσο και για τη μάθηση στην εκπαίδευση STEAM. Η έρευνα στην εκπαίδευση STEAM θα συνεχίσει να εξελίσσεται και θα είναι ενδιαφέρον να αναθεωρήσουμε τις τάσεις σε μικρό χρονικό ορίζοντα.



## Βιβλιογραφία

- Arduino. (2021). Ανάκτηση 11 2021, από [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc): <https://www.arduino.cc/>
- Arora, R., & Singh, N. (2021, May). Envisioning the welfare of society through STEAM education. *International and National Conference on Learning Innovation in Science and Technology*.
- Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics. (2021, 12). Ανάκτηση από Autodesk, Inc.: <https://academy.autodesk.com/>
- Bachnak, R., Eskin, S., & Love, S. (2018, June). STEM Enrichment Program for High School Students: Results and Lessons Learned (Evaluation). *Conference: 2018 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Baker, A. (2016, 7 27). Active Learning with Interactive Videos: Creating Student-Guided Learning Materials. *Journal of Library & Information Services in Distance Learning*, σσ. 79-87.
- Bakırıcı, H., & Kırıcı, M. G. (2021, April). The effect of STEM supported research-inquiry-based learning approach on the scientific creativity of 7th grade students. *Journal of Pedagogical Research*.
- Barnes, J. (2015, June). An Introduction to Cross-Curricular Learning. *The Creative Primary Curriculum*.
- Basar, M., Zulkarnain, I., Razik, N., & Zakaria, Z. (2020, September). Exploratory of Electrical Learning Kit for STEM Application. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 917(1).
- Burde, J.-P., & Wilhelm, T. (2020, December). Teaching electric circuits with a focus on potential differences. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2).
- Burns, M. (2018, December 6). *25 Reasons to use TED-ED in your Classroom*. Ανάκτηση 1 2022, από [ClassTechTips.com](http://ClassTechTips.com): <https://classtehtips.com/2018/12/06/ted-ed-videos/>
- Cahyana, C., Hanif, G. H., Idrinillah, D. a., & Apriliya, S. (2020, July). Electrical Tandem Roller (ETR) Media for 4C Capabilities Based Stem Learning Elementary Schools. *International Journal of Elementary Education*, 4(2), σ. 169.
- Casao, R. (2008, January). To PhET or Not To PhET: That Is the Question.



- Chasteen, S. (2017, March 30). *What are some tips for using PhET in a lab setting?* Ανάκτηση 1 2022, από Contact PhysPort: <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=93337>
- Chasteen, S., & Carpenter, Y.-y. (2020, March). *How do I use PhET simulations in my physics class?* Ανάκτηση 1 2022, από Contact PhysPort: <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=93341>
- Chen, M. (2021). *Kerbal Space Program*. Ανάκτηση 12 2021, από Common Sense: <https://www.commonsense.org/education/game/kerbal-space-program>
- Colakoglu, M. H. (2016, July). STEM Applications in Turkish Science High Schools. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 2(2), σ. 176.
- Collacchi, J. (2020, 12 12). *What is Arduino?* Ανάκτηση 11 2021, από Create & Learn Team: <https://www.create-learn.us/blog/what-is-arduino/>
- Cowden, C. (2017, January). Information literacy framework: STEM applications. *American Library Association Midwinter Conference At: Atlanta, GA*.
- Creswell, D., & Creswell, J. (2019). *Σχεδιασμός Έρευνας-Προσεγγίσεις Ποιοτικών, Ποσοτικών και Μεικτών Μεθόδων*. (Η. Σαντουρίδης, Τ. Παγγέ, Επιμ., & Φ. Βενετσάνου, Μεταφρ.) Εκδόσεις ΠΡΟΠΟΜΠΟΣ.
- Duran et all. (2011). Examining candidate classroom teachers compliance and socialization process. *Dumlupinar University Journal of Social Sciences*(31), σσ. 465-478.
- ElSayary, A. (2021). Using a Reflective Practice Model to Teach STEM Education in a Blended Learning Environment. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(2).
- Frantiska, J. (2016, August). Types of Learning Objects. *Creating Reusable Learning Objects*, σσ. 11-15.
- Gibson, R. (2020, December). STEM into STEAM. *Transforming the Curriculum Through the Arts*, σσ. 199-220.
- Grebneva, D. M. (2021, January). Programming educational robots based on Lego Education EV3 in the Python programming language.
- Guarrella, C. (2021, May). Understanding 3D Shapes through STEAM Learning. *Embedding STEAM in Early Childhood Education and Care*, σσ. 1-19.
- Güçlü, N. (1996). The process of being a teacher: Socialization. *Education and Science*(20), σσ. 55-63.



- Güçlü, N. (2004). *Organizational socialization of new teachers as they start teaching jobs. From first days to Head teachers*. Ankara: Asil Distribution.
- Hall, M., Campbell, T., Rotruck, S., Dunlevy, R., Maynard, S., Snavelly, D., & Sullivan, D. (2021). *STEAM Minded Student and Educator Practices*. Ανάκτηση από West Virginia Board of Education: <https://wvde.us/wp-content/uploads/2021/04/STEAM-minded-Guidance-MiddleSecondary-v2.pdf>
- Hsu, T. C., Abelson, H., Lao, N., & Chen, S.-C. (2021, September). Is It Possible for Young Students to Learn the AI-STEAM Application with Experiential Learning? *Sustainability*, 13(11114).
- Kartal, S. (2007). *Organizational socialization in education*. . Ankara: Maya Akademi.
- Karthikeyan, K. (2021, October). Problem Based Learning. *IQAC Training Literature*.
- Katsouros, V., Gkiokas, A., Sotiriou, S., Stergiopoulos, P., Fraiis, R., Andreotti, E., . . . Liwicki, M. (2018). STEAM learning using a web-based workbench of music science interactive activities. Στο Ν. Τζιμόπουλος, & Μ. Ιωσηφίδου (Επιμ.), *Πανελλήνιο Συνέδριο Scientix για την εκπαίδευση STEM* (σσ. 53-56). Αθήνα: Ε.Μ.Π.
- Keiler, L. (2018). Teachers' roles and identities in student-centered classrooms. *International Journal of STEM Education*, 5(34).
- Kerbal Space Program*. (2021, 12). Ανάκτηση από Take-Two Interactive, Inc.: <https://www.kerbalspaceprogram.com/>
- Klabak, J. (2021, September). Interdisciplinary Learning. *Journal of the American Dental Association*, 152(9), σ. 717.
- Koybasi, C., & Ugurlu, F. (2019). Teacher Candidates Socialization Process: A grounded theory study. *Asian Journal of Education and Training*(5), σσ. 213-223.
- Kratcoski, C., & Kratcoski, C. (2021, August). Preparing for Experiential Learning. *Experiential Education and Training for Employment in Justice Occupations*, σσ. 17-28.
- KWL Charts/Facing History and Ourselves. (2021, 12). *Teaching Strategies / K-W-L Charts*. Ανάκτηση από Facing History and Ourselves: <https://www.facinghistory.org/resource-library/teaching-strategies/k-w-l-charts>
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. (2020, March). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*.



