

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ, STEAM ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»**

Διπλωματική Εργασία

**Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ 3D ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ: Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ
ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΜΕ
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΑΣΗΣ & Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΜΑΘΗΣΗ
ΚΩΔΙΚΑ BRAILLE**

Της

μεταπτυχιακής φοιτήτριας
ΜΑΡΙΝΑΣ ΝΤΕΡΤΖΗ

Επιβλέπων Καθηγητής
Κυράτσης Παναγιώτης

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος
ειδίκευσης Ρομποτική, STEAM και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση
Θεσσαλονίκη, Ιούλιος 2023



Η παρούσα Διπλωματική Εργασία καλύπτεται στο σύνολό της νομικά από δημόσια άδεια πνευματικών δικαιωμάτων CreativeCommons:

Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή



Μπορείτε να:

- Μοιραστείτε: αντιγράψτε και αναδιανέμετε το παρόν υλικό με κάθε μέσο και τρόπο
- Προσαρμόστε: αναμείξτε, τροποποιήστε και δημιουργήστε πάνω στο παρόν υλικό

Υπό τους ακόλουθους όρους:

- Αναφορά Δημιουργού: Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας, και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.
- Μη Εμπορική Χρήση: Δε μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς.
- Παρόμοια Διανομή: Αν αναμείξετε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο παρόν υλικό, πρέπει να διανείμετε τις δικές σας συνεισφορές υπό την ίδια άδεια CreativeCommonsόπως και το πρωτότυπο.

Αναλυτικές πληροφορίες νομικού κώδικα στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

Υπεύθυνη Δήλωση

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις που προβλέπονται από τον Κανονισμό Σπουδών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Ρομποτική, STEAM και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελεί έργο αποκλειστικά δικής μου δημιουργίας, έρευνας, μελέτης και συγγραφής.
- Για τη συγγραφή της Διπλωματικής μου Εργασίας δεν χρησιμοποίησα ολόκληρο ή μέρος έργου άλλου δημιουργού ή τις ιδέες και αντιλήψεις άλλου δημιουργού χωρίς να γίνεται σαφής αναφορά στην πηγή προέλευσης(βιβλίο, άρθρο από επιστημονικό περιοδικό, ιστοσελίδα κλπ.).

Θεσσαλονίκη, 2 Ιουλίου 2023

Ο/Η Δηλών/ούσα: Ντέρτζη Μαρίνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα πραγματεύεται την αξιοποίηση της τρισδιάστατης εκτύπωσης ως ένας συνεχώς αναπτυσσόμενος κλάδος στον τομέα της τεχνολογίας στην ανθρώπινη καθημερινότητα γενικώς, αλλά και πιο συγκεκριμένα στην εκπαίδευση ατόμων που αντιμετωπίζουν δυσκολίες όρασης και τύφλωση. Η εξέλιξη του συγκεκριμένου τεχνικού κλάδου, έχει επιφέρει αρκετές προσπάθειες/έρευνες στην επιφάνεια, βάσει των οποίων η 3D εκτύπωση παίζει καθοριστικό ρόλο στην κοινωνική, επαγγελματική και προσωπική ζωή των ανθρώπων που καλούνται να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις της καθημερινότητας μέσω της αφής και άλλων αισθήσεων, καθώς είτε έχουν προβλήματα όρασης είτε ολική τύφλωση. Μετά την δημοσίευση αρκετών ερευνών, οι οποίες σχετίζονται με την μετάδοση γνώσεων που περιλαμβάνονται στον τομέα S.T.E.A.M., όπως για παράδειγμα για το μάθημα της γεωμετρίας, της βιολογίας ή σε μεγαλύτερες ηλικίες σε μαθήματα ανατομίας στην ιατρική, κρίνεται αναγκαίο να καλλιεργηθούν και ικανότητες που αφορούν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και βοηθούν στην δημιουργία και στην φαντασία, ως μέρη μιας ολοκληρωμένης αγωγής και μόρφωσης των ατόμων. Η εκπαίδευση στην συγκεκριμένη έρευνα αφορά στο κομμάτι της δημιουργίας και της ανάπτυξης τέτοιων ικανοτήτων και δεν περιλαμβάνεται στα πλαίσια εκπαίδευσης απλών μαθημάτων που αποτελούν μέρος των αναλυτικών προγραμμάτων, όπως η γλώσσα ή τα μαθηματικά. Σκοπός, επομένως, αποτελεί η μετάδοση γνώσεων, που με την πάροδο του χρόνου θα διευρύνουν την σκέψη των συμμετεχόντων και που θα δώσουν το έναυσμα για την έναρξη μελετών που θα στοχεύουν στην απόλυτη ανεξαρτητοποίηση και ένταξη των ατόμων με οπτική αναπηρία στην κοινωνία, χωρίς διακρίσεις. Επιπλέον, η παρούσα μελέτη απευθύνεται και σε άτομα που ασχολούνται με την εκπαίδευση ατόμων που αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης και επιθυμούν να εξασκηθούν στην μέθοδο γραφής και ανάγνωσης, μέσω του κώδικα Braille.

Λέξεις – κλειδιά: τεχνολογία, 3D σχεδίαση, 3D εκτύπωση, S.T.E.A.M., εκπαίδευση, προβλήματα όρασης, τύφλωση, Braille

ABSTRACT

This research deals with the utilization of 3D printing as a constantly developing branch in the field of technology in everyday life in general, but also more specifically in the education of people facing vision difficulties and blindness. The development of the specific sector has brought several efforts to the surface, based on which 3D printing plays a decisive role in the social, professional and personal life of people who are called to cope with the demands of everyday life through touch and other senses, as they either have problems sight or total blindness. After the publication of several researches, which are related to the transmission of knowledge included in the field of S.T.E.A.M., for example for the course of geometry, biology or at older ages in anatomy courses in medicine. It is considered necessary to cultivate ideas related to education skills and help to cultivate senses such as: creation and imagination; as parts of a complete education and training of individuals. The training in the specific research concerns the part of creating and developing such abilities and is not included in the training frameworks of simple courses that are part of the analytical programs. The goal, therefore, is to transmit knowledge that will expand the thinking of the participants and that will provide the impetus for the initiation of studies that will aim at the absolute independence and integration of visually impaired people into society, without facing any discriminations. In addition, this study is also addressed to people who are involved in the education of people who have vision problems and who wish to practice the method of writing and reading through the Braille code.

Keywords: technology, 3D design, 3D printing, S.T.E.A.M., education, visual impairment, blindness, Braille

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<u>Εισαγωγή</u>	σελ 12
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Τεχνολογία & τρισδιάστατη εκτύπωση</u>	σελ 14
<u>1.1 Η εξέλιξη της τεχνολογίας & η εισαγωγή στην τρισδιάστατη εκτύπωση</u>	
<u>η</u>	σελ 14
<u>1.2 Οι χρήσεις της τρισδιάστατης εκτύπωσης</u>	σελ 16
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η 3D εκτύπωση στον τομέα της εκπαίδευσης</u>	σελ 20
<u>2.1 Εκπαίδευση και τρισδιάστατη εκτύπωση</u>	σελ 20
<u>2.1.1. Η τρισδιάστατη εκτύπωση στην γενική εκπαίδευση</u>	σελ 23
<u>2.1.2. Η τρισδιάστατη εκτύπωση στην ειδική εκπαίδευση</u>	σελ 26
<u>I. Δυσκολίες όρασης- Οπτική ανεπάρκεια: ορισμοί, διαχωρισμός, αξιολόγηση</u>	σελ 28
<u>II. Μέθοδοι & εργαλεία εκπαίδευσης ατόμων με τύφλωση & προβλήματα όρασης – Ο κώδικας Braille</u>	σελ 29
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ερευνητικές εφαρμογές</u>	σελ 32
<u>3.1. Ερευνητικές εφαρμογές της χρήσης της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην εκπαίδευση ατόμων με προβλήματα όρασης</u>	σελ 33
<u>I. εκτύπωση μοντέλων & οργάνων ανατομίας</u>	σελ 35
<u>II. Εκτύπωση τρισδιάστατων χαρτών αφής</u>	σελ 36
<u>III. Σχεδιασμός & εκτύπωση διαδραστικών τρισδιάστατων μοντέλων ως εκπαιδευτικά βοηθήματα</u>	σελ 37
<u>IV. Δημιουργία πινάκων αφής για την διδασκαλία του μαθήματος της Γεωμετρίας- Η χρήση της 3D εκτύπωσης στα μαθηματικά</