

«STEAM στη Δ' Δημοτικού: Το ελικοφόρο αυτοκίνητο»

**Πατσιαλά Ναυσικά¹, Ραπτόπουλος Βασίλειος²,
Ζωγραφοπούλου Ζωή³**

¹ Δασκάλα, Αρσάκειο Δημοτικό Σχολείο Θεσσαλονίκης
ratsiala.arsakeio@gmail.com

² Δάσκαλος, Αρσάκειο Δημοτικό Σχολείο Θεσσαλονίκης
vasprap19@gmail.com

³ Δασκάλα, Αρσάκειο Δημοτικό Σχολείο Θεσσαλονίκης
zografooulou.arsakeio@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εκπαίδευση STEAM διαδίδεται όλο και περισσότερο στα ελληνικά σχολεία και σύμφωνα με την ερευνητική κοινότητα μπορεί να προσφέρει πολλαπλά οφέλη στους μαθητές και στις μαθήτριες ήδη από τις πρώτες τάξεις του Δημοτικού σχολείου. Στην παρούσα εισήγηση, παρουσιάζεται η ενσωμάτωση του STEAM στο εβδομαδιαίο ωρολόγιο πρόγραμμα της Δ' τάξης και ο τρόπος προσέγγισης και εφαρμογής του. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η διαδικασία κατασκευής ενός ελικοφόρου αυτοκινήτου με τη χρήση των εκπαιδευτικών πακέτων TechCard. Αναφέρονται, επίσης, και οι έννοιες των Μαθηματικών (π.χ. συμμετρία) και της Φυσικής (π.χ. ηλεκτρικό κύκλωμα) που προσεγγίζονται κατά την κατασκευή. Ο ρόλος των εκπαιδευτικών στη διαδικασία αυτή είναι καθοδηγητικός και υποστηρικτικός και παρόλο που κάθε μαθητής κατασκευάζει το δικό του αυτοκίνητο, ενθαρρύνεται η εργασία των μαθητών σε ομάδες. Καθώς ο στόχος είναι η αποτελεσματική αλλά και ταυτόχρονα ευχάριστη εκπαιδευτική διαδικασία, παρατίθενται οι σκέψεις των παιδιών για το νέο μάθημα. Η θετική ανταπόκριση των μαθητών και των μαθητριών τόσο κατά την εκπαιδευτική διαδικασία όσο και στις γραπτές απαντήσεις που λάβαμε, αποτελούν ενθαρρυντικά στοιχεία για τη συνέχιση του προγράμματος και την πιθανή του επέκταση και στις υπόλοιπες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Εκπαίδευση STEAM, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, διεπιστημονικότητα, ενοποιημένη διδασκαλία

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια το STEM κάνει όλο και περισσότερο αισθητή την παρουσία του στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση αλλάζοντας το τοπίο στη διδασκαλία των θετικών επιστημών και κάνοντας ταυτόχρονα ένα ουσιαστικό βήμα προς τη διεπιστημονικότητα και τη διαθεματικότητα.

Το STEAM αποτελεί ακρωνύμιο των λέξεων Science (Επιστήμη), Technology (Τεχνολογία), Engineering (Μηχανική), Arts (Τέχνες), και Mathematics

(Μαθηματικά) και είναι προέκταση του ήδη υπάρχοντος STEM στο οποίο ενσωματώνεται πλέον και η τέχνη.

Η εκπαίδευση στις θετικές επιστήμες προσπαθώντας να συμβαδίσει με τις πρόσφατες αλλαγές στην επιστήμη, στην τεχνολογία και στη μηχανική αλλά και τη μεγάλη εξοικείωση των παιδιών με τις νέες τεχνολογίες κινδύνευε να αρχίσει να χάνει το ενδιαφέρον της δημιουργώντας παράλληλα ένα κενό ανάμεσα στην καλλιέργεια της δημιουργικότητας και της εκπαίδευσης στις θετικές επιστήμες κατά την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η σκέψη ότι η τέχνη δεν σχετίζεται με τη λογική σκέψη και ότι οι θετικές επιστήμες δεν σχετίζονται με τη δημιουργικότητα βρίσκεται πλέον στο παρελθόν, πριν ακόμη την έλευση της εκπαίδευσης STEAM. Σύμφωνα με τη νέα οπτική που υπάρχει, οι τέχνες διαδραματίζουν κομβικό ρόλο στην εκπαίδευση και θα πρέπει να συμπεριληφθούν στη σύγχρονη εκπαίδευση για τις θετικές επιστήμες (Ko et al., 2012).

Σκοπός της παρούσας εισήγησης είναι η παρουσίαση της εφαρμογής ενός προγράμματος STEAM στη Δ' τάξη του δημοτικού σχολείου και συγκεκριμένα στην πρώτη από τις κατασκευές με τις οποίες ασχολήθηκαν τα παιδιά, το ελικοφόρο αυτοκίνητο. Στόχος του προγράμματος είναι η κατανόηση της λειτουργίας του πραγματικού κόσμου μέσα σε ένα ερευνητικό περιβάλλον. Αυτό θα γίνει αξιοποιώντας προϋπάρχουσες γνώσεις σχετικά με νόμους της Φυσικής και της Μηχανικής και γνωρίζοντας ταυτόχρονα έννοιες των Μαθηματικών. Όλα τα προηγούμενα διδακτικά αντικείμενα διαθεματικά συναντώνται με την Τέχνη.

ΣΥΝΤΟΜΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Τα οφέλη που μπορεί να έχει για τους μαθητές και τις μαθήτριες η ενασχόλησή τους με το STEAM από μικρή ηλικία έχει επισημανθεί από πλήθος ερευνητών (Bagiatli et al., 2010; Bybee & Fuchs, 2006). Οι αντιλήψεις και οι γνώσεις ενός ατόμου σχετικά με το STEM αρχίζουν πλέον να αναπτύσσονται πριν και κατά τη διάρκεια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (NRC, 2007) και δημιουργεί την ανάγκη ενσωμάτωσης του STEAM στο αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού Σχολείου.

Σύμφωνα με τους Tsupros et al. (2009), η εκπαίδευση για το STEM αποτελεί μια διεπιστημονική προσέγγιση στη μάθηση όπου ποικίλα γνωστικά αντικείμενα συνδυάζονται με καταστάσεις της πραγματικής ζωής, καθώς οι μαθητές εφαρμόζουν όσα μαθαίνουν για τα Μαθηματικά, τη Φυσική, τη Μηχανική και την Τεχνολογία σε καταστάσεις που συμβάλλουν στη δημιουργία συνδέσεων ανάμεσα στο σχολείο, στην κοινωνία και στη μελλοντική τους εργασία καθιστώντας με αυτό τον τρόπο τους μαθητές εγγράμματους στο STEM και ικανούς να ανταπεξέλθουν στις ολοένα και αυξανόμενες απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας. Αντίστοιχα, οι Brown et al. (2011) επισημαίνουν ότι αξιοποιώντας σωστά το STEM, τα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα αντιμετωπίζονται σαν ένα εκπαιδευτικό σύνολο.

Έννοιες της μηχανικής μαζί με προχωρημένες έννοιες των μαθηματικών και της φυσικής ενσωματώνονται πλέον στο αναλυτικό πρόγραμμα της

πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η ενσωμάτωση των εννοιών αυτών μέσα από δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος έχουν σαν σκοπό να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών (Katehi et al., 2009) και να ενθαρρύνουν τη μετέπειτα ενασχόληση τους με αυτά τα γνωστικά πεδία. Για να είναι επιτυχημένη μια τέτοιου είδους εκπαίδευση, θα πρέπει να ξεκινάει ήδη από τις πρώτες τάξεις του δημοτικού (Swift & Watkins, 2004).

Οι Roth & Eijck (2010) σε έρευνα που διεξήγαγαν πάνω στη δια βίου μάθηση σε συνάρτηση με την επιστήμη, επισήμαναν ότι η προσοχή θα πρέπει να είναι περισσότερο εστιασμένη στις διαδικασίες STEM παρά στη διδασκαλία αποκομμένων εννοιών προκειμένου να προετοιμάσουν καλύτερα τους μαθητές για τον πραγματικό κόσμο των φυσικών επιστημών.

Σύμφωνα με τους Honey et al. (2014), η διδασκαλία του STEM δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εμπλακούν σε καινοτόμες εκπαιδευτικές διαδικασίες επιλέγοντας θέματα όπως η ενέργεια ή οι μεταφορές. Το STEM παρέχει το κατάλληλο πλαίσιο για την ενασχόληση των μαθητών και των μαθητριών με την επίλυση προβλήματος, την καλλιέργεια κριτικής σκέψης, τη χρήση εργαλείων και την ανάπτυξη ποικίλων δραστηριοτήτων λόγω της διερεύνησης σύνθετων καταστάσεων, άτυπων προβλημάτων αποτελώντας έτσι το ιδανικό περιβάλλον για την προσαρμογή της μάθησης στην ηλικία των παιδιών (DeJarnette, 2012).

Η εκπαίδευση μαθητών και μαθητριών στο STEAM παρουσιάζει, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τα εξής ακόλουθα χαρακτηριστικά (Ko et al., 2012).

- Πρώτον, θα πρέπει να υπάρχει προσαρμογή του περιεχομένου στο κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο και περιβάλλον των εκάστοτε μαθητών/τριών συμπεριλαμβάνοντας δραστηριότητες που προτρέπουν τους μαθητές να κάνουν προβλέψεις, τις οποίες θα διερευνήσουν στη συνέχεια.
- Δεύτερον, τα πέντε συστατικά του STEAM δεν θα πρέπει να διαχωρίζονται. Αντιθέτως, να οργανώνονται με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργείται μια φυσική πορεία από το ένα συστατικό στο άλλο στις βασικές έννοιες που θα διαπραγματευτούν.
- Τρίτον, είναι σημαντικό να υπάρχει πολυμορφία κατά την εφαρμογή των κύριων εννοιών, οι οποίες θα προσαρμόζονται στην κάθε τάξη.
- Τέταρτον, κρίνεται ωφέλιμη η αξιοποίηση ποικίλων μεθόδων διδασκαλίας, όπως και διδακτικών εργαλείων.
- Πέμπτον, κρίνεται σημαντική η ενίσχυση της συνεργασίας ανάμεσα στα μέλη των ομάδων στοχεύοντας με αυτό τον τρόπο στην καλλιέργεια κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων των παιδιών.
- Έκτον, θα μπορούσε να λαμβάνεται υπ' όψη και να γίνεται σεβαστή η κουλτούρα και η ιστορία των άλλων χωρών και πολιτισμών, όπου είναι σχετικό.
- Έβδομον, παρόλο που τα πέντε συστατικά του STEAM δεν διαχωρίζονται, είναι χρήσιμο οι μαθητές και οι μαθήτριες να αναγνωρίζουν και να εκτιμούν και το καθένα ξεχωριστά.

