



Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας
Μεταπτυχιακή Ειδίκευση Καθηγητών Φυσικών Επιστημών

Διπλωματική Εργασία

**«Στρατηγικές διδασκαλίας θεμάτων STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση
και σενάρια διδασκαλίας στην τάξη»**

Ελένη Κόλλια

Α΄ Επιβλέπων καθηγητής: Αριστοτέλης Γκιόλμας

Β΄ Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Ιωάννα Κατσιαμπούρα

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2024

Πρέπει να ευχαριστήσω όλους τους μαθητές με τους οποίους είχα την ευκαιρία να συνεργαστώ και κυρίως τους γιους μου που αποτέλεσαν σημαντικά μοντέλα μελέτης καθόλη τη διάρκεια της μαθητικής τους ζωής και των οποίων η ακαδημαϊκή εξέλιξη καθώς και η ανάπτυξη της προσωπικότητάς τους, οδήγησε σε αποτελέσματα ικανά να στηρίξουν τις μεθόδους ανάπτυξης μαθημάτων STEM.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract	7
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	8
Κατάλογος Πινάκων	8
Συνοτομογραφίες & Ακρωνύμια	8
1 Εισαγωγή στη διδασκαλία στην τάξη STEM	9
1.0 Ο δάσκαλος στην τάξη STEM	9
1.1 Πως πραγματοποιείται η μάθηση	9
1.2 Μαθητοκεντρική διδασκαλία	11
1.3 Προεπισκόπηση της εργασίας	12
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ	14
Σχεδιασμός μαθημάτων STEM	14
2 Μαθησιακοί στόχοι: Θεμέλιο αποτελεσματικής διδασκαλίας	14
2.0 Εισαγωγή	14
2.1 Συγγραφή και χρήση μαθησιακών στόχων μαθημάτων STEM	14
2.2 Ταξινόμηση εκπαιδευτικών στόχων του Bloom	15
2.3 Βασικά σημεία	18
3 Σχεδιασμός Θεματικών Ενότητων STEM	19
3.0 Εισαγωγή	19
3.1 Τρία βήματα για την καταστροφή ή πώς να μην προσεγγιστεί η προετοιμασία του μαθήματος STEM	19
3.2 Μια ορθολογική προσέγγιση για την προετοιμασία και τον επανασχεδιασμό μαθημάτων STEM	20
3.3 Η κρίσιμη πρώτη εβδομάδα σε μια τάξη STEM	23
3.4 Βασικά σημεία	24
4 Σχεδιασμός μαθημάτων STEM για την τάξη με επίκεντρο τον μαθητή	24
4.0 Εισαγωγή	24
4.1 Αποφεύγοντας κοινά λάθη σχεδιασμού μαθήματος STEM	25
4.2 Τι περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα μαθήματος STEM στην τάξη;	26
4.3 Προώθηση της μακροπρόθεσμης αποθήκευσης, ανάκτησης και μεταφοράς μνήμης	26
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ	30
Διδασκαλία STEM	30
5 Στοιχεία αποτελεσματικής διδασκαλίας σε ένα μάθημα STEM	30
5.0 Εισαγωγή	30
5.1 Πώς μπορούν να γίνουν τα μαθήματα STEM αποτελεσματικά	30
5.2 Δεν πρέπει να είμαστε σκλάβοι των σχεδίων μαθημάτων STEM	34
5.3 Συνέχιση βελτίωσης της διδασκαλίας STEM	35

5.5 Βασικά σημεία	36
6 Ενεργητική μάθηση στην τάξη STEM	37
6.0 Εισαγωγή	37
6.1 Τι είναι η ενεργητική μάθηση;.....	37
6.2 Πόσο καλά λειτουργεί η ενεργητική μάθηση στην εκπαίδευση STEM; Γιατί δουλεύει;.....	39
6.3 Συνήθη λάθη κατά την ενεργητική μάθηση σε μια τάξη STEM.....	42
6.4 Βασικά σημεία	45
7 Διδασκαλία με χρήση τεχνολογίας σε μια τάξη STEM.....	46
7.0 Εισαγωγή	46
7.1 Μαθησιακά οφέλη της τεχνολογίας σε ένα μάθημα STEM	47
7.2 Ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδασκαλία κατά την εκπαίδευση STEM	48
7.3 Βασικά σημεία	49
8 Αξιολόγηση γνώσεων, δεξιοτήτων και κατανόησης σε STEM μάθημα	49
8.0 Εισαγωγή	49
8.1 Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και σύντομης απάντησης	50
8.2 Αξιολόγηση από συμμαθητές.....	52
8.3 Αξιολόγηση των μαθητών σε STEM μάθημα.....	53
ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ	60
Διευκόλυνση ανάπτυξης δεξιοτήτων σε μια τάξη STEM	60
9 Δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων	60
9.0 Εισαγωγή	60
9.1 Στρατηγικές για τη διδασκαλία δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων από ειδικούς.....	61
9.2 Μάθηση βάσει προβλημάτων (Problem based learning)	66
10 Επαγγελματικές δεξιότητες	66
10.0 Εισαγωγή	66
10.1 Επικοινωνιακές δεξιότητες στην τάξη STEM	68
10.2 Δεξιότητες δημιουργικής σκέψης στην τάξη STEM	69
10.3 Δεξιότητες κριτικής σκέψης στην τάξη STEM.....	72
10.4 Δεξιότητες αυτοκατευθυνόμενης μάθησης	74
10.5 Μάθηση βάσει έργου (Project based learning).....	76
11 Δεξιότητες ομαδικής εργασίας στην εκπαίδευση STEM.....	77
11.0 Εισαγωγή	77
11.1 Πώς πρέπει να σχηματίζονται οι ομάδες;	78
11.2 Αντιμετώπιση δυσκολιών στις ομάδες της STEM τάξης	82
12 Η διδασκαλία STEM μαθημάτων με επίκεντρο τον μαθητή	86
12.0 Εισαγωγή	86

12.1 Όψεις της διαφορετικότητας των μαθητών σε μια τάξη STEM	88
12.2 Επαγωγικές μέθοδοι διδασκαλίας.....	91
12.3 Στρατηγικές διδασκαλίας μαθημάτων STEM με επίκεντρο τον μαθητή	93
ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ.....	95
13 Εκπαιδευτική ενότητα ανάπτυξης STEM μαθημάτων σε μαθητές Ε΄ΣΤ΄ Δημοτικού	95
Περιπέτεια στην «Άπειρον Γαία»	95
13.0 Διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού	95
13.1 Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία	98
Περίληψη	98
Σύνδεση με θέματα STEM.....	98
Πρόγραμμα Ενοτήτων.....	98
Μάθημα 1: Η σκηνή του αεροπλάνου	99
Μάθημα 2: Τι να μεταφέρω;.....	106
Μάθημα 3: Καταφύγιο στο δάσος.....	111
Μάθημα 4: Ξεμένουμε από νερό;	116
Μάθημα 5: Διασχίζοντας το ποτάμι	125
Μάθημα 6: Οι ειδήσεις των οχτώ.....	133
Βιβλιογραφία.....	140
Παράρτημα.....	142

Περίληψη

Το να είναι κανείς εξαιρετικός ή απλώς ικανός δάσκαλος σε STEM μαθήματα απαιτεί να γνωρίζει πολλά πράγματα που δεν διδάσκει το Πανεπιστήμιο όπως πώς να σχεδιάζει μαθήματα STEM καθώς και πώς να τα παραδίδει αποτελεσματικά. Ένας δάσκαλος ως φοιτητής, εκπαιδεύεται εμβαθύνοντας στο αντικείμενό του και παρακολουθώντας μαθήματα διδακτικής και εκπαίδευσης. Δεν ασχολείται όμως με τη διαχείριση μιας εργαστηριακής τάξης STEM, την παροχή συμβουλών σε προβλήματα ή έναν αμέτρητο αριθμό άλλων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν συνήθως οι δάσκαλοι.

Το να ανακαλύπτει όλα αυτά τα πράγματα ένας δάσκαλος μόνος του δεν είναι εύκολο. Αν και η εκπαιδευτική εμπειρία αποκτάται με δοκιμή και λάθη (μέθοδος όχι και τόσο αποτελεσματική) πρέπει να σημειώσουμε ότι στην περίπτωση της διδασκαλίας, αυτοί που κάνουν τα λάθη δεν είναι αυτοί που υφίστανται τις συνέπειες. Πολλοί νέοι δάσκαλοι χρειάζονται χρόνια για να μάθουν πώς να διδάσκουν καλά STEM μαθήματα, ενώ άλλοι λόγω έλλειψης κυρίως θέλησης δεν μαθαίνουν ποτέ. Είναι πλέον ευρέως γνωστές αποδεδειγμένες μέθοδοι αποτελεσματικής διδασκαλίας προγραμμάτων STEM - δηλαδή η παρακίνηση των μαθητών να μάθουν και η βοήθεια που χρειάζονται για να αποκτήσουν τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις αξίες που θα χρειαστούν για να επιτύχουν αργότερα ακαδημαϊκά και επαγγελματικά. Πολλές από αυτές τις μεθόδους δεν είναι ιδιαίτερα δύσκολες. Αυτό δεν σημαίνει ότι κάνουν τη διδασκαλία απλή: η διδασκαλία ενός μαθήματος STEM ειδικά για πρώτη φορά - είναι και θα είναι πάντα μια εργασία και χρονοβόρα και γεμάτη προκλήσεις. Ο σκοπός λοιπόν αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να παρουσιάσει πώς μπορούν να διδαχτούν αποτελεσματικά, θέματα STEM σε παιδιά 8-11 ετών καθώς και να παρουσιάσει κάποια σενάρια διδασκαλίας STEM στην τάξη εφαρμόζοντας τα προηγούμενα.

Συγκεκριμένα, το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας περιέχει μια σύντομη εισαγωγή σε μερικά από όσα έχει αποκαλύψει η εκπαιδευτική έρευνα σχετικά με την αποτελεσματική διδασκαλία και μάθηση καθώς και μια προεπισκόπηση του περιεχομένου της εργασίας. Το κεφάλαιο αυτό εισάγει ιδέες στις οποίες θα επιστρέψουμε περιοδικά στην υπόλοιπη εργασία. Ακολουθούν κεφάλαια που ασχολούνται με πρακτικές και μεθόδους σχεδιασμού και εφαρμογής αποτελεσματικών μαθημάτων δραστηριοτήτων STEM καθώς και μεθόδους που βοηθούν τους μαθητές να αποκτήσουν και να βελτιώσουν δεξιότητες στην επίλυση προβλημάτων, στην επικοινωνία, στη δημιουργική και κριτική σκέψη, στην ομαδική εργασία υψηλής απόδοσης και στην αυτοκατευθυνόμενη μάθηση. Κάποιες από τις πρακτικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν γενικά σε μαθήματα Φυσικών επιστημών αλλά έχουν ιδιαίτερη σημασία κατά την εφαρμογή τους σε εκπαίδευση STEM.

Συνοψίζοντας, σε αυτήν την εργασία γίνεται προσπάθεια να περιγραφούν στρατηγικές και πρακτικές αποφεύγοντας παγίδες που δυσκολεύουν το έργο ενός STEM εκπαιδευτικού ιδιαίτερα σε μαθητές μικρής ηλικίας. Επίσης αναφέρονται ευρήματα από τη σύγχρονη γνωστική επιστήμη που παρέχουν καλές ενδείξεις για το γιατί οι μέθοδοι λειτουργούν. Τέλος, στο Δ' Μέρος της εργασίας, δίνονται σενάρια έξι μαθημάτων / δραστηριοτήτων STEM στα οποία μπορούν να εφαρμοστούν οι στρατηγικές και που μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα ή σαν μέρη μιας θεματικής ενότητας με τίτλο «Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία» (Άπειρον Γαία = Ήπειρος).

Λέξεις – Κλειδιά: STEM, ενεργητική μάθηση, ομαδική εργασία, δημιουργική σκέψη, μηχανικός σχεδιασμός, σενάριο μαθήματος.

Primary Education STEM teaching strategies and classroom teaching scenarios

Eleni Kollia

Abstract

Being an excellent or just competent teacher of STEM subjects requires knowing many things that the University does not teach such as how to design STEM subjects and deliver them effectively. A teacher as a student, is trained by deepening his science and attending teaching and training courses. But it doesn't deal with managing a STEM lab class, advising on problems, or a myriad of other problems that teachers commonly face.

For a teacher to figure out all these things on his own is not easy. Although educational experience is gained by trial and error (a less effective method) we must note that in the case of teaching, those who make the mistakes are not the ones who suffer the consequences. Many new teachers take years to learn how to teach STEM subjects well, while others, mostly for lack of will, never learn. Proven methods of effectively teaching STEM programs are now widely known—that is, motivating students to learn and helping them acquire the knowledge, skills, and values they will need to succeed later academically and professionally. Many of these methods are not particularly difficult. This is not to say that they make teaching simple: teaching a STEM subject especially for the first time — is and always will be a task both time-consuming and full of challenges. So the purpose of this thesis is to present how STEM subjects can be taught effectively to 8-11 year old children as well as to present some STEM teaching scenarios in the classroom applying the previous ones.

In particular, the first chapter of the paper contains a brief introduction to some of what educational research has revealed about effective teaching and learning as well as a preview of the content of the paper. This chapter introduces ideas to which we will return periodically in the rest of the paper. This is followed by chapters dealing with practices and methods for designing and implementing effective STEM activities as well as methods that help students acquire and improve skills in problem solving, communication, creative and critical thinking, high-performance teamwork, and self-directed learning . Some of the practices can be used in general in science classes but have particular importance when applied to STEM education.

In summary, in this thesis an attempt is made to describe strategies and practices avoiding pitfalls that make the work of a STEM teacher difficult, especially for young students. Also cited are findings from modern cognitive science that provide good clues as to why the methods work. Finally, in Part IV of the thesis, scenarios of six STEM lessons / activities are given in which the strategies can be applied and which can work independently or as parts of a thematic unit entitled "Adventure in Infinite Gaia" (Infinite Gaia = Epirus).

Keywords: STEM, active learning, teamwork, creative thinking, engineering design, lesson plan.

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Διάγραμμα 1.1-1: Τρία επίπεδα μνημονικής επεξεργασίας	σελ.11
Διάγραμμα 1.3-1: Συνοπτική μορφή της Διπλωματικής Εργασίας.....	σελ.14
Διάγραμμα 2.2-1: Ταξινόμηση εκπαιδευτικών στόχων κατά Bloom- Γνωστικός τομέας.....	σελ.18
Διάγραμμα 4.3-1: Κύκλος εξάσκησης και ανάδρασης.....	σελ.29
Διάγραμμα 6.2-1: Προσοχή μαθητή συναρτήσει του χρόνου μαθήματος - Χωρίς δραστηριότητες.....	σελ.42
Διάγραμμα 6.2-2: Προσοχή μαθητή συναρτήσει του χρόνου μαθήματος - Με δραστηριότητες.....	σελ.43
Διάγραμμα 11.2-1: Τρόποι διαχείρισης των διενέξεων σε μια ομάδα εργασίας.....	σελ.85
Διάγραμμα 13.0-1: Διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού.....	σελ.95

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 4.1-1 Συνήθη λάθη προγραμματισμού και πώς να τα αποφύγετε.....	σελ.26
Πίνακας 5.2-1 Γεγονότα που επιβραδύνουν το μάθημα STEM και προτάσεις αντιμετώπισης.....	σελ.35
Πίνακας 6.1-1 Εργασίες Ενεργητικής Μάθησης.....	σελ.39
Πίνακας 7.1-1 Εφαρμογές της εκπαιδευτικής τεχνολογίας που προάγουν τη μάθηση.....	σελ.48
Πίνακας 8.3-1 Αξιολόγησης 4C σε STEM μάθημα.....	σελ.56
Πίνακας 8.3-2 Αξιολόγησης νοοτροπίας μαθητή σε STEM μάθημα.....	σελ.58
Πίνακας 8.3-3 Αξιολόγηση STEM δεξιοτήτων.....	σελ.59
Πίνακας 10.2-1 Τύποι ασκήσεων δημιουργικής σκέψης.....	σελ.70
Πίνακας 10.3-1 Στάδια για την εξοικείωση με την κριτική σκέψη, αξιολογώντας αμφιλεγόμενο ζήτημα....	σελ.74
Πίνακας 10.4-1 Τρόποι ενίσχυσης της αυτοπεποίθησης του μαθητή.....	σελ.76
Πίνακας 11.1-1 Κριτήρια Σχηματισμού Ομάδας.....	σελ.80
Πίνακας 12.2-1: Καθοριστικά και δευτερεύοντα χαρακτηριστικά των πιο κοινών μεθόδων.....	σελ.92
Πίνακας 12.3-1 Ιδιότητες και μέθοδοι διδασκαλίας με επίκεντρο τον μαθητή.....	σελ.93

Συνομογραφίες & Ακρωνύμια

STEM	Science Technology Engineering Mathematics-Φυσικές Επιστήμες Τεχνολογία Μηχανική Μαθηματικά
LCT	Learner-centered teaching - διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή
PBL	Problem based learning - μάθηση με βάση το πρόβλημα
HPC	High Possibility Classrooms
LTP	Long-term potentiation - μακροχρόνια ενίσχυση
4C	Communication, Collaboration, Creativity, Critical thinking - επικοινωνία, συνεργασία, δημιουργικότητα, κριτική σκέψη).

1 Εισαγωγή στη διδασκαλία στην τάξη STEM

1.0 Ο δάσκαλος στην τάξη STEM

Σε όλους τους μαθητές έχει συμβεί να βαριούνται στην τάξη. Ποιος μαθητής δεν είχε ποτέ καθηγητή που δίδασκε με τελείως ακατάλληλο τρόπο. Σε πολλούς μαθητές έχει συμβεί να «χαζεύουν» έξω από το παράθυρο την ώρα που ο δάσκαλος συνεχίζει μονότονες διαδρομές για 50 λεπτά χωρίς προφανή επίγνωση ότι υπάρχουν μαθητές στην αίθουσα. Και πολλές φορές επίσης έχει συμβεί να αναβοσβήνουν σε μια τάξη οι διαφάνειες ενός PowerPoint με ρυθμό που κανένας ανθρώπινος εγκέφαλος δεν θα μπορούσε να συμβαδίσει.

Τέτοιοι δάσκαλοι δυστυχώς υπάρχουν σε πολλά σχολεία. Εάν κάποιος διδάσκει με αυτόν το τρόπο, ανεξάρτητα από το πόσα ξέρει και με πόσο ακριβή τρόπο τα παρουσιάζει, πιθανότατα δεν θα έχει την ευκαιρία να δει υψηλές αποδόσεις από τους μαθητές του. Ένας λοιπόν ικανός δάσκαλος και ιδιαίτερα εκπαιδευτικός STEM προγραμμάτων, απαιτεί να γνωρίζει πώς να σχεδιάζει μαθήματα και να τα παραδίδει με αποτελεσματικό τρόπο. Ταυτόχρονα θα πρέπει να μπορεί να διαχειριστεί την τάξη, να παρέχει συμβουλές σε προβλήματα και να αντιμετωπίζει έναν αμέτρητο αριθμό άλλων θεμάτων καθημερινά.

1.1 Πως πραγματοποιείται η μάθηση

Εγκεφαλικά κύματα και συνάψεις: Τι συμβαίνει στον εγκέφαλό μας όταν μαθαίνουμε;

Η μάθηση είναι συντομογραφία για την κωδικοποίηση και την αποθήκευση πληροφοριών στη μακροπρόθεσμη μνήμη, από την οποία μπορούν αργότερα να ανακτηθούν και να χρησιμοποιηθούν. Σύμφωνα με ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο μοντέλο αυτής της διαδικασίας, νέες πληροφορίες εισέρχονται μέσω των αισθήσεων, διατηρούνται για ένα κλάσμα του δευτερολέπτου σε ένα αισθητήριο «μητρώο» και στη συνέχεια είτε μεταβιβάζονται στη βραχυπρόθεσμη μνήμη, είτε χάνονται. Μόλις μπουν στη βραχυπρόθεσμη μνήμη, οι πληροφορίες υποβάλλονται σε επεξεργασία και μετά από ένα κλάσμα ενός λεπτού (ή περισσότερο εάν οι πληροφορίες επαναλαμβάνονται), είτε αποθηκεύονται στη μακροπρόθεσμη μνήμη είτε χάνονται.

Οι πιθανότητες να μπει μια νέα αισθητηριακή είσοδος στη μακροπρόθεσμη μνήμη ποικίλλουν δραματικά ανάλογα με την αιτία. Τα στοιχεία που είναι πιο πιθανό να οδηγήσουν σε αυτό σχετίζονται με:

1° απειλές για την επιβίωση ή την ευημερία του μαθητή.

2° ισχυρούς συναισθηματικούς συσχετισμούς για τον μαθητή.

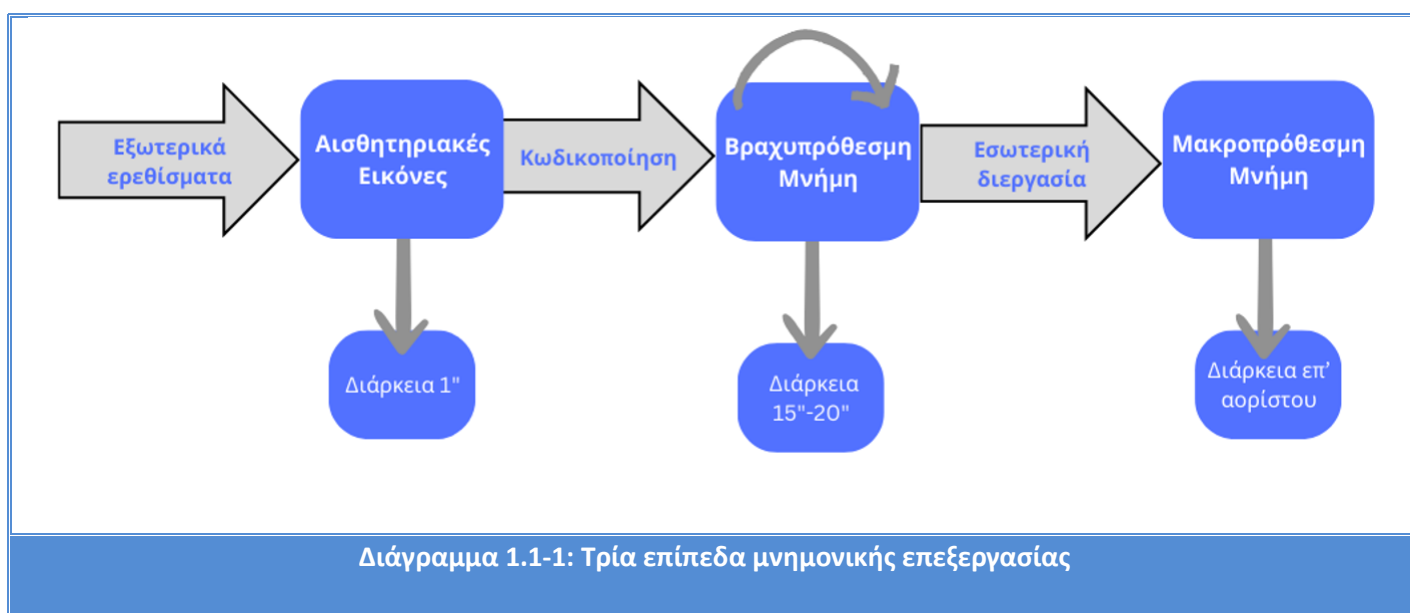
3° νόημα (σχέση με τα ενδιαφέροντα, τους στόχους, τις προηγούμενες γνώσεις και τις προηγούμενες εμπειρίες του μαθητή) και

4° αίσθηση (κατανοητότητα).

Επομένως, εάν οι δάσκαλοι παρουσιάζουν πληροφορίες άσχετες με οτιδήποτε γνωρίζουν και ενδιαφέρονται τα παιδιά και δεν έχει νόημα γι' αυτά, δεν θα πρέπει να εκπλήσσονται αν αργότερα συμπεριφέρονται σαν να μην τις άκουσαν ποτέ. Ποτέ δεν μπήκε μια τέτοια πληροφορία στη μακροπρόθεσμη μνήμη τους και έτσι για όλους τους

παραπάνω λόγους είναι σαν να μην τις άκουσαν. Επιπλέον, ακόμα κι αν οι πληροφορίες περάσουν στη μακροπρόθεσμη μνήμη, εκτός κι αν ενισχύονται από την συνειδητή επανάληψη, οι ομάδες των νευρικών κυττάρων που τις περιέχουν είναι πιθανόν ασθενώς συνδεδεμένες και οι πληροφορίες ενδέχεται να μην ανακτηθούν εύκολα. Με λίγα λόγια όσο περισσότερες νέες πληροφορίες έχουν νόημα κυρίως για τα παιδιά, τόσο πιο πιθανό είναι να αποθηκευτούν. Μόλις αποθηκευτούν, όσο πιο συχνά ανακτώνται και επαναλαμβάνονται οι πληροφορίες, τόσο πιο αποτελεσματική είναι η μάθηση (Treadwell, 2016)

Επίσης είναι γνωστό ότι όσο περισσότερη εξάσκηση και ανατροφοδότηση λαμβάνεται από τους μαθητές, τόσο καλύτεροι γίνονται. Έτσι μαθαίνουν οι άνθρωποι. Η κυριαρχία μιας δεξιότητας προέρχεται κυρίως από το να κάνεις πράγματα, να παρατηρείς και να αναλογίζεσαι τα αποτελέσματα και πιθανώς να λαμβάνεις σχόλια από κάποιον άλλο (Bransford et al, 2000). Το να μαθαίνουμε κάτι απλά διαβάζοντας ένα κείμενο ή βλέποντας και ακούγοντας κάποιον να μας κάνει διάλεξη είναι κάτι που δεν συμβαίνει συχνά και οι πιθανότητες να το διατηρήσουμε για πολύ καιρό στη μνήμη μας είναι ελάχιστες.



«Κάποιος πρέπει να μάθει κάνοντας το πράξη, γιατί αν και νομίζει ότι το ξέρει, δεν έχει καμία βεβαιότητα μέχρι να προσπαθήσει» (Σοφοκλής). « Ότι πρέπει να μάθουμε να κάνουμε, το μαθαίνουμε κάνοντας» (Αριστοτέλης). «Δεν μπορείς να διδάξεις τίποτα σε έναν άνθρωπο, μπορείς μόνο να τον βοηθήσεις να το βρει μέσα του» (Γαλιλαίος).

Η σύγχρονη γνωστική επιστήμη και οι δεκαετίες ερευνών αποδεικνύουν ότι όλοι οι προηγούμενοι είχαν δίκιο. Οι άνθρωποι μαθαίνουν κάνοντας και στοχαζόμενοι, όχι βλέποντας και ακούγοντας. Δυστυχώς, ξεκινώντας περίπου από την πέμπτη ή έκτη τάξη του Δημοτικού και συνεχίζοντας μέχρι και το Πανεπιστήμιο, τα περισσότερα μαθήματα διδάσκονται κυρίως με διαλέξεις. Κατά συνέπεια, η παραδοσιακή εκπαίδευση δεν είναι απλά αναποτελεσματική για τους περισσότερους ανθρώπους αλλά για ορισμένους γίνεται σοβαρός και μερικές φορές μόνιμος αποτρεπτικός παράγοντας για τη δια βίου μάθηση.

Ευτυχώς, υπάρχουν εξαιρετικές εναλλακτικές λύσεις αντί της παραδοσιακής διδασκαλίας που βασίζεται σε διαλέξεις όπως η διδασκαλία μέσω προγραμμάτων STEM. Επίσης για να γίνει η διδασκαλία αποτελεσματικά δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν όλες οι μέθοδοι διδασκαλίας που είναι γνωστό ότι είναι αποτελεσματικές.

Προτείνεται ο στόχος ενός δασκάλου να μην είναι να πετύχει στο 100% των μαθητών του τους μαθησιακούς στόχους, γιατί αυτό γενικά δεν είναι ούτε δυνατό ούτε καν επιθυμητό. Δεν γεννήθηκαν όλοι για να γίνουν επιστήμονες, Μηχανικοί ή Μαθηματικοί και αν όλοι οι μαθητές εκπληρώνουν πλήρως τους στόχους, μπορεί ίσως ο δάσκαλος να «θέτει τον πήχη πολύ χαμηλά». Αντίθετα, ο στόχος στην εκπαίδευση STEM πρέπει να είναι να επιτραπεί σε όσο το δυνατόν περισσότερους μαθητές με την απαιτούμενη ικανότητα, κίνητρο και εργασία να επιτύχουν και να μεταφέρουν όσα μαθαίνουν σε άλλα μαθήματα και τελικά στην καριέρα τους.

1.2 Μαθητοκεντρική διδασκαλία.

Ο μεγάλος φιλόσοφος και παιδαγωγός John Dewey έχει πει: «Η διδασκαλία και η μάθηση είναι σχετικές ή αντίστοιχες διαδικασίες, όσο και η πώληση και η αγορά. Θα μπορούσαμε επίσης να πούμε ότι έχει κάποιος πουλήσει όταν δεν έχει αγοράσει, όπως ότι κάποιος έχει διδάξει όταν δεν έχει μάθει;» (Dewey, 1910). Αυτή η δήλωση μπορεί να φαίνεται προφανής, αλλά δεν είναι για όλους. Αν αναζητηθεί η λέξη διδάσκω σε ένα λεξικό, (Γ. Μπαμπινιώτης) θα βρεθούν παραλλαγές δύο τελείως διαφορετικών εννοιών:

1. Διδάσκω: Μεταφέρω γνώσεις (Για να δείξουμε ή να εξηγήσουμε κάτι).
2. Διδάσκω: Μαθαίνω κάτι σε κάποιον (Να προκαλείς να μάθει κάποιος κάτι).

Σύμφωνα με τον πρώτο ορισμό, εάν όλα όσα υποτίθεται ότι θα μάθουν οι μαθητές σε ένα μάθημα καλύπτονται από παρουσιάσεις και αναγνώσεις, τότε ο εκπαιδευτικός έχει διδάξει με επιτυχία το μάθημα, ανεξάρτητα από το αν το έμαθε κανείς ή όχι. Με τον δεύτερο ορισμό, εάν οι μαθητές δεν μαθαίνουν, ο εκπαιδευτικός δεν δίδαξε.

Πολλοί εκπαιδευτικοί, προσυπογράφουν τον πρώτο ορισμό. «Η δουλειά μου είναι να καλύπτω το αναλυτικό πρόγραμμα», υποστηρίζουν. «Αν οι μαθητές δεν το μάθουν, αυτό είναι δικό τους πρόβλημα, όχι δικό μου», σκέφτονται. Χρησιμοποιούν διδασκαλία με επίκεντρο τον δάσκαλο, στην οποία ο εκπαιδευτής του μαθήματος ορίζει το περιεχόμενο του μαθήματος, σχεδιάζει και παραδίδει διαλέξεις, δημιουργεί, διαχειρίζεται και βαθμολογεί εργασίες και δοκιμές, αποδίδει βαθμούς μαθημάτων, και ουσιαστικά ελέγχει όλα όσα συμβαίνουν στο μάθημα εκτός από το πώς αντιδρούν και επιτυγχάνουν οι μαθητές. Οι μαθητές κάθονται κυρίως στις παραδόσεις - μερικοί κάνουν περιστασιακά ή απαντούν ερωτήσεις και οι περισσότεροι απλώς παρατηρούν παθητικά. Απορροφούν ότι μπορούν και μετά κάνουν ότι μπορούν για να το αναπαράγουν στις εργασίες και στα τεστ.

Αυτό το μοντέλο περιγράφει λίγο πολύ την εκπαίδευση όπως εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια σε όλο τον κόσμο, παρά το γεγονός ότι είναι ασύμβατο με αυτό που γνωρίζουμε τώρα για το πώς μαθαίνουν πραγματικά οι άνθρωποι.

Ο John Dewey, του οποίου το απόφθεγμα ξεκίνησε αυτή την παράγραφο, πίστευε ξεκάθαρα στον δεύτερο ορισμό της διδασκαλίας, δηλαδή στο να προκαλέσει την εμφάνιση της μάθησης. Αυτός ο ορισμός βρίσκεται στην καρδιά αυτού που τώρα ονομάζεται διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή (learner-centered teaching, LCT). Στην εκπαίδευση STEM ο δάσκαλος ενός μαθήματος εξακολουθεί να θέτει τις γενικές παραμέτρους της διδασκαλίας, διασφαλίζοντας ότι οι μαθησιακοί στόχοι και τα μαθήματα καλύπτουν όλες τις γνώσεις και δεξιότητες που υποτίθεται ότι καλύπτει το μάθημα, ότι οι αξιολογήσεις ταιριάζουν με τους στόχους και είναι δίκαιες και ότι οι βαθμοί του μαθήματος είναι συνεπείς με τα δεδομένα αξιολόγησης. Η διαφορά είναι ότι τα παιδιά δεν είναι πλέον παθητικοί αποδέκτες και αναμεταδότες πληροφοριών, αλλά αναλαμβάνουν πολύ μεγαλύτερη ευθύνη για τη μάθησή τους. Ο δάσκαλος δεν λειτουργεί ως η μοναδική πηγή σοφίας και γνώσης για αυτούς, αλλά περισσότερο ως καθοδηγητής ή μέντορας, του οποίου το καθήκον είναι να τους βοηθήσει να αποκτήσουν τις επιθυμητές γνώσεις και δεξιότητες για τον εαυτό τους.

1.3 Προεπισκόπηση της εργασίας

Μια συνοπτική μορφή αυτής της εργασίας φαίνεται στο Διάγραμμα 1.3–1.

Συγκεκριμένα τα κύρια θέματα που καλύπτονται ανά κεφάλαιο είναι τα εξής:

Κεφάλαιο 2. Συγγραφή μαθησιακών στόχων του μαθήματος STEM και χρήση τους για την επίτευξη εποικοδομητικής ευθυγράμμισης στην οποία τα μαθήματα, οι δραστηριότητες, οι εργασίες και οι αξιολογήσεις της μάθησης, όλα δείχνουν προς τους ίδιους στόχους.

Κεφάλαιο 3. Προετοιμασία για τη διδασκαλία ενός νέου ή επανασχεδιασμένου μαθήματος. Σύνταξη αναλυτικού προγράμματος και διαμόρφωση πολιτικής βαθμολόγησης μαθημάτων.

Κεφάλαιο 4. Προγραμματισμός με επίκεντρο τον μαθητή.

Κεφάλαιο 5. Διδάσκοντας αποτελεσματικά και συνεχιζόμενη βελτίωση ενός μαθήματος STEM.

Κεφάλαιο 6. Η ενεργή συμμετοχή των μαθητών στην τάξη STEM, ανεξάρτητα από το πόσο μεγάλη είναι η τάξη.

Κεφάλαιο 7. Διδάσκοντας αποτελεσματικά τα παιδιά στην τάξη STEM με την χρήση τεχνολογίας.

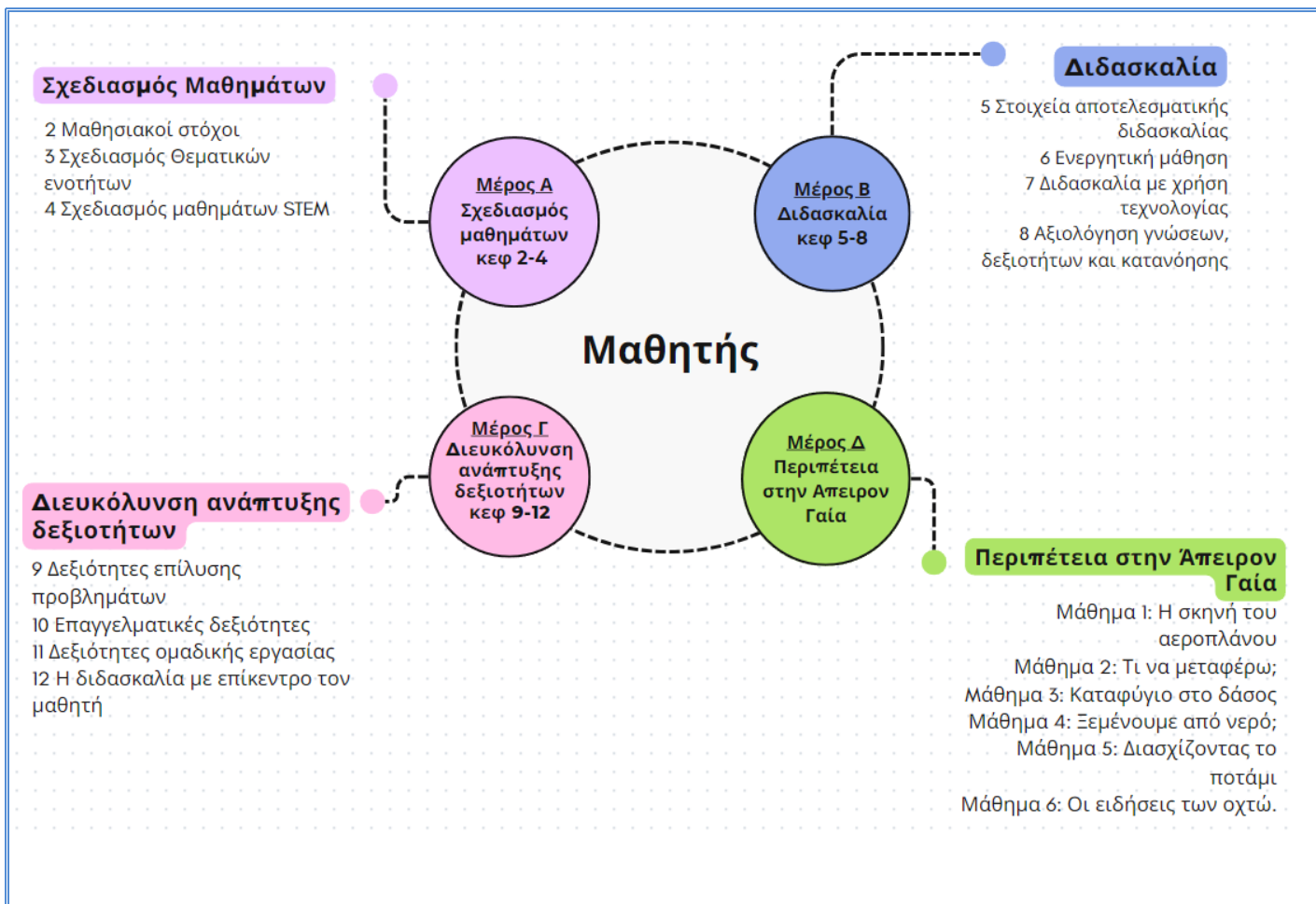
Κεφάλαιο 8. Αξιολόγηση τού πόσο καλά τα παιδιά αποκτούν τις γνώσεις, τις δεξιότητες και την εννοιολογική κατανόηση που καθορίζονται στους μαθησιακούς στόχους του μαθήματος STEM.

Κεφάλαιο 9. Βοηθώντας τα παιδιά να αναπτύξουν ειδικές δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων κατά το μάθημα STEM. Εκμάθηση βασισμένη στην επίλυση προβλημάτων.

Κεφάλαιο 10. Βοηθώντας τα παιδιά στην τάξη STEM να αναπτύξουν δεξιότητες επικοινωνίας, δημιουργικής σκέψης, κριτικής σκέψης και αυτοκατευθυνόμενης μάθησης. Μάθηση βάσει έργου.

Κεφάλαιο 11. Βοηθώντας τα παιδιά στην τάξη STEM να αναπτύξουν τις δεξιότητες που απαιτούνται για ομαδική εργασία υψηλών επιδόσεων (διαχείριση χρόνου και έργου, ηγεσία, διαχείριση συγκρούσεων και διάφορες διαπροσωπικές δεξιότητες).

Κεφάλαιο 12. Επανεξέταση της διδασκαλίας μαθημάτων STEM και της ολοκλήρωσης της με επίκεντρο τον μαθητή.



Διάγραμμα 1.3-1: Συνοπτική μορφή της Διπλωματικής Εργασίας

Σχεδιασμός μαθημάτων STEM

2 Μαθησιακοί στόχοι: Θεμέλιο αποτελεσματικής διδασκαλίας

2.0 Εισαγωγή

Πολλοί εκπαιδευτικοί STEM δίνουν εργασίες ή δραστηριότητες που απαιτούν δεξιότητες (που πιστεύουν ότι έχουν διδάξει) όπως δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων υψηλού επιπέδου, κριτική ή δημιουργική σκέψη ή οποιαδήποτε από τις επαγγελματικές δεξιότητες και στη συνέχεια απογοητεύονται όταν οι μαθητές αποτυγχάνουν. Τα παιδιά πιστεύουν ότι κύρια ευθύνη τους είναι να μαντέψουν τι θέλουν οι δάσκαλοί τους να γνωρίζουν. Όταν δεν καταφέρνουν να δώσουν την μία και μοναδική απάντηση που περιμένει ο δάσκαλος απογοητεύονται εγκαταλείποντας συχνά την προσπάθεια ενώ οι δάσκαλοι καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές είναι τεμπέληδες ή αδαείς και σαφώς ανεπαρκείς για τα μελλοντικά τους επαγγέλματα. Ειδικά στο τελευταίο οι εκπαιδευτικοί κάνουν γενικά λάθος: η συσχέτιση μεταξύ των βαθμών στο σχολείο και της επαγγελματικής επιτυχίας είναι κοντά στο μηδέν (Baird, 1985).

Η μετατροπή της εκπαίδευσης σε παιχνίδι εικασιών δεν έχει αποδειχθεί ποτέ ότι προάγει την απόκτηση γνώσης ή την ανάπτυξη δεξιοτήτων. Η κοινή λογική λέει και πολλές αναφορές επιβεβαιώνουν ότι όσο πιο ξεκάθαροι είναι οι δάσκαλοι σχετικά με τις προσδοκίες τους, τόσο πιο πιθανό είναι οι μαθητές τους να ανταποκριθούν σε αυτές τις προσδοκίες (Ambrose, 2010 Weimer, 2013). Αυτό το κεφάλαιο εισάγει έναν ισχυρό τρόπο επικοινωνίας των προσδοκιών στους μαθητές. Περιλαμβάνει τη σύνταξη μαθησιακών στόχων - σαφείς δηλώσεις των τύπων εργασιών που θα πρέπει να είναι σε θέση να ολοκληρώσουν οι μαθητές εάν μάθουν αυτό που σκοπεύει ο δάσκαλος να τους διδάξει. Εάν γίνεται κατάλληλη γραφή μαθησιακών στόχων καθώς και κατάλληλη χρήση τους, τότε έχουμε ευθυγράμμιση εποικοδομητικών μαθησιακών στόχων με μαθήματα, δραστηριότητες τάξης, εργασίες και τεστ που όλα δείχνουν προς τις ίδιες γνώσεις και δεξιότητες. Εμφανίζονται επίσης και λίγα παράπονα σχετικά με τα τεστ, ακόμη κι από μαθητές που δεν τα πήγαν καλά.

Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει αυτά τα ερωτήματα:

- Ποιοι είναι οι μαθησιακοί στόχοι σε ένα μάθημα STEM; Γιατί να τους γράψει ο δάσκαλος;
- Πώς πρέπει να γραφτούν οι στόχοι ώστε να είναι όσο πιο χρήσιμοι γίνεται;
- Τι είναι η ταξινόμηση των εκπαιδευτικών στόχων του Bloom; Πώς μπορεί η γνώση της ταξινόμησης να βοηθήσει να βελτιωθεί το επίπεδο μάθησης στην τάξη STEM;

2.1 Συγγραφή και χρήση μαθησιακών στόχων μαθημάτων STEM

Οι μαθησιακοί στόχοι είναι σαφείς δηλώσεις τού τι πρέπει να είναι σε θέση να κάνουν οι μαθητές (καθορίζουν, εξηγούν, υπολογίζουν, εξάγουν, μοντελοποιούν, κάνουν κριτική, σχεδιάζουν κ.λπ.) εάν έχουν μάθει τι έχει προσπαθήσει να τους διδάξει ο εκπαιδευτής τους (Gronlund, 2008 Mager, 1997). Οι στόχοι συνήθως ξεκινούν με μια φράση όπως «Μέχρι το τέλος αυτού του μαθήματος, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση...»

ακολουθούμενη από τη δήλωση μιας εργασίας. Όλοι οι εκπαιδευτικοί γράφουν μαθησιακούς στόχους. Η αποτυχία να δημιουργηθούν στόχοι σε ένα μάθημα STEM πολύ πριν από τις αξιολογήσεις οδηγεί στην ανησυχητική κατάσταση στην οποία ο δάσκαλος περιμένει να γνωρίζουν τα παιδιά πράγματα τα οποία δεν προέρχονται από διδασκαλία και μάθηση.

Αυτή η διαδικασία είναι επαναληπτική, συνήθως απαιτεί αρκετές προτάσεις του μαθήματος για να καταλήξουμε σε ικανοποιητικούς στόχους, μαθήματα και αξιολογήσεις. Θα πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε φορά που το περιεχόμενο του μαθήματος STEM τροποποιείται.

2.1.1 Σαφήνεια και παρατηρησιμότητα: Δύο βασικά χαρακτηριστικά για αποτελεσματικούς στόχους

Για να είναι αποτελεσματικοί οι μαθησιακοί στόχοι, οι ενέργειες που καθορίζουν πρέπει να είναι σαφείς στους μαθητές και να παρατηρούνται από τον δάσκαλο. Για να θεωρείται ένας στόχος στην τάξη STEM ξεκάθαρος, τα παιδιά θα πρέπει να μπορούν διαβάζοντάς τον να πουν με σιγουριά, «Ναι, ξέρω τι σημαίνει αυτό και μπορώ να το κάνω» ή «Όχι, δεν μπορώ να το κάνω αυτό — αλλά μπορώ να μάθω να το κάνω». (Δεν πρέπει ωστόσο να είναι τόσο συγκεκριμένο ώστε οι μαθητές να ξέρουν ακριβώς τι πρόκειται να ρωτηθεί). Ένας από τους κύριους σκοπούς της σύνταξης μαθησιακών στόχων είναι να κοινοποιηθούν οι προσδοκίες του δασκάλου στους μαθητές. Αυτός ο σκοπός αποτυγχάνει εάν οι μαθητές δεν μπορούν να προσδιορίσουν εάν μπορούν ή όχι να ολοκληρώσουν τις καθορισμένες εργασίες.

Ένας στόχος είναι παρατηρήσιμος εάν οι δάσκαλοι μπορούν είτε να παρακολουθήσουν τους μαθητές να κάνουν την εργασία είτε να δουν τα αποτελέσματα της εκτέλεσής τους. Εάν δεν είναι ο δάσκαλος σίγουρος για την παρατηρησιμότητα μιας συγκεκριμένης εργασίας ή δραστηριότητας STEM, πρέπει να αναρωτηθεί αν θα τη συμπεριλάβει. Εάν η εργασία ή η δραστηριότητα δεν είναι παρατηρήσιμη τότε ο στόχος παρουσιάζει σφάλματα. Η απαίτηση της παρατηρησιμότητας αποκλείει τη χρήση τέτοιων λέξεων σε στόχους όπως «γνωρίζω», «μαθαίνω», «κατανοώ» και «εκτιμώ». (Αναφέρονται συχνά στην βιβλιογραφία σε αυτά τα ρήματα ως τα απαγορευμένα τέσσερα) (Felder & Brent 2016). Η γνώση, η μάθηση, η κατανόηση και η εκτίμηση είναι αναμφισβήτητα ζωτικοί στόχοι για κάθε εκπαιδευτικό, αλλά δεν είναι κατάλληλοι όροι για να τεθούν σε μαθησιακούς στόχους. Δεν μπορεί κάποιος να παρατηρήσει απευθείας τους μαθητές να κατανοεί μια έννοια και δεν θα είχε νόημα να τους ζητηθεί να καταλάβουν κάτι σε μια εργασία ή ένα τεστ. Για να ξέρει ο δάσκαλος αν καταλαβαίνουν ή όχι, πρέπει τα παιδιά στην τάξη STEM να κάνουν κάτι που μπορεί να παρατηρηθεί, όπως να εξηγήσουν ή να αντλήσουν ή να κριτικάρουν κάτι ή να λύσουν ένα πρόβλημα που καταδεικνύει την κατανόηση ή την έλλειψή τους. Τα πράγματα που μπορεί να ζητηθούν από τα παιδιά να κάνουν θα ήταν οι μαθησιακοί στόχοι για τη συγκεκριμένη έννοια.

2.2 Ταξινόμηση εκπαιδευτικών στόχων του Bloom

Διαφορετικοί μαθησιακοί στόχοι θέτουν δραματικά διαφορετικές διανοητικές απαιτήσεις στους μαθητές. Ορισμένοι ζητούν απομνημόνευση, άλλοι τη συνήθη εφαρμογή των αρχών και των μεθόδων που εισάγονται και απεικονίζονται στο μάθημα και άλλοι επίλυση προβλημάτων υψηλού επιπέδου. Ξεκινώντας από τη δεκαετία του

1950, μια ομάδα εκπαιδευτικών - ερευνητών με επικεφαλής τον Benjamin Bloom του Πανεπιστημίου του Σικάγο ταξινόμησε τους στόχους σε τρεις τομείς:

1^ο γνωστικούς (πνευματικά αποτελέσματα συμπεριλαμβανομένης της απόκτησης γνώσης, εννοιολογικής κατανόησης και δεξιοτήτων σκέψης και επίλυσης προβλημάτων),

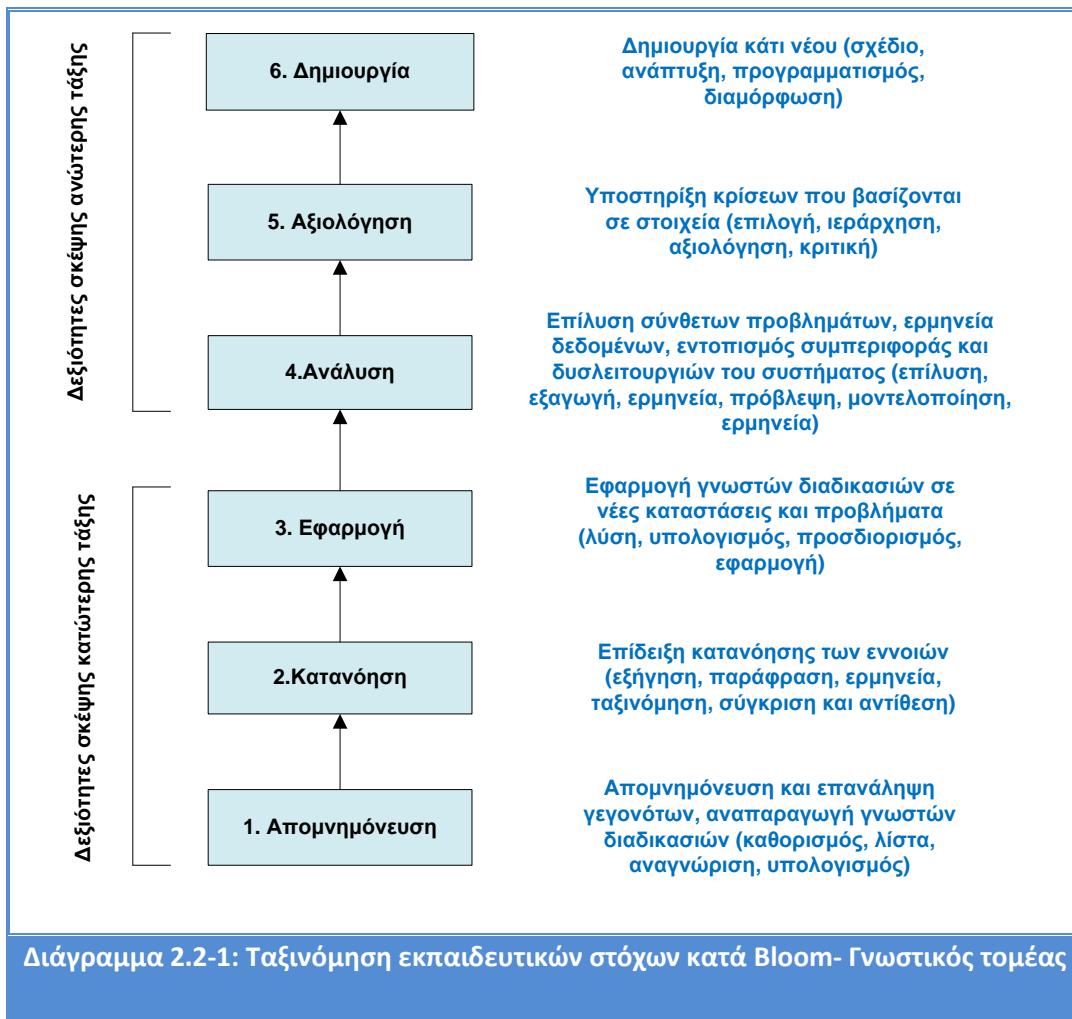
2^ο συναισθηματικούς (συναισθηματικά αποτελέσματα συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης ενδιαφερόντων, στάσεων και αξιών) και

3^ο ψυχοκινητικούς (αποτελέσματα κινητικών δεξιοτήτων). Για κάθε τομέα, ορίστηκε ένα ιεραρχικό σύνολο επιπέδων (Bloom & Krathwohl, 1956).

Το μεγαλύτερο μέρος της διδασκαλίας και της αξιολόγησης σε τεχνικά μαθήματα και κυρίως στην εκπαίδευση STEM περιλαμβάνει στόχους κυρίως στον γνωστικό τομέα του Bloom. Εξαιρέσεις περιλαμβάνουν μαθήματα στα οποία οι μαθησιακοί στόχοι επιδιώκουν ρητά να αναπτύξουν τις αξίες των μαθητών (όπως μαθήματα που διδάσκουν ηθικό συλλογισμό), τα οποία θα οδηγούσαν σε συναισθηματικές σκέψεις και μαθήματα που διδάσκουν στα παιδιά να χειρίζονται εξοπλισμό ή να εκτελούν εργαστηριακές διαδικασίες, οι οποίες θα περιλαμβάνουν ψυχοκινητικές δεξιότητες. Θα εξεταστεί μόνο ο γνωστικός τομέας στο υπόλοιπο αυτού του κεφαλαίου.

Το 2001, τα επίπεδα του γνωστικού τομέα του Bloom αναδιοργανώθηκαν και μετονομάστηκαν, με τα αποτελέσματα να φαίνονται στο παρακάτω Διάγραμμα 2.2-1 (Anderson & Krathwohl, 2001). Οι ετικέτες επιπέδου εσωκλείονται σε πλαίσια και δίπλα τους υπάρχουν σύντομες επεξηγήσεις και ρήματα δράσης που μπορεί να προηγούνται των στόχων σε κάθε επίπεδο.

Τα τρία κατώτατα επίπεδα του γνωστικού τομέα (απομνημόνευση, κατανόηση και εφαρμογή) αναφέρονται συχνά ως δεξιότητες σκέψης κατώτερου επιπέδου (ή κατώτερης τάξης) και τα τρία κορυφαία επίπεδα (ανάλυση, αξιολόγηση και δημιουργία) είναι τα υψηλότερα - δεξιότητες σκέψης ανώτερου επιπέδου (ανώτερης τάξης). Οι περισσότερες δραστηριότητες γενικά ταξινομούνται ως κριτική σκέψη. Οι στόχοι και στα έξι επίπεδα παρουσιάζονται παρακάτω.



Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι μαθησιακοί στόχοι σε ένα μάθημα STEM θα πρέπει να είναι σαφείς και παρατηρήσιμοι και θα μπορούσαν να δίνονται στους μαθητές με τη μορφή οδηγιών μελέτης (όπως για παράδειγμα στα φύλλα μαθητή στο Δ' μέρος). Ακολουθούν τρεις ακόμη προτάσεις.

Πρώτα, να γίνει προσδιορισμός όλων των επιπέδων Bloom όλων των στόχων που γράφονται.

Στη συνέχεια, εάν κάποιο υλικό μαθήματος είναι καθαρά στο Επίπεδο 1 (απομνημόνευση), εισάγεται σε ένα φυλλάδιο, ή συμπεριλαμβάνεται στον οδηγό μελέτης ελαχιστοποιώντας έτσι το χρόνο που αφιερώνεται σε αυτό στην παράδοση.

Δύσκολες έννοιες ή λέξεις που θα ήθελε ο δάσκαλος να απομνημονεύσουν τα παιδιά θα μπορούν να ειπωθούν από κάθε παιδί χωριστά σε μορφή σύντομου παιχνιδιού του ενός ή δύο λεπτών (όπως δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ ή τετμημένα, τεταγμένα, συντεταγμένα ή προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρονίων κ.ά.).

Δεν αποκλείεται η σημασία της απομνημόνευσης. Όλα τα πεδία έχουν ένα βασικό πυρήνα ορισμών, μεθόδων και εννοιών που απλά πρέπει να γνωρίζουν οι επαγγελματίες για να μπορούν να λειτουργούν αποτελεσματικά. Σε ορισμένους κλάδους επαγγελμάτων STEM, όπως η υγεία και άλλες βιολογικές επιστήμες, αυτός ο πυρήνας είναι τεράστιος. Με κάθε τρόπο, μπορεί να διατηρηθεί στο μάθημα STEM συμπεριλαμβάνοντάς τον σε κουίζ, χωρίς να

ξοδεύεται πολύτιμος χρόνος στην τάξη σε αυτό. Ο χρόνος που εξοικονομείται θα δαπανηθεί πολύ καλύτερα σε υλικό υψηλότερου επιπέδου για το οποίο απαιτείται η καθοδήγησή του δασκάλου.

Εάν δεν έχει γίνει ήδη, καλό είναι να συμπεριλαμβάνονται μερικά στοιχεία Επιπέδου 2 (π.χ. εξηγήστε με δικά σας λόγια) που αφορούν έννοιες που πρέπει να μπορούν να εφαρμόσουν οι μαθητές χωρίς να τις καταλάβουν.

Παραδείγματα τέτοιων εννοιών είναι το βάρος, η μέση τιμή κ.ά. Θα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον μερικοί στόχοι υψηλότερου επιπέδου στη λίστα του δασκάλου (ανάλυση, αξιολόγηση και δημιουργία) στα μαθήματα STEM που διευκολύνουν την ανάπτυξη δεξιοτήτων στου τρίτου μέρους αυτής της εργασίας. Θα πρέπει να παρέχεται άφθονη πρακτική και ανατροφοδότηση (βασικό μέρος σε μια τάξη STEM) σχετικά με τα καθήκοντα που καθορίζονται σε αυτούς τους στόχους, στην τάξη και στις εργασίες καθώς και να συμπεριλαμβάνονται παρόμοιες εργασίες στα τεστ και σε άλλες αξιολογήσεις.

Εάν διδάσκονται, αλλά δεν δοκιμάζονται ποτέ δεξιότητες υψηλού επιπέδου, πολλοί ικανοί μαθητές δεν θα ασχοληθούν με την εργασία που απαιτείται για την απόκτηση και τη βελτίωση των δεξιοτήτων. Εάν από την άλλη, γίνονται δοκιμές σε υψηλά επίπεδα αλλά δεν παρέχεται επαρκή πρακτική και ανατροφοδότηση σε αυτά τα επίπεδα εντός της τάξης STEM, πολλά παιδιά που μπορούν να λειτουργήσουν σε αυτά τα επίπεδα θα αποτύχουν να αναπτύξουν τις απαιτούμενες δεξιότητες.

2.3 Βασικά σημεία

○ Οι μαθησιακοί στόχοι είναι σαφείς δηλώσεις παρατηρήσιμων ενεργειών που τα παιδιά θα πρέπει να είναι σε θέση να ολοκληρώσουν εάν έχουν αποκτήσει τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχει προσπαθήσει να τους διδάξει ο δάσκαλός τους στην τάξη STEM. Μπορεί να ισχύουν για ένα ολόκληρο μάθημα ή ένα τμήμα ενός μαθήματος.

○ Η κοινή χρήση στόχων από τους μαθητές, μέσα από οδηγούς μελέτης ή φυλλάδια μαθητή σε κάθε ενότητα, αυξάνει την πιθανότητα οι μαθητές να μάθουν να επιτυγχάνουν τους στόχους.

○ Ορισμένοι μαθησιακοί στόχοι στα μαθήματα STEM θα πρέπει να εμπίπτουν σε ένα ή περισσότερα από τα επίπεδα 4 (ανάλυση), 5 (αξιολόγηση) και 6 (δημιουργία) της ταξινόμησης του Bloom. Όσο περισσότερη εξάσκηση κάνουν τα παιδιά σε δεξιότητες σκέψης και επίλυσης προβλημάτων υψηλού επιπέδου, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η εξειδίκευσή τους σε αυτές τις δεξιότητες μέχρι να τελειώσουν το σχολείο.

