

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023

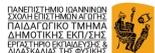


ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Γεώργιος Στύλος,

Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου



Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Όμιλοι STEM: 3D Εκτύπωση και εκπαιδευτική ρομποτική. Η περίπτωση του 1ου ΕΠΑΛ Σαλαμίνας

Χρυσοβαλάντης Κεφαλής, Πέτρος Πούτος,
Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Αθανάσιος Δρίγκας

doi: [10.12681/codiste.6916](https://doi.org/10.12681/codiste.6916)

ΟΜΙΛΟΙ STEM: 3D ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ 1^{ΟΥ} ΕΠΑΛ ΣΑΛΑΜΙΝΑΣ

Χρυσοβαλάντης Κεφαλής¹, Πέτρος Πούτος², Κωνσταντίνος Σκορδούλης³, Αθανάσιος Δρίγκας⁴

¹ Υποψ. Διδάκτορας ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος / ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ, ² Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης, ³ Καθηγητής ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ, ⁴ Διευθυντής Ερευνών ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος

vkefalis@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, παρουσιάζουμε την εμπειρία που αποκτήθηκε από την διεξαγωγή/λειτουργία του Ομίλου Τρισδιάστατης Εκτύπωσης και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στο 1ο ΕΠΑΛ Σαλαμίνας. Σε αυτό το εκπαιδευτικό περιβάλλον, οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά, ενσωματώνοντας στρατηγικές μικτής μάθησης, που συνδύαζαν την πρόσωπο με πρόσωπο εκπαίδευση και την ψηφιακή μάθηση μέσω εκπαιδευτικής πλατφόρμας. Οι μαθητές δημιούργησαν τρισδιάστατα αντικείμενα, εξερεύνησαν την εκπαιδευτική ρομποτική και εφάρμοσαν τη θεωρία στην πράξη. Τα επιτεύγματά τους, που παρουσιάστηκαν στην τεχνολογική έκθεση του σχολείου, έδειξαν σημαντική πρόοδο στην κατανόηση και εφαρμογή τεχνολογικών εννοιών. Αυτή η διαδικασία αποδείχθηκε ότι συνεισφέρει ιδιαίτερα θετικά, τόσο για τους μαθητές όσο και για την ενίσχυση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος του σχολείου.

Λέξεις κλειδιά: Όμιλοι Επιστημών, Τρισδιάστατη Εκτύπωση, Εκπαιδευτική Ρομποτική

STEM GROUP: 3D PRINTING AND EDUCATIONAL ROBOTICS. THE CASE OF 1ST EPAL SALAMIS

Chrysovalantis Kefalis¹, Petros Poutos², Constantine Skordoulis³, Athanasios Drigas⁴

¹ PhD Candidate, NCSR 'Demokritos' / Dept. of Primary Education, NKUA, ² Educator in Secondary Education, ³ Professor, Dept. of Primary Education, NKUA, ⁴ Director of Research at IIT, NCSR 'Demokritos'

vkefalis@gmail.com

ABSTRACT

In the context of this study, we present the experience gained from the implementation of the 3D Printing and Educational Robotics Club at the 1st Vocational High School of Salamina. In this educational setting, the students worked individually, incorporating blended learning strategies, combining face-to-face instruction and digital learning through an educational platform. Students created three-dimensional objects, explored robotics, and applied theory to practice. Their achievements, presented at the school's technology exhibition, showed significant progress in understanding and applying technological concepts. This process proved to be particularly positive, both for the students and for enhancing the educational environment of the school.

Keywords: Science Groups, 3D Printing, Educational Robotics

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ψηφιοποίηση και η 4^η Βιομηχανική Επανάσταση (Industry 4.0) αποτελούν πιθανώς τις κυριότερες αιτίες που προκαλούν σημαντικούς μετασχηματισμούς της παραγωγικής δραστηριότητας στις σύγχρονες κοινωνίες. Οι εμφανιζόμενες ανάγκες αλλάζουν τον τρόπο που ζούμε αλλά κυρίως και τις εκπαιδευτικές ανάγκες/απαιτήσεις των πολιτών, οδηγώντας σε μια αυξανόμενη ζήτηση για νέες ψηφιακές δεξιότητες στα τελευταία χρόνια, μια τάση που προβλέπεται να επιταχυνθεί στο μέλλον (Σκορδούλης κ.α., 2023· Drigas & Tsolaki, 2015· European Commission, 2020). Η εκπαίδευση έχει το ρόλο να ετοιμάσει τους μαθητές για το μέλλον, ωστόσο, οι δραστικές μεταβολές που συμβαίνουν καθιστούν την απλή χρήση ενός υπολογιστή στην αίθουσα διδασκαλίας ανεπαρκή.