- Lyman, F. (2021, December). Cooperative Learning. *100 Teaching Ideas that Transfer and Transform Learning*, σσ. 101-102.
- Matte, C. (2021). *Scratch*. Ανάκτηση 1 2022, από Common Sense: <https://www.commonsense.org/education/website/scratch>
- Mavrovounioti, V., Chatzopoulos, A., Papoutsidakis, M., & Drosos, C. (2018, October). Implementation of an 2-wheel Educational Platform for STEM Applications. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, 5(10).
- McConnell, D. (2021). *ConcepTests*. Ανάκτηση 11 2021, από [serc.carleton.edu](http://serc.carleton.edu): <https://serc.carleton.edu/sp/library/conceptests/index.html>
- McDermott, L., & Shaffer, P. (1992, November). Research as a Guide for Curriculum Development: An Example from Introductory Electricity, Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60(11), σσ. 994-1003.
- McManus, C. A., Lamb, R., Firestone, J., & Pooler, S. (2016, November). Gender based student experience in STEM learning in High School Science. *Conference: Conference of National Science Teacher Association (NSTA)*.
- McQuillen, G. (2021). *Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics*. Ανάκτηση 12 2021, από Common Sense: <https://www.commonsense.org/education/app/autodesk-digital-steam-applied-mechanics>
- Metzler, M., & Colquitt, G. (2021, April). Cooperative Learning. *Instructional Models for Physical Education*, σσ. 225-262.
- Moore, E., Chamberlain, J., Parson, R., & Perkins, K. (2014, July). PhET Interactive Simulations: Transformative Tools for Teaching Chemistry. *The American Chemical Society and Division of Chemical Education*, 91(8), σσ. 1191–1197. Ανάκτηση από <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed4005084#>
- Odom, A. L., & Bell, C. V. (χ.χ.). Associations of middle school student science achievement and attitudes and science with student-reported frequency of teacher lecture demonstrations and student-centered learning. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(1), σσ. 87–97.
- Özgen, H., Öztürk, A., & Yalçın, A. (2002). *Human resources management*. Adana: Nobel Bookstore.



- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., Jong, T., Riesen, S., Kamp, E., . . . Tsourlidaki, E. (2015, February). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, σσ. 47-61.
- Perkowska-Klejman, A. (2021, November). Reflective Learning as a Response to Contemporary Educational Challenges. *Lubelski Rocznik Pedagogiczny*, 40(3), σσ. 7-23.
- Petty, B. (2018, July 23). *4 Tools for a Flipped Classroom*. Ανάκτηση 12 2021, από <https://www.edutopia.org/article/4-tools-flipped-classroom>
- Powers, M. (2021). *Roblox*. Ανάκτηση 12 2021, από Common Sense: <https://www.commonsense.org/education/website/roblox>
- Rico-Bautista, N., & Arévalo-Pérez, N. (2021, August). Construction of an amusement park using STEAM and LEGO education to participate in the science fair. *Journal of Physics Conference Series*, 1981(1).
- Roberts, T., & Schnepf, J. (2020, January). Building problem-solving through STEAM. *Technology and engineering*.
- Rogowski, M. (2021). *Tinkercad*. Ανάκτηση 1 2022, από Common Sense: <https://www.commonsense.org/education/website/tinkercad>
- Schunk, D. (2010). *Θεωρίες μάθησης-Μια εκπαιδευτική θεώρηση*. (Γ. Κουλαουζίδης, Επιμ., & Λ. Εκκεκάκη, Μεταφρ.) Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Scratch*. (2021). Ανάκτηση 1 2021, από Scratch: <https://scratch.mit.edu/about>
- Seesaw* . (2022, 1). Ανάκτηση από [web.seesaw.me](https://web.seesaw.me): <https://web.seesaw.me/>
- Segers, M., & De Greef, M. (2021, July). Transformational Learning. *Theories of Workplace Learning in Changing Times*, σσ. 119-134.
- Singh, M. (2021, April). Acquisition of 21st Century Skills Through STEAM Education. *ACADEMIA*.
- Stanley, T. (2021, September). Problem-Based Learning. *Authentic Learning*, σσ. 69-77.
- STEM Education. (2010, 6). *Δραστηριότητες τάξης για εκπαιδευτικούς LEGO Mindstorms EV3*. Ανάκτηση 11 2021, από STEM Education: <https://stem.edu.gr/wp-content/uploads/2010/06/EV3-book-intro.pdf>
- Stinken-Rösner, L. (2021, March). Virtuelles Experimentieren mit PhET Simulationen. *Digitale Medien im (inklusive) naturwissenschaftlichen Unterricht*.
- Svoboda, J. (2001, June). Teaching Electric Circuits Via The Internet. *Electronics*.