○ Οι δάσκαλοι στην τάξη του STEM δεν πρέπει να σπαταλούν πολύτιμο χρόνο σε υλικό εξ ολοκλήρου στο επίπεδο 1 της ταξινόμησης του Bloom (απομνημόνευση γεγονότων), το οποίο τα παιδιά είναι απόλυτα ικανά να μάθουν μόνα τους. Εάν το υλικό δεν είναι απαραίτητο για να το γνωρίζουν τα παιδιά, θα πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο διαγραφής του από το μάθημα STEM. Εάν είναι σημαντικό, θα πρέπει να δοθεί στους μαθητές μια λίστα με τους μαθησιακούς στόχους που πρέπει να απομνημονεύσουν και ο χρόνος της τάξης STEM θα πρέπει να αφιερωθεί σε υλικό ανώτερου επιπέδου που απαιτεί εξηγήσεις, παραδείγματα και ευκαιρίες εξάσκησης για να κατανοήσουν οι περισσότεροι μαθητές.

3 Σχεδιασμός Θεματικών Ενότητων STEM

3.0 Εισαγωγή

Η προετοιμασία και η διδασκαλία ενός μαθήματος STEM που δεν έχει διδαχτεί ποτέ πριν ή η ανάληψη μιας σχεδόν πλήρους αναθεώρησης ενός υπάρχοντος μαθήματος STEM είναι μια ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία. Όποιος δεν το έχει κάνει δεν μπορεί να φανταστεί πόσο χρόνο και προσπάθεια χρειάζεται για να δημιουργηθεί ένα αναλυτικό πρόγραμμα, σχέδια μαθήματος, φυλλάδια, διαφάνειες, εργασίες, project και τεστ. Μπορεί να αφιερώνει κανείς κάθε κενή ώρα για μήνες στην δημιουργία μαθημάτων STEM παραμελώντας ακόμα και την προσωπική του ζωή, και παρόλα αυτά το μάθημα μπορεί να είναι ακόμα αναποτελεσματικό και η απόδοση των μαθητών χαμηλή.

Όταν ο δάσκαλος δυσκολεύεται με μια θεματική ενότητα STEM που είναι καινούργια για εκείνον, μπαίνει σε μια διαδικασία άγχους αμφισβητώντας πολλές φορές και την ικανότητά του ως εκπαιδευτικός. Πρέπει να γίνει σαφές ότι ένα STEM μάθημα απαιτεί προγραμματισμό αλλά και ευελιξία από μέρους του δασκάλου. Προφανώς ο δάσκαλος θα πρέπει να μην αμφισβητεί την ικανότητά του για το επάγγελμα αλλά να αναγνωρίσει ότι οι εκπαιδευτικοί αγχώνονται πάντα από τις νέες προετοιμασίες. Σε αυτό το κεφάλαιο δίνονται ορισμένες στρατηγικές που μπορεί να μην εξαλείφουν το άγχος, αλλά ίσως βοηθούν να γίνει διαχειρίσιμο. Ο δάσκαλος μπορεί να κάνει χρήση αυτών που φαίνονται λογικά καθώς και να αποφύγει τα λάθη τα οποία αναφέρονται παρακάτω. Μαθαίνοντας από την εμπειρία μπορεί να προσβλέπει στον σημαντικά πιο άνετα διαχειρίσιμο χρόνο που θα έχει αν διδάξει ξανά τη συγκεκριμένη θεματική ενότητα STEM.

Αυτό το κεφάλαιο θα επικεντρωθεί σε ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν πριν ξεκινήσει ένα νέο ή επανασχεδιασμένο μάθημα STEM, μία ή δύο εβδομάδες πριν την έναρξη των μαθημάτων.

- Γιατί και πώς πρέπει να βασιστεί ο σχεδιασμός του μαθήματος STEM στους μαθησιακούς στόχους;
- Ποιος είναι ο εύλογος χρόνος για να αφιερωθεί στην προετοιμασία ενός μαθήματος; Πώς μπορεί να προσεγγιστεί αυτός ο στόχος;
- Τι μπορεί να γίνει την πρώτη εβδομάδα για να διασφαλιστεί ότι η πορεία στη θεματική ενότητα STEM θα είναι αποτελεσματική;

Η εύρεση καλών απαντήσεων σε αυτές τις ερωτήσεις μπορεί να βοηθήσει πολύ στην καθιέρωση του δασκάλου στους ρόλους του καθοδηγητή και του ελεγκτή στην πορεία του κατά την εκπαίδευση STEM.

Αρχικά αναφέρεται πώς να μην γίνει προσέγγιση μιας νέας προετοιμασίας ή ενός σημαντικού επανασχεδιασμού ενός μαθήματος STEM και έπειτα συνέχεια από αυτό το βασικό σημείο.

3.1 Τρία βήματα για την καταστροφή ή πώς να μην προσεγγιστεί η προετοιμασία του μαθήματος STEM

Ακολουθούν δύο σενάρια προετοιμασίας μαθημάτων που όλοι οι δάσκαλοι μαθημάτων STEM στον κόσμο, είτε έχουν ήδη αντιμετωπίσει είτε αργά ή γρήγορα θα αντιμετωπίσουν:

Σενάριο 1: Ετοιμάζεται ένας δάσκαλος να διδάξει ένα μάθημα STEM για πρώτη φορά - είτε ένα ολοκαίνουργιο μάθημα στο τμήμα του είτε ένα που έχει διδαχθεί αλλά ποτέ από τον ίδιο. Εάν είναι τυχερός, έχει αρκετούς μήνες για να προετοιμαστεί γι αυτό. Εάν δεν είναι, τον ενημερώνουν ότι θα το διδάξει μια εβδομάδα πριν από την πρώτη μέρα του μαθήματος.

Σενάριο 2: Έχει προγραμματιστεί να διδάξει ένα βασικό μάθημα STEM το οποίο έχει ξαναδιδάξει πριν, με την διαφορά όμως ότι τώρα το συγκεκριμένο μάθημα χρειάζεται απεγνωσμένα μια σημαντική αναθεώρηση. Το περιεχόμενο και η παιδαγωγική προσέγγιση δεν είναι σύγχρονα και χρειάζονται αναθεώρηση.

Ακολουθούν τα στοιχεία μιας κοινής αλλά εξαιρετικά αναποτελεσματικής τριμερούς προσέγγισης σε οποιαδήποτε από αυτές τις καταστάσεις:

1. Σχεδιάζει ο δάσκαλος το μάθημα από την αρχή μόνος του. Συνάδελφοι στο σχολείο ή φίλοι σε άλλα σχολεία μπορεί να έχουν διδάξει το μάθημα και να το έχουν κάνει πολύ καλά, αλλά πιστεύει ότι δε θα έπρεπε να τους ρωτήσει εάν μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιο από τα υλικά τους (προγράμματα μαθημάτων, σχέδια μαθημάτων, διαδικτυακά σεμινάρια και βίντεο, εργασίες, δοκιμές κ.λπ.). Αντίθετα, ξεκινά να δημιουργεί τα πάντα μόνος του από την αρχή.

2. Προσπαθεί να καλύψει ολόκληρο το θέμα του μαθήματός STEM και να είναι έτοιμος να απαντήσει σε οποιαδήποτε ερώτηση μπορεί να κάνει ποτέ οποιοσδήποτε μαθητής. Συγκεντρώνει όλα τα βιβλία και τα ερευνητικά άρθρα που μπορεί να βρει και κάνει τα σχέδια μαθήματος μια αυτοτελή εγκυκλοπαίδεια(!) για το θέμα.

3. Προσπαθεί να το κάνει τέλειο. Αναθεωρεί και διορθώνει τα σχέδια μαθήματός του όσες φορές χρειάζεται για να εξαλείψει κάθε πιθανό σφάλμα ή σημείο σύγχυσης και κάνει τις διαφάνειες του PowerPoint του μοντέλα σαφήνειας, στυλ και οπτικής ομορφιάς.

Το πιο πιθανό που μπορεί να συμβεί εάν υιοθετηθούν τα παραπάνω είναι να ξοδευτεί υπερβολικά πολύς χρόνος για τα σχέδια μαθήματος STEM. Τα σχέδια μαθημάτων θα είναι τόσο μεγάλα και πυκνά που για να καλυφθεί οτιδήποτε, θα πρέπει να γίνει το μάθημα με ρυθμό που λίγοι - αν υπάρχουν - ανθρωπίνι εγκέφαλοι θα μπορούν να συγκρατήσουν. Δεν θα υπάρχει χρόνος για διαδραστικότητα στο μάθημα STEM και θα πρέπει να ξεπεραστεί κάποιο σημαντικό τμήμα ή να το παραλειφθεί εντελώς. Η απογοήτευση και τα παράπονα των παιδιών θα αυξηθούν και οι τελικές αξιολογήσεις δε θα είναι αυτό που θα περίμενε ο δάσκαλος.

Παρακάτω περιγράφονται σαφώς καλύτερες πρακτικές από ότι αναφέρθηκε μέχρι τώρα.

3.2 Μια ορθολογική προσέγγιση για την προετοιμασία και τον επανασχεδιασμό μαθημάτων STEM

Η προετοιμασία νέων μαθημάτων STEM και ο επανασχεδιασμός των παλαιών δεν θα είναι ποτέ εύκολη ή γρήγορη υπόθεση, αλλά υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να διατηρηθούν αυτές τις εργασίες υπό έλεγχο.

Συνεχής σχέση με τους μαθησιακούς στόχους.

Στο Κεφάλαιο 2 αναφέρθηκε ότι οι μαθησιακοί στόχοι θα πρέπει να καθορίζουν τις γνώσεις, τις δεξιότητες και (πιθανώς) τις στάσεις που θα ήταν θεμιτό να αποκτήσουν οι μαθητές στο μάθημα STEM. Τώρα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να καθοδηγήσουν τον σχεδιασμό του μαθήματος STEM.

Αποφυγή της υπερφόρτωσης περιεχομένου.

Όταν τα μαθήματα STEM είναι υπερφορτωμένα με περιεχόμενο, ο δάσκαλος αφιερώνει υπερβολικό χρόνο στην προετοιμασία, τα παιδιά δεν συμμετέχουν ενεργά στην τάξη και οι αξιολογήσεις στο τέλος του μαθήματος είναι χαμηλές.

Οι δάσκαλοι που περιορίζουν σε λογικά όρια τον χρόνο προετοιμασίας της τάξης τους βελτιώνουν δραματικά την αποτελεσματικότητά τους στη διδασκαλία και γενικά την παραγωγικότητα τους στο περιβάλλον του σχολείου. Μια λογική κατευθυντήρια γραμμή είναι η εξής: Τίθεται ως στόχος κατά μέσο όρο δύο ώρες ή λιγότερο για την προετοιμασία κάθε ώρας μαθήματος STEM. Εάν διδάσκεται ένα νέο μάθημα ή επανασχεδιάζεται ένα παλιό, πιθανότατα δεν θα επιτευχθεί αυτός ο στόχος και μπορεί αρκετές φορές να βρεθεί ο δάσκαλος να ασχολείται έως και τρεις με τέσσερις ώρες για κάθε ώρα μαθήματος. Σε κάθε περίπτωση, αν ξοδεύονται τακτικά πέντε ή περισσότερες ώρες προετοιμασίας ανά ώρα μαθήματος, τα πράγματα δεν θα είναι αποτελεσματικά (Felder & Brent, 2016)

Για να ελαχιστοποιηθεί η υπερφόρτωση περιεχομένου μαθήματος STEM, πρέπει να επαναφερθούν οι μαθησιακοί στόχοι σε σαφή εστίαση, να εξεταστεί κάθε υλικό που σκοπεύεται να καλυφθεί και να αποφασιστεί σε ποια από τις δύο κατηγορίες εντάσσεται: Αναγκαίο να γνωρίζουν (απευθύνεται άμεσα σε έναν ή περισσότερους από τους στόχους) ή επιθυμητό να γνωρίσουν (μόνο οριακά που σχετίζεται με τους στόχους). Προτείνεται λοιπόν να περιορίζεται ο χρόνος προετοιμασίας του μαθήματος STEM σε περιεχόμενο που είναι αναγκαίο να γνωρίζουν τα παιδιά.

Χρησιμοποίηση υπάρχοντος υλικού μαθημάτων και άμεσα διαθέσιμων ψηφιακών πόρων.

Προφανώς εξετάζεται το ενδεχόμενο να ρωτηθούν συνάδερφοι που είναι καλοί δάσκαλοι και έχουν διδάξει το μάθημα STEM που ετοιμάζεται να διδαχθεί από τον νέο στο αντικείμενο δάσκαλο, εάν θα ήταν πρόθυμοι να μοιραστούν υλικό μαθημάτων μαζί του. Οι περισσότεροι καλοί δάσκαλοι θα συμφωνήσουν με χαρά σε αυτό το αίτημα. Μπορεί επίσης να μειωθεί περαιτέρω ο χρόνος προετοιμασίας κατεβάζοντας διαδικτυακό υλικό, όπως σχέδια μαθήματος, φυλλάδια, φωτογραφίες και συνδέσμους σε βίντεο, προσομιώσεις και μελέτες περιπτώσεων. Οι πόροι σε ψηφιακά αποθετήρια, μερικές φορές προστατεύονται από πνευματικά δικαιώματα. Το προφανές ερώτημα είναι αν μπορεί κανείς να τα κατεβάσει και να τα συμπεριλάβει στα προγράμματα STEM της τάξης του χωρίς να λάβει άδεια. Σύμφωνα με το δόγμα της θεμιτής χρήσης της νομοθεσίας περί πνευματικών δικαιωμάτων, επιτρέπεται η αναπαραγωγή υλικού που προστατεύεται από πνευματικά δικαιώματα χωρίς άδεια για ορισμένες χρήσεις. Για παράδειγμα, εάν μια φωτογραφία με πνευματικά δικαιώματα θα εμφανίζεται μόνο σε μια διαφάνεια

που εμφανίζεται στην τάξη ή σε φυλλάδια τάξης, δεν θα υπάρχει πρόβλημα. Εάν προστεθεί σε κάτι που δημοσιεύεται ή διανέμεται ευρέως εκτός της τάξης, τότε θα χρήζει μεγαλύτερης έρευνας .

Περιορισμός της τελειομανίας από τον εκπαιδευτικό.

Μπορεί εύκολα να αφιερωθούν δύο ώρες προετοιμάζοντας ένα τέλειο σχέδιο μαθήματος STEM και στη συνέχεια, άλλες έξι ώρες για βελτίωση, αναδημιουργία, αναδιάταξη και απασχόληση ατελείωτα με τις διαφάνειες για να φαίνονται πιο όμορφες. Την πρώτη φορά που διδάσκεται ένα μάθημα STEM θα πρέπει να υπάρχει ένας πρωταρχικός στόχος: η επιβίωση! Όλος αυτός ο επιπλέον χρόνος θα κάνει σχετικά μικρή διαφορά στην ποιότητα. Χρήσιμο είναι πέντε έως δέκα λεπτά μετά από κάθε μάθημα, να σημειώνονται από τον δάσκαλο οι αλλαγές που θέλει να κάνει στο περιεχόμενο του μαθήματος και στο υλικό παρουσίασης και να γίνουν αυτές οι αλλαγές κάποια στιγμή προτού το ίδιο μάθημα STEM διδαχτεί ξανά. Εάν γίνει η προσέγγιση στην τροποποίηση του μαθήματος με αυτόν τον μέτριο τρόπο, μακροπρόθεσμα τα μαθήματα STEM θα είναι καλύτερα.

Ανασκόπηση σχεδίου μαθήματος

Ο δάσκαλος θα πρέπει να εξετάζει ξανά τα σχέδια ενός μαθήματος STEM που διδάσκει. Αν μπορεί να προσδιορίσει ένα σύνολο περιεχομένου που δεν ανταποκρίνεται άμεσα στους μαθησιακούς του στόχους και που λίγα παιδιά είναι πιθανό να χρησιμοποιήσουν ή κάποιο περιεχόμενο που θα ήταν εύκολο για κάποιο παιδί να αναζητήσει αν το χρειαζόταν, τότε θα μπορούσε να ενισχύσει το μάθημα STEM είτε μειώνοντας είτε αποκλείοντας αυτό το υλικό.

Ερωτήσεις για την αξιολόγηση ενός σχεδίου μαθήματος STEM

- Πόσο καλά ταιριάζει το σχέδιο μαθήματος με τους εκπαιδευτικούς στόχους του μαθήματος; Ταιριάζει η σειρά των θεμάτων με τη σειρά που χρησιμοποιηθούν;
- Έχει χρησιμοποιήσει κάποιος που γνωστός δάσκαλος το συγκεκριμένο θέμα; Αν ναι, τι πιστεύει γι αυτό;
- Διαλέγοντας μερικά σχέδια μαθήματος που δεν γνωρίζει ο δάσκαλος ήδη πολύ καλά και διαβάζοντας το κείμενο σε αυτά πρέπει να αναρωτηθεί αν είναι όλα ξεκάθαρα. Θα ήταν ξεκάθαρα στους μέσους μαθητές;
- Όλες οι μέθοδοι που περιγράφονται στο σχέδιο μαθήματος STEM, απεικονίζονται με ξεκάθαρα επεξεργασμένα παραδείγματα;
- Υπάρχουν πολλά γραφικά - εικόνες, σχέδια, γραφήματα - ή είναι όλα λέξεις και εξισώσεις;
- Περιέχεται στο κείμενο κατάλληλος συνδυασμός θεωρίας και εφαρμογών;
- Υπάρχουν αυτοδιαγνωστικά τεστ ή ερωτήσεις σε ευχάριστη μορφή στο τέλος του σχεδίου μαθήματος για να βοηθήσουν τους μαθητές;

- Τα προβλήματα με το κείμενο είναι κυρίως απλές ασκήσεις, κυρίως μακροσκελείς και δύσκολες ιδέες ή (ιδανικά) ένας καλός συνδυασμός και των δύο;
- Υπάρχουν αρκετά προβλήματα ώστε να χρειαστεί να γίνει αλλαγή στο σχέδιο μαθήματος STEM από περίοδο σε περίοδο;
- Τι υποστηρικτικό υλικό είναι διαθέσιμο στους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές; Ποια είναι η ποιότητα του υλικού στήριξης;
- Πόσο κοστίζει το σχέδιο μαθήματος STEM+; Υπάρχουν εναλλακτικές εξίσου καλές που να είναι πιο οικονομικές;

3.3 Η κρίσιμη πρώτη εβδομάδα σε μια τάξη STEM

Στην αρχή κάθε μαθήματος STEM, πολλοί μαθητές θέτουν στον εαυτό τους πολλές σημαντικές ερωτήσεις, συνειδητά ή ασυνείδητα:

- Πόσο δύσκολο θα είναι αυτό το μάθημα; Θα μπορέσω να χειριστώ τις δοκιμές ή δραστηριότητες;
- Είναι το υλικό κάτι που πραγματικά θέλω να μάθω και να κατανοήσω ή πρέπει απλώς να μάθω αρκετά για να πάρω τον βαθμό που θέλω ή να γίνω αρεστός στον δάσκαλο;
- Είναι αυτός ο δάσκαλος κάποιος που σέβομαι και του οποίου το σεβασμό θέλω να κερδίσω;
- Όταν είμαι στο μάθημα, χρειάζεται να παρακολουθώ τα πράγματα ή μπορώ απλώς να καθίσω πίσω χωρίς να παρακολουθώ και χωρίς να χάσω τίποτα σημαντικό;

Τις πρώτες, λοιπόν, φορές στο μάθημα STEM θα πρέπει ο δάσκαλος να εδραιώσει τη θέση του ως καθοδηγητής ή μέντορας, αλλιώς το μάθημα μπορεί να αποδειχθεί καταστροφικό.

Υπάρχουν αποτελεσματικοί τρόποι για να ξεκινήσει μια καλή πορεία που θα μπορεί να καθιερώσει τον δάσκαλο STEM γρήγορα ως ελεγκτή αλλά και καθοδηγητή. Οι ιδέες κατανέμονται σε πέντε κατηγορίες:

- Δημιουργία καλών σχέσεων και επικοινωνιών με και μεταξύ των μαθητών (καθοδηγητής). Η καλές σχέσεις είναι σημαντικός παράγοντας μαθημάτων STEM διότι σχεδόν σε κάθε μάθημα οργανώνονται τα παιδιά σε ομάδες, όπως αναπτύσσεται στο κεφάλαιο 11, με στόχο να πετύχουν την πρόκληση που τους δίνεται.
- Δημιουργία σαφών προσδοκιών (ελεγκτής). Τα τεστ, κουίζ ή φύλλα αξιολόγησης στο STEM (κεφάλαιο 8) θα έχουν έτσι καλύτερα αποτελέσματα.
- Παρότρυνση των μαθητών να μάθουν τι θα διδαχθεί (καθοδηγητής).
- Διεξαγωγή τεστ προαπαιτούμενων γνώσεων και δεξιοτήτων (καθοδηγητής και ελεγκτής).
- Έναρξη χρήσης διαμορφωτικής αξιολόγησης (καθοδηγητής) σε συνεχόμενο ρυθμό και ενεργοποίηση της ενεργητικής μάθησης (κεφάλαιο 6).

Το θέμα δεν είναι να υιοθετηθούν όλες οι παραπάνω κατηγορίες ταυτόχρονα. Αντί αυτού, καλό είναι να αντιμετωπίζονται τα παραπάνω επιλέγοντας αρχικά έναν μικρό αριθμό από κάθε κατηγορία και προσθέτοντας άλλες καθώς αποκτάται η εμπειρία από τον δάσκαλο σε ένα μάθημα STEM. (Elbow, 1986).

3.4 Βασικά σημεία

- Οι εργασίες της προετοιμασίας ενός νέου μαθήματος STEM και του επανασχεδιασμού ενός υπάρχοντος μπορούν να γίνουν ευκολότερες και πιο γρήγορα ξεκινώντας από το υλικό μαθημάτων των συναδέλφων και βασιζόμενοι σε βιβλιοθήκες ψηφιακών πόρων, σε αντίθεση με τη δημιουργία των πάντων από την αρχή.
- Ο χρόνος προετοιμασίας του μαθήματος STEM θα πρέπει να περιορίζεται κατά μέσο όρο σε δύο έως τρεις ώρες ανά ώρα μαθήματος. Το να ξοδεύεται πολύ περισσότερος χρόνος από αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολικό περιεχόμενο μαθημάτων STEM, χαμηλότερη ποιότητα μαθημάτων και αξιολογήσεις μαθητών και να αφήσει ανεπαρκή χρόνο για να αφιερωθεί σε άλλες σημαντικές δραστηριότητες. Η κύρια εστίαση στον προγραμματισμό μαθημάτων STEM θα πρέπει να δίνεται στο υλικό που χρειάζεται να γνωρίζει ο μαθητής (το οποίο απευθύνεται άμεσα στους μαθησιακούς στόχους του διδάσκοντα) αντί σε υλικό που θα ήταν απλά επιθυμητό να γνωρίζει (το οποίο μπορεί να μην ισχύει).
- Αυτό που συμβαίνει την πρώτη εβδομάδα ενός μαθήματος STEM παίζει κρίσιμο ρόλο στην επακόλουθη απόδοση και στάση των μαθητών. Οι στρατηγικές της πρώτης εβδομάδας που προτείνονται στο κεφάλαιο μπορούν να βοηθήσουν τους δασκάλους να δημιουργήσουν σχέσεις με τους μαθητές τους, να θέτουν προσδοκίες από αυτούς και να τους παρακινήσουν να μελετήσουν και να ασχοληθούν με το περιεχόμενο του μαθήματος STEM.

4 Σχεδιασμός μαθημάτων STEM για την τάξη με επίκεντρο τον μαθητή

4.0 Εισαγωγή

Έστω ότι ξεκινά μια νέα θεματική ενότητα STEM και υπολογίζεται ότι θα χρειαστούν τουλάχιστον έξι περίοδοι μαθημάτων για να καλυφθεί όπως για παράδειγμα η θεματική ενότητα του Δ' μέρους αυτής της εργασίας «Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία». Προφανώς θα πρέπει να γίνει σαφές τι πρόκειται να συμβεί κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων - δηλαδή, χρειάζονται σχέδια μαθήματος. Όσο πιο εμπειριστατωμένος είναι ο δάσκαλος σχετικά με την κατασκευή των σεναρίων μαθήματος STEM, τόσο πιο πιθανό θα είναι να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά όλους τους μαθησιακούς του στόχους.

Ακολουθούν τα βασικά ερωτήματα που θα αντιμετωπίσει αυτό το κεφάλαιο:

- Ποια είναι τα συνηθισμένα σφάλματα προγραμματισμού στα σχέδια μαθημάτων STEM και πώς μπορούν να αποφευχθούν;

○ Όταν εισάγεται νέο υλικό στην τάξη STEM, πώς μπορούν να μεγιστοποιηθούν οι πιθανότητες οι μαθητές να το αποθηκεύσουν στη μακροπρόθεσμη μνήμη τους (δηλαδή να το μάθουν) και αργότερα να είναι σε θέση να το ανακτήσουν και να το μεταφέρουν σε νέα περιβάλλοντα;

○ Γιατί πρέπει να γίνει προσπάθεια από τον δάσκαλο να προσελκύσει τα παιδιά κατά τη διάρκεια του μαθήματος STEM; Πώς μπορεί να γίνει αυτό χωρίς να διακυβεύσει την ικανότητά του να καλύψει το αναλυτικό πρόγραμμα;

○ Ποιες ερωτήσεις μπορεί να κάνει ο δάσκαλος στην τάξη STEM που θα προωθήσουν την ουσιαστική μάθηση πιο αποτελεσματικά από το «Είναι σαφές;» και "Έχετε ερωτήσεις;"

○ Πώς μπορεί ο δάσκαλος να μεγιστοποιήσει την αποτελεσματικότητα του μαθήματος STEM;

4.1 Αποφεύγοντας κοινά λάθη σχεδιασμού μαθήματος STEM

Οι περισσότεροι νέοι δάσκαλοι - και πολλοί έμπειροι - κάνουν ορισμένα λάθη κατά τον προγραμματισμό της διδασκαλίας STEM. Ο παρακάτω πίνακας 4.1-1 παραθέτει πολλά κοινά λάθη κατά τον προγραμματισμό ενός τέτοιου μαθήματος. Εάν αποφευχθούν αυτά τα λάθη, τα μαθήματα STEM θα είναι πιο αποτελεσματικά και περισσότερα παιδιά θα ανταποκρίνονται στους μαθησιακούς στόχους ανώτερου επιπέδου της ταξινόμησης Bloom που αναφέρεται στο κεφάλαιο 2.

Πίνακας 4.1-1 Συνήθη λάθη προγραμματισμού και πώς να τα αποφύγετε			
	Λάθος	Συνέπειες	Πρόταση
1	Προσπάθεια κάλυψης υπερβολικής ύλης σε ένα μάθημα STEM.	Οι δάσκαλοι πρέπει να αγωνιστούν για να καλύψουν τα πάντα. Οι μαθητές έχουν λίγες ευκαιρίες για εξάσκηση και ανατροφοδότηση στην τάξη.	Σύνδεση τού περιεχομένου στενά με τους μαθησιακούς στόχους, εστιάζοντας στο υλικό που πρέπει να γνωρίζουν και όχι στο υλικό που είναι καλό να γνωρίζουν οι μαθητές.
2	Υπερεκτίμηση για το τι ξέρει ή τι μπορεί να κάνει ο μαθητής.	Το περιεχόμενο τού μαθήματος STEM και οι αξιολογήσεις είναι πολύ προχωρημένα και οι μαθητές απογοητεύονται.	Μπορεί να γίνει ένα quiz σε μορφή παιχνιδιού για προαπαιτούμενες γνώσεις. Διαμόρφωση των στόχων του μαθήματος STEM ανάλογα με τις γνώσεις των μαθητών ή καλύτερα ανασκόπηση προαπαιτούμενου περιεχομένου αν φανούν πολλές ελλείψεις.
3	Δίνεται μεγάλη βάση στην απομνημόνευση και επανάληψη.	Οι μαθητές αποκτούν λίγες δεξιότητες υψηλού επιπέδου και περιορισμένη εννοιολογική κατανόηση.	Επισήμανση στους μαθητές στα φυλλάδια τους το υλικό που θέλουμε να απομνημονεύσουν και εστίαση του χρόνου της τάξης σε στόχους υψηλότερου επίπεδου.
4	Θεωρία πριν από την εφαρμογή στην πράξη.	Οι μαθητές δεν μπορούν να συσχετίσουν τη θεωρία με τι έχουν να κάνουν και χάνουν το ενδιαφέρον τους στο μάθημα STEM.	Εισαγωγή πρόκλησης πριν την θεωρία.
5	Εμφάνιση μακρών διαδικασιών χωρίς να εστιάζουμε στο σκεπτικό πίσω από δύσκολα βήματα.	Όλα φαίνονται λογικά στην τάξη, αλλά οι μαθητές δεν μπορούν να κάνουν παρόμοιες διαδικασίες από μόνοι τους.	Κάνουμε τις περίπλοκες διαδικασίες ανεξάρτητο θέμα των δραστηριοτήτων STEM εντός της τάξης ή να τις παραλείψουμε εάν δεν απευθύνονται άμεσα στους μαθησιακούς στόχους.

6	Δεν συμπεριλαμβάνονται αρκετές ερωτήσεις ή δραστηριότητες.	Ανεπαρκής ανατροφοδότηση και ο δάσκαλος δεν καταλαβαίνει που χρειάζονται τα παιδιά βοήθεια.	Δημιουργούμε καλές ερωτήσεις και δραστηριότητες στο μάθημα STEM.
---	--	---	--

4.2 Τι περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα μαθήματος STEM στην τάξη;

Ένα σχέδιο μαθήματος STEM μπορεί να περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

○ Στόχοι μάθησης. Δηλώσεις για το τι πρέπει να μπορούν να κάνουν τα παιδιά αφού ολοκληρωθεί το μάθημα STEM να μελετήσουν και αφομοιώσουν το υλικό που παρουσιάζεται σε αυτό.

○ Προκαταρκτικά μηνύματα προς την τάξη STEM. Εργασίες ανάγνωσης, πιθανώς οι στόχοι μάθησης του μαθήματος (το σημερινό μάθημα θα σας προετοιμάσει για...) και οτιδήποτε άλλο θέλει ο δάσκαλος να επικοινωνήσει εκ των προτέρων.

○ Περίληψη τού περιεχομένου τού μαθήματος STEM. Υλικό που θα καλυφθεί στην παράδοση και τις δραστηριότητες (κείμενο, μαθηματικοί τύποι και εξισώσεις, πίνακες, διαγράμματα, γραφικά κ.λπ.) ερωτήσεις που θα γίνουν και οι απαντήσεις τους, προβλήματα που θα θέσει ο δάσκαλος και οι λύσεις τους, προτροπές δραστηριότητας που θα δοθούν και επιθυμητές απαντήσεις. (Πρέπει να γίνεται προσπάθεια να ξεκινήσει το μάθημα STEM με μια δραστηριότητα που προκαλεί ενδιαφέρον). Προσπάθεια να συμπεριληφθούν αρκετές λεπτομέρειες, ώστε να μπορεί να διδαχθεί ξανά το ίδιο μάθημα χωρίς να χρειάζεται να δημιουργηθεί εκ νέου.

Δεν χρειάζεται να υπάρχει υπερβολή στις λεπτομέρειες, ωστόσο, με χρήση συντομογραφιών αντί για πλήρεις προτάσεις και παραγράφους και υπογράμμιση ή σημειώσεις με έντονη γραφή των βασικών στοιχείων του μαθήματος STEM μειώνεται η πιθανότητα να ξεχάσει ο δάσκαλος να τα καλύψει στην τάξη.

Ίσως να μπορεί ο δάσκαλος να σκεφτεί ερωτήσεις και δραστηριότητες αυθόρμητα κατά τη διάρκεια του μαθήματος STEM, αλλά είναι πιθανό να είναι αρκετά χαμηλού επιπέδου και ίσως να πρέπει να σκεφτεί νέες όταν διδάξει ξανά το μάθημα. Εάν αφιερωθεί χρόνος για να διατυπωθούν εκ των προτέρων και να συμπεριληφθούν στο σχέδιο μαθήματος STEM, συνήθως καταλήγει ο δάσκαλος σε όσες θέλει και σε όποια επίπεδα θέλει.

○ Σύνοψη. Μετά το μάθημα STEM είναι χρήσιμο ο δάσκαλος να κάνει μια περίληψη των κύριων σημείων που έγιναν κατά τη διάρκεια του μαθήματος και μια λίστα εργασιών που πρέπει να ολοκληρωθούν πριν από την επόμενη τάξη STEM.

4.3 Προώθηση της μακροπρόθεσμης αποθήκευσης, ανάκτησης και μεταφοράς μνήμης

Όταν παρουσιάζεται νέο υλικό στην τάξη STEM, αυτό πρέπει να αποθηκευτεί στη μακροπρόθεσμη μνήμη των παιδιών για να μπορέσει στη συνέχεια να ανακτηθεί και να εφαρμοστεί.

Όπως είδαμε στο Κεφάλαιο 1, οι συνθήκες που ευνοούν τη μακροχρόνια αποθήκευση είναι, κατά φθίνουσα σειρά προτεραιότητας, ότι το θέμα (1) ενέχει απειλή για την επιβίωση ή την ευημερία των μαθητών, (2) έχει ισχυρούς

συναισθηματικούς συσχετισμούς για αυτούς, (3) έχει νόημα για αυτούς (σχετίζεται με τα ενδιαφέροντά τους και τις προηγούμενες εμπειρίες τους) και (4) έχει νόημα για αυτούς στο τρέχον επίπεδο γνώσης τους.

Η σύνδεση του περιεχομένου του μαθήματος STEM με απειλές γενικά δεν θα λειτουργούσε καλά ακόμα κι αν μπορούσε να βρεθεί ένας τρόπος για να γίνει(!) - αυτό που αποθηκεύουν τότε οι μαθητές είναι απίθανο να είναι αυτό που προσπαθεί να διδάξει ο δάσκαλος. Ωστόσο, εάν υπάρχει τρόπος να συνδεθεί το περιεχόμενό του μαθήματος STEM με κάτι που ενδέχεται να έχει θετικούς συναισθηματικούς συσχετισμούς για τα παιδιά, τότε ο δάσκαλος πρέπει να προσπαθεί να το κάνει. Δεδομένου ότι ένα σχέδιο μαθήματος STEM αντλεί τα θέματά του από πραγματικές καταστάσεις, η σύνδεση με θέματα που ενδιαφέρουν τους μαθητές ή δημιουργούν θετικούς συσχετισμούς μπορεί να αποδειχθεί μια εύκολη υπόθεση.

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι ένας δάσκαλος ετοιμάζει ένα μάθημα STEM για την κίνηση και την τριβή. Όλοι οι μαθητές έχουν εμπειρίες για την τριβή και πως αντιστέκεται στην κίνηση οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν νόημα στο περιεχόμενο του επερχόμενου μαθήματος. Θα μπορούσε να αναφέρει ένα φρενάρισμα αυτοκινήτου ή ακόμα καλύτερα ποδηλάτου, το σπρώξιμο ενός καναπέ ή ενός αντικείμενου που είναι πολύ βαρύ ή να προτρέψει τα παιδιά να βρουν το δικό τους παραδείγματα. Μπορεί να ξεκινήσει το μάθημα αναφέροντας ένα ή περισσότερα από αυτά τα φαινόμενα και ενισχύοντας τις συνδέσεις με δυνατές οπτικές εικόνες και στη συνέχεια να διδάξει το περιεχόμενο στο πλαίσιο της κατανόησης των φαινομένων. Αυτό που διδάσκει είναι πιθανό να έχει νόημα για τα παιδιά και έτσι έχει πολύ περισσότερες πιθανότητες να γίνει κτήμα τους από ότι όταν ξεκινά απευθείας με τις έννοιες της ταχύτητας, επιτάχυνσης-επιβράδυνσης και τριβής χωρίς να κάνει σαφείς συνδέσεις με την προηγούμενη γνώση.

Η αποθήκευση πληροφοριών στη μακροπρόθεσμη μνήμη είναι ένα απαραίτητο πρώτο βήμα προς την ουσιαστική μάθηση, αλλά δεν ολοκληρώνεται έτσι η μάθηση. Υπάρχει ένας αμέτρητος αριθμός γεγονότων και διαδικασιών που κάποτε γνωρίζαμε και αναμνήσεις που είχαμε κάποτε που δεν μπορούμε πλέον να ανακαλέσουμε. Κατ' αρχήν, οτιδήποτε είναι αποθηκευμένο στη μακροπρόθεσμη μνήμη παραμένει εκεί όσο δεν υπάρχει εγκεφαλική βλάβη. Ωστόσο, για να είναι χρήσιμο το αποθηκευμένο υλικό πρέπει να είναι ανακτήσιμο όταν προκύψει ανάγκη. Αν δεν μπορούμε να το ανακτήσουμε είναι σαν να μην το γνωρίζαμε ποτέ (Treadwell, 2016). Προφανώς ακόμη και η δυνατότητα ανάκτησης δεν αρκεί για να θεωρηθεί ολοκληρωμένη η μάθηση.

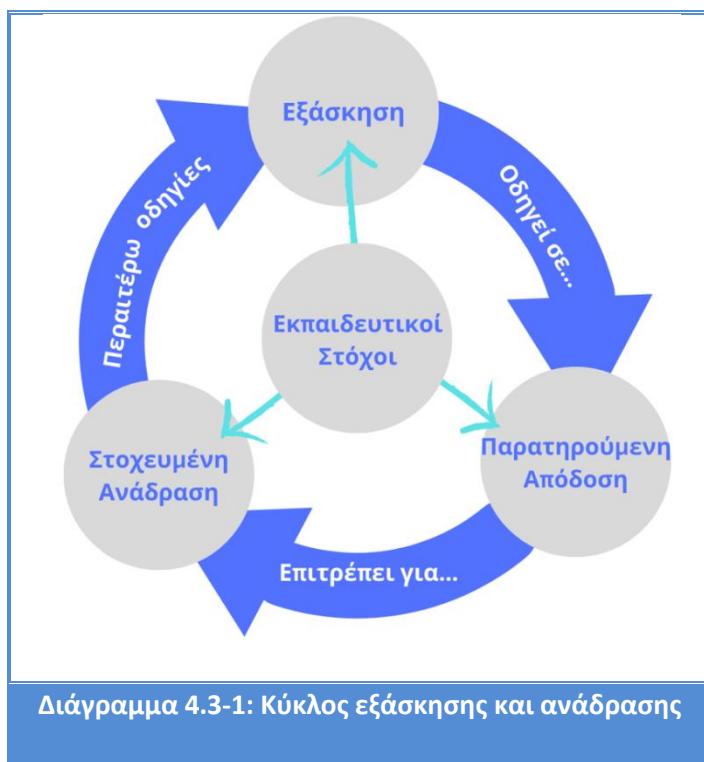
Οι περισσότεροι δάσκαλοι, πιθανότατα, έχουν δει παιδιά που μπορούν να λύσουν ένα συγκεκριμένο πρόβλημα στο μάθημά τους, αλλά δεν μπορούν να χειριστούν προβλήματα που είναι μόνο ελαφρώς διαφορετικά και εάν αντιμετωπίσουν το ίδιο πρόβλημα σε επόμενο μάθημα ενεργούν σαν να μην το έχουν ξαναδεί. Οι μαθητές μπορούν να ανακτήσουν τη διαδικασία λύσης για το συγκεκριμένο πρόβλημα στο ακριβές πλαίσιο στο οποίο το έμαθαν, αλλά δεν είναι σε θέση να το μεταφέρουν σε άλλα πλαίσια. Στο μάθημα STEM τα ανοιχτού τύπου προβλήματα με στόχο την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών οδηγούν στην βαθύτερη κατανόηση του περιεχομένου και ευκολότερη ανάκτηση αυτού.

4.3.1 Ποιες συνθήκες προωθούν την ανάκτηση και τη μεταφορά;

Ανάκτηση και Μεταφορά Αποθηκευμένης Γνώσης

Ένα σύνολο σχετικών πληροφοριών στη μακροπρόθεσμη μνήμη μπορεί να είναι μια ανάμνηση π.χ. ενός περιστατικού ή ενός προσώπου ή ενός ποιήματος ή μια διαδικασία για την ολοκλήρωση μιας ψυχικής ή σωματικής εργασίας. Ένα τέτοιο σύνολο αποθηκεύεται σε ομάδες νευρώνων που κατανέμονται σε διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου.

Όταν αποθηκευτεί αρχικά, οι συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων σε κάθε σύμπλεγμα είναι σχετικά αδύναμες, επομένως ο εγκέφαλος μπορεί να έχει δυσκολία όταν προσπαθεί να ανακτήσει τα περιεχόμενα και να τα συναρμολογήσει ξανά στο αρχικό σχήμα. Ωστόσο, εάν η πληροφορία ενισχύεται μέσω επανάληψης (π.χ. επαναλαμβανόμενη ανάμνηση, έκθεση στο πρόσωπο, επανάληψη του ποιήματος ή εξάσκηση της διαδικασίας), οι συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων ενισχύονται. Η επεξεργασία του συγκεκριμένου θέματος γίνεται στη συνέχεια ταχύτερη, λιγότερο επίπονη και πιο αυτόματη (Ambrose S.A. 2010).



Για να είναι πραγματικά χρήσιμο, ένα σχήμα για μια διαδικασία επίλυσης προβλημάτων θα πρέπει να μπορεί να ανακτηθεί σε ένα ευρύ φάσμα καταστάσεων και να μεταφερθεί σε νέες ρυθμίσεις. Παρόμοια με τη δυνατότητα ανάκτησης, η δυνατότητα μεταφοράς ενισχύεται με την επανάληψη. Αυξάνεται επίσης παρουσιάζοντας ένα ευρύ φάσμα παραδειγμάτων για το πώς μπορεί να εφαρμοστεί η διαδικασία, ασκήσεις που καλούν τους μαθητές να βρουν οι ίδιοι εργασίες που απαιτούν την εφαρμογή της διαδικασίας σε διαφορετικά περιβάλλοντα και ρητές δηλώσεις συνθηκών που κάνουν μια διαδικασία πιο κατάλληλη από κάποια άλλη για έναν συγκεκριμένο τύπο προβλήματος (Bransford J., 2000).

Η διδασκαλία της ίδιας ύλης σε διάφορα πλαίσια, όπως συμβαίνει στα μαθήματα STEM, αυξάνει τις πιθανότητες οι μαθητές να είναι σε θέση να τη μεταφέρουν σε νέες καταστάσεις χωρίς να χρειάζονται άσχετες συνδέσεις, όπως για παράδειγμα να πρέπει να βρίσκονται στην αίθουσα στην οποία διδάχθηκε αρχικά η ύλη. Για παράδειγμα, μπορούμε να εισαχθεί νέο υλικό χρησιμοποιώντας διαλέξεις εντός της τάξης και διαδικτυακές παρουσιάσεις ή βίντεο, να δειχθεί πώς μια μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλούς διαφορετικούς τύπους προβλημάτων ή εφαρμογών σε πολλούς διαφορετικούς τομείς ή κλάδους ή να ζητηθεί από τα παιδιά να βρουν τις δικές τους εφαρμογές (Felder, 2016).

Προσφορά όσων περισσότερων ευκαιριών γίνεται στους μαθητές να αναλογιστούν και να εξασκήσουν αυτό που διδάσκονται.

Το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας προϋποθέτει ότι η εμφάνιση πληροφοριών σε μια τάξη παθητικών μαθητών θα πρέπει να μεταφέρει τις πληροφορίες στον εγκέφαλό τους και στη συνέχεια να είναι σε θέση να τις ανακτήσουν και να τις χρησιμοποιήσουν για να ολοκληρώσουν εργασίες και να κατανοήσουν νέο υλικό που βασίζεται σε αυτές. Τώρα πια είναι γνωστό ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος απλά δεν λειτουργεί με αυτόν τον τρόπο.

Οι πληροφορίες που συλλέγονται ασταμάτητα από τους μαθητές είναι απίθανο να αποθηκευτούν στη μακροπρόθεσμη μνήμη και ακόμα λιγότερο πιθανό να ανακτηθούν και να μεταφερθούν στη συνέχεια.

Για να αυξηθεί η πιθανότητα οι μαθητές να απορροφήσουν σημαντικό περιεχόμενο παραδόσεων, πρέπει να τους προσφέρονται σε σχετικά μικρά εύπεπτα κομμάτια, ακολουθούμενα από ευκαιρίες για να το ανακτήσουν και να το σκεφτούν και να εξασκηθούν στην εφαρμογή του. Αυτό είναι ένα κύριο χαρακτηριστικό της δομής ενός STEM μαθήματος στο οποίο κύριο ρόλο παίζει η εναλλαγή διαφόρων τρόπων παράδοσης-δραστηριοτήτων κάνοντας έτσι την καλύτερη εφαρμογή της ενεργητικής μάθησης. Οι υπόλοιπες ενότητες σε αυτό το κεφάλαιο, μεγάλο μέρος του Κεφαλαίου 5 και όλες του Κεφαλαίου 6 προτείνουν τρόπους για να γίνει αυτό.

Όταν εισάγεται νέο υλικό, πρέπει να γίνεται προσπάθεια να δίνεται σε αυτό νόημα κάνοντας συνδέσεις με τα ενδιαφέροντα, τους στόχους, τις προηγούμενες γνώσεις και τις προηγούμενες εμπειρίες των μαθητών.

Ένα από τα πιο συνηθισμένα παράπονα για τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών είναι ότι οι μαθητές δεν βλέπουν τη σχέση έχει το περιεχόμενο του μαθήματος με τον «πραγματικό κόσμο», με τον οποίο εννοούν τον κόσμο της εμπειρίας, των ενδιαφερόντων και των στόχων τους. Η σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο είναι κύριο χαρακτηριστικό ενός μαθήματος STEM και προφανώς δε θα πρέπει να λείπει αν κάποιος δάσκαλος θέλει να υποστηρίξει ότι κάνει εκπαίδευση STEM. Πολλές φορές μέρος του λόγου που δεν βλέπουν οι μαθητές άμεσα συσχέτιση με τον πραγματικό κόσμο είναι ότι η συμβατική προσέγγιση στη διδασκαλία τέτοιων θεμάτων είναι απαγωγική, ξεκινώντας από τον δάσκαλο που δείχνει βασικές αρχές και μεθόδους και προχωρώντας σταδιακά σε εφαρμογές. Στην διδασκαλία STEM μαθημάτων συχνά εξετάζεται η διδασκαλία επαγωγικά - εφαρμογές πριν από τη θεωρία - ως στρατηγική για την επίδειξη συνδέσεων.

Στην επαγωγική διδασκαλία και μάθηση, όταν εισάγεται ένα νέο θέμα κατά την ανάπτυξη ενός μαθήματος STEM, οι μαθητές έρχονται πρώτα αντιμέτωποι με προκλήσεις, ερωτήσεις προς απάντηση, προβλήματα προς επίλυση ή παρατηρήσεις προς ανάλυση και ερμηνεία και στη συνέχεια αποκτούν τις επιθυμητές γνώσεις και δεξιότητες στο πλαίσιο αντιμετώπισης των προκλήσεων. Οι συνήθεις μέθοδοι επαγωγικής διδασκαλίας σε ένα μάθημα STEM περιλαμβάνουν την ερευνητική μάθηση, τη διδασκαλία βάσει περιπτώσεων, τη μάθηση βάσει προβλημάτων (Problem-based learning) και τη μάθηση βάσει έργου (Project based learning) (Prince & Felder, 2006, 2007). Στην επόμενη Ενότητα εξετάζονται εν συντομία δύο από αυτές τις μεθόδους. Οι άλλες δύο περιγράφονται στις Ενότητες 9 και 10, αντίστοιχα και επίσης ένας αριθμός επαγωγικών μεθόδων ερευνάται και συγκρίνεται στην Ενότητα 12.2.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Διδασκαλία STEM

5 Στοιχεία αποτελεσματικής διδασκαλίας σε ένα μάθημα STEM

5.0 Εισαγωγή

Μέχρι τώρα έχουν γίνει γνωστές στο δάσκαλο ποιες γνώσεις και δεξιότητες θέλει να βοηθήσει τους μαθητές να αποκτήσουν στο μάθημα STEM (Κεφάλαιο 2), δημιούργησε τις προσδοκίες του και κατάφερε να ξεκινήσει καλά το μάθημα την πρώτη εβδομάδα (Κεφάλαιο 3). Στη συνέχεια δημιούργησε και αναθεώρησε τα σχέδια μαθήματος για τα υπόλοιπα μαθήματα STEM (Κεφάλαιο 4). Τώρα πρέπει να βρίσκεται μία ή παραπάνω φορές την εβδομάδα, σε μια ζωντανή τάξη STEM και να εφαρμόζει τα σχέδια. Το ερώτημα τώρα είναι πώς μπορεί να το κάνει αυτό αποτελεσματικά ή πιο συγκεκριμένα πώς μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά να αποκτήσουν τη γνώση και να κατακτήσουν τις δεξιότητες που προσδιόρισε στους μαθησιακούς του στόχους.

Αυτό αφορά αυτό το κεφάλαιο. Ακολουθούν οι ερωτήσεις που απαντά:

- Τι μπορεί να κάνει ο δάσκαλος στην τάξη STEM για να μεγιστοποιήσει την κατανόηση τού υλικού που παρουσιάζει στους μαθητές του; Τι μπορεί να κάνει για να μεγιστοποιήσει τη μακροχρόνια διατήρησή τους και την επακόλουθη ανάκτηση και μεταφορά τους;
- Ποιοι είναι οι καλοί (και οι κακοί) τρόποι για να γίνουν ερωτήσεις στην τάξη;
- Πώς μπορεί ο δάσκαλος να παρακινήσουμε τα παιδιά να ολοκληρώσουν εργασίες και προκλήσεις που δίνονται στο μάθημα STEM ώστε να «επιτύχουν» νιώθοντας ικανοποίηση στην πρόκληση κάθε μαθήματος; Τι μπορεί να κάνει για να προωθήσει την κατανόηση αυτών των εργασιών;
- Πώς μπορεί να χρησιμοποιήσει ο δάσκαλος τη διαμορφωτική αξιολόγηση¹ για να βελτιώσει συνεχώς τη διδασκαλία του και τη μάθηση των παιδιών;

5.1 Πώς μπορούν να γίνουν τα μαθήματα STEM αποτελεσματικά

Για όσους έχουν παρακολουθήσει ποτέ ένα σεμινάριο για την αποτελεσματική διδασκαλία, αναμφίβολα τους δόθηκαν πολλές χρήσιμες συμβουλές όπως: «Μιλάτε αργά και καθαρά. Έχετε οπτική επαφή με τους μαθητές σε όλη την αίθουσα και όχι μόνο με αυτούς που βρίσκονται μπροστά. Αλλάξτε τον τόνο, την ένταση και τη θέση στην οποία βρίσκεστε για να κρατήσετε την προσοχή του κοινού. Μην αποδοκιμάζετε τις λάθος απαντήσεις.» Υπάρχουν και άλλα που συνιστώνται λιγότερο τακτικά αλλά όμως είναι εξίσου σημαντικά, ειδικά στην εκπαίδευση STEM.

Γίνονται σαφείς οι μαθησιακοί στόχοι και τα κύρια σημεία.

¹ Η διαμορφωτική αξιολόγηση αναφέρεται σε εργαλεία που εντοπίζουν παρανοήσεις, δυσκολίες και μαθησιακά κενά κατά την πορεία της διδασκαλίας και αξιολογούν πώς να καλύψουν αυτά τα κενά.

Όταν δηλώνονται ρητά οι στόχοι και τα κύρια σημεία και επαναλαμβάνονται κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος STEM, αυξάνεται η πιθανότητα να αποθηκευτούν στη μακροπρόθεσμη μνήμη και στη συνέχεια να ανακτηθούν όταν χρειάζονται. Εάν τα κύρια σημεία δεν μπήκαν στη βραχυπρόθεσμη μνήμη και στη συνέχεια στη μακροπρόθεσμη μνήμη την πρώτη φορά που αναφέρθηκαν, θα έχουν κι άλλη ευκαιρία κατά τη διάρκεια του μαθήματος STEM διότι λόγω της δομής του συγκεκριμένου τύπου εκπαίδευσης το θέμα προσεγγίζεται με ποικίλους τρόπους οδηγώντας κατά συνέπεια στην «ακούσια» αρκετές φορές επανάληψη. Έτσι μόλις αποθηκευτούν, η επανάληψη θα ενισχύσει τα νευρωνικά κυκλώματα που τα περιέχουν. Παρακάτω περιγράφονται τα ακόλουθα βήματα για να διευκολυνθεί αυτήν τη διαδικασία τα οποία αξίζει να εξεταστούν:

1. Σημείωση από τον δάσκαλο σε μια λίστα των μαθησιακών στόχων. Σημειώνει κάθε στόχο στη λίστα μόλις τον καλύψει.
2. Ξεκάθαρη δήλωση των κύριων σημεία κατά τη διάρκεια του μαθήματος STEM και ενίσχυσή τους γράφοντάς τα στον πίνακα ή καλύτερα παρουσιάζοντάς τα σε μορφή παιχνιδιού με διαδραστικό τρόπο. Χρησιμοποίηση λεκτικών δεικτών όπως "αυτό είναι ένα κρίσιμο σημείο" ή "θα το ξαναδούμε και επόμενες φορές".
3. Συνοψίζοντας τα κύρια σημεία στο τέλος του μαθήματος STEM. Ακόμα καλύτερα, μπορεί ο δάσκαλος να βάλει τα παιδιά να το κάνουν. Για παράδειγμα, μπορεί να ρωτήσει: «Σήμερα με τι σημαντικό ασχοληθήκαμε;»

Χρησιμοποίηση της ενεργητικής μάθησης.

Για να αποτραπεί οι μαθητές να βυθιστούν σε γνωστική υπερφόρτωση από μια αδιάκοπη ροή πληροφοριών, πρέπει περιστασιακά να απενεργοποιείται η ροή. Ο δάσκαλος διακόπτει την παράδοση και δίνει στα παιδιά - δουλεύοντας μεμονωμένα ή σε μικρές ομάδες - λίγο χρόνο για να κάνουν κάτι σχετικό με αυτό που μόλις συζητήθηκε ή επιδείχθηκε, κάτι που μας φέρνει ξανά στην ενεργό μάθηση. Ο σωστός προγραμματισμός ενός STEM μαθήματος περιέχει αυτό το χαρακτηριστικό το οποίο πρέπει να χρησιμοποιείται με τρόπο βέλτιστο ανάλογα με το θέμα κάθε φορά. Περισσότερα για την ενεργητική μάθηση αναφέρονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Ελαχιστοποίηση των περισπασμών.

Ακριβώς όπως οι υπερβολικές πληροφορίες μπορούν να βάλουν τους μαθητές σε γνωστική υπερφόρτωση, έτσι και οι περισπασμοί στην τάξη μπορεί να αφαιρέσουν σημαντικές πληροφορίες από τις βραχυπρόθεσμες μνήμες προτού μπορέσουν να τις επεξεργαστούν και να τις αποθηκεύσουν.

Ένας από τους βασικότερους περισπασμούς είναι η κατοχή κινητών τηλεφώνων από τα παιδιά τα οποία θα πρέπει να είναι απαγορευμένη μέσα στην τάξη του STEM.

Επίσης εάν ο δάσκαλος μιλά για κάποιο θέμα, δε θα πρέπει να εμφανίζει μια διαφάνεια που περιέχει διαφορετικές πληροφορίες. Εάν έχει να πει κάποιο αστείο, καλό θα είναι να μην το πει στο μέσο μιας παρουσίασης. Μόλις ολοκληρωθεί η παρουσίαση ενός συνεκτικού υλικού, τότε μπορεί να πει την ιστορία του ή ότι άλλο θέλει. Ένα αστείο στη μέση μιας παράδοσης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μόνο στην περίπτωση που

ο δάσκαλος θέλει να τραβήξει την προσοχή μεγάλου μέρους των μαθητών που δεν παρακολουθούν ούτως ή άλλως. Σε αυτήν την περίπτωση επαναφέρει την προσοχή των μαθητών σε αυτόν και έτσι έχει την ευκαιρία να επαναλάβει τι είπε με πιο ενδιαφέρον τρόπο.

Παρακολούθηση περιοδικά της κατανόησης των μαθητών για αυτό που μόλις παρουσιάστηκε.

Συμβαίνει και στους πιο συναρπαστικούς ομιλητές-δασκάλους, μερικές φορές να παρουσιάζουν υλικό που μπερδεύει τους μαθητές. Επίσης, όντας άνθρωποι, τα παιδιά θα βιώσουν περιστασιακά κενά προσοχής. Εάν δεν ελέγχεται περιοδικά η κατανόησή τους, μπορεί να καταλήξει ο δάσκαλος να σπαταλά τον χρόνο του για ένα σημαντικό μέρος τού μαθήματος STEM. Θα πρέπει λοιπόν ο δάσκαλος να παρακολουθεί τα μάτια τους ενώ μιλάει και αν βλέπει τα περισσότερα μάτια να κοιτάζουν γύρω ή κάτω ή να είναι κλειστά, καλό θα είναι να σταματήσει αυτό που κάνει και να μάθει τι συμβαίνει χωρίς όμως τόνο επίκρισης. Η συνηθισμένη ερώτηση "Έχετε ερωτήσεις;" είναι αναξιόπιστη: αν οι μαθητές είναι εντελώς μπερδεμένοι ή αν ονειροπολούν, δεν θα ξέρουν τι να ρωτήσουν και πολλοί δεν θα υποβάλουν ποτέ μια ερώτηση εθελοντικά, ακόμη κι αν έχουν. Επίσης το να κάνει ο δάσκαλος μια ερώτηση μόνος του και να καλέσει εθελοντές να απαντήσουν δεν είναι πολύ καλύτερο: θα ακούσει στοιχεία αποτελεσματικής διδασκαλίας μόνο από τους μαθητές που παρακολουθούν και δεν θα ξέρει πόσοι από αυτούς ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία. Παρακάτω περιγράφονται μερικές καλύτερες εναλλακτικές:

❑ Όταν βλέπουμε ξεκάθαρα μπερδεμένους μαθητές, μπορούμε να πούμε κάτι σαν «Βλέπω κάποια σύγχυση. Τι μπορώ να διευκρινίσω;» Στη συνέχεια, κοιτάμε προς την κατεύθυνση των μπερδεμένων μαθητών και κάνουμε μια παύση. Πολλοί μαθητές που συνήθως δεν θα έκαναν ποτέ εθελοντικές ερωτήσεις θα ανταποκριθούν σε τέτοιες προσκλήσεις.

❑ Μπορούν να γίνουν μία ή περισσότερες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ή σωστού-λάθους που δοκιμάζουν την κατανόηση αυτού που μόλις διδάξαμε και ρωτάμε τους μαθητές για να δούμε εάν οι περισσότεροι είναι στο σωστό δρόμο ή όχι. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε δημοσκόπηση σε μορφή παιχνιδιού που θα τους ενεργοποιήσει χωρίς να νιώσουν εξεταζόμενοι.

❑ Βάζουμε τους μαθητές σε ομάδες και τους ζητάμε να δημιουργήσουν ερωτήσεις σχετικά με το υλικό που καλύφθηκε εκείνη την ημέρα. Καλούμε πολλές ομάδες να μοιραστούν τις ερωτήσεις τους και να λάβουν πρόσθετες ερωτήσεις από εθελοντές.

❑ Συλλέγουμε γραπτά κείμενα στο τέλος του μαθήματος, ζητώντας από τους μαθητές να γράψουν το κύριο σημείο του μαθήματος και τα σημεία που τους μπέρδεψαν περισσότερο. Στην επόμενη τάξη, επαναλαμβάνουμε το κύριο σημείο εάν πολλοί μαθητές το έχασαν και αναφέρουμε κοινά σημεία σύγχυσης.

Τα παιδιά συχνά φοβούνται μήπως φαίνονται ανόητοι μπροστά στους συμμαθητές τους. Βλέπουν τις ερωτήσεις στην τάξη ως παγίδες για να πουν κάτι λάθος ή ανόητο και αν οι ερωτήσεις απαιτούν πραγματική σκέψη, ο φόβος των μαθητών μπορεί να είναι δικαιολογημένος. Όταν γίνεται μια ερώτηση, ειδικά σε θέμα της τάξης STEM στο οποίο δεν έχουν εξοικειωθεί, οι περισσότεροι μαθητές είναι πολύ πιθανό να παραμείνουν σιωπηλοί και να

αποφύγουν την οπτική επαφή με τον δάσκαλο. Εάν ξέρουν ότι το μόνο που θα γίνει έπειτα από μια ερώτηση είναι να περιμένει ο δάσκαλος από κάποιον να απαντήσει εθελοντικά, έχουν ελάχιστα κίνητρα να σκεφτούν αυτό που ρωτήθηκε. Ξέρουν ότι ένας από τους ίδιους δύο ή τρεις μαθητές στα μπροστινά θρανία θα δώσουν την απάντηση και αν αυτοί οι μαθητές δεν το κάνουν, θα γίνει από τον δάσκαλο. Ωστόσο, εάν εφαρμοστεί η πρακτική να απευθύνονται ερωτήσεις σε μεμονωμένους μαθητές προτού προλάβουν να σκεφτούν, είναι πιθανό να προκληθεί τόσο φόβος ώστε μόλις επιλεγεί από τον δάσκαλο ο «στόχος», οι περισσότεροι άλλοι μαθητές να αναπνέουν με ανακούφιση και να σταματούν να σκέφτονται.