Η διαφοροποιημένη διδασκαλία, η οποία εφαρμόζεται και μέσω των εκπαιδευτικών ομίλων, αποτελεί μια παιδαγωγική τεχνική η οποία δεν αποκλείει κανέναν και μέσω της οποίας οι εκπαιδευτικοί προσφέρουν ποικίλες ευκαιρίες μάθησης, προσαρμοσμένες στο προφίλ, το επίπεδο ετοιμότητας, τα ενδιαφέροντα και το υπόβαθρο των μαθητών (Estaityeh & DeCoito, 2023). Βάσει της βιβλιογραφίας, η ανάγκη για διαφοροποίηση της διδασκαλίας αποτελεί μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι δάσκαλοι (Κουτσελίνη & Πυργιωτάκης, 2015) και υποχρεώνει τους εκπαιδευτικούς να εγγωθηθούν ότι "το περιεχόμενο, η μεθοδολογία και η αξιολόγηση της μάθησης του κάθε μαθητή ανταποκρίνονται στο επίπεδο και την ετοιμότητά του για μάθηση, τα ενδιαφέροντά του και τις προτιμήσεις του για τον τρόπο μάθησης" (Παντελιάδου Σ., 2008).

Στο 1^ο ΕΠΑΛ Σαλαμίνας την σχολική χρονιά 2022-2023 λειτούργησε ένας όμιλος STEM: 3D Εκτύπωσης και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Ο όμιλος αυτός πραγματοποιήθηκε σε ώρες εκτός διδακτικού ωρολογίου προγράμματος καθ' όλη την διάρκεια του σχολικού έτους οι μαθητές αλλά και οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν, συμμετείχαν εθελοντικά.

Αφορμή για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης δράσης αποτέλεσε η πρόσκληση που δέχτηκε το σχολείο για την υλοποίηση της πιλοτικής εφαρμογής του εκπαιδευτικού πακέτου το οποίο παράχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος Erasmus+: 3D2ACT Fostering Industry 4.0 and 3D Technologies Through Social Entrepreneurship: An Innovative Programme for a Sustainable Future, που ενθαρρύνει τους μαθητές να αποκτήσουν βασικές δεξιότητες σε τομείς όπως οι τεχνολογίες 3D σχεδίασης και εκτύπωσης. Η παραπάνω πρόσκληση της πιλοτικής εφαρμογής στο εν λόγω σχολείο, αποτέλεσε μια πρώτης τάξης ευκαιρία για υλοποίηση μιας STEM διδακτικής προσέγγισης, συνδυάζοντας τις 3D δεξιότητες, με τις εμπειρίες σε εφαρμογές και διδακτικές, που άπτονται του πεδίου της εκπαιδευτικής ρομποτικής και έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία εννιά χρόνια στο σχολείο.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει την εφαρμογή του Ομίλου Τρισδιάστατης Εκτύπωσης και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής που εφαρμόστηκε ώστε να αναδειχθούν οι δυναμικές που αναπτύσσονται, οι προκλήσεις καθώς και τα αποτελέσματα που μπορεί να έχει μια τέτοια εφαρμογή στο περιβάλλον της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στον όμιλο STEM η διάθεση για συμμετοχή ήταν πολύ μεγάλη. Περιορισμοί όμως υποδομών (υπήρχε μόνο ένας Τρισδιάστατος εκτυπωτής διαθέσιμος), αλλά και ο χρόνος διεξαγωγής του ομίλου σε χρόνο εκτός διδακτικού ωραρίου και σε συγκεκριμένη μέρα οδήγησε στην συμμετοχή 5 μαθητών της Πρώτης Λυκείου, οι οποίοι δεν είχαν καμία πρότερη εμπειρία τόσο στην Τρισδιάστατη Εκτύπωση όσο και στην εκπαιδευτική ρομποτική. Η δράση εφαρμόστηκε σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος οι μαθητές μυήθηκαν στον κόσμο των 3D τεχνολογιών σχεδίασης και εκτύπωσης, ενώ στο δεύτερο μέρος σχεδίασαν, εκτύπωσαν, συναρμολόγησαν και