- Tinkercad. (2021). *Get Tinkering in your classroom*. Ανάκτηση 12 2021, από Tinkercad:  
<https://www.tinkercad.com/teach>
- Venville, G., & Sheffield, R. (2021, June). Enhancing student learning through STEM. *The Art of Teaching Primary School Science*, σσ. 173-187.
- Wooding, C. (2020, April). Experiential Learning. *High Impact Teaching for Sport and Exercise Psychology Educators*, σσ. 135-144.
- Zaman, M. H. (2021, May). Inclusion and equity through STEM training. *Science*, σσ. 926-926.
- Δημητριάδης, Σ. (2015). *Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό*. (Θ. Κ. Τσιάτσος, Επιμ.)  
Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Ζαφειρόπουλος, Κ. (2015). *Στατιστική Ανάλυση με H/Y-Βοηθητικές σημειώσεις με SPSS*.  
Ανάκτηση 1 2022, από Πανεπιστήμιο Μακεδονίας:  
<http://opencourses.uom.gr/assets/site/content/courses/72/Notes-SPSS.pdf>
- Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων / Εκπαιδευτικό Σενάριο. (2019, 6).  
Εκπαιδευτικό Σενάριο. *Επιμόρφωση Β2 επιπέδου ΤΠΕ Συστάδα: Β2.10 Εκπαιδευκοί  
Μηχανικοί*. Αθήνα: Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων-Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής  
Πολιτικής.
- Καλογεράκη, Σ. (2020). *Ανάλυση Δεδομένων στην Επιστημονική Έρευνα με τη Χρήση του SPSS-  
Από τη θεωρία στην πράξη*. Αθήνα: Κριτική.
- Καπραβέλου, Α. (2011). Η σημασία των θεωριών μάθησης στο πλαίσιο των ΤΠΕ στην  
εκπαίδευση. *The Journal for Open and Distance Education and Educational  
Technology*, 7(1).
- Κλείσας, Α. (2018, 10). *Εισαγωγή στο micro:bit/Με εκπαιδευτικές δραστηριότητες στο  
περιβάλλον MakeCode 1.x*. Ανάκτηση 12 2021, από [blogs.sch.gr/vservou/](https://blogs.sch.gr/vservou/):  
[https://blogs.sch.gr/vservou/files/2019/12/Microbit\\_%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%95%CE%A3\\_v\\_2\\_0.pdf](https://blogs.sch.gr/vservou/files/2019/12/Microbit_%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%95%CE%A3_v_2_0.pdf)
- Κουτσούμπα, Β., Κρήτας, Ο., & Σκαρλάτου, Ζ. (2020). *Μαζικά Ανοικτά Διαδικτυακά  
Μαθήματα (ΜΑΔΜ) – Massive Open Online Courses (MOOCs)*. *Οι καινοτομίες που  
εισήγαγαν στην ηλεκτρονική μάθηση (e-learning)*. Πάτρα: Τμήμα Διοικητής Επιστήμης  
και Τεχνολογίας -Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης Επιχειρήσεων -  
Πανεπιστήμιο Πατρών.





- Πάνου, Ε., Στεφανίδης, Κ., & Κασούτας, Μ. (2018). Διδάσκοντας Αστρονομία σε Σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο Πλαίσιο του Ερευνητικού Προγράμματος STEM4you(th). Στο Ν. Τζιμόπουλος, & Μ. Ιωσηφίδου (Επιμ.), *Πανελλήνιο Συνέδριο Scientix για την εκπαίδευση STEM* (σσ. 20-25). Αθήνα: Ε.Μ.Π.
- Σαμαντά, Ε., & Χαλκιάς, Μ. (2016). *Εισαγωγή στη Μεθοδολογία Έρευνας Εκπόνησης Επιστημονικών Εργασιών*. Αθήνα: Σύγχρονη Εκδοτική. Ανάκτηση 11 2021, από ΕΚΠΑ/Τμήμα Πολιτικής Επιστήμης & Δημόσιας Διοίκησης.
- Σταμοβλάσης, Δ. (2015). *Μεθοδολογία Έρευνας και Εφαρμοσμένη Στατιστική-Εισαγωγή στην Ανάλυση Ερευνητικών Δεδομένων στις Κοινωνικές Επιστήμες*. Ανάκτηση 1 2022, από Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης: [https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS168/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/enotita\\_04%CE%A3%CE%9C.pdf](https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS168/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/enotita_04%CE%A3%CE%9C.pdf)
- Τσιώλης, Γ. (2014). *Μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης στην ποιοτική κοινωνική έρευνα*. Αθήνα: Κριτική.
- Φιλίππου, Σ., & Μαυρόπουλος, Ν. (2021). *Lego*. Ανάκτηση από Πανεπιστήμιο Αιγαίου/Υπηρεσία Πληροφορικής: [https://icsdweb.aegean.gr/aegeanrbtcs/?page\\_id=1128](https://icsdweb.aegean.gr/aegeanrbtcs/?page_id=1128)
- Χατζόπουλος, Α., Παπουτσιδάκης, Μ., & Καλογιαννάκης, Μ. (2018). Ανάπτυξη ρομποτικής πλατφόρμας χαμηλού κόστους, βασισμένη στην αξιοποίηση των ευρημάτων έρευνας δράσης για την εκπαίδευση STEM και την Εκπαιδευτική Ρομποτική. Στο Ν. Τζιμόπουλος, & Μ. Ιωσηφίδου (Επιμ.), *Πανελλήνιο Συνέδριο Scientix για την Εκπαίδευση STEM* (σσ. 7-13). Αθήνα: Ε.Μ.Π. Ανάκτηση 11 2021, από <https://scientix.ellak.gr/wp-content/uploads/sites/30/2019/12/%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B1-%CE%A0%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BF%CF%85-%CE%A3%CF%85%CE%BD%CE%B5%CE%B4%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85-Scientix-1.pdf>
- Χαττάρι, Μ. (2021, 12). *Προγραμματισμός του LEGO Education WeDo 2.0 με Scratch*. Ανάκτηση από [why.gr](http://why.gr) - Διερευνητική Μάθηση:



Κρήτας  
Θθωνας

*«Σχεδιασμός, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική  
πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για  
τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση»*



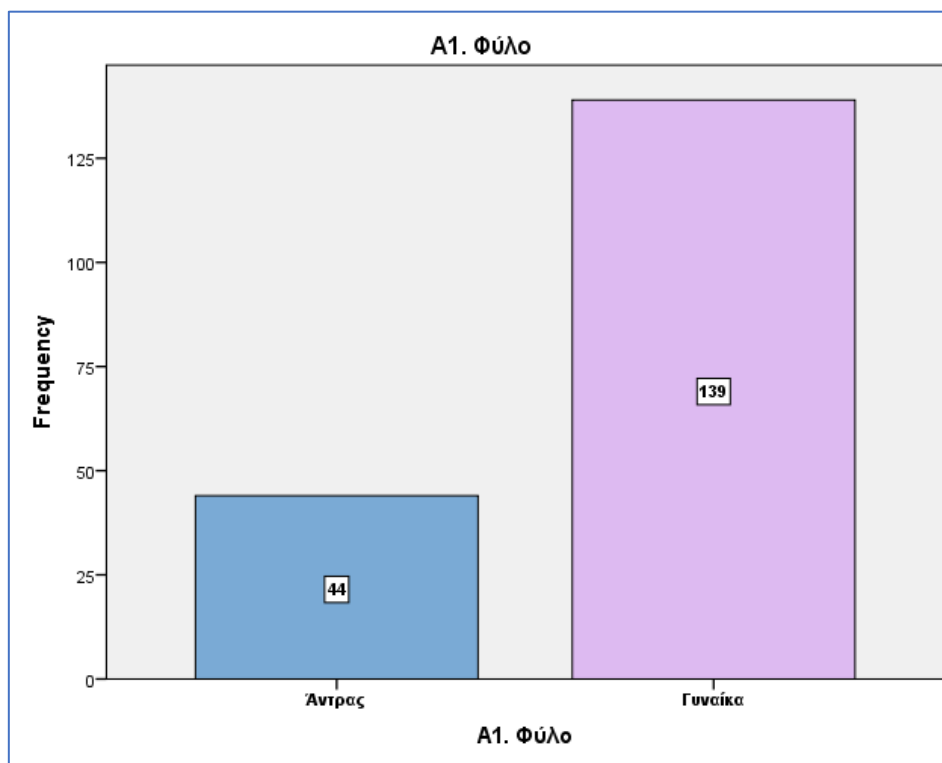
<https://www.why.gr/%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-lego-education-wedo-2-0-%CE%BC%CE%B5-scratch/>

## 8ο. Παραρτήματα

### Παράρτημα 1: Πίνακες και Διαγράμματα Κοινωνικό – Δημογραφικών Στοιχείων της έρευνας

Πίνακας 8.1: Α1. Φύλο.