- Τέλος, η εκπαίδευση STEAM θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας και να έχει τη δυνατότητα να ακολουθήσει τον κόσμο που εξελίσσεται με ταχείς ρυθμούς.

ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΟΥ STEAM ΣΤΟ ΩΡΟΛΟΓΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Τα Αρσάκεια -Τοσίτσεια Δημοτικά Σχολεία της Φιλεκπαιδευτικής Εταιρίας αποφάσισαν να ενσωματώσουν το STEAM αρχικά στους ομίλους απογευματινών δραστηριοτήτων τους. Στη συνέχεια, ενσωματώθηκε στο ωρολόγιο πρόγραμμα των Αρσακείων Δημοτικών Σχολείων πανελλαδικά από το σχολικό έτος 2017-2018. Στα σχολεία της Αθήνας, οι μαθητές και οι μαθήτριες διδάσκονται STEAM στη Γ' τάξη, ενώ στα σχολεία της περιφέρειας, όπως και το σχολείο της Θεσσαλονίκης, το STEAM διδάσκεται εκτός από τη Γ' και στη Δ' Δημοτικού. Σε εβδομαδιαία βάση, αφιερώνεται μια ώρα από τον εκπαιδευτικό της τάξης.

Τα υλικά που έχουν επιλεγεί είναι οι κατασκευές TechCard, οι οποίες συνδυάζουν το χαμηλό κόστος των υλικών με την εύκολη χρήση τους που συστήνεται για χρήση στο σχολικό περιβάλλον. Κάθε κατασκευή φτάνει στον μαθητή ή στη μαθήτρια μέσα σε συσκευασία, η οποία περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα υλικά. Η επιλογή των συγκεκριμένων υλικών δεν αποκλείει τη χρήση άλλων εκπαιδευτικών πακέτων ή υλικών καθημερινής χρήσης. Ωστόσο, οι κατασκευές TechCard κρίθηκαν ως οι καταλληλότερες τη δεδομένη στιγμή για τους δεδομένους μαθητές.

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ

Προκειμένου να μπορέσει, όμως, να πραγματοποιηθεί με επιτυχία ένα πρόγραμμα STEAM στο Δημοτικό Σχολείο κρίνεται απαραίτητο να αξιοποιηθούν οι κατάλληλες θεωρίες που θα βοηθήσουν, ώστε οι μαθητές να ωφεληθούν στο μέγιστο από την εφαρμογή του. Μελετώντας τη βιβλιογραφία, καταλληλότερες κρίνονται η θεωρία του κοινωνικού εποικοδομητισμού (constructivism) του Vygotsky και η θεωρία της πλαισιοθετημένης μάθησης (situated cognitive theory). Ο εποικοδομητισμός ήδη αξιοποιείται στη διδασκαλία τις τελευταίες δεκαετίες. Πατώντας, λοιπόν, πάνω στη θεωρία αυτή, οι Bruning et al. (2004) ταυτοποίησαν μια σειρά από γνωστικά θέματα που σχετίζονται με την εκπαίδευση στο STEAM. Αυτά συμπεριλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Η μάθηση είναι μια διαδικασία όπου οι μαθητές είναι κατασκευαστές της γνώσης και όχι απλοί αποδέκτες της
- Τα κίνητρα και οι αντιλήψεις των μαθητών διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη γνωστική διαδικασία
- Η κοινωνική αλληλεπίδραση αποτελεί θεμέλιο λίθο της γνωστικής διαδικασίας
- Η γνώση και οι στρατηγικές που χρησιμοποιούνται από τους μαθητές αναπτύσσονται με τη χρήση ορισμένου πλαισίου.

Λαμβάνοντας αυτά υπ' όψη, οι προηγουμένως σκόρπιες πληροφορίες που λάμβαναν οι μαθητές στα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα, οργανώνονται

με τέτοιο τρόπο, ώστε να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο που θα ενθαρρύνει τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στην κατασκευή της γνώσης και έτσι προωθείται η διαδικασία της μάθησης, που γίνεται μαθητοκεντρική (Bransford et al., 2000). Ταυτόχρονα απαραίτητη είναι και η κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών στη διαδικασία αυτή.