προγραμματίσαν το δικό τους Ρομπότ. Οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά, χρησιμοποιώντας Φύλλα Εργασίας, ενώ μετά το τέλος της εφαρμογής απάντησαν σε ερωτηματολόγιο για να αξιολογήσουν το εκπαιδευτικό υλικό της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του Ομίλου STEM του 1^{ου} ΕΠΑΛ Σαλαμίνας.

3D Σχεδίαση και Εκτύπωση

Το εκπαιδευτικό υλικό για το πρώτο μέρος της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης ήταν διαρθρωμένο σε δύο επίπεδα που αυξάνονταν σε δυσκολία. Στο αρχικό στάδιο κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου, οι μαθητές συμμετείχαν σε μια σειρά δραστηριοτήτων και ασκήσεων που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων. Ξεκίνησαν μαθαίνοντας τις βασικές έννοιες της τρισδιάστατης εκτύπωσης, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων της και των πρακτικών πτυχών της αποκεντρωμένης κατασκευής. Αυτό τους έδωσε μια στέρεη βάση για την κατανόηση του δυναμικού αντίκτυπου της τρισδιάστατης εκτύπωσης σε διάφορους κλάδους και των επιπτώσεών της στην επιχειρηματικότητα και τις ευκαιρίες σταδιοδρομίας. Στη συνέχεια, οι μαθητές ασχολήθηκαν με τους διάφορους τύπους τρισδιάστατων εκτυπωτών, τα υλικά και τις εφαρμογές τους σε διάφορους τομείς. Οι γνώσεις αυτές θα τους επιτρέψουν να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τα κατάλληλα υλικά και τις μεθόδους που θα χρησιμοποιήσουν για τα έργα τους στον τομέα της τρισδιάστατης εκτύπωσης. Έμαθαν επίσης για διάφορες τεχνικές απόκτησης και δημιουργίας τρισδιάστατων μοντέλων, όπως η χρήση λογισμικού CAD, η τρισδιάστατη σάρωση και η φωτογραμμετρία.

Στο επόμενο στάδιο, μέσω δραστηριοτήτων καθοδηγούμενης διερεύνησης, σχεδίασαν και εκτύπωσαν μοντέλα που μπορούν να εφαρμοστούν στην καθημερινή ζωή Ένα από τα βασικά στοιχεία του εργαστηρίου ήταν η διδασκαλία των μαθητών πώς να χρησιμοποιούν το TinkerCAD, ένα δωρεάν λογισμικό CAD, για να σχεδιάζουν και να τροποποιούν τρισδιάστατα μοντέλα. Μέσω πρακτικών ασκήσεων, οι μαθητές απέκτησαν επάρκεια στη χρήση των εργαλείων και των δυνατοτήτων του λογισμικού για να δημιουργήσουν και να προσαρμόσουν τα σχέδιά τους. Μια άλλη βασική πτυχή του εργαστηρίου ήταν η εκμάθηση του λογισμικού τεμαχισμού (Slicer) και των ρυθμίσεων εκτύπωσης για την επίτευξη βέλτιστων αποτελεσμάτων εκτύπωσης. Τέλος επικεντρωθήκαμε στη διδασκαλία των μαθητών στις πρακτικές πτυχές της εκτέλεσης της πρώτης τους τρισδιάστατης εκτύπωσης. Έμαθαν τα κρίσιμα βήματα όπως η προθέρμανση, η ισοπέδωση της κλίνης και η αντιμετώπιση προβλημάτων, επιτρέποντάς τους να φέρουν σε πέρας με επιτυχία τα έργα τρισδιάστατης εκτύπωσης και να αντιμετωπίσουν τυχόν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν μέθοδος της διαφοροποιημένης μικτής μάθησης (Widya et al., 2019). Οι μαθητές είχαν πρόσβαση στο εκπαιδευτικό υλικό μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας μάθησης και συνεργασίας του έργου (3D2ACT)¹, ενώ το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την τρισδιάστατη σχεδίαση ήταν ένα δωρεάν λογισμικό² στο οποίο οι μαθητές είχαν πρόσβαση μέσω ίντερνετ χωρίς να χρειάζεται κάποιο πρόγραμμα εγκατεστημένο στον υπολογιστή που χρησιμοποιούσαν. Έτσι οι μαθητές είχαν την δυνατότητα να μελετήσουν το υλικό και στον δικό τους χρόνο πέραν της δια ζώσης διδασκαλίας, και έτσι κάποια από τα φύλλα εργασίας πραγματοποιήθηκαν και στον ελεύθερο χρόνο των μαθητών.