		Α1. Φύλο			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Αντρας	44	24,0	24,0	24,0
	Γυναίκα	139	76,0	76,0	100,0
Total		183	100,0	100,0	

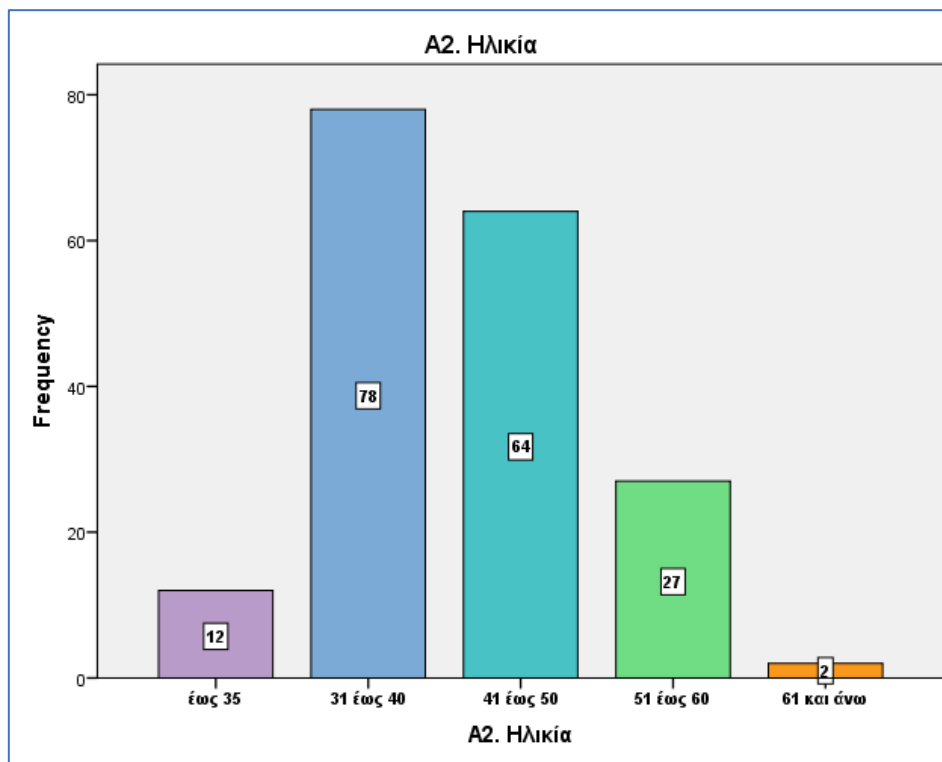


Διάγραμμα 8.1: Α1. Φύλο.

Πίνακας 8.2: Α2. Ηλικία.

		Α2. Ηλικία			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent

Valid	έως 35	12	6,6	6,6	6,6
	31 έως 40	78	42,6	42,6	49,2
	41 έως 50	64	35,0	35,0	84,2
	51 έως 60	27	14,8	14,8	98,9
	61 και άνω	2	1,1	1,1	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

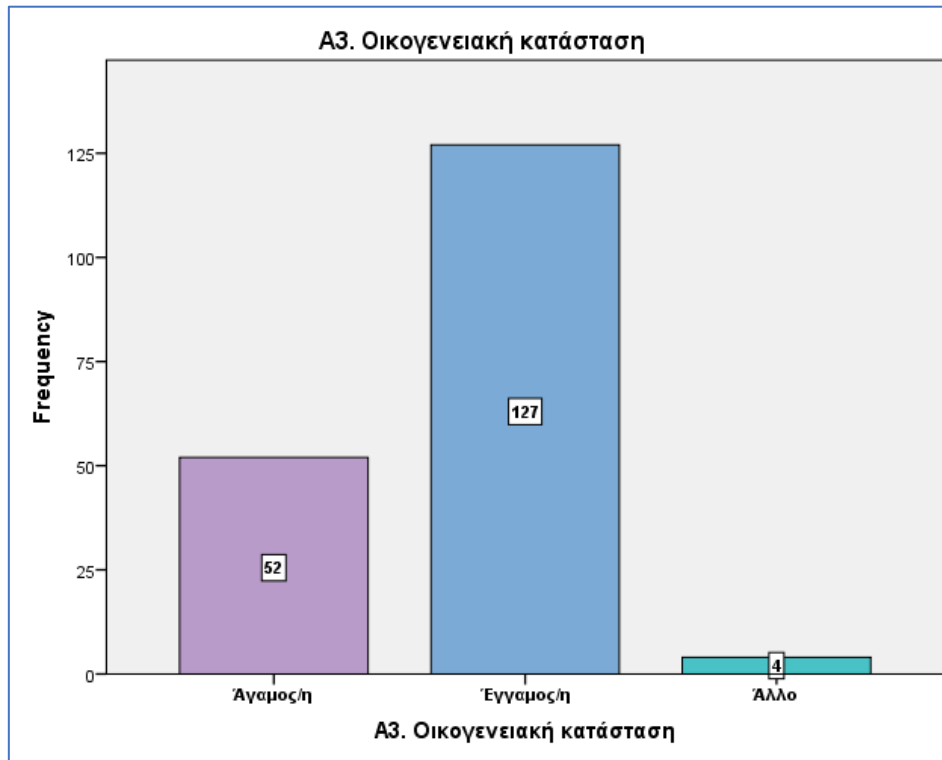


Διάγραμμα 8.2: A2. Ηλικία.

Πίνακας 8.3: A3. Οικογενειακή κατάσταση.