Ο τρόπος για να κάνουμε τους μαθητές να σκεφτούν αυτό που θέλουμε είναι προφανώς η ενεργητική μάθηση, τουλάχιστον για ορισμένες από τις ερωτήσεις μας.

Μια καλή στρατηγική λοιπόν είναι η εξής:

- κάνουμε την ερώτηση,
- ζητάμε από τους μαθητές να προβληματιστούν μεμονωμένα ή να εργαστούν σε μικρές ομάδες για μικρό χρονικό διάστημα για να γράψουν τις απαντήσεις και
- στη συνέχεια καλούμε μεμονωμένα άτομα μαθητές ή ομάδες να μοιραστούν τις απαντήσεις τους.

Ακόμα κι αν ο δάσκαλος καλεί άτομα, το επίπεδο απειλής είναι σχετικά χαμηλό επειδή δεν τους ζητείται να απαντήσουν χωρίς να τους έχει προηγουμένως δοθεί χρόνος να σκεφτούν και αν εργάζονταν σε μια ομάδα μιλούν για την ομάδα και όχι μόνο για τον εαυτό τους.

Δεν χρειάζεται να χρησιμοποιείται η ενεργητική μάθηση για κάθε ερώτηση που γίνεται - είναι απολύτως αποδεκτό μερικές φορές να καλούνται εθελοντές να απαντήσουν. Ένας τρόπος για να κάνει ο δάσκαλος τους περισσότερους μαθητές να σκεφτούν την ερώτηση του είναι να αυξήσει τον χρόνο αναμονής αφού την κάνει. Η Rowe (1986) διαπίστωσε ότι οι περισσότεροι δάσκαλοι περίμεναν μόνο ένα δευτερόλεπτο πριν καλέσουν κάποιον ή δώσουν οι ίδιοι την απάντηση. Εάν ο δάσκαλος περιμένει έως και πέντε δευτερόλεπτα, είναι πιθανό να λάβει περισσότερες και καλύτερες απαντήσεις. Είναι δύσκολο να αυξηθεί αυτός ο χρόνος αναμονής στην αρχή, επειδή πέντε δευτερόλεπτα σιωπής μπορεί να φαίνονται σαν μια αιωνιότητα όταν βρισκόμαστε μπροστά σε μια τάξη, αλλά δεν θα χρειαστεί πολύς χρόνος για να το συνηθίσει όλη η τάξη STEM.

Επίσης είναι ευεργετική για τους μαθητές που χρειάζονται περισσότερο χρόνο η χρήση του «αθόρυβου αντίχειρα» αντί του να σηκώνουν χέρι. Θέτουμε στους μαθητές τον κανόνα να τοποθετούν αθόρυβα σφιγμένη την γροθιά στο στήθος με υψωμένο τον αντίχειρα αντί να σηκώνουν το χέρι. Έτσι διατηρείται μια ισορροπία και δεν υπερκαλύπτονται ή αποθαρρύνονται οι λιγότερο γρήγοροι μαθητές. (Dr. Jo Boaler Stanford University στο <https://www.youcubed.org/week-inspirational-math/>)

Απάντηση με σεβασμό στις ερωτήσεις των μαθητών και στις λάθος απαντήσεις τους στις ερωτήσεις του δασκάλου.

Εάν ένα παιδί πει κάτι ανόητο ή λάθος, μια ανταπόκριση με σεβασμό βοηθά να δημιουργηθεί μια καλύτερη ατμόσφαιρα για συζήτηση. Εάν υπήρχε ένα ίχνος ορθολογικότητας σχετικά με αυτό που είπε ο μαθητής, ο δάσκαλος πρέπει να το αναγνωρίσει ("Εντάξει, μάλλον σκέφτεστε _____, που είναι καλό, αλλά πρέπει επίσης να λάβετε υπόψη και _____.") και να προχωρήσει.

Μερικές φορές ο δάσκαλος καλεί πολλούς μαθητές για απαντήσεις προτού υποδείξει τη σωστή. Έτσι θα λάβει ένα ευρύτερο φάσμα απαντήσεων και θα έχει περισσότερες πιθανότητες να αποκαλύψει λανθασμένες αντιλήψεις ή λανθασμένους συλλογισμούς από ότι αν σταματά πάντα όταν λαμβάνει την απάντηση που αναζητούσε.

5.2 Δεν πρέπει να είμαστε σκλάβοι των σχεδίων μαθημάτων STEM

Σε έναν τέλειο κόσμο, κάθε σενάριο μαθήματος που σχεδιάζεται θα καλύπτεται πλήρως σε μια διδακτική ώρα, οπότε όταν διδάσκεται την επόμενη φορά θα προχωρούσε ο δάσκαλος απλώς στο επόμενο μάθημα. Στα μαθήματα STEM συμβαίνουν συχνά γεγονότα που επιβραδύνουν. Στον πίνακα 5.2-1 υπάρχουν ορισμένες κοινές καταστάσεις που οδηγούν σε καθυστέρηση στο πρόγραμμα καθώς και προτάσεις αντιμετώπισής τους. Όλες εκτός από την τελευταία σύσταση είναι πιθανό να θέσουν πιο πίσω στο πρόγραμμά STEM, αλλά ίσως θα πρέπει να γίνουν ούτως ή άλλως. Το τελευταίο μπορεί να βοηθήσει ίσως να καλυφθεί χρόνος. (Felder & Brunt, 2016).

Πίνακας 5.2-1 Γεγονότα που επιβραδύνουν το μάθημα STEM και προτάσεις αντιμετώπισης

Γεγονός	Αντιμετώπιση
Ένα πρόβλημα εργασίας προκαλεί στους μαθητές πολλή σύγχυση ή δυσκολία ή οι ερωτήσεις τους στην τάξη ή οι απαντήσεις στις ερωτήσεις σας καθιστούν σαφές ότι δεν καταλαβαίνουν κάτι σημαντικό.	Όταν έχουμε εντοπίσει μια πηγή μείζονος δυσκολίας σε ένα σημαντικό μέρος των μαθητών, καλό είναι να απευθυνόμαστε σε αυτήν. Αν απλώς προχωρήσουμε παραπέρα, μπορεί να χάσουμε ένα μεγάλο ποσοστό της τάξης.
Κάτι απροσδόκητο και ενδιαφέρον εμφανίζεται στην τάξη. Ένας μαθητής μπορεί να κάνει μια ιδιαίτερα καλή ερώτηση, ή μπορεί να ξεκινήσει μια ενδιαφέρουσα συζήτηση ή μπορεί να σκεφτούμε ένα έξυπνο παράδειγμα ή μια ιστορία που κάνει ξεκάθαρη μια δύσκολη ιδέα.	Όταν συμβαίνει κάτι που φαίνεται ότι μπορεί να μετακινήσει την τάξη σε μια χρήσιμη κατεύθυνση, είναι χρήσιμο να ακολουθηθεί. Οι περιστασιακές αυθόρμητες εκδηλώσεις κάνουν ένα μάθημα STEM πιο διδακτικό για τους μαθητές και πιο ευχάριστο για αυτούς και για το δάσκαλο από ένα μάθημα που λειτουργεί χωρίς καμιά παρέκκλιση. Ωστόσο, εάν ένας μαθητής κάνει μια δύσκολη ερώτηση που δεν γίνεται να χειριστεί επιτόπου ή θα χρειαστεί περισσότερος χρόνος για να την αντιμετωπίσει από ότι έχει προγραμματιστεί να ξοδευτεί, μια απολύτως αποδεκτή απάντηση είναι «Καλή ερώτηση. Δεν έχω απάντηση αυτή τη στιγμή, αλλά θα το ελέγξω και θα το συζητήσουμε την επόμενη φορά». Στη συνέχεια μεταφέρεται η απάντηση στο επόμενο μάθημα.
Πέντε λεπτά για τη λήξη του μαθήματος και υπάρχει ακόμα πολύ υλικό να καλυφθεί.	Ότι κι αν γίνεται, καλό είναι να μην υπερβάλλουμε στο τέλος του μαθήματος και ή να βιαστούμε να ολοκληρώσουμε το προγραμματισμένο υλικό στο STEM. Τα βιαστικά σημεία της τελευταίας στιγμής σπάνια οδηγούν σε πολλή μάθηση και ενοχλούν

	πραγματικά τους μαθητές, ειδικά αν συνεχίζονται μετά την προγραμματισμένη ώρα λήξης του μαθήματος δηλαδή κατά τη διάρκεια του διαλλείματος. Είναι πολύ καλύτερο να ολοκληρωθεί το υλικό στο επόμενο μάθημα ξεκινώντας με μια σύνδεση της μορφής «Είδαμε στο προηγούμενο μάθημα...» ή «θυμάστε στο προηγούμενο μάθημα που...»
Όλες αυτές οι παρεκκλίσεις στην τάξη έκαναν να μείνει μια εβδομάδα πίσω από το προγραμματισμένο πρόγραμμα STEM.	Μπορούμε να κάνουμε χρήση φυλλαδίων με κενά για την κάλυψη του υλικού στην τάξη, αφήνοντας τους μαθητές να διαβάσουν οι ίδιοι τα απλά μέρη και καλύπτοντας τα κενά χρησιμοποιώντας διαλέξεις και δραστηριότητες εντός της τάξης. Επίσης μπορούν να επεξεργαστούν την κατασκευή που έχουν για επίτευξη της πρόκλησης στο μάθημα STEM στο σπίτι τους και να γίνει ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας και διορθώσεις την επόμενη φορά.

5.3 Συνέχιση βελτίωσης της διδασκαλίας STEM

Ακόμα κι αν οι μαθητές θεωρούν ότι η διδασκαλία του δασκάλου στο μάθημα STEM είναι εξαιρετική, μπορεί πάντα να γίνει καλύτερη. Ακολουθούν διάφοροι τρόποι για αυτό:

Ανασκόπηση μετά το μάθημα STEM

Στο γραφείο αμέσως μετά το μάθημα, είναι αναγκαίο ειδικά για μάθημα STEM ο δάσκαλος να αφιερώσει λίγα λεπτά για να διαβάσει το πρόγραμμα του μαθήματος και να αναλογιστεί ποια τμήματα, ερωτήσεις και δραστηριότητες πήγαν με τον τρόπο που είχε στο μυαλό του, ποια όχι και ποιες αλλαγές θα πρέπει να γίνουν την επόμενη φορά που διδαχθεί το μάθημα. Το μάθημα STEM λόγω της φύσης του (ανάλογα και με τη δυναμική της τάξης) μπορεί να παρεκκλίνει από τον προγραμματισμό λίγο ή πολύ. Σημειώνονται λοιπόν οι αλλαγές στο πρόγραμμα του μαθήματος και ετοιμάζονται αναθεωρημένα σχέδια προτού ξαναπαρουσιαστεί το μάθημα. Αφού διδαχθεί το μάθημα δύο ή τρεις φορές ακολουθώντας αυτή τη διαδικασία, τα σχέδια μαθήματος θα πρέπει να είναι κοντά στο σημείο που θα έπρεπε να είναι και μετά από αυτό θα χρειαστούν μόνο μικρές τροποποιήσεις εκτός εάν υπάρξουν σημαντικές αλλαγές στους μαθησιακούς στόχους τού μαθήματος.

Τεχνικές αξιολόγησης στην τάξη

Οι τεχνικές αξιολόγησης στην τάξη είναι σύντομες ασκήσεις διαμορφωτικής αξιολόγησης στην τάξη που παρέχουν γρήγορα μια ένδειξη του πόσο καλά οι μαθητές έχουν κατανοήσει το υλικό που έχει παρουσιαστεί. Η πιο γνωστή τεχνική είναι το έντυπο του ενός λεπτού (one - minute paper) (Felder, Brent, 2016)

Έντυπο του ενός λεπτού

Η διαδικασία του εντύπου του ενός λεπτού έχει ως εξής: Ολοκληρώνοντας ο δάσκαλος το μάθημα STEM πέντε λεπτά πριν τελειώσει η διδακτική ώρα μπορεί να ζητήσει από τα παιδιά - εργαζόμενα μεμονωμένα ή σε ζευγάρια - να απαντήσουν ανώνυμα σε δύο ερωτήσεις σε ένα φύλλο χαρτιού:

(1) Ποιο ήταν το κύριο σημείο του σημερινού μαθήματος; (2) Ποιο ήταν το πιο ασαφές σημείο (ή πιο μπερδεμένο σημείο ή η πιο πιεστική ερώτησή σας); Έπειτα στεκόμενος στην πόρτα μαζεύει τα χαρτιά τους καθώς φεύγουν.

Μετά το μάθημα, μελετώντας τα χαρτιά, και αναζητώντας κοινές απαντήσεις και στις δύο ερωτήσεις μπορεί να τις χρησιμοποιήσει ως βάση για το πώς θα ξεκινούσε το επόμενο μάθημα STEM. Εάν τα περισσότερα από τα παιδιά κατάλαβαν το κύριο σημείο, μπορεί να τους κάνει ένα κομπλιμέντο και να επαναλάβει εν συντομία. Αν πολλά παιδιά δεν τα κατάφεραν, μπορεί να το ξαναδεί ή ίσως θα πρέπει να αναλογιστεί αν θα έπρεπε ή όχι να μπει στο πρόγραμμα εξαρχής. Μπορεί έπειτα να σημειώσει δύο ή τρία κοινά σημεία σύγχυσης και να τα διευκρινίσει. Όταν χρησιμοποιείται αυτή τη τεχνική, μεταφέρεται ένα ζωτικής σημασίας μήνυμα καθοδήγησης στους μαθητές από τον δάσκαλο: «Ανησυχώ αρκετά για την εκμάθησή σας ώστε να αφιερώσω χρόνο από το προγραμματισμένο μου μάθημα για να ανακαλύψω τι σας προκαλεί προβλήματα στο μάθημα STEM και να επιστρέψω και να προσπαθήσω να βοηθήσω». Δίνοντας στα παιδιά αυτό το μήνυμα μπορεί να αντισταθμιστεί κάποιος ίσως αριθμός διδακτικών αστοχιών που μπορεί να έχει διαπραχθεί σε άλλον χρόνο.

Δεν είναι απαραίτητο να συλλέγονται έντυπα του ενός λεπτού σε κάθε μάθημα, γιατί αυτό μπορεί εύκολα να γίνει κουραστικό για τον δάσκαλο αλλά και για τα παιδιά. Συνιστώνται να συλλέγονται κάθε δύο ή τρία μαθήματα STEM, εστιάζοντας στις παραδόσεις της τάξης που καλύπτουν υλικό που είναι πιθανό να δυσκολεύονται πολλοί μαθητές.

5.5 Βασικά σημεία

○ Οι παραδόσεις χωρίς διακοπή σχεδόν εγγυώνται ότι το μεγαλύτερο μέρος του περιεχομένου του μαθήματος δεν θα διατηρηθεί στη μακροπρόθεσμη μνήμη των παιδιών. Η παροχή επαναλαμβανόμενων ευκαιριών εντός και εκτός τάξης στους μαθητές να ανακαλέσουν σημαντικό περιεχόμενο, να το αναλογιστούν και να εργαστούν με αυτό βελτιώνει τις πιθανότητες να αποθηκευτεί στη μακροπρόθεσμη μνήμη και στη συνέχεια να ανακτηθεί όταν χρειαστεί.

○ Η κατανόηση των μαθητών θα πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς στην τάξη κάνοντας ερωτήσεις. Η ψυχρή κλήση των παιδιών για απαντήσεις (η κλήση μεμονωμένων ατόμων χωρίς προηγουμένως να δίνει σε όλα τα παιδιά χρόνο να σκεφτούν την ερώτηση) και η κλήση εθελοντών μετά από κάθε ερώτηση είναι γενικά λιγότερο αποτελεσματικές από την παροχή χρόνου για ατομικό προβληματισμό ή συζήτηση σε μικρές ομάδες και μετά την κλήση ατόμων.

○ Ένας συνδυασμός ενδιάμεσων και τελικών αξιολογήσεων, πρακτικών και άλλων τεχνικών αξιολόγησης στην τάξη, συζητήσεις με ειδικούς ή συναδέλφους, προβληματισμών μετά την τάξη και μετά το μάθημα και τακτική ανάγνωση βιβλίων και εργασιών που σχετίζονται με την εκπαίδευση οδηγεί σε συνεχή βελτίωση της διδασκαλίας.

6 Ενεργητική μάθηση στην τάξη STEM

6.0 Εισαγωγή

Ένα σημείο που έχει επισημανθεί συχνά είναι ότι η αληθινή μάθηση προκύπτει από το να κάνουμε πράγματα και να αναλογιστούμε τα αποτελέσματα και όχι από την παθητική λήψη πληροφοριών.

Για να μεγιστοποιηθεί η μάθηση, θα πρέπει να παρέχεται στους μαθητές ενεργή πρακτική και ανατροφοδότηση, εντός και εκτός τάξης, σχετικά με τις εργασίες που αναφέρονται στους στόχους. Αυτό είναι ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της εκπαίδευσης STEM το οποίο δεν μπορεί ποτέ να λείπει από ένα μάθημα. Τα κεφάλαια 3 έως 5 παρείχαν μερικές προτάσεις για την ενεργή συμμετοχή των μαθητών στην τάξη. Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει πιο συστηματικά στρατηγικές για την ενεργητική μάθηση, μια διδακτική προσέγγιση που περιλαμβάνει οτιδήποτε μπορεί να κληθούν να κάνουν τα παιδιά στην τάξη STEM εκτός από το να παρακολουθούν και να ακούν έναν δάσκαλο και να κρατούν σημειώσεις. Εκατοντάδες ερευνητικές μελέτες έχουν δείξει ότι η ενεργητική μάθηση ξεπερνά τις παραδοσιακές διαλέξεις προωθώντας σχεδόν κάθε μαθησιακό αποτέλεσμα που εξετάστηκε (Prince, 2004).

Η ενεργητική μάθηση δεν είναι μια δύσκολη μέθοδος ειδικά στην τάξη του STEM η οποία είναι επικεντρωμένη στον μαθητή, πράγμα που σημαίνει ότι δίνει μεγαλύτερη ευθύνη στους μαθητές για τη δική τους μάθηση από ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι με επίκεντρο τον δάσκαλο (Weimer, 2002). Όπως όμως είναι προφανές, δεν είναι όλοι οι μαθητές χαρούμενοι που έχουν αυτή την πρόσθετη ευθύνη. Οι δάσκαλοι που χρησιμοποιούν ενεργητική μάθηση θα πρέπει να προβλέπουν την συμμετοχή από ένα υποσύνολο των μαθητών τους και θα πρέπει να είναι έτοιμοι να το αντιμετωπίσουν. Στην περίπτωση όμως της εκπαίδευσης STEM θα πρέπει να παρατηρείται συμμετοχή στην ενεργητική μάθηση σχεδόν του συνόλου των μαθητών.

Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει αυτά τα ερωτήματα:

- Τι μπορεί να ζητηθεί από τα παιδιά να κάνουν σε ασκήσεις ενεργητικής μάθησης; Ποια λάθη πρέπει να γίνεται προσπάθεια ώστε να αποφεύγονται;
- Απασχολεί πολλούς δασκάλους ότι εάν χρησιμοποιηθεί η ενεργητική μάθηση, θα πρέπει (α) να αφιερώσουν πολύ χρόνο για να σκεφτούν δραστηριότητες, (β) να θυσιάσουν την κάλυψη της ύλης και (γ) να χάσουν τον έλεγχο της τάξης τους. Υπάρχει ανησυχία επίσης ότι οι μαθητές (δ) θα παραπονεθούν, (ε) θα αρνηθούν να συμμετάσχουν και (στ) δε θα προτιμούν το μάθημά STEM. Πώς είναι δυνατόν να αποφευχθούν καθένα από αυτά τα αποτελέσματα;

6.1 Τι είναι η ενεργητική μάθηση;

Χάρη σε κάποια καλή έρευνα των τελευταίων δεκαετιών, γνωρίζουμε πολλά για το πώς συμβαίνει η μάθηση - και πόσο λίγα από αυτά συμβαίνουν στα περισσότερα μαθήματα (Ambrose, 2010, Bransford, 2000). Η αναποτελεσματικότητα των βαρετών και συγκεχυμένων μαθημάτων είναι προφανής, αλλά σε κάθε σχολείο υπάρχουν μερικοί λαμπροί δάσκαλοι, γνώστες και χαρισματικοί και μερικές φορές ευχάριστοι και με χιούμορ. Οι

μαθητές τούς εκτιμούν και απολαμβάνουν το μάθημά τους. Θα μπορούσε κάποιος εδώ να αναρωτηθεί αν ο παραδοσιακός τρόπος διδασκαλίας από αυτούς τους εκπαιδευτικούς θα μπορούσε να είναι αποτελεσματικές εμπειρίες μάθησης.

Εξαρτάται από το τι εννοούμε αποτελεσματικό. Ένα καλό παραδοσιακό μάθημα μπορεί σίγουρα να εξυπηρετήσει αρκετούς χρήσιμους σκοπούς, όπως να προκαλέσει ενδιαφέρον για το θέμα, να εγείρει ερωτήσεις, να προκαλέσει επακόλουθη συζήτηση και να συμπληρώσει κενά στη γνώση των παιδιών όταν ήδη κατανοούν το μεγαλύτερο μέρος τού περιεχομένου τού μαθήματος. Ωστόσο, ακόμη και μια εξαιρετική παραδοσιακή διάλεξη για πολύπλοκο και σχετικά άγνωστο περιεχόμενο εξοπλίζει τους μαθητές να κάνουν αυτό που περιγράφει ο δάσκαλος με τον ίδιο τρόπο που μια διάλεξη για αναρρίχηση θα τους εξοπλίσει να κάνουν αναρρίχηση στον «Φύλακα του Αγίου Πνεύματος»² στα Μετέωρα! Η διαδικασία θα μπορούσε να περιγραφεί σχολαστικά στο μάθημα αλλά η εφαρμογή μάλλον δεν θα είχε καλά αποτελέσματα.

Ο μόνος τρόπος με τον οποίο αναπτύσσεται μια δεξιότητα - αναρρίχηση, γραφή, κριτική σκέψη, συμπεράσματα ή επίλυση δυναμικών προκλήσεων - είναι μέσω της εξάσκησης: να δοκιμάσεις κάτι, να δεις πώς λειτουργεί, πιθανώς να λάβεις ανατροφοδότηση, να σκεφτείς πώς να το κάνεις καλύτερα και να προσπαθήσεις πάλι. Αυτός ο τρόπος είναι στενά συνδεδεμένος με ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης STEM.

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί ορισμοί της ενεργητικής μάθησης. Εδώ χρησιμοποιείτε ο εξής: Ενεργητική μάθηση είναι οτιδήποτε σχετίζεται με το μάθημα και το οποίο καλούνται να κάνουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια του μαθήματος STEM εκτός από την απλή παρακολούθηση και ακρόαση μιας διάλεξης και τη λήψη σημειώσεων. (Prince, 2004).

Ορισμένες εργασίες ενεργητικής μάθησης παρατίθενται παρακάτω στον Πίνακα 6.1-1.

Πίνακας 6.1-1 Εργασίες Ενεργητικής Μάθησης σε ένα μάθημα STEM

Παραδείγματα

- Θυμηθείτε προηγούμενο υλικό (π.χ. τι καλύφθηκε στην προηγούμενη συνεδρία τάξης).
- Απαντήστε σε μια ερώτηση.
- Ξεκινήστε μια [λύση προβλήματος] ή κάντε το επόμενο βήμα.
- Σχεδιάστε ένα [διάγραμμα ελεύθερου σώματος, διάγραμμα κυκλώματος, διάγραμμα ροής, κύκλος ζωής προϊόντος].
- Σκεφτείτε μια εφαρμογή σε πραγματικό κόσμο [του υλικού που μόλις καλύψαμε, του τύπου που μόλις αντλήσαμε].

² Πρόκειται για μια από τις δημοφιλέστερες αναρριχητικές διαδρομές στο κροκαλοπαγές πέτρωμα των Μετεώρων, με εκατοντάδες αναρριχητές κάθε χρόνο, που έχει πλέον καθιερωθεί ως εκπαιδευτική αναρριχητική διαδρομή.

○ Κάντε διάγνωση [ελαττωματικό προϊόν, σύνολο αποτελεσμάτων].
○ Πρόβλεψη [ένα πειραματικό αποτέλεσμα, μια απόκριση συστήματος σε μια αλλαγή στην είσοδο].
○ Να σχεδιάσετε τη μορφή [μιας μαθηματικής πράξης] χωρίς να κάνετε κανέναν υπολογισμό.
○ Κριτική [δείγμα γραφής, προφορική παρουσίαση, ερμηνεία δεδομένων, σχεδιασμός διαδικασίας, σχεδιασμός προϊόντος].
○ Υπολογίστε γιατί μια υπολογισμένη ποσότητα μπορεί να είναι λάθος ή διαφορετική από μια μετρούμενη τιμή της ποσότητας.
○ Δημιουργήστε μια λίστα με τρόπους για να κάνετε κάτι.
○ Σκεφτείτε μια ερώτηση σχετικά με το υλικό που μόλις καλύφθηκε στην τάξη.
○ Συνοψίστε μια παράδοση μαθήματος ή μέρος μιας παράδοσης.

Ένα καλά σχεδιασμένο μάθημα STEM μπορεί να περιέχει πολλές από τις παραπάνω εργασίες ενεργητικής μάθησης. Επίσης ο δάσκαλος θα πρέπει συνεχώς να ενεργοποιείται σε κάθε ευκαιρία για αλληλεπίδραση με τους μαθητές του.

6.2 Πόσο καλά λειτουργεί η ενεργητική μάθηση στην εκπαίδευση STEM; Γιατί δουλεύει;

Ο Prince (2004) εξέτασε έναν μεγάλο όγκο έρευνας για την ενεργητική μάθηση και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι δραστηριότητες στις διδασκαλίες της τάξης αύξησαν σταθερά τη βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη διατήρηση των πληροφοριών που παρουσιάζονται. Μια άλλη ανάλυση ειδικά για τα μαθήματα STEM έδειξε ότι η χρήση της ενεργητικής μάθησης οδήγησε σε μια μέση αύξηση των βαθμολογιών κατά περίπου 6%, μια ακόμη μεγαλύτερη αύξηση στις βαθμολογίες σε τεστ εννοιολογικής κατανόησης και μια τεράστια μείωση 33% στη συχνότητα εμφάνισης αποτυχίας (Freeman et al., 2014).

Γιατί οι δραστηριότητες εντός της τάξης έχουν τόσο σημαντικές επιπτώσεις στη μάθηση, τη διατήρηση και την εννοιολογική κατανόηση των πληροφοριών; Προτείνονται αρκετοί λόγοι, συμπεριλαμβανομένου ενός βασικού που έχει να κάνει με τη γνωστική ανάκτηση (ανάκληση πληροφοριών από τη μακροπρόθεσμη μνήμη).

Η πρακτική ανάκτησης προωθεί τη μάθηση. Οι μαθητές μπορούν να ακολουθήσουν διάφορες προσεγγίσεις για τη μελέτη του υλικού μαθημάτων. Μπορούν να ξαναδιαβάσουν τα σχολικά τους βιβλία και τα φυλλάδια που τους έχουν ανατεθεί, ίσως τονίζοντας σημεία που πιστεύουν ότι είναι σημαντικά και να εξετάσουν τις παλιές τους εργασίες για το σπίτι.

Ένας εντυπωσιακός όγκος ερευνών (Bransford et al., 2000) έχει δείξει ξεκάθαρα ότι η τελευταία προσέγγιση (ανάκληση από τη μνήμη), η οποία έχει ονομαστεί πρακτική ανάκτησης και μάθηση ενισχυμένη με τεστ, οδηγεί σε μεγαλύτερη, μακροχρόνια και πιο μεταβιβάσιμη εκμάθηση των προηγούμενων πληροφοριών από άλλες κοινές οι

τεχνικές μελέτης. Το αποτέλεσμα αυξάνεται όταν οι δραστηριότητες ανάκλησης έχουν κάποια πρόκληση, βασικό συστατικό του μαθήματος STEM.

Στην ενεργητική μάθηση, διδάσκεται η μέθοδος σε μικρά βήματα, ακολουθούμενη από δραστηριότητες που απαιτούν από τα παιδιά να ανακτήσουν αυτό που μόλις διδάχτηκαν και - ιδανικά - να το ενσωματώσουν με υλικό που είχαν μάθει προηγουμένως, το οποίο πρέπει επίσης να ανακτήσουν. Οι πιθανότητες να μπορέσουν στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο τα παιδιά μόνα τους είναι σημαντικά υψηλότερες από ότι θα ήταν χωρίς την πρακτική ανάκτησης.

Υπάρχουν πολλοί άλλοι λόγοι για τους οποίους η ενεργητική μάθηση λειτουργεί εξίσου καλά στο μάθημα STEM από τους οποίους δύο βασικοί λόγοι είναι οι εξής:

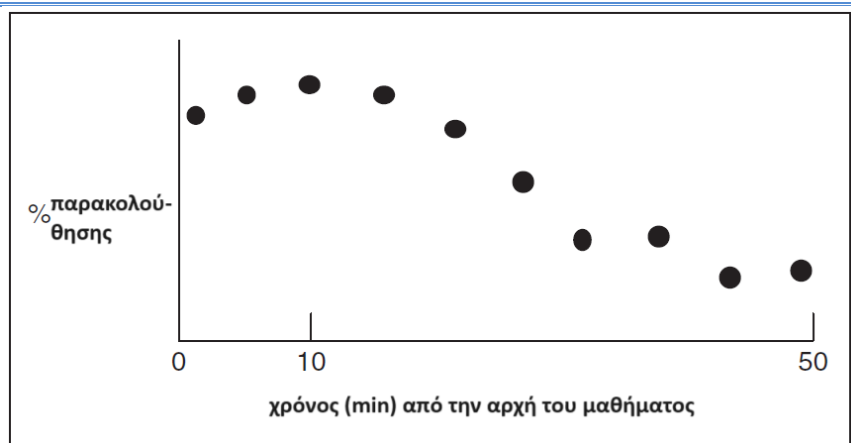
Η ενεργητική μάθηση μειώνει το γνωστικό φορτίο στην βραχυπρόθεσμη μνήμη, κάνοντας πιο πιθανή η διατήρηση και αποθήκευση νέων πληροφοριών.

Χρειάζεται χρόνος για τον εγκέφαλο να εξετάσει νέες πληροφορίες στην βραχυπρόθεσμη μνήμη, να αξιολογήσει τη συνάφειά τους με τα ενδιαφέροντα, τους στόχους και τις προηγούμενες γνώσεις τού παιδιού και τέλος να αποφασίσει εάν θα το αποθηκεύσει ή όχι στη μακροπρόθεσμη μνήμη. Δεδομένου ότι η βραχυπρόθεσμη μνήμη έχει πολύ περιορισμένη χωρητικότητα για πληροφορίες, εάν υποβάλλουμε τα παιδιά σε μια αδιάκοπη διάλεξη με μεγάλη ποσότητα περιεχομένου, τους πλημμυρίζουμε με νέες πληροφορίες με ταχύτερο ρυθμό από αυτόν που μπορούν να επεξεργαστούν οι μνήμες εργασίας τους. Το αποτέλεσμα είναι ότι σχετικά λίγα από αυτά που παρουσιάζουμε έχουν πιθανότητες να απορροφηθούν. Ωστόσο, όταν δίνονται περιοδικά στα παιδιά κάτι να κάνουν που απαιτεί τη χρήση πληροφοριών που παρουσιάστηκαν πρόσφατα, οι μνήμες εργασίας τους έχουν την ευκαιρία να επαναλάβουν τις πληροφορίες, αυξάνοντας τις πιθανότητές τους να αποθηκευτούν στη μακροπρόθεσμη μνήμη.

Η μάθηση απαιτεί προσοχή. Είναι δύσκολο ή αδύνατο για τους μαθητές να δώσουν προσοχή σε οτιδήποτε για πολύ καιρό ενώ είναι παθητικοί.

Αρκετοί ερευνητές έχουν μετρήσει το ποσοστό των μαθητών σε διαφορετικές χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος (Bunce et al., 2010) Η πλοκή για μια τυπική παράδοση μαθήματος χωρίς δραστηριότητες μοιάζει με το διάγραμμα στην Διάγραμμα 6.2–1. Η κλίμακα στον άξονα γ μπορεί να διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την τάξη και τον εκπαιδευτή, αλλά σε ορισμένες μελέτες το μέγιστο της καμπύλης ήταν κάπου γύρω στο 70% και το ελάχιστο γύρω στο 20%. **

Δεν είναι ακριβώς γνωστό τι οδηγεί στο μοτίβο απόκρισης που φαίνεται στο διάγραμμα 6.2-1, αλλά είναι δυνατό να δοθεί μια εξήγηση. Στην αρχή του μαθήματος, πολλά παιδιά ασχολούνται με μια ποικιλία δραστηριοτήτων, όπως να βγάλουν και να ετοιμάσουν τις σημειώσεις και τα σχολικά τους βιβλία, να αντιγράψουν μια εργασία από τον πίνακα ή μια διαφάνεια και να συνομιλήσουν με τους διπλανούς τους. Καθώς ξεκινά το μάθημα, ο μέσος όρος της προσοχής στον δάσκαλο ανεβαίνει και φτάνει στο μέγιστο το πολύ περίπου σε δέκα λεπτά μέσα στην τάξη. Στη συνέχεια, η καμπύλη πέφτει κατακόρυφα καθώς οι μαθητές ειδικά τα παιδιά ενδίδουν στη φυσική αδυναμία του ανθρώπου να κρατήσει την προσοχή

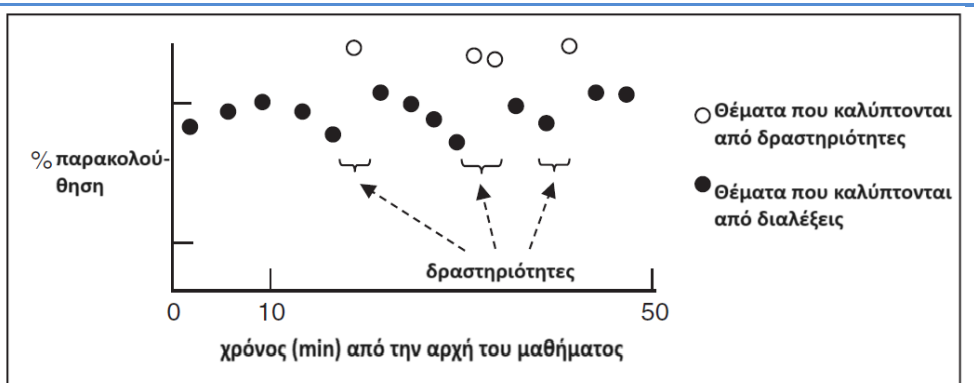


Διάγραμμα 6.2-1: Προσοχή μαθητή συναρτήσει του χρόνου μαθήματος - Χωρίς δραστηριότητες

εστιασμένη σε οτιδήποτε για πολύ καιρό ενώ είναι παθητικοί. (Ως γνωστόν για τον άνθρωπο είναι πολύ δύσκολο να καθίσει ακίνητος και να κρατήσει την προσοχή του σταθερή σε κάτι, ας πούμε, ένα λεπτό, χωρίς να παρασυρθεί σύντομα το μυαλό του σε κάτι άλλο. Πόσο μάλλον όταν έχουμε να κάνουμε με παιδιά). Με αυτόν το τρόπο επειδή δεν μπαίνουν ποτέ πληροφορίες στο μυαλό των παιδιών και δεν μπορούν να διατηρηθούν εκεί, το τελευταίο μέρος του μαθήματος είναι λίγο πολύ χάσιμο χρόνου για αυτούς και τον δάσκαλο.

Ωστόσο, όταν δίνεται στους μαθητές περιοδικά να κάνουν κάτι που σχετίζεται με το μάθημα κατά τη διάρκεια μιας τάξης STEM ή μιας τάξης γενικά, τα δεδομένα προσοχής μοιάζουν περισσότερο με το διάγραμμα 6.2-2 (Felder & Brent, 2016).

Ομολογουμένως, ακόμη και όταν ενσωματώνονται δραστηριότητες σε ένα μάθημα STEM, ορισμένα παιδιά μπορεί να εξακολουθούν να μην παρακολουθούν ή να συμμετέχουν (πράγμα πολύ σπάνιο). Ωστόσο, υπάρχει πολύ λιγότερη απεμπλοκή από ότι στην συμβατική



Διάγραμμα 6.2-2: Προσοχή μαθητή συναρτήσει του χρόνου μαθήματος - Με δραστηριότητες

παράδοση μαθήματος, και - όπως δείχνει ξεκάθαρα η έρευνα - ο όγκος της μάθησης που εμφανίζεται είναι αντίστοιχα μεγαλύτερος.

Άλλοι λόγοι για να χρησιμοποιηθεί η ενεργητική μάθηση στην τάξη STEM είναι ότι παράγει πολύ περισσότερη ενέργεια σε μια τάξη από ότι οι παραδοσιακές διαλέξεις - μερικές φορές κυριολεκτικά ξυπνά τους μαθητές - και εμπλέκει ενεργά τους περισσότερους ή όλους τους μαθητές, όχι μόνο μερικούς εκλεκτούς που κάθονται στα μπροστινά θρανία. Επιπλέον, όταν η ενεργητική μάθηση γίνεται σε μικρές ομάδες (όπως γίνεται σχεδόν πάντα σε ένα μάθημα STEM για να καλυφτεί ένας επίσης βασικός στόχος που είναι η ανάπτυξη ομαδικότητας, ο οποίος αναπτύσσεται στο κεφ.11), οι ακαδημαϊκά αδύναμοι μαθητές έχουν το πλεονέκτημα της διδασκαλίας από ισχυρότερους συμμαθητές και οι ισχυρότεροι μαθητές αποκτούν τη βαθιά κατανόηση που προκύπτει από τη διδασκαλία σε κάποιον άλλο. Οι μαθητές που ολοκληρώνουν επιτυχώς μια εργασία την κατανοούν με τρόπο που ποτέ δεν θα μπορούσαν βλέποντας απλώς έναν δάσκαλο να την κάνει και οι μαθητές που δεν είναι επιτυχείς ενημερώνονται ότι δεν γνωρίζουν κάτι που μπορεί να χρειαστεί να γνωρίζουν. Όταν η απάντηση παρέχεται σύντομα οι πιο αδύναμοι μαθητές είναι πιθανό να δίνουν προσοχή σε βαθμό που σπάνια παρατηρείται στα παραδοσιακά μαθήματα.

Πριν εισαχθούν λεπτομέρειες για το πώς να γίνει ενεργητική μάθηση, θα πρέπει να γίνει ξεκάθαρο ότι δεν πρέπει να εγκαταλείπεται τελείως η παράδοση του μαθήματος ακόμα και σε ένα μάθημα STEM στο οποίο οι δραστηριότητες παίζουν βασικό ρόλο, ώστε να γίνεται η τάξη ένα αδιάκοπο φεστιβάλ δραστηριοτήτων. Η βασική ιδέα είναι η ισορροπία - κάποιες διαλέξεις και κάποιες δραστηριότητες. Όπως προτείνει η Maryellen Weimer (2002), «Οι δάσκαλοι πρέπει να σταματήσουν να κάνουν τόσες πολλές από τις μαθησιακές εργασίες για τους μαθητές. Οι δάσκαλοι δεν πρέπει πάντα να οργανώνουν το περιεχόμενο, να δημιουργούν παραδείγματα, να κάνουν ερωτήσεις, να απαντούν στις ερωτήσεις, να συνοψίζουν τη συζήτηση, να λύνουν τα προβλήματα και να κατασκευάζουν τα διαγράμματα.» Η λέξη κλειδί εδώ είναι το «πάντα». Σε ορισμένες περιπτώσεις (και σε ορισμένες τάξεις STEM μπορεί να υπάρχουν πολλές περιπτώσεις) οι δάσκαλοι πρέπει να κάνουν όλα αυτά τα πράγματα για τους μαθητές. Η αρχή είναι να τα κάνουμε σταδιακά λιγότερα»

6.3 Συνήθη λάθη κατά την ενεργητική μάθηση σε μια τάξη STEM

Η ενεργητική μάθηση είναι μια εύκολη και αξιολογώτα στιβαρή μέθοδος διδασκαλίας που λειτουργεί καλά σε κάθε πιθανό ακαδημαϊκό περιβάλλον και ειδικά στα παιδιά - ένας ισχυρισμός που υποστηρίζεται από πολλούς ερευνητές. Οι δάσκαλοι που αρχίζουν να τη χρησιμοποιούν συχνά περιορίζουν την αποτελεσματικότητά της κάνοντας ορισμένα λάθη και πολλοί εγκαταλείπουν τη μέθοδο όταν τα αποτελέσματα τους απογοητεύουν ή αντιμετωπίζουν έντονη αντίσταση των μαθητών. Ο παρακάτω πίνακας παραθέτει έξι λάθη που πρέπει να αποφευχθούν όταν χρησιμοποιείται ενεργητική μάθηση σε ένα μάθημα STEM και στρατηγικές για αυτό. Οι παραγράφοι που ακολουθούν περιγράφουν αναλυτικά τις στρατηγικές.

	Λάθος	Πώς να αποφευχθεί το λάθος
1	Βυθιζόμαστε στην ενεργητική μάθηση χωρίς καμία εξήγηση	Εξηγούμε πρώτα τι πρόκειται να κάνουμε και γιατί είναι καλύτερο για τα παιδιά.
2	Να περιμένουμε από όλους τους μαθητές να μπουν με ανυπομονησία σε ομάδες την πρώτη φορά που θα τους ζητηθεί.	Πρέπει να είμαστε προνοητικοί με τους διστακτικούς μαθητές στις πρώτες ομαδικές δραστηριότητες.
3	Να είναι οι δραστηριότητες ασήμαντες, υπερβολικά εύκολες.	Θα πρέπει οι ενεργητικές μαθησιακές εργασίες να είναι αρκετά προκλητικές ώστε να δικαιολογείται ο χρόνος που χρειάζεται για να γίνουν.
4	Να είναι οι δραστηριότητες υπερβολικά μεγάλες, όπως η αντιστοίχιση ενός ολόκληρου προβλήματος σε μια μεμονωμένη δραστηριότητα.	Θα είναι καλό να διατηρούνται οι δραστηριότητες ενεργητικής μάθησης σύντομες και εστιασμένες (πέντε δευτερόλεπτα έως τρία λεπτά). Μπορούν να χωριστούν τα μεγάλα προβλήματα σε μικρά κομμάτια.
5	Να καλούμε εθελοντές μετά από κάθε δραστηριότητα.	Μετά από ορισμένες δραστηριότητες, καλό είναι να καλούμε τυχαία άτομα ή ομάδες για να αναφέρουν τα αποτελέσματά τους.
6	Πέφτουμε σε μια προβλέψιμη ρουτίνα.	Διαφοροποίηση της μορφής και της διάρκειας των δραστηριοτήτων και τα διαστήματα μεταξύ τους. Μπορούμε να ελαχιστοποιήσουμε και πιθανώς ακόμη και να εξαλείψουμε την αντίσταση των μαθητών στην ενεργητική μάθηση αφιερώνοντας λίγο χρόνο την πρώτη μέρα του μαθήματος για να εξηγήσουμε τι θα κάνουμε, γιατί θα το κάνουμε και τι είναι αυτό για τους μαθητές.

Ορίζουμε το στάδιο πριν αρχίσουμε να χρησιμοποιούμε την ενεργητική μάθηση.

Τα περισσότερα από τα παιδιά σε μια τάξη STEM μπορεί να έχουν βιώσει μόνο παραδοσιακά μαθήματα πριν βρεθούν στην τάξη STEM. Εάν ξαφνικά βυθιστούν στην ενεργητική μάθηση χωρίς προετοιμασία, μπορεί να υποθέσουν ότι παίζουν κάποιο παιχνίδι και έτσι δεν το αντιμετωπίζουν ως μάθημα.

Χρειάζεται προνοητικότητα στις πρώτες ομαδικές δραστηριότητες.

Όταν ζητείται για πρώτη φορά από τους μαθητές να συμμετάσχουν σε μικρές ομάδες στην τάξη και να κάνουν κάτι, εάν είναι ενεργοί μαθητές ή είναι συνηθισμένοι στην ομαδική εργασία είναι πιθανό να ενταχθούν αμέσως σε αυτήν. Ωστόσο, εάν είναι μαθητές που τους αρέσει η προσωπική παθητική μάθηση ή είναι αρχάριοι σε αυτό ή έχουν κακές εμπειρίες με ομάδες τότε μπορεί να αγνοήσουν το αίτημά και να θέλουν να εργάζονται μόνοι τους. Οι δάσκαλοι που αντιμετωπίζουν αυτή τη συμπεριφορά τείνουν να αποθαρρύνονται από αυτήν και όταν τη συναντούν μπορεί να μπουν στον πειρασμό να εγκαταλείψουν την ενεργητική μάθηση.

Αν κάποιος δάσκαλος βρεθεί σε αυτή την κατάσταση, πρώτα από όλα δεν πρέπει μην τα παρατήσει. Όταν αναθέτεται η πρώτη δραστηριότητα, θα είναι καλό να δοθούν οδηγίες ήρεμα και με σιγουριά, σαν να αναμένεται πλήρως από όλους τους μαθητές να κάνουν αυτό που τους ζητείται. Εάν κάποιος αρχίσουν να εργάζονται μεμονωμένα στην τάξη STEM, ο δάσκαλος θα πρέπει να κινηθεί δήθεν τυχαία προς το μέρος τους και να τους ζητήσει να συνεργαστούν μεταξύ τους. Με σπάνιες εξαιρέσεις, θα το κάνουν. Τη δεύτερη φορά που καλούνται για μια δραστηριότητα, το μεγαλύτερο μέρος της τάξης θα συμμετάσχει αμέσως και την τρίτη φορά θα πρέπει να υπάρχουν το πολύ έναν ή δύο μαθητές να παραμένουν απομονωμένοι ή και κανένας.

Κάνουμε τις ομαδικές δραστηριότητες μια πρόκληση για τους μαθητές.

Τα παιδιά περιμένουν να τους φέρονται σαν ενήλικες και είναι πιθανό να δυσανασχετούν όταν τους ζητείται να κάνουν οτιδήποτε θεωρούν ασήμαντο. Ένα συνηθισμένο λάθος ενεργητικής μάθησης είναι να βάζουμε τους μαθητές σε ομάδες για να απαντούν σε ερωτήσεις με προφανείς απαντήσεις. Νιώθουν έτσι ότι χάνουν τον χρόνο τους και δεν το εκτιμούν.

Θα πρέπει λοιπόν να γίνουν οι ερωτήσεις και τα προβλήματα αρκετά σοβαρά για να δικαιολογείται ο χρόνος που χρειάζεται για να μπουν σε ομάδες και να βρουν απαντήσεις.

Διατηρούμε τις δραστηριότητες σύντομες.

Δύο προβλήματα προκύπτουν συνήθως όταν δίνονται στους μαθητές, για παράδειγμα, δέκα λεπτά για να λύσουν ένα πρόβλημα. Κάποιοι τελειώνουν σε δύο λεπτά και περνούν τα επόμενα οκτώ μην έχοντας τι να κάνουν ή μιλώντας με τους διπλανούς τους, κάτι που είναι χάσιμο πολύτιμου χρόνου στην τάξη. Άλλοι μαθητές αγωνίζονται για όλα τα δέκα λεπτά και αποτυγχάνουν να ολοκληρώσουν την εργασία, κάτι που είναι έντονα απογοητευτικό και επίσης γενικά χάσιμο χρόνου μετά τα πρώτα λεπτά. Εάν διατηρούνται οι δραστηριότητες σύντομες και εστιασμένες αποφεύγονται και τα δύο προβλήματα.

Τα περισσότερα τεχνικά προβλήματα χρειάζονται περισσότερα από τρία λεπτά για να λυθούν, επομένως αντί να αφήνουμε αρκετό χρόνο στους περισσότερους μαθητές να βρουν ολοκληρωμένες λύσεις, μπορούμε να σπάσουμε τα προβλήματα σε κομμάτια. Οι μαθητές μπορεί να δυσκολεύονται με κάτι, αλλά μόνο για λίγο πριν λάβουν σχόλια και διευκρινίσεις και στη συνέχεια μπορούν να προχωρήσουν στο επόμενο βήμα. Βέβαια στην περίπτωση που στο μάθημα STEM έχουν βυθιστεί στην επίτευξη μια πρόκλησης με πολλές δυνατές λύσεις και στη συνέχεια αναθεώρηση ή ανάδραση από μέρους των παιδιών, ο χρόνος που τους δίνεται προφανώς μπορεί να είναι μεγαλύτερος διότι σε αυτήν την περίπτωση δεν εμφανίζονται τα παραπάνω δύο προβλήματα.

Μερικές φορές καλούμε άτομα μετά από δραστηριότητες.

Πιθανώς το πιο κοινό λάθος ενεργητικής μάθησης είναι να καλούνται εθελοντές για απαντήσεις μετά από κάθε δραστηριότητα. Όταν γίνεται αυτό, πολλά παιδιά δεν θα μπουν καν στον κόπο να σκεφτούν τι τους ζητήθηκε να

κάνουν, γνωρίζοντας ότι κάποιος άλλος θα δώσει τελικά την απάντηση. Τα οφέλη της ενεργητικής μάθησης θα γίνουν αντιληπτά μόνο από ένα μικρό μέρος της τάξης.

Ωστόσο, τα περισσότερα παιδιά δεν θέλουν να βρεθούν στην ενοχλητική θέση να έχουν χρόνο να δουλέψουν σε κάτι, μεμονωμένα ή με άλλους και μετά να τους καλούν και να μην έχουν τίποτα να πουν. Εάν γνωρίζουν ότι μετά από οποιαδήποτε δραστηριότητα μπορεί να τους καλέσουν, οι περισσότεροι ή όλοι θα κάνουν μια σοβαρή προσπάθεια να κάνουν ότι τους ζητήθηκε. Εδώ είναι ένα καλό σημείο για βιντεοσκόπηση των απαντήσεων ή περιγραφών των μαθητών σε μια τάξη STEM. Η τεχνική αυτή αναφέρεται στην παράγραφο 8.2 ως εργαλείο αυτοαξιολόγησης των μαθητών και περιγράφεται στην παράγραφο 10.1 για την ανάπτυξη δεξιοτήτων επικοινωνίας, αυτοπεποίθησης και ηγετικών ικανοτήτων. Δε χρειάζεται να καλούνται μαθητές μετά από κάθε δραστηριότητα, εφόσον αυτό γίνεται αρκετά συχνά και με όλους τα παιδιά ώστε αυτά να γνωρίζουν ότι μπορεί να συμβεί. Τότε θα υπάρχει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Αποφεύγουμε να είμαστε προβλέψιμοι.

Η ενεργητική μάθηση που όπως αναφέρθηκε βασικό συστατικό μιας τάξης STEM, έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει ένα ζωντανό και διδακτικό περιβάλλον στην τάξη. Ωστόσο, εάν γίνεται με μια μονότονη κανονικότητα (παράδοση δέκα λεπτά, δραστηριότητα ανά ομάδα 10 λεπτού κ.λπ.), μπορεί γρήγορα να γίνει τόσο μονότονη όσο κι η ευθεία παράδοση. Το κλειδί είναι να «ανακατεύονται τα πράγματα». Καλό θα είναι να διαφοροποιούνται το είδος της δραστηριότητας (απάντηση σε ερωτήσεις, έναρξη λύσεων προβλημάτων, λήψη του επόμενου βήματος σε μια λύση ή εξαγωγή προβλήματος, καταιγισμός ιδεών κ.λπ.), η διάρκεια της δραστηριότητας (πέντε δευτερόλεπτα έως τρία λεπτά), το διάστημα μεταξύ των δραστηριοτήτων (ένα έως δεκαπέντε λεπτά) και το μέγεθος των ομάδων (ένας έως έξι μαθητές).

Εάν τα παιδιά δεν μπορούν ποτέ να είναι σίγουρα για το τι θα γίνει στη συνέχεια, τότε παρέχεται μια καλή ευκαιρία να κρατήσουν την προσοχή τους για ολόκληρο την ώρα στην τάξη STEM.

6.4 Βασικά σημεία

- Ενεργητική μάθηση είναι οτιδήποτε σχετίζεται με το μάθημα που καλούνται οι μαθητές να κάνουν στην τάξη - μεμονωμένα ή σε μικρές ομάδες - εκτός από την απλή παρατήρηση μιας παράδοσης και τη λήψη σημειώσεων. Η έρευνα έχει αποδείξει αδιαμφισβήτητα ότι ένας συνδυασμός παράδοσης και δραστηριότητας προάγει τη μάθηση πολύ πιο αποτελεσματικά από τη διδασκαλία από μόνη της.
- Όσο περισσότερο τα παιδιά κάθονται παθητικά σε μια τάξη STEM, τόσο περισσότερο η προσοχή τους απομακρύνεται από την παράδοση και τόσο περισσότερο διαρκούν οι περίοδοι απόσπασης της προσοχής τους. Εάν συνεχίζεται η παράδοση για περισσότερα από περίπου 15 λεπτά χωρίς δραστηριότητα, μπορεί να αποσπαστούν νοητικά από την τάξη STEM περισσότεροι από τους μισούς μαθητές.
- Το να παρουσιάζεται στους μαθητές πώς να λύσουν ένα τεχνικό πρόβλημα ή να εξαγάγουν έναν σύνθετο τύπο κάνοντας παράδοση μέσω ενός παραδείγματος στην τάξη STEM έχει πολύ περιορισμένη διδακτική αξία. Μια πολύ

καλύτερη προσέγγιση είναι να χωριστεί το πρόβλημα ή η δραστηριότητα σε μικρά κομμάτια, να γίνει παράδοση από τον δάσκαλο για τα απλά μέρη ή να ζητηθεί από τα παιδιά να διαβάσουν οι ίδιοι αυτά τα μέρη σε ένα φυλλάδιο και να καθοδηγηθούν οι μαθητές στα δύσκολα μέρη στις ασκήσεις ενεργητικής μάθησης.

○ Τα παιδιά συχνά μαθαίνουν περισσότερα εξηγώντας ένα επεξεργασμένο παράδειγμα βήμα-βήμα παρά επεξεργάζοντας την πλήρη λύση οι ίδιοι, ειδικά όταν μαθαίνουν για πρώτη φορά μια μέθοδο επίλυσης προβλημάτων.

○ Η αποτελεσματικότητα της ενεργητικής μάθησης μεγιστοποιείται εάν ο δάσκαλος (1) εξηγεί πώς θα λειτουργήσει και γιατί είναι προς το συμφέρον των μαθητών, (2) ενθαρρύνει προληπτικά τα παιδιά να μπου σε ομάδες την πρώτη ή δεύτερη φορά που τους ζητείται να το κάνουν, (3) αποφεύγει τις ασήμαντες δραστηριότητες, (4) κρατά τις δραστηριότητες σύντομες, (5) δεν καλεί πάντα εθελοντές μετά από δραστηριότητες STEM και (6) διαφοροποιεί τη μορφή και τη διάρκεια των δραστηριοτήτων STEM και τα μεσοδιαστήματα μεταξύ τους.

7 Διδασκαλία με χρήση τεχνολογίας σε μια τάξη STEM

7.0 Εισαγωγή

Σε μια ομιλία του στο TED «How to Escape Education's Death Valley», ο Sir Ken Robinson (2013) κάλεσε το κοινό να σκεφτεί τους «σπόρους της δυνατότητας» για καλύτερη εκπαίδευση στα σχολεία. Τόνισε ότι «τώρα απλώς περιμένουμε να δημιουργηθούν οι βέλτιστες συνθήκες». Με βάση τη μεταφορά του Robinson, αυτό το κεφάλαιο υποστηρίζει ότι το μοντέλο (που περιέχει δηλαδή τις βέλτιστες συνθήκες) που μπορεί να βοηθήσει τους δασκάλους να εξελίξουν τη δουλειά τους σε τέτοια περιβάλλοντα είναι ένα νέο μοντέλο ολοκλήρωσης τεχνολογίας γνωστό ως High Possibility Classrooms ή HPC. Το μοντέλο προέκυψε από έρευνα σχετικά με τη γνώση συγκεκριμένων εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στα σχολεία. Αποκάλυψε ότι οι «υποδειγματικοί» δάσκαλοι αντιλήφθηκαν τις γνώσεις τους για την ολοκλήρωση της τεχνολογίας με βάση τη θεωρία, τη δημιουργικότητα, τη δημόσια μάθηση και την προετοιμασία για τη ζωή (Hunder, 2015).

Ο στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να εφαρμοστούν οι αρχές διδασκαλίας και μάθησης στην υποβοηθούμενη από τεχνολογία διδασκαλία και να δούμε ποια συμπεράσματα και προτάσεις προκύπτουν. Ακολουθούν ερωτήσεις που εξετάζει το κεφάλαιο:

○ Πώς μπορεί η εκπαιδευτική τεχνολογία να βελτιώσει τη μάθηση;

○ Πώς μπορεί να εμποδίσει τη μάθηση;

○ Ποια εργαλεία και μέθοδοι που βασίζονται στην τεχνολογία βρίσκονται στις λίστες "βελτίωση" και "παρεμπόδιση";

7.1 Μαθησιακά οφέλη της τεχνολογίας σε ένα μάθημα STEM

Σε προηγούμενα κεφάλαια ερευνήθηκαν και συζητήθηκαν στρατηγικές διδασκαλίας που επανειλημμένα έχει αποδειχθεί ότι προάγουν τη μάθηση και ειδικά σε μια τάξη STEM. Η εκπαιδευτική τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για την εφαρμογή πολλών από αυτών των στρατηγικών.

Ο Πίνακας 7.2–1 παραθέτει διάφορους τρόπους για να γίνει το παραπάνω. Άλλα προτείνονται από τους Svinicki και McKeachie (2014) καθώς και περιγραφές νέων εμφανίζονται συνεχώς στη βιβλιογραφία της τεχνολογικής υποβοηθούμενης και της διαδικτυακής εκπαίδευσης.

Εδώ εμφανίζεται το ερώτημα πού θα βρεθεί ο χρόνος για να εφαρμοστούν όλες οι τεχνικές στον Πίνακα 7.2–1 και να δημιουργηθούν όλες αυτές τις οπτικές εικόνες, προσομοιώσεις, διαδραστικά σεμινάρια και διαδικτυακά εργαλεία επικοινωνίας και αξιολόγησης, καθώς επίσης και η διαχείριση όλων των θεμάτων που έχει ένας δάσκαλος σε μια τάξη STEM. Ευτυχώς, δεν χρειάζεται να γίνουν τα πάντα σε αυτήν τη λίστα. Τα πράγματα που αποφασίζεται να γίνουν σε ένα μάθημα STEM δεν χρειάζεται να γίνουν όλα ταυτόχρονα και πολλοί από τους πόρους είναι διαθέσιμοι με το πάτημα ενός κουμπιού. Κάποιες εφαρμογές προτείνονται στον Πίνακα 7.1–1 (Shank, 2014).

Η καλά σχεδιασμένη εκπαιδευτική τεχνολογία μπορεί να προωθήσει τη μάθηση με διάφορους τρόπους:

Πίνακας 7.1-1 Εφαρμογές της εκπαιδευτικής τεχνολογίας που προάγουν τη μάθηση

Χρήση εκπαιδευτικής τεχνολογίας

○ Επισκόπηση περιεχομένου και εφαρμογών μαθημάτων. Δείχνουμε ένα διαδικτυακό πρόγραμμα γραφικών ή έναν εννοιολογικό χάρτη που απεικονίζει τα θέματα και την οργάνωση του μαθήματός STEM. Μπορούμε να συμπεριλάβουμε υπερσυνδέσμους (links) σε σημαντικές εφαρμογές κάθε θέματος που μπορούν να κεντρίσουν το ενδιαφέρον των παιδιών για το μάθημα.

○ Ενεργοποιούμε μια μεγάλη ποικιλία μορφών παρουσίασης. Εμφάνιση power point, smartboard λογισμικό, φωτογραφιών, βίντεο και κινούμενων εικόνων φαινομένων και γεγονότων που σχετίζονται με την πορεία [τα φυτά που αναπτύσσονται, τα βακτήρια πολλαπλασιάζονται, η γέφυρα καταρρέει, τα κύτταρο που διαιρείται κ.λπ.].

○ Διευκολύνουμε την ενεργό συμμετοχή των παιδιών. Χρησιμοποιούμε συστήματα προσωπικής απόκρισης για να προσθέσουμε ενεργό συμμετοχή σε κατά τα άλλα παραδοσιακές διαλέξεις. (Παιχνίδια στον διαδραστικό πίνακα κ.ά.)

○ Αξιολόγηση γνώσεων και δεξιοτήτων. Μπορούμε να δώσουμε και βαθμολογίσουμε κουίζ διαδικτυακά. Αυτές οι αξιολογήσεις μπορεί να είναι διαμορφωτικές (παρέχοντας στους μαθητές ανατροφοδότηση για το τι ξέρουν και τι πρέπει να εργαστούν), αθροιστικές (υπολογίζοντας τον βαθμό του μαθήματος) ή και τα δύο. Μπορεί να γίνει διεξαγωγή αξιολόγησης από τους μαθητές, στην οποία οι μαθητές παρέχουν διαμορφωτική ανατροφοδότηση ο ένας για τα αποτελέσματα του άλλου και για την απόδοσή τους ως μέλη της ομάδας.