Εκπαιδευτική Ρομποτική

Αφού οι μαθητές απέκτησαν την ικανότητα να σχεδιάζουν αλλά και να τροποποιούν έτοιμα σχέδια από το διαδίκτυο και στη συνέχεια να τα εκτυπώνουν τρισδιάστατα περάσαμε στο 3D σχεδιασμό και την 3D εκτύπωση μιας ρομποτικής πλατφόρμας, ενός τηλεχειριζόμενου τετρακίνητου (4WD) ρομποτικού οχήματος, το οποίο έχει την ιδιαιτερότητα να φέρει ασυνήθιστους τροχούς. Οι τροχοί αυτοί ονομάζονται μηχανικοί

¹ <https://3d2act.iit.demokritos.gr/>

² <https://www.tinkercad.com/>

τροχοί (mecanum wheels) και φαίνονται στην εικόνα. Φέρουν στην περιφέρειά τους ρόλερ με κάθετη τοποθέτηση. Εκτός αυτού, τα ρόλερ είναι τοποθετημένα με φορά, δηλαδή με τοποθέτηση 45° προς τα δεξιά

Σχήμα 1. Τετρακίνητο (4WD) ρομποτικό όχημα.



(αριστερός τροχός), και τοποθέτηση 45° προς τα αριστερά (δεξιός τροχός). Πάντα τοποθετούνται στο όχημα σε ζεύγη και διαγώνια όπως ακριβώς φαίνεται στην εικόνα. Με τη διάταξη αυτή το όχημα είναι ικανό να πραγματοποιεί κινήσεις εκτός του συνηθισμένου, γεγονός που αποτελεί και αύξηση του ενδιαφέροντος ως πρωτότυπου project. Τέτοιου είδους τροχοί, χρησιμοποιούνται σε αρκετές και εξειδικευμένες εφαρμογές, όπως βοηθητικά αμαξίδια για άτομα με κινητικά προβλήματα, κινούμενες ή και τηλεχειριζόμενες πλατφόρμες, για μετακίνηση μεγάλων φορτίων σε βιομηχανικό περιβάλλον, (ατράκτους αεροπλάνων, βαγόνια τραινών κ.τ.λ) επίσης, σε οχήματα φορτωτικής (clark) σε μεγάλες αποθήκες κ.ά. Όλες οι εφαρμογές απαιτούν ιδιαίτερα λείες επιφάνειες και χαμηλές ταχύτητες για αποφυγή έντονων κραδασμών.

Το δεύτερο μέρος έχει να κάνει με την τοποθέτηση και τη συνδεσμολογία των μηχανικών, ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων (Mechatronics) επάνω στη πλατφόρμα, ώστε να καταστεί λειτουργικό το ρομποτικό όχημα.

Θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως τρίτο μέρος, ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή και ο προγραμματισμός του κινητού τηλεφώνου ή ταμπλέτας, αν και είναι αναπόσπαστα μέρη μιας ρομποτικής εφαρμογής.