### A3. Οικογενειακή κατάσταση

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Άγαμος/η	52	28,4	28,4	28,4
	Έγγαμος/η	127	69,4	69,4	97,8
	Άλλο	4	2,2	2,2	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

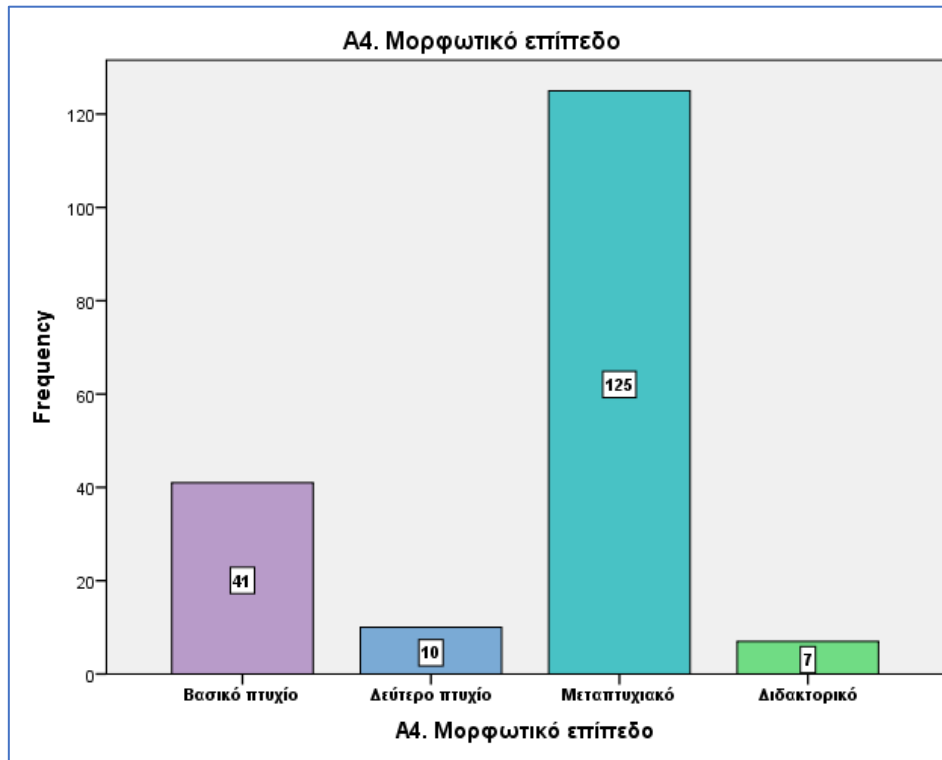


Διάγραμμα 8.3: A3. Οικογενειακή κατάσταση.

Πίνακας 8.4: A4. Μορφωτικό επίπεδο.

**A4. Μορφωτικό επίπεδο**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Βασικό πτυχίο	41	22,4	22,4	22,4
Δεύτερο πτυχίο	10	5,5	5,5	27,9
Μεταπτυχιακό	125	68,3	68,3	96,2
Διδακτορικό	7	3,8	3,8	100,0
Total	183	100,0	100,0	

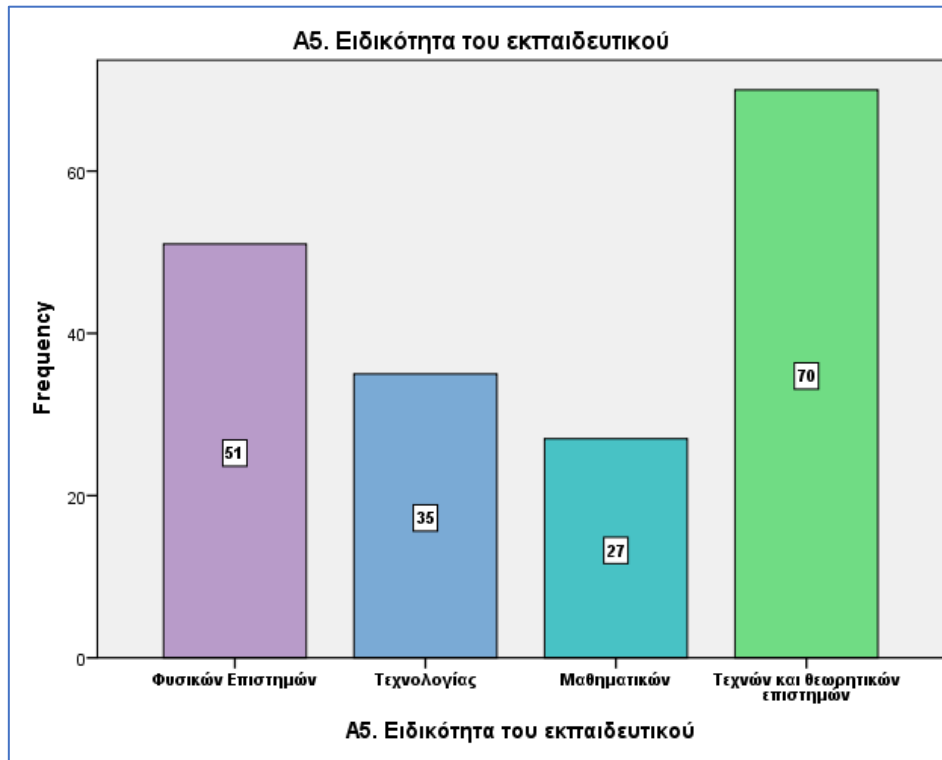


Διάγραμμα 8.4: A4. Μορφωτικό επίπεδο.

Πίνακας 8.5: A5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού.

**A5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Φυσικών Επιστημών	51	27,9	27,9	27,9
	Τεχνολογίας	35	19,1	19,1	47,0
	Μαθηματικών	27	14,8	14,8	61,7
	Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	70	38,3	38,3	100,0
	Total	183	100,0	100,0	