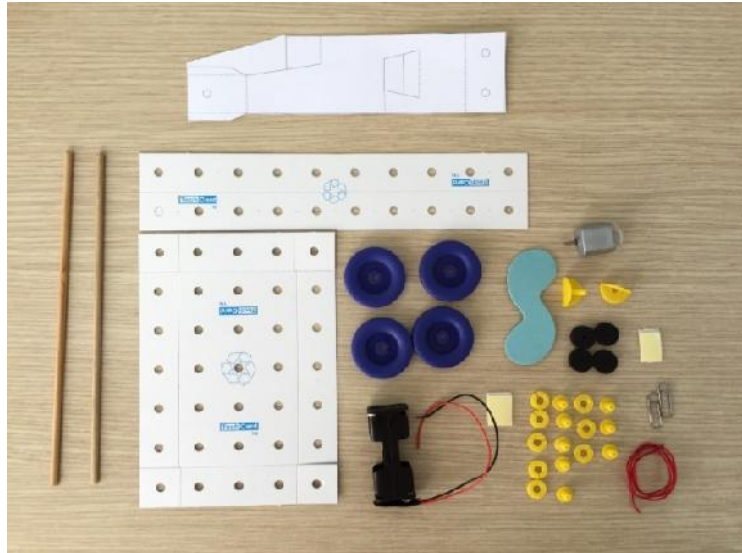
Κάτω λοιπόν από την ομπρέλα του εποικοδομητισμού εντάσσονται η διδασκαλία μέσω επίλυσης προβλήματος, η αυθεντική μάθηση, η μοντελοποίηση, η κριτική και η επαγωγική σκέψη καθώς και άλλες οπτικές της μαθητοκεντρικής προσέγγισης (Yakman, 2010).

Εκτός από τη θεωρία του εποικοδομητισμού, αξιοποιείται η θεωρία της πλαισιοθετημένης μάθησης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η οποία εκφράστηκε αρχικά από τους Brown et al. (1989) και Lave και Wenger (1991). Βάση της θεωρίας αυτής αποτελεί η κατανόηση της ιδέας ότι ο τρόπος εφαρμογής της γνώσης είναι εξίσου σημαντικός με την ίδια τη γνώση. Συνεπώς, τα πλαίσια των δραστηριοτήτων κατά την κατασκευή της γνώσης διαδραματίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο. Το κατάλληλο πλαίσιο κάνει τη μάθηση αυθεντική και ενδιαφέρουσα προς τους μαθητές, κάτι που εντοπίζεται στις πρακτικές του STEAM (Kelley and Knowles, 2016).

Οι θεωρίες αυτές της μάθησης δεν εφαρμόζονται για το κάθε επιμέρους στοιχείο του STEAM αλλά το πρόγραμμα πραγματοποιείται μέσω ενοποιημένης διδασκαλίας (integrative instruction). Τα οφέλη που έχουν οι μαθητές και οι μαθήτριες διδασκόμενοι μέσα από ενοποιημένη διδασκαλία όπως συμβαίνει και στο STEAM, έχει αναδείξει η Hartzler (2000) πραγματοποιώντας μετα-ανάλυση τριάντα ερευνών, οι οποίες διερευνούσαν τη συμβολή της ενοποιημένης διδασκαλίας στην επίδοση των μαθητών. Στα συμπεράσματά της αναφέρει, μεταξύ άλλων, ότι οι μαθητές που συμμετείχαν σε σχολικά προγράμματα ενοποιημένης διδασκαλίας σημείωσαν υψηλότερες επιδόσεις σε τυποποιημένα τεστ και αξιολογήσεις από μαθητές που διδάχθηκαν με την παραδοσιακή διδασκαλία. Αναφέρει, επίσης, ότι μέσα από τέτοιου είδους προγράμματα, η διδασκαλία των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών είναι πιο ωφέλιμη για το σύνολο των μαθητών και ιδιαίτερα για τους μαθητές με μέτριες και χαμηλές επιδόσεις. Εκτός από την επίδοση, όμως, παρατηρήθηκε αυξημένο ενδιαφέρον και κίνητρο για τη μάθηση.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ STEAM

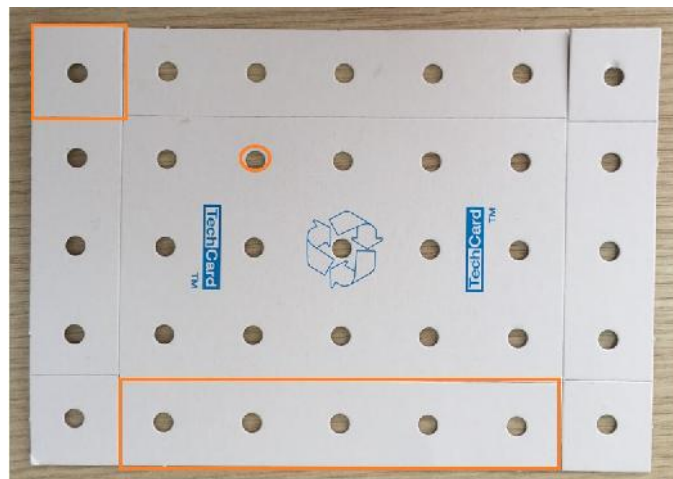
Κατά τη διάρκεια μιας σχολικής χρονιάς, οι μαθητές και οι μαθήτριες ασχολούνται με τη μελέτη και την κατασκευή διάφορων κατασκευών. Στην παρούσα εισήγηση θα παρουσιαστεί η διδακτική προσέγγιση της πρώτης κατά σειρά κατασκευής, η οποία είναι το ελικοφόρο αυτοκίνητο (Σχ. 4). Τα παιδιά και από τρία τμήματα της Δ' τάξης κατασκεύασαν το ελικοφόρο αυτοκίνητο σε οκτώ μαθήματα. Παράλληλα με την κατασκευή, δόθηκαν στους μαθητές φύλλα εργασίας σχετικά με τις έννοιες των μαθηματικών και της φυσικής που πραγματευτήκαμε. Η διδασκαλία του STEAM έγινε από τους δασκάλους των τάξεων.



