

Η τρισδιάστατη σχεδίαση και εκτύπωση στην εκπαίδευση

Ανθούλα Μαΐδου¹, Δημήτριος Τσιαστούδης², Άννα Μπρισίμη³, Περιστέρα Γιαλαβουζίδου⁴ και Χαρίτων Πολάτογλου⁴

anthoula.maidou@gmail.com, tsiastoudis@auth.gr, amprisim@physics.auth.gr, perigial@hotmail.com, hariton@auth.gr

¹Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Δυτικής Θεσσαλονίκης,

²Ειδικό Γυμνάσιο και Λύκειο Κωφών και Βαρήκων Μαθητών Πανοράματος,

³Γυμνάσιο Πλατέος - ΓΕΛ Πλατέος Κορυφής, ⁴Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ.

Τρόποι ενσωμάτωσης της τρισδιάστατης σχεδίασης στην εκπαίδευση της επιστήμης και τα οφέλη για τους εκπαιδευτικούς, μαθητές και την κοινωνία
Εισηγητής: Χαρίτων Πολάτογλου, Ομ. Καθ. Φυσικής ΑΠΘ

Η παραδοσιακή εκπαίδευση των επιστημών έχει βασιστεί σε συμβατικές μεθόδους όπως τα σχολικά βιβλία, οι διαλέξεις, διδοίσατατες στατικές αναπαραστάσεις και τα εργαστηριακά πειράματα με περιορισμένα αποτελέσματα όσον αφορά την πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών για την επιστήμη, την επιστημονική σκέψη και τη σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο, την κοινωνία και τη μελλοντική τους σταδιοδρομία. Ωστόσο, η εισαγωγή της τεχνολογίας γενικότερα και ειδικότερα της τρισδιάστατης μοντελοποίησης έχει φέρει επανάσταση στις μεθόδους διδασκαλίας, προσφέροντας στους εκπαιδευτικούς ένα ισχυρό εργαλείο για να εμπλουτίσουν την εκπαίδευση και να κάνουν την επιστήμη ενδιαφέρουσα για τους μαθητές.

Γενικά μπορούμε να επισημάνουμε πέντε βασικές διαστάσεις για την ενσωμάτωσή της τρισδιάστατης σχεδίασης στα μαθήματα. Α) Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση επιτρέπει την αναπαράσταση περίπλοκων εννοιών, όπως οι μοριακές δομές και οι γεωλογικοί σχηματισμοί, με έναν πιο διαδραστικό και συναρπαστικό τρόπο. Αυτή η πρακτική προσέγγιση επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν πιο αποτελεσματικά τις συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών στοιχείων αυτών των συστημάτων. Β) Μέσω εικονικών εργαστηριακών περιβαλλόντων που δημιουργούνται από την τεχνολογία τρισδιάστατης μοντελοποίησης, οι μαθητές μπορούν να προσομοιώσουν με ασφάλεια, και οικονομικά επιστημονικά πειράματα και φαινόμενα. Αυτές οι προσομοιώσεις παρέχουν πολύτιμες ευκαιρίες στους μαθητές να εξασκηθούν στην διερευνητική μέθοδο, τις πειραματικές διαδικασίες, να παρατηρήσουν τα αποτελέσματα και να συμμετάσχουν σε πειράματα που διαφορετικά μπορεί να είναι πολύ επικίνδυνα ή δαπανηρά για να πραγματοποιηθούν σε παραδοσιακά εργαστηριακά περιβάλλοντα. Γ) Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση διευκολύνει την εξερεύνηση επιστημονικών δεδομένων με διαδραστικό και δυναμικό τρόπο. Σε αντίθεση με τις στατικές κατά βάση διδοίσατατες αναπαραστάσεις, τα τρισδιάστατα μοντέλα επιτρέπουν στους μαθητές να εμβαθύνουν στα δεδομένα, αποκαλύπτοντας μοτίβα και σχέσεις. Δ) Οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (AR) προσθέτουν ψηφιακές πληροφορίες στον φυσικό κόσμο, προσφέροντας μοναδικές και διαδραστικές εμπειρίες μάθησης. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές AR για να εξερευνήσουν το ανθρώπινο σώμα ή να εντοπίσουν φυσικές έννοιες και διεργασίες σε πραγματικές καταστάσεις βελτιώνοντας έτσι την κατανόησή τους. Ε) Ενδυναμωμένοι από λογισμικό τρισδιάστατης μοντελοποίησης, οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν τα δικά τους μοντέλα επιστημονικών εννοιών,