Τέτοιου είδους project απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις όταν πραγματοποιούνται σε βιομηχανικό περιβάλλον, ή σε πεδίο ερευνητικής εργασίας. Η συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκε από μαθητές Επαγγελματικού Λυκείου (Α και Β τάξη) με τη δημιουργία ομίλου σε ώρες εκτός σχολικού ωραρίου και διήρκεσε 60 ώρες. Προφανώς απλοποιήθηκε όσο αφορά τις γνώσεις που απαιτούνταν, ώστε να και προσαρμοστεί στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών, αλλά ταυτόχρονα να παρέχει και νέο γνωστικό πεδίο, αλλά και δεξιότητες που ήταν και το ζητούμενο. (STEM project). Πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας κυρίως την μέθοδο EDP (Engineer Design Process).

Η εργασία θα ήταν καλύτερα να ξεκινήσει περιγράφοντας πρώτα γενικά “του τι είναι αυτό που πρόκειται να ασχοληθούμε και να κατασκευάσουμε”, χρησιμοποιώντας σχετικά video με τις απαραίτητες επεξηγήσεις απ’ τον επιβλέποντα εκπαιδευτικό, ώστε να γίνει απολύτως κατανοητό απ’ τους μαθητές. Αυτό βέβαια βοηθά στην αύξηση του ενδιαφέροντος όπως και τον σχετικό “ενθουσιασμό”.

Θα ήταν δόκιμο βέβαια είναι να έχει “εκ των προτέρων” κατασκευαστεί απ’ τον επιβλέποντα, ένα “πρωτότυπο” και να πραγματοποιηθεί μια είδους επίδειξη στους μαθητές. Σίγουρα αυτό βοηθά στην όλη διαδικασία, αφού ο εκπαιδευτικός έχει αποκτήσει και την εμπειρία, διευκολύνοντας έτσι την όλη διαδικασία.

Στη συνέχεια τα βήματα που ακολουθούν είναι:

α) Εκμάθηση του 3D σχεδιασμού γενικά με χρήση της ελεύθερης πλατφόρμας tinkercad και φυσικά τα σχετικά μυστικά και τις ιδιαιτερότητες της 3D εκτύπωσης

β) Γνωριμία με τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν. Δεν είναι απαραίτητο να γίνει εκτενής και σε βάθος περιγραφή, αλλά αρκεί να περιγραφεί με όποιο πρόσφορο τρόπο, του τι είναι, τι εξυπηρετεί, πως συνδεσμοποιείται και πως “συνεργάζεται” με τα υπόλοιπα εξαρτήματα.

γ) Αφού έχει προηγηθεί η εκμάθηση γενικά της 3D διαδικασίας, το επόμενο βήμα είναι ο σχεδιασμός της ρομποτικής πλατφόρμας με βάση τις διαστάσεις των εξαρτημάτων και τις διαστάσεις της επιφάνειας εκτύπωσης του διαθέσιμου εκτυπωτή.

δ) Ακολουθεί η στήριξη των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων στη ρομποτική πλατφόρμα.

ε) Έπεται η συνδεσμοποιία των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων.

στ) Προγραμματισμός (συγγραφή κώδικα) στο μ/ε Arduino Uno. Τμηματική επαλήθευση με πειραματισμούς (i. κινήσεις οχήματος, ii.μετρήσεις αποστάσεων, iii.συνδυασμός των δύο προηγούμενων βημάτων, καθώς και με σχετική περιστροφή των σέρβο)

ζ) Προγραμματισμός της εφαρμογής Bluetooth Electronics στο Smartphone.

η) Τελικές δοκιμές- βελτιώσεις- τελική κατασκευή.

θ) Σχεδιασμός “Παρουσίασης” (π.χ Power Point) εκμάθηση τρόπων παρουσίασης σε κοινό.

ι) Παρουσίαση και επίδειξη του ρομποτικού οχήματος απ’ τους μαθητές στο κοινό.