○ Παροχή προσαρμοστικών, εξατομικευμένων, αυτορυθμιστικών οδηγιών. Διαφορετικοί μαθητές έχουν διαφορετικό υπόβαθρο, ενδιαφέροντα, δυνατά σημεία και αδυναμίες και επομένως διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες.

7.2 Ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδασκαλία κατά την εκπαίδευση STEM

Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία σε μαθήματα STEM, μερικές από τις προτάσεις ενσωμάτωσης της κατά την διδασκαλία είναι οι εξής:

Οι μαθησιακοί στόχοι γίνονται ο οδηγός χρήσης τεχνολογίας.

Μπορούν να αναζητηθούν εργαλεία τεχνολογίας που προσφέρουν στα παιδιά εξάσκηση σε δεξιότητες που στοχεύουν στους μαθησιακούς στόχους και εργαλεία που παρέχουν ανατροφοδότηση σχετικά με την κατάκτηση των στόχων από τους μαθητές τόσο σε αυτούς όσο και στο δάσκαλο.

Θα πρέπει να ελέγχει ο δάσκαλος εάν οι κατάλληλοι τεχνολογικοί πόροι για το μάθημα STEM που πρέπει να παραγματοποιηθεί, είναι διαθέσιμοι στο διαδίκτυο πριν ξεκινήσει να δημιουργεί το δικό του.

Διατήρηση των τμημάτων διαδικτυακής παρουσίασης σύντομα και εστιασμένα.

Ας εξεταστούν τρία σημαντικά στοιχεία σχετικά με τη διαδικασία της μάθησης των παιδιών:

(1) Για όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τα παιδιά παραμένουν παθητικά, τόσο πιο πιθανό είναι να περιπλανηθεί η προσοχή τους και τόσο λιγότερες πληροφορίες απορροφούν.

(2) η υποβολή των παιδιών σε μια μακρά και αδιάκοπη παρουσίαση τους θέτει σε γνωστική υπερφόρτωση, καθιστώντας τους ανίκανους να απορροφήσουν το μεγαλύτερο μέρος του περιεχομένου της παρουσίασης.

(3) η παρουσίαση υλικού σε μικρά κομμάτια με διάσπαρτες ευκαιρίες πρόβας (εξάσκησης) μεγιστοποιεί την πιθανότητα μακροχρόνιας αποθήκευσης και επακόλουθης ανάκτησης και μεταφοράς του υλικού.

Αυτές οι παρατηρήσεις υποστηρίζουν μια καθιερωμένη κατευθυντήρια γραμμή: τα κλιπ διαλέξεων και οι παρουσιάσεις βίντεο σε οθόνη στο μάθημα STEM δεν θα πρέπει να διαρκούν περισσότερο από δέκα λεπτά και ορισμένες έρευνες προτείνουν έξι λεπτά ή λιγότερο για μέγιστη αποτελεσματικότητα (Guo et al., 2014). Εάν υπάρχει ένα τμήμα παρουσίασης εκτός αυτού του χρονικού εύρους, πρέπει να μπορεί να χωριστεί σε μικρότερα τμήματα με δραστηριότητες ή αξιολογήσεις που παρεμβάλλονται μεταξύ τους. Εάν δεν μπορεί να γίνει αυτό, τότε μπορεί να δοθεί στα παιδιά μια λίστα με ερωτήσεις που μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να δοκιμάσουν τον εαυτό τους στο περιεχόμενο του τμήματος.

Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται βίντεο και προσομοιώσεις (συμπεριλαμβανομένων των εικονικών εργαστηρίων) σε ασκήσεις ενεργητικής μάθησης σε μια τάξη STEM. Τα βίντεο και οι προσομοιώσεις φαινομένων και πειραμάτων παρέχουν εξαιρετικές ευκαιρίες για δραστηριότητες. Πριν προβληθεί ένα βίντεο, μπορεί να περιγραφεί και να ζητηθεί από τους μαθητές - που εργάζονται μεμονωμένα ή σε μικρές ομάδες - να προβλέψουν τι θα δουν. Στη συνέχεια, με την παρουσίαση του βίντεο μπορεί να ζητηθεί από τα παιδιά να συγκρίνουν τις προβλέψεις τους με το πραγματικό αποτέλεσμα. Εάν πολλές από τις προβλέψεις τους ήταν λανθασμένες τότε δίνεται μια καλή ευκαιρία να διορθωθούν κοινές παρανοήσεις των μαθητών.

Εάν χρησιμοποιείται μια δυναμική προσομοίωση ενός συστήματος, μπορεί να ζητηθεί από τα παιδιά να προβλέψουν την απόκριση του συστήματος σε αλλαγές σε επιλεγμένες μεταβλητές και στη συνέχεια να συγκρίνουν τις προβλέψεις τους με τα προσομοιωμένα αποτελέσματα ή να βελτιστοποιήσουν την απόδοση του συστήματος προσαρμόζοντας μεταβλητές και παρατηρώντας τις προσομοιωμένες αποκρίσεις.

7.3 Βασικά σημεία

○ Πηγές διδασκαλίας μέσω της τεχνολογίας που εμπλέκουν ενεργά τα παιδιά κατά την διάρκεια ενός μαθήματος STEM, όπως συστήματα προσωπικής απόκρισης, προσομοιώσεις, διαδικτυακά κουίζ με άμεση ανατροφοδότηση σχετικά με τις απαντήσεις ενισχύουν τη μάθηση.

○ Εφαρμογές που κάνουν τα παιδιά παθητικούς παρατηρητές για μεγάλα χρονικά διαστήματα, όπως εκτεταμένες παρουσιάσεις και ολοκληρωμένες ηχογραφημένες διαλέξεις δεν βοηθούν και τόσο στη μάθηση. Τα βίντεο διαλέξεων και άλλα τμήματα παρουσίασης μπορεί να είναι διδακτικά, αλλά για να είναι πλήρως αποτελεσματικά θα πρέπει να διαρκούν λιγότερο από έξι λεπτά και σπάνια, αν ποτέ, να υπερβαίνουν τα δέκα λεπτά.

○ Η δημιουργία εργαλείων και παρουσιάσεων που βασίζονται στην τεχνολογία μπορεί να είναι εξαιρετικά χρονοβόρα. Χρήσιμο είναι να αναζητούνται υπάρχοντα υλικά πριν ξεκινήσει η δημιουργία ενός πρωτότυπου από τον δάσκαλο.

8 Αξιολόγηση γνώσεων, δεξιοτήτων και κατανόησης σε STEM μάθημα

8.0 Εισαγωγή

Έχουμε πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις ενός θέματος που υιοθετούν τα παιδιά. Κάποια μπορεί να προσεγγίζουν βαθιά τα θέματα που θεωρούν ενδιαφέροντα και σημαντικά, με κίνητρο την επιθυμία να κατανοήσουν πραγματικά αυτό που διδάσκεται και όχι τους βαθμούς. Άλλα πάλι είναι πιθανό να ακολουθούν μια επιφανειακή προσέγγιση, κάνοντας όσο το δυνατόν λιγότερη δουλειά για να πάρουν έναν ελάχιστο βαθμό και βασιζόμενα κυρίως στην απομνημόνευση κατά λέξη. Άλλη μια στρατηγική προσέγγιση για να πάρει ένας μαθητής το μέγιστο βαθμό είναι να ασχολείται σε βάθος αν χρειαστεί και να παραμένει επιφανειακός αν μπορεί. Εκτεταμένη έρευνα έχει δείξει ότι ορισμένες διδακτικές πρακτικές συσχετίζονται με την υιοθέτηση από τους μαθητές μιας βαθιάς προσέγγισης στη μάθηση (Felder & Brent, 2016). Περιλαμβάνουν τη συγγραφή και την ανταλλαγή μαθησιακών στόχων που απαιτούν μια βαθιά προσέγγιση και τη δημιουργία και βαθμολόγηση εργασιών και τεστ που αξιολογούν την κατάκτηση αυτών των στόχων.

Δύο όροι που χρησιμοποιούνται συχνά εναλλακτικά είναι οι εξής:

Εκτίμηση: προσδιορισμός των δεδομένων που θα συλλεχθούν για τη μέτρηση της γνώσης, των δεξιοτήτων, των στάσεων και της μάθησης, την επιλογή ή την δημιουργία των εργαλείων που θα χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή των δεδομένων και τη διαχείριση αυτών των εργαλείων.

Αξιολόγηση: ανάλυση δεδομένων αξιολόγησης και εξαγωγή συμπερασμάτων από τα αποτελέσματα. Η αξιολόγηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ποιότητας της μάθησης των μαθητών και της διδασκαλίας του διδάσκοντα (διαμορφωτική), για την ανάθεση βαθμών ή τη λήψη αποφάσεων με επιτυχία (συνολική-τελική) ή και τα δύο.

Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει και συζητά στρατηγικές εκτίμησης και αξιολόγησης που εξυπηρετούν διαμορφωτικές και συνολικές αξιολογήσεις σε ένα μάθημα STEM, με τις διαμορφωτικές να περιλαμβάνουν κίνητρα για μια βαθιά προσέγγιση στη μάθηση. Αρχικά εξετάζονται μέθοδοι για την αξιολόγηση της γνώσης περιεχομένου των παιδιών και στη συνέχεια μέθοδοι για την αξιολόγηση της εννοιολογικής κατανόησης, των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων και των επαγγελματικών («soft skills») δεξιοτήτων. Εδώ είναι μερικές από τις ερωτήσεις που εξετάζει το κεφάλαιο:

○ Πώς μπορεί ο δάσκαλος να αξιολογήσει τις δεξιότητες σκέψης και επίλυσης προβλημάτων υψηλού επιπέδου σε μια τάξη STEM με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και σύντομης απάντησης;

○ Πώς μπορεί να αξιολογήσει και να προωθήσει την εννοιολογική κατανόηση;

○ Πώς μπορεί να σχεδιάσει, να διαχειριστεί και να βαθμολογήσει εργασίες και τεστ επίλυσης προβλημάτων για να μεγιστοποιηθούν τα διαμορφωτικά τους οφέλη;

○ Πώς μπορεί να αντιληφθεί εάν ένα τεστ επίλυσης προβλήματος διαρκεί πολύ πριν γίνει στην τάξη;

○ Πώς μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά να προετοιμαστούν και να κάνουν τεστ επίλυσης προβλημάτων;

○ Πώς μπορεί να αξιολογήσει τα γραπτά των παιδιών σε μια τάξη STEM (π.χ. εργαστηριακές εκθέσεις και εργασίες) και τις προφορικές παρουσιάσεις τους αντικειμενικά και αποτελεσματικά; Πώς μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά να αναπτύξουν τις δεξιότητες που χρειάζονται για να τα πάνε καλά στις αξιολογήσεις όσον αφορά τη μάθηση.

8.1 Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και σύντομης απάντησης

Η ικανότητα των μαθητών να ανακαλούν και να εξηγούν πραγματικό υλικό αξιολογείται συνήθως με τεστ κλειστού βιβλίου που περιέχουν ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ή σύντομης απάντησης, αλλά αυτές οι μορφές μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση υλικού υψηλότερου επιπέδου. Στο μάθημα STEM η αξιολόγηση έχει αρκετά διαφοροποιημένη μορφή σε σχέση με τις παραδοσιακές τάξεις.

8.1.1 Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής σε μια τάξη STEM

Η ευκολία βαθμολόγησής τους καθιστά τα τεστ πολλαπλής επιλογής το εργαλείο αξιολόγησης επιλογής για μεγάλες τάξεις. Πολλές από τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής δοκιμάζουν τη σκέψη υψηλού επιπέδου, όπως οι αναλύσεις των ερωτήσεων του τεστ, αλλά οι περισσότερες ερωτήσεις είναι χαμηλού επιπέδου. Παρουσιάζει

ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα παιδιά να γίνονται οι ερωτήσεις σε μορφή παιχνιδιού χρησιμοποιώντας π.χ. διαδραστικό πίνακα ή να «παίζουν» το παιχνίδι των ερωτήσεων σε ομάδες.

Καλές πρακτικές για ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

- Ο δάσκαλος θα πρέπει να διατηρεί και την ερώτηση και τις επιλογές όσο το δυνατόν πιο σύντομες (ειδικά τις επιλογές).
- Θα πρέπει να κατανέμει τη σωστή απάντηση τυχαία μεταξύ των θέσεων επιλογής και να βεβαιώνεται ότι η σωστή επιλογή δεν είναι πάντα η μεγαλύτερη, προσπαθώντας να κάνει τις υπόλοιπες επιλογές εύλογες και ισοδύναμες σε δομή και μήκος.
- Χρειάζεται προσοχή το «σε όλα τα παραπάνω» ως επιλογή και ακόμη πιο μεγάλη προσοχή στο «τίποτα από τα παραπάνω». Επίσης θα πρέπει να αποφεύγονται το «πάντα» και το «ποτέ». Αυτές οι κοινές επιλογές προκαλούν συχνά σύγχυση, ιδιαίτερα μεταξύ των καλύτερων μαθητών μιας τάξης, οι οποίοι συχνά σκέφτονται πιθανότητες που δεν είχαν σκεφτεί.
- Θα πρέπει να αποφεύγονται τα αρνητικά στην ερώτηση, ειδικά τα διπλά αρνητικά. Ένας εγγυημένος τρόπος για να δημιουργηθεί πρόβλημα σε μεγάλο αριθμό μαθητών είναι να χρησιμοποιηθεί μια πρόταση όπως "Ποιος από τους παρακάτω δεν είναι ακατάλληλος ορισμός του _____;" Μπορούν επίσης να μπερδευτούν όλα τα παιδιά θέτοντας στο παραπάνω μία από τις επιλογές "καμία από τις παραπάνω".(!)
- Παρουσιάζοντας μια σύντομη παράγραφο, διάγραμμα ή πίνακα δεδομένων ακολουθούμενη από διάφορα δοκιμαστικά στοιχεία που σχετίζονται με αυτό έχουμε μια δομή που προσφέρεται για αξιολογήσεις δεξιοτήτων υψηλότερου επιπέδου.

8.1.2 Ερωτήσεις σύντομης απάντησης

Παρόμοια με τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, οι ερωτήσεις που απαιτούν σύντομες γραπτές απαντήσεις χρησιμοποιούνται συνήθως για την αξιολόγηση της γνώσης περιεχομένου χαμηλού επιπέδου, αλλά μπορούν επίσης να σχεδιαστούν για να απευθύνονται σε υψηλότερα επίπεδα γνώσης και κατανόησης.

Διάφοροι τρόποι για να γίνουν οι ερωτήσεις σύντομης απάντησης υψηλού επιπέδου σε ένα μάθημα STEM αντικειμενικές και δίκαιες καθώς και καλές πρακτικές για ερωτήσεις σύντομης απάντησης είναι οι εξής:

- Συμπεριλαμβάνοντας όχι περισσότερους από έναν ή δύο στόχους ανά ερώτηση.
- Θα μπορούσε ο δάσκαλος να ζητήσει από έναν συνάδελφο να διαβάσει κάθε ερώτηση για σαφήνεια.
- Θα μπορούσε να υποδεικνύει την αξία μονάδων κάθε ερώτησης και να προτείνεται μια αναμενόμενη διάρκεια απάντησης.

- Συνήθως αφήνουμε δύο λεπτά για μια ερώτηση που απαιτεί περισσότερες από μια προτάσεις για να απαντηθεί.
- Θα πρέπει ο δάσκαλος να κρατά (όσο είναι δυνατόν) τις ταυτότητες των μαθητών ανώνυμες κατά τη βαθμολόγηση.
- Θα μπορούσε να ρίξει μια ματιά σε όλες τις απαντήσεις μιας ερώτησης πριν βαθμολογήσει κάποια από αυτές.

8.2 Αξιολόγηση από συμμαθητές

Μια αρκετά χρήσιμη μέθοδος αξιολόγησης μαθητών είναι η αξιολόγηση από τους συμμαθητές τους. Μπορεί να γίνει εστιάζοντας στα θετικά σημεία παρουσιάσεων ή σχεδίων των συμμαθητών τους καθώς και στα σημεία στα οποία θα μπορούσε να υπάρχει βελτίωση. Η ανασκόπηση μπορεί να είναι συνοπτική, αλλά χρησιμοποιείται συχνότερα για να βοηθήσει τους μαθητές να βελτιώσουν την εργασία τους πριν την αξιολογήσει ο δάσκαλος. Μια λίστα ελέγχου παρέχει μια εξαιρετική βάση για αξιολόγηση από τους συμμαθητές, ειδικά εάν οι μαθητές λάβουν πρώτα εκπαίδευση στη χρήση της.

Για τη διεξαγωγή της αξιολόγησης, οργανώνονται μεμονωμένοι μαθητές ή ομάδες μαθητών σε ζευγάρια. Έπειτα τα μέλη κάθε ζεύγους παρουσιάζουν τα πρώτα τους προσχέδια ή παρουσιάσεις στους συνεργάτες τους για αμοιβαία κριτική, στη συνέχεια αναθεωρήσουν τις εργασίες ή τις παρουσιάσεις τους με βάση τις κριτικές και υποβάλουν τις αναθεωρήσεις για αξιολόγηση. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει υψηλό επίπεδο συνέπειας μεταξύ των αξιολογήσεων των εκπαιδευτών και των αξιολογήσεων από συμμαθητές (Sadler & Good, 2006) βρέθηκε επίσης ότι η λήψη ανατροφοδότησης από πολλούς συνομηλικούς οδήγησε σε αναθεώρηση υψηλότερης ποιότητας σε σχέση με την ανατροφοδότηση από τον εκπαιδευτή. Για να βελτιωθούν οι δεξιότητες κριτικής σκέψης των παιδιών, συγκεντρώνονται τα πρώτα προσχέδια και οι κριτικές τους και βαθμολογούνται και τα δύο.

Το να σχολιάζουν οι μαθητές ο ένας τη δουλειά του άλλου σε μια τάξη STEM προτού την υποβάλουν στο δάσκαλο, προσφέρει σημαντικά οφέλη για τα παιδιά αλλά και για τους δασκάλους. Όταν ασκούν τα παιδιά κριτική στη δουλειά των συμμαθητών τους, μαθαίνουν διαφορετικές προσεγγίσεις στις εργασίες που αξιολογούνται και ανακαλύπτουν δυνατά και αδύνατα σημεία στη δική τους δουλειά. Η αναθεώρηση που υποβάλουν στη συνέχεια θα είναι γενικά πολύ καλύτερη από τα πρώτα τους προσχέδια, καθιστώντας τη αξιολόγηση πολύ πιο εύκολη και αποτελεσματική για το δάσκαλο.

Μια τεχνική επίσης είναι να εδραιώσουμε την διαδικασία της παρουσίασης του θέματος με το οποίο ασχολούνται στους συμμαθητές τους με σύγχρονη βιντεοσκόπηση τους. Στην συνέχεια βλέποντας αυτές τις παρουσιάσεις και σχολιάζοντας οι μαθητές τα θετικά σημεία καθώς και τις δυνατότητες βελτίωσης οδηγούνται σε αυτοαξιολόγηση. Αυτή η τεχνική η οποία περιγράφεται στο κεφάλαιο 10 αναπτύσσει επίσης δεξιότητες επικοινωνίας, ανάπτυξη αυτοπεποίθησης και ηγετικές ικανότητες.

8.3 Αξιολόγηση των μαθητών σε STEM μάθημα

Υπάρχει μια ερώτηση που τίθεται όσον αφορά την εκπαίδευση STEM είναι η εξής: "Πώς αξιολογείται αυτό το είδος μάθησης;" Η επίσημη αξιολόγηση είναι κάτι το οποίο δεν είναι εύκολο. Η ιδέα ότι ζητείται από τα παιδιά να εμπλακούν στη διαδικασία της μάθησης τους ρισκάροντας με νέες πρωτότυπες ιδέες αλλά στη συνέχεια να αξιολογηθούν γι αυτό, είναι κάτι που φαίνεται να είναι αντικρουόμενο.

Λόγω της πρακτικής φύσης και των εξερευνητικών διαδικασιών του μαθήματος STEM, είναι σημαντικό να εξεταστούν πολλοί τρόποι για να αξιολογηθεί τι κατανοούν οι μαθητές στο STEM.

Τι πρέπει να αξιολογηθεί;

Υπάρχουν πολλά πράγματα που μπορούν να γίνουν για να μετρηθεί η μάθηση των παιδιών στους χώρους STEM (φυσικούς ή εικονικούς). Πρέπει να γίνει η ερώτηση, ποιος είναι ο σκοπός του δασκάλου. Ο σκοπός της αξιολόγησης είναι επειδή α) θέλουμε να μετρήσουμε την ανάπτυξη ή μήπως β) απαιτείται να παρέχουμε βαθμό για ένα μάθημα ή μια τάξη; Αυτές οι δύο ιδέες είναι σαφώς πολύ διαφορετικές.

α)Θέλουμε να ξέρουμε ότι οι μαθητές μαθαίνουν, αναπτύσσονται και βελτιώνονται με την πάροδο του χρόνου. Αυτό μπορεί να προσδιοριστεί μέσω παρατηρήσεων και συνομιλιών. Μπορούν να γίνουν βασικές ερωτήσεις για να καθοριστεί η κατανόησή τους για τις έννοιες που τους διδάσκονται. Μπορούν να παρακολουθούνται οι μαθητές σε όλη τη μαθησιακή διαδικασία και να συλλέγονται σημειώσεις.

Η ακρόαση του διαλόγου μεταξύ των μαθητών στην τάξη STEM επιτρέπει να διαπιστώνεται πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και πώς είναι η διαδικασία επίλυσης προβλημάτων τους. Κάνοντας αυτά τα πράγματα ο δάσκαλος μπορεί να είναι σίγουρος ότι πραγματοποιείται ποιοτική μάθηση.

β) Από την άλλη πλευρά, εάν οι δάσκαλοι καλούνται να ορίσουν ένα βαθμό ή ένα ποσοστό για να ποσοτικοποιήσουν τη μάθηση των μαθητών, αυτό απαιτεί μια πιο προσεκτική ματιά. Πώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η γνώση που αποκτούν οι μαθητές στο μάθημα STEM με τρόπο που να μεταφράζεται στο σύστημα βαθμολόγησης του σχολείου;

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν πίνακες και λίστες ελέγχου για να μετρηθεί και να τεκμηριωθεί η μάθηση των παιδιών. Μπορεί επίσης να σχεδιαστούν έργα και να ενσωματωθούν επιδείξεις μαθητών ως συστατικά του σχεδίου αξιολόγησής.

8.3.1 Αξιολόγηση των 4 Cs (communication, collaboration, creativity, critical thinking/ επικοινωνία, συνεργασία, δημιουργικότητα και κριτική σκέψη).

Καθώς συνεχίζεται η προώθηση των 4 C στην τάξη STEM, πρέπει να ληφθεί υπόψη πώς τα πάνε οι μαθητές σε αυτούς τους τομείς: επικοινωνία, συνεργασία, δημιουργικότητα και κριτική σκέψη. Με την πρώτη ματιά, αυτά μπορεί να φαίνεται δύσκολο να αξιολογηθούν, οπότε θα πρέπει να διαπιστωθεί τι είναι αυτό που ορίζεται ως επιτυχία.

- Συμμετέχουν οι μαθητές σας σε συζητήσεις γύρω από θέματα STEM;
- Λειτουργούν συνεργατικά σε μια ομάδα;
- Πώς επικοινωνούν τις ιδέες τους;
- Είναι σε θέση να αναπτύξουν δημιουργικές λύσεις σε προβλήματα;

Παρακάτω ο Πίνακας 8.3-1 παρουσιάζει μια λίστα αξιολόγησης αυτών των χαρακτηριστικών.

Πίνακας 8.3-1 Αξιολόγησης 4C σε STEM μάθημα

Πίνακας Αξιολόγησης

ΟΝΟΜΑ _____				
4	3	2	1	Βαθμός
Δημιουργικότητα				
Μπορώ να αναπτύξω νέες ιδέες, να κάνω ένα λεπτομερές σχέδιο και να ολοκληρώσω δύσκολες εργασίες.	Μπορώ να σχεδιάσω και να δημιουργήσω για να ολοκληρώσω εργασίες.	Μπορώ να σχεδιάσω και να ολοκληρώσω εργασίες με καθοδήγηση και υποστήριξη.	Μπορώ να δημιουργήσω ένα σχέδιο αλλά χρειάζομαι υποστήριξη για να εκτελέσω το σχέδιο	
Μπορώ να ερευνήσω, να επιλέξω και να χρησιμοποιήσω διαφορετικά υλικά με δημιουργικούς τρόπους.	Ξέρω πώς να χρησιμοποιώ μια ποικιλία υλικών για να επιδείξω τη δημιουργικότητά μου.	Μπορώ να χρησιμοποιήσω δημιουργικό υλικό με καθοδήγηση και υποστήριξη από άλλους.	Μπορώ να χρησιμοποιήσω υλικά της τάξης αλλά μπορεί να χρειάζομαι υποστήριξη για να δείξω τη δημιουργικότητά μου.	
Μπορώ να καλλιεργήσω νέες ιδέες για να οικοδομήσω, να δημιουργήσω ή να σχεδιάσω ζωντανεύοντας τις ιδέες μου με διαφορετικούς τρόπους.	Μπορώ να σχεδιάσω, να κατασκευάσω και να ολοκληρώσω έργα.	Με βοήθεια, μπορώ να ολοκληρώσω δημιουργικά έργα.	Δεν ολοκληρώνω πάντα τα έργα μου και μπορεί να χρειάζομαι προτροπή για να ενσωματώσω δημιουργικές ιδέες.	
Κριτική Σκέψη				
Κατανοώ πλήρως πολύπλοκες πληροφορίες και μπορώ να κάνω σχετικές ερωτήσεις.	Μπορώ να καλλιεργήσω νέες ιδέες για να οικοδομήσω, να δημιουργήσω ή να σχεδιάσω ζωντανεύοντας τις ιδέες μου με διαφορετικούς τρόπους.	Με βοήθεια, μπορώ να κατανοήσω τις πληροφορίες και μπορεί να χρειαστώ υποστήριξη για να ξεκινήσω.	Δυσκολεύομαι να κατανοήσω τις πληροφορίες και συχνά χρειάζομαι βοήθεια για να κατανοήσω την εργασία.	
Μπορώ να εξετάσω διαφορετικές ιδέες, λύσεις και απόψεις στο πλαίσιο της μάθησής μου.	Μπορώ να σκεφτώ εργασίες και να κατανοήσω πιθανές λύσεις.	Καταλαβαίνω απλές ιδέες και ερωτήσεις, αλλά μπορεί να χρειάζομαι υποστήριξη με πράγματα που είναι πιο περίπλοκα.	Χρειάζομαι στηρίγματα για να κατανοήσω ιδέες, προβλήματα και λύσεις.	
Μπορώ να επεξεργαστώ πολλά βήματα ενός προβλήματος ή πρόκλησης και να παράγω με επιτυχία μια λύση.	Μπορώ να ακολουθήσω όλες τις οδηγίες και να ολοκληρώσω τις εργασίες.	Μπορεί να χρειαστώ υποστήριξη για να αντιμετωπίσω προβλήματα πολλαπλών βημάτων.	Το να ακολουθήσω οδηγίες μπορεί να είναι μια πρόκληση και συχνά χρειάζομαι προτροπή και υποστήριξη.	

Συνεργασία				
Μπορώ να συνεργαστώ με άλλους για να σχεδιάσω, να λύσω προβλήματα και να μοιραστώ ιδέες.	Προσφέρω ιδέες που είναι σχετικές και χρησιμοποιούνται ως μέρος του σχεδίου.	Μοιράζομαι ιδέες αλλά δεν συνδέονται πάντα με το έργο.	Χρειάζομαι υποστήριξη για να συνεισφέρω στο σχέδιο και να ολοκληρώσω το έργο.	
Μπορώ να αναλάβω την ευθύνη και την πρωτοβουλία στην ομάδα μου, κατανοώντας ότι μπορώ να είμαι ηγέτης και να υποστηρίξω άλλους στην ομάδα μου.	Μπορώ να εργαστώ με επιτυχία ανεξάρτητα και με ομάδα.	Μπορώ να κάνω τον ρόλο μου, αλλά χρειάζομαι προτροπή για να συνεργαστώ αποτελεσματικά στην ομάδα.	Δεν καταλαβαίνω πάντα τον ρόλο μου ή τον τρόπο σύνδεσης με άλλους στην ομάδα μου.	
Μπορώ να ακούσω τις ιδέες και τις απόψεις των άλλων, βασιζόμενος στις ιδέες τους και αλληλεπιδρώντας κατάλληλα.	Μπορώ να τα πάω καλά με την ομάδα μου και να σέβομαι τους άλλους.	Με καθοδήγηση, μπορώ να συνεργαστώ με μια ομάδα, αλλά μπορεί να χρειαστώ υποστήριξη.	Το να ακούω τους άλλους και να δουλεύω παραγωγικά με την ομάδα μου είναι μια πρόκληση για μένα.	
Επικοινωνία				
Μπορώ να εξηγήσω ξεκάθαρα προβλήματα, ερωτήσεις και να μοιραστώ λύσεις με δικά μου λόγια.	Μπορώ να εξηγήσω ιδέες σε άλλους και να κάνω ερωτήσεις που συνδέονται με τη μάθησή μου.	Μπορώ να εξηγήσω πράγματα σε άλλους, αλλά μπορεί να χρειαστώ βοήθεια για να μοιραστώ τις ιδέες και τις ερωτήσεις μου.	Χρειάζομαι προτροπές και καθοδήγηση για να μοιραστώ ιδέες και να κάνω τις κατάλληλες ερωτήσεις.	
Μπορώ να ξεκινήσω μια συζήτηση νέων ιδεών με άλλους, παρέχοντας πληροφορίες για προβλήματα και λύσεις.	Μπορώ να συζητήσω προβλήματα και λύσεις με άλλους.	Χρειάζομαι υποστήριξη για να συμμετάσχω σε παραγωγικές συζητήσεις με άλλους	Χρειάζομαι προτροπές και καθοδήγηση για να συμμετάσχω σε κατάλληλες συζητήσεις με άλλους.	
Μπορώ να χρησιμοποιήσω αποτελεσματικά ψηφιακά εργαλεία για να παρουσιάσω πληροφορίες και να βελτιώσω την επικοινωνία μου με άλλους.	Μπορώ να χρησιμοποιήσω μια ποικιλία εργαλείων για να μοιραστώ τις ιδέες μου με άλλους.	Χρειάζομαι προτάσεις για τα σωστά εργαλεία που θα χρησιμοποιήσω για να μοιραστώ τις ιδέες και τα έργα μου.	Χρειάζομαι υποστήριξη για την κατάλληλη πλοήγηση στα ψηφιακά εργαλεία στη μάθησή μου.	
ΣΥΝΟΛΟ				

8.3.2 Νοοτροπία STEM.

Ένας στόχος της μάθησης STEM είναι η ανάπτυξη στάσεων που συνθέτουν μια νοοτροπία ανάπτυξης. Αυτά τα χαρακτηριστικά και οι προσωπικές διαθέσεις που χτίζονται στους μαθητές μας θα τους βοηθήσουν να γίνουν επιτυχημένοι μαθητές, παγκόσμιοι πολίτες και παραγωγικά μέλη του εργατικού δυναμικού.









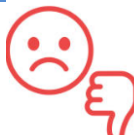



Καθώς οι μαθητές συμμετέχουν στη διδασκαλία STEM, θα επιδείξουν δείκτες μιας νοοτροπίας STEM.

Θα πρέπει ο δάσκαλος να σκεφτεί πώς αντιδρούν τα παιδιά κατά τη διάρκεια των μαθημάτων STEM. Επίσης να παρατηρεί πώς αλληλεπιδρούν οι μαθητές, να σημειώνει τις διαδικασίες σκέψης τους και να εξετάζει τις ανακαλύψεις τους.

Αναζήτηση αποδείξεων ότι οι μαθητές σε μια τάξη STEM:

- Κάνουν πολλές ερωτήσεις
- Κατανοούν ότι είναι ασφαλές να αποτύχουν
- Δοκιμάζουν ιδέες εκτός των συνηθισμένων «out of the box».
- Δείχνουν επιμονή όταν αντιμετωπίζουν μια πρόκληση
- Αναλαμβάνουν την ευθύνη της μάθησής τους

Παρακάτω δίνεται ένας πίνακας αξιολόγησης για την νοοτροπία μαθητή σε STEM μάθημα.

Πίνακας 8.3-2 Αξιολόγησης νοοτροπίας μαθητή σε STEM μάθημα			
Πίνακας Αξιολόγησης			
ΟΝΟΜΑ _____			
Μπορώ να συμμετέχω στον καταγισμό ιδεών και να κάνω ένα σχέδιο.			
Μπορώ να σχεδιάσω, να κατασκευάσω και να δημιουργήσω για να απαντήσω σε ερωτήσεις και να λύσω προβλήματα.			
Μπορώ να δοκιμάσω διαφορετικές λύσεις μέχρι να βρω κάποια που να λειτουργεί.			
Μπορώ να δουλέψω με μια ομάδα ή μόνος μου.			
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ	<hr/> <hr/>		

8.3.3 STEM δεξιότητες.

Η κοινωνία μας και το μέλλον της εργασίας θα απαιτήσουν άτομα που να κατανοούν πώς να αντιμετωπίζουν προβλήματα και να περιηγούνται σε αντισυμβατικές καταστάσεις. Τα μαθήματα STEM μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες που θα τους επιτρέψουν να είναι επιτυχημένοι σε αυτό το άγνωστο μέλλον. Καθώς εμπλέκονται οι μαθητές στη μάθηση STEM, αναπτύσσεται η ικανότητά τους να κάνουν νέα πράγματα ή πράγματα που απαιτούν πρόκληση και ρίσκο.

Οι μαθητές σε ένα μάθημα STEM μπορούν να:

- Βρίσκουν μια ποικιλία λύσεων σε διαφορετικά προβλήματα
- Αναπτύσσουν ένα σχέδιο για επίλυση, δημιουργία ή κατασκευή
- Συλλέγουν και αναλύουν δεδομένα για διάφορους λόγους
- Συνδυάζουν εργαλεία και υλικά με ευφάνταστους τρόπους
- Σχεδιάζουν και δοκιμάζουν πρωτότυπα καθώς και αναλύουν τις εξελισσόμενες επαναλήψεις
- Κοινοποιούν ιδέες με καινοτόμους τρόπους

Μπορούν να μετρήσουν αυτές οι δεξιότητες STEM με τον τρόπο που παρατηρείται και αξιολογείται η μάθηση των παιδιών. Οι πίνακες αξιολόγησης μπορούν να σχεδιαστούν για να αξιολογούν τα επίπεδα κατανόησης σε κάθε τομέα. Η αξιολόγηση των δεξιοτήτων STEM και της νοοτροπίας που το συνοδεύει, είναι δουλειά πολλών εκπαιδευτικών. Η ανάπτυξη των εργαλείων για την αξιολόγηση της μάθησης STEM μπορεί να απαιτεί πολύ χρόνο, ενέργεια και έρευνα από την πλευρά του δασκάλου.

Πίνακας 8.3-3 Αξιολόγηση STEM δεξιοτήτων

Πίνακας Αξιολόγησης

ΟΝΟΜΑ _____				
4	3	2	1	Βαθμός
Δημιουργία ιδεών				
Μπορώ να σκεφτώ διάφορες δημιουργικές λύσεις σε διάφορα προβλήματα γράφοντας, μιλώντας και σχεδιάζοντας.	Μπορώ να δημιουργήσω τις δικές μου ιδέες για προβλήματα.	Μπορώ να σκεφτώ τρόπους για να λύσω ένα πρόβλημα, αλλά μπορεί να χρειαστώ τη βοήθεια άλλων.	Το να έχω ιδέες είναι πρόκληση για μένα.	
Παραγωγικός Σχεδιασμός				
Μπορώ να αναπτύξω ένα σαφές σχέδιο για να λύσω ένα πρόβλημα ή να δημιουργήσω κάτι νέο.	Μπορώ να δημιουργήσω ένα σχέδιο για να λύσω ένα πρόβλημα.	Πρέπει να στηριχθώ κάπου για να δημιουργήσω ένα σχέδιο και να λύσω ένα πρόβλημα.	Δυσκολεύομαι να δημιουργήσω το δικό μου σχέδιο και να το ακολουθήσω μέχρι την ολοκλήρωσή του.	
Ανάλυση Δεδομένων				
Μπορώ να συλλέξω δεδομένα από πολλές πηγές και να διερευνήσω πληροφορίες και στη συνέχεια να	Μπορώ να συγκεντρώσω πληροφορίες και να τις χρησιμοποιήσω για να με βοηθήσουν να λύσω προβλήματα.	Μπορώ να ελέγξω τα δεδομένα που μου δίνονται και να μιλήσω για το τι σημαίνουν οι πληροφορίες.	Χρειάζομαι υποστήριξη για να συλλέξω δεδομένα και να κατανοήσω πλήρως τι σημαίνει.	

χρησιμοποιήσω αυτές τις πληροφορίες στη μάθησή μου.				
Χρήση Υλικών				
Μπορώ να σκεφτώ να συνδυάσω εργαλεία και υλικά με καινοτόμους τρόπους.	Μπορώ να συνδυάσω εργαλεία και υλικά για να ολοκληρώσω μια εργασία ή μια πρόκληση.	Ξέρω πώς να χρησιμοποιώ τα περισσότερα από τα υλικά στο χώρο μου, αλλά μπορεί να χρειαστώ βοήθεια για να τα χρησιμοποιήσω σωστά.	Χρειάζομαι καθοδήγηση και υποστήριξη για να χρησιμοποιήσω τα υλικά όπως προορίζονται.	
Λεπτομερής Σχεδιασμός				
Μπορώ να σχεδιάσω και να δοκιμάσω πρωτότυπα και να κοιτάξω κριτικά πολλαπλές επαναλήψεις.	Μπορώ να σχεδιάσω και να δοκιμάσω ένα μοντέλο.	Με υποστήριξη και καθοδήγηση, μπορώ να σχεδιάσω και να δοκιμάσω ένα μοντέλο.	Χρειάζομαι υποστήριξη για να εργαστώ μέσα από πολλά βήματα του κύκλου του μηχανικού σχεδιασμού.	
Δημιουργική Επικοινωνία				
Μπορώ να μοιραστώ τη δημιουργικότητά μου μέσα από τα λόγια, τις πράξεις και τις ιδέες μου για να ολοκληρώσω εργασίες.	Μπορώ να επικοινωνήσω με τους άλλους με δημιουργικούς τρόπους.	Χρειάζομαι υποστήριξη και καθοδήγηση για να επικοινωνήσω δημιουργικά με τους άλλους.	Χρειάζομαι πολλές προτροπές και καθοδήγηση για να επικοινωνήσω δημιουργικά με άλλους.	
ΣΥΝΟΛΟ				

Διευκόλυνση ανάπτυξης δεξιοτήτων σε μια τάξη STEM

9 Δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων

9.0 Εισαγωγή

Σε αντίθεση με τα περισσότερα προβλήματα που προκύπτουν στα προγράμματα σπουδών θετικής κατεύθυνσης, τα οποία ταιριάζουν απόλυτα σε μεμονωμένους κλάδους και μπορούν να επιλυθούν με καθιερωμένες μεθόδους, τα πραγματικά προβλήματα επιστήμης και μηχανικής είναι διεπιστημονικά, συχνά κακώς ορισμένα και απαιτούν όλα τα θετικά χαρακτηριστικά ενός μαθητή όπως δημιουργικότητα, προσοχή στη λεπτομέρεια, πειραματισμός, μαθηματική ανάλυση, υπολογισμός, σχεδιασμός, αντιμετώπιση προβλημάτων, διορατική σκέψη, τάση για έλεγχο υπολογισμών, αναπαραγωγή δεδομένων. Μερικά χαρισματικά άτομα έχουν όλα αυτά τα χαρακτηριστικά, αλλά δεν υπάρχουν αρκετά για να καλύψουν τις ανάγκες της βιομηχανίας, του δημόσιου τομέα και του ακαδημαϊκού χώρου για ειδικευμένους εφαρμοσμένους επιστήμονες, τεχνολόγους, μηχανικούς ή μαθηματικούς.

Δυστυχώς, πολλά προγράμματα σπουδών θετικών επιστημών προσανατολίζονται υπέρ των επιστημονικών θεωριών και της μαθηματικής ανάλυσης. Μόλις οι μαθητές μπαίνουν στο Πανεπιστήμιο, βυθίζονται απευθείας στις αφαιρετικές ιδέες των Μαθηματικών, της Φυσικής και της Χημείας του πρώτου έτους, και παραμένουν κυρίως σε αυτές τις σφαίρες για τα επόμενα τέσσερα χρόνια. Έτσι συνεχίζουν με όλο και πιο αφηρημένα προηγμένα μαθηματικά και επιστημονικά προβλήματα σε εργασίες και τεστ και συγκεκριμένα εργαστηριακά μαθήματα περιορισμένα σε σχέση με τη θεωρητική ανάπτυξη. Στην συνέχεια ως εκπαιδευτικοί σε μια τάξη STEM, θα πρέπει να προσπαθήσουν να εξοπλίσουν όλα τα παιδιά με τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων που απαιτούνται στις σταδιοδρομίες επαγγελματιών STEM.

Η πρόκληση είναι οι δάσκαλοι να μπορέσουν να διδάξουν με τρόπο που να εξισορροπεί τις μαθησιακές ανάγκες και προτιμήσεις όλων των μαθητών αντί να ευνοεί σε μεγάλο βαθμό το ένα έναντι του άλλου. Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται πως μπορεί να επιτευχθεί αυτή η ισορροπία και αναφέρεται στα ακόλουθα ερωτήματα:

- Ποια χαρακτηριστικά διακρίνουν τους ειδικούς στην επίλυση προβλημάτων από τους αρχάριους; Πώς μπορούμε να βοηθήσουμε τα παιδιά να αναπτύξουν αυτές τις ιδιότητες;
- Γιατί η μεταγνώση³ αποτελεί κρίσιμο συστατικό της επίλυσης προβλημάτων από ειδικούς; Πώς μπορούμε να παρακινήσουμε και να προετοιμάσουμε τους μαθητές να την εξασκήσουν;

³ Μεταγνώση: αποτελεί ένα νέο όρο για την ελληνική γλώσσα και αναφέρεται στο να γνωρίζουμε τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η σκέψη μας και τους τρόπους με τους οποίους επεξεργαζόμαστε τη γνώση δηλαδή η επίγνωση του τι γνωρίζουμε και τι όχι. Μεταγνώση επίσης είναι η γνώση του τρόπου με τον οποίο ένας μαθητής θα φτάσει στην επίλυση ενός προβλήματος.

○Τι ρόλο παίζει η αυτό-αποτελεσματικότητα στη μάθηση; Τι μπορούμε να κάνουμε για να βοηθήσουμε τα παιδιά να την αναπτύξουν κατά την επίλυση προβλημάτων;

○Πώς μπορεί η στρατηγική επίλυσης προβλημάτων να βοηθήσει τους παιδιά να μάθουν να επιλύουν τα είδη πολύπλοκων, ανοιχτών, πολυεπισημονικών, πραγματικών προβλημάτων που είναι πιθανό να αντιμετωπίσουν ως επαγγελματίες;

○Οπότε και πώς πρέπει να χρησιμοποιηθεί η μάθηση βάσει προβλημάτων (problem-based learning) ;

9.1 Στρατηγικές για τη διδασκαλία δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων από ειδικούς

Οι εκπαιδευτικές τεχνικές που εξετάζονται σε αυτήν την ενότητα μπορούν να βοηθήσουν τα παιδιά σε μια τάξη STEM να αναπτύξουν τις δεξιότητες και τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την εξειδίκευση στην επίλυση προβλημάτων.

9.1.1 Διδασκαλία στα παιδιά να ταξινομούν προβλήματα

Στη βιβλιογραφία προτείνονται στρατηγικές για πως θα διδάξουμε τους μαθητές να ταξινομούν τα προβλήματα με τρόπο που οι ειδικοί μαθαίνουν να κάνουν μέσα από μακροχρόνια εμπειρία (Ambrose, 2010). Η ακόλουθη διαδικασία βασίζεται σε αυτές τις στρατηγικές:

○Προσδιορισμός χαρακτηριστικών που διακρίνουν διαφορετικά προβλήματα που θα αντιμετωπίσουν οι μαθητές. Ταξινόμηση των προβλημάτων σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των μαθητών και εντοπισμός στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων σε κάθε κατηγορία. Κάθε φορά που εξετάζεται ένα νέο πρόβλημα στην τάξη STEM, ξεκινούμε βάζοντας τα παιδιά να προσδιορίσουν την κατηγορία του και να περιγράψουν τη μέθοδο επίλυσης καθώς επίσης και να τους ζητείται να το κάνουν ξανά με προβλήματα στο σπίτι.

○Ανάθεση πολλών προβλημάτων που μπορούν να λυθούν με μια προσέγγιση (όπως η χρήση αναλόγων ποσών σε πίνακα) και στη συνέχεια αντιστοίχιση με ένα άλλο πρόβλημα που λύνεται εύκολα με μια διαφορετική προσέγγιση (όπως η απλή μέθοδος των τριών). Επίσης να ζητείται από τους μαθητές να κάνουν τις απαραίτητες τροποποιήσεις στο σύστημα ταξινόμησης προβλημάτων.

9.1.2 Επίδειξη της πλήρους διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων, συμπεριλαμβανομένης της μεταγνώσης

Μια σύνθετη λύση προβλήματος στο μάθημα STEM μπορεί να φαίνεται αδύνατη στα παιδιά όταν παρουσιάζεται μόνο το τελικό αποτέλεσμα. Όταν εργάζονται με παραδείγματα προβλημάτων στην τάξη, καλό θα είναι να μην ξεκινά ο δάσκαλος με ακριβώς τη σωστή αρχή και προχωρώντας σε μια άψογη εξέλιξη από την αρχή μέχρι το τέλος. Αρχάριοι μαθητές θα έχουν την ιδέα ότι θα πρέπει να είναι σε θέση να το κάνουν αυτό και όταν το προσπαθήσουν και αποτύχουν, είναι πιθανό να απογοητευτούν και να τα παρατήσουν. Αντίθετα, περιστασιακά, θα πρέπει να γίνεται επίλυση ενός νέου προβλήματος λέγοντας δυνατά αυτό που σκέφτεται ο δάσκαλος καθώς αποφασίζει πώς να ξεκινήσει, τι να κάνει στη συνέχεια, πώς να παρακολουθήσει την πρόοδο μεταγνωστικά (Λειτουργεί; Έχει νόημα αυτή η λύση; Πώς μπορώ να το ελέγξω; Μπορεί να υπάρχει καλύτερη προσέγγιση;) και τι

να κάνει εάν «κολλήσει» ή συνειδητοποιήσει ότι έγινε κάτι λάθος. Η περιστασιακή μοντελοποίηση της διαδικασίας των ειδικών για τους μαθητές επιταχύνει την πρόδό τους προς το να μπορούν να το κάνουν μόνοι τους (Weimer, 2002).

Μια άλλη τεχνική για την προώθηση της μεταγνώσης είναι ένα ερωτηματολόγιο μετά τη δοκιμή στο οποίο οι μαθητές σκέφτονται πώς προετοιμάστηκαν, γιατί έχασαν αυτό που έχασαν και τι θα μπορούσαν να κάνουν για να βελτιώσουν την απόδοσή τους σε επόμενες δοκιμές. Όσο περισσότερα παιδιά εντοπίζουν ρητά τα λάθη και τις αναποτελεσματικές στρατηγικές τους, τόσο λιγότερο πιθανό θα είναι να επαναλάβουν αυτά τα λάθη και τις στρατηγικές στο μέλλον.

9.1.3 Χρήση του τεμαχισμού προβλημάτων σε ένα μάθημα STEM για την προώθηση της μεταγνώσης

Στην Ενότητα 6 εισήχθησαν στρατηγικές ενεργητικής μάθησης που έχουν σχέση με την απόκτηση δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων από τους μαθητές σε μια τάξη STEM:

○ Διαμερισμός των λύσεων προβλημάτων σε μέρη. Ο δάσκαλος σε μια τάξη STEM θα πρέπει να κάνει σύντομα απλά μέρη παράδοσης ή να αφήνει τους μαθητές να διαβάσουν απλά μέρη και να χρησιμοποιεί τα αναλυτικά και εννοιολογικά απαιτητικά μέρη ως βάση για δραστηριότητες.

○ Χρησιμοποίηση της επίλυσης προβλημάτων ζεύγους σκέψης (thinking-aloud pair problem solving TAPPS) για την καθοδήγηση των μαθητών σε μερικώς ή πλήρως επεξεργασμένα παραδείγματα. Ο δάσκαλος θα μπορεί να ζητήσει από τα ζευγάρια των παιδιών να περάσουν λύσεις προβλημάτων σε μια ακολουθία σύντομων δραστηριοτήτων. Σε κάθε δραστηριότητα, ένας μαθητής εξηγεί την ανάλυση, βήμα προς βήμα, συμπεριλαμβανομένου του συλλογισμού πίσω από τα βήματα και ο άλλος μαθητής κάνει ερωτήσεις εάν ο πρώτος λέει κάτι ασαφές και δίνει στον πρώτο υποδείξεις εάν χρειάζεται. Τα ζευγάρια αντιστρέφουν ρόλους σε διαδοχικές δραστηριότητες. Όταν τα παιδιά εργάζονται στα βήματα μιας αναλυτικής διαδικασίας με οποιονδήποτε από αυτούς τους τρόπους, εμβαθύνουν την κατανόησή τους για τη διαδικασία, αυξάνουν την πιθανότητα να μπορούν να το εφαρμόσουν σε νέα προβλήματα και να αναπτύξουν τις μεταγνωστικές τους δεξιότητες.

9.1.4 Χρησιμοποίηση της επανάληψης για την προώθηση της αυτοματοποίησης

Οι περισσότεροι ειδικοί έπρεπε να επαναλάβουν ενέργειες ξανά και ξανά (π.χ. φτιάχνοντας το σουφλέ οι σεφ, χορηγώντας την ένεση οι νοσηλεύτες, σχεδιάζοντας τη διαδικασία οι μηχανικοί) προτού αναπτύξουν την ικανότητα να το κάνουν με τον φαινομενικά αβίαστο τρόπο που κάνουν τα πράγματα οι ειδικοί. Η γνωστική επιστήμη ρίχνει φως στη σύνδεση μεταξύ επανάληψης και μάθησης.

Επανάληψη και Μάθηση (Brainwave):

Ένα ερέθισμα οποιουδήποτε είδους πυροδοτεί ένα μοτίβο σημάτων που μεταδίδονται από τους νευρώνες σε γειτονικές ομάδες νευρώνων. Στη συνέχεια, οι ενεργοποιημένοι νευρώνες παραμένουν ευαίσθητοποιημένοι για ώρες ή πιθανώς ημέρες. Εάν το ερέθισμα είναι ένα μεμονωμένο γεγονός και το μοτίβο δεν επαναληφθεί κατά τη

διάρκεια αυτής της περιόδου, το γεγονός είναι πιθανό να χαθεί από τη μνήμη. Εάν επαναληφθεί, η νευρωνική ομάδα υφίσταται μακροχρόνια ενίσχυση (long-term potentiation - LTP), αναπτύσσοντας μεγαλύτερη ευαισθησία και τάση να ενεργοποιείται γρήγορα. Αρκετή επανάληψη ενώνει τους νευρώνες, οπότε αν κάποιος ενεργοποιηθεί, τότε ενεργοποιούνται όλοι, σχηματίζοντας ένα νέο ίχνος μνήμης. Η εκμάθηση μιας διαδικασίας (π.χ. για την επίλυση ενός συγκεκριμένου τύπου προβλήματος ή η χρήση τεχνικών σχεδιασμού της Μηχανικής) περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός αριθμού τέτοιων ίχνων. Η επανάληψη συνεχίζει να ενισχύει τις συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων, έτσι ώστε η διαδικασία να γίνεται πιο επιδέξια και να απαιτεί προοδευτικά λιγότερη συνειδητή προσπάθεια, φτάνοντας τελικά στον αυτοματισμό που χαρακτηρίζει την απόδοση των ειδικών (Treadwell, 2016).

Μια επίπτωση αυτού του εγκεφαλικού κύματος είναι ότι μόνο το να γίνεται στα παιδιά μια παράδοση για μια μέθοδο επίλυσης προβλημάτων και να παρουσιάζονται ένα ή δύο παραδείγματα είναι απίθανο να οδηγήσει στη μάθηση, πόσο μάλλον σε εξειδίκευση. Εάν τα παιδιά δεν συναντήσουν ξανά τη μέθοδο σε αυτό το μάθημα, δεν θα πρέπει να αποτελεί έκπληξη σε ένα επόμενο μάθημα να συμπεριφέρονται σαν να μην την έχουν ξαναδεί στη ζωή τους.

Εάν θέλουμε οι μαθητές να αναπτύξουν αυτοματισμό σε μια δεξιότητα, θα πρέπει να ενσωματωθεί η επανάληψη στη διδασκαλία. Επίδειξη ποικιλίας εφαρμογών της δεξιότητας, δραστηριότητες τάξης και εργασίες και στη συνέχεια ανάθεση στα παιδιά προβλημάτων που απαιτούν τη δεξιότητα. Αυτό είναι ένα από τα πολλά πλεονεκτήματα της εκπαίδευσης STEM.

9.1.5 Απεικόνιση μιας μεθόδου επίλυσης προβλημάτων σε μια ποικιλία διαφορετικών πλαισίων.

Η παρουσίαση πληροφοριών σε διαφορετικά πλαίσια προάγει την επακόλουθη δυνατότητα ανάκτησης των πληροφοριών από τη μακροπρόθεσμη μνήμη. Η απεικόνιση μιας μεθόδου επίλυσης προβλημάτων σε διαφορετικά περιβάλλοντα βελτιώνει επίσης την ικανότητα των παιδιών να κρίνουν την καταλληλότητα της μεθόδου για διαφορετικούς τύπους προβλημάτων (ταξινόμηση προβλημάτων) και ενισχύει την εμπιστοσύνη τους στην ικανότητά τους να χρησιμοποιούν τη μέθοδο (αυτοαποτελεσματικότητα). Ένα παράδειγμα θα μπορούσε να είναι η χρήση της αρχής διατήρησης της ενέργειας σε διαφορετικές εφαρμογές σε διάφορες ενότητες μαθημάτων STEM με κάθε ευκαιρία.

Η αυτο-αποτελεσματικότητα (Self-efficacy) είναι ένας όρος που επινοήθηκε από τον ψυχολόγο Albert Bandura (1977) για να δηλώσει την πίστη στην ικανότητα κάποιου να πετύχει σε συγκεκριμένες καταστάσεις. Ίσως η πιο αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ αρχαρίων και ειδικών είναι η αυτοαποτελεσματικότητα των ειδικών στον τομέα της εξειδίκευσής τους. Όταν αντιμετωπίζουν νέες προκλήσεις, ξέρουν ότι έχουν κάνει παρόμοια πράγματα με επιτυχία στο παρελθόν και ότι η γνώση τους εξοπλίζει με την πεποίθηση ότι θα μπορέσουν να το κάνουν ξανά. Αυτό ακριβώς ακολουθεί την εξέλιξη των παιδιών που έχουν ακολουθήσει πρόγραμμα μάθησης STEM στην μετέπειτα πορεία τους. Η αυτο-αποτελεσματικότητα των παιδιών σε ένα θέμα ή δεξιότητα παίζει σημαντικό ρόλο στη μάθησή τους ή στην αποτυχία τους να μάθουν.

Βασική διδασκαλία και μάθηση: Τα συναισθήματα αποθηκεύονται με τις αναμνήσεις.

Ο εγκέφαλος λειτουργεί ως ένα συνεχές φίλτρο πληροφοριών, κωδικοποιώντας τις αισθητηριακές εισροές που θεωρεί σημαντικές για τη μνήμη εργασίας απορρίπτοντας άλλες εισόδους και είτε κωδικοποιώντας πληροφορίες από τη βραχυπρόθεσμη μνήμη στη μακροπρόθεσμη μνήμη είτε απορρίπτοντας τες. Μια εμπειρία που σχετίζεται με χαρά, φόβο, θυμό ή οποιοδήποτε άλλο ισχυρό συναίσθημα είναι σχετικά πιθανό να διατηρηθεί, οπότε κωδικοποιούνται τα συναισθήματα με την εμπειρία. Όταν η εμπειρία ανακαλείται αργότερα, η ανάμνηση επαναφέρει το συναίσθημα (Treadwell, 2016).

Εάν ένας μαθητής έχει μια αρνητική εμπειρία σε ένα συγκεκριμένο είδος μαθημάτων, όπως να πάρει έναν κακό βαθμό ή να τον γελοιοποιήσουν ή να τον κάνει ένας δάσκαλος ή οι συμμαθητές του να ντραπεί για κακή απόδοση ή για μια «χαζή» ερώτηση, το περιστατικό και τα άσχημα συναισθήματα που προκαλεί είναι πιθανό να αποθηκευτούν μαζί στη μακροπρόθεσμη μνήμη. Εάν συμβαίνουν παρόμοια περιστατικά στον ίδιο τύπο μαθημάτων, οι αναμνήσεις και τα σχετικά αρνητικά συναισθήματα μπορεί να αλληλοενισχύονται και τελικά να συγχωνευθούν σε μια πεποίθηση χαμηλής αυτοαποτελεσματικότητας σχετικά με το θέμα του μαθήματος (π.χ. «Απλώς δεν είμαι καλός στα Μαθηματικά»). Αντίθετα, εάν οι μαθητές έχουν ιστορικό θετικών εμπειριών με ένα είδος μαθήματος π.χ. να πάρουν καλούς βαθμούς ή να κερδίσουν τον σεβασμό του εκπαιδευτή και των συμμαθητών τους, οι αναμνήσεις τους και τα συναφή καλά συναισθήματα μπορεί να οδηγήσουν σε πεποιθήσεις υψηλής αυτοαποτελεσματικότητας.

Όπως όλοι οι άνθρωποι, έτσι κι οι μαθητές τείνουν να επιδιώκουν εμπειρίες που συνδέουν με καλά συναισθήματα και να αποφεύγουν εμπειρίες με αρνητικές συσχετίσεις. Εάν έχουν υψηλές πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας στο θέμα μιας νέας πρόκλησης στο μάθημα STEM, η παρόρμησή τους να ξαναζήσουν τα καλά συναισθήματα που σχετίζονται με αυτό το θέμα τους οδηγεί να μελετήσουν σκληρά και να επιμείνουν μπροστά σε αποτυχίες. Ομοίως, η χαμηλή αυτό-αποτελεσματικότητα ωθεί τους μαθητές να ελαχιστοποιήσουν τον χρόνο που αφιερώνουν στο θέμα και να τα παρατήσουν μόλις βιώσουν οπισθοδρομήσεις, ενισχύοντας περαιτέρω την αίσθηση ανεπάρκειάς τους.

Η έννοια της αυτό-αποτελεσματικότητας μερικές φορές επικρίνεται με βάση λανθασμένες αντιλήψεις για το τι είναι. Η αύξηση της αυτοαποτελεσματικότητας των παιδιών δεν σημαίνει βελτίωση της αυτοεκτίμησης ή της αυτοσημασίας τους. Σημαίνει απλώς να τους βοηθήσουμε να αποκτήσουν αυτοπεποίθηση ότι μπορούν να επιτύχουν να αντιμετωπίσουν μια συγκεκριμένη πρόκληση (Bandura, 1997). Στην περίπτωση των μαθημάτων STEM είναι πολύ εύκολο να βοηθήσουμε τους μαθητές να αποκτήσουν αυτοπεποίθηση μιας και κάθε ιδέα ή λύση οδηγεί σε αποτελέσματα που μπορούν να είναι αποδεκτά ή σε βελτιώσεις αυτών. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να προωθήσει ένας δάσκαλος την αυτό-αποτελεσματικότητα των μαθητών του στο μάθημα STEM που διδάσκει, οι οποίοι ίσως να φανούν ήδη οικείοι από προτάσεις που έχουν ήδη αναφερθεί.

Παροχή πρώιμων επιτυχιών.

Μια κοινή στρατηγική διδασκαλίας είναι να γίνουν τα πράγματα πραγματικά δύσκολα στην αρχή ενός μαθήματος για να σταλεί το μήνυμα ότι θα χρειαστεί δουλειά για να πετύχουν οι μαθητές και στη συνέχεια να χαλαρώσουν καθώς προχωρά το μάθημα. Αν και αυτή η ιδέα έχει κάποια λογική, μπορεί εύκολα να αποτύχει. Εάν ξεκινήσει ένα μάθημα STEM με πολύ απαιτητική πρόκληση τότε είναι πιθανό πολύ καλά καταρτισμένοι και πρόθυμοι μαθητές να καταλήξουν εσφαλμένα στο συμπέρασμα ότι δεν μπορούν να επιτύχουν και απλώς να σταματήσουν να προσπαθούν. Αλλά εάν οι πρώτες δραστηριότητες είναι λογικές και οι μαθητές καταλήξουν σε επιτυχές επίπεδο τότε θα αναπτύξουν θετικές πεποιθήσεις αυτό-αποτελεσματικότητας και θα παρακινούνται να κάνουν την εργασία που απαιτείται για την επιτυχία στο μάθημα

Παροχή ισορροπημένων οδηγιών.