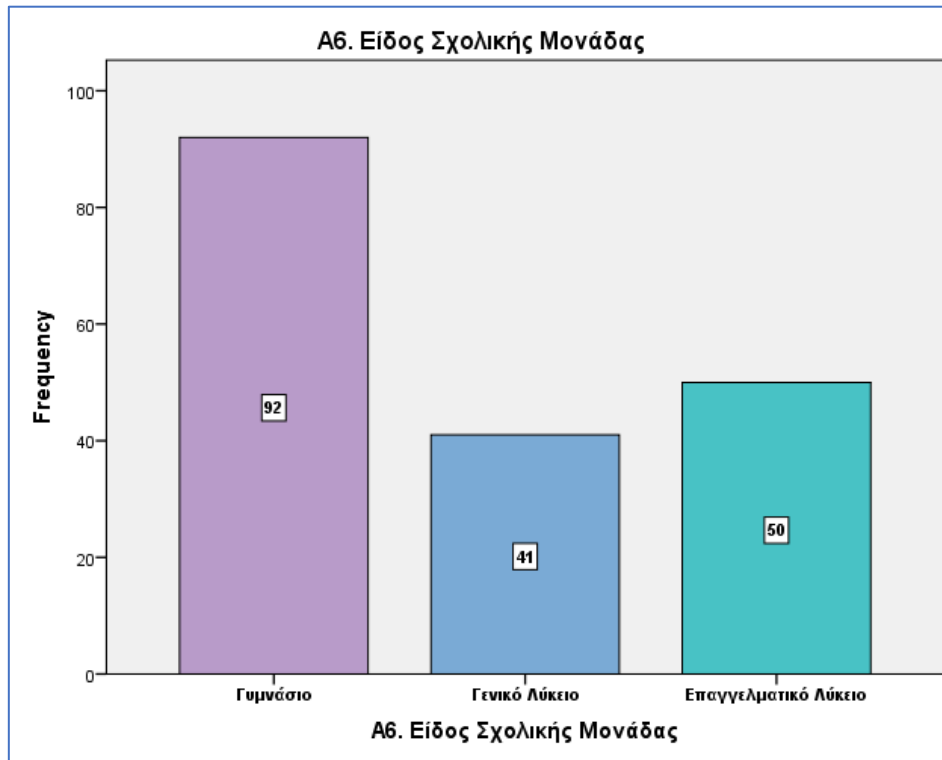
Διάγραμμα 8.5: A5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού.

Πίνακας 8.6: A6. Είδος Σχολικής Μονάδας.

**A6. Είδος Σχολικής Μονάδας**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Γυμνάσιο	92	50,3	50,3	50,3
	Γενικό Λύκειο	41	22,4	22,4	72,7
	Επαγγελματικό Λύκειο	50	27,3	27,3	100,0
	Total	183	100,0	100,0	



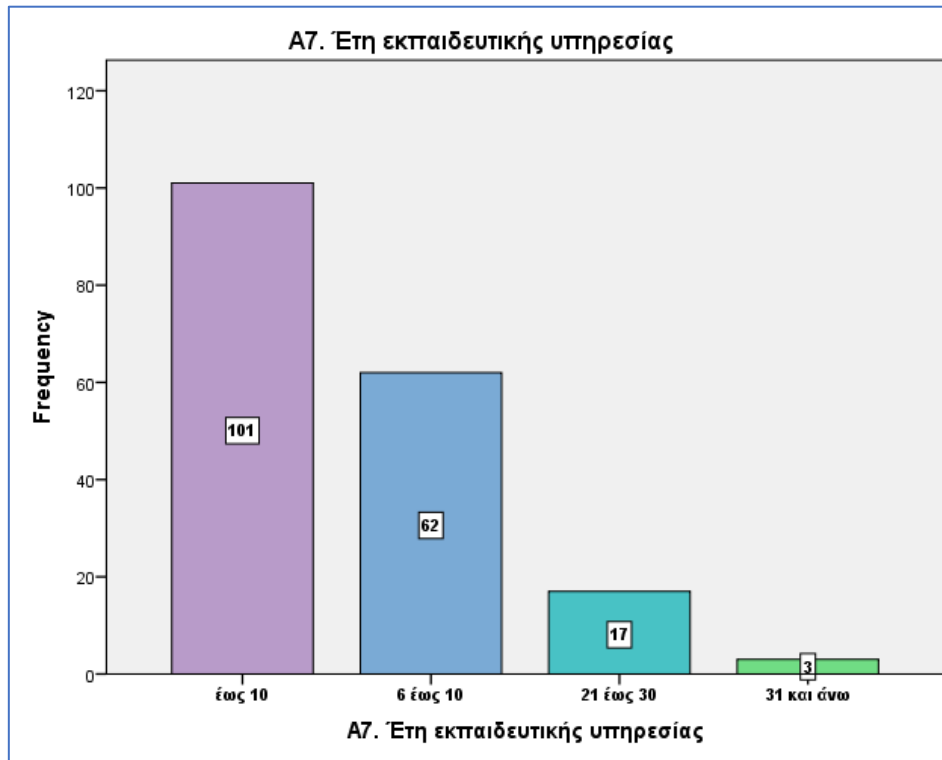


Διάγραμμα 8.6: A6. Είδος Σχολικής Μονάδας.

Πίνακας 8.7: A7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας.

**A7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid έως 10	101	55,2	55,2	55,2
6 έως 10	62	33,9	33,9	89,1
21 έως 30	17	9,3	9,3	98,4
31 και άνω	3	1,6	1,6	100,0
Total	183	100,0	100,0	



Διάγραμμα 8.7: A7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας.

Πίνακας 8.8: A8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM.

**A8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ναι	141	77,0	77,0	77,0
Όχι	42	23,0	23,0	100,0
Total	183	100,0	100,0	

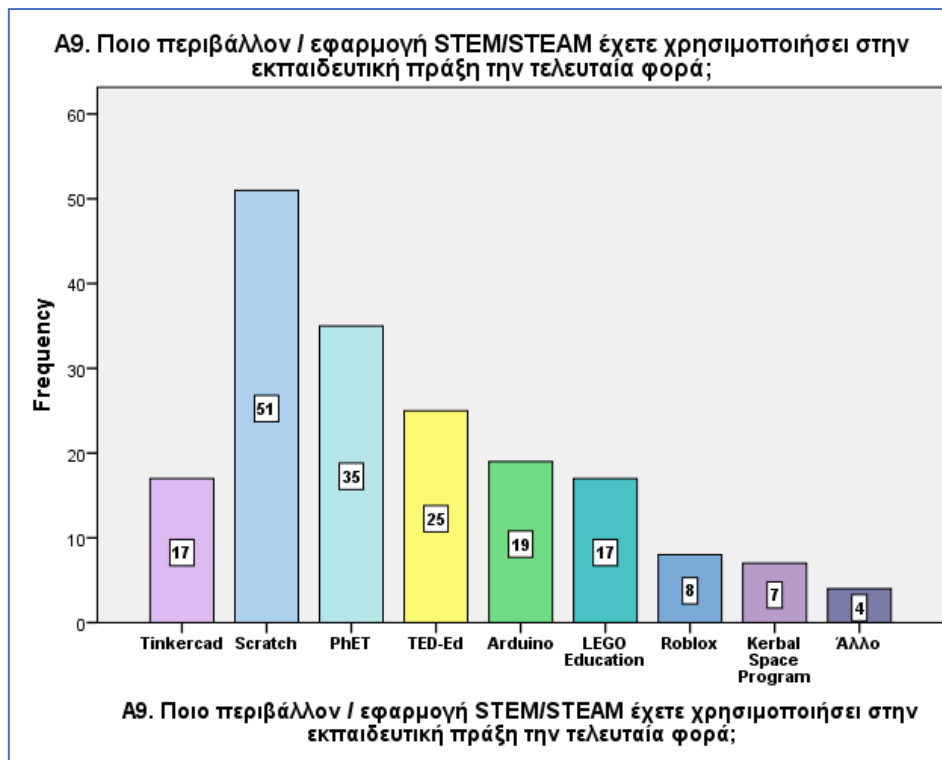


Διάγραμμα 8.8: A8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM.