Τα φύλλα εργασίας που περιλαμβάνουν τα παραπάνω βήματα, τα φύλλα εργασίας που χρησιμοποιήθηκαν για την τρισδιάστατη εκτύπωση καθώς και τα αρχεία stl για τη 3D ρομποτική πλατφόρμα, τα αρχεία .ino του κώδικα για τον προγραμματισμό του μ/ε Arduino Uno, βιβλιοθήκη για τα ultrasonic sensor, καθώς και ένα video για τον προγραμματισμό της εφαρμογής τηλεχειρισμού Bluetooth Electronics, έχουν αναρτηθεί στη παρακάτω ηλεκτρονική διεύθυνση:

https://drive.google.com/drive/folders/1mY5EguVjstdGtGgqyi2yfQ8SWf2B_zm5?usp=sharing

Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του προγράμματος, αντιμετωπίσαμε αρκετές προκλήσεις. Οι περιορισμοί υποδομών ήταν ένα πρόβλημα το οποίο ξεπεράστηκε σε ένα βαθμό δίνοντας στους μαθητές χρόνο με τον τρισδιάστατο εκτυπωτή και εκτός του χρόνου διεξαγωγής του ομίλου. Πολλοί μαθητές αισθάνθηκαν αβεβαιότητα και δυσπιστία απέναντι στη νέα αυτή προσέγγιση, η οποία δεν είχε καμία ομοιότητα με την πρωινή σχολική τους ενασχόληση, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται αναστολές στη συμμετοχή τους. Το πρόγραμμα, ως κάτι εντελώς καινούριο, δημιούργησε επιπλέον προκλήσεις στην κατανόηση, και απαιτούσε εξοικείωση και προσαρμογή από τους μαθητές. Ωστόσο, για να ανταποκριθούμε στις ανάγκες των μαθητών, εφαρμόσαμε διάφορες στρατηγικές διαφοροποίησης. Παρατηρήσαμε την ανάγκη να προσεγγίσουμε την διδασκαλία με ποικίλες προσεγγίσεις, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές εκπαιδευτικές ανάγκες και ταχύτητες μάθησης των μαθητών. Κάποιοι μαθητές απέκτησαν γρήγορα αυτοπεποίθηση στην τρισδιάστατη σχεδίαση και εκτύπωση και στην ρομποτική, ενώ άλλοι χρειάστηκε περισσότερο χρόνο για να εμπεδώσουν τις έννοιες. Έτσι, προσαρμόσαμε τη διδασκαλία για να προσφέρουμε επιπλέον υποστήριξη σε αυτούς που τη χρειάζονταν, ενώ παράλληλα προκαλέσαμε τους πιο προχωρημένους μαθητές με πρόσθετες προκλήσεις και προβλήματα. Το εκπαιδευτικό υλικό μας προσέφερε ευελιξία, επιτρέποντας την πρόσβαση από οπουδήποτε μέσω της πλατφόρμας, και έδωσε στους μαθητές τη δυνατότητα να «προχωρούν» με το δικό τους ρυθμό. Επιπλέον, η μικρότερη ομαδοποίηση των μαθητών επέτρεψε στους εκπαιδευτικούς να προσφέρουν εξατομικευμένη βοήθεια όπου αυτό ήταν απαραίτητο.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο τέλος του ομίλου STEM στο 1^ο ΕΠΑΛ Σαλαμίνας, οι μαθητές, σε ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν, αξιολόγησαν θετικά στο σύνολο τους το εκπαιδευτικό υλικό της τρισδιάστατης εκτύπωσης, με το σύνολο τους να συμφωνεί για την ενδιαφέρουσα και χρήσιμη φύση των μαθημάτων. Οι μαθητές κατάφεραν να αποκτήσουν δεξιότητες σε σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία τρισδιάστατης σχεδίασης και εκτύπωσης, κατανόηση των επιστημονικών αρχών που διέπουν την 3D εκτύπωση, αναγνώριση των συστατικών και της λειτουργικότητας ενός 3D εκτυπωτή, και κατανόηση του δυναμικού αντίκτυπου και των επαγγελματικών ευκαιριών που προσφέρει η 3D εκτύπωση. Επίσης, αντιλήφθηκαν τα οφέλη, τις προκλήσεις και τα πλεονεκτήματα/αδυναμίες της 3D εκτύπωσης, τη διαδικασία, το λογισμικό και τον επιπρόσθετο εξοπλισμό που χρειάζεται για τη δημιουργία ενός 3D εκτυπωμένου προϊόντος. Επίσης, απέκτησαν γνώσεις και δεξιότητες στη συγγραφή «κώδικα» και την συνδυαστική λειτουργία μεταξύ μικροεπεξεργαστή, αισθητήρων - ενεργοποιητών και μηχανικών εξαρτημάτων καθώς και εφαρμογή της «κυκλικής» μεθόδου EDP (Engineering Design Process) (Teevasuthonsakul et al., 2017).