Οι μαθητές διαφέρουν με πολλούς τρόπους - στα δυνατά σημεία και τις αδυναμίες, τις συμπάθειες και τις αντιπάθειες, την εργασιακή ηθική, τι τους παρακινεί και τι τους αποτρέπει, πώς προσεγγίζουν τη μελέτη και πώς ανταποκρίνονται σε διαφορετικές στρατηγικές διδασκαλίας και φυσικά ως προς τη φυλή ή κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Μία από τις πιο σημαντικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι δάσκαλοι είναι να καθορίσουν πώς να διδάξουν μια τάξη γεμάτη μαθητές με αυτό το εύρος διαφορετικότητας.

Δεν είναι ρεαλιστικά δυνατό να καθοριστεί η βέλτιστη στρατηγική διδασκαλίας μαθημάτων STEM για κάθε μαθητή ξεχωριστά και να γίνει διδασκαλία με αυτόν τον τρόπο. Το κλειδί είναι να εξισορροπηθούν οι μαθησιακές ανάγκες και τα ενδιαφέροντα διαφορετικών μαθητών: θεωρία και πράξη, ανάλυση και πειραματισμός, διαλέξεις και ενεργητική μάθηση, ατομική και ομαδική εργασία κ.λπ.. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε μια μεγάλη προκατάληψη κατά τη διδακτέα ύλη, όπως η σχεδόν αποκλειστική πρώιμη έμφαση στη θεωρητική και τη μαθηματική ανάλυση έναντι του πειραματισμού και τις εφαρμογές πραγματικού κόσμου σε πολλά παραδοσιακά μαθήματα η οποία προκατάληψη θα πρέπει να απέχει εξορισμού από μια τάξη STEM. Αυτό μπορεί να έχει σοβαρό αρνητικό αντίκτυπο στην αυτοαποτελεσματικότητα της ομάδας παιδιών που είναι λιγότερο ευνοημένοι και κατά συνέπεια οι μαθητές να αποκλείονται από τα μετέπειτα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών για λόγους που δεν έχουν να κάνουν με τις δυνατότητές τους να επιτύχουν στη σταδιοδρομία σε αντίστοιχα επαγγέλματα (Felder & Brent, 2016), που αντιπροσωπεύει μια σοβαρή απώλεια για αυτούς, για τα επαγγέλματα STEM και την κοινωνία.

Ελαχιστοποίηση της ταχύτητας ως παράγοντα επιτυχίας.

Προηγούμενα αναφέρθηκε ο δυνητικά καταστροφικός αντίκτυπος των γρήγορων μαθητών που μπορούν να ολοκληρώσουν γρηγορότερα τα προβλήματα ή να υλοποιούν μια ιδέα στην τάξη. Τα παιδιά συχνά διαμορφώνουν τις πεποιθήσεις τους για τις ικανότητές τους συγκρίνοντας τους εαυτούς τους με τους συμμαθητές τους.

Από την άλλη πάλι, εάν συνήθως τους τελειώνει ο χρόνος σε θέματα ή δραστηριότητες που πολλοί άλλοι μαθητές μπορούν να ολοκληρώσουν, θα μπορούσαν λανθασμένα να συμπεράνουν ότι δεν έχουν την ικανότητα να

επιτύχουν. Για να ελαχιστοποιηθεί αυτό το πρόβλημα πρέπει να δίνεται στους μαθητές τουλάχιστον τριπλάσιος χρόνος από όσο χρειάζεται για να επεξεργαστεί ο δάσκαλος τη λύση ή την πρόκληση που τους δίνετε κάθε φορά.

9.2 Μάθηση βάσει προβλημάτων (Problem based learning)

Μια εκπαιδευτική μέθοδος που βασίζεται εξ ολοκλήρου σε ανοιχτά προβλήματα σε ένα μάθημα STEM είναι η μάθηση με βάση το πρόβλημα (Problem based learning PBL) (Prince & Felder, 2006).

Η επίλυση προβλημάτων PBL μπορεί να απαιτεί αναζήτηση βιβλιογραφίας, εργαστηριακό πειραματισμό, σχεδιασμό διαδικασίας ή προϊόντος, προγραμματισμό ή έρευνα και μπορεί να διαρκέσει σημαντικό χρονικό διάστημα. Τα παιδιά συνήθως εργάζονται σε ομάδες για να βρουν τη λύση και έχουν την πρωταρχική ευθύνη για την εκτέλεση της εργασίας. Υποθέτουν λύσεις, τις δοκιμάζουν, εντοπίζουν την ανάγκη για πληροφορίες που μπορεί ή όχι να παρέχει ο δάσκαλος. Δοκιμάζουν διαφορετικές λύσεις εάν βρίσκουν τις προηγούμενες μη αποδεκτές έως ότου τελικά συγκλίνουν σε μια λύση και τέλος παρουσιάζουν την τελική τους πρόταση. Ο δάσκαλος παρέχει καθοδήγηση, ενθάρρυνση και ανατροφοδότηση ανάλογα με τις ανάγκες.

Η μάθηση βάσει προβλημάτων είναι ισχυρό εργαλείο σε μια τάξη STEM και υπάρχουν εκτεταμένες ενδείξεις ότι προάγει τη μακροπρόθεσμη διατήρηση της γνώσης και ένα ευρύ φάσμα δεξιοτήτων σκέψης και επίλυσης προβλημάτων στο αντικείμενο που διδάσκεται (Prince & Felder, 2006). Ωστόσο έχει και τα μειονεκτήματά του. Τα παιδιά που συναντούν αυτού του είδους τη μάθηση για πρώτη φορά τείνουν να τη βρίσκουν τρομακτική. Πολλά παιδιά δυσανασχετούν με τον δάσκαλο επειδή (κατά την άποψή τους) εγκατέλειψε την ευθύνη να διδάξει και έκανε τους μαθητές να κάνουν τα πάντα για τον εαυτό τους με αποτέλεσμα ίσως κάποια σχόλια να αντικατοπτρίζουν αυτή τη δυσaréσκεια. Εάν οι εκπαιδευτικοί δεν αποθαρρύνονται χρησιμοποιώντας τη μάθηση βάσει προβλημάτων τότε η στάση των μαθητών καταλήγει θετική, αλλά αυτή η πρώτη εμπειρία μπορεί να μην είναι ευχάριστη.

Για να χρησιμοποιηθεί η μάθηση βάσει προβλήματος με αποτελεσματικό τρόπο, προτείνεται ανεπιφύλακτα να ακολουθηθεί μια σταδιακή προσέγγιση εάν δεν υπάρχει μεγάλη εμπειρία μεθόδους διδασκαλίας με επίκεντρο τον μαθητή. Θα πρέπει πρώτα να εφαρμοστεί η ενεργητική μάθηση, μέχρι να νιώσει ο δάσκαλος άνετα με τη μέθοδο και να ξέρει πώς να ελαχιστοποιήσει ή να εξαλείψει την αντίσταση των μαθητών σε αυτήν. Στη συνέχεια, μπορεί να εισάγει τα παιδιά στη συνεργατική μάθηση, κάνοντας το αρκετά συχνά ώστε να αντιμετωπίζονται επιτυχώς τα υλικοτεχνικά και διαπροσωπικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν συχνά οι ομάδες του μαθητικού έργου. Τότε μπορεί να ακολουθήσει η μάθηση βάσει προβλήματος στο μάθημα STEM πιο αβίαστα και αποτελεσματικά.

10 Επαγγελματικές δεξιότητες

10.0 Εισαγωγή

Μεγάλο μέρος της τρέχουσας εκπαίδευσης μαθημάτων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών είναι αφιερωμένη στην προετοιμασία των μαθητών για δουλειές που γίνονται γρήγορα παρωχημένες.

Έρευνες σε εργοδότες αποφοίτων τέτοιων σχολών σημειώνουν σοβαρά κενά μεταξύ των δεξιοτήτων που χρειάζονται το εργατικό τους δυναμικό και των δεξιοτήτων που έχουν οι νέοι υπάλληλοί τους. Όταν κλήθηκαν να βαθμολογήσουν τη σημασία έντεκα πνευματικών και πρακτικών δεξιοτήτων, οι ερωτηθέντες σε μια έρευνα κατέταξαν την προφορική επικοινωνία, την ομαδική εργασία, τη γραπτή επικοινωνία, την κριτική σκέψη, την αναλυτική λογική, την επίλυση σύνθετων προβλημάτων, την εκπαίδευση στην πληροφορική, την καινοτομία και τη δημιουργικότητα σημαντικά υψηλότερα από τις τεχνολογικές δεξιότητες και το μαθηματικό συλλογισμό (Association of American Colleges & Universities, 2015). Οι εκπαιδευτικοί ακαδημαϊκού επιπέδου έχουν επίγνωση αυτής της κατάστασης εδώ και αρκετές δεκαετίες και ορισμένοι έχουν εντοπίσει μαθησιακά αποτελέσματα που θα χρειαστούν οι μελλοντικοί απόφοιτοι για να επιτύχουν επαγγελματικά. Ορισμένα από τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν τεχνικές γνώσεις και μεθόδους που παραδοσιακά συνδέονται με πεδία STEM, ενώ άλλα ασχολούνται περισσότερο με γενικότερα θέματα όπως παγκόσμια και κοινωνικά ζητήματα, δια βίου μάθηση και εκμάθηση πώς να μαθαίνουν, ομαδική εργασία και πάνω απ' όλα επικοινωνία. Οι δεξιότητες που απαιτούνται για την επιτυχία στο τελευταίο σύνολο αποτελεσμάτων έχουν συχνά χαρακτηριστεί κάπως απαξιωτικά ως «soft skills», υποδηλώνοντας λανθασμένα ότι επιβάλλουν χαμηλότερες πνευματικές απαιτήσεις από τις σκληρές δεξιότητες των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών και πλέον χαρακτηρίζονται καταλληλότερα ως επαγγελματικές δεξιότητες. Οι δάσκαλοι λοιπόν που καλούνται να διδάξουν θεματικές ενότητες εκπαίδευσης STEM τείνουν να ανησυχούν μήπως πρέπει να διδάξουν δεξιότητες στις οποίες δεν έχουν εκπαιδευτεί ποτέ και δεν είναι σίγουροι ότι είναι τόσο καλοί. Επίσης φοβούνται ότι η διδασκαλία αυτών των δεξιοτήτων θα απαιτήσει νέες μεθόδους διδασκαλίας για τις οποίες θα πρέπει να αφιερώσουν πολύ χρόνο ώστε να γίνουν γνώστες και πολύ χρόνο διδασκαλίας μακριά από σημαντικό γνωστικό περιεχόμενο. Πολλοί μαθητές εκπαιδευτικών προγραμμάτων STEM είναι επίσης εχθρικοί προς την διδασκαλία επαγγελματικών δεξιοτήτων, θεωρώντας την ως απόσπαση της προσοχής από το πραγματικό θέμα, τα Μαθηματικά και τη Μηχανική που θα «πρέπουν» να μάθουν για καλύτερες επιδόσεις. Βέβαια η ανάπτυξη όλων των σημαντικών επαγγελματικών δεξιοτήτων και μεθόδων που βοηθούν τα παιδιά θα απαιτούσε μια πολύ μεγάλη ανάλυση.

Προτείνονται, ωστόσο, πέντε τομείς δεξιοτήτων να περιλαμβάνουν ένα σημαντικό κλάσμα των ικανοτήτων που οι μελλοντικοί εργοδότες των παιδιών μας λένε ότι χρειάζονται οι υπάλληλοί τους: επικοινωνία, δημιουργική σκέψη (εύρεση καινοτόμων λύσεων σε προβλήματα όταν οι υπάρχουσες προσεγγίσεις αποδεικνύονται ανεπαρκείς), κριτική σκέψη (δημιουργία και υποστήριξη, κρίσεις και αποφάσεις που βασίζονται σε στοιχεία), αυτοκατευθυνόμενη μάθηση (ανάληψη πρωτοβουλίας για τον προσδιορισμό των μαθησιακών αναγκών κάποιου, εύρεση των πόρων που απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών και μάθηση) και ομαδική εργασία. Τρόποι για να διευκολυνθεί η ανάπτυξη των δεξιοτήτων των παιδιών στους τέσσερις πρώτους τομείς συζητούνται σε αυτό το κεφάλαιο και οι δεξιότητες ομαδικής εργασίας εξετάζονται χωριστά στο Κεφάλαιο 11.

Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει τις ακόλουθες ερωτήσεις:

○Πώς μπορούν να ενσωματωθούν στα μαθήματα STEM δεξιότητες επικοινωνίας, δημιουργικής σκέψης, κριτικής σκέψης και αυτοκατευθυνόμενης μάθησης; Πώς μπορεί να γίνει αυτό χωρίς να θυσιαστεί κάποιο άλλο σημαντικό περιεχόμενο μαθημάτων;

○Πώς επηρεάζουν τα επίπεδα πνευματικής ανάπτυξης των παιδιών (προηγούμενο ενδιάμεσο) τις απαντήσεις τους στη διδασκαλία επαγγελματικών δεξιοτήτων; Πώς μπορεί να δημιουργηθεί ένα υποστηρικτικό περιβάλλον στην τάξη STEM για την ανάπτυξη επαγγελματικών δεξιοτήτων και να αντιμετωπιστεί η αντίσταση όταν εμφανίζεται;

10.1 Επικοινωνιακές δεξιότητες στην τάξη STEM

Πολλά άρθρα και βιβλία έχουν γραφτεί σχετικά με τη συνεκτική και πειστική συγγραφή, την αποτελεσματική ομιλία και την προετοιμασία καλών γραφικών παρουσίασης. Μπορεί ένας δάσκαλος να βασιστεί σε τέτοιες αναφορές για να διδάξει καλές τεχνικές επικοινωνίας και να διαμορφώσει κριτήρια βαθμολόγησης για γραπτές και προφορικές εργασίες. Εδώ προτείνονται τρόποι για την ενσωμάτωση της ανάπτυξης δεξιοτήτων επικοινωνίας στα μαθήματα STEM. Κάθε εργασία που προτείνεται για τη διευκόλυνση της ανάπτυξης επαγγελματικών δεξιοτήτων περιλαμβάνει τη γραφή ή ομιλία και έτσι βελτιώνει τις επικοινωνιακές δεξιότητες παρέχοντας πρακτική και είτε επίσημη είτε άτυπη ανατροφοδότηση. Ακολουθούν μερικές πρόσθετες ιδέες.

Αναθέσεις χαμηλής δυσκολίας

Οι εργασίες χαμηλής δυσκολίας μπορεί να είναι δραστηριότητες στην τάξη ή εργασίες για το σπίτι. Η ενεργητική μάθηση παρέχει εκπαίδευση χαμηλού ρίσκου στην τεχνική ομιλία και πιθανώς τη γραφή. Όταν τα παιδιά απευθύνονται σε έναν συμμαθητή τους και εξηγούν μια έννοια ή το επόμενο βήμα σε μια λύση προβλήματος, κάνουν τεχνική προφορική επικοινωνία και λαμβάνουν άμεση ανατροφοδότηση από τον «συνεργάτη» τους, ο οποίος είτε καταλαβαίνει είτε όχι. Όταν στη συνέχεια καλούνται οι μαθητές να αναφέρουν στην τάξη τι έκαναν μετά από μια δραστηριότητα μικρής ομάδας, εξασκούνται να μιλούν ενώπιον μιας ομάδας.

Σε αυτό το σημείο πολύ χρήσιμο εργαλείο είναι η τεχνική της βιντεοσκόπησης της παρουσίασης τους. Στο τέλος του μαθήματος ή στην αρχή του επόμενου ώστε να γίνει σύνδεση, παρουσιάζοντας τις βιντεοσκοπημένες παρουσιάσεις στην τάξη μπορούν οι συμμαθητές να σχολιάσουν τα θετικά στοιχεία που είδαν (στάση σώματος, οπτική επαφή με την κάμερα, άρθρωση, ένταση φωνής κ.ά.). Στη συνέχεια προτείνουν βελτιώσεις. Έτσι ο βιντεοσκοπημένος μαθητής αντιλαμβάνεται με ποιον τρόπο τον βλέπει ένα κοινό, αποκτά αυτοπεποίθηση και βελτιώνει αβίαστα τις δεξιότητες επικοινωνίας του.

Επίσης οι μαθητές εξασκούνται στην τεχνική γραφή εάν για παράδειγμα γράψουν μεμονωμένα μια σύντομη εξήγηση ενός όρου ή μιας έννοιας ή λύσης προβλήματος, στη συνέχεια σχηματίζουν ζευγάρια, συγκρίνουν τις εξηγήσεις τους και συνεργαστούν για να δημιουργήσουν μια καλύτερη.

Οι εργασίες γραφής χαμηλής δυσκολίας μπορούν επίσης να συμπεριληφθούν στις εργασίες για το σπίτι ως ξεχωριστά προβλήματα ή προσθήκες σε υπάρχοντα προβλήματα.

Αναθέσεις υψηλής δυσκολίας

Στα μαθήματα STEM, οι αναφορές για έργα οποιουδήποτε είδους - εργαστήρια, αναλύσεις μελετών, έρευνα ή εργασία που γίνεται σε πρακτική άσκηση - παίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των βαθμού κατανόησης των μαθημάτων, γεγονός που εξ ορισμού τους καθιστά υψηλούς. Επίσης κατά την επίτευξη συγκεκριμένων εργασιών (project) η ικανότητα αυτών των project να βελτιώνουν την κατανόηση και τις δεξιότητες των παιδιών εξαρτάται από το πώς δομούνται και αξιολογούνται τα συγκεκριμένα έργα - project.

10.2 Δεξιότητες δημιουργικής σκέψης στην τάξη STEM

Τα πιο δύσκολα προβλήματα που αντιμετωπίζει η κοινωνία μας όπως το πώς να παρέχουμε σε όλους τους πολίτες επαρκή και οικονομικά προσιτή τροφή, στέγαση, ιατρική περίθαλψη, αποτελεσματικές και οικονομικές μεταφορές, καθαρή και ασφαλή ενέργεια, δεν είναι πιθανό να επιλυθούν με εύκολες ή συμβατικές μεθόδους. Για να αντιμετωπίσουν με επιτυχία αυτά τα προβλήματα, οι επαγγελματίες σε επαγγέλματα STEM θα χρειαστούν τη δημιουργικότητα για να βελτιώσουν ή να αντικαταστήσουν τις υπάρχουσες διαδικασίες και προϊόντα.

Πολλές μέθοδοι έχουν προταθεί για να βοηθήσουν τους μαθητές σε τεχνικούς κλάδους να βελτιώσουν τις δημιουργικές τους δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (Felder, 1987). Ο Πίνακας 10.2–1 παραθέτει τύπους ασκήσεων δημιουργικής σκέψης. Δεν χρειάζεται να δίνονται ασκήσεις κάθε τύπου σε κάθε μάθημα STEM. Ξεκινάμε με μερικές που αφορούν τις δεξιότητες δημιουργικής σκέψης που θέλουμε να αναπτύξουν τα παιδιά και δίνεται συνέχεια με αύξηση του αριθμού που ορίζεται εάν φαίνεται ότι παρουσιάζουν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Πίνακας 10.2–1 Τύποι ασκήσεων δημιουργικής σκέψης

Ενδεικτικές Ασκήσεις Δημιουργικής Σκέψης

Καταιγισμός ιδεών ή συγγραφή ιδεών.	Κάντε τη μεγαλύτερη λίστα που μπορείτε με _____. Ο στόχος είναι η ποσότητα και η ποικιλία των ιδεών, όχι η ποιότητα (η ποιότητα έρχεται αργότερα στη διαδικασία) και οι τραβηγμένες ιδέες ενθαρρύνονται έντονα	Εξηγήστε τα απροσδόκητα αποτελέσματα. Περιγράψτε μια παρατήρηση ή μέτρηση που διαφέρει από τις προβλέψεις ή τους υπολογισμούς και ζητήστε από τους μαθητές να προτείνουν πιθανές αιτίες της απόκλισης. Η αντιμετώπιση προβλημάτων ελαττωματικών διαδικασιών και προϊόντων εμπίπτει σε αυτήν την κατηγορία.
Δημιουργήστε ένα πρόβλημα.	[Φτιάξτε και λύστε] ένα λεκτικό πρόβλημα που σχετίζεται με υλικό που καλύπτεται στο _____.	Το πρόβλημα δεν πρέπει να μοιάζει με πρόβλημα που έχει παρουσιαστεί από τον δάσκαλο
Δημιουργήστε κάτι.	Σχεδιάστε ένα πρωτότυπο [προϊόν, διαδικασία, πείραμα, ερευνητική μελέτη, αλγόριθμος] που πληροί καθορισμένα κριτήρια.	Η εργασία μπορεί επίσης να ζητήσει από τον μαθητή να επιδείξει τη σκοπιμότητα, την αποτελεσματικότητα ή τη βέλτιστη σχεδίαση και να συζητήσει πιθανά μειονεκτήματα ή ακούσιες συνέπειες.

10.2.1 Καταιγισμός ιδεών και συγγραφή ιδεών

Στην εκπαίδευση που λαμβάνουν οι περισσότεροι μαθητές STEM, τα ακόλουθα μηνύματα δεν μεταφέρονται ποτέ καλά (ή σχεδόν ποτέ):

- Όσες περισσότερες πιθανές λύσεις σκέφτεστε για ένα σύνθετο πρόβλημα, τόσο πιο πιθανό είναι να βρείτε την καλύτερη λύση.
- Μερικές φορές μια λύση που στην αρχή ακούγεται ανόητη οδηγεί στην καλύτερη λύση.
- Το να κάνεις λάθος δεν σημαίνει απαραίτητα ότι αποτυγχάνεις, όπως αντιλήφθηκε ξεκάθαρα ο Thomas Edison όταν προσπαθούσε να εφεύρει έναν λειτουργικό λαμπτήρα. Είπε: «Δεν έχω αποτύχει δέκα χιλιάδες φορές. Έχω βρει με επιτυχία δέκα χιλιάδες τρόπους που δεν θα λειτουργήσουν».

Αντί να διδαχθούν να εφαρμόζουν αυτά τα μηνύματα στην επίλυση προβλημάτων, τα περισσότερα παιδιά αντιμετωπίζουν μόνο προβλήματα που είναι καλά καθορισμένα και έχουν μοναδικές σωστές απαντήσεις που η δουλειά τους είναι να βρουν. Αντιμετωπίζουν λοιπόν τεράστια έκπληξη όταν συνειδητοποιήσουν σε μια τάξη STEM ότι το παιχνίδι αλλάζει. Τα προβλήματα στον χώρο εργασίας σπάνια είναι καλά καθορισμένα (συχνά το πιο δύσκολο μέρος του προβλήματος είναι να καταλάβουμε ακριβώς ποιο είναι το πρόβλημα) και ο στόχος είναι συνήθως όχι για να βρεθεί η καλύτερη λύση με την ιδανική έννοια, αλλά μάλλον να βρεθεί η καλύτερη λύση που μπορεί να επιτευχθεί με περιορισμένο χρόνο και πόρους να αφιερώνονται σε αυτήν την αναζήτηση. Και αυτό ακριβώς καλούνται να κάνουν τα παιδιά σε μια ορθά δομημένη τάξη εκπαίδευσης STEM.

Ο καταιγισμός ιδεών είναι μια τεχνική επίλυσης προβλημάτων στην οποία δημιουργούνται γρήγορα πολλές πιθανές λύσεις σε δύσκολα προβλήματα. Οι λύσεις στη συνέχεια αξιολογούνται και οι καλύτερες από αυτές προσδιορίζονται και γίνονται αποδεκτές. Η τεχνική - η οποία επινοήθηκε από στέλεχος στο χώρο της διαφήμισης, τον Alex Osborn (1963) - χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία και η διδασκαλία αυτής της τεχνικής σε μαθητές STEM μπορεί να είναι ένα σημαντικό βήμα για την προετοιμασία τους για τη μελλοντική τους σταδιοδρομία.

Μια τυπική εργασία καταιγισμού ιδεών σε ομάδες μαθητών σε μια τάξη μοιάζει ως εξής:

«Δουλεύοντας ως ομάδα, με όλα τα μέλη της ομάδας να προτείνουν ιδέες και ένα από αυτά να γράφει όλες τις προτάσεις, φτιάξτε τη μεγαλύτερη λίστα που μπορείτε. Μην συζητάτε ή επικρίνετε τις ιδέες, αλλά βασίστε σε αυτές για να δημιουργήσετε ιδέες που μπορούν να προκύψουν. Ιδέες που είναι τραβηγμένες, αστείες, ακόμη και αδύνατες είναι ιδιαίτερα πολύτιμες.»

Για να ενθαρρύνει ο δάσκαλος τα παιδιά κατά τον καταιγισμό ιδεών μπορεί να δώσει ένα εικονικό βραβείο το οποίο θα δοθεί στο μέλος της ομάδας που θα έχει την πιο καινοτόμο συνεισφορά.

Αυτή η εργασία ενσωματώνει τέσσερα κριτήρια που πρότεινε ο Osborn (1963) για να είναι αποτελεσματικός ο καταιγισμός ιδεών:

1. Εστιάζουμε στην ποσότητα. Ο Thomas Edison διατύπωσε το σκεπτικό πίσω από αυτήν την κατάσταση στο απόσπασμα κοντά στην αρχή αυτής της ενότητας. Ο στόχος της φάσης δημιουργίας ιδεών είναι να δημιουργήσει όσο το δυνατόν περισσότερες ιδέες, είτε καλές, κακές, γελοίες ή αδύνατες. Όσο περισσότερες ιδέες υπάρχουν, τόσο πιο πιθανό είναι να συμβεί η καλύτερη.

2. Απομακρύνουμε την κριτική. Οι δημιουργικές ιδέες ρέουν καλύτερα σε ένα χαλαρό περιβάλλον και τίποτα δεν σκοτώνει την αίσθηση της χαλάρωσης περισσότερο από το να απορριφθούν οι ιδέες αμέσως μόλις εμφανιστούν. Μόλις τα παιδιά αρχίσουν να ανησυχούν μήπως τους επικρίνουν, η ροή των ιδεών σταματά. Εάν θεωρείται ότι μια ιδέα είναι κακή, δε θα πρέπει να επικρίνεται αλλά απλώς να προτείνεται μια καλύτερη (ή πιθανώς μια ακόμη χειρότερη αν έχει αξία ψυχαγωγίας).

3. Συνδυασμός και βελτίωση των ιδεών. Η δύναμη του καταιγισμού ιδεών στην τάξη STEM έγκειται στο γεγονός ότι η ακρόαση ιδεών συχνά ωθεί τα παιδιά να σκεφτούν σχετικές αλλά διαφορετικές ιδέες.

4. Καλωσορίζουμε τις ασυνήθιστες ιδέες. Μια φαινομενικά παράλογη ιδέα μπορεί να εξυπηρετήσει δύο ζωτικής σημασίας σκοπούς. Μπορεί να μετακινήσει τη διαδικασία δημιουργίας ιδεών σε μια νέα και απροσδόκητη κατεύθυνση, οδηγώντας πιθανώς σε καλές ιδέες που διαφορετικά δεν θα είχαν προκύψει. Επιπλέον, μπορεί να οδηγήσει σε γέλιο (έγκριση, όχι κοροϊδία) και ενδεχομένως να χρησιμεύσει ως κίνητρο για να καταλήξουμε σε μια ακόμη πιο τραβηγμένη ιδέα. Τελικά οι ιδέες ανάμεσα στα παιδιά μπορεί να αρχίσουν να ρέουν τόσο γρήγορα όσο μπορεί να τις γράψει ο καθένας.

Ο καταιγισμός ιδεών έχει κάποιους περιορισμούς. Πρώτα απ' όλα μπορεί να προκύψει «λεκτικός συνωστισμός» όπου οι ιδέες χάνονται επειδή πολλά παιδιά μιλούν ταυτόχρονα. Έπειτα κάποια παιδιά μπορεί να αποκρύπτουν ιδέες από φόβο μήπως κριθούν και τέλος τα «κυρίαρχα άτομα» στην ομάδα μπορεί να εμποδίσουν άλλους με πιθανώς καλύτερες ιδέες να συνεισφέρουν. Μια εναλλακτική στον καταιγισμό ιδεών που βοηθά στην αποφυγή αυτών των περιορισμών είναι η γραφή (VanGundy, 1983). Τα παιδιά λαμβάνουν τον ίδιο τύπο προτροπής, αλλά αντί να συνεισφέρουν ιδέες προφορικά, κάθε παιδί γράφει μια λίστα ιδεών. Οι λίστες μοιράζονται με ολόκληρη την ομάδα, η οποία στη συνέχεια συλλέγει επιπλέον ιδέες.

10.2.2 Εξήγηση απροσδόκητων αποτελεσμάτων

«Η στερνή, η πιο ιερή μορφή θεωρίας είναι η πράξη. Νίκος Καζαντζάκης». Αυτή η δήλωση ισχύει έντονα για την επιστήμη και τη Μηχανική, όπου ο καθορισμός του τι πρέπει να συμβεί σε ένα πείραμα ή μια διαδικασία κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες είναι μόνο μέρος του προβλήματος - συχνά το εύκολο μέρος. Το πιο δύσκολο και πιο ενδιαφέρον μέρος είναι η αντιμετώπιση προβλημάτων - η προσπάθεια να καταλάβουμε γιατί τα πράγματα δεν έγιναν όπως έπρεπε. Οι επιτυχημένοι επιστήμονες και μηχανικοί αντιμετωπίζουν συχνά προβλήματα. Διατυπώνουν καταιγισμό ιδεών για πιθανές εξηγήσεις για αποκλίσεις μεταξύ της προβλεπόμενης και της παρατηρούμενης συμπεριφοράς του συστήματος, όπως λανθασμένες υποθέσεις στο μοντέλο που

χρησιμοποιείται για τις προβλέψεις κ.ά. Αυτό ακριβώς συμβαίνει και σε μια τάξη STEM. Τα παιδιά θα πρέπει να αναγνωρίζουν τα απροσδόκητα αποτελέσματα και να προσπαθούν να εξηγήσουν το λόγο εμφάνισής τους.

10.2.3 Διατύπωση προβλημάτων

Ένα από τα πιο δύσκολα πράγματα που πρέπει να κάνουν οι εκπαιδευτικοί STEM είναι να δημιουργήσουν καλά προβλήματα που καλύπτουν όλο το φάσμα των μαθησιακών στόχων του μαθήματος, από απλές ασκήσεις που απαιτούν μόνο βασικές γνώσεις έως ουσιαστικές προκλήσεις που απαιτούν δεξιότητες σκέψης και επίλυσης προβλημάτων υψηλού επιπέδου.

Όταν οι εκπαιδευτικοί επινοούν, λύνουν και παρουσιάζουν προβλήματα, βελτιώνουν τη γνώση των απαιτούμενων δεξιοτήτων και ασκούν επίσης τη δημιουργικότητά τους, εάν τα προβλήματα το απαιτούν. Εάν ανατεθεί στους μαθητές να δημιουργήσουν και να λύσουν οι ίδιοι προβλήματα, αποκτούν τις ίδιες βελτιωμένες δεξιότητες και δημιουργικότητα. Όπως με κάθε άλλη δεξιότητα, η ικανότητα διατύπωσης καλών προβλημάτων βελτιώνεται με την εξάσκηση και την ανατροφοδότηση. Μετά από πολλές τέτοιες εργασίες, θα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον μερικοί από τους μαθητές που να αναπτύσσουν μια πραγματική ικανότητα να φτιάχνουν έξυπνα προβλήματα, μερικά από τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικές εργασίες και εξετάσεις.

10.3 Δεξιότητες κριτικής σκέψης στην τάξη STEM

Οι περισσότεροι δάσκαλοι συμφωνούν ότι ένας από τους σκοπούς της εκπαίδευσης πρέπει να είναι το να γίνουν οι μαθητές καλοί κριτικοί στοχαστές. Όμως τι ακριβώς σημαίνει αυτό; Στην εκπαιδευτική βιβλιογραφία υπάρχουν ορισμοί της κριτικής σκέψης που καλύπτουν κάθε νοητική δραστηριότητα πέρα από την απομνημόνευση, συμπεριλαμβανομένης της ανάλυσης, της αξιολόγησης, της δημιουργίας και του προβληματισμού για τις δικές του διαδικασίες σκέψης (μεταγνώση).

Πολλοί συγγραφείς έχουν μια πιο περιορισμένη άποψη για την κριτική σκέψη, θεωρώντας ότι σημαίνει λήψη κρίσεων και αποφάσεων που υποστηρίζονται από στέρεα στοιχεία και λογική. Μια πιο περίπλοκη εκδοχή αυτού του ορισμού είναι αυτή του Kurfiss (1988), ο οποίος ορίζει την κριτική σκέψη ως «μια έρευνα που σκοπός της είναι να εξερευνήσει μια κατάσταση, φαινόμενο, ερώτημα ή πρόβλημα για να καταλήξει σε μια υπόθεση ή ένα συμπέρασμα σχετικά με αυτό που ενσωματώνει όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες και επομένως μπορεί να αιτιολογηθεί πειστικά. Στην κριτική σκέψη, όλες οι υποθέσεις είναι υπό αμφισβήτηση, οι αποκλίνουσες απόψεις αναζητούνται επιθετικά και η έρευνα δεν είναι προκατειλημμένη υπέρ ενός συγκεκριμένου αποτελέσματος». Οι αληθινοί κριτικοί στοχαστές έχουν την ικανότητα και την τάση να διεξάγουν τέτοιες εξερευνήσεις.

Οι περισσότερες δραστηριότητες εντός της τάξης και τα προβλήματα που έχουν ανατεθεί στα μαθήματα STEM είναι εκφράσεις των «κατατάξτε _____», «καθορίστε _____», «εξηγήστε _____», «σχεδιάστε _____», "δίνονται _____, υπολογίστε _____", ή "εξάγετε μια έκφραση για _____."

Για να γίνει προώθηση της κριτικής σκέψης, συμπληρώνονται ανάλογες εκφράσεις με κάποιες που απαιτούν κριτική ανάλυση και αξιολόγηση.

Παρακάτω δίνονται παραδείγματα που μπορούν εύκολα να τροποποιηθούν ώστε να ταιριάζουν σε οποιοδήποτε θέμα μαθήματος STEM. Στα περισσότερα βασικά μαθήματα STEM, η εστίαση θα πρέπει να είναι στο βασικό περιεχόμενο, επομένως δεν χρειάζεται να συμπεριλαμβάνονται προβλήματα όπως τα παρακάτω σε κάθε μάθημα. Απλώς να προσδιορίζονται τα είδη εργασιών κριτικής σκέψης που θα θέλαμε να μπορούν να εκτελούν τα παιδιά παρέχοντας μοντελοποίηση και εξάσκηση σε αυτές τις εργασίες. Προφανώς δεν θα μετατραπούν όλα τα παιδιά σε ειδικούς κριτικούς στοχαστές με αυτόν τον τρόπο. Η δουλειά του δασκάλου είναι απλώς να ενεργοποιήσει τους μαθητές προς αυτή την κατεύθυνση. Ακολουθούν διάφορες στρατηγικές για να γίνει αυτό. (Tan, 2009)

10.3.1 Διαμόρφωση σαφών προσδοκιών

Στο Κεφάλαιο 2, προτάθηκε η αρχή της κοινής λογικής ότι όσο καλύτερα καταλαβαίνουν τα παιδιά τι περιμένει ο δάσκαλος να κάνουν, τόσο πιο πιθανό είναι να μάθουν να το κάνουν. Αναφέρθηκε επίσης ότι ένας αποτελεσματικός τρόπος επικοινωνίας των προσδοκιών είναι να δηλωθούν ως μαθησιακοί στόχοι και να δοθούν στους μαθητές. Έτσι πρέπει να συμβαίνει και με τις ασκήσεις κριτικής σκέψης όπως για παράδειγμα τα παρακάτω:

○ Ακολουθούν [δύο στρατηγικές για την επίλυση αυτού του προβλήματος, τρεις εναλλακτικοί σχεδιασμοί, τρεις πιθανές ερμηνείες πειραματικών δεδομένων]. Επιλέξτε το καλύτερο και αιτιολογήστε την επιλογή σας.

○ [Η δήλωση που μόλις έκανα, στη σελ. ____ του κειμένου σας, ένα από τα επιχειρήματα στο φύλλο εργασίας] είναι λάθος. Προσδιορίστε και διορθώστε τα σφάλματα.

10.3.2 Παροχή δομή, μοντελοποίηση και πρακτική στους μαθητές

Τα παιδιά που δεν είναι εξοικειωμένα με την κριτική σκέψη μπορούν να επωφεληθούν από το να τους δοθεί μια δομή για την αξιολόγηση μιας δημοσίευσης, πρότασης, γραπτής ή προφορικής θέσης, σε ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα. Ένας αποτελεσματικός τρόπος είναι ο δομημένος κριτικός συλλογισμός ο οποίος σκιαγραφείται στον παρακάτω πίνακα:

Όταν γίνεται κριτική σε ένα έγγραφο ή παρουσίαση, μπορούν να γίνουν τα εξής:

Πίνακας 10.3-1 Στάδια για την εξοικείωση με την κριτική σκέψη, αξιολογώντας αμφιλεγόμενο ζήτημα	
Δομημένος κριτικός συλλογισμός	
○	Συνοψίστε όλους τους ισχυρισμούς του συγγραφέα (ή του ομιλητή).
○	Εξετάστε και αξιολογήστε τους λόγους (αιτιολογήσεις) του συγγραφέα και συγκεντρώστε εξωτερικά στοιχεία (γεγονότα, παρατηρήσεις, ερευνητικά δεδομένα, επιστημονικές και λογικές αρχές) που υποστηρίζουν ή αναιρούν τα συμπεράσματα.
○	Προσδιορίστε και αξιολογήστε τις δηλωμένες και μη δηλωμένες υποθέσεις και προκαταλήψεις του συγγραφέα.
○	Εξάγετε συμπεράσματα σχετικά με την εγκυρότητα των ισχυρισμών του συγγραφέα

Είτε διδάσκεται αυτή η δομή, είτε κάποια άλλη διαδικασία κριτικής σκέψης, θα πρέπει να περιγράφεται και να δίνονται παραδείγματα των εφαρμογών της, να μοιράζονται δείγματα εγγράφου ή παρουσιάσεων, να ζητείται από τα παιδιά να εφαρμόσουν τη διαδικασία στις δραστηριότητες της τάξης STEM και ακολούθως θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν παρόμοιες ασκήσεις σε quiz.

10.4 Δεξιότητες αυτοκατευθυνόμενης μάθησης

Σε προηγούμενα σημεία ορίστηκαν χαρακτηριστικά που θα χρειαστούν οι επαγγελματίες επαγγελματιών STEM τις επόμενες δεκαετίες. Η ικανότητα ενός ατόμου να συνεχίσει να αποκτά νέες γνώσεις και δεξιότητες χωρίς τη βοήθεια των δασκάλων από τα πιο σημαντικά - δηλαδή, οι επαγγελματίες STEM θα πρέπει να είναι και αυτοκατευθυνόμενοι μαθητές.

Πολλοί ορισμοί της αυτοκατευθυνόμενης μάθησης έχουν διατυπωθεί. Θα χρησιμοποιηθεί ο κλασικός ορισμός: «Με την ευρύτερη σημασία της, η αυτοκατευθυνόμενη μάθηση περιγράφει μια διαδικασία μέσω της οποίας τα άτομα αναλαμβάνουν την πρωτοβουλία, με ή χωρίς τη βοήθεια άλλων, για τη διάγνωση των μαθησιακών τους αναγκών, τη διαμόρφωση μαθησιακών στόχων, την αναγνώριση ανθρωπίνων και υλικών πόρων για μάθηση, επιλογή και εφαρμογή κατάλληλων στρατηγικών μάθησης και αξιολόγηση μαθησιακών αποτελεσμάτων» (Knowles, 1975). Ακολουθούν ενέργειες που μπορεί να έχει την τάση να κάνει ένας αυτοκατευθυνόμενος μαθητής σε μια τάξη STEM.

A. Διάγνωση μαθησιακών αναγκών.

Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας αυτοκατευθυνόμενης μάθησης είναι ο αυτοκατευθυνόμενος μαθητής να μπορεί να θέτει τις ερωτήσεις, «Τι χρειάζεται να μάθω;» και «Ποιες συνθήκες είναι πιο πιθανό να με βοηθήσουν να το μάθω;» Η απάντηση στην πρώτη ερώτηση σημαίνει τον προσδιορισμό των πραγματικών πληροφοριών που θέλει να μάθει, τις διαδικασίες και τις μεθόδους που θέλει να μπορεί να πραγματοποιήσει και τις έννοιες που θέλει να κατανοήσει. Η απάντηση στο δεύτερο περιλαμβάνει τον εντοπισμό των μέσων και των μεθόδων διδασκαλίας που βρήκε πιο χρήσιμα (βιβλία, άρθρα, διαλέξεις, σεμινάρια, επιδείξεις, πρακτικά εργαστήρια, βίντεο, προσομοιώσεις, σεμινάρια, ατομικές ή ομαδικές συζητήσεις ή διαδικτυακά φόρουμ συζητήσεων, κ.λπ.), και τα άτομα που μπορεί να είναι πιο χρήσιμα (π.χ. δάσκαλοι).

Είναι επίσης χρήσιμο να προσδιορίσει τις συνθήκες που είτε δεν βοηθούν είτε παρεμβαίνουν στη μάθησή.

B. Διατύπωση μαθησιακών στόχων.

Οι αρχικές προδιαγραφές του δασκάλου για το τι θέλει ένας μαθητής να μάθει σε μια τάξη STEM, είναι πιθανό να είναι κάπως γενικές και ασαφείς. Επειδή η επίτευξη τέτοιων στόχων μπορεί να απαιτεί οτιδήποτε, μια στενότερη και πιο λεπτομερής λίστα στόχων θα είναι πολύ πιο χρήσιμη. Σε αυτό το στάδιο της διαδικασίας, ο μαθητής πρέπει να ρωτά «Ποιο είναι το επόμενο πράγμα που πρέπει να μάθω;» Η εκμάθηση ενός ολόκληρου θέματος είναι ένας εκφοβιστικός στόχος που μπορεί να σταματήσει πολλά παιδιά, αλλά το να κάνουν απλώς το επόμενο

βήμα είναι συνήθως διαχειρίσιμο. Εάν δεν είναι, πρέπει να βοηθηθούν από το δάσκαλο να σπάσουν το βήμα σε μικρότερα κομμάτια.

Γ. Προσδιορισμός και συγκέντρωση πόρων μάθησης.

Η επόμενη ερώτηση που μπορεί να κάνει ο μαθητής της τάξης STEM είναι: «Από τα είδη πόρων που προσδιόρισα στο Βήμα Α [έντυποι πόροι, διαδικτυακοί πόροι και ανθρώπινοι πόροι], ποιους συγκεκριμένους πρέπει να αναζητήσω και πού πρέπει να τους αναζητήσω;»

Δ. Επιλογή και εφαρμογή στρατηγικών μάθησης.

Μελέτη βιβλίων και άρθρων, παρακολούθηση των μαθημάτων στην τάξη ή/και βίντεο σχετικά με το θέμα. Συμμετοχή στις συζητήσεις και άμεση επαφή με τον εξοπλισμό και τις προσομοιώσεις. Τα παιδιά πρέπει να ενεργούν σαν να ετοιμάζονται για επαγγελματική παρουσίαση ή/και ακολουθώντας τις στρατηγικές προετοιμασίας εξετάσεων.

Ε. Αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Τα λειτουργικά ερωτήματα που θέτουν τα παιδιά σε αυτό το στάδιο είναι: «Πόσο καλά έμαθα αυτό που ήθελα να μάθω; Αν χρειαστεί να επιστρέψω και να προσπαθήσω ξανά σε κάποιο από αυτά, τι πρέπει να κάνω διαφορετικά;» (Δεν μπορεί να ξεφύγει από τη μεταγνώση ένας μαθητής που θέλει να είναι αυτοκατευθυνόμενος μαθητής.)

Παρακάτω, στον Πίνακα 10.4–1, αναφέρονται προτάσεις που μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα δάσκαλος σε μια τάξη STEM για να βοηθήσει τα παιδιά να μάθουν να κάνουν όλα όσα δίνονται παραπάνω. Πολλά από αυτά βασίζονται ή υποστηρίζονται από ερευνητές. (Felder & Brend, 2016).

Πίνακας 10.4-1 Τρόποι ενίσχυσης της αυτοπεποίθησης του μαθητή	
Εργασίες που προωθούν την αυτοκατεύθυνση και τη δια βίου μάθηση	
Α— Διάγνωση μαθησιακών αναγκών.	
Β— Διατύπωση μαθησιακών στόχων.	
Γ— Προσδιορισμός και συγκέντρωση πόρων μάθησης.	
Δ— Επιλογή και εφαρμογή στρατηγικών μάθησης.	
Ε— Αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.	
Οι μαθητές πρέπει:	Γνωρίσματα στα οποία απευθύνεται
Να προσδιορίζουν τους πόρους και τις μεθόδους διδασκαλίας από τις οποίες πιστεύουν ότι μαθαίνουν καλύτερα.	Α, Γ, Δ

Να διατυπώνουν μαθησιακούς στόχους, οδηγούς μελέτης και προβλήματα.	B
Να κάνουν μια αναζήτηση στο διαδίκτυο για βιβλία και έγγραφα σχετικά με ένα συγκεκριμένο θέμα.	Γ
Δεδομένου ενός ουσιαστικού ανοιχτού προβλήματος, να αναφέρουν λεπτομερώς τι γνωρίζουν, τι πρέπει να καθορίσουν και πώς θα ξεκινούσαν (επαγωγική μάθηση)	A-Δ
Να χρησιμοποιούν κατάλληλους πίνακες για να αξιολογήσουν τα δικά τους αποτελέσματα και τα αποτελέσματα του άλλου.	E
Να αναλύουν μελέτες περιπτώσεων ρεαλιστικών καταστάσεων στις οποίες τα άτομα έπρεπε να κάνουν δύσκολες επιλογές και αποφάσεις. Να δηλώνουν τι θα έκαναν και αναφέρουν τους λόγους τους.	A-E
Να επιλέγουν ασκήσεις στις μαθησιακές τους εργασίες και πώς θα βαθμολογούνται	A-E
Να παρακολουθούν μαθήματα στα οποία χρησιμοποιούνται μέθοδοι διδασκαλίας με επίκεντρο τον μαθητή, ιδιαίτερα ενεργητική, συνεργατική, μάθηση βάσει έργου (project-based learning) και μάθηση με βάση το πρόβλημα (problem-based learning)	A-E

Όταν τα παιδιά τελειώνουν το Δημοτικό σχολείο έχοντας αποκτήσει δεξιότητες αυτοκατευθυνόμενης μάθησης, είναι ουσιαστικά εξοπλισμένοι για να είναι μεταγνωστικοί στοχαστές και δια βίου μαθητές.

10.5 Μάθηση βάσει έργου (Project based learning)

Όποια και αν είναι η περιγραφή εργασίας ενός επαγγελματία STEM, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να περιλαμβάνει εργασία σε ομάδες σε μεγάλα έργα (projects). Τα projects συνήθως απαιτούν δημιουργική και κριτική σκέψη: εάν οι επιστήμονες και οι μηχανικοί είχαν μόνο εργασίες ρουτίνας να εκτελέσουν και δεν χρειαζόταν ποτέ να κάνουν σημαντικές κρίσεις, αργά ή γρήγορα θα αντικαθίστανται από υπολογιστές ή τεχνητούς ή συστήματα τεχνητής νοημοσύνης (AI). Τα μέλη της ομάδας πρέπει να αναλαμβάνουν ατομική ευθύνη για την εκτέλεση των καθηκόντων τους και να μοιράζονται τη συλλογική ευθύνη για το αποτέλεσμα του project. Οι ικανότητές τους πρέπει να επικοινωνούνται αποτελεσματικά μεταξύ των ατόμων της ομάδας και μπορεί να έχουν ισχυρό αντίκτυπο στο αποτέλεσμα. Με άλλα λόγια, οι περισσότεροι επαγγελματίες STEM χρειάζονται όλες τις δεξιότητες που συζητούνται σε αυτό το κεφάλαιο (και στο Κεφάλαιο 11, το οποίο ασχολείται με την ομαδική εργασία).

Το ιδανικό διδακτικό περιβάλλον για την ανάπτυξη επαγγελματικών δεξιοτήτων είναι αυτό που μοιάζει με το χώρο εργασίας όπου θα χρειαστούν οι δεξιότητες, επομένως τα project αποτελούν σημαντικό συστατικό της εκπαίδευσης STEM. Στη μάθηση βάσει έργου, τα έργα παρέχουν το μεγαλύτερο μέρος των κινήτρων και του πλαισίου για την απόκτηση και ανάπτυξη στοχευμένων δεξιοτήτων. Η βιβλιογραφία παρέχει εκτενείς συζητήσεις για τη γενική μάθηση που βασίζεται σε project (Prince & Felder, 2006, 2007).

Σε σχέση με τους παραδοσιακά διδασκόμενους μαθητές, οι μαθητές που συμμετείχαν στη μάθηση βάσει έργου τα πήγαν εξίσου ή ελαφρώς καλύτερα σε τεστ γνώσης περιεχομένου και σημαντικά καλύτερα στις αξιολογήσεις της

εννοιολογικής κατανόησης, των μεταγνωστικών δεξιοτήτων, των κινήτρων για μάθηση, των δεξιοτήτων επικοινωνίας και ομαδικής εργασίας και κατανόησης τού τρόπου που εφαρμόζουν τη μάθησή τους σε πολύπλοκα ρεαλιστικά προβλήματα. Για να γίνουν τα project όσο το δυνατόν πιο διδακτικά πρέπει να απαιτείται και παρέχεται λεπτομερής ανατροφοδότηση σχετικά με τις ενδιάμεσες υποβολές, όπως ένα προκαταρκτικό σχέδιο εργασίας, περιοδικές εκθέσεις προόδου και ένα πρόχειρο σχέδιο της τελικής έκθεσης. Ο δάσκαλος θα μπορεί να παρέχει σχόλια σχετικά με την τελική αναφορά, δίνοντας ευκαιρίες στα παιδιά για αναθεώρηση και εκ νέου υποβολή.

11 Δεξιότητες ομαδικής εργασίας στην εκπαίδευση STEM

11.0 Εισαγωγή

Το να εργάζεται κανείς σε ένα επάγγελμα STEM σημαίνει να εργάζεται σε ομάδες, είτε του αρέσει είτε όχι. Τα πιο δύσκολα προβλήματα είναι πολύπλοκα και πολυεπιστημονικά και είναι σπάνιο να βρεθούν άτομα με αρκετά ευρεία τεχνογνωσία για να λύσουν τα προβλήματα εντελώς μόνοι τους. Σε έρευνες στις οποίες οι εργοδότες των αποφοίτων σχολών STEM καλούνται να απαριθμήσουν τις δεξιότητες που βρήκαν ότι τους λείπουν περισσότερο στις πρόσφατες προσλήψεις τους, η ομαδική εργασία είναι μία από τις δεξιότητες που αναφέρονται πιο συχνά, μαζί με τις δεξιότητες επικοινωνίας, δημιουργικής σκέψης και κριτικής σκέψης που συζητούνται στο Κεφάλαιο 10. (CBI, 2008).

Ο μόνος ουσιαστικός τρόπος για να διδαχθούν τα παιδιά να εργάζονται καλά σε ομάδες είναι να τους ανατεθούν ομαδικές εργασίες, να τους διδαχθούν στρατηγικές ομαδικής εργασίας, να αξιολογηθεί η απόδοσή τους και να τους παρέχεται επικοινωνιακή ανατροφοδότηση. Ωστόσο για τους μέσους δασκάλους σε μια τάξη STEM, η σκέψη των μαθητών που εργάζονται σε ομάδες δεν του δίνει θετικά συναισθήματα. Όταν στο παρελθόν ήταν μαθητές και δούλευαν σε εργασίες ή έργα σε ομάδες ίσως να μην ήταν και τόσο ευχάριστη εμπειρία για εκείνους. Ίσως κάποια μέλη της ομάδας να μην ολοκλήρωναν την δουλειά που τους αναλογούσε και έτσι να επιφορτίζονταν με επιπλέον δουλειά ή να υπήρχαν αδιάκοποι τσακωμοί ή απλώς να προτιμούσαν να εργαστούν μόνοι. Εάν έχουν τώρα δώσει αναθέσεις ομαδικής εργασίας ως δάσκαλοι, αναμφίβολα αντιμετωπίζουν παρόμοια μοτίβα, μόνο που τώρα έπρεπε να αντιμετωπίσουν οι ίδιοι μια σειρά δυσλειτουργικών ομάδων και δυστυχισμένων μελών της ομάδας παιδιών που τους παραπονιούνται.

Οι ομαδικές εργασίες κάνουν πολύ περισσότερα από το να διδάσκουν την ομαδική εργασία. Η έρευνα έχει επανειλημμένα δείξει ότι μπορούν να προωθήσουν σχεδόν κάθε πιθανό μαθησιακό αποτέλεσμα. Ωστόσο, η προώθηση δεν είναι αυτόματη: η τοποθέτηση των μαθητών να εργαστούν σε ομάδες μπορεί να κάνει περισσότερο κακό παρά καλό εάν οι ομάδες δεν σχηματιστούν, δεν διαχειρίζονται και δεν καθοδηγούνται σωστά. Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται οι αρχές της συνεργατικής μάθησης, μια διδακτική προσέγγιση που εξοπλίζει τους παιδιά σε μια τάξη STEM να λειτουργούν αποτελεσματικά σε ομάδες και να αποφεύγουν προβλήματα που συχνά προκύπτουν σε κακώς δομημένη ομαδική εργασία. Αυτό το κεφάλαιο απαντά στις ακόλουθες ερωτήσεις:

○Τι είναι η συνεργατική μάθηση; Ποια είναι τα οφέλη του για τα παιδιά και τους δασκάλους;

○Πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ομάδες αποτελεσματικά στην τάξη, στο εργαστήριο και στα μαθήματα που βασίζονται σε project;

○Πώς πρέπει να σχηματίζονται ομάδες; Είναι λάθος να αφήνονται τους μαθητές να σχηματίσουν τις δικές τους ομάδες;

○Πώς μπορεί να αξιολογηθεί η απόδοση των μεμονωμένων μελών της ομάδας των παιδιών στην τάξη STEM; Πώς μπορούμε να κάνουμε κάθε μέλος της ομάδας υπεύθυνο για την κατανόηση όλης της δουλειάς της ομάδας;

○Ποια προβλήματα πρέπει να προβλεφθούν όταν μπαίνουν τα παιδιά να εργαστούν σε ομάδες; Πώς μπορούν να ελαχιστοποιηθούν αυτά τα προβλήματα και να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά όταν εμφανίζονται;

11.1 Πώς πρέπει να σχηματίζονται οι ομάδες;

Όταν σκοπεύεται να δοθούν εργασίες σε ομάδες παιδιών, αντιμετωπίζονται αμέσως δύο ερωτήσεις:

(1) Πρέπει να σχηματίσει ο δάσκαλος τις ομάδες ή να αφήσει τους μαθητές να επιλέξουν τις δικές τους;

(2) Αν τις σχηματίσει ο δάσκαλος, πώς πρέπει να γίνει;

11.1.1 Δημιουργία των ομάδων από τον δάσκαλο

Όταν χρησιμοποιείται η ενεργητική μάθηση για σύντομες ασκήσεις στην τάξη (Κεφάλαιο 6), τα παιδιά σε διπλανές θέσεις θα πρέπει να ομαδοποιούνται γρήγορα σε ομάδες. Για πιο όμως εκτεταμένες ομαδικές εργασίες και έργα, θα πρέπει να σχηματίζονται οι ομάδες.

Η έρευνα που συγκρίνει την απόδοση ομάδων που σχηματίζονται από εκπαιδευτικούς με εκείνη των αυτοεπιλεγμένων ομάδων τείνει να υποστηρίζει την προηγούμενη προσέγγιση (Fiechtner & Davis, 1985) αν και τα μεγέθη επίδρασης των διαφορών είναι γενικά μικρά.

Ωστόσο, υπάρχουν πολλά άλλα επιτακτικά επιχειρήματα για το σχηματισμό ομάδων από τον δάσκαλο. Όταν τα παιδιά επιλέγουν τις δικές τους ομάδες, οι κορυφαίοι μαθητές της τάξης συχνά βρίσκουν ο ένας τον άλλον και έτσι θέτουν τους πιο αδύναμους μαθητές σε άδικο μειονεκτική θέση και έτσι οι υποεκπροσωπούμενοι μαθητές της μειονότητας μπορεί να μένουν εκτός ή να απομονώνονται. Ο σχηματισμός ομάδων από τον δάσκαλο μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή αυτών των καταστάσεων. Ο σχηματισμός ομάδων προσομοιώνει επίσης τον επαγγελματικό χώρο εργασίας: Οι επαγγελματίες σε επαγγέλματα STEM εργάζονται σχεδόν πάντα σε ομάδες και γενικά δεν έχουν επιλογή για το ποιοι θα είναι οι συνεργάτες τους.

11.1.2 Κριτήρια σχηματισμού ομάδας σε μια τάξη STEM

Στον παρακάτω πίνακα 11.1-1 προτείνονται τέσσερα κριτήρια για το σχηματισμό ομάδας σε ένα μάθημα STEM τα οποία αναλύονται στις παραγράφους που ακολουθούν. Μπορεί να αποφασιστεί από το δάσκαλο να

χρησιμοποιηθούν και άλλα κριτήρια, συμπεριλαμβανομένης της κατανομής μαθητών με κρίσιμες δεξιότητες (όπως δεξιότητες υπολογιστή) μεταξύ των ομάδων και τη συνένωση μαθητών με κοινά ενδιαφέροντα.

Πίνακας 11.1-1 Κριτήρια Σχηματισμού Ομάδας

Κριτήρια Σχηματισμού Ομάδας

1. Δημιουργήστε ομάδες τριών ή τεσσάρων μαθητών για τις περισσότερες ομαδικές εργασίες και project.
2. Κάντε τις ομάδες ετερογενείς σε ικανότητες.
3. Εάν οι εργασίες απαιτούν εργασία εκτός τάξης, σχηματίστε ομάδες των οποίων τα μέλη έχουν κοινά χρονικά διαστήματα για να συναντηθούν.
4. Αποφύγετε να σχηματίζετε ομάδες που περιέχουν έναν μόνο μαθητή από μια μειονοτική ομάδα που υποεκπροσωπείται.

Δημιουργία ομάδων τριών ή τεσσάρων μαθητών για τις περισσότερες ομαδικές εργασίες και έργα.

Όταν οι μαθητές εργάζονται σε ζευγάρια, δεν υπάρχει φυσικός μηχανισμός για την επίλυση συγκρούσεων και τα κυρίαρχα μέλη είναι πιθανό να κερδίσουν σχεδόν κάθε επιχείρημα, είτε έχουν δίκιο είτε λάθος. Οι μεγαλύτερες ομάδες παρέχουν μεγαλύτερη ποικιλία ιδεών και προσεγγίσεων που οδηγούν σε πολλά από τα οφέλη της ομαδικής εργασίας, αλλά επίσης κάνουν τη διαχείριση έργου πιο δυσκίνητη.

Τα μέλη μεγάλων ομάδων είναι πιο πιθανό να αποδεσμευτούν ή να περιθωριοποιηθούν. Οι ομάδες των τριών ή τεσσάρων τείνουν να είναι βέλτιστες για τις περισσότερες εργασίες και έργα. Εάν δημιουργηθούν μεγαλύτερες ομάδες, οι ευθύνες των μεμονωμένων μελών της ομάδας θα πρέπει να διευκρινιστούν προσεκτικά.

Δημιουργία ετερογενών σε ικανότητες ομάδων

Είναι προφανές το άδικο να σχηματίζεται ομάδα μόνο με αδύναμους μαθητές. Αλλά και ομάδες με μόνο δυνατούς μαθητές είναι επίσης προβληματικές. Τα μέλη τέτοιων ομάδων τείνουν να μοιράζουν τις εργασίες, να βασίζονται ο ένας στον άλλο για να κάνουν σωστά τα καθήκοντά τους και μπορεί να μην κοιτάζουν καν τι έκαναν οι συνεργάτες τους με αποτέλεσμα να καταλαβαίνουν πραγματικά μόνο τα μέρη για τα οποία ήταν προσωπικά υπεύθυνοι.

Στις ομάδες μικτής ικανότητας, οι πιο αδύναμοι μαθητές κερδίζουν βλέποντας πώς οι πιο δυνατοί μαθητές αντιμετωπίζουν τα προβλήματα και βιώνοντας ατομικά μαθήματα και οι πιο δυνατοί μαθητές αποκτούν βαθύτερη κατανόηση του θέματος διδάσκοντάς το σε άλλους.