Σχήμα 1: Τα υλικά που περιέχει η συσκευασία.

Αρχικά, οι μαθητές εξοικειώθηκαν με τα υλικά που περιλαμβάνει η σακούλα τους (Σχ. 1) και δίνεται σε κάθε κομμάτι ένα όνομα (π.χ. κάρτα βάσης, δοκοί, ηλεκτρικός κινητήρας κλπ.). Στόχος αυτής της διαδικασίας ήταν να συζητηθεί επίσης η χρήση που μπορεί να έχει το καθένα από αυτά στο τελικό προϊόν.

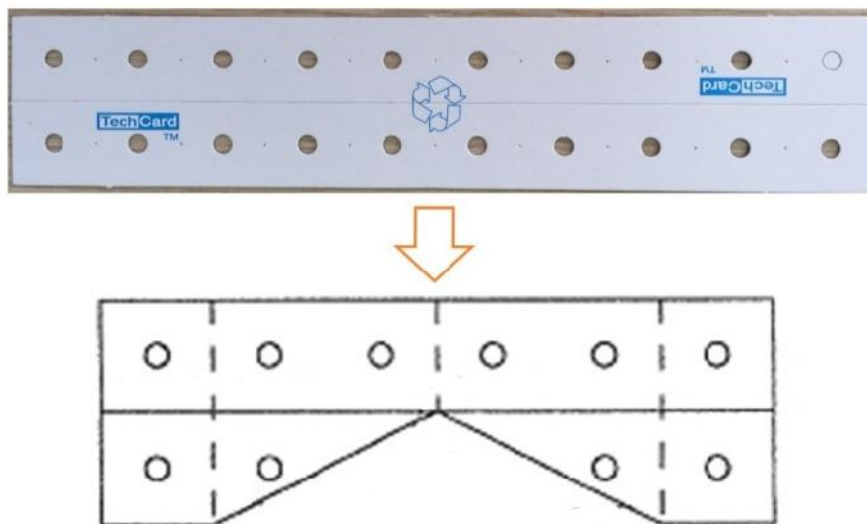
Στη συνέχεια, μελετήθηκε η γεωμετρία της κάρτας βάσης (Σχ. 2). Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές και οι μαθήτριες κλήθηκαν να εντοπίσουν τα γεωμετρικά σχήματα που εμφανίζονται, να εντοπίσουν τις διαφορές ανάμεσα στο τετράγωνο και το ορθογώνιο αλλά και να κάνουν τις κατάλληλες μετρήσεις, με τη βοήθεια του χάρακά τους, ώστε να κοπεί η βάση στο κατάλληλο μέγεθος.



Σχήμα 2: Μελέτη γεωμετρίας της κάρτας βάσης (ενδεικτικά παραδείγματα).

Μετά τη δίπλωση της κάρτας, μετασχηματίστηκε η κάρτα βάσης από ορθογώνιο παραλληλόγραμμο σε ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο. Αυτό χρησιμοποιήθηκε σαν αφορμή για τη μελέτη των τριών διαστάσεων του (μήκος, πλάτος, ύψος) αλλά και για την εξοικείωση των παιδιών με την έννοια των παράλληλων και τεμνόμενων ευθειών σε πρώιμο στάδιο.

Προχωρώντας στο επόμενο στάδιο της κατασκευής, τοποθετήθηκε στο ελικοφόρο αυτοκίνητο το πτερύγιο. Για την κατασκευή του, οι μαθητές χρειάστηκε να μελετήσουν την έννοια της συμμετρίας, προκειμένου να μετρήσουν και να κόψουν το ζητούμενο κομμάτι (Σχ.3).



Σχήμα 3: Πτερύγιο και Συμμετρία.

Το πτερύγιο αυτό χρησιμεύει προκειμένου πάνω του να τοποθετηθεί ο ηλεκτρικός κινητήρας που θα επιτρέπει την κίνηση του ελικοφόρου αυτοκινήτου. Ο ηλεκτρικός κινητήρας τροφοδοτείται από δυο μπαταρίες τάσης 1,5V έκαστος, με τις οποίες συνδέεται με καλώδια. Προκειμένου όμως, να υπάρχει κίνηση του αυτοκινήτου μόνο όταν αυτό είναι επιθυμητό, συμφωνήθηκε ότι είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός διακόπτη που θα επιτρέπει στο κύκλωμα να ανοίγει και να κλείνει. Για τη δημιουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος, οι μαθητές εργάστηκαν και πειραματίστηκαν σχετικά με τον σωστό τρόπο σύνδεσης των καλωδίων και τη δημιουργία διακόπτη με τη χρήση συνδετήρων.