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρόλη την μικρής κλίμακας συμμετοχή η οποία δεν επιτρέπει και την γενίκευση των αποτελεσμάτων, η εφαρμογή του Ομίλου Τρισδιάστατης Εκτύπωσης και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στο 1^ο ΕΠΑΛ Σαλαμίνας, ήταν επιτυχημένη, γεγονός το οποίο φάνηκε και από το γεγονός ότι μεγάλος ήταν ο αντίκτυπος και στο σχολικό περιβάλλον. Οι μαθητές του ομίλου, στο τέλος της σχολικής χρονιάς, διοργάνωσαν μια γιορτή / παρουσίαση της δουλειάς τους σε όλο το σχολείο. Σε αυτή την παρουσίαση το σύνολο των μαθητών, εκπαιδευτικών αλλά και γονέων είχαν την ευκαιρία να γνωρίσουν τις δυνατότητες της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης και της Ρομποτικής, ενώ πολύ μεγάλη ήταν και η διάθεση από μαθητές να συμμετέχουν σε ανάλογο Όμιλο ο οποίος θα λειτουργήσει την επόμενη σχολική χρονιά. Τέλος ένα αξιοσημείωτο αποτέλεσμα της διαφοροποιημένης διδασκαλίας που εφαρμόστηκε αποτελεί το γεγονός ότι την μεγαλύτερη θετική αλλαγή είχε ο μαθητής Γ. Ο συγκεκριμένος μαθητής έχει διάγνωση Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) με φυσιολογικό νοητικό δυναμικό, αλλά με μεγάλα ελλείματα στις κοινωνικές δεξιότητες. Η συμμετοχή του στον συγκεκριμένο όμιλο του πρόσφερε πολύ μεγάλη ικανοποίηση μιας και κατάφερε να ενταχθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό στην ομάδα του ομίλου πράγμα που του έδωσε την αυτοπεποίθηση να παρουσιάσει την δουλειά του στο σύνολο του σχολείου με πολύ μεγάλη επιτυχία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κουτσελίνη, Μ., & Πυργιωτάκης, Ι. (2015). Διαφοροποίηση της διδασκαλίας και της μάθησης. Αθήνα: Πεδίο.
- Παντελιάδου, Σ. (2008). Διαφοροποιημένη Διδασκαλία. Στο Σ. Παντελιάδου, & Φ. Αντωνίου, Διδακτικές προσεγγίσεις και πρακτικές για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες (σσ. 7-17). Βόλος: Γράφημα.
- Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα και Γκιόλιας. Διεθνές Συνέδριο «Δια Βίου μάθηση και Εκπαίδευση Ενηλίκων την Εποχή της Αβεβαιότητας», Πανεπιστήμιο Αθηνών 30/3 – 1/4/2023. Τόμος Περιλήψεων, σελ. 27 από 157.
- Drigas, A., & Tsolaki, V. (2015). Lifelong learning and ICTs. International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (iJES), 3(2), 15-20.
- Estaityeh, M., & DeCoito, I. (2023). Planning for Differentiated Instruction: Empowering Teacher Candidates in STEM Education. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 23(1), 5–26. <https://doi.org/10.1007/s42330-023-00270-5>
- European Commission, (2020). Shaping Europe's digital future (COM/2020/67 final). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, and the Committee of the Regions, 1–16. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX:52020DC0067>

Teevasuthonsakul, C., Yuvanatheeme, V., Sriput, V., & Suwandecha, S. (2017). Design steps for physic STEM education learning in secondary school. *Journal of Physics: Conference Series*, 901(1), 12118.

Widya, Rifandi, R., & Rahmi, Y. L. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: a literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208>