Πρέπει όμως να δοθεί προσοχή στο ότι οι ομάδες που είναι ετερογενείς στην ικανότητα μπορεί επίσης να είναι ετερογενείς και ως προς τους μαθησιακούς στόχους και την εργασιακή ηθική, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε σύγκρουση. Εάν σκοπεύεται να σχηματιστούν ομάδες μικτής ικανότητας, πρέπει επίσης να διερευνηθεί πώς θα μπορούσαν να υιοθετηθούν τα μέτρα που προτείνονται στην παράγραφο 11.2 ώστε να βοηθηθούν τα παιδιά να μάθουν να διαχειρίζονται συγκρούσεις.

Οι μαθητές μιας ομάδας πρέπει να έχουν κοινά χρονικά διαστήματα για να εργαστούν μαζί ίσως και εκτός τάξης.

Στην τάξη STEM η κεντρική ιδέα είναι να ολοκληρώνεται η εργασία ή η δημιουργία ενός έργου-κατασκευής προς επίτευξη της πρόκλησης που δίνεται στα παιδιά κάθε φορά μέσα στα χρονικά όρια του μαθήματος STEM στην τάξη. Κάποιες φορές όμως, αστάθμητοι παράγοντες ενδέχεται να δημιουργήσουν καθυστερήσεις στο πρόγραμμα (όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 5) με αποτέλεσμα τα παιδιά μιας ομάδας να πρέπει να ολοκληρώσουν την εργασία τους εκτός σχολείου. Ανάμεσα στις τάξεις, την μελέτη στο σπίτι και τις εξωσχολικές δραστηριότητες, τα περισσότερα παιδιά έχουν πολύ φορτωμένο πρόγραμμα. Εάν σχηματιστούν ομάδες τυχαία, τα μέλη ορισμένων από αυτές μπορεί να μην μπορούν να βρουν στιγμές που μπορούν να συναντηθούν άνετα για να δουλέψουν σε εργασίες. Μπορεί να αποφευχθεί αυτό το πρόβλημα - ή τουλάχιστον να το ελαχιστοποιηθεί - ανακαλύπτοντας εκ των προτέρων πότε οι μαθητές της τάξης STEM είναι διαθέσιμοι να συναντηθούν και σχηματίζοντας ομάδες μαθητών με κοινούς ελεύθερους χρόνους. Ένα ερωτηματολόγιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λήψη των απαιτούμενων πληροφοριών.

Ένας άλλος τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος της συνάντησης ομάδας είναι να βοηθηθούν τα παιδιά να δημιουργήσουν διαδικτυακές αλληλεπιδράσεις ομάδας. Εργαλεία όπως το Skype το Discord ή το Zoom μπορούν να ενεργοποιήσουν συναντήσεις όταν οι προσωπικές συναντήσεις δεν είναι πρακτικές ή αδύνατες.

Δεν απομονώνεται ούτε ένας μαθητής σε μια μειονοτική ομάδα που υποεκπροσωπείται

Ορισμένοι πληθυσμοί μαθητών υποεκπροσωπούνται στα μαθήματα STEM και διατρέχουν κίνδυνο αποτυχίας στο STEM μάθημα ή εγκατάλειψη της προσπάθειας γενικά. Οι μαθητές σε αυτούς τους πληθυσμούς ενδέχεται να περιθωριοποιηθούν ή να υιοθετήσουν παθητικούς ρόλους όταν απομονώνονται μέσα στην ομάδα (Felder, 2016) γεγονός που οδηγεί στη σύστασή να μην γίνεται αυτό. Αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί τα παιδιά στην τάξη STEM θα πρέπει να προετοιμαστούν για τους μελλοντικούς χώρους εργασίας, όπου κανείς δεν θα τους προστατεύει από την απομόνωση σε ομάδες.

11.1.3 Διαδικασίες σχηματισμού ομάδας

Ακολουθούν τέσσερις τρόποι (ανάμεσα σε πάρα πολλούς που μπορεί να έχει υπόψη του ο δάσκαλος) για να πραγματοποιηθεί ο σχηματισμός ομάδας, ξεκινώντας με αυτόν που προτείνεται ιδιαίτερα:

1. Χρησιμοποίηση διαδικτυακού προγράμματος σχηματισμού ομάδας - όπως το CATME Team-Maker ένα διαδικτυακό πρόγραμμα σχηματισμού ομάδας που αποτελεί μέρος του συστήματος CATME Smarter Teamwork (CATME, n.d.). Αρχικά επιλέγονται τα κριτήρια ταξινόμησης από μια ολοκληρωμένη λίστα κοινών επιλογών (συμπεριλαμβανομένων αυτών στον Πίνακα 11.1-1) ή δημιουργούνται από το δάσκαλο τα δικά του κριτήρια. Συγκεκριμένα το Team-Maker ερωτά τους μαθητές και συλλέγει και αποθηκεύει τις απαιτούμενες πληροφορίες — π.χ. βαθμούς στα προαπαιτούμενα μαθήματα και ώρες που είναι διαθέσιμες για εργασία εκτός τάξης στις

εργασίες — σε μια βάση δεδομένων. Όταν όλα τα παιδιά της τάξης έχουν απαντήσει, το Team-Maker ταξινομεί τους μαθητές σε ομάδες με το πάτημα ενός κουμπιού.

2. Συλλογή δεδομένων σχηματισμού ομάδων από τα παιδιά και χρησιμοποίησή τους από τον δάσκαλο για τον σχηματισμό ομάδων. Αφού αποφασίσει ο δάσκαλος ποια κριτήρια ταξινόμησης θέλει να χρησιμοποιήσει, μπορεί να ετοιμάσει ένα αντίστοιχο ερωτηματολόγιο και να το δώσει την πρώτη ημέρα της τάξης STEM.

3. Σχηματισμός τυχαίας ομάδας εξάσκησης που λειτουργεί για τις πρώτες δύο ή τρεις εβδομάδες του μαθήματος. Γνωρίζοντας και αξιολογώντας τους μαθητές κατά τη διάρκεια των μαθημάτων STEM μπορεί να γίνει αργότερα η διαμόρφωση των ομάδων ανάλογα με τα αποτελέσματα της πρώιμης αυτής αξιολόγησης.

4. Μια τελευταία επιλογή είναι να αφεθούν οι μαθητές να επιλέξουν μόνοι τους τις ομάδες, ορίζοντας ότι καμία ομάδα δεν μπορεί να έχει περισσότερους από έναν μαθητές που είχε εξαιρετική επίδοση π.χ. στα μαθηματικά ή στις κατασκευές. Αυτή η μέθοδος είναι μια λογική προσέγγιση εάν ο δάσκαλος είναι απρόθυμος να σχηματίσει ομάδες μόνος του. Αν και δεν είναι ιδανικό, αποφεύγει ομάδες αποκλειστικά κορυφαίων μαθητών.

11.1.4 Διάλυση και αναμόρφωση ομάδων στην τάξη STEM

Μια συχνή ερώτηση είναι πόσο καιρό θα πρέπει να παραμείνουν μαζί οι ομάδες ανάθεσης και έργου. Ένα επιχείρημα για τη συχνή διάλυση και αναμόρφωση των ομάδων σε μια τάξη STEM είναι ότι τα παιδιά σε αυτές τις ομάδες θα αντιμετωπίσουν λιγότερες συγκρούσεις από τα μέλη μακροχρόνιων ομάδων. Αν και είναι αποδεκτή η εγκυρότητα αυτού του επιχειρήματος, τίθεται η αντίθετη άποψη σχετικά με τη μεταρρύθμιση της ομάδας και συνιστάται οι ομάδες να παραμένουν μαζί για παρατεταμένες χρονικές περιόδους. Ένας στόχος της χρήσης ομαδικών εργασιών είναι να αποκτήσουν τα παιδιά εμπειρία και να μάθουν να ξεπερνούν τα προβλήματα προγραμματισμού και διαπροσωπικών προβλημάτων που συχνά αντιμετωπίζουν οι ομάδες στο χώρο εργασίας. Για να συμβεί αυτή η μάθηση, οι ομάδες πρέπει να παραμείνουν μαζί για αρκετό καιρό ώστε να ξεπεράσουν τη φάση που ο καθένας έχει την καλύτερη συμπεριφορά του/της.

Μια λογική πολιτική είναι να διαλύονται όλες οι ομάδες μία φορά κατά τη διάρκεια του μήνα και να σχηματίζονται νέες για το υπόλοιπο του μαθήματος. (Προφανώς, αυτό δεν θα λειτουργούσε για ένα μάθημα με ένα μόνο έργο το μήνα.)

Γενικά είναι καλό να ακολουθείται η επόμενη στρατηγική:

○Ανακοίνωση στην τάξη STEM, όταν σχηματιστούν για πρώτη φορά οι ομάδες ότι θα διαλυθούν περίπου σε ένα μήνα και θα αναμορφωθούν, εκτός εάν με την πάροδο αυτού του μήνα κάθε μέλος μιας ομάδας υποβάλει αίτημα για να παραμείνει η ομάδα μαζί.

○Την καθορισμένη μέρα, οι ομάδες διαλύονται και σχηματίζονται νέες ομάδες.

11.2 Αντιμετώπιση δυσκολιών στις ομάδες της STEM τάξης

Αυτή η ενότητα εξετάζει ορισμένα προβλήματα που εμφανίζονται συνήθως στην ομαδική εργασία και ειδικά στην τάξη STEM μεταξύ των παιδιών και προτείνει τρόπους αντιμετώπισής τους.

11.2.1 Εξουδετέρωση της αντίστασης των μαθητών

Τα παιδιά που αναγκάζονται να αναλάβουν τη μεγάλη ευθύνη για τη μάθησή τους περνούν από μια σειρά σταδίων που οι ψυχολόγοι συνδέουν με τραύμα και θλίψη.

Στάδια των απαντήσεων των μαθητών στη διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή είναι λοιπόν τα εξής:

1. Σοκ: «Δεν το πιστεύω - πρέπει να κάνουμε την εργασία σε ομάδες και δεν μπορώ να διαλέξω τους συμπαίκτες μου;»
2. Άρνηση: «Ο δάσκαλος/δασκάλα δεν μπορεί να είναι σοβαρός για αυτό - αν το αγνοήσω, θα το ξεχάσει».
3. Έντονο συναίσθημα: «Δεν μπορώ να το κάνω — καλύτερα να εγκαταλείψω το μάθημα» ή «Ο κος/κα _____ δεν μπορεί να μου το κάνει αυτό - θα παραπονεθώ στους γονείς μου!»
4. Αντίσταση και απόσυρση: «Δεν πρόκειται να παίξω αυτό το ανόητο παιχνίδι — δεν με νοιάζει αν ο _____ (της ομάδας) με απογοητεύσει».
5. Παράδοση και αποδοχή: «Εντάξει, νομίζω ότι είναι ανόητο, αλλά έχω κολλήσει σε αυτό και μπορεί επίσης να του δώσω μια ευκαιρία».
6. Αγώνας και εξερεύνηση: «Όλοι οι άλλοι φαίνεται να το καταλαβαίνουν αυτό - ίσως πρέπει να κάνω τα πράγματα διαφορετικά για να λειτουργήσει για μένα».
7. Επιστροφή αυτοπεποίθησης: «Μπορεί να το καταφέρω τελικά - νομίζω ότι έχει αρχίσει να λειτουργεί».
8. Ένταξη και επιτυχία: «Ναι! Όλα είναι εντάξει - δεν ξέρω γιατί είχα τόσα προβλήματα με αυτό πριν».

(Felder & Brent, 1996)

Ακριβώς όπως μερικοί άνθρωποι ξεπερνούν πιο εύκολα από άλλους τη διαδικασία του σοκ ή της θλίψης, έτσι και μερικά από τα παιδιά στην τάξη STEM τα οποία δεν είναι εξοικειωμένα με τις ομάδες μπορεί να προσαρμοστούν γρήγορα στην ομαδική εργασία και να ξεπεράσουν πολλά από τα οκτώ βήματα και άλλα μπορεί να δυσκολεύονται να ξεπεράσουν την αρνητικότητα των σταδίων 3 και 4. Η ιδέα είναι να θυμόμαστε ότι η αντίσταση είναι ένα φυσιολογικό μέρος της προόδου των μαθητών περνώντας από την εξάρτηση από τις αρχές, στην ανεξάρτητη σκέψη κάτι που είναι βασικό συστατικό της STEM εκπαίδευσης. Εάν αυτό αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά νωρίς στο μάθημα, θα συρρικνωθεί ή θα εξαφανιστεί για τους περισσότερους μαθητές.

Ωστόσο, εάν δεν ληφθούν μέτρα για να αντιμετωπιστεί γρήγορα, μπορεί να αποσπάσει σοβαρά την προσοχή στην τάξη και να περιορίσει την αποτελεσματικότητα του μαθήματος STEM.

Η κύρια πρόταση για να ξεπεραστεί η αντίσταση των παιδιών στις ομάδες είναι να εξηγήσει ο δάσκαλος γιατί χρειάζεστε ομαδική εργασία και ιδιαίτερα τι είναι αυτό για τους μαθητές. Αυτό μπορεί να χρειάζεται να επαναλαμβάνεται πολλές φορές και ίσως σε πολλά από τα πρώτα μαθήματα STEM, με υπομονή, σταθερότητα και ενθάρρυνση ώστε τελικά να γίνει αυτονόητο για όλα τα παιδιά.

Μόλις τα παιδιά αναγνωρίσουν ότι η εργασία σε ομάδες είναι προς το συμφέρον τους, μπορεί να εξακολουθούν να είναι δυσαρεστημένοι, αλλά οι περισσότεροι θα κρατήσουν αρκετά ανοιχτό μυαλό αρκετά για να δουν ότι τους λέγεται η αλήθεια.

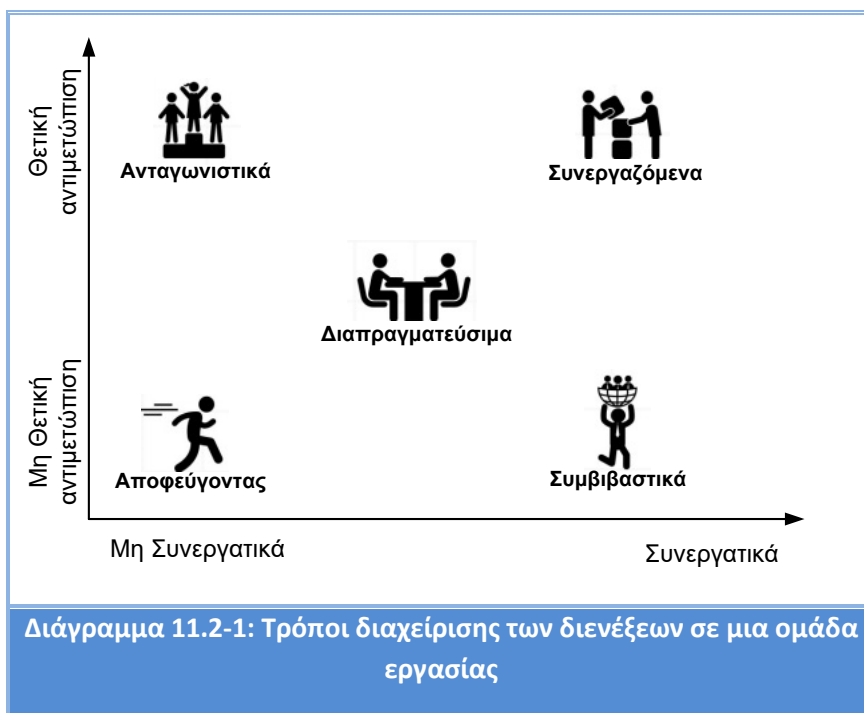
Ένας άλλος τρόπος για να μειωθεί η αντίσταση των μαθητών στην ομαδική εργασία είναι να ρωτηθούν τα παιδιά σχετικά με την ομαδική εργασία. Εάν έχει εφαρμοστεί η συνεργατική μάθηση αποτελεσματικά, οι περισσότεροι μαθητές στην τάξη θα εκφράσουν θετικά ή ουδέτερα συναισθήματα για την ομαδική εργασία και όταν οι δυστυχισμένοι μαθητές ανακαλύψουν ότι είναι μόνο μια μικρή μειοψηφία δεν είναι πιθανό να ακουστούν άλλα παράπονα από αυτούς. Ωστόσο, εάν πολλοί μαθητές εξακολουθούν να είναι αρνητικοί σχετικά με την ομαδική εργασία μετά από ένα μήνα που την κάνουν, θα πρέπει ίσως να ελεγχθεί και αν μπορεί να εντοπιστεί κάτι που πρέπει να αλλαχθεί.

11.2.2 Αντιμετώπιση δυσλειτουργικών ομάδων

Όσο εκνευριστική και αν είναι η αντίσταση των μαθητών στην ομαδική εργασία για τους εκπαιδευτικούς, η κατάσταση με ομάδες με μέλη που δεν αντέχουν ο ένας τον άλλον μπορεί να είναι ακόμη χειρότερη.

Η αγανάκτηση του δασκάλου είναι κατανοητή και πολλοί δάσκαλοι θα συμφωνούσαν με την άποψη ότι δεν είχαν εκπαιδευτεί στη δυναμική της ομάδας ή στην επίλυση συγκρούσεων και επομένως δεν θα έπρεπε να ασχολούνται με αυτά τα πράγματα ως μέρος της δουλειάς τους. Υπάρχει όμως και μια

άλλη άποψη. Προτείνεται ότι η πρωταρχική δουλειά ως εκπαιδευτικοί δεν είναι απλώς να διδάσκουν το περιεχόμενο των μαθημάτων και να αξιολογούν τη μάθηση των παιδιών (ρόλος «ελεγκτή» του Peter Elbow) αλλά



να βοηθήσουν να εξοπλιστούν οι μαθητές με τις δεξιότητες που θα χρειαστούν για να επιτύχουν ως επαγγελματίες και μορφωμένοι πολίτες (ρόλος «καθοδηγητές» του Peter Elbow). Αυτές οι δεξιότητες περιλαμβάνουν τις τεχνικές δεξιότητες που διδάσκονται παραδοσιακά στα προγράμματα σπουδών STEM, τις επαγγελματικές δεξιότητες που συζητούνται στο Κεφάλαιο 10 και τις διαπροσωπικές δεξιότητες που απαιτούνται για την αποτελεσματική λειτουργία σε ομάδες. Στο διάγραμμα 11.2-1 φαίνονται οι τρόποι με τους οποίους διαχειρίζονται οι διενέξεις σε μια ομάδα καθώς και οι αντίστοιχοι χαρακτηρισμοί για την αποτελεσματικότητά τους. Ευτυχώς, δεν χρειάζεται να είναι κάποιος εκπαιδευμένος σύμβουλος για να διδάξει δεξιότητες ομαδικής εργασίας.

Το υπόλοιπο αυτής της ενότητας περιγράφει πολλές απλές αλλά αποτελεσματικές μεθόδους για να βοηθηθούν οι μαθητές να μάθουν να αντιμετωπίζουν κοινά προβλήματα της ομάδας με τον βέλτιστο τρόπο.

Μελέτη των περιπτώσεων κρίσης στην τάξη STEM.

Δύο έως τρεις εβδομάδες μετά την έναρξη της ομαδικής εργασίας στην τάξη STEM, πιθανότατα θα αρχίζουν να ακούγονται παράπονα για τα ενοχλητικά μέλη της ομάδας, όπως για τους μαθητές που δεν κάνουν τίποτα ή για τους κυρίαρχους μαθητές που επιμένουν να απορρίπτουν τις απόψεις όλων των άλλων και να κάνουν ότι θέλουν. Θα μπορούσε να γίνει χρήση αυτών των χαρακτήρων ως θέματα σύντομων περιπτώσεων κρίσεων στην τάξη, στην οποία τα παιδιά θα μπορούν να κάνουν καταιγισμό ιδεών και στη συνέχεια να δίνουν προτεραιότητα σε πιθανές ομαδικές απαντήσεις σε συγκεκριμένες προσβλητικές συμπεριφορές (Felder & Brent, 2016).

Για παράδειγμα, αφού γίνουν στον δάσκαλο μερικά παράπονα για παιδιά που δεν κάνουν τίποτα για την ομάδα ή γίνει αντιληπτό από τον δάσκαλο, ο δάσκαλος μπορεί να ακολουθήσει το εξής:

1. Στο μάθημα μια μέρα μπορεί να αναφερθεί από τον δάσκαλο ότι μερικές φορές οι ομάδες έχουν πρόβλημα με τα μέλη που δεν κάνουν το έργο που τους αναλογεί, που αποτυγχάνουν να κάνουν αυτό που έπρεπε να κάνουν, που εμφανίζονται απροετοίμαστα για τις συναντήσεις εργασίας ή να μην εμφανίζονται καθόλου. Στη συνέχεια, θα πρέπει να πει στην τάξη ότι θέλει να αφιερωθούν λίγα λεπτά μιλώντας για τρόπους αντιμετώπισης αυτών των ατόμων.

2. Χωρίζεται η τάξη σε μικρές ομάδες και δίνονται στα παιδιά λίγα λεπτά για να κάνουν καταιγισμό ιδεών για ενέργειες που μπορεί να κάνουν οι συμπαίκτες των αδιάφορων της ομάδας — όχι μόνο καλές στρατηγικές αλλά και κακές, ακόμη και παράνομες. Τα παιδιά γενικά περνούν καλά με αυτή την άσκηση, σκέφτονται λογικές ιδέες (να μιλήσει ολόκληρη η ομάδα ή ένα μέλος της ομάδας με τους αδιάφορους, να τους δώσει συγκεκριμένες εργασίες, να τους βάλει να συνεργαστούν με ένα παραγωγικό μέλος της ομάδας, να τους προειδοποιήσει για τις συνέπειες εάν δεν ξεκινήσουν να συνεργάζονται, να εξαιρεθούν τα ονόματά τους από μελλοντικές εργασίες και να αποβληθούν από την ομάδα) και όχι και τόσο λογικές ιδέες (όπως το να το αναφέρουν στους γονείς τους κ.λπ.). Η δραστηριότητα πρέπει να συμπεριλαμβάνει όλα τα παιδιά.

3. Λήξη του καταιγισμού ιδεών μετά από περίπου ένα ή δύο λεπτά και κάλεσμα των ομάδων να αναφέρουν τις ιδέες τους. Γράφονται οι ιδέες στον πίνακα, προσθέτοντας μία ή δύο του δασκάλου, αν υπάρχουν κάποιες που κανείς άλλος δεν σκέφτηκε.

4. Μπαίνουν τα παιδιά ξανά στις ομάδες τους για άλλα δύο λεπτά για να προσπαθήσει η τάξη να καταλήξει σε συναίνεση σχετικά με (α) την καλύτερη πρώτη απάντηση, (β) τι να γίνει εάν αυτό δεν έχει αποτέλεσμα και (γ) τι να γίνει ως τελευταία επιλογή. Μετά από λίγα λεπτά, σταματούν οι ομάδες και καταγράφονται τις ιδέες τους στον πίνακα, λέγοντας στην τάξη να αντιγράψει τις λίστες.

Σε εκείνο το σημείο τελειώνει η μελέτη. Αναφέρεται στους μαθητές να λάβουν σοβαρά υπόψη τις ιδέες και να τις χρησιμοποιήσουν όταν είναι απαραίτητο και μετά συνεχίζεται το μάθημά.

Οι μαθητές θα φύγουν από την τάξη με ένα σπλοστάσιο καλών στρατηγικών για την αντιμετώπιση των αδιάφορων και οι αδιάφοροι θα ξέρουν ότι στο μέλλον η ανευθυνότητά τους είναι πιθανό να έχει συνέπειες που μπορεί να μην τις απολαμβάνουν και οι οποίες μπορεί να τους παρακινήσουν να αλλάξουν τον τρόπο τους. Μία ή δύο εβδομάδες αργότερα, μπορεί να γίνει το επιθετικά κυρίαρχο άτομο (ή κάποιο άλλο ενοχλητικό μέλος της ομάδας) αντικείμενο μιας άλλης μελέτης.

Χρήση της ενεργητικής ακρόασης για μεσολάβηση κατά τις συγκρούσεις.

Ακόμα κι αν γίνει ότι είναι δυνατόν για να αποφευχθούν οι συγκρούσεις στις ομάδες των παιδιών στην τάξη STEM, δεν είναι όλα υπό τον έλεγχό του δασκάλου και σε κάθε τάξη μπορεί να υπάρχουν μία ή περισσότερες ομάδες στις οποίες προκύπτουν μεγάλες συγκρούσεις. Η ενεργητική ακρόαση είναι ισχυρό εργαλείο για την επίλυση συγκρούσεων. Παρακάτω δίνεται ένα παράδειγμα του πώς λειτουργεί η ενεργητική ακρόαση στο πλαίσιο της ομαδικής εργασίας.

Ας υποθέσουμε ότι ο δάσκαλος πληροφορείται ότι μια από τις ομάδες της τάξης έχει σύγκρουση σε βαθμό που εμποδίζει την ικανότητα των μελών να συνεργάζονται. Μπορεί να ζητήσει από όλα τα μέλη της ομάδας να συναντηθούν μαζί του στο γραφείο του ή σε μια κενή αίθουσα και να ζητήσει από μία ομάδα (Πλευρά 1, ο παραπονούμενος ή οι παραπονούμενοι) να δηλώσει την υπόθεσή του. Η Πλευρά 2 (όσοι προκαλούν τα παράπονα) πρέπει να ακούσουν χωρίς να σχολιάσουν ή να επιχειρήσουν να αντικρούσουν τα παράπονα. Όταν τελειώσει η Πλευρά 1, η Πλευρά 2 πρέπει να επαναλάβει την ιστορία της Πλευράς 1, σημείο προς σημείο, χωρίς σχολιασμό ή αντίκρουση. Εάν η Πλευρά 2 κάνει κάτι λάθος, η Πλευρά 1 διορθώνει και επαναλαμβάνουν τη διόρθωση και συνεχίζουν. Αν η Πλευρά 2 κάνει οτιδήποτε άλλο εκτός από το να επαναλαμβάνει αυτό που είπε η Πλευρά 1, παρεμβαίνει ο δάσκαλος και τους σταματά, υπενθυμίζοντάς τους ότι θα έχουν τη σειρά τους. Στη συνέχεια, η Πλευρά 2 παρουσιάζει την υπόθεσή της, την οποία η Πλευρά 1 πρέπει να επαναλάβει χωρίς να σχολιάσει ή να αντικρούσει. Το μόνο που μένει μετά από αυτό είναι να δουλέψουν τα μέλη της ομάδας —είτε μόνα τους είτε με κάποια βοήθεια από το δάσκαλο— πώς θα προχωρήσουν για την υπόλοιπη πορεία.

Τι κάνει την ενεργητική ακρόαση τόσο αποτελεσματική; Στις περισσότερες συγκρούσεις, καθώς κάθε πλευρά παρουσιάζει την περίπτωσή της, η άλλη πλευρά είναι πολύ απασχολημένη με τη διαμόρφωση αντεπιχειρημάτων από το να ακούσει πραγματικά τι λένε οι αντίπαλοί της. Στην ενεργητική ακρόαση, αφού κάθε πλευρά αναγκαστεί να ακούσει και μετά να επαναλάβει τη θέση της άλλης πλευράς, κάθε παιδί καταλαβαίνει τουλάχιστον σε τι ακριβώς αφορά η σύγκρουση.

Μόλις φτάσει σε αυτό το σημείο, η μάχη έχει τελειώσει κατά τα τρία τέταρτα. Το τελευταίο βήμα της διαδικασίας συνήθως πηγαίνει εκπληκτικά ομαλά, με πολύ λίγη συμβολή από τον εκπαιδευτικό. Μόλις τα παιδιά περάσουν από αυτή τη διαδικασία, είναι εξοπλισμένα με μια στρατηγική που μπορούν να χρησιμοποιήσουν για την επίλυση επαγγελματικών και προσωπικών συγκρούσεων για το υπόλοιπο της ζωής τους.

Ο δάσκαλος δεν πρέπει να αποθαρρύνεται.

Ότι κι αν γίνει, δεν πρέπει ο δάσκαλος να αφήνει περιστασιακά προβλήματα να μην τον κάνουν να βλέπει τις επιτυχίες της μεθόδου. Η θλιβερή αλήθεια είναι ότι ανεξάρτητα από το πόσο καλά εφαρμόζεται η ομαδική εργασία, δεν μπορεί κανείς να υπολογίζει σε ποσοστό επιτυχίας 100%. Καμία εκπαιδευτική μέθοδος δεν είναι εγγυημένη ότι θα λειτουργεί καλά για όλους τα παιδιά ανά πάσα στιγμή - πάρα πολλοί μη ελεγχόμενοι παράγοντες επηρεάζουν την απόδοση των μαθητών σε ένα μάθημα και σε μια ομάδα. Αλλά ακριβώς όπως μερικοί μαθητές που αποτυγχάνουν σε μια παραδοσιακή τάξη δεν αποδεικνύουν ότι η διδασκαλία ήταν κακή, το να υπάρχουν μερικές δυσλειτουργικές ομάδες μαθητών σε μια τάξη δεν είναι σημάδι ότι η ομαδική εργασία απέτυχε. Την επόμενη φορά που οι προβληματικοί μαθητές θα είναι μέρος μιας ομάδας εργασίας - στο σχολείο ή στην καριέρα τους - μπορεί να έχουν κάποιες έντονες αναμνήσεις από τις συνέπειες της κακής ομαδικής εργασίας και η εμπειρία τους μπορεί να ήταν αρκετά δυσάρεστη ώστε να αποφασίσουν να έχουν διαφορετική συμπεριφορά από την συμπεριφορά ότι τους δημιούργησε πρόβλημα την πρώτη φορά.

Καταλήγοντας, η συνεργατική μάθηση ως αναπόσπαστο μέρος της εκπαίδευσης STEM δεν είναι ασήμαντη και είναι πιθανό να αντιμετωπίζονται κάποια ενοχλητικά προβλήματα όταν εφαρμόζεται για πρώτη φορά. Ωστόσο, εάν ακολουθηθούν οι συνιστώμενες διαδικασίες και υπάρχει η υπομονή και η αυτοπεποίθηση να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα, τα παιδιά θα καρπωθούν τα οφέλη της περισσότερης και βαθύτερης μάθησης και της καλύτερης προετοιμασίας για τις μελλοντικές τους εργασίες.

12 Η διδασκαλία STEM μαθημάτων με επίκεντρο τον μαθητή

12.0 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 1, αναφέρθηκε ότι το παιδαγωγικό πλαίσιο που θα πρέπει να ακολουθηθεί σε μια τάξη STEM είναι η διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή (Learner-Centered Teaching LCT), μια προσέγγιση που δίνει μεγαλύτερη ευθύνη για τη μάθηση των μαθητών στους μαθητές από ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι με επίκεντρο τον δάσκαλο. Δεν αναφέρθηκαν πολλά για τη διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή (LCT) στα επόμενα δέκα κεφάλαια, αλλά επίσης δεν εγκαταλείφθηκε ποτέ το θέμα, επειδή σχεδόν κάθε μέθοδος διδασκαλίας μαθήματος

STEM που έχει συζητηθεί χαρακτηρίζεται ως διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα γίνουν οι συνδέσεις πιο σαφείς και θα εισαχθούν αρκετές ακόμη έννοιες και μέθοδοι για την διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή.

Ένας δάσκαλος σε μια τάξη STEM, ακολουθώντας τη διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή έχει τους διπλούς ρόλους του ελεγκτή (θέτοντας και επιβάλλοντας υψηλά πρότυπα) και του καθοδηγητή (κάνει όσο το δυνατόν περισσότερα για να βοηθήσει όλους τους καταρτισμένους μαθητές να πληρούν ή να υπερβαίνουν αυτά τα πρότυπα) (Elbow, 1986). Η δουλειά του ελεγκτή είναι να πιστοποιεί ότι οι μαθητές έχουν ή όχι τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για να συνεχίσουν σε επόμενες τάξεις και ότι οι μαθητές που παίρνουν υψηλούς βαθμούς έχουν εκπληρώσει καθορισμένους μαθησιακούς στόχους υψηλού επιπέδου.

Όλοι οι δάσκαλοι είναι εξοικειωμένα με το ρόλο του ελεγκτή και τον επιδιώκουν με διαφορετικά επίπεδα επιτυχίας. Το να είσαι καθοδηγητής είναι άλλο θέμα. Πολλοί δάσκαλοι δεν γνώρισαν ποτέ ουσιαστική καθοδήγηση ως μαθητές ή φοιτητές και είτε δεν ξέρουν πώς να το κάνουν είτε δεν το βλέπουν ως ευθύνη τους. Στα ανταγωνιστικά αθλήματα και την εκπαίδευση εταιρικών στελεχών, το πρώτο πράγμα που κάνουν οι καλοί προπονητές είναι να μαθαίνουν για τους ανθρώπους που καθοδηγούν τα δυνατά και αδύνατα σημεία τους και τι τους παρακινεί να κάνουν το καλύτερο δυνατό. Οπλισμένοι με αυτή τη γνώση, οι καθοδηγητές-μέντορες, επινοούν στρατηγικές για την οικοδόμηση των δυνατών σημείων, την υπέρβαση των αδυναμιών και την παροχή των κατάλληλων κινήτρων.

Με τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και στη διδασκαλία μαθημάτων STEM με επίκεντρο τον μαθητή. Όπως παρατηρήσαμε στο Κεφάλαιο 3, ένας από τους πρώτους στόχους του δασκάλου ως μέντορας θα πρέπει να είναι να πληροφορηθεί τις προηγούμενες γνώσεις των παιδιών, τα ενδιαφέροντά τους, τα μαθησιακά κενά και τις παρερμηνείες τους με τον ίδιο τρόπο που γνωρίζει και τα ονόματά τους. Στη συνέχεια, ο στόχος του θα πρέπει να είναι να εντοπίσει και να εφαρμόσει διδακτικές στρατηγικές που να συνδέουν το νέο υλικό του μαθήματος STEM με προηγούμενες γνώσεις και ενδιαφέροντα των μαθητών, που να συμπληρώνουν κενά στις γνώσεις τους, να διορθώνουν τις εσφαλμένες αντιλήψεις τους καθώς και να προάγουν την κατάκτηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων που καθορίζονται στους μαθησιακούς στόχους.

Αυτό το κεφάλαιο κάνει επισκόπηση δύο πρόσθετων θεμάτων που σχετίζονται με το ρόλο του μέντορα:

- τη διαφορετικότητα των μαθητών (εντοπισμός και αντιμετώπιση τρόπων με τους οποίους διαφέρουν οι μαθητές που μπορεί να επηρεάσουν τη στάση και την απόδοσή τους σε ένα μάθημα) και
- την επαγωγική διδασκαλία και μάθηση (έναρξη διδασκαλίας ενός θέματος μαθήματος STEM με πρόκληση και διδασκαλία του περιεχομένου του θέματος στο πλαίσιο της αντιμετώπισης αυτής της πρόκλησης).

Σε προηγούμενα κεφάλαια συζητήθηκαν διάφορες πτυχές της διαφορετικότητας και δύο από τις πιο κοινές επαγωγικές μεθόδους διδασκαλίας - τη μάθηση με βάση το πρόβλημα (Problem-based learning) και τη μάθηση

βάσει έργου (Project-based learning). Σε αυτό το κεφάλαιο, θα γίνει προσπάθεια να δοθούν απαντήσεις στις ακόλουθες ερωτήσεις:

○ Πώς μπορεί ο δάσκαλος να ανταποκριθεί στις ευρέως ποικίλες μαθησιακές ανάγκες και προτιμήσεις των μαθητών σε μια τάξη STEM σε διαφορετικές κατηγορίες δημογραφικής ποικιλομορφίας με διαφορετικές προσεγγίσεις μάθησης, επίπεδα πνευματικής ανάπτυξης και στυλ μάθησης;

○ Τι κοινό έχουν οι διαφορετικές επαγωγικές μέθοδοι διδασκαλίας και πώς διαφέρουν; Τι λέει η έρευνα για την αποτελεσματικότητά τους; Πώς πρέπει να προσδιοριστούν ποιες (αν υπάρχουν) πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε μια δεδομένη τάξη;

○ Ποιες στρατηγικές μάθησης που παρουσιάζονται πληρούν τις προϋποθέσεις για τη διδασκαλία ενός μαθήματος STEM με επίκεντρο τον μαθητή; Από που μπορούν να αντληθούν πληροφορίες για το πώς να εφαρμοστούν αποτελεσματικά αυτές οι στρατηγικές σε μια τάξη STEM;

○ Πώς πρέπει να γίνει η μετάβαση από την παραδοσιακή διδασκαλία στη διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή;

12.1 Όψεις της διαφορετικότητας των μαθητών σε μια τάξη STEM

Όπως είναι γνωστό, οι μέθοδοι διδασκαλίας διαφέρουν σημαντικά από τον έναν δάσκαλο στον άλλο. Μερικοί δάσκαλοι δίνουν κυρίως διαλέξεις ενώ άλλοι αφιερώνουν αρκετό χρόνο σε επιδείξεις και δραστηριότητες. Κάποιοι επικεντρώνονται σε αρχές και άλλοι σε εφαρμογές. Άλλοι δίνουν έμφαση στη μνήμη και άλλοι στην κατανόηση. Μερικοί είναι «επαγγελματικοί» στις αλληλεπιδράσεις τους με τα παιδιά ενώ άλλοι είναι ζεστοί και προσιτοί. Το πόσα μαθαίνει ένα παιδί στην τάξη STEM εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εγγενή ικανότητα του μαθητή, την προηγούμενη προετοιμασία, το κίνητρο να μάθει τι θα του διδαχθεί, την εργασιακή του ηθική, αλλά και από τη συμβατότητα μεταξύ του τρόπου διδασκαλίας του δασκάλου και των μαθησιακών αναγκών του μαθητή και προτιμήσεις.

Η υιοθέτηση μιας προσέγγισης διδασκαλίας με επίκεντρο τον μαθητή σε μια τάξη STEM δεν σημαίνει ότι ο δάσκαλος προσπαθεί να διδάξει κάθε παιδί αποκλειστικά με τον τρόπο που αυτό θα προτιμούσε. Πρώτα απ' όλα δεν είναι δυνατό να προσδιοριστούν όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μάθηση ενός παιδιού, πολύ λιγότερο να αντιμετωπιστούν όλοι. Επίσης, ακόμα κι αν ήταν γνωστές οι βέλτιστες προσεγγίσεις διδασκαλίας για κάθε μαθητή (που δεν θα συμπίπτουν απαραίτητα με τους τρόπους που θα προτιμούσε εκείνο να διδαχθεί) θα ήταν αδύνατο να εφαρμοστούν αυτές τις προσεγγίσεις ταυτόχρονα σε μια τάξη περισσότερων από δύο, πόσο μάλλον σε μια τάξη STEM.

Αλλά αν η προσπάθεια προσαρμογής της διδασκαλίας σε κάθε μαθητή ξεχωριστά είναι μάταιη, η υιοθέτηση μιας διδακτικής προσέγγισης που δεν ταιριάζει σε κανέναν είναι ακόμη χειρότερη.

Έτσι, εάν η εντελώς εξατομικευμένη διδασκαλία δεν είναι πρακτική και η ενιαία διδασκαλία είναι αναποτελεσματική για τους περισσότερους μαθητές, η προσπάθεια εξισορρόπησης των διαφορετικών αναγκών

και προτιμήσεων των παιδιών πρέπει να είναι το καλύτερο που θα μπορούσε να γίνει. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα, ποιες είναι αυτές οι διαφορετικές ανάγκες και προτιμήσεις των παιδιών;

Είναι χρήσιμο να ληφθούν υπόψη διάφορες μορφές διαφορετικότητας κατά το σχεδιασμό της διδασκαλίας ενός μαθήματος STEM, συμπεριλαμβανομένων των διαφορών στη φυλή και την εθνικότητα, το φύλο, το πολιτιστικό και εκπαιδευτικό υπόβαθρο, άλλες δημογραφικές κατηγορίες καθώς και οι προσεγγίσεις στη μάθηση, τα επίπεδα διανοητικής ανάπτυξης και το στυλ μάθησης (Felder & Brent, 2005). Οι επόμενες υποενότητες εξετάζουν τις προκλήσεις για τους δασκάλους σε μια τάξη STEM που δημιουργούνται από αυτές τις μορφές διαφορετικότητας των μαθητών στις τάξεις τους και η Ενότητα 12.3 εξετάζει τις διδακτικές στρατηγικές που αντιμετωπίζουν τις προκλήσεις.

12.1.1 Δημογραφική ποικιλομορφία

Ένα επιτυχημένο πρόγραμμα STEM τείνει να χαρακτηρίζεται από τις στρατηγικές διδασκαλίας με επίκεντρο τον μαθητή που παρατίθενται στην Ενότητα 12.3 και εφαρμόζονται σε ένα περιβάλλον χωρίς αποκλεισμούς στο οποίο όλοι οι μαθητές είναι ευπρόσδεκτοι και εκτιμάται η συνεισφορά τους.

Οι ερευνητές έχουν διεξαγάγει εκτενείς μελέτες για τις επιπτώσεις του περιβάλλοντος της τάξης στους υποεκπροσωπούμενους μαθητές της μειονότητας. Οι εμπειρίες που ενθαρρύνουν τους μαθητές να ασχοληθούν με τη διαφορετικότητα προάγουν τη μάθηση και η δημιουργία ενός περιβάλλοντος χωρίς αποκλεισμούς έχει αποδειχθεί ότι έχει ισχυρό αντίκτυπο στην πνευματική και κοινωνική ανάπτυξη όλων των μαθητών (Smith et al., 2010).

Τα παρακάτω προτείνονται ως καλές πρακτικές κατά την διδασκαλία γενικότερα τα οποία προφανώς βρίσκουν εφαρμογή και στη διδασκαλία STEM προγραμμάτων ειδικότερα.

1. Εξέταση των υποθέσεων του δασκάλου. Οι εκπαιδευτικοί συχνά υποθέτουν υποσυνείδητα ότι αυτοί και οι μαθητές τους έχουν παρόμοιο πολιτισμικό υπόβαθρο και ότι τα παιδιά προέρχονται από παραδοσιακές οικογένειες, έχουν γονείς που έχουν ολοκληρώσει το λύκειο κ.ά., γεγονός που μπορεί να κάνει τα παιδιά εκτός της πλειοψηφίας να αισθάνονται περιθωριοποιημένα. Θα πρέπει ο δάσκαλος να ενημερώνεται για οποιεσδήποτε τέτοιες υποθέσεις υποστηρίζει και να κάνει ότι καλύτερο μπορεί για να αποφύγει τη χρήση γλώσσας ή συμπεριφοράς που τις αντικατοπτρίζει.

2. Αποφυγή των στερεότυπων και καταπολέμηση των στερεότυπων απειλών. Ο δάσκαλος θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα επιφυλακτικός με τα στερεότυπα που αποδίδουν ορισμένα χαρακτηριστικά, δεξιότητες ή αδυναμίες σε μέλη μιας συγκεκριμένης ομάδας (οι Αλβανοί είναι _____, οι Αθίγγανοι είναι _____, οι Πακιστανοί είναι _____, οι γυναίκες είναι _____, Πόντιος είσαι; κ.λπ.) και να λαμβάνει μέτρα για να ελαχιστοποιήσει την απειλή των στερεοτύπων (φόβος των παιδιών για ακούσια επιβεβαίωση ενός αρνητικού στερεότυπου για τη δική του ομάδα) (Steele, 2010). Επίσης να φροντίζει να δημιουργεί ίσες ευκαιρίες για όλους τα παιδιά να συμμετάσχουν στις συζητήσεις της τάξης και να απαντούν σε ερωτήσεις αποφεύγοντας ενέργειες που υποδηλώνουν πίστη σε

στερεότυπα χαμηλής ικανότητας, όπως το να κάνουν ερωτήσεις λιγότερο απαιτητικές ερωτήσεις στα κορίτσια ή να μην χρησιμοποιούν τα κορίτσια εργαλεία που υποτίθεται ότι είναι κατάλληλα για αγόρια.

3. Χρήση συμπεριληπτικής γλώσσας. Για παράδειγμα, αποφυγή χρήσης μόνο αρσενικών αντωνυμιών (αυτός, αυτού, του) για να αναφέρονται τόσο σε άνδρες όσο και σε γυναίκες. (Felder & Brent, 2016).

12.1.2 Μαθησιακά στυλ

Τα παιδιά έχουν διαφορετικά στυλ μάθησης - προτιμήσεις για ορισμένους τύπους πληροφοριών και μεθόδους διδασκαλίας. Μερικοί μαθητές STEM επιθυμούν να εστιάζουν σε γεγονότα, δεδομένα και εφαρμογές του πραγματικού κόσμου ενώ άλλοι είναι πιο άνετοι με έννοιες, θεωρίες και μαθηματικά μοντέλα. Ορισμένοι έλκονται προς οπτικές μορφές πληροφοριών, όπως εικόνες, διαγράμματα και σχήματα. Άλλοι προτιμούν λεκτικούς τύπους - γραπτές και προφορικές εξηγήσεις. Άλλοι τείνουν να μαθαίνουν ενεργά και διαδραστικά ενώ άλλοι είναι πιο διατεθειμένοι να εργαστούν ενδοσκοπικά και ατομικά. Οι προτιμήσεις ενός παιδιού για μια μορφή διδασκαλίας είναι πιθανό να αλλάξει καθώς ωριμάζει ως μαθητής.

Οι προσεγγίσεις στη μάθηση, τα επίπεδα πνευματικής ανάπτυξης και τα στυλ μάθησης έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά (Felder & Brent, 2005). Είναι όλα πρότυπα συμπεριφοράς που εξαρτώνται από το πλαίσιο και όχι από αμετάβλητα ανθρώπινα χαρακτηριστικά και βασίζονται στην εκτενή παρατήρηση των μαθητών και όχι στη φυσιολογία του εγκεφάλου. Μερικά άτομα ακολουθούν σχεδόν πάντα ένα συγκεκριμένο μοτίβο, άλλα ακολουθούν ένα μοτίβο με μέτριο επίπεδο προβλεψιμότητας και άλλα είναι σχεδόν εξίσου πιθανό να ακολουθήσουν ένα μοτίβο με το αντίθετό του.

Η αξία των στυλ μάθησης στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό πηγάζει από το γεγονός ότι κάθε κατηγορία στυλ μάθησης συνδέεται με ορισμένες δεξιότητες και συμπεριφορές, οι οποίες μπορούν να είναι όλες σημαντικές για την επαγγελματική επιτυχία. Για παράδειγμα, οι επαγγελματίες STEM θα πρέπει κάποιες φορές να είναι πρακτικοί, μεθοδικοί και προσεκτικοί στις λεπτομέρειες και άλλες φορές να είναι καινοτόμοι, γρήγοροι και στοχαστικοί σχετικά με πιθανές έννοιες και επιπτώσεις των παρατηρήσεων και των δεδομένων. Θα πρέπει συνήθως να σκέφτονται και να αναζητούν περισσότερες πληροφορίες πριν λάβουν αποφάσεις και αναλάβουν δράση πρόωρα (χαρακτηριστικό των εσωστρεφών και στοχαστικών μαθητών) αλλά και να είναι έτοιμοι να αναλάβουν αποφασιστική δράση (όπως εξωστρεφείς και ενεργοί μαθητές) αντί να καθυστερούν συνεχώς με την ελπίδα για περισσότερες πληροφορίες. Πρέπει να εξάγουν νόημα από οπτικές πληροφορίες (οπτικοί μαθητές) και λεκτικές πληροφορίες (λεκτικοί μαθητές), και ούτω καθεξής. Όταν η διδασκαλία σε ένα μάθημα STEM είναι ισορροπημένη, όλοι οι μαθητές μερικές φορές διδάσκονται με τον τρόπο που προτιμούν και μερικές φορές με τον λιγότερο προτιμώμενο τρόπο τους (έτσι αναπτύσσουν σημαντικές δεξιότητες που μπορεί να μην αναπτύξουν εάν η διδασκαλία ταίριαζε πάντα με τις προτιμήσεις τους). Η ενότητα 12.3 παραθέτει στρατηγικές που προάγουν την επίτευξη αυτής της ισορροπίας σε μια τάξη STEM.

12.2 Επαγωγικές μέθοδοι διδασκαλίας

Οι Prince και Felder (2006, 2007) ερεύνησαν τις επαγωγικές μεθόδους, περιέγραψαν τα δυνατά και αδύνατα σημεία τους, συνόψισαν την έρευνα που επιβεβαιώνει την αποτελεσματικότητά τους και πρόσφεραν προτάσεις για την εφαρμογή τους. Ο Πίνακας 12.2–1 παραθέτει τα καθοριστικά και δευτερεύοντα χαρακτηριστικά των πιο κοινών μεθόδων. Όλες οι μέθοδοι εκτός από τη μάθηση που βασίζεται στην έρευνα έχουν μοναδικά καθοριστικά χαρακτηριστικά, ενώ ο ορισμός της διερεύνησης είναι απλώς ότι είναι επαγωγική.

Οποιαδήποτε επαγωγική μέθοδος που δεν εμπίπτει σε κάποια από τις κατηγορίες μπορεί επομένως να θεωρηθεί μορφή έρευνας.

Αν και η ποιότητα των ερευνητικών δεδομένων που υποστηρίζουν τις διαφορετικές επαγωγικές μεθόδους είναι μεταβλητή, τα στοιχεία ότι η επαγωγική διδασκαλία κατά μέσο όρο λειτουργεί καλύτερα από την παραδοσιακή απαγωγική διδασκαλία είναι πειστικά (Prince & Felder, 2006). Σε σχέση με την έκπτωση, ωστόσο, η εισαγωγή επαγωγικής μεθόδου θέτει μεγαλύτερες προκλήσεις προγραμματισμού και διαχείρισης για τους δασκάλους μιας τάξης STEM και είναι πιο πιθανό να προκαλέσει αντίσταση και δυσαρέσκεια των μαθητών. Οι επαγωγικές μέθοδοι που περιλαμβάνουν ομαδικά έργα εισάγουν πρόσθετες προκλήσεις για τον δάσκαλο, συμπεριλαμβανομένων της διαχείρισης των μαθητών που λαμβάνουν πιστώσεις για εργασία που δεν έκαναν και δεν κατανοούν και διαπροσωπικά προβλήματα που συχνά προκύπτουν όταν οι άνθρωποι εργάζονται σε ομάδες (θέματα που αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 11).

Πίνακας 12.2–1: Καθοριστικά και δευτερεύοντα χαρακτηριστικά των πιο κοινών μεθόδων σε μια τάξη STEM

Μέθοδος ↓	Χαρακτηριστικό →			Έρευνα	Με βάση το πρόβλημα	Με βάση το έργο	Ανακάλυψη	Την ώρα της διδασκαλίας
Οι ερωτήσεις ή τα προβλήματα παρέχουν το πλαίσιο για μάθηση.	1	2	2	2	2	2	2	2
Τα σύνθετα, κακώς δομημένα, ανοιχτά προβλήματα του πραγματικού κόσμου παρέχουν το πλαίσιο για μάθηση.	4	1	3	2	4	4	4	4
Τα μεγάλα έργα παρέχουν πλαίσιο μάθησης.	4	4	1	3	4	4	4	4
Οι μελέτες περιπτώσεων παρέχουν το πλαίσιο για μάθηση.	4	4	4	1	4	4	4	4
Οι μαθητές ανακαλύπτουν μόνοι τους περιεχόμενο μαθημάτων	2	2	2	3	1	2	2	2
Οι μαθητές συμπληρώνουν και υποβάλλουν εννοιολογικές ασκήσεις ηλεκτρονικά. Ο δάσκαλος προσαρμόζει τα μαθήματα ανάλογα με τις απαντήσεις τους.	4	4	4	4	4	4	4	1
Κυρίως αυτοκατευθυνόμενη μάθηση	4	3	3	3	2	4	4	4
Ενεργητική μάθηση	2	2	2	2	2	2	2	2
Συνεργατική και συνεργατική (ομαδική) μάθηση	4	3	3	4	4	4	4	4

Σημείωση: 1—εξ ορισμού, 2—πάντα, 3—συνήθως, 4—ενδεχομένως

12.3 Στρατηγικές διδασκαλίας μαθημάτων STEM με επίκεντρο τον μαθητή

Ο Weimer (2012) ορίζει τη μαθητοκεντρική διδασκαλία ως διδασκαλία που έχει τα πρώτα πέντε χαρακτηριστικά που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα. Προτείνεται επίσης η προσθήκη του έκτου. Ο πίνακας παραθέτει μεθόδους διδασκαλίας που απευθύνονται σε κάθε χαρακτηριστικό και υποδεικνύει σε ποιο σημείο συζητούνται οι μέθοδοι.

Οι μέθοδοι διδασκαλίας STEM που παρατίθενται στον πίνακα έχουν βρεθεί ότι συσχετίζονται με ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα αποτελέσματα: βελτιωμένη μάθηση των παιδιών, βελτιωμένη ακαδημαϊκή επίδοση, λιγότερες εγκαταλείψεις γενικά και ειδικότερα υποεκπροσωπούμενων ομάδων, παρακίνηση των παιδιών να υιοθετήσουν μια βαθιά προσέγγιση μάθησης, προώθηση της πνευματικής ανάπτυξης και εξισορρόπηση των αναγκών και των προτιμήσεων των μαθητών με διαφορετικά στυλ (Felder & Brent, 2016).

Ο πίνακας δεν πρέπει να θεωρείται ως συνταγή για καλή διδασκαλία ή ως ένας κατάλογος απαραίτητων και επαρκών συνθηκών διδασκαλίας μαθημάτων STEM που εγγυώνται συλλογικά την επίτευξη όλων των μαθησιακών στόχων από όλους τους μαθητές. Δεν υπάρχει τέτοια συνταγή. Μπορούμε να σκεφτούμε οποιαδήποτε στρατηγική διδασκαλίας, από την απευθείας διάλεξη έως την πιο ριζοσπαστική προσέγγιση με επίκεντρο τον μαθητή και θα μπορούν να βρεθούν επιτυχημένοι δάσκαλοι που ακολουθούν κάθε προσέγγιση.

Αλλά αν αναζητούνται ένα σύνολο στρατηγικών που δίνουν μια εξαιρετική ευκαιρία να εξοπλιστούν οι περισσότεροι μαθητές με τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις αξίες που έχει σχεδιαστεί για να προωθήσει το μάθημα STEM, ο παρακάτω πίνακας μπορεί να αποτελέσει ένα καλό βοήθημα για αρχή.

Πίνακας 12.3-1 Ιδιότητες και μέθοδοι διδασκαλίας με επίκεντρο τον μαθητή
A. Εμπλοκή των μαθητών στη δύσκολη, πολύπλοκη διαδικασία της μάθησης
<input type="checkbox"/> Διαφοροποίηση των τύπων ερωτήσεων και προβλημάτων (κλειστού και ανοιχτού τύπου, ποσοτικά και ποιοτικά, καλά και κακώς καθορισμένα, όλα τα επίπεδα της ταξινόμησης του Bloom) στις δραστηριότητες της τάξης STEM, τις εργασίες και τα τεστ (Κεφ. 2, 8–10).
<input type="checkbox"/> Χρησιμοποίηση της ενεργητικής μάθησης (Κεφ. 3–6) και τη συνεργατικής μάθησης (Κεφ. 11).
<input type="checkbox"/> Διδασκαλία επαγωγικά (Ενότητα 12).
B. Παρακίνηση και ενδυνάμωση των μαθητών δίνοντάς τους κάποιο έλεγχο στην εκπαίδευσή τους
<input type="checkbox"/> Δίνοντας στα παιδιά φωνή στον καθορισμό πολιτικών σχετικά με τη βαθμολόγηση των μαθημάτων (Ενότητα 3), την εξαπάτηση (π.χ. αντιγραφή) (Ενότητα 3) και τα θέματα των Project (Κεφ. 10).
Γ. Ενθάρρυνση της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών
<input type="checkbox"/> Χρησιμοποίηση ενεργητικής μάθησης σε μικρές ομάδες (Κεφ. 3–6) και συνεργατική μάθηση (Κεφ. 11).
Δ. Προώθηση του προβληματισμού των μαθητών σχετικά με το τι και πώς μαθαίνουν
<input type="checkbox"/> Χρησιμοποίηση ασκήσεων επίλυσης προβλημάτων που απαιτούν από τα παιδιά να εξηγήσουν κρίσιμα βήματα στις λύσεις προβλημάτων (Ενότητα 6).

Ανάθεση εργασιών γραφής χαμηλών μονάδων και υψηλών μονάδων που απαιτούν προβληματισμό (Ενότητα 10), συμπεριλαμβανομένου του μεταγνωστικού προβληματισμού (Ενότητα 9).

Ε. Συμπερίληψη ρητής διδασκαλίας δεξιοτήτων

Καταγραφή μαθησιακών στόχων που καλύπτουν ρητά τεχνικές και επαγγελματικές δεξιότητες (Κεφ. 2, 10) και γνώσεις και δεξιότητες σε όλα τα επίπεδα της ταξινόμησης του Bloom (Κεφ. 2) και συμπεριλαμβάνοντάς τους σε οδηγούς μελέτης για τεστ (Κεφ. 2, 8).

Συμπεριλαμβάνοντας εργασίες που ανταποκρίνονται στους στόχους στις εργασίες και στις δοκιμές (Κεφ. 8) και μοντελοποίηση των απαιτούμενων διαδικασιών στις διαλέξεις και τις δραστηριότητες της τάξης (Κεφ. 2, 4, 6-10).

ΣΤ. Ξεκάθαρη έκφραση του ενδιαφέροντος για τους μαθητές και τη μάθησή τους

Καθιέρωση καλής επικοινωνίας και σχέση με τους μαθητές (Κεφ. 3, 7).

Να δίνεται προσοχή στο να βοηθούνται όλα τα παιδιά να αισθάνονται ότι ανήκουν και ότι μπορούν να πετύχουν. Αποφυγή των στερεοτύπων και καταπολέμηση της απειλής στερεοτύπων (Ενότητα 12).

Λήψη μέτρων για την παροχή υποστηρικτικού περιβάλλοντος όταν οι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα σκέψης υψηλού επιπέδου (Ενότητα 10) και να αντιμετωπίσει των ανησυχιών των παιδιών σχετικά με τη διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή (Κεφ. 6, 11).

Διδασκαλία με τρόπο που να ανταποκρίνεται στις μαθησιακές ανάγκες και προτιμήσεις όλων των μαθητών (Κεφ. 2-11, Ενότητα 12).

Μέχρι αυτό το σημείο δόθηκαν ίσως αρκετές συμβουλές για να ξεκινήσει η διδασκαλία του STEM στα παιδιά μιας τάξης Δημοτικού σχολείου ή δόθηκε η έμπνευση για δοκιμή μιας νέας προσέγγισης διδασκαλίας. Υπάρχουν αμέτρητες ευκαιρίες μέσα στον τομέα, οπότε σίγουρα αξίζει να ενθαρρύνονται τα παιδιά να ασχοληθούν με όλα όσα έχει να προσφέρει το μάθημα STEM. Μπορεί ακόμη και να καταλήξουν να έχουν μια επιτυχημένη καριέρα σε επαγγέλματα STEM, ενδεχομένως σε έναν ρόλο που δεν υπάρχει ακόμη. Το να εμπνέονται οι μελλοντικές γενιές δεν είναι το πιο εύκολο έργο, αλλά είναι εξαιρετικά ικανοποιητικό και σημαντικό μέρος της διαμόρφωσης του κόσμου στον οποίο ζούμε.

Παρακάτω, στο τέταρτο μέρος, αναπτύσσονται έξι σενάρια μαθημάτων STEM για παιδιά Δημοτικού στα οποία μπορεί να γίνει εφαρμογή αρκετών αν όχι όλων από τις στρατηγικές που αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα μέρη αυτής της εργασίας.

13 Εκπαιδευτική ενότητα ανάπτυξης STEM μαθημάτων σε μαθητές Ε΄ΣΤ΄ Δημοτικού

Περιπέτεια στην «Άπειρον Γαία»

13.0 Διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού

Η Διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού δίνει έμφαση στην επίλυση προβλημάτων ανοιχτού τύπου και ενθαρρύνει τα παιδιά να μάθουν από την αποτυχία. Αυτή η διαδικασία καλλιεργεί τις ικανότητες των μαθητών να δημιουργούν καινοτόμες λύσεις σε προκλήσεις σε οποιοδήποτε μάθημα.

Η Διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού είναι μια σειρά βημάτων που καθοδηγούν τις ομάδες μηχανικών καθώς επιλύουν προβλήματα. Η διαδικασία σχεδιασμού είναι επαναληπτική, πράγμα που σημαίνει ότι επαναλαμβάνουμε τα βήματα όσες φορές χρειάζεται, κάνοντας βελτιώσεις στην πορεία καθώς μαθαίνουμε από την αποτυχία και ανακαλύπτουμε νέες δυνατότητες σχεδιασμού για να φτάσουμε σε εξαιρετικές λύσεις.