Αφού ελέγχθηκε η αποτελεσματική λειτουργία του κινητήρα και του διακόπτη, έπρεπε να τοποθετηθεί πάνω σε αυτόν η προπέλα που θα έδινε κίνηση στο ελικοφόρο αυτοκίνητο. Για την κατάλληλη τοποθέτηση της προπέλας, τα παιδιά μελέτησαν πειραματικά τον τρόπο τοποθέτησής της, μεταβάλλοντας κάθε φορά τη γωνία τοποθέτησής της. Έπειτα από κάθε προσπάθεια ελέγχονταν αν η επιλογή τους εξυπηρετούσε την κίνηση του ελικοφόρου αυτοκινήτου.

Τελευταίο βήμα στην κατασκευή αποτέλεσε η κοπή και η τοποθέτηση των αξόνων και των τροχών. Στο βήμα αυτό, οι μαθητές μέτρησαν τους άξονες, τους οποίους στη συνέχεια έκοψαν. Έπειτα, τοποθετήθηκαν οι τροχοί και σταθεροποιήθηκαν από αφρολέξ προκειμένου να διασφαλίζεται η ευθυγράμμιση των τροχών αλλά και η ταυτόχρονη κίνηση τροχών και αξόνων. Η έννοια της τριβής αναφέρθηκε εμπειρικά κατά κύριο λόγο χωρίς να δίνεται περισσότερα στοιχεία.

Σε όλα τα στάδια υλοποίησης της κατασκευής, οι μαθητές χρωμάτισαν τα μέρη της κατασκευής πριν την τοποθέτησή τους προσδίδοντάς τους έτσι το δικό τους υποκειμενικό στοιχείο (Σχ.4).



Σχήμα 4: Το ελικοφόρο αυτοκίνητο στην τελική του μορφή.

Καθ' όλη τη διάρκεια κατασκευής του ελικοφόρου αυτοκινήτου, οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά και ομαδικά. Οι προβληματισμοί που προέκυπταν και καλούνταν να επιλύσουν και να προσπεράσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες, συζητούνταν ομαδικά. Η επίλυση προβλήματος αποτελεί ένα βασικό συστατικό της ενοποιημένης διδασκαλίας μέσα από την οποία οι μαθητές αναπτύσσουν υψηλότερες νοητικές διεργασίες και συγκρατούν όσα μαθαίνουν (Ellis & Fouts, 2001). Ατομικά ο καθένας εργαζόταν στη δική του κατασκευή συγκρίνοντας και συζητώντας με την ομάδα τα βήματα που ακολουθούν.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού σε αυτή τη διαδικασία είναι υποστηρικτικός και καθοδηγητικός. Οι εκπαιδευτικοί που υλοποιούμε το συγκεκριμένο πρόγραμμα, εργαστήκαμε για να εντοπίσουμε τις έννοιες που ήταν κατάλληλες να αναδειχθούν στη συγκεκριμένη τάξη και παράλληλα να καλλιεργήσουμε στους μαθητές και τις μαθήτριές μας την νοοτροπία του ερευνητή επιστήμονα. Σύμφωνα με τους Moore et al. (2014), ο συνδυασμός των γνωστικών αντικειμένων βασίζεται σε προβλήματα και εμπόδια που θα αντιμετωπίσουν κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας οι μαθητές και οι μαθήτριες. Έτσι, μαθητές και μαθήτριες προβληματίζονται, συζητούν και αναζητούν τη λύση.

ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΚΕΨΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΟΥ STEAM

Η προσέγγιση εννοιών των Μαθηματικών και της Φυσικής σε συνδυασμό με την τέχνη παίζει καθοριστικό ρόλο στη φιλοσοφία και την υλοποίηση του STEAM στη σχολική τάξη. Εξίσου σημαντικά, όμως, είναι η θετική στάση και τα ευχάριστα συναισθήματα των μαθητών και των μαθητριών προς αυτό. Πρωτύτερα αναδείχθηκε η σημασία της επιλογής του κατάλληλου πλαισίου

που θα ενθαρρύνει τους μαθητές να αλληλεπιδράσουν για να κατασκευάσουν τη γνώση. Για τον λόγο αυτό, ζητήθηκε από τα παιδιά να καταγράψουν τις εντυπώσεις και τα συναισθήματά τους για το νέο αυτό μάθημα. Πιο συγκεκριμένα, τέθηκε το εξής ερώτημα: « Πώς σας φαίνεται το μάθημα του STEAM και πώς νιώθετε κατά τη διάρκεια αυτού του μαθήματος;».