Πίνακας 8.9: A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;

**A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tinkercad	17	9,3	9,3	9,3
Scratch	51	27,9	27,9	37,2
PhET	35	19,1	19,1	56,3
TED-Ed	25	13,7	13,7	69,9
Arduino	19	10,4	10,4	80,3
LEGO Education	17	9,3	9,3	89,6
Roblox	8	4,4	4,4	94,0
Kerbal Space Program	7	3,8	3,8	97,8
Άλλο	4	2,2	2,2	100,0
Total	183	100,0	100,0	



Διάγραμμα 8.9: A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;



## Παράρτημα 2: Πίνακες Διασταύρωσης των ερευνητικών υποθέσεων της έρευνας

Πίνακας 8.10: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α4. Μορφωτικό επίπεδο» «Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;» της 1<sup>ης</sup> ερευνητικής υπόθεσης.

### Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο; \* Α4. Μορφωτικό επίπεδο Crosstabulation

% within Α4. Μορφωτικό επίπεδο

		Α4. Μορφωτικό επίπεδο				Total
		Βασικό πτυχίο	Δεύτερο πτυχίο	Μεταπτυχιακό	Διδακτορικό	
Β8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο; Total	Καθόλου	4,9%		4,8%		4,4%
	Λίγο	22,0%	30,0%	16,8%	14,3%	18,6%
	Μέτρια	39,0%		38,4%	14,3%	35,5%
	Πολύ	31,7%	50,0%	28,0%	28,6%	30,1%
	Πάρα πολύ	2,4%	20,0%	12,0%	42,9%	11,5%
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Πίνακας 8.11: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας» και «Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM».

### Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM \* Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας Crosstabulation

% within Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας

		Α7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας				Total
		έως 10	6 έως 10	21 έως 30	31 και άνω	
Γ2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών στα STEAM Total	Καθόλου	7,9%	8,1%	17,6%	33,3%	9,3%
	Λίγο	13,9%	12,9%		33,3%	12,6%
	Μέτρια	33,7%	22,6%	35,3%		29,5%
	Πολύ	37,6%	45,2%	35,3%	33,3%	39,9%
	Πάρα πολύ	6,9%	11,3%	11,8%		8,7%
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%



Πίνακας 8.12: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;» και «Β10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;».

**B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους; \* Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά; Crosstabulation**

% within A9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;

		Α9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;									Total
		Tinkercad	Scratch	PhET	TED-Ed	Arduino	LEGO Education	Roblox	Kerbal Space	Άλλο	
B10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;	Καθόλου	17,6%	5,9%	11,4%	16,0%		17,6%	50,0%	28,6%		12,6%
	Λίγο	11,8%	15,7%	11,4%	16,0%	5,3%	23,5%	25,0%	14,3%	25,0%	14,8%
	Μέτρια	52,9%	37,3%	42,9%	24,0%	21,1%	11,8%	12,5%	28,6%	50,0%	32,8%
	Πολύ	17,6%	37,3%	28,6%	20,0%	57,9%	35,3%		28,6%	25,0%	31,1%
	Πάρα πολύ		3,9%	5,7%	24,0%	15,8%	11,8%	12,5%			8,7%
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Πίνακας 8.13: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας» και «Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM».

**Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM \* Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας Crosstabulation**

% within A6. Είδος Σχολικής Μονάδας

		Α6. Είδος Σχολικής Μονάδας			Total
		Γυμνάσιο	Γενικό Λύκειο	Επαγγελματικό Λύκειο	
Γ12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM	Καθόλου	14,1%	9,8%	10,0%	12,0%
	Λίγο	15,2%	14,6%	10,0%	13,7%
	Μέτρια	35,9%	36,6%	16,0%	30,6%
	Πολύ	27,2%	29,3%	44,0%	32,2%
	Πάρα πολύ	7,6%	9,8%	20,0%	11,5%
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%



Πίνακας 8.14: Διασταύρωση των μεταβλητών: «Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού» και «Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;».

**Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα; \* Α5.**

**Ειδικότητα του εκπαιδευτικού Crosstabulation**

% within Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού

		Α5. Ειδικότητα του εκπαιδευτικού				Total
		Φυσικών Επιστημών	Τεχνολογίας	Μαθηματικών	Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	
Β3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα; Total	Καθόλου	3,9%	5,7%	7,4%	4,3%	4,9%
	Λίγο	13,7%	11,4%	14,8%	30,0%	19,7%
	Μέτρια	29,4%	28,6%	37,0%	41,4%	35,0%
	Πολύ	43,1%	40,0%	25,9%	22,9%	32,2%
	Πάρα πολύ	9,8%	14,3%	14,8%	1,4%	8,2%
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%





Κρήτας  
Θωνας

«Σχεδιασμός, ανάπτυξη και ένταξη στην εκπαιδευτική  
πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για  
τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση»



### Παράρτημα 3: Ερωτηματολόγιο



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης Επιχειρήσεων

Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης & Τεχνολογίας

Διεύθυνση: Μεγάλου Αλεξάνδρου 1, 263 34 ΠΑΤΡΑ

Τηλ.: 2610 369217, Φαξ: 2610 396184,

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ



ΔΙΟΙΚΗΣΗ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
EDUCATION

MANAGEMENT

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Διοίκησης Εκπαίδευσης / Education Management»**

**Ερωτηματολόγιο για τον σχεδιασμό, ανάπτυξη και ένταξη στην  
εκπαιδευτική πράξη περιβαλλόντων και εφαρμογών STEM/STEAM για τη  
δευτεροβάθμια εκπαίδευση**

Το παρόν ερωτηματολόγιο αποτελεί ακαδημαϊκό-ερευνητικό εργαλείο. Δεν περιλαμβάνει ερωτήσεις προσωπικού χαρακτήρα και δεν θα χρησιμοποιηθεί παρά μόνον από τον Υπεύθυνο Καθηγητή και τον φοιτητή της διπλωματικής εργασίας.

Απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

**Πάτρα 2021**



## 1. Κοινωνικό - Δημογραφικά Στοιχεία:

### 1. Φύλο

Αντρας	
Γυναίκα	

### 2. Ηλικία

έως 30	
31 έως 40	
41 έως 50	
51 έως 60	
61 και άνω	

### 3. Οικογενειακή κατάσταση

Άγαμος/η	
Έγγαμος/η	
Άλλο	

### 4. Μορφωτικό επίπεδο

Βασικό πτυχίο	
Δεύτερο πτυχίο	
Μεταπτυχιακό	
Διδακτορικό	

### 5. Σε ποια κατηγορία ανήκει η Ειδικότητά σας;

Φυσικών Επιστημών	
Τεχνολογίας	
Μαθηματικών	
Τεχνών και θεωρητικών επιστημών	

### 6. Είδος Σχολικής Μονάδας

Γυμνάσιο	
Γενικό Λύκειο	
Επαγγελματικό Λύκειο	



**7. Έτη εκπαιδευτικής υπηρεσίας:**

- 1-10
- 11-20
- 21-30
- 31+

**8. Έχετε χρησιμοποιήσει πρόσφατα στην εκπαιδευτική πράξη περιβάλλοντα και εφαρμογές STEM/STEAM;**

Ναι	
Όχι	

**9. Ποιο περιβάλλον / εφαρμογή STEM/STEAM έχετε χρησιμοποιήσει στην εκπαιδευτική πράξη την τελευταία φορά;**

Tinkercad	
Scratch	
PhET	
TED-Ed	
Arduino	
LEGO Education	
Roblox	
Kerbal Space Program	
Autodesk Digital STEAM Applied Mechanics	
Morphi	
LittleBits Electronics	
Άλλο	

**2. Αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας στο STEM/STEAM**

	1: Καθόλου	2: Λίγο	3: Μέτρια	4: Πολύ	5: Πάρα πολύ
1. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να θέσετε ερωτήσεις σε ένα φαινόμενο ή να ορίσετε ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;					



	<b>1: Καθόλου</b>	<b>2: Λίγο</b>	<b>3: Μέτρια</b>	<b>4: Πολύ</b>	<b>5: Πάρα πολύ</b>
<b>2. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε έρευνες;</b>					
<b>3. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αναλύετε και να ερμηνεύετε δεδομένα;</b>					
<b>4. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα μαθηματικά και την υπολογιστική σκέψη;</b>					
<b>5. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να δημιουργήσετε εξηγήσεις για ένα φαινόμενο ή να σχεδιάσετε λύσεις για ένα πρόβλημα;</b>					
<b>6. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να βρείτε στοιχεία που σας βοηθούν να συλλογιστείτε και να επιχειρηματολογήσετε όταν βρίσκετε την καλύτερη εξήγηση για ένα φαινόμενο ή την καλύτερη λύση σε ένα πρόβλημα;</b>					
<b>7. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να αποκτήσετε, να αξιολογήσετε και να επικοινωνήσετε πληροφορίες;</b>					
<b>8. Πόσο σίγουροι είστε ότι θα επιτύχετε να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα / να δημιουργήσετε ένα νέο θέμα σε αυτήν τη δραστηριότητα/εργαστήριο;</b>					



	1: Καθόλου	2: Λίγο	3: Μέτρια	4: Πολύ	5: Πάρα πολύ
9. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έννοιες μαθηματικών, επιστήμης, Τεχνών ή/και τεχνολογίας που μάθατε στην καθημερινή σας ζωή;					
10. Είστε σε θέση να εξηγήσετε το περιεχόμενο STEAM του θέματος/έργου/εργαστηρίου στους συμμετέχοντες εφήβους;					
11. Πόσο σίγουροι είστε ότι έχετε επαρκή γνώση των θεμάτων STEAM για να απαντήσετε στις ερωτήσεις των συμμετεχόντων εφήβων κατά τη διάρκεια του μαθήματος/εργαστηρίου σας;					
12. Πόσο σίγουροι είστε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μια ποικιλία διδακτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αναπτύξετε τις γνώσεις σας για τις έννοιες των μαθηματικών / της επιστήμης / των τεχνών/ της τεχνολογίας;					

### 3. Στρατηγικές διδασκαλίας STEM/STEAM

	1: Καθόλου	2: Λίγο	3: Μέτρια	4: Πολύ	5: Πάρα πολύ
1. Είμαι εξοικειωμένος με όλη τη δομή και τις					



	1: Καθόλου	2: Λίγο	3: Μέτρια	4: Πολύ	5: Πάρα πολύ
κατευθύνσεις του μαθήματος / έργου / εργαστηρίου					
2. Μπορώ να επιλέξω αποτελεσματικές διδασκτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγήσουν τη σκέψη και τη μάθηση των μαθητών / εφήβων στα μαθηματικά / φυσικές επιστήμες / τέχνες / τεχνολογία					
3. Χρησιμοποιώ μια ποικιλία διδασκτικών προσεγγίσεων ή στρατηγικών για να αυξήσω την εμπιστοσύνη των εφήβων στις ικανότητές τους να εκτελούν με επιτυχία δραστηριότητες STEAM					
4. Ξέρω πώς να αξιολογώ την απόδοση των μαθητών / εφήβων σε μια τάξη / μάθημα / εργαστήριο / έργο					
5. Μπορώ να προσαρμόσω τη διδασκαλία μου με βάση το τι καταλαβαίνουν ή δεν καταλαβαίνουν επί του παρόντος οι μαθητές / έφηβοι					
6. Ξέρω πώς να επιλέγω αποτελεσματικές					



	1: Καθόλου	2: Λίγο	3: Μέτρια	4: Πολύ	5: Πάρα πολύ
διδασκτικές προσεγγίσεις για να καθοδηγούν τη μάθηση και τη σκέψη των μαθητών					
7. Μπορώ να προσαρμόσω το στυλ διδασκαλίας μου σε διαφορετικούς μαθητές					
8. Είμαι εξοικειωμένος με τις κοινές αντιλήψεις των μαθητών και τις παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο STEAM που διδάσκω					
9. Ξέρω πώς να οργανώνω και να διατηρώ τη διαχείριση της τάξης					
10. Οι διδασκτικές μου προσεγγίσεις κάνουν τους εφήβους / μαθητές να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μαθήματος / του έργου / του εργαστηρίου					
11. Μπορώ να δημιουργήσω ένα περιβάλλον στην τάξη για να προωθήσω το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση των εννοιών STEAM					
12. Μπορώ να βρίσκω συνεχώς καλύτερους					





	<b>1: Καθόλου</b>	<b>2: Λίγο</b>	<b>3: Μέτρια</b>	<b>4: Πολύ</b>	<b>5: Πάρα πολύ</b>
<b>τρόπους διδασκαλίας περιεχομένου STEAM</b>					