Τα κύρια θέματα της Διαδικασίας Μηχανικού Σχεδιασμού είναι η ομαδική εργασία και ο σχεδιασμός. Σε μια τάξη STEM ο δάσκαλος ενισχύει την κατανόηση των ανοιχτών σχεδίων από τα παιδιά καθώς τους ενθαρρύνει να συνεργαστούν για να δημιουργήσουν νέες ιδέες,



Διάγραμμα 13.0-1: Διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού

να εφαρμόσουν έννοιες της επιστήμης και των Μαθηματικών, να δοκιμάσουν πρωτότυπα σχέδια, να αναλύσουν δεδομένα και να στοχεύσουν στη δημιουργικότητα και την πρακτικότητα στις λύσεις τους. Στο διάγραμμα 13.0-1 εμφανίζονται τα στάδια Μηχανικού Σχεδιασμού τα οποία περιγράφονται παρακάτω. Είναι πολύ ωφέλιμο για την ενθάρρυνση των μαθητών να γνωρίζουν ότι θα μπου σε αυτήν τη διαδικασία ώστε να μην απογοητεύονται σε πιθανή αποτυχία και να νιώθουν ότι ακολουθούν την ίδια διαδικασία με έμπειρους Μηχανικούς. Προτείνεται λοιπόν να γίνεται συχνή αναφορά σε αυτό το διάγραμμα ή ακόμα καλύτερα να τοποθετηθεί σαν αφίσα στο τοίχο της τάξης STEM.

Ρωτήστε. Προσδιορίστε την ανάγκη και τους περιορισμούς

Οι Μηχανικοί θέτουν κρίσιμες ερωτήσεις σχετικά με το τι θέλουν να δημιουργήσουν, είτε πρόκειται για κατασκευή ουρανοξύστη, βόλτα σε τραινάκι του πάρκο διασκέδασης, ποδήλατο ή smartphone. Αυτές οι ερωτήσεις περιλαμβάνουν:

- Ποιο είναι το πρόβλημα που πρέπει να λυθεί;
- Τι θέλουμε να σχεδιάσουμε;
- Σε ποιον απευθύνεται;
- Τι θέλουμε να πετύχουμε;
- Ποιες είναι οι απαιτήσεις του έργου;
- Ποιοι είναι οι περιορισμοί;
- Ποιος είναι ο στόχος μας;

Ερευνήστε το πρόβλημα

Αυτό περιλαμβάνει συζήτηση με άτομα από πολλά διαφορετικά υπόβαθρα και ειδικότητες για να βοηθηθεί η έρευνα σχετικά με τα προϊόντα ή τις λύσεις που υπάρχουν ήδη ή ποιες τεχνολογίες μπορεί να είναι προσαρμόσιμες στις ανάγκες του προβλήματος.

Φανταστείτε. Αναπτύξτε πιθανές λύσεις

Κατά την συνεργασία με μια ομάδα STEM για να συλληφθούν ιδέες και να αναπτυχθούν όσο το δυνατόν περισσότερες λύσεις. Αυτή είναι η στιγμή να:

- Ενθαρρυνθούν οι παράξενες «άγριες» ιδέες και να αναβάλουμε την κρίση.
- Βασιστούμε στις ιδέες των άλλων.
- Μείνουμε συγκεντρωμένοι στο θέμα και κάνουμε μια συζήτηση τη φορά.

Πρέπει να θυμόμαστε το εξής: ο καλός σχεδιασμός έχει να κάνει με την ομαδική εργασία. Βοηθούμε τα παιδιά να κατανοήσουν τις οδηγίες του καταιγισμού ιδεών χρησιμοποιώντας το σχετικό φυλλάδιο ή μια αφίσα που θα έχουμε φτιάξει για την τάξη STEM.

Σχεδιάστε. Επιλέξτε μια πολλά υποσχόμενη λύση

Για πολλές ομάδες STEM αυτό είναι το πιο δύσκολο βήμα. Επανεξετάζουμε τις ανάγκες, τους περιορισμούς και την έρευνα από τα προηγούμενα βήματα, συγκρίνουμε τις καλύτερες ιδέες, επιλέγουμε μία λύση και κάνουμε ένα σχέδιο για να προχωρήσουμε με αυτήν.

Δημιουργήστε. Δημιουργία πρωτότυπου

Η κατασκευή ενός πρωτοτύπου κάνει τις ιδέες των παιδιών αληθινές! Αυτές οι πρώτες εκδόσεις της σχεδιαστικής λύσης βοηθούν την ομάδα STEM να επαληθεύσει εάν η σχεδίαση πληροί τους αρχικούς στόχους πρόκλησης. Τα παιδιά πρέπει να πιέζουν τον εαυτό τους για δημιουργικότητα, φαντασία και αριστεία στο σχεδιασμό.

Δοκιμάστε. Δοκιμάστε και αξιολογήστε το πρωτότυπο

- Λειτουργεί;
- Λύνει την ανάγκη;
- Κοινοποίηση των αποτελεσμάτων και λήψη σχολίων.
- Ανάλυση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της ομάδας STEM για το τι λειτουργεί, τι όχι και τι θα μπορούσε να βελτιωθεί.

Βελτιώστε. Επανασχεδιασμός όπως απαιτείται

- Συζήτηση για το πώς θα μπορούσε να βελτιωθεί η λύση.
- Γίνονται αναθεωρήσεις.
- Σχεδιασμός νέων σχεδίων.
- Επανάληψη του σχεδίου για να γίνει το προϊόν όσο το δυνατόν καλύτερο.

Και τώρα, **επαναλάβετε!**

Τέλος, δεν ξεχνάμε ότι η αποτυχία είναι μέρος όλης αυτής της διαδικασίας που έχει ως στόχο την συνεχή βελτίωση για την δημιουργία της καλύτερης λύσης της πρόκλησης STEM, δεδομένου των πόρων που παρέχονται στα παιδιά-μηχανικούς ή των συνθηκών στην τάξη.

13.1 Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία

Περίληψη

Η εκπαιδευτική ενότητα «Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία» είναι μια σειρά θεωρητικές και πρακτικές δραστηριότητες STEM που βασίζονται σε ένα σενάριο περιπέτειας στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου.

Οι μαθητές φαντάζονται ότι είναι μια ομάδα Μηχανικών της υποθετικής εταιρείας EarthBalance Solution που επιστρέφουν στην Αθήνα αεροπορικά από ένα συνέδριο με θέμα το περιβάλλον που έγινε στην Καστοριά. Όταν ο πιλότος του αναγκάζεται να κάνει αναγκαστική προσγείωση στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου εργάζονται σε ομάδες και ξεπερνούν διάφορα εμπόδια στην προσπάθειά τους να επιβιώσουν και να φτάσουν στην πλησιέστερη πόλη ή χωριό όσο το δυνατόν γρηγορότερα και με ασφάλεια. Με κίνητρο αυτό το περιπετειώδες θέμα, οι μαθητές ανακαλύπτουν, μαθαίνουν και εφαρμόζουν τα εξής: 1) γενικές δεξιότητες κατηγοριοποίησης. 2) δεξιότητες διαδικασίας: επίλυση προβλημάτων και κριτική σκέψη. 3) επιστημονικές δοκιμές και πειραματισμούς. 4) ιδιότητες υλικών.

Σύνδεση με θέματα STEM.

Οι Μηχανικοί εργάζονται σε ομάδες για να εφεύρουν και να αναπτύξουν λύσεις σε προβλήματα. Ακολουθώντας τα βήματα της διαδικασίας Μηχανικού Σχεδιασμού (διάγραμμα 13.0-1), οι Μηχανικοί πρώτα εντοπίζουν και ορίζουν το πρόβλημα ή την πρόκληση. Συλλέγουν πληροφορίες και διεξάγουν έρευνα για να μάθουν σχετικά με τα θέματα που σχετίζονται με το πρόβλημα και κάνουν καταιγισμό ιδεών (Brainstorming) προτείνοντας πολλαπλές πιθανές λύσεις. Τέλος αξιολογούν τις διάφορες πιθανές λύσεις και επιλέγουν αυτή που πληροί καλύτερα τα κριτήρια επιτυχίας. Οι δοκιμές γίνονται συχνά για να επαληθευτεί ότι η προτεινόμενη λύση θα λύσει το πρόβλημα ή την πρόκληση.

Η ενότητα «Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία» παρέχει ένα πλαίσιο στο οποίο οι ομάδες μαθητών ενεργούν ως ομάδες Μηχανικών για να λύσουν μια σειρά από προκλήσεις χρησιμοποιώντας τη διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού.

Μέσα από έξι μαθήματα και δραστηριότητες οι μαθητές καθοδηγούνται σε καταστάσεις πλοήγησης, εξερεύνησης και επιβίωσης που βασίζονται στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου.

Η ενότητα «Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία» παρέχει ένα υποθετικό σενάριο για να καθοδηγήσει τις ομάδες μαθητών από μάθημα σε μάθημα και να παρέχει κίνητρα για τις δραστηριότητες. Κάθε σκηνή μπορεί να διαβαστεί δυνατά από τον δάσκαλο στην τάξη ή οι μαθητές μπορούν να διαβάσουν εκ περιτροπής τα σενάρια δυνατά. Οι μαθητές μπορούν να αναλάβουν ρόλους και να παίξουν τις σκηνές μέσα στις ομάδες τους. Η ομαδική εργασία ενθαρρύνει τους μαθητές να σκεφτούν και να λύσουν δημιουργικά προβλήματα.

Παρέχονται φυλλάδια για μαθητές ώστε να καθοδηγούνται οι μαθητές σε κάθε δραστηριότητα. Όπως συμβαίνει με πολλές προκλήσεις στον τομέα της επιστήμης και της Μηχανικής, ορισμένες ερωτήσεις είναι ανοιχτού τύπου και επομένως έχουν πολλαπλές απαντήσεις. Σε γενικές γραμμές, οποιαδήποτε απάντηση είναι αποδεκτή, εφόσον μπορεί να αιτιολογηθεί επαρκώς.

Πρόγραμμα Ενοτήτων

Η ιδανική εφαρμογή αυτής της ενότητας σπουδών είναι να ολοκληρώσουν οι μαθητές τις δραστηριότητες με τη σειρά. Ωστόσο, κάθε δραστηριότητα είναι αυτοτελής και μπορεί να διεξαχθεί από μόνη της.

Για να ορίσετε τη σκηνή και να μεταφέρετε τη φύση του Εθνικού Πάρκου Β. Πίνδου στην αρχή της ενότητας, δείξτε στην τάξη ένα βίντεο-φωτογραφίες για την περιοχή ή άλλο δάσος. Επίσης υπάρχουν χρήσιμοι ιστότοποι για πληροφορίες, χάρτες και φωτογραφίες που σχετίζονται με τα δάση της Ελλάδας ή με το Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου.

Μάθημα 1: Η σκηνή του αεροπλάνου

Τάξη: Ε', Στ' Δημοτικού

Η τοποθεσία της αναγκαστικής προσεδάφισης στο δάσος

Απαιτούμενος χρόνος 15 λεπτά

Περίληψη

Η σχετική δραστηριότητα εισάγει τους μαθητές στο (υποθετικό) σενάριο στο οποίο είναι μια ομάδα Μηχανικών Περιβάλλοντος⁴ που επιστρέφουν στην Αθήνα από ένα συνέδριο στην Καστοριά. Όταν το αεροπλάνο τους κάνει αναγκαστική προσγείωση στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου εργάζονται σε ομάδες για να ξεπεράσουν διάφορα εμπόδια στην προσπάθειά τους να φτάσουν σε βοήθεια όσο το δυνατόν γρηγορότερα και με ασφάλεια. Μαθαίνουν για το δάσος: τοποθεσία, κλίμα, πληθυσμό, μοναδικά φυτά και ζώα και απειλές στην ύπαρξή του

Στόχοι μάθησης

Μετά από αυτό το μάθημα, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

Εργάζονται σαν ομάδα για να ξεπεράσουν διάφορα εμπόδια σε ένα δεδομένο σενάριο.

Επικοινωνούν αποτελεσματικά με μια ομάδα.

Εισαγωγή - Ενεργοποίηση Μαθητή

(Εισαγωγική σκηνή: Διαβάστε δυνατά την ακόλουθη εισαγωγή της ιστορίας στην τάξη και στη συνέχεια ακολουθήστε μαζί με την σχετική δραστηριότητα «Αξιολογώντας την κατάσταση: Πού βρισκόμαστε και πού πάμε»)

"Σας ευχαριστούμε που πετάξατε με την Air-Epirus. Παρακαλώ δέστε τις ζώνες ασφαλείας σας και απενεργοποιείτε όλες τις ηλεκτρικές συσκευές ενώ προετοιμαζόμαστε για την αναχώρηση. Αναμένουμε κακές καιρικές συνθήκες καθώς πετάμε πάνω από την περιοχή του Εθνικού Πάρκου Β. Πίνδου, γι' αυτό παρακαλούμε μείνετε ανά πάσα στιγμή στις θέσεις σας. Εάν χρειάζεστε βοήθεια, πατήστε το κουμπί πάνω από την θέση σας για να καλέσετε την αεροσυνοδό. Σας ευχαριστώ πολύ και να έχετε μια ευχάριστη πτήση."

Επιτέλους, ήρθε η ώρα να πάμε σπίτι! Εσείς και οι φίλοι σας μόλις περάσατε την περασμένη εβδομάδα σε ένα συνέδριο στην Καστοριά, μελετώντας τη σημασία των φυτών και των ζώων στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου και τρόπους βελτίωσης της σχέσης μεταξύ τεχνολογίας και φύσης.

⁴ Το Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος εκπαιδεύει τους μελλοντικούς Διπλωματούχους Μηχανικούς σε θέματα σχεδιασμού, κατασκευής, λειτουργίας και διαχείρισης σύγχρονων υποδομών για τη συντήρηση του κρίσιμου φυσικού κεφαλαίου του πλανήτη, που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών τόσο των σημερινών όσο και των μελλοντικών κοινωνιών.

Τα κύρια αντικείμενα εξειδίκευσης των μηχανικών περιβάλλοντος επικεντρώνονται στη διαχείριση υγρών και στερεών αποβλήτων, στον έλεγχο και την διαχείριση των ατμοσφαιρικών ρύπων, στις τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, στη διαχείριση υδατικών πόρων, στη διαχείριση ενέργειας και στην διαχείριση του περιβάλλοντος για την αειφόρο ανάπτυξη.

Σκέφτεστε τα πολύχρωμα φυτά και τα όμορφα ζώα που μάθατε, όπως μεγάλα σε ηλικία πλατάνια οξιές και λεύκες ή αρκούδες, αγριόγιδα και αετούς. Ήταν πολύ διασκεδαστικό, αλλά θα είναι ωραίο να γυρίσεις σπίτι, να δεις την οικογένειά σου και να κοιμηθείς στο δικό σου κρεβάτι.

Καθώς πετάτε πάνω από το φαράγγι του Βίκου, κοιτάτε έξω από το παράθυρο του αεροπλάνου και βλέπετε τις αρνητικές επιπτώσεις της ρύπανσης και της γεωργίας στο δάσος. Η άκρη του δάσους που βρίσκεται πιο κοντά στον πολιτισμό είναι λιγότερο καταπράσινη και όχι τόσο πυκνή όσο το υπόλοιπο δάσος.

Κοιτάτε μέσα από ένα από τα φυλλάδιά σας σχετικά με τα ζώα στον Εθνικό Δρυμό και αναρωτιέστε ποιο από αυτά τα ζώα μπορεί να κοιτάζει ψηλά καθώς πετάτε από πάνω. Δεν θα ήταν ωραίο να δεις μια πραγματική ζωντανή αρκούδα; Λοιπόν, αυτή τη στιγμή είναι απλώς καλό να καθίσετε και να χαλαρώσετε για τη πτήση προς το σπίτι.

Ξαφνικά, το αεροπλάνο αρχίζει να κουνιέται και νιώθεις το στομάχι σου να βυθίζεται. Με ήρεμη φωνή ο πιλότος λέει: "Παρακαλώ μείνετε ήρεμοι! Μείνετε στις θέσεις σας και δέστε τις ζώνες ασφαλείας σας. Έχουμε πέσει σε έντονες αναταράξεις λόγω του καιρού. Λόγω κάποιας βλάβης στις ενδείξεις του αεροπλάνου θα κάνουμε προσγείωση έκτακτης ανάγκης σε ένα ξέφωτο του δάσους! Παρακαλώ κρατήστε το κεφάλι σας χαμηλά ανάμεσα στα χέρια σας. Παρακαλώ, προσπαθήστε να παραμείνετε ήρεμοι. Θα έχουμε έντονες αναταράξεις!"

Όλοι δένουν μανιωδώς τις ζώνες τους και προστατεύουν το κεφάλι τους με τα χέρια τους. Η καρδιά σου χτυπά τόσο γρήγορα που νιώθεις ότι θα εκραγείς! Το αεροπλάνο πέφτει με μανία από τον ουρανό — τινάζεται σαν φύλλο στον άνεμο. Κρατάς το κεφάλι σου ακόμα πιο σφιχτά. Νιώθεις το στομάχι σου να στριφογυρίζει και τους μύες σου να τεντώνονται. Μετά ακούς ένα δυνατό σύρσιμο νιώθεις ένα φύσημα του ανέμου και βλέπεις το σκοτάδι...

"Ωχ..." λες καθώς ανοίγεις τα μάτια σου. Νιώθεις ένα καρούμπαλο στο κεφάλι σου σε μέγεθος μπάλας του γκολφ και έχεις τρομερό πονοκέφαλο. "Τι έγινε; Πού είμαι;..."

Καθώς κοιτάς τριγύρω, αρχίζεις να θυμάσαι- το ταξίδι στην Καστοριά, η αναγκαστική προσγείωση... κάτι πρέπει να σε χτύπησε στο κεφάλι και να λιποθύμησες. Παρατηρείς ότι όλοι οι άλλοι αρχίζουν να φεύγουν από τις θέσεις τους και ακούς μερικούς από τους φίλους σας να μιλάνε έξω. Η μόνη διέξοδος είναι να κατεβείτε την κίτρινη τσουλήθρα έκτακτης ανάγκης που σας φέρνει με ασφάλεια στο έδαφος. Ελέγχετε τη σκηνή της σύγκρουσης και παρατηρείτε μερικά σπασμένα παράθυρα και υπολείμματα μετάλλου. Συμμετέχεις με τους ανήσυχους φίλους σας καθώς στριμώνονται γύρω από έναν άντρα στο έδαφος και ακούς τον/την _____⁵ να αναφωνεί: "Ωχ όχι! Ο πιλότος είναι πληγωμένος! Πώς θα πάμε τώρα στο σπίτι;"

Συνεχίστε να μοιράζεστε με τους μαθητές τις συναρπαστικές πληροφορίες για τον Εθνικό Δρυμό και βίντεο με την καφέ αρκούδα που θα αποτελέσει βασική εικόνα στα φυλλάδια των μαθημάτων. (Καφέ αρκούδα στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου- <https://www.youtube.com/watch?v=uY5zPA28d5Y>)

Κλείσιμο μαθήματος

Ποιες είναι μερικές μέθοδοι ταξιδιού που χρησιμοποιείτε στην καθημερινότητά σας; (Ακούστε τις απαντήσεις των μαθητών.) Ποιοι είναι μερικοί από τους λόγους για τους οποίους επιλέγετε μια μέθοδο αντί για άλλη για συγκεκριμένες ανάγκες; (Ακούστε τις απαντήσεις των μαθητών. Πιθανά παραδείγματα: Να πάρετε ένα αεροπλάνο για να ταξιδέψετε σε μια μακρινή πόλη ή χώρα, να πάρετε αυτοκίνητο ή λεωφορείο για να ταξιδέψετε τοπικά και να κάνετε ποδήλατο ή να περπατήσετε όταν η απόσταση ταξιδιού είναι αρκετά μικρή.) Τι είδους καταστάσεις μπορεί να έχετε συναντήσει στην πραγματική ζωή όταν σας φανούν χρήσιμες οι δεξιότητες ανάγνωσης χαρτών και η ικανότητα επιλογής της πιο αποτελεσματικής διαδρομής; (Ακούστε ιστορίες μαθητών.)

⁵ Καθορίζεται ένας μαθητής για τον ρόλο.

Δραστηριότητα: Πώς θα κινηθούμε;

Με μια ματιά.

Τάξη: Ε΄ ΣΤ΄ Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 1 διδακτική ώρα

Αναμενόμενο κόστος/ομάδα: 0 €

Μέγεθος ομάδας: 3-4 μαθητές

Περίληψη

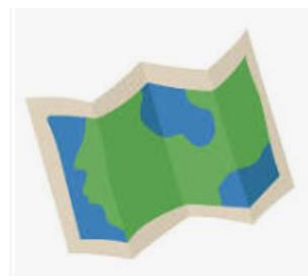
Οι μαθητές βρίσκονται στη μέση του Εθνικού Πάρκου Β. Πίνδου έπειτα από αναγκαστική προσγείωση. Με σκοπό να καταλάβουν που βρίσκονται χρησιμοποιούν χάρτες, κλίμακες, και συντεταγμένες γεωγραφικού μήκους και πλάτους. Στη συνέχεια εργάζονται σε ομάδες για να δημιουργήσουν ιδέες και να κάνουν σχέδια. Αποφασίζουν πού πρέπει να πάνε για να διασωθούν, την απόσταση από τη συγκεκριμένη τοποθεσία, τη διαδρομή που θα ακολουθήσουν και κάνουν υπολογισμούς για να εκτιμήσουν τον χρόνο ταξιδιού με τα πόδια.

Στόχοι μάθησης

- Να δείχνουν τις γνώσεις τους για τις μονάδες μέτρησης, για τη μέτρηση της απόστασης.
- Να χρησιμοποιούν κλίμακα χάρτη, υπόμνημα χάρτη, γεωγραφικό πλάτος και μήκος για να ερμηνεύουν τους χάρτες.
- Να περιγράψουν την κίνηση ενός αντικειμένου ανιχνεύοντας και μετρώντας τη θέση του στο χρόνο.

Κατάλογος Υλικών

- Χάρακες, τουλάχιστον δύο ανά ομάδα
- Φύλλο εργασίας οδηγού μαθητή, ένα ανά μαθητή
- Μεγαλύτερου μεγέθους χάρτη της περιοχής γύρω από _____ από τον οποίο μπορείτε να κάνετε μετρήσεις απόστασης (δημιουργήστε ένα μεγαλύτερο αντίγραφο του χάρτη που βρίσκεται στη δεύτερη σελίδα του φύλλου εργασίας του μαθητή, κάνοντας μια μεγέθυνση στο φωτοαντιγραφικό ή ανιχνεύοντας την προβαλλόμενη γενική διαφάνεια του χάρτη σε μεγαλύτερο μέγεθος)
- (προαιρετικά) σακίδιο πλάτης, βιβλία και ζυγαριά μπάνιου
- Φύλλα εργασίας και συνημμένα



Προσδιορισμός της θέσης στον χάρτη

Όνομα: _____

Ημερομηνία: _____

ΠΕΡΙΠΕΤΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΕΙΡΟΝ ΓΑΙΑ (1)



“Πώς θα κινηθούμε;”

Ο πιλότος ξυπνάει και βρίσκει εσάς και τους φίλους σας μαζεμένους γύρω του. Έχει έναν επίδεσμο τυλιγμένο στο κεφάλι του και προσπαθεί να μιλήσει.

«Υπάρχει ένας χάρτης ... στο πιλοτήριο ... την οθόνη... δείτε την οθόνη» κατάφερε να ψελλίσει ο πιλότος πριν λιποθυμήσει. Είναι πολύ αδύναμος για να διατηρήσει τις αισθήσεις του για πολύ ώρα. Πηγαίνετε προς το πιλοτήριο και βρίσκετε το χάρτη και την οθόνη που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για να βρείτε τη θέση σας.

Εσείς και οι φίλοι σας βλέπετε τον χάρτη. «Πού είμαστε; Εμένα μου φαίνεται ότι είναι μόνο δάσος παντού.» λέει κάποιος.

Η Μαρία που ήταν καλή στο μάθημα της Γεωγραφίας λέει: «Λοιπόν, μπορούμε να δούμε το γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος στην οθόνη του πιλοτηρίου. Δείχνει ακριβώς που βρισκόμαστε χρησιμοποιώντας GPS. Τώρα μπορούμε να προσδιορίσουμε που είμαστε στον χάρτη, που θέλουμε να πάμε και πόσο μακριά είναι ο προορισμός μας.» Όλοι κοιτούν τον χάρτη ελπίζοντας η πιο κοντινή πόλη να μην είναι μακριά.

Διαδικασία

Παρακάτω είναι ο χάρτης του Εθνικού Πάρκου Β. Πίνδου κοντά στην περιοχή που έγινε η αναγκαστική προσγείωση. Παρατηρείστε την κλίμακα, τις τιμές του γεωγραφικού πλάτους και γεωγραφικού μήκους που φαίνονται στον χάρτη. Χρησιμοποιώντας τις τιμές γεωγραφικού πλάτους και γεωγραφικού μήκους που φαίνονται στο παρακάτω πλαίσιο σημειώστε με ένα × το σημείο που έγινε η αναγκαστική προσγείωση.

Latitude: 39° 58' N Longitude: 20° 62' E

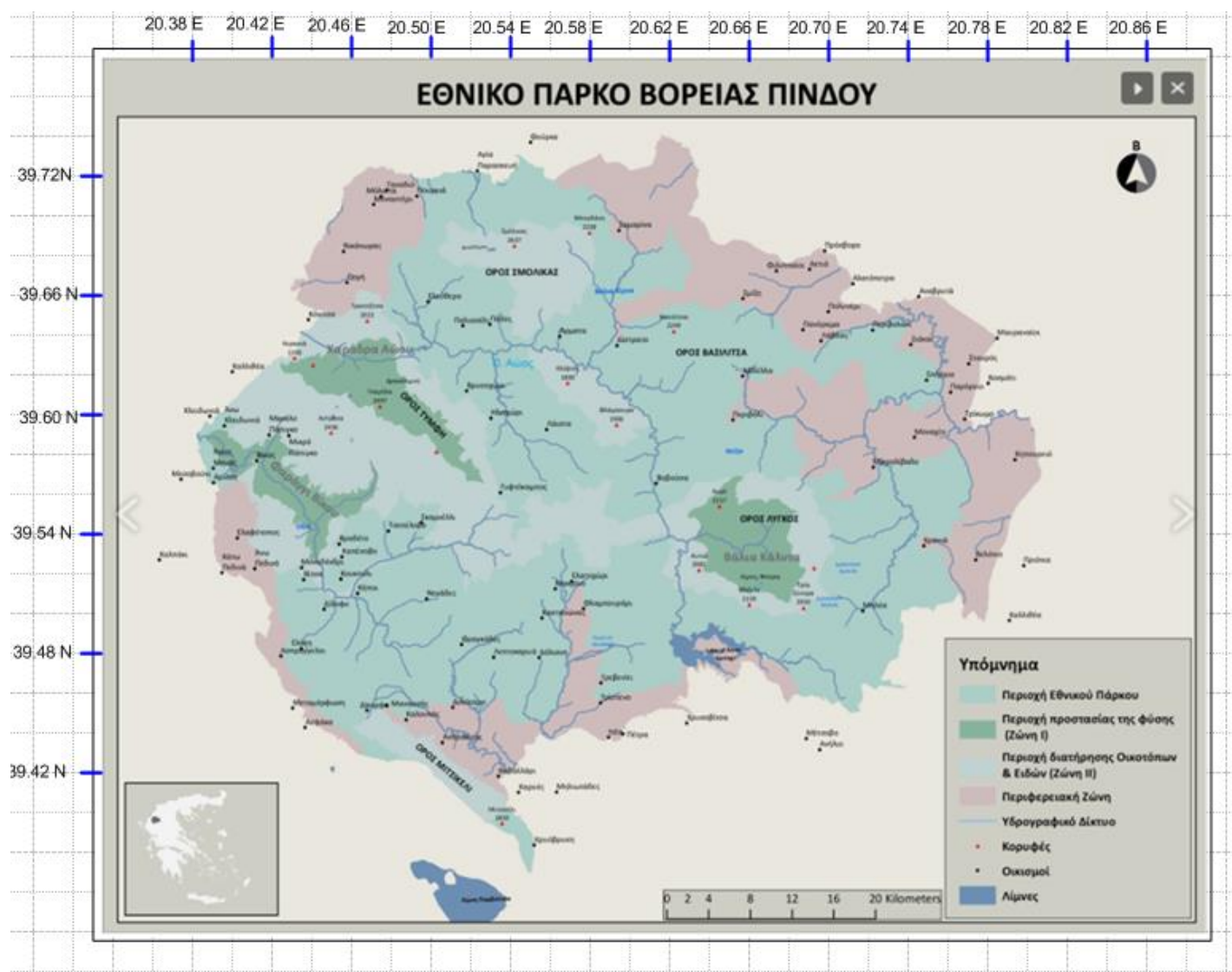
1. Για να σωθείτε που πρέπει να πάτε;
 Πόλη; _____ Χωριό; _____ Αεροδρόμιο; _____
2. Χρησιμοποίησε το υπόμνημα για να αποφασίσεις που θέλεις να πας. Σημείωσε με ένα **O** τον προορισμό σας.
 Γράψε το όνομα του προορισμού _____
3. Πρόσθεσε τα σύμβολα × και ● στο υπόμνημα. Έπειτα χρησιμοποίησε το χάρακα για να σχεδιάσεις μια **διακεκομμένη γραμμή** που θα ενώνει τα × και ● στο χάρτη.
4. Μέτρησε το μήκος της διακεκομμένης γραμμής και γράψε το αποτέλεσμα σε εκατοστά

5. Μετέτρεψε το μήκος από εκατοστά(cm) σε χιλιόμετρα (Km) και γράψε την απάντησή σου.

6. Ψηφίστε για τη διαδρομή που θα ακολουθήσουμε/ Σχεδιάσε τη διαδρομή στο χάρτη με **συνεχόμενη γραμμή**. Αν είναι διαφορετική διαδρομή από αυτή που εσύ επέλεξες επανέλαβε τα βήματα 4 και 5.

Μήκος συνεχόμενης γραμμής:

Απόσταση σε χιλιόμετρα:



Εκτίμησε το χρόνο του ταξιδιού:

Τώρα που αποφασίσατε ποιος είναι ο προορισμός σας πρέπει να εκτιμήσετε το χρόνο που θα χρειαστείτε για να φτάσετε εκεί.

Πίνακας 1: Ταχύτητα βαδίσματος

Βάρος που μεταφέρεται	Ταχύτητα βαδίσματος
0 – 10 κιλά.	5 χλμ/ώρα
11 – 20 κιλά	3 χλμ/ώρα
21 – 30 κιλά	2,5 χλμ/ώρα

1. Χρησιμοποίησε τον Πίνακα 1 για να βρεις με ποια ταχύτητα κινείσαι. Για τώρα έστω ότι κουβαλάς βάρος 19 κιλά.

Με ποια ταχύτητα κινείσαι _____

Πίνακας 2: Ταχύτητα και απόσταση

Ταχύτητα	5χλμ/ώρα	3 χλμ/ώρα	2,5χλμ/ώρα
κανονικό ημερήσιο βάδισμα	40χλμ	24 χλμ	20 χλμ

2. Δες τον πίνακα 2 για να βρεις πόσο μπορείς να περπατήσεις σε 1 μέρα. Υποθέτουμε ότι θα περπατάτε περίπου **για 8 ώρες την ημέρα**. Ταίριαξε την ταχύτητα βαδίσματός σου της ερώτησης 1 για να βρεις τα συνολικά χλμ την μέρα.

Πόσο μπορείς να περπατήσεις σε 1 μέρα κανονικά; _____

Πίνακας 3: Μετατροπές πεδίου

Έδαφος	Μετατροπή της ταχύτητας
Πεδιάδες	Πολλαπλασίασε με το 1 (x 1)
Βάλτος	Διαίρεσε με το 2 ($\div 2$)
Δάσος	Διαίρεσε με το 2 ($\div 2$)
Βουνά	Διαίρεσε με το 4 ($\div 4$)
Ποτάμι	Πολλαπλασίασε με το 2 (x 2)

3. Δεν μπορείς να περπατήσεις στα βουνά όπως σε έναν κανονικό δρόμο. Χρησιμοποίησε τον **πίνακα 3** για να βρεις τη μετατροπή της ταχύτητά σου αν περπατάς σε δάσος

Ποια είναι η μετατροπή της ταχύτητάς σου; _____

Τι θα συνέβαινε αν περπατούσατε μέσα από βάλτο αντί για δάσος; Θα ήταν ταχύτητά σας πιο μεγάλη ή πιο μικρή; Γιατί; _____

4. Χρησιμοποιώντας τον αριθμό των χλμ που περπατάτε κάθε μέρα (από την Ερώτηση 2) βρείτε την απόσταση που μπορείτε να ταξιδέψετε σε μια μέρα λαμβάνοντας υπόψη την μετατροπή της ταχύτητάς σας

Πόσο μακριά μπορείτε να ταξιδέψετε σε δάσος σε μια μέρα; _____

Πόσο μακριά μπορείτε να ταξιδέψετε σε ποτάμι σε μια μέρα _____

5. Χρησιμοποιώντας τους πίνακες 1 ,2 και 3 εκτιμήστε πόσο χρόνο θα σας πάρει για να φτάσετε στον προορισμό σας. Υπολογίστε την ταχύτητα και τον χρόνο για κάθε τμήμα του ταξιδιού στο παρακάτω πίνακα. (δηλ. Για κάθε τύπο πεδίου).

Τύπος πεδίου	Ταχύτητα	Χρόνος

Συνολικός χρόνος: _____

Μάθημα 2: Τι να μεταφέρω;

Τάξη: Ε', Στ' Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 15 λεπτά

Περίληψη

Σε αυτό το στάδιο της υποθετικής περιπέτειας στην Άπειρον Γαία οι μαθητές καθορίζουν τι προμήθειες θα πάρουν μαζί τους για να επιβιώσουν από το ταξίδι τους στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου. Χρησιμοποιούν εκτιμήσεις και βασικές μαθηματικές δεξιότητες για να καθορίσουν πόσα μπορούν να μεταφέρουν και τι μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να επιβιώσουν στο περιβάλλον του δάσους καθώς ταξιδεύουν στον προορισμό τους.



Τι εφόδια θα χρειαστούν για να επιβιώσεις στο δάσος

Στόχοι μάθησης

Μετά από αυτό το μάθημα, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

Προσδιορίσουν τις δεξιότητες επιβίωσης σε ένα δάσος.

Χρησιμοποιήσουν τις εκτιμήσεις και τις βασικές μαθηματικές δεξιότητες για να καθορίσουν πόσα μπορούν να μεταφέρουν και τι μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να επιβιώσουν στο περιβάλλον του δάσους.

Εισαγωγή - Ενεργοποίηση Μαθητή

Διαβάστε το ακόλουθο μέρος της ιστορίας με τους μαθητές σας:

Τώρα που έχετε αποφασίσει πού θα πάτε και έχετε καταλάβει πόσο χρόνο θα πάρει, είναι καιρός να αποφασίσετε τι θα πάρετε μαζί σας. Αρχίστε να σκέφτεστε όλα όσα μπορεί να χρειαστείτε. Τι θα πάρεις; Θα έχετε όλα όσα χρειάζεστε για να επιβιώσετε από το ταξίδι προς _____

Ιστορικό και έννοιες μαθήματος για εκπαιδευτικούς

Κανένα για αυτό το μάθημα.

Κλείσιμο μαθήματος

Συζητήστε με τους μαθητές ποια είδη προμηθειών χρειάζονται στο περιβάλλον του δάσους. Υπήρχαν αντικείμενα που δεν περιλαμβάνονταν στη λίστα με τις προμήθειες που δεν καταστράφηκαν κατά την αναγκαστική προσγείωση και θα ήθελαν να μπορούσαν να φέρουν μαζί τους για το ταξίδι τους;

Λεξιλόγιο/Ορισμοί

Κανένα για αυτό το μάθημα

Αξιολόγηση

Φύλλο εργασίας 2: Ζητήστε από κάθε ομάδα να συμπληρώσει τα σχετικά φύλλα εργασίας δραστηριότητας να εξετάσει τις απαντήσεις της για να μετρήσει το βάθος της κατανόησής της.

Δραστηριότητα: Τι να μεταφέρω;

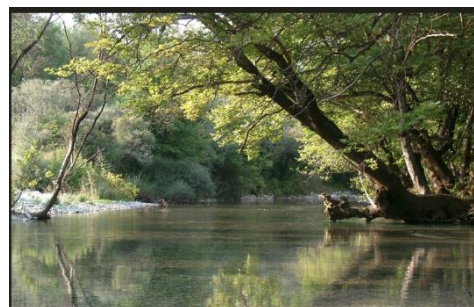
Με μια ματιά

Τάξη: Ε' Στ' Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 1 διδακτική ώρα

Αναμενόμενο κόστος/ομάδα: 0 €

Μέγεθος ομάδας: 3-4 μαθητές



Περίληψη

Σε αυτό το στάδιο της υποθετικής περιπέτειας στην Άπειρον Γαία οι μαθητές καθορίζουν τι προμήθειες θα πάρουν μαζί τους για να επιβιώσουν από το ταξίδι τους στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου. Χρησιμοποιούν εκτιμήσεις και βασικές μαθηματικές δεξιότητες για να καθορίσουν πόσα μπορούν να μεταφέρουν και τι μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να επιβιώσουν στο περιβάλλον του δάσους καθώς ταξιδεύουν στον προορισμό τους

Στόχοι μάθησης

- Οργάνωση και ταξινόμηση ενός συνόλου αντικειμένων με βάση το βάρος και την χρησιμότητά τους.
- Απόκτηση δεξιοτήτων εκτίμησης.

Κατάλογος Υλικών

Μεγάλο χαρτί ή το συνημμένο στο παράρτημα για τον καταγισμό ιδεών.

Φύλλα εργασίας και συνημμένα

- Φύλλο εργασίας μαθητή 2
- Φύλλο brainstorming

Όνομα: _____

Ημερομηνία: _____

ΠΕΡΙΠΕΤΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΕΙΡΟΝ ΓΑΙΑ (2)



“Τι να μεταφέρω;”

Τώρα που αποφάσισες που θα πας και ανακάλυψες πόσο χρόνο θα σου πάρει πρέπει να αποφασίσεις τι πρέπει να πάρεις μαζί σου. Άρχισε να σκέφτεσαι τι μπορεί να χρειαστείς. Τι θα πάρεις; Θα έχεις μαζί σου ότι χρειαστείς για να επιβιώσεις κατά τη διάρκεια του ταξιδιού σου προς _____;

Διαδικασία:

Δες την παρακάτω λίστα για να δεις τι εφόδια διασώθηκαν από το αεροπορικό ατύχημα. Σημείωσε τα υλικά που πιστεύεις ότι είναι σημαντικά για την επιβίωσή σας στο δάσος.

σπίρτα	(0,045 κ.= _____ γρ)	αεροπορικές κουβέρτες	(0,454 κ.= _____ γρ)
χλωριωμένα δισκία	(0,045 κ.= _____ γρ)	κατσαρολικά	(0,454 κ.= _____ γρ)
πλαστικά μαχαιροπίρουνα	(0,045 κ.= _____ γρ)	χάρτες	(0,454 κ.= _____ γρ)
σελοτέιπ	(0,045 κ.= _____ γρ)	μπουκαλάκια με νερό	(0,454 κ.= _____ γρ)
φίλτρα καφέ	(0,045 κ.= _____ γρ)	κουτί πρώτων βοηθειών	(0,908 κ.= _____ γρ)
πλαστικά κύπελα	(0,045 κ.= _____ γρ)	βαλίτσες	(0,908 κ.= _____ γρ)
τράπουλα	(0,045 κ.= _____ γρ)	φουσκωτά μαξιλάρια που επιπλέουν	(0,91 κ.= _____ γρ)
τσίχλες	(0,045 κ.= _____ γρ)	βιβλία για τον Εθνικό Δρυμό	(το καθένα, 0,91 κ.= _____ γρ)
μαξιλάρια	(0,11 κ.= _____ γρ)	άδεια μεσαίου μεγέθους μπουκάλια νερού	(0,91 κ.= _____ γρ)
πυξίδα	(0,11 κ.= _____ γρ)	σακίδια	(0,91 κ.= _____ γρ)
περιοδικά	(0,11 κ.= _____ γρ)	κομμάτια μετάλλου	(0,91 έως 5,54 κ.= _____ γρ)
συσκευή οξυγόνου	(0,11 κ.= _____ γρ)	άδεια πλαστικά μπουκάλια νερού 2λ	(1,13 κ.= _____ γρ)
καθρεφτάκι	(0,11 κ.= _____ γρ)	εργαλεία	(2,27 κ.= _____ γρ)
μονωτική ταινία	(0,18 κ.= _____ γρ)	σχοινί	(2,27 κ.= _____ γρ για κάθε 3μ)
φακός (φως)	(0,227 κ.= _____ γρ)	φαγητό	(2,27 έως 5,54 κ. = _____ γρ)
κιάλια	(0,454 κ.= _____ γρ)	τροχοί αεροπλάνου	(45,4 κ.= _____ γρ)
τσουλήθρα εξόδου κινδύνου	(45,4 κ.= _____ γρ)		

Χρησιμοποιώντας τη λίστα των αντικειμένων που δεν καταστράφηκαν κατά την αναγκαστική προσγείωση του αεροπλάνου, οργανώστε τις προμήθειές σας σε κατηγορίες.

Με την ομάδα σας αποφασίστε ποιες κατηγορίες να φτιάξετε (π.χ. κατηγορία «περισσότερο σημαντικό», «πιο χρήσιμο», ή «ελάχιστο απαραίτητο») και να γράψετε τα ονόματα των κατηγοριών τα κενά στο πάνω μέρος του γραφήματος.

Στη συνέχεια, γράψτε τα αντικείμενα για τις κατηγορίες της ομάδας σας που αποφασίσατε και συμπεριλάβετε το βάρος του κάθε αντικειμένου δίπλα σε παρένθεση. Για παράδειγμα: κουτί πρώτων βοηθειών (908γρ).

Δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσετε όλες τις στήλες!

Κατηγορία 1:	Κατηγορία 2:	Κατηγορία 3:	Κατηγορία 4:

Όλοι μαζί αποφασίστε το μέγιστο βάρος που θα κουβαλήσει κάθε άτομο. Σκεφτείτε πώς το βάρος θα επηρεάσει το πόσο γρήγορα μπορείτε να περπατήσετε προς _____ . Τι αντικείμενα είναι πιο σημαντικά;

1. Πόσο βάρος μπορεί να σηκώσει κάθε άτομο; _____

Στην ομάδα σας αποφασίστε ποια αντικείμενα θα θέλατε να πάρετε. Βρείτε τι θα πάρει ποιος, έτσι ώστε κανένας να μην κουβαλήσει περισσότερο από το μεγαλύτερο βάρος που αποφασίσατε.

Γράψτε τα αντικείμενα που θα πάρετε μόνο εσείς σε ένα από τα παρακάτω κουτιά(Μαζί με τα βάρη τους). Προσθέστε τα βάρη και σιγουρευτείτε ότι δεν κουβαλάτε πάρα πολύ βάρος!!! Γράψτε τις ίδιες πληροφορίες για κάθε μέλος της ομάδας.

1^ο Μέλος ομάδας: _____

2^ο Μέλος ομάδας: _____

Αντικείμενο	Βάρος αντικειμένου
Συνολικό Βάρος: _____	

Αντικείμενο	Βάρος αντικειμένου
Συνολικό Βάρος: _____	

3^ο Μέλος ομάδας: _____

Αντικείμενο	Βάρος αντικειμένου
Συνολικό Βάρος: _____	

4^ο Μέλος ομάδας: _____

Αντικείμενο	Βάρος αντικειμένου
Συνολικό Βάρος: _____	

5^ο Μέλος ομάδας: _____

Αντικείμενο	Βάρος αντικειμένου
Συνολικό Βάρος: _____	

6^ο Μέλος ομάδας: _____

Αντικείμενο	Βάρος αντικειμένου
Συνολικό Βάρος: _____	

Μάθημα 3: Καταφύγιο στο δάσος

Τάξη: Ε', Στ' Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 15 λεπτά

Περίληψη

Ως μέρος του σεναρίου συνεχιζόμενης περιπέτειας για αυτήν την ενότητα, οι μαθητές κατασκευάζουν καταφύγια για να προστατευτούν από τη βροχή. Μετά την κατασκευή των καταφυγίων, η τάξη πραγματοποιεί δοκιμές αντοχής γενικά αλλά και αντοχής από το νερό στα καταφύγια.



Καταφύγιο στο δάσος

Στόχοι μάθησης

Μετά από αυτό το μάθημα, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να κατασκευάσουν καταφύγια (μέσα από σχεδιασμό και κατασκευή προτύπου) για να προστατευτούν από τη βροχή.
- Πραγματοποιούν δοκιμές αντοχής και αδιαβροχοποίησης στα καταφύγια τους

Εισαγωγή - Ενεργοποίηση Μαθητή

Διαβάστε το ακόλουθο μέρος της ιστορίας με τους μαθητές σας:

Καθώς ξεκινάτε το ταξίδι σας στο συναρπαστικό Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου, ακούτε τα πουλιά να φλυαρούν από μακριά. Περπατάτε για περίπου 10 λεπτά και παρατηρείτε ότι είναι πολύ ζεστά και με πολύ υγρασία, παρόλο που βρίσκεστε σε άφθονη σκιά. Τα εφόδια που κουβαλάτε αρχίζουν να «βαραίνουν» και θα θέλατε να επιστρέψετε στην πισίνα του ξενοδοχείου. Έπειτα, από το πουθενά, ακούς πίσω σου μια δυνατή κραυγή. Στην αρχή νομίζεις ότι είναι κρώξιμο από ένα πουλί, αλλά μετά συνειδητοποιείς ότι είναι μόνο η φίλη σου η Μαρία (ή όνομα μαθητή ή μαθήτριας που μπορεί να συνεχίσει το διάλογο), Μηχανικός Περιβάλλοντος.

"Εεεε!! ποιος σπαταλά το νερό!" Φωνάζει καθώς παρατηρείς ότι όλοι φαίνονται μπερδεμένοι. Αλλά πριν κάποιος προλάβει να απαντήσει, μια ζεστή βροχή αρχίζει να πέφτει μανιασμένη από τον μέχρι πριν λίγο ηλιόλουστο ουρανό.

«Βρέχει, και οι προμήθειες μας έχουν αρχίσει να βρέχονται!» Ο Νίκος (ή όνομα μαθητή ή μαθήτριας που μπορεί να παίξει το ρόλο) ένας Πολιτικός Μηχανικός, φωνάζει από το πίσω μέρος της ομάδας. Γρήγορα συνειδητοποιείτε ότι χρειάζεστε ένα καταφύγιο που να είναι εύκολο να χτιστεί και μπορείτε να το πάρετε μαζί σας. Τι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε; Πώς θα το φτιάξεις; Δεν έχετε ομπρέλες εδώ!

Υποθέστε ότι έχετε τα ακόλουθα υλικά και αναπτύξτε ένα σχέδιο για το καταφύγιό σας!

- μεγάλο αδιάβροχο μουςαμά
- μεγάλα φύλλα
- σκοινί
- ξύλο

Ανατρέξτε στη σχετική δραστηριότητα «Καταφύγιο στο δάσος».

Ιστορικό και έννοιες μαθήματος για εκπαιδευτικούς

Κανένα για αυτό το μάθημα.

Λεξιλόγιο/Ορισμοί

Κανένα για αυτό το μάθημα.

Κλείσιμο μαθήματος

Αξιολόγηση

Συζήτηση προβληματισμού

Ρωτήστε τους μαθητές:

- Πόσο καλά απέδωσαν τα σχέδια του καταφυγίου σας κατά τη διάρκεια των δοκιμών αντοχής και αδιάβροχης αντοχής;
- Πώς μπορείτε να βελτιώσετε τα σχέδιά σας;
- Υπάρχει καλύτερη μέθοδος δοκιμής από αυτή που χρησιμοποιήσατε;
- Ποια μπορεί να είναι μερικά σχεδιαστικά ελαττώματα στα καταφύγια σας;
- Εάν ναι, πώς μπορείτε να τα βελτιώσετε;

Δραστηριότητα: Καταφύγιο στο δάσος

Με μια ματιά

Τάξη: Ε' Στ' Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 1 διδακτική ώρα

Αναμενόμενο κόστος/ομάδα: 2 €

Μέγεθος ομάδας: 3-4 μαθητές

Περίληψη

Οι ομάδες μαθητών χρησιμοποιούν σχοινί και χαρτί ψησίματος (λαδόκολλα) σε σχήμα φύλλων για να φτιάξουν καταφύγια για να «προστατεύσουν από τη βροχή». Στη συνέχεια δοκιμάζουν τα καταφύγια τους για ανθεκτικότητα και αντοχή στο νερό.

Μηχανική Σύνδεση

Μέσα από αυτό το μάθημα και τη δραστηριότητα, οι ομάδες μαθητών ολοκληρώνουν τη Διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού που χρησιμοποιείται από τους Μηχανικούς, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής και δοκιμής των σχεδίων τους. Όταν αντιμετωπίζουν μια πρόκληση, οι Μηχανικοί αξιολογούν διάφορες πιθανές λύσεις και επιλέγουν αυτή που πληροί καλύτερα τα κριτήρια επιτυχίας. Την κατασκευάζουν και τη δοκιμάζουν, αναθεωρώντας την μέχρι να επιτευχθεί μια αποδεκτή λύση.

Στόχοι μάθησης

Οι μαθητές μαθαίνουν για τα χαρακτηριστικά και κάνουν ποιοτικές παρατηρήσεις φυτών που βρίσκονται στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου.

Σχεδιάζουν και κατασκευάζουν ένα πρότυπο καταφύγιο από «τοπικά» υλικά.

Κατάλογος Υλικών

1 φύλλο λαδόκολλα, περίπου 30cm x30cm

Πρότυπο φύλλων φυτών

Σπάγκος 60cm

Τουλάχιστον 45 (1 φύλλο) αυτοκόλλητα ενίσχυσης οπών χαρτιών ντοσιέ ή χαρτοταινία κομμένα σε μικρά κομμάτια περίπου 1cm x1cm

5 ξυλάκια κατασκευών

1 μικρό ποτηράκι

Φύλλο εργασίας μαθητή

Κατασκευή καταφυγίου στο δάσος <https://www.youtube.com/watch?v=4aHEyMiTGZ0&t=552>

Όνομα: _____

Ημερομηνία: _____

ΠΕΡΙΠΕΤΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΕΙΡΟΝ ΓΑΙΑ (3)



“Καταφύγιο στο δάσος”

Καθώς ξεκινάτε το ταξίδι σας στο συναρπαστικό Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου, ακούτε τα πουλιά να φλυαρούν από μακριά. Περπατάτε για περίπου 10 λεπτά και παρατηρείτε ότι είναι πολύ ζεστά και με πολύ υγρασία, παρόλο που βρίσκεστε σε άφθονη σκιά. Τα εφόδια που κουβαλάτε αρχίζουν να βαραίνουν και θα θέλατε να επιστρέψετε στην πισίνα του ξενοδοχείου. Έπειτα, από το πουθενά, ακούς πίσω σου μια δυνατή κραυγή. Στην αρχή νομίζεις ότι είναι κρώξιμο από ένα πουλί, αλλά μετά συνειδητοποιείς ότι είναι μόνο η φίλη σου η/ο _____ (όνομα μαθητή ή μαθήτριας που μπορεί να συνεχίσει το διάλογο), Μηχανικός Περιβάλλοντος.

"Εεεε! ποιος σπαταλά το νερό!" Φωνάζει καθώς παρατηρείς ότι όλοι φαίνονται μπερδεμένοι. Αλλά πριν κάποιος προλάβει να απαντήσει, μια ζεστή βροχή αρχίζει να πέφτει μανιασμένη από τον μέχρι πριν λίγο ηλιόλουστο ουρανό.

«Βρέχει, και οι προμήθειες μας έχουν αρχίσει να βρέχονται!» Ο _____ (όνομα μαθητή ή μαθήτριας που μπορεί να παίξει το ρόλο) ένας Πολιτικός Μηχανικός, φωνάζει από το πίσω μέρος της ομάδας. Γρήγορα συνειδητοποιείτε ότι χρειάζεστε ένα καταφύγιο που να είναι εύκολο να χτιστεί και μπορείτε να το πάρετε μαζί σας. Τι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε; Πώς θα το φτιάξεις; Δεν έχετε ομπρέλες εδώ!

η δική σου πρόκληση είναι...

Να κατασκευάσεις ένα καταφύγιο από τα υλικά που θα βρεις στο δάσος.

Διαδικασία:

1. Με την ομάδα σου συζητήστε μερικές ιδέες για μερικά πιθανά σχέδια για ένα καταφύγιο.
2. Τι χαρακτηριστικά θέλετε να έχει το καταφύγιό σας; (Προστασία από τη βροχή; Άνεμος; Θα έχει παράθυρα; Πρέπει να είναι φορητό;)
3. Σχεδίασε τις ιδέες σας στο παρακάτω πλαίσιο.

ΥΛΙΚΑ

- 1 μικρό ποτηράκι
- 5 ξυλάκια
- Λαδόκολλα 30 εκ. x 30 εκ.
- Κομματάκια σελοτέιπ

Σχεδιάσε

2. Τοποθετήστε το φύλλο με τα σχέδια των φύλλων κάτω από τη λαδόκολλα έτσι ώστε να μπορείτε να δείτε τα περιγράμματα μέσα από το χαρτί.
3. Αποφασίστε τι είδους φύλλα και πόσα από το καθένα θα χρειαστείτε για να τα φτιάξετε καταφύγιο που σχεδιάσατε. Χαράξτε τα φύλλα που θέλετε να χρησιμοποιήσετε πάνω στην λαδόκολλα. Προσέξτε ότι υπάρχει μόνο 1 λαδόκολλα, οπότε προσπαθήστε να χωρέσετε τα φύλλα σε αυτήν προσεκτικά.
4. Κόψτε όλα τα φύλλα που σχεδιάσατε στην λαδόκολλα
5. Πετάξτε τα κομμάτια που περίσσεψαν
6. Στην ομάδα των Μηχανικών σας, αποφασίστε ποιο σχέδιο θα χρησιμοποιήσετε για την κατασκευή του καταφυγίου σας χρησιμοποιώντας μόνο τα υλικά που σας έχουν παρασχεθεί.
7. Χρησιμοποιώντας τα φύλλα, το σπάγκο, τα αυτοκόλλητα και τα ξυλάκια δημιουργήστε ένα μεγάλο καταφύγιο αρκετά για να χωρέσει μέσα το ποτηράκι σας. Λάβετε υπόψη ότι αυτό το καταφύγιό σας θα πρέπει να είναι μεταφερόμενο. Σιγουρέψου ότι μπορείτε να τα διπλώσετε για να τα έχετε μαζί σας στο ταξίδι σας.

Μάθημα 4: Ξεμένουμε από νερό;

Τάξη: Ε', Στ' Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 15 λεπτά

Περίληψη

Σε αυτό το μάθημα, οι μαθητές διεξάγουν έρευνα για τον καθαρισμό του νερού. Οι μαθητές κατασκευάζουν μια μέθοδο για τον καθαρισμό του νερού, ανακαλύπτουν τον πιο αποτελεσματικό τρόπο φιλτραρίσματος του νερού και εξασκούνται στη διεξαγωγή ενός επιστημονικού πειράματος



Πώς θα φιλτράρουμε το νερό.

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η κοινωνία είναι η διαθεσιμότητα καθαρού πόσιμου νερού. Αυτό το μάθημα και η δραστηριότητα παρέχει μια ευκαιρία στις ομάδες μαθητών να ολοκληρώσουν τη διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού που σχετίζεται με την επεξεργασία νερού και την κατασκευή και δοκιμή των σχεδίων τους. Δείτε την διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού στο σχετικό κεφάλαιο 13 για περαιτέρω επεξήγηση.

Στόχοι μάθησης

Μετά από αυτό το μάθημα, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να κάνουν διεξαγωγή έρευνας για τον καθαρισμό του νερού
- Να δημιουργήσουν μια μέθοδο για τον καθαρισμό του νερού
- Να ανακαλύψουν τον πιο αποτελεσματικό τρόπο φιλτραρίσματος του νερού
- Να εξασκηθούν στη διεξαγωγή ενός επιστημονικού πειράματος

Εισαγωγή - Ενεργοποίηση Μαθητή

Διαβάστε το ακόλουθο μέρος της ιστορίας με τους μαθητές σας:

Περπατώντας μέσα στο Εθνικό Πάρκο συνειδητοποιείτε ότι ο χρόνος είναι ένας σημαντικός παράγοντας, ειδικά επειδή ο πιλότος χρειάζεται βοήθεια. Συνεχίζετε την αναζήτησή σας για να βρείτε το _____ με την ελπίδα ότι κάθε ώρα θα σας φέρνει λίγο πιο κοντά.

«Ε! παιδιά, έχουμε σχεδόν τελειώσει το νερό», ακούτε να λέει η Τζούλη⁶. Υπάρχει πηγή σε κοντινή απόσταση σύμφωνα με το χάρτη. Ίσως λίγο από το νερό αυτό είναι αρκετά καλό για να το πιούμε.

Αντιλαμβάνεστε ότι η δοκιμή του νερού θα είναι δύσκολη με τα εργαλεία που έχετε και ανησυχείτε για το πώς να φιλτράρετε το νερό σε περίπτωση που δεν είναι ασφαλές για κατανάλωση. Ή ίσως η Τζούλη, μια Χημικός Μηχανικός, μπορεί να βρει μια ιδέα για ένα σχέδιο φίλτρου. Τι θα χρησιμοποιήσετε; Θα λειτουργήσει;

Ιστορικό και έννοιες μαθήματος για εκπαιδευτικούς

Κανένα για αυτό το μάθημα.

⁶ ή καθορίζεται ένας μαθητής για τον ρόλο

Κλείσιμο μαθήματος

Ρωτήστε τους μαθητές πόσο καλά λειτούργησε το φίλτρο τους. Μπορούν να σκεφτούν άλλους τρόπους για να φιλτράρουν το νερό με ασφάλεια; Θα προτιμούσαν να πίνουν νερό από τη βρύση ή το νερό που φιλτράρουν; Ποιά είναι η διαφορά;

Λεξιλόγιο/Ορισμοί

Διήθηση:

Η διαδικασία αφαίρεσης σωματιδίων και ακαθαρσιών για ένα υλικό που είναι συνήθως νερό.

Απολύμανση:

Η διαδικασία αφαίρεσης τόσο των σωματιδίων όσο και των μικροβίων από μια ουσία που είναι συνήθως νερό.

Αξιολόγηση

Κάθε ομάδα μαθητών θα πρέπει να συμπληρώσει τα σχετικά φύλλα εργασίας δραστηριότητας.

Δραστηριότητες επέκτασης μαθήματος

Προσθέστε τους ακόλουθους περιορισμούς στις λύσεις σχεδιασμού φίλτρων τους:

Δεν μπορείτε να αγοράσετε τίποτα και πρέπει να δουλέψετε με ότι έχετε (δηλαδή ύφασμα, τυχαία εργαλεία από το αεροπλάνο, χαρτί, φυσικές προμήθειες από το δάσος).

Πρέπει να προσπαθήσετε να φιλτράρετε το νερό όσο το δυνατόν γρηγορότερα (π.χ. μια στάλα ανά ώρα δεν θα είναι αρκετή).

Με μια ματιά

Τάξη: Ε΄ Στ΄ Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 1 διδακτική ώρα

Αναμενόμενο κόστος/ομάδα: 2,5€

Μέγεθος ομάδας: 3-4 μαθητές

Εξάρτηση από δραστηριότητα: Καμία

Περίληψη

Ως μέρος της θεματικής ενότητας STEM «Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία», οι μαθητές διεξάγουν έρευνα για τον καθαρισμό του νερού. Κατασκευάζουν μια μέθοδο για τον καθαρισμό του νερού, ανακαλύπτουν τον πιο αποτελεσματικό τρόπο φιλτραρίσματος του νερού και εξασκούνται στη διεξαγωγή επιστημονικού πειράματος. Μέσω αυτής της δραστηριότητας και του σχετικού μαθήματος, οι ομάδες μαθητών ακολουθούν τα βήματα της διαδικασίας μηχανικού σχεδιασμού που σχετίζονται με την επεξεργασία του νερού, όπως γίνεται από ασκούμενους μηχανικούς, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής και δοκιμής των σχεδίων τους.

Σύνδεση με θέματα που αντιμετωπίζονται στην πραγματική ζωή

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η κοινωνία είναι η διαθεσιμότητα καθαρού πόσιμου νερού. Οι Μηχανικοί εργάζονται σε ομάδες για να δημιουργήσουν και να δοκιμάσουν λύσεις σε προβλήματα, ακολουθώντας τα βήματα της διαδικασίας μηχανικού σχεδιασμού. Για να παρέχουν στις κοινότητες ασφαλές πόσιμο νερό, οι Μηχανικοί σχεδιάζουν μονάδες επεξεργασίας λυμάτων και συστήματα διανομής που περιλαμβάνουν φίλτρα ιζημάτων και χημικές επεξεργασίες για την προστασία της δημόσιας υγείας.

Στόχοι μάθησης

Μετά από αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να κάνουν ερώτηση/ερωτήσεις για τον κόσμο και να διαμορφώνουν ένα οργανωμένο σχέδιο για να τον διερευνήσουν
- Να οργανώνουν τα βήματα ενός επιστημονικού προβλήματος με λογική σειρά.
- Να σχεδιάσουν και να διεξάγουν επιστημονική έρευνα.
- Να χρησιμοποιούν δεδομένα για να δημιουργήσουν μια λογική εξήγηση.

Κατάλογος Υλικών

Για τον δάσκαλο:

- Μπουκάλι 5 λίτρων
- 1 σακούλα χώμα για γλάστρα

Κάθε ομάδα χρειάζεται:

- Μπουκάλι 2 λίτρων με κομμένη βάση και χωρίς καπάκι
- 5cm x 5cm κομμάτι γάζα
- λαστιχάκι

- φλιτζάνι άμμου 100 γρ.
- κυπελάκι με 100 γρ περίπου χαλίκι ενυδρείου
- μικρό φίλτρο καφέ
- μεγάλο μπολ, περίπου 5-6cm βάθους
- άδειο φλιτζάνι 350ml, για να το γεμίσετε αργότερα με βρώμικο νερό

Φύλλα εργασίας και συνημμένα

Φυλλάδιο Μαθητή

Εισαγωγή - Ενεργοποίηση Μαθητή

Διαβάστε το ακόλουθο μέρος της ιστορίας με τους μαθητές σας:

Περπατώντας μέσα στο Εθνικό Πάρκο συνειδητοποιείτε ότι ο χρόνος είναι ένας σημαντικός παράγοντας, ειδικά επειδή ο πιλότος χρειάζεται βοήθεια. Συνεχίζετε την αναζήτησή σας για να βρείτε το _____ με την ελπίδα ότι κάθε ώρα θα σας φέρνει λίγο πιο κοντά.

«Ε! παιδιά, έχουμε σχεδόν τελειώσει το νερό», ακούτε να λέει η Τζούλη⁷. Υπάρχει πηγή σε κοντινή απόσταση σύμφωνα με το χάρτη. Ίσως λίγο από το νερό αυτό είναι αρκετά καλό για να το πιούμε.

Αντιλαμβάνεστε ότι η δοκιμή του νερού θα είναι δύσκολη με τα εργαλεία που έχετε και ανησυχείτε για το πώς να φιλτράρετε το νερό σε περίπτωση που δεν είναι ασφαλές για κατανάλωση. Ή ίσως η Τζούλη, μια Χημικός Μηχανικός, μπορεί να βρει μια ιδέα για ένα σχέδιο φίλτρου. Τι θα χρησιμοποιήσετε; Θα λειτουργήσει;

Διαδικασία

Ιστορικό

Γενικά, τα φίλτρα αποδίδουν καλύτερα όταν το πορώδες του υλικού κλιμακώνεται από κάτω προς τα πάνω από τα μικρότερα προς τα μεγαλύτερα ανοίγματα από τα οποία μπορεί να περάσει το νερό. Για παράδειγμα, τοποθετώντας χαλίκι ως πρώτη στρώση (πάνω) και ένα φίλτρο καφέ ως τελευταίο στρώμα υλικού (κάτω) βοηθά στο να μην φράξουν τα μικρότερα ανοίγματα φιλτράροντας πρώτα τα μεγαλύτερα σωματίδια στο νερό, στην αρχή της διαδικασίας.

Πριν από τη Δραστηριότητα

Συγκεντρώστε υλικό και δημιουργήστε αντίγραφα του Φυλλαδίου Μαθητή

Προετοιμάστε τα πλαστικά μπουκάλια.

Χρησιμοποιήστε ψαλίδι για να κόψετε το κάτω μέρος του μπουκαλιού των 2 λίτρων. Χρησιμοποιήστε κολλητική ταινία για να καλύψετε την αιχμηρή πλαστική άκρη που προκύπτει, για να προστατέψετε τους μαθητές. Αφαιρέστε τυχόν ετικέτες από τη φιάλη των 2 λίτρων. Επαναλάβετε αυτή τη διαδικασία στα υπόλοιπα μπουκάλια των 2 λίτρων για τις ομάδες.

Φτιάξτε την προμήθεια «βρώμικου νερού».

Γεμίστε το μπουκάλι των 5 λίτρων κατά τα τρία τέταρτα με νερό. Χρησιμοποιήστε χώμα για γλάστρα για να γεμίσετε το υπόλοιπο ένα τέταρτο. Ανακινήστε το μπουκάλι. Στη συνέχεια, ανακινήστε το ξανά λίγα λεπτά πριν

⁷ ή καθορίζεται ένας μαθητής για τον ρόλο

από τη δραστηριότητα, καθώς το χώμα θα καθίσει με την πάροδο του χρόνου. Ένα 5λιτρο νερού είναι υπεραρκετό για όλη την τάξη.

Με τους μαθητές

1. Ελέγξτε με τους μαθητές το σενάριο που παρέχεται στην ενότητα Εισαγωγή/Κίνητρο.

2. Μοιράστε τα φύλλα εργασίας και το υλικό σε ομάδες που αποτελούνται από τρεις – τέσσερις μαθητές η καθεμία.

3. Δείξτε στους μαθητές το μπουκάλι «βρώμικο νερό». Ρωτήστε τους: Ποιος θα ήθελε να πιει αυτό το νερό; Εξηγήστε στους μαθητές ότι η πρόκληση της ομάδας τους είναι να βρουν έναν γρήγορο και αποτελεσματικό τρόπο να φιλτράρουν το νερό ώστε να είναι αρκετά καθαρό για να το πιουν.

4. Γεμίστε τα άδεια φλιτζάνια των 2 λίτρων κάθε ομάδας με «βρώμικο νερό». Υπενθυμίστε στους μαθητές να μην πίνουν ποτέ αυτό το νερό, ακόμη και μετά το φιλτράρισμα.

5. Με οδηγό το φύλλο εργασίας, ζητήστε από τους μαθητές να ολοκληρώσουν την πρόκληση της μηχανικής. Υπενθυμίστε τους τα βασικά βήματα της διαδικασίας του μηχανικού σχεδιασμού: κατανοήστε την ανάγκη, συλλέξτε διάφορες ιδέες, επιλέξτε το καλύτερο σχέδιο που ταιριάζει στις περιστάσεις και τους περιορισμούς, σχεδιάστε, δημιουργήστε και βελτιώστε.

6. Αφού απαντήσουν στις ερωτήσεις του φύλλου εργασίας, ζητήστε από τους μαθητές να τις παραδώσουν (για βαθμολόγηση). Οδηγήστε μια συζήτηση στην τάξη για να συγκρίνετε τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα. Οι μαθητές μπορεί να διαπιστώσουν ότι ένα πιο «επιστημονικό φίλτρο» (δηλαδή, ένα που χρησιμοποιεί άμμο και χαλίκι) είναι πιο αργό και δεν λειτουργεί τόσο καλά όσο ένα που χρησιμοποιεί ένα φίλτρο καφέ ή ένα με χαλίκι και ένα φίλτρο καφέ. Συζητήστε με τους μαθητές τα διαφορετικά τους σχέδια και συγκρίνετε τα καλά και τα κακά σημεία σχετικά με τα σχέδια φίλτρων τους. Παραδείγματα επιτυχημένων σημείων: το φίλτρο λειτούργησε πολύ γρήγορα και το νερό φαινόταν πολύ καλύτερο από πριν. Παραδείγματα αρνητικών σημείων: το φίλτρο χρειάστηκε πολύ χρόνο για να φιλτράρει και δεν έκανε καλή δουλειά στην αφαίρεση σωματιδίων.

Ολοκληρώστε κάνοντας τις ερωτήσεις που παρέχονται στην ενότητα Αξιολόγηση για να συνδέσετε τη δραστηριότητα με το σενάριο της Περιπέτειας στην Άπειρον Γαία.

Αξιολόγηση

Φύλλα εργασίας:

Ζητήστε από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν το φύλλο εργασίας για να τους καθοδηγήσουν στην πειραματική διαδικασία και να τους μετατρέψουν σε παραμόρφωση. Ελέγξτε τις απαντήσεις τους στο φύλλο εργασίας για να μετρήσετε την κατανόησή τους.

Ερωτήσεις ολοκλήρωσης:

Στο τέλος της δραστηριότητας, κάντε στους μαθητές τις ακόλουθες ερωτήσεις σε μια ανοιχτή συζήτηση με συντονιστή τον δάσκαλο. Οι ερωτήσεις βοηθούν στη σύνδεση της δραστηριότητας με το σενάριο Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία (Σημείωση: Αυτές οι ερωτήσεις δεν περιλαμβάνονται στο φύλλο εργασίας.)

- Πόσο νερό χρειάζεται να καθαρίσει η ομάδα σας; Πόσο νερό πιστεύετε ότι θα πιει κάθε άτομο στην ομάδα σας; (Απάντηση: Σε καταστάσεις όπως αυτή, ένα άτομο θα έπινε περίπου 2 λίτρα νερού κάθε μέρα. Μπορεί να θέλετε οι μαθητές να υπολογίσουν πόσο νερό θα ήταν για όλη την ομάδα κάθε μέρα.)

- Θα μπορούσατε να φτιάξετε κάτι τέτοιο στο δάσος; (Απάντηση: Ένα φίλτρο σαν αυτό θα ήταν εύκολο να κατασκευαστεί και, βράζοντας το, το νερό θα μπορούσε να είναι πόσιμο.)
- Θα διαρκούσε το φίλτρο αρκετά για να φτάσετε στο _____; (Απάντηση: Ένα φίλτρο όπως αυτό θα λειτουργούσε μόνο μερικές φορές, αλλά μπορεί να διαρκέσει μια ή δύο ημέρες.)

Επεκτάσεις Δραστηριότητας

Ζητήστε από τους μαθητές να ερευνήσουν άλλες επιλογές για τη συλλογή νερού. Μερικά παραδείγματα: Πολλά αμπέλια μπορούν να παρέχουν καθαρό νερό απλώς με το να κοπούν και να στραγγιστούν. Υπάρχουν φυτά που τα φύλλα τους συλλέγουν το νερό της βροχής που μπορεί να είναι πολύ πιο καθαρό από το νερό που βρίσκεται σε ένα λάκκο στο έδαφος.

Ζητήστε από τους μαθητές να συσχετίσουν αυτό το εμπόδιο με τη δική τους ζωή. Πώς φτάνει το νερό στα σπίτια σας; Ποιες διαδικασίες φιλτραρίσματος χρησιμοποιούνται καθημερινά για να βεβαιωθούμε ότι το νερό σας είναι ασφαλές για κατανάλωση; Αν ήσασταν Μηχανικός, ποιες πρόσθετες μεθόδους θα χρησιμοποιούσατε για να κάνετε το νερό ασφαλές; Εάν είναι δυνατόν, κάντε μια εκδρομή σε μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Μιλήστε με τους Μηχανικούς και τους τεχνικούς σχετικά με τις διαδικασίες που χρησιμοποιούν για να φιλτράρουν και να καθαρίσουν το νερό. Τι συμβαίνει με το νερό αφού καθαριστεί;

Ερευνήστε τη βροχόπτωση στην περιοχή σας. Τοποθετήστε ένα βροχόμετρο έξω από την τάξη για μία ή δύο εβδομάδες και παρακολουθήστε την ποσότητα του νερού κάθε μέρα. Πώς συγκρίνονται τα αποτελέσματά σας με τη δημοσιευμένη μέση βροχόπτωση για την περιοχή σας; Πώς συγκρίνονται με τις δημοσιευμένες τιμές για τις βροχοπτώσεις στα τροπικά δάση; Ζητήστε από τους μαθητές να σημειώσουν σε ένα βροχόμετρο τη στάθμη του νερού κάθε μέρα. Βάλτε τους επίσης να σημειώσουν ποια θα ήταν η στάθμη του νερού αν βρίσκονταν σε ένα δάσος. Σημειώστε τις διαφορές στο τέλος της εβδομάδας.

Συζητήστε την επιβίωση σε διαφορετικά κλίματα. Ποιες διαφορές στις τεχνικές επιβίωσης θα αναγκαζόσασταν να χρησιμοποιήσετε εάν είχατε αποκλειστεί χωρίς νερό σε ένα τροπικό δάσος ή στο δικό σας μεσογειακό κλίμα; Τι διαφορές αν είχατε εγκλωβιστεί στην έρημο; Θα άλλαζαν οι μέθοδοι φιλτραρίσματος νερού σε διαφορετικά περιβάλλοντα; Ναι ή όχι και γιατί;

Κλιμάκωση Δραστηριότητας

Για τις μικρότερες τάξεις, κάντε τη δραστηριότητα δημιουργώντας ένα φίλτρο όλοι μαζί ως τάξη. Εάν οι μαθητές προτείνουν πολλούς τρόπους που πιστεύουν ότι τα υλικά πρέπει να τοποθετηθούν σε στρώματα, τότε φτιάξτε δύο ή τρία διαφορετικά σχέδια φίλτρων και δοκιμάστε τα ως τάξη.

Όνομα: _____

Ημερομηνία: _____

ΠΕΡΙΠΕΤΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΕΙΡΟΝ ΓΑΙΑ (4)

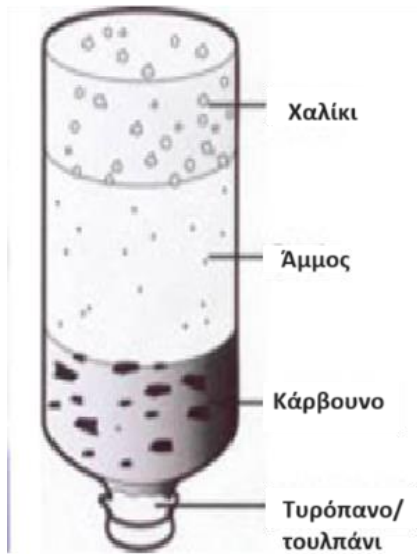


“Ξεμένουμε από νερό;”

Περπατώντας μέσα στο Εθνικό Πάρκο συνειδητοποιείτε ότι ο χρόνος είναι ένας σημαντικός παράγοντας, ειδικά επειδή ο πιλότος χρειάζεται βοήθεια. Συνεχίζετε την αναζήτησή σας για να βρείτε το _____ με την ελπίδα ότι κάθε ώρα θα σας φέρνει λίγο πιο κοντά.

«Ε! παιδιά, έχουμε σχεδόν τελειώσει το νερό», ακούτε να λέει η Τζούλη⁸. Υπάρχει πηγή σε κοντινή απόσταση σύμφωνα με το χάρτη. Ίσως λίγο από το νερό αυτό είναι αρκετά καλό για να το πιούμε.

Αντιλαμβάνεστε ότι η δοκιμή του νερού θα είναι δύσκολη με τα εργαλεία που έχετε και ανησυχείτε για το πώς να φιλτράρετε το νερό σε περίπτωση που δεν είναι ασφαλές για κατανάλωση. Ή ίσως η Τζούλη, μια Χημικός Μηχανικός, μπορεί να βρει μια ιδέα για ένα σχέδιο φίλτρου. Τι θα χρησιμοποιήσετε; Θα λειτουργήσει;

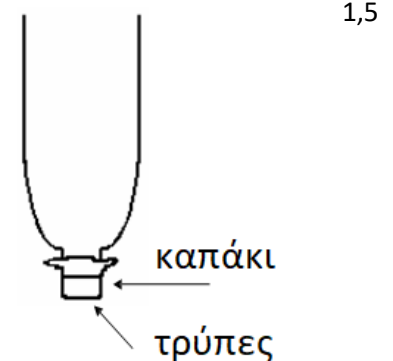


Διαδικασία:

Πρέπει να χρησιμοποιήσεις τις γνώσεις σου ως μηχανικός για να φιλτράρεις το βρώμικο νερό που έχεις βρει.

Φτιάξε και έλεγξε το φίλτρο νερού που σχεδίασες με ένα πλαστικό μπουκάλι

λίτρου με στρώσεις από υλικά που έχεις. Παρακάτω είναι κάποιες διαδικασίες για να βοηθηθείς. Θυμήσου ότι θέλεις το φίλτρο σου να δουλέψει σωστά και γρήγορα.



Προετοίμασε το μπουκάλι σου.

1. κόψε το κάτω μέρος του μπουκαλιού
2. άνοιξε 4-5 τρύπες στο καπάκι

⁸ ή καθορίζεται ένας μαθητής για τον ρόλο

υλικά

- Άμμος
- Ξυλάνθρακας
- Πέτρες
- Γάζα
- λαστιχάκια

Σχεδιάσε το σύστημα με τις στρώσεις.

3. Η λίστα με τα υλικά που έχεις είναι:

Συζήτησε με την ομάδα σου διαφορετικούς τρόπους για να βάλετε τα υλικά.

Επιλέξτε τη μέθοδο που νομίζετε ότι θα φιλτράρει καλύτερα. Συμπληρώστε τη σωστή περιοχή κάτω με τα στοιχεία που η ομάδα σας επέλεξε να χρησιμοποιήσει και να σχεδιάσετε μια εικόνα του φίλτρου σας.

Γράψτε κάτω τα υλικά που χρησιμοποιούνται.

Σχεδιάστε μια εικόνα του τελικού φίλτρου της ομάδας σας

Σχεδιάστε μια εικόνα της δικής σου ιδέας

Ονομάστε τα μέρη.

1. Τοποθετήστε προσεκτικά τα μέρη του φίλτρου στην ανάποδη φιάλη με τη σειρά που η ομάδα σας έχει συμφωνήσει.

2. Κρατήστε το στόμιο της φιάλης πάνω από το ποτήρι.
3. Βάλτε ένα άλλο μαθητή στην ομάδα σας να παρακολουθείτε το χρόνο.
4. Όταν ο χρονομέτρης πει ξεκίνησε, ρίξτε το φλιτζάνι με το βρώμικο νερό στο κάτω μέρος του φίλτρου που σχεδιάστηκε.
5. Σταματήστε το χρόνο όταν το νερό έχει φύγει τελείως από το φίλτρο.
6. Χρησιμοποιήστε την παρακάτω γραμμή για την καταγραφή του χρόνου που χρειάστηκε το φίλτρο σας

Καταγράψτε το χρόνο για το νερό να περάσει μέσα από το φίλτρο:

_____ λεπτά _____ δευτερόλεπτα

Βαθμολόγησε πόσο καθαρό φαίνεται το φιλτραρισμένο νερό σας.

Μάθημα 5: Διασχίζοντας το ποτάμι

Τάξη: Ε', Στ' Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 15 λεπτά

Περίληψη

Στη συνεχιζόμενη (υποθετική) ιστορία της ενότητας Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία, οι μαθητές ανακαλύπτουν τη σχέση μεταξύ της μάζας ενός αντικειμένου και του χώρου που καταλαμβάνει (τον όγκο του). Καθώς δημιουργούν μικρές βάρκες χρησιμοποιώντας πηλό, μαθαίνουν για την έννοια της μετατόπισης και πώς ένα αντικείμενο μπορεί να επιπλέει εάν εκτοπίσει αρκετό νερό, καθώς και την έννοια της πυκνότητας και τη σχέση της με τη μάζα και τον όγκο.

Μηχανική Σύνδεση

Αυτή η δραστηριότητα και το σχετικό μάθημά της παρέχει μια ευκαιρία στις ομάδες μαθητών να ολοκληρώσουν τη διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής και δοκιμής των σχεδίων σκαφών τους.

Στόχοι μάθησης

Μετά από αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να μετρούν τη μάζα και τον όγκο ενός αντικειμένου χρησιμοποιώντας το κατάλληλο εργαλείο.
- Να υπολογίζουν και συγκρίνουν τον όγκο και το εμβαδόν της επιφάνειας των δεδομένων αντικειμένων.
- Να μετράνε τις ιδιότητες των αντικειμένων χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως χάρακες και ζυγαριές.
- Να παρατηρούν, περιγράφουν, μετρούν και καταγράφουν τις αλλαγές στις ιδιότητες.

Κατάλογος Υλικών

Κάθε ομάδα χρειάζεται:

- Ζυγό σύγκρισης (που μπορούν να έχουν κατασκευάσει μόνοι τους με μεταλλική κρεμάστρα και δισκάκια) με βαρίδια γραμμαρίων
- μεγάλο μπολ, ~ 5-8cm βάθος
- Πηλός μοντελοποίησης που δεν στεγνώνει, μία μπάλα διαμέτρου 2,5 cm ανά μαθητή
- 5-10 φύλλα χαρτοπετσέτας
- νερό σε ένα ποτήρι
- 1 λεπτό γυάλινο φλιτζάνι ή άλλο διαφανές δοχείο. Το καλύτερο από το δοχείο είναι ομοιόμορφου μεγέθους αν είναι δυνατόν, δηλαδή σχεδόν τέλειος κύλινδρος. Επιλέξτε επίσης ένα δοχείο που μπορεί να επισημανθεί.
- 1 στυλό ανεξίτηλο ή μαρκαδόρο πορσελάνης
- μικρή χούφτα τουλάχιστον τριών από τα ακόλουθα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν ως φορτία σκαφών: μικρά μεταλλικά παξιμάδια (1/4 ίντσας), συνδετήρες, ξερά φασόλια, κέρματα, χρησιμοποιήστε αντικείμενα που είναι πιο πυκνά από το νερό
- Φυλλάδιο μαθητή

Εισαγωγή/Κίνητρο



Πώς θα καταφέρετε να διασχίσετε το ποτάμι;

(Ανατρέξτε στην ιστορία στο Μάθημα 5.) Να θυμάστε ότι ο στόχος σας είναι να διασχίσετε ένα ποτάμι. Έχετε μόνο έναν περιορισμένο αριθμό προμηθειών και πρέπει να σχεδιάσετε κάτι για να σας περάσει στο ποτάμι!

Διαδικασία

Συγκεντρώστε υλικά και δημιουργήστε αντίγραφα του φυλλαδίου μαθητή.

Εκ των προτέρων, ζυγίστε κάθε ένα από τα αντικείμενα που θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές για να γεμίσουν τις βάρκες τους και δώστε αυτά τα ποσά βάρους στους μαθητές.

Περιμένετε έως ότου οι μαθητές δημιουργήσουν τις βάρκες τους και απαντήσουν στις ερωτήσεις 1-6 στη δεύτερη σελίδα του φυλλαδίου για τους μαθητές, προτού μοιράσετε τα υλικά φόρτωσης που θα τοποθετήσουν οι μαθητές στις βάρκες τους (συνδετήρες, κέρματα, κ.λπ.). Αυτό βοηθά να μην αποσπαστούν οι μαθητές από τα πρόσθετα αντικείμενα.

Για να επιπλέει η βάρκα πρέπει να μετατραπεί σε σχήμα μπολ. Μπορεί επίσης να επιπλέει αν γίνει κοίλο, σαν μπαλόνι. Εάν οι μαθητές χρειάζονται βοήθεια, προτείνετε να σκεφτούν πώς κατασκευάζονται τα σκάφη. Πώς μπορούν να επιπλέουν μεγάλα μεταλλικά πλοία;

Προαιρετικά: Δημιουργήστε μια διαφάνεια στον πίνακα δεδομένων για χρήση με προβολέα ή γράψτε τον στον πίνακα της τάξης. Συμπληρώστε τις στήλες Υλικό και Μάζα στοιχείων με αυτές που θα χρησιμοποιηθούν.

Λάβετε υπόψη ότι το μέγεθος του σκάφους καθορίζει το ποσό που μπορεί να κρατηθεί, αλλά οι τιμές της στήλης Μάζα αντικειμένων θα πρέπει να είναι πολύ κοντά σε τιμές για όλα τα υλικά για ένα συγκεκριμένο σκάφος.

Βεβαιωθείτε ότι οι μαθητές παρατηρούν ότι παρόλο που ο πηλός πλέον επιπλέει, η μάζα του παραμένει η ίδια.

Για την επόμενη δραστηριότητα, οι μαθητές θα χρειαστούν «βάρκες» από πηλό, επομένως θα πρέπει να κρατήσουν τις δημιουργίες τους.

Αξιολόγηση

Φύλλα εργασίας

Ζητήστε από τις ομάδες μαθητών να χρησιμοποιήσουν το φυλλάδιο μαθητή ως οδηγό για τη διεξαγωγή της δραστηριότητας. Ελέγξτε τα δεδομένα και τις απαντήσεις τους για να μετρήσετε τη δέσμευσή τους και το βάθος κατανόησής τους.

Δραστηριότητα: Διασχίζοντας το ποτάμι

Με μια ματιά

Τάξη: Ε' Στ' Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 1 διδακτική ώρα

Αναμενόμενο κόστος/ομάδα: 1,5€

Μέγεθος ομάδας: 3-4 μαθητές

Περίληψη

Στη συνεχιζόμενη (υποθετική) ιστορία της ενότητας Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία, οι μαθητές εφαρμόζουν τις έννοιες που έμαθαν σχετικά με τη μάζα, τον όγκο και την πυκνότητα στις προηγούμενες δραστηριότητες για να σχεδιάσουν βάρκες για να τους βγάλουν από το Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου.

Μηχανική Σύνδεση

Αυτό το μάθημα και η δραστηριότητα παρέχει την ευκαιρία στις ομάδες μαθητών να ολοκληρώσουν τη διαδικασία σχεδιασμού μηχανικής που χρησιμοποιείται από ασκούμενους μηχανικούς, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής και δοκιμής των σχεδίων τους.

Στόχοι μάθησης

Εφαρμογή των εννοιών στο Μάθημα 5, για να σχεδιαστούν πλωτές σχεδίες/σκάφη χρησιμοποιώντας νέα υλικά.

Κατάλογος Υλικών

Κάθε ομάδα χρειάζεται:

- 1 μεγάλο μπολ, 5-8cm βαθύ
- νερό σε ένα ποτήρι
- 6 ξυλαράκια για κατασκευές
- αλουμινόχαρτο, τεμάχιο 30cm x 30cm.
- Ψαλίδι
- Χαρτοταινία
- λευκή κόλλα
- κορδόνι χαρταετού ή παρόμοιου τύπου κορδόνι
- 2 φύλλα χαρτί σημειωματάριου
- μικρή χούφτα τουλάχιστον ενός από τα ακόλουθα υλικά. Καλύτερα να χρησιμοποιήσετε το πιο πυκνό υλικό από την προηγούμενη δραστηριότητα: μικρά μεταλλικά παξιμάδια, συνδετήρες, κέρματα, ξερά φασόλια.
- Φυλλάδιο μαθητή 1 ανά ομάδα

Εισαγωγή-Ενεργοποίηση μαθητή

(Συνεχίστε με την ιστορία της ενότητας Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία διαβάζοντας τα παρακάτω στην τάξη.) Δεδομένης της ανάγκης σας να διασχίσετε το ποτάμι, συνειδητοποιείτε ότι ο πιο γρήγορος τρόπος για να συνεχίσετε είναι να χρησιμοποιήσετε το ρεύμα του ποταμού για να επιπλεύσετε εκεί. Ενώ η κατασκευή ενός σκάφους μπορεί να μην είναι εύκολη, έχετε βαρεθεί να περπατάτε και η ιδέα να επιπλέετε στον ποταμό αντί να συνεχίσετε την πεζοπορία απευθύνεται σε όλους. Μπορείτε να σχεδιάσετε με επιτυχία ένα σκάφος για να διασχίσει το ποτάμι και να επιπλέει με το ρεύμα;

Διαδικασία

Συγκεντρώστε υλικό και δημιουργήστε αντίγραφα του φυλλαδίου μαθητών, ένα ανά ομάδα.

Η δημιουργικότητα είναι το κλειδί αυτής της δραστηριότητας. Ενθαρρύνετε τους μαθητές να θυμηθούν τις εμπειρίες τους από την προηγούμενη δραστηριότητα.

Ζητήστε τους επίσης να θυμηθούν τις απαντήσεις στα "Τι μπορείτε να κάνετε για να βελτιώσετε την ποσότητα μάζας που θα χωρέσει το σκάφος σας;" και "Ποιο σχήμα αλλάξατε τον πηλό;"

Ένας προτεινόμενος σχεδιασμός σκάφους δίνεται παρακάτω και μπορεί να κοινοποιηθεί στην τάξη αφού οι ομάδες ολοκληρώσουν τα σχέδιά τους, ώστε να αποφευχθεί η ύπαρξη σκαφών που μοιάζουν με αυτά του δασκάλου (δηλαδή "η σωστή απάντηση").

Υπόδειξη: Για μαθητές που αγωνίζονται ή για να ενθαρρύνετε τους μαθητές να δοκιμάσουν διαφορετικές ιδέες, δώστε υποδείξεις, προτάσεις και προτροπές στους μαθητές. Βεβαιωθείτε, ωστόσο, ότι οι μαθητές κατανοούν ότι κάθε ομάδα αναμένεται να παρουσιάσει ένα μοναδικό σχέδιο και πρέπει να είναι σε θέση να εξηγήσει γιατί αποφάσισαν αυτό το σχέδιο.

Χρήσιμος σχεδιασμός σκάφους (όχι στο φυλλάδιο μαθητή):

1. Κόψτε τα 6 ξύλινα ξυλάκια χειροτεχνίας στη μέση. Τοποθετήστε 5-6 κομμάτια ξυλάκια επίπεδα μεταξύ τους στο τραπέζι και χρησιμοποιήστε κολλητική ταινία για να συνδέσετε μαζί ως μία μονάδα (ανατρέξτε στην Εικόνα 1).

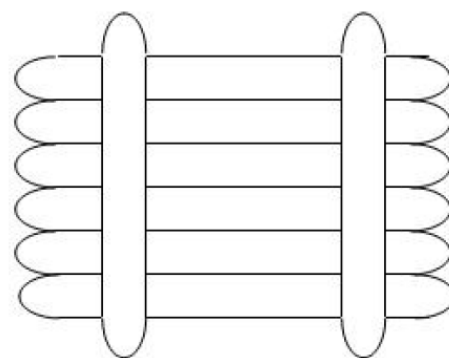
2. Στο κάτω μέρος της δομής του επίπεδου που δημιουργήθηκε, τοποθετήστε 4-5 κομμάτια ταινίας σε ρολό έτσι ώστε το κολλώδες μέρος να βρίσκεται στο εξωτερικό της ταινίας (δημιουργώντας ουσιαστικά διπλή κολλητική ταινία). Τοποθετήστε αυτά τα κομμάτια ταινίας στη μία πλευρά της δομής του ξύλου.

3. Διπλώστε το φύλλο αλουμινίου δύο φορές, μία στη μέση και μετά στη μέση. Κολλήστε τη δομή του ξύλου στο κέντρο του διπλωμένου φύλλου αλουμινίου.

4. Διπλώστε προσεκτικά τα επικαλυπτόμενα μέρη του φύλλου προς τα πάνω για να δημιουργήσετε πλευρές έτσι ώστε η δομή του ξύλου και το φύλλο να δημιουργήσουν ένα κουτί χωρίς καπάκι. Η βάση είναι η δομή του ξύλου και τα πλαϊνά είναι φτιαγμένα από αλουμινόχαρτο.

5. Κολλήστε τις πλευρές του αλουμινόχαρτου μεταξύ τους για να γίνει ανθεκτικό.

Αξιολόγηση



Εικόνα 1

Φυλλάδιο Μαθητή: Ζητήστε από τις ομάδες να χρησιμοποιήσουν και να συμπληρώσουν το φυλλάδιο μαθητή καθώς διεξάγουν τη δραστηριότητα και να συνεργάζονται για να συνθέσουν απαντήσεις στις τελικές ερωτήσεις της ενότητας. Ελέγξτε τις απαντήσεις τους για να μετρήσετε την εμπλοκή τους και το βάθος κατανόησής τους. Η απάντηση στις ερωτήσεις προμηνύει το επόμενο (και τελευταίο) μάθημα και δραστηριότητα στην ενότητα.

Ομαδικές Παρουσιάσεις: Στο τέλος της δραστηριότητας, ζητήστε από τις ομάδες να κάνουν μια σύντομη παρουσίαση δύο λεπτών εξηγώντας γιατί επέλεξαν τα σχέδιά τους και πώς χρησιμοποίησαν τη γνώση που απέκτησαν από τις προηγούμενες δραστηριότητες για να δημιουργήσουν τα σκάφη τους. Απαιτείται από κάθε μαθητή να μιλήσει για ένα μέρος της παρουσίασης. Οι παρουσιάσεις μπορούν να βιντεοσκοπηθούν (αφού γίνει πρόβα προηγουμένως) και να παρουσιαστούν στην τάξη.

ΠΕΡΙΠΕΤΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΕΙΡΟΝ ΓΑΙΑ (5)



“ Διασχίζοντας το ποτάμι”

Έχετε σχεδόν φτάσει στον προορισμό σας. Αισθάνεστε το σώμα σας όλο και περισσότερο κουρασμένο και δεν ξέρετε αν μπορείτε να περπατήσετε άλλο. Ξαφνικά ακούτε την Μπαθ , μια ναυπηγό μηχανικό, να φωνάζει από μπροστά. «Παιδιά έχουμε πρόβλημα! Νομίζω ότι έχουμε παρεκκλίνει λίγο από την αρχική μας διαδρομή. Το GPS γράφει ότι η θέση μας είναι $3^{\circ} S$, $60,2^{\circ} W$ δηλαδή 3° Νότια και $60,2^{\circ}$ Δυτικά. Μάλλον θα πρέπει να διασχίσουμε το ποτάμι για να φτάσουμε στο _____.»

Κοιτάς τον χάρτη και συνειδητοποιείς ότι η Μπαθ έχει δίκιο. Πώς θα διασχίσετε το ποτάμι; Οι προμήθειες που έχετε είναι αρκετές για να περάσουν όλοι ασφαλείς;

Διαδικασία:

Πριν σχεδιάσεις ένα πλωτό μέσο για να περάσεις το νερό με ασφάλεια θα πρέπει πρώτα να καταλάβεις πως κάτι επιπλέει.

1. Γέμισε το ποτηράκι με νερό περίπου κατά το $\frac{3}{4}$ και σημείωσε τη στάθμη του νερού.
 2. Κάνε την πλαστελίνη σε σχήμα μικρής σφαίρας στο χέρι σου.
 3. Χρησιμοποιώντας μια ζυγαριά μέτρησε τη μάζα της μπάλας σε γραμμάρια και γράψε την τιμή στον πίνακα κάτω από το «1^η Δοκιμή»
 4. Προσεκτικά άσε τη σφαίρα στο νερό.
 5. Κατέγραψε τι παρατηρείς.
-
6. Σημείωσε τη νέα στάθμη του νερού. Άλλαξε η στάθμη του νερού και αν ναι πόσο είναι η διαφορά;
-

7. Βγάλε τη μπαλίτσα από το νερό και με ένα χαρτί κουζίνα στέγνωσέ την.
8. Τώρα προσπάθησε να αλλάξει το σχήμα της πλαστελίνης ώστε να καταφέρεις να επιπλέει στο νερό.
9. Αφού την κάνεις να επιπλεύσει μέτρησε την μάζα της και κατέγραψε την τιμή στον πίνακα κάτω από το «2^η Δοκιμή».

ΥΛΙΚΑ

- 1 μεγάλο μπολ, 5-8cm βαθύ
- νερό σε ένα ποτήρι
- 6 ξυλαράκια για κατασκευές
- αλουμινόχαρτο, τεμάχιο 30cm x 30cm.
- Ψαλίδι
- Χαρτοταινία
- λευκή κόλλα
- κορδόνι χαρταετού ή παρόμοιου τύπου κορδόνι
- 2 φύλλα χαρτί σημειωματάριου
- μικρή χούφτα τουλάχιστον ενός από τα ακόλουθα υλικά. Καλύτερα να χρησιμοποιήσετε το πιο πυκνό υλικό από την προηγούμενη δραστηριότητα: μικρά μεταλλικά παξιμάδια, συνδετήρες, κέρματα, ξερά φασόλια.
- Φυλλάδιο μαθητή 1 ανά ομάδα

1^η Δοκιμή

Μάζα πριν αλλάξει (σε γρ.)

2^η Δοκιμή

Μάζα μετά την αλλαγή (σε γρ.)

Ερωτήσεις

1. Η πλαστελίνη επέπλευσε όταν άλλαξες το σχήμα; Γιατί;

2. Συνέκρινε τη μάζα στην 1^η και στη 2^η δοκιμή. Είναι ίδια ή διαφορετική;

3. Τι αλλαγή είχε η πλαστελίνη μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} δοκιμής;

4. Τι σχήμα έκανε στην πλαστελίνη;

5. Πιστεύεις ότι η δημιουργία σου θα μπορούσε να συγκρατήσει μερικούς συνδετήρες και να επιπλέει;

6. Πόσους συνδετήρες πιστεύεις ότι θα μπορούσε να συγκρατήσει;

Συνέχεια Διαδικασίας:

7. Γράψε το όνομα 3 υλικών που θα σου δώσει η δασκάλα/δάσκαλος στον παρακάτω πίνακα.

8. Εκτίμησε πόσα κομμάτια από κάθε υλικό μπορεί να σηκώσει η πλαστελίνη σου. _____

9. Αργά και προσεκτικά βάλε στη βάρκα σου τα υλικά μέχρι να γεμίσει νερό και να βουλιάξει. (Τα υλικά πρέπει να μπαίνουν ένα κάθε φορά.)

10. Γράψε το πλήθος του κάθε υλικού που άντεξε η βάρκα σου.

11. Βγάλε προσεκτικά τη βάρκα σου από το νερό και στέγνωσέ τα. Προσοχή μην αλλάξεις σχήμα στη βάρκα.

12. Χρησιμοποιώντας τη ζυγαριά μέτρησε το βάρος που η βάρκα σου άντεξε. Βάλε τα αντικείμενα στην άκρη για να ξαναχρησιμοποιηθούν.

ΠΙΝΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ:

ΥΛΙΚΟ	Μάζα ενός αντικειμένου (γρ.)	Αριθμός αντικειμένων που κράτησε	Συνολική μάζα αντικειμένων (γρ.)
1.	Σ		
2.	Υ Σ Υ		
3.	Ν Ο Λ		

Συνολική μάζα που άντεξε η βάρκα: _____

Μάθημα 6: Οι ειδήσεις των οχτώ

Τάξη: Ε', Στ' Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 15 λεπτά

Περίληψη

Οι μαθητές συνοψίζουν τις εμπειρίες τους στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου αναπτύσσοντας και παρουσιάζοντας ενημερώσεις για ένα τηλεοπτικό πρόγραμμα βραδινών ειδήσεων. Προετοιμάζουν ερωτήσεις και απαντήσεις και εξασκούνται στο να είναι δημοσιογράφοι και συνεντευξιαζόμενοι. Αναλογίζονται όσα έμαθαν μέσω της ενότητας Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία.



Στόχοι μάθησης

Μετά από αυτό το μάθημα, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να συνοψίζουν τις εμπειρίες τους στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου αναπτύσσοντας και παρουσιάζοντας ενημερώσεις για ένα τηλεοπτικό πρόγραμμα βραδινών ειδήσεων.
- Να ετοιμάσουν ερωτήσεις και απαντήσεις και να εξασκηθούν στο να είναι δημοσιογράφοι και συνεντευξιαζόμενοι.

Εισαγωγή- Ενεργοποίηση μαθητή

Στη συνέχεια της ιστορίας της ενότητας Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία, διαβάστε δυνατά στην τάξη το παρακάτω.

Συγχαρητήρια! Τα κατάφερες να φτάσεις με επιτυχία στο _____! Είσαι στο αεροδρόμιο για να επιβιβαστείς σε ένα αεροπλάνο που θα σας μεταφέρει εσάς και τους συναδέλφους σας στο σπίτι. Ανυπομονείς πραγματικά να δεις την οικογένειά σου και τους φίλους σου και να απολαύσεις όλες τις συνηθισμένες ανέσεις που σου έλειπαν έπειτα από την αναγκαστική προσγείωση και την περιπέτεια στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου. Την ώρα που επιβιβάζεστε στο αεροπλάνο, ο πιλότος φτάνει για να ευχαριστήσει την ομάδα σου που του σώσατε τη ζωή. Σας εύχεται ένα ασφαλές ταξίδι στο σπίτι και καλή τύχη στις μελλοντικές σας προσπάθειες. Είναι πολύ πιο δυνατός και αναρρώνει γρήγορα μετά την ιατρική βοήθεια που χρειαζόταν στο _____.

Καθώς κάθεσαι στη θέση σου, αναλογίζεστε την πρόσφατη περιπέτειά σου και πόσα έχετε μάθει και καταφέρει τις τελευταίες μέρες. Λίγο μετά την απογείωση ένας αεροσυνοδός ενημερώνει την ομάδα σας ότι η είδηση της μεγάλης περιπέτειάς σας έχει διαδοθεί. Είσαι τοπική διασημότητα! Οι δημοσιογράφοι ειδήσεων περιμένουν στο αεροδρόμιο για να πάρουν συνέντευξη από εσένα και την ομάδα. Είστε ενθουσιασμένοι που βρίσκεστε στο βραδινό πρόγραμμα ειδήσεων, αλλά και λίγο νευρικοί γιατί δεν έχετε ξαναεμφανιστεί στην τηλεόραση! Τι θα ζητήσουν; Πώς θα απαντήσετε;

Κλείσιμο μαθήματος

Συζητήστε κοινά θέματα που ανέφεραν οι μαθητές. Για παράδειγμα, καθορίστηκε κάποια συναίνεση σχετικά με τις πιο ενδιαφέρουσες και πιο απαιτητικές δραστηριότητες; Ποια δραστηριότητα άρεσε λιγότερο; Ρωτήστε τους μαθητές πώς αισθάνθηκαν που έκαναν τον χαμένο στην ενότητα Περιπέτεια στην Άπειρον Γαία.

Λεξιλόγιο/Ορισμοί

Δελτίο ειδήσεων: Έκθεση πρόσφατων γεγονότων.

Δημοσιογράφος: Ένα άτομο που ερευνά, συλλέγει, συνοψίζει και αναμεταδίδει πληροφορίες για γεγονότα για ένα μέσο ειδήσεων.

Αξιολόγηση

Φυλλάδιο μαθητή: Ζητήστε από κάθε ομάδα μαθητών να συμπληρώσει το σχετικό φυλλάδιο δραστηριότητας.

Με μια ματιά

Τάξη: Ε΄ Στ΄ Δημοτικού

Απαιτούμενος χρόνος: 1 διδακτική ώρα

Αναμενόμενο κόστος/ομάδα: 0 €

Μέγεθος ομάδας: 3-4 μαθητές

Περίληψη

Οι μαθητές αναπτύσσουν ενημερώσεις για ένα βραδινό τηλεοπτικό πρόγραμμα ειδήσεων που συνοψίζει τις εμπειρίες τους που επιβίωσαν στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου. Παίζουν ρόλο δημοσιογράφου και συνεντευξιαζόμενος στις παρουσιάσεις της τάξης.

Μηχανική Σύνδεση

Οι Μηχανικοί πρέπει να είναι σε θέση να επικοινωνούν αποτελεσματικά σύνθετα προβλήματα σε άλλους ανθρώπους, συχνά άτομα που είναι μη μηχανικοί. Αυτό το μάθημα και η δραστηριότητα παρέχει μια ευκαιρία στις ομάδες μαθητών να το κάνουν αυτό.

Στόχοι μάθησης

Να είναι σε θέση να συνοψίζουν τις περιπέτειες τους από μηχανικής πλευράς και να τις κοινοποιούν σε άλλους.

Κατάλογος Υλικών

Χαρτί και μολύβι

Φύλλα εργασίας και συνημμένα

Εισαγωγή/ Ενεργοποίηση Μαθητή

Δείτε την ιστορία στην ενότητα Εισαγωγή/ Ενεργοποίηση Μαθητή στο μάθημα 6.

Διαδικασία

1. Δώστε στους μαθητές μια σειρά ερωτήσεων που θα τους κάνει ο «δημοσιογράφος». Δώστε έμφαση στο ότι οι απαντήσεις πρέπει να είναι σύντομες και συνοπτικές, όπως είναι χαρακτηριστικό των βραδινών ειδησεογραφικών προγραμμάτων. Οι ακόλουθες ερωτήσεις συμπεριλήφθηκαν στο Φυλλάδιο Μαθητή.

- Τι σας άρεσε περισσότερο στην περιπέτειά σας στο δάσος;
- Ποιο ήταν το πιο δύσκολο;
- Ποιες δεξιότητες μάθατε που θα σας βοηθήσουν στο μέλλον;
- Ποιο ήταν το πιο αξέχαστο μέρος της περιπέτειάς σας;

Επιπλέον, ζητήθηκε από τους μαθητές να βρουν δύο από τις δικές τους ερωτήσεις/απαντήσεις για να μοιραστούν τις ιστορίες περιπέτειας στο Εθνικό Πάρκο.

2. Είτε αφήστε τις ομάδες να αποφασίσουν ποιος θα είναι ο ερωτώμενος είτε επιλέξτε για κάθε ομάδα. Εναλλακτικά, μπορεί ο δάσκαλος να είναι ο δημοσιογράφος ή να επιλέξει έναν μαθητή για να εκτελέσει αυτόν τον ρόλο.

3. Μόλις οι μαθητές απαντήσουν στις ερωτήσεις και είναι έτοιμοι να παίξουν ρόλους, ορίστε μια περιοχή συνέντευξης, όπως το μπροστινό μέρος της τάξης, και καλέστε τους εκπροσώπους (συνεντευξιαζόμενους) από κάθε ομάδα να εμφανιστούν. Τοποθετήστε καρέκλες σε ένα τροποποιημένο πέταλο για να δημιουργήσετε ένα καθιστικό παρόμοιο με ένα τηλεοπτικό στούντιο έτσι ώστε όλοι οι συμμετέχοντες να βλέπουν το "κοινό".

4. Για τη διεξαγωγή της εκπομπής ειδήσεων, ο δημοσιογράφος κάνει μια ερώτηση και κάθε εκπρόσωπος της ομάδας απαντά με την έτοιμη δήλωση του/της με τη σειρά του.

Μπορείτε να επιλέξετε έναν μαθητή από άλλη ομάδα να βιντεοσκοπεί τις συνεντεύξεις.

Αξιολόγηση

Φυλλάδιο Μαθητή: Κάθε ομάδα μαθητών συμπληρώνει και παραδίδει το φύλλο εργασίας δραστηριότητας από την προηγούμενη δραστηριότητα, παρέχοντας τις απαντήσεις της ομάδας στις τέσσερις ερωτήσεις του δημοσιογράφου και παρέχοντας δύο πλέον ερωτήσεις/απαντήσεις. Επανεξετάστε τα φύλλα εργασίας τους για να μετρήσετε το βάθος της δέσμευσης και της κατανόησής τους.

Όνομα: _____

Ημερομηνία: _____

ΠΕΡΙΠΕΤΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΕΙΡΟΝ ΓΑΙΑ (6)



“Οι ειδήσεις των οκτώ!”

Συγχαρητήρια! Τα κατάφερες να φτάσεις με επιτυχία στο _____! Είσαι στο αεροδρόμιο για να επιβιβαστείς σε ένα αεροπλάνο που θα σας μεταφέρει εσάς και τους συναδέλφους σας στο σπίτι. Ανυπομονείς πραγματικά να δεις την οικογένειά σου και τους φίλους σου και να απολαύσεις όλες τις συνηθισμένες ανέσεις που σου έλειπαν έπειτα από την αναγκαστική προσγείωση και την περιπέτεια στο Εθνικό Πάρκο Β. Πίνδου. Την ώρα που επιβιβάζεστε στο αεροπλάνο, ο πιλότος φτάνει για να ευχαριστήσει την ομάδα σου που του σώσατε τη ζωή. Σας εύχεται ένα ασφαλές ταξίδι στο σπίτι και καλή τύχη στις μελλοντικές σας προσπάθειες. Είναι πολύ πιο δυνατός και αναρρώνει γρήγορα μετά την ιατρική βοήθεια που χρειαζόταν στο _____.

Υλικά

- Χαρτί
- Μολύβι.

Καθώς κάθεσαι στη θέση σου, αναλογίζεστε την πρόσφατη περιπέτεια σου και πόσα έχετε μάθει και καταφέρει τις τελευταίες μέρες. Λίγο μετά την απογείωση ένας αεροσυνοδός ενημερώνει την ομάδα σας ότι η είδηση της μεγάλης περιπέτειάς σας έχει διαδοθεί. Είσαι τοπική διασημότητα! Οι δημοσιογράφοι ειδήσεων περιμένουν στο αεροδρόμιο για να πάρουν συνέντευξη από εσένα και την ομάδα. Είστε ενθουσιασμένοι που βρίσκεστε στο βραδινό πρόγραμμα ειδήσεων, αλλά και λίγο νευρικοί γιατί δεν έχετε ξαναεμφανιστεί στην τηλεόραση! Τι θα ζητήσουν; Πώς θα απαντήσετε;

Σκεφτείτε ήρεμα τα όσα ζήσατε και προετοιμαστείτε για την συνέντευξη απαντώντας σύντομα αλλά ολοκληρωμένα στις παρακάτω ερωτήσεις:

1) Τι σας άρεσε περισσότερο στην περιπέτεια σας στο δάσος;

2) Ποιο ήταν το πιο δύσκολο;

3) Ποιες δεξιότητες μάθατε που θα σας βοηθήσουν στο μέλλον;

4) Ποιο ήταν το πιο αξέχαστο μέρος της περιπέτειάς σας;

Γράψτε δύο από τις δικές τους ερωτήσεις/απαντήσεις για να μοιραστείτε τις ιστορίες περιπέτειας στον Εθνικό Δρυμό.

Ερώτηση 1.

Απάντηση 1.

Ερώτηση 2.

Απάντηση 2.

Βιβλιογραφία

- Σκορδούλης, Κ., Στεφανίδου, Κ. (2021). *Διδακτική Μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών*, Προπομπός.
- Ambrose, S.A., Bridges, M.W., DiPietro, M., Lovett, M.C., Norman, M.K. (2010). *How learning works: Seven research-based principles for smartteaching*. Jossey-Bass.
- Association of American Colleges & Universities (2015). *Falling short? College learning and career success*. www.aacu.org/leap/publicopinion-research/2015-survey-falling-short
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman
- Baird L.L. (1985). *Do grades and tests predict adult accomplishment?* Research in Higher Education, Agathon Press, Inc.
- Bloom, B.S., Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals by a committee of college and university examiners*. Handbook 1. Cognitive domain. Addison-Wesley.
- Bransford, J., Brown, A., Cocking, R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience and school*. Commission on Behavioral and Social Science and Education, National Research Council.
- Bunce, D. M., Flens, E. A., Neiles, K. Y. (2010). *How long can students pay attention in class? A study of student attention decline using clickers*. Journal of Chemical Education.
- Chiu, A., Price, C. A., & Ovrachim, E. (2015, April). *Supporting elementary and middle school STEM education at the whole school level: A review of the literature*. National Association for Research in Science Teaching (NARST), Chicago.
- Cooper J.M. (2005). *Classroom teaching skills*, (9th ed.). Wadsworth Publishing.
- Dewey, J. (1910). *How we think*. Lexington, MA: D.C. Heath.
- Felder R.M., Brent R. (1987). *On creating creative engineers*, *Journal of Engineering Education*. www.ncsu.edu/felder-public/Papers/Creative_Engineers.pdf
- Felder R.M., Brent R. (2016). *Teaching and Learning STEM a practical guide*. Jossey-Bass.
- Fiechtner, S.B., Davis, E A. (1985). *Why some groups fail: A survey of students' experiences with learning groups*. The Organizational Behavior Teaching Review.
- Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H., Wenderoth, M.P. (2014). *Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics*. National Academy of Science Vol. 111, No. 23. www.pnas.org/content/early/2014/05/08/1319030111.full.pdf
- Gronlund, N.E. (2008). *How to write and use instructional objectives* (8th ed.). Pearson.
- Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). *How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos*. Proceedings of the first ACM Conference on Learning@Scale. Atlanta, Georgia, March 4–5, 2014. groups.csail.mit.edu/uid/other-pubs/las2014-pguoengagement.pdf
- Hunder J. (2015) *High Possibility Classrooms: A new model of technology integration for schools*, Information Science Reference.
- Knowles, M.S. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Association Press.
- Kurfiss, J.G. (1988). *Critical thinking: Theory, research, practice, and possibilities*. ASHE-ERIC Higher Education Report 2. ASHE-ERIC.

National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. (2022). *Science and engineering in preschool through elementary grades: the brilliance of children and the strengths of educators*. National Academies.

Prince, M.J. (2004). *Does active learning work? A review of the research*, Journal of Engineering Education.

Prince, M.J., Felder, R.M. (2006). *Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases*. Journal of Engineering Education.
www.ncsu.edu/felder-public/Papers/InductiveTeaching.pdf

Prince, M.J., Felder, R.M. (2007). *The many faces of inductive teaching and learning*. Journal of College Science Teaching, 36(5), 14–20. [www.ncsu.edu/felder-public/Papers/Inductive\(JCST\).pdf](http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/Inductive(JCST).pdf)

Rowe, M. B. (1986). *Wait time: Slowing down may be a way of speeding up!* Journal of Teacher Education.

Sadler, P. M., Good, E. (2006). *The impact of self- and peer-grading on student learning*. Educational Assessment.

Spady, W.G.C. (1994). *Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers*. The American Association of School Administration.

Steele, C.M. (2010). *Whistling Vivaldi: And other clues to how stereotypes affect us*. W.W.Norton.

Tan O.S. (2009). *Problem-based Learning and Creativity*, Cengage Learning Asia Pte Ltd.

Treadwell, M.L. (2016) *The Future of Learning*, Teachers at Work.

VanGundy, A.B. (1983). *Brainwriting for new product ideas: An alternative to brainstorming*. Journal of Consumer Marketing.

Weimer, M. (2002). *Learner-centered teaching: Five key changes to practice*, Jossey-Bass.

Taking stock: *CBI education and skills survey 2008*. Confederation of Business Industry.

active.colab *The big book of team culture*, <https://activecollab.com/downloads/e-books/TheBigBookOfTeamCulture.pdf>

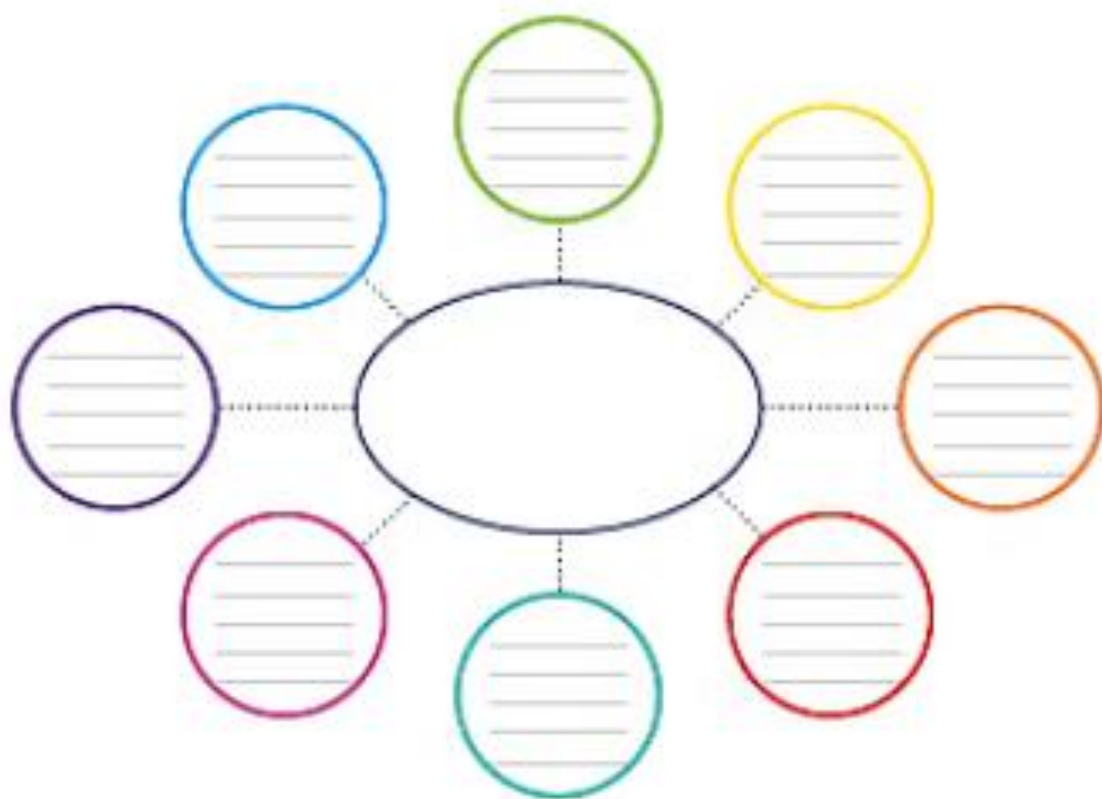
Derek Bok Centre for Teaching and Learning, Harvard University, Cambridge, Massachusetts,
<http://bokcenter.harvard.edu/icb/icb.do>, <https://bokcenter.harvard.edu/in-classroom>

www.pindosnationalpark.gr

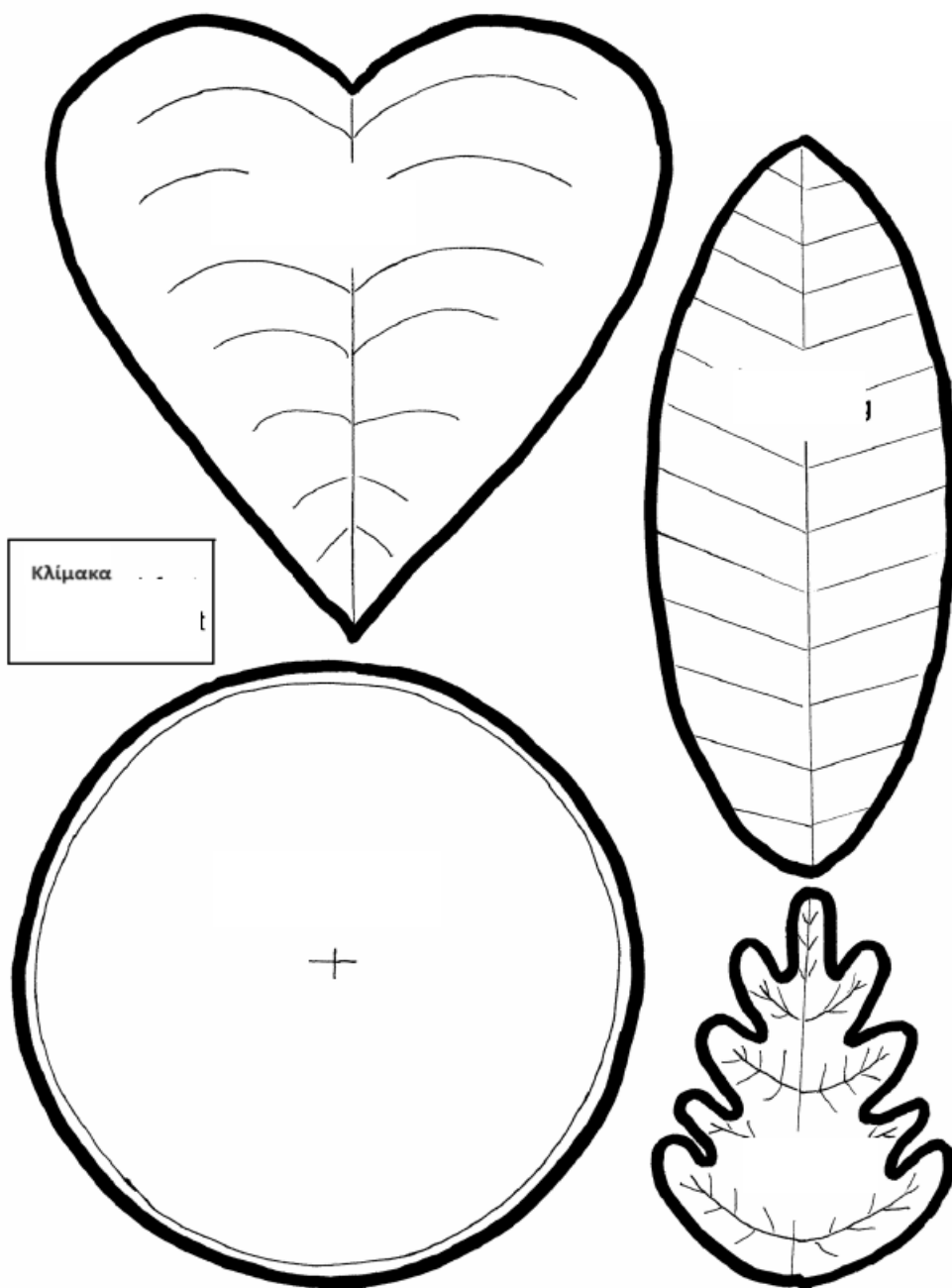
www.teachengineering.org

<https://necca.gov.gr/mu-northernpindos>

www.ncsu.edu/felder-public/Papers/InductiveTeaching.pdf



Μάθημα 3 Καταφύγιο στο δάσος



Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.