προωθώντας τη δημιουργικότητα και την καινοτομία. Συμμετέχοντας ενεργά στη δημιουργία επιστημονικής γνώσης, οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες κριτικής σκέψης και καλλιεργούν τις δικές τους ιδέες. Επιπλέον, η τρισδιάστατη μοντελοποίηση στην εκπαίδευση βοηθά στην προσαρμογή διαφορετικών στυλ μάθησης καθώς τα τρισδιάστατα μοντέλα καλύπτουν διαφορετικά στυλ μάθησης, παρέχοντας οπτικές και απτικές εμπειρίες μάθησης που υποστηρίζουν την συμπεριληπτική εκπαιδευτική διαδικασία. Η συνεργατική δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων προάγει την ομαδική εργασία και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, και ενισχύει την εμπλοκή των μαθητών με την επιστήμη.

Τα πολλαπλά είναι τα οφέλη που μπορούμε να αποκομίσουν οι εκπαιδευτικοί από τη βελτίωση και την αποδοτικότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας και οι μαθητές από τη ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Η θεωρία και η πρακτική μπορούν να γεφυρωθούν μέσα από τα τρισδιάστατα μοντέλα αμβλύνοντας το χάσμα μεταξύ της θεωρητικής γνώσης και της εφαρμογής της στην εξερεύνηση του πραγματικού κόσμου, προετοιμάζοντας τους μαθητές για σταδιοδρομία στην επιστήμη και την τεχνολογία. Επιπρόσθετα η τρισδιάστατη μοντελοποίηση καθιστά τις αφηρημένες ή σύνθετες έννοιες πιο προσιτές στους μαθητές, ενισχύοντας την κατανόηση, την καλλιέργεια της επιστημονική σκέψης και την αποκρυστάλλωση των επιστημονικών αρχών και διαδικασιών. Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση προωθεί εξαστομικευμένες εμπειρίες μάθησης, διευκολύνει την αλληλεπίδραση με ειδικούς στον κάθε σχετικό τομέα και ενθαρρύνει τη διεπιστημονική μάθηση. Η αυξανόμενη διαθεσιμότητα φιλικών προς τον χρήστη εργαλείων τρισδιάστατης μοντελοποίησης και οι δυνατότητές τους για αξιολόγηση υπογραμμίζουν περαιτέρω τη σημασία τους στην εκπαίδευση των επιστημών. Επιπλέον, η τρισδιάστατη μοντελοποίηση συμβάλλει στην διαφορετικότητα και την ένταξη αντανακλώντας τις οπτικές διαφορετικών κοινοτήτων μάθησης και προάγοντας την κατανόηση των διαφορών πολιτισμών. Τέλος, η τεχνολογία τρισδιάστατης μοντελοποίησης επεκτείνει τη μάθηση πέρα από την τάξη, διευκολύνοντας την ενασχόληση με πραγματικά προβλήματα και υποστηρίζοντας τη δια βίου μάθηση μέσω διαδραστικών διαδικτυακών πλατφορμών και MOOC. Καθώς η τεχνολογία γίνεται πιο προσιτή, η ενσωμάτωση της τρισδιάστατης μοντελοποίησης στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών συνεχίζει να αυξάνεται, υποσχόμενη βελτιωμένες μαθησιακές εμπειρίες και καλύτερη προετοιμασία για μελλοντικές σταδιοδρομίες στην επιστήμη και την τεχνολογία.

Ανάπτυξη της σχεδιαστικής σκέψης μέσω μάθησης βάσει έργου στο πλαίσιο της Τρισδιάστατης σχεδίασης

Εισηγήτρια: ΜαΐδουΑνθούλα Σύμβουλος Εκπαίδευσης ΠΕ81

Ανάλογη με την επιστημονική μέθοδο, δηλαδή τη μέθοδο που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες στην έρευνά τους, είναι η σχεδιαστική σκέψη (design thinking). Αρχικά είχε οριστεί και μελετηθεί από μια διεθνή ερευνητική ομάδα, ως η γνωσιακή διαδικασία των σχεδιαστών. Ένας στόχος της έρευνας ήταν να αποκτηθούν περισσότερες γνώσεις για τα κύρια χαρακτηριστικά της σχεδιαστικής δημιουργικότητας. Επιπλέον στόχος ήταν η βελτίωση των ικανοτήτων σκέψης των σχεδιαστών σε ατομικές και ομαδικές σχεδιαστικές διαδικασίες, στην εκπαίδευση και στην πρακτική. Σήμερα, η σχεδιαστική σκέψη νοείται ως μια σύνθετη διαδικασία σκέψης για τη σύλληψη νέων πραγματικοτήτων, που εκφράζει την εισαγωγή της κουλτούρας σχεδιασμού και των μεθόδων της σε τομείς όπως η επιχειρηματική

καινοτομία και την καινοτόμο διαχείριση και οργάνωση οργανισμών. Συνεπώς η σχεδιαστική σκέψη δεν αποτελεί πια μόνο κινητήρια δύναμη για σχεδιαστές, αλλά προσφέρει νέα μοντέλα διαδικασιών και εργαλείων που βοηθούν στη βελτίωση, επιτάχυνση και οπτικοποίηση κάθε δημιουργικής διαδικασίας, που πραγματοποιείται όχι μόνο από σχεδιαστές, αλλά από διεπιστημονικές ομάδες σε οποιαδήποτε είδος οργάνωσης. Στα σύγχρονα μοντέλα της σχεδιαστικής σκέψης εξακολουθεί να είναι κυρίαρχη η προσέγγιση της επίλυσης προβλημάτων, αλλά με ολιστικό, μη γραμμικό τρόπο. Αντί για φάσεις ή στάδια διεργασίας, τα περισσότερα από αυτά τα μοντέλα περιγράφουν τη σχεδιαστική σκέψη ως επαναληπτική διαδικασία. Από τα πολλά μοντέλα της σχεδιαστικής σκέψης, κάθε δημιουργός καλείται να επιλέξει αυτό που εξυπηρετεί καλύτερα τις δικές του ανάγκες.

Η ανάπτυξη της σχεδιαστικής σκέψης αποτέλεσε τον κύριο στόχο την σχολική χρονιά 2022-23 στον όμιλο Τρισδιάστατης Σχεδίασης του 2ου Πρότυπου Γυμνασίου Θεσσαλονίκης που συμμετείχαν 14 μαθητές/τριες, 7 αγόρια και 7 κορίτσια, με 2 μαθητές της Γ' τάξης, 1 μαθήτριά της Β' και οι υπόλοιποι 11 μαθητές της Α' τάξης Γυμνασίου. Οι 13 μαθητές/τριες φοιτούσαν στο σχολείο, ενώ μία μαθήτριά συμμετείχε από άλλο σχολείο.

Ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός του ομίλου τρισδιάστατης σχεδίασης έγινε με τη χρήση του μοντέλου ADDIE. (1) Ανάλυση: Καθορίσαμε τις ανάγκες, στόχους και δράσεις που θα περιλαμβάναμε. Θα έπρεπε μέσα στο χρονικό περιθώριο των 22 διώρων μαθητές/τριες που δεν ήξεραν 3D σχεδίαση, α) να χειρίζονται με άνεση το σχεδιαστικό πρόγραμμα, ώστε να είναι σε θέση να δημιουργήσουν σύνθετα τεχνουργήματα για να παρουσιάσουν τις ιδέες τους, χρησιμοποιώντας τη σχεδιαστική σκέψη, να εργαστούν τόσο ατομικά, αλλά και σε ομάδες για να συνεισφέρουν στη διερεύνηση των στρατηγικών σχεδιασμού και να κοινοποιούν τις τεχνικές μεταξύ τους, να δίνουν θετική ανατροφοδότηση και να αλληλοϋποστηρίζονται στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αρχικά για τις δραστηριότητες πηγή έμπνευσης θα αποτελέσουν έργα τέχνης (ζωγραφικής, γλυπτικής, αρχιτεκτονικής) αλλά στο τέλος καθημερινές καταστάσεις όπως να σχεδιάσουν πώς επιθυμούν να είναι το δωμάτιο τους (2) Σχεδιασμός: Η διαδικασία του σχεδιασμού κάθε δραστηριότητας επιλέχθηκε να γίνει σε 4 στάδια: σχεδιαστική σκέψη, παρουσίαση παραδειγμάτων ειδικών σχεδιαστικών τεχνικών και πρακτική εφαρμογή σε απλό 3D σχέδιο, δημιουργία του τεχνουργήματος, παρουσίαση των έργων στην ολομέλεια με θετική ανάδραση/σχόλια. (3) Ανάπτυξη: Αναπτύξαμε παρουσιάσεις σε PowerPoint με έργα τέχνης που να συνδέονται με την αντίστοιχη ενότητα και τις εντολές που θέλαμε να διδάξουμε. Δώσαμε προσοχή να δίνονται τα προβλήματα με ανοιχτό τρόπο, ώστε οι μαθητές/τριες να μπορέσουν να επιστρατεύσουν τη φαντασία και δημιουργικότητά τους και να δημιουργήσουν πολλές διαφορετικές λύσεις. (4) Υλοποίηση: Το μάθημα διεξήχθη στην Αίθουσα Πληροφορικής του σχολείου σε 22 δίωρα, ένα ανά εβδομάδα περίπου, μετά το τέλος των μαθημάτων. Σε όλη τη διάρκεια παρακολουθήσαμε την πρόοδο των μαθητών/τριών, υποστηρίζοντας τη δουλειά τους όταν μας ζητιόταν, και καταγράφαμε την κατανόηση, απόδοση και τις στάσεις και συμπεριφορές τους απέναντι στη μαθησιακή διαδικασία και μεταξύ τους. Επίσης κρατούσαμε ημερολόγιο και τροποποιούσαμε διαδικασίες όταν εμφανιζόταν προβλήματα (5) Αξιολόγηση: Με την ολοκλήρωση κάθε ενότητας κάναμε αποτίμηση της διαδικασίας, του υλικού, των σχεδιαστικών αποτελεσμάτων και της συμπεριφοράς των μαθητών/τριών ως προς την ανάπτυξη των ήπιων δεξιοτήτων. Οι μαθητές/τριες συμμετείχαν ενεργά σε όλες τις δραστηριότητες που είχαμε οργανώσει. Ήδη από τα πρώτα μαθήματα φάνηκε να ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για τον όμιλο και ότι ξεκίνησαν να πειραματίζονται μόνοι τους με εντολές και διάφορους τρόπους σχεδίασης. Με την προσέγγιση που ακολουθήσαμε της δημιουργίας ασκήσεων μέσα από δημιουργικά παραδείγματα, οι μαθητές γρήγορα εξοικειώθηκαν με τη σχεδιαστική διαδικασία, τις λειτουργίες του σχεδιαστικού προγράμματος, αλλά και απέκτησαν τη δυνατότητα να

εκφραστούν δημιουργικά, να αναπτύξουν την φαντασία τους, τη σχεδιαστική σκέψη, να επικοινωνούν με θετικό τρόπο και να αλληλοϋποστηρίζονται, τόσο όταν ξεχνούσαν κάποιες επιμέρους σχεδιαστικές διαδικασίες, καθώς και όταν κάποιος έβρισκε έναν καινούργιο τρόπο να κάνει κάτι ή κατόρθωνε να δημιουργήσει κάτι εντυπωσιακό.

Ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα μέσω δραστηριοτήτων 3D σχεδίασης και Εκτύπωσης στην ειδική αγωγή

Εισηγητής: Τσιαστούδης Δημήτριος Υποψ. Διδ., Ειδικό Γυμνάσιο και Λύκειο Κωφών και Βαρήκων Μαθητών Πανοράματος

Η εισήγηση αυτή στοχεύει να αναδείξει την έλλειψη υπηρεσιών και προγραμμάτων κατάρτισης σε μαθητές ειδικής αγωγής αλλά και ειδικών μαθησιακών δυσκολιών και την επιτακτική ανάγκη παροχής αυτών των προγραμμάτων για την ένταξη τους σε μια ψηφιοποιημένη αγορά εργασίας. Η στρατηγική της ΕΕ για την αναπηρία 2021-2030 προτείνει ένθερμα την ανάπτυξη, τέτοιων προσβάσιμων προγραμμάτων, με στόχο την κάλυψη του χάσματος ψηφιακών δεξιοτήτων, αυτής της μαθησιακής ομάδας.

Έρευνες έχουν δείξει ότι μέσω δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν τρισδιάστατη σχεδίαση και εκτύπωση επιτυγχάνεται, αποτελεσματική εμπλοκή των μαθητών ειδικής αγωγής σε STEM δραστηριότητες, παραγωγή προσβάσιμου εκπαιδευτικού υλικού STEAM για την ειδική αγωγή αλλά και παραγωγή προσωπικών τεχνουργημάτων που υποστηρίζουν εξειδικευμένα την αναπηρία των ατόμων.

Ως παραδειγματική ερευνητική δράση εφαρμογής παρουσιάζουμε μια συνεργασία του Ειδικού Γυμνασίου και Λυκείου Κωφών και Βαρήκων Μαθητών Πανοράματος με το Γενικό ΕΠΑΛ Νικήτης και το 1ο ΕΕΕΚ Πυλαίας Χορτιάτη. Σε αυτήν την δράση οι μαθητές κατέστηκαν στα πλαίσια επανάχρησης υλικών της κυκλικής μόδας να δημιουργήσουν ενδύματα και κοσμήματα με στόχο την ανάπτυξη μιας εικονικής επιχείρησης. Οι μαθητές του Ειδικού Γυμνασίου και Λυκείου Κωφών ανέλαβαν την δημιουργία κοσμημάτων και αξεσουάρ με χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή. Συμμετείχαν σε επιμορφωτικό πρόγραμμα σχεδιασμού και εκτύπωσης 4 Ενοτήτων με θεωρητικό περιεχόμενο στη νοηματική γλώσσα και πρακτικό μέρος.

Κατά την διάρκεια της δράσης οι δεξιότητες που καταγράφηκαν ως αναγκαίες για την επιτυχία της ήταν η δημιουργικότητα και η καινοτομία που εκδηλώθηκε μέσα από την φαντασία τους κατά τον σχεδιασμό, η κριτική σκέψη και επίλυση προβλημάτων μέσα από την αναγκαιότητα επιλογής σχεδίων αλλά και από τις προσαρμογές που κατέστηκαν να κάνουν (για παράδειγμα την διάμετρο ενός βραχιολιού σε καρπό), οι δεξιότητες επικοινωνίας μέσα από την ανάπτυξη νέου λεξιλογίου στη νοηματική για λήμματα τεχνολογίας, η συνεργασία στα πλαίσια των μεικτών ομάδων με ακούοντες και οι ψηφιακές τους δεξιότητες μέσα από τα σύγχρονα λογισμικά και μέσα επικοινωνίας που χρησιμοποίησαν.

Παράλληλα το ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν υπέδειξε ότι μετά την δράση οι πεπειθησείς τους βελτιώθηκαν σε ότι αφορά την ικανότητα τους να ανταπεξέλθουν σε αντικείμενα που εμπλέκουν θέματα επιστήμης και τεχνολογίας.

Ενίσχυση της διδακτικής των φυσικών επιστημών με τη δημιουργία τεχνουργημάτων Μέσω 3D σχεδίασης

Εισηγήτρια: Άννα Μπρισίμη Υπ. Διδ. Γυμνάσιο Πλατέως - ΓΕΛ Πλατέως Κορυφής

Σκοπός της εισήγησης είναι να προβάλλει τη χρησιμότητα της τρισδιάστατης (3D) σχεδίασης για τα μαθήματα των θετικών επιστημών και ειδικότερα, τη βοήθειά που μπορεί να προσφέρει στους μαθητές να κατανοήσουν και συνεπώς να αφομοιώσουν, δυσνόητες έννοιες και διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στον μικρόκοσμο σε αντίθεση με την παραδοσιακή διδασκαλία που χρησιμοποιεί δισδιάστατα (2D) γραφικά. Στην εργασία περιγράφεται πως διδάχθηκε σε δύο τμήματα, αποτελούμενα συνολικά από 28 μαθητές και μαθήτριες Γ΄ Γυμνασίου, κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2022-2023, στο μάθημα της φυσικής και ειδικότερα, η ενότητα που αφορά στη δομή του ατόμου, με τη βοήθεια διαδραστικών τρισδιάστατων απεικονίσεων (3D) στο ένα εξ αυτών, ενώ στο άλλο τμήμα η διδασκαλία έγινε παραδοσιακά με τη χρήση δισδιάστατων (2D) γραφικών. Η ενότητα αυτή αποτελεί τμήμα της ύλης και της χημείας της Β΄ Γυμνασίου αλλά και της Α΄ Λυκείου. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας έγινε προβολή τρισδιάστατων σχημάτων και απεικονίσεων της δομής των ατόμων και δυναμική οπτικοποίηση των υποατομικών σωματιδίων από τα οποία αποτελούνται αυτά. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, έγινε προσπάθεια οπτικοποίησης των όποιων αποριών των μαθητών, ώστε να τους δημιουργηθεί η εμπειρία και να είναι σε θέση να επιλύσουν από μόνοι τους τις απορίες τους.

Η εφαρμογή της διδασκαλίας αξιολογήθηκε ως προς την αποτελεσματικότητα με ένα ερωτηματολόγιο αλλά και μια πρόχειρη δοκιμασία. Στην εργασία παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα και των δύο. Η πλειοψηφία των μαθητών διευκολύνθηκε από τη χρήση της τρισδιάστατης απεικόνισης και δήλωσαν ότι κατανόησαν καλύτερα τις έννοιες του ατόμου, και κατ' επέκταση του μορίου, καθώς δήλωσαν ότι η δυνατότητα αλλαγής της θέσης προβολής των αντικειμένων 3D τους επιτρέπει να μάθουν καλύτερα και συμφώνησαν ότι η εκμάθηση με αυτό τον τρόπο ήταν διασκεδαστική. Η τρισδιάστατη απεικόνιση των ατόμων κατά τη διάρκεια του μαθήματος, με δυνατότητα περιστροφής και λοιπών χειρισμών, ενθουσίασε και ενθάρρυνε τους μαθητές επειδή, μπόρεσαν να κατανοήσουν την έννοια του ατόμου, που έτσι τους έγινε πιο προσίτη. Η χρήση διαδραστικών τρισδιάστατων αναπαραστάσεων στο μάθημα της Φυσικής βελτίωσε τη στάση τους απέναντι στο μάθημα και τη μάθηση, σε σύγκριση με αυτή με τη χρήση των παραδοσιακών 2D γραφικών. Παρόλα αυτά κρίνεται απαραίτητο να συνεχιστεί η έρευνα.

FOSSBOT: Ένα DIY 3D εκτυπωμένο ρομπότ και η διαμόρφωσή του για την πειραματική Διδασκαλία της Φυσικής

Εισηγήτρια: Περιστέρα Γιαβουτζίδου Υποψ. Διδ. Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ

Τα πειράματα που σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν από μαθητές είχαν σκοπό να γίνει αντιληπτή η ανάγκη συνεχούς βελτίωσης της πειραματικής διαδικασίας. Αυτό επιτυγχάνεται με αυτοματοποίηση της διαδικασίας λήψης των πειραματικών δεδομένων με τη χρήση αισθητήρων. Προς την κατεύθυνση αυτή αξιοποιείται η εκπαιδευτική ρομποτική. Μέσω αυτής προωθούνται δραστηριότητες STEAM, πυρήνα του οποίου αποτελεί η μάθηση που επιτυγχάνεται μέσω της επίλυσης αυθεντικών προβλημάτων. Δηλαδή προβλημάτων που έχουν νόημα για τους μαθητές, κεντρίζουν το ενδιαφέρον τους και είναι κατάλληλα

προσαρμοσμένα στο νοητικό τους επίπεδο.

Ωστόσο, στη βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές σχετικά με προβληματισμούς όπως το υψηλό κόστος του εξοπλισμού και το γεγονός ότι αποτελεί μια χρονοβόρα ως προς την οργάνωση και υλοποίηση δραστηριότητα. Επίσης, η έλλειψη σύνδεσης με το αναλυτικό πρόγραμμα και το γεγονός ότι αποτελεί μια συναρπαστική δραστηριότητα που αποσπά την προσοχή των μαθητών. Ως εκ τούτου στα πειράματα που παρουσιάστηκαν χρησιμοποιήθηκε ένα ρομπότ αποκλειστικά για τη διεξαγωγή πειραμάτων φυσικής. Αυτό είναι το Fossbot, (<https://github.com/eellak/fossbot>) και τοπώθηκε με 3D εκτυπωτή. Είναι ανοιχτού κώδικα και προγραμματίζεται μέσω Wi-Fi.

Το σενάριο που παρουσιάστηκε έχει προτεινόμενη διάρκεια δύο διδακτικών ωρών και εφαρμόστηκε με επιτυχία σε 172 μαθητές και μαθήτριες όλων των τάξεων ενός Γυμνασίου στην πόλη της Κοζάνης το σχολικό έτος 2022-23. Μελετήθηκε η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Κατά την πρώτη διδακτική ώρα η ρομποτική κατασκευή προγραμματίστηκε έτσι ώστε να κινείται ευθύγραμμα και ομαλά. Οι μαθητές χρονομέτρησαν το χρόνο που χρειάστηκε το ρομπότ για να διανύσει 0,5 m, 1,0 m και 1,5 m και σχεδίασαν τη γραφική παράσταση θέσης-χρόνου και υπολόγισαν την ταχύτητα με την οποία κινείται το ρομπότ. Αφού έγινε η πρώτη μέτρηση οι μαθητές ρωτήθηκαν από τον ερευνητή αν αυτή είναι αξιόπιστη. Δημιουργήθηκε τότε από τους μαθητές η ανάγκη να επαναλάβουν τη μέτρηση και άλλες φορές και να υπολογίσουν τελικά τη μέση τιμή. Κατόπιν ζητήθηκε να προβλέψουν τη χρονική διάρκεια της κίνησης για το επόμενο χρονικό διάστημα. Η τιμή αυτή σημειώθηκε στον πίνακα της αίθουσας και οι μαθητές εκτέλεσαν το πείραμα για επιβεβαίωση ή διάψευση της υπόθεσής τους. Στην πλειοψηφία των τμημάτων διαπιστώθηκε απόκλιση της πειραματικής από τη θεωρητική τιμή της τάξης των δέκατων. Αυτό ήταν αφορμή να γίνει συζήτηση μεταξύ μαθητών και ερευνητή σχετικά με τους παράγοντες που επηρέασαν τις μετρήσεις και την ανάγκη εξέλιξης της μεθόδου μέτρησης. Κατόπιν συζήτησης στην ολομέλεια οι μαθητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι δε θα πρέπει να επηρεάζει ο ανθρώπινος παράγοντας τις μετρήσεις αλλά να αξιοποιούνται αισθητήρες ώστε να αυτοματοποιείται η διαδικασία. Στη διάρκεια της δεύτερης διδακτικής ώρας οι μαθητές κλήθηκαν να υπολογίσουν την ταχύτητα της ρομποτικής κατασκευής χρησιμοποιώντας αισθητήρα μαγνητικού πεδίου. Συγκεκριμένα, τοποθέτησαν στο δάπεδο μαγνήτες σε συγκεκριμένες θέσεις. Το ρομπότ τέθηκε σε κίνηση και από τη γραφική παράσταση έντασης μαγνητικού πεδίου- χρόνου που ελήφθη από το ρηρχοx και δεδομένου ότι οι μαγνήτες ήταν τοποθετημένοι σε συγκεκριμένες θέσεις, οι μαθητές κατέγραψαν τις αντίστοιχες χρονικές στιγμές. Έπειτα, σχεδίασαν τη γραφική παράσταση θέσης- χρόνου και από την κλίση της υπολόγισαν την ταχύτητα του ρομπότ.

Η ανάγκη αυτοματοποίησης της διαδικασίας λήψης των πειραματικών δεδομένων έγινε αντιληπτή και σε μια σειρά πειραμάτων με αντικείμενο την οπτική. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η εξάρτηση την έντασης του φωτός από την απόσταση και επιβεβαιώθηκε ο νόμος των αντίστροφων τετραγώνων. Για τη διασφάλιση της ποιότητας των πειραματικών δεδομένων ο χώρος στον οποίο διεξήχθησαν τα πειράματα ήταν σκοτεινός. Στο πρώτο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν δύο κινητά τηλέφωνα, το ένα ως φωτεινή πηγή λόγω του φακού και το δεύτερο που είχε εγκατεστημένη την εφαρμογή ρηρχοx, ως αισθητήρας. Στο δεύτερο πείραμα το κινητό που λειτουργούσε ως αισθητήρας αντικαταστάθηκε από μια φωτοαντίσταση και οι πειραματικές τιμές ελήφθησαν μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή και ενός μικροελεγκτή arduino. Ωστόσο και στα δύο πειράματα ελήφθη συγκεκριμένος αριθμός πειραματικών δεδομένων. Αυτό βελτιώθηκε στο τρίτο πείραμα χρησιμοποιώντας τη ρομποτική κατασκευή πάνω στην οποία τοποθετήθηκε μια φωτοαντίσταση και ένας αισθητήρας απόστασης. Το ρομπότ κινούμενο με σταθερή ταχύτητα κατέγραφε πειραματικές τιμές σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του. Δεδομένου ότι σε απόσταση μικρότερη από 0,4 cm

η πηγή δεν μπορούσε να θεωρηθεί σημειακή το ρομπότ προγραμματίστηκε έτσι ώστε όταν ο αισθητήρας αισθητήρας υπερήχων αντλαμβανόταν εμπόδιο σε αυτή την απόσταση, να ακινητοποιείται.

Σε όλη τη διάρκεια ενθαρρύνθηκε η δημιουργικότητα και η κριτική σκέψη των μαθητών καθώς δόθηκε η ευκαιρία σε όλους να δώσουν ουσία στις ιδέες τους, βρίσκοντας τις βέλτιστες λύσεις στους προβληματισμούς που δημιουργούνταν. Οι μαθητές βρήκαν ενδιαφέρουσα τη σύνδεση της φυσικής με την επίλυση προβλημάτων από την καθημερινότητάς τους. Επίσης, σχολίασαν θετικά την εκτέλεση πειραμάτων και με τη χρήση εκπαιδευτικού ρομπότ για την κατανόηση φυσικών μεγεθών και φαινομένων

Συμπεράσματα

Από τη συζήτηση που ακολούθησε φάνηκε ότι παρόλο που η εισαγωγή της 3D σχεδίασης και εκτύπωσης στην εκπαίδευση φαίνεται να προσφέρει πολλές ευκαιρίες για την ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες, την ενίσχυση των ικανοτήτων του 21^{ου} αιώνα, και την μελλοντική επιλογή για σταδιοδρομία σε επαγγέλματα STEM, υπάρχουν ακόμα πολλά εμπόδια και ζητήματα για περαιτέρω έρευνα. Κλείνοντας τη συζήτηση, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους συμμετέχοντες για τις ενδιαφέρουσες και εμπνευσμένες συνεισφορές τους σε αυτό το στρογγυλό τραπέζι. Από την ενίσχυση της διδακτικής των φυσικών επιστημών με τη χρήση τεχνουργημάτων 3D σχεδίασης έως την ανάπτυξη της σχεδιαστικής σκέψης μέσω μάθησης βάσει έργου στο πλαίσιο της τρισδιάστατης σχεδίασης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα μέσω δραστηριοτήτων 3D σχεδίασης και εκτύπωσης στην ειδική αγωγή, είδαμε πολλές ιδέες και προτάσεις για τη μελλοντική κατεύθυνση της εκπαίδευσης. Επίσης, η παρουσίαση του FOSSBOT και η διαμόρφωσή του για την πειραματική διδασκαλία της φυσικής μας προσέφερε μια ενδιαφέρουσα εισαγωγή στην εφαρμογή της τεχνολογίας στην εκπαίδευση. Ας συνεχίσουμε να εξερευνούμε τις δυνατότητες που προσφέρει η τρισδιάστατη σχεδίαση και εκτύπωση στη διδασκαλία και τη μάθηση, και ας συνεργαστούμε για να δημιουργήσουμε ένα περιβάλλον εκπαίδευσης που θα εμπνέει και θα ενδυναμώνει τους μαθητές μας. Ευχαριστούμε ξανά όλους για τη συμμετοχή και τις πολύτιμες συνεισφορές σας.