Από την ανάλυση των απαντήσεων, προέκυψε ότι το σύνολο των μαθητών και των τριών τάξεων είχε θετικές αντιδράσεις από την ένταξη του μαθήματος στο ωρολόγιο πρόγραμμα του σχολείου και βιώνει θετικά συναισθήματα κατά τη διδασκαλία. Αυτό που φαίνεται να ενθουσιάζει τους μαθητές και τις μαθήτριες είναι η ευκαιρία που έχουν να μάθουν με βιωματικό τρόπο, συνειδητοποιώντας παράλληλα ότι τα μαθηματικά, η φυσική και η τέχνη συνυπάρχουν μαζί στον κόσμο που μας περιβάλλει και δεν είναι αποκομμένα από την πραγματικότητα.

Πολλοί από τους μαθητές και τις μαθήτριες συνειδητοποιούν τη διαφορετική προσέγγιση στη μάθηση που φέρνει το STEAM στην τάξη, ενώ ταυτόχρονα αναγνωρίζουν την παρουσία των μαθηματικών και της φυσικής κατά την κατασκευή, μαθαίνουν και χαίρονται όταν αυτό συμβαίνει. Ένας παράγοντας που είναι πιθανό να καλλιεργεί θετικά συναισθήματα στα παιδιά αποτελεί και το γεγονός ότι δεν αισθάνονται ότι υστερούν σε σχέση με τα υπόλοιπα παιδιά καθώς όλοι καταφέρνουν να ολοκληρώσουν την κατασκευή τους συμμετέχοντας ενεργά σε όλα τα στάδιά της. Επιπλέον, παρόλο που όλοι ασχολούνται με την ίδια κατασκευή, νιώθουν ότι η κατασκευή τους είναι μοναδική μιας και φιλοτεχνήθηκε από τους ίδιους.

Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικές απαντήσεις των μαθητών και από τα τρία τμήματα:

Απάντηση 1^η: «Το STEAM είναι ένα καινούριο μάθημα στο σχολείο. Μου φαίνεται πολύ ενδιαφέρον, δημιουργικό και μοναδικό από ό,τι μάθημα έχω κάνει στο σχολείο. Αυτό το μάθημα είναι από τα αγαπημένα μου. Γιατί μέσα από αυτό μαθαίνουμε να κάνουμε δικά μας πειράματα και δικές μας κατασκευές. Όταν κάνουμε STEAM νιώθω πολύ όμορφα.»

Απάντηση 2^η: «Το μάθημα STEAM μου φαίνεται ότι είναι το πιο ωραίο μάθημα που έχω κάνει ποτέ. Φτιάχνουμε κατασκευές με καλώδια, χαρτί και άλλα πολλά υλικά. Μετά όταν τις ολοκληρώνουμε, τις παίρνουμε σπίτι μας. Μου αρέσει γιατί είναι καινούριο μάθημα και φτιάχνουμε ηλεκτρικές κατασκευές. Όταν κάνω STEAM νιώθω ότι είμαι πολύ καλός σ' αυτό το μάθημα και νομίζω ότι θα φτιάξω τις πιο ωραίες κατασκευές.»

Απάντηση 3^η: «Το μάθημα STEAM μου φαίνεται πολύ ωραίο που προστέθηκε στο σχολικό πρόγραμμα. Το STEAM μου αρέσει πάρα πολύ γιατί κάνουμε διάφορες ωραίες κατασκευές περνώντας ευχάριστα το χρόνο μας. Όταν κάνουμε STEAM νιώθω πολύ χαρούμενη. Το STEAM είναι τέλειο!!!!.»

Απάντηση 4^η: «**S**uper **T**έλειο **E**υχάριστο **A**πίθανο **M**άθημα»

Απάντηση 5^η: «Το STEAM μου αρέσει, είναι ενδιαφέρον και ακονίζει το μυαλό. Όταν κάνω STEAM, μαθαίνω τον κόσμο και τα θαύματά του.»

Απάντηση 6^η: «Το STEAM είναι ένα καταπληκτικό μάθημα και αρκετά εντυπωσιακό. Είναι πολύ χαλαρωτικό και με πολλή χαρά μπαίνω στην τάξη, όταν είναι η ώρα να το διδαχθώ. Εύχομαι να συνεχιστεί και άλλες χρονιές.»

Απάντηση 7^η: «Το STEAM μου αρέσει πολύ, γιατί είναι ένα πολύ δημιουργικό μάθημα. Μαθαίνουμε πολλά πράγματα βήμα βήμα, καθώς προχωράει η κατασκευή.»

Απάντηση 8^η: «Είμαι σίγουρος ότι το STEAM αρέσει σε όλα τα παιδιά και ειδικά σε όσα αγαπούν τα μαθηματικά και τη φυσική. Σίγουρα, όμως, αρέσει σε όλους να ζωγραφίζουν και να φτιάχνουν με ξεχωριστό τρόπο την κατασκευή τους.»

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ενσωμάτωση του STEAM ως ένα ξεχωριστό μάθημα στη Δ' Δημοτικού σίγουρα προκάλεσε θετικές εντυπώσεις και συναισθήματα στα παιδιά που το διδάσκονται. Εκτός αυτού, όμως, ανοίγει το μονοπάτι για την έλευση της φυσικής στην πέμπτη δημοτικού και βοηθάει τα παιδιά να δουν μια άλλη πλευρά των Μαθηματικών. Κατασκευάζοντας το ελικοφόρο αυτοκίνητο, τα παιδιά γνώρισαν σε βάθος έννοιες των μαθηματικών και της φυσικής έχοντας ενεργό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης, καθώς ο ρόλος του εκπαιδευτικού στην τάξη είναι καθοδηγητικός και υποστηρικτικός.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ερευνητικές μελέτες επισημαίνουν ότι μέσω της ενοποιημένης διδασκαλίας και της διεπιστημονικότητας κατά την εφαρμογή ενός προγράμματος STEAM προσφέρονται περισσότερες ευκαιρίες σύνδεσης των εννοιών και πνευματικής αφύπνισης των μαθητών (Furner & Kumar, 2007). Αντίστοιχες παρατηρήσεις σημειώθηκαν και κατά την εφαρμογή του παρόντος προγράμματος. Οι μαθητές παρουσίασαν αυξημένο ενδιαφέρον για την εκπαιδευτική διαδικασία και μαθητές με χαμηλότερες επιδόσεις κατανόησαν ευκολότερα τις έννοιες που πραγματευτήκαμε αποκτώντας έτσι περισσότερη αυτοπεποίθηση και θετική στάση απέναντι στις θετικές επιστήμες, κάτι που μπορεί να μην είχε επιτευχθεί σε αυτό το βαθμό εάν εφαρμοζόταν μια πιο παραδοσιακή μέθοδος διδασκαλίας (π.χ. δασκαλοκεντρική). Επίσης, οι μαθητές συνεργάστηκαν αρμονικά και δέθηκαν περισσότερο σαν ομάδα. Το πλαίσιο, λοιπόν, της κατασκευής ενός ελικοφόρου αυτοκινήτου συνέβαλε στην επίτευξη τόσο γνωστικών όσο και συναισθηματικών στόχων.

Παρόλο που υπήρχε από τους εκπαιδευτικούς το θεωρητικό υπόβαθρο για την υλοποίηση ενός τέτοιου προγράμματος, πάντα η εφαρμογή της θεωρίας στην πράξη, πρέπει να συνοδεύεται από αναστοχασμό για τη μελλοντική βελτίωση και εξέλιξη του προγράμματος. Ένα πολύ σημαντικό συστατικό του STEAM είναι η τέχνη. Στη συγκεκριμένη κατασκευή, τα παιδιά δημιούργησαν σχέδια και μοτίβα στα αυτοκίνητά τους, εισάγοντας το υποκειμενικό τους στοιχείο και φανερώνοντας την προσωπική αισθητική τους αντίληψη. Σε επόμενες κατασκευές, σκοπεύουμε να δώσουμε στην τέχνη πιο ενεργό ρόλο. Αυτό σχεδιάζεται να γίνει γνωρίζοντας διάφορα ρεύματα της τέχνης και χρωματίζοντας την κατασκευή εμπνεόμενοι από αυτά.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Bagiati, A., Yoon, S. Y., Evangelou, D., & Ngambeki, I. (2010). Engineering Curricula in Early Education: Describing the Landscape of Open Resources. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2), n2.

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). How people learn (Expanded ed.). Washington, DC: National Academy.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.

Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding Stem. Current Perceptions. *Technology & Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.

Bruning, R., Schraw, G., Norby, M., & Ronning, R. (2004). Cognitive psychology and instruction. Columbus.

Bybee, R. W., & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st century workforce: A new reform in science and technology education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 349-352.

DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.

Ellis, A. K., & Fouts, J. T. (2001). Interdisciplinary curriculum: The research base: The decision to approach music curriculum from an interdisciplinary perspective should include a consideration of all the possible benefits and drawbacks. *Music Educators Journal*, 87(5), 22-68.

Furner, J. M., & Kumar, D. D. (2007). The Mathematics and Science Integration Argument: A Stand for Teacher Education. *Eurasia journal of mathematics, science & technology education*, 3(3).

Hartzler, D. S. (2000). *A meta-analysis of studies conducted on integrated curriculum programs and their effects on student achievement* (Doctoral dissertation, [Sl: sn]).

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: National Academies Press.

Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (Eds.). (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11.

Ko, Y., An, J., & Park, N. (2012). Development of computer, math, art convergence education lesson plans based on smart grid technology. In *Computer applications for security, control and system engineering* (pp. 109-114). Springer, Berlin, Heidelberg.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12

STEM education. *Engineering in precollege settings: Research into practice*, 35-60.

National Research Council. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K–8*. Washington, DC: National Academy Press.

Roth, W., & Eijck, M. (2010). Fullness of life as minimal unit: Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) learning across the life span. *Science Education*, 94(6), 1027- 1048.

Swift, T. M., & Watkins, S. E. (2004). An engineering primer for outreach to K-4 education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 5(3/4), 67.

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. *Intermediate Unit*, 1, 11-17.

Yakman, G. (2010). What is the point of STE@ M?—A Brief Overview. *Steam: A Framework for Teaching Across the Disciplines. STEAM Education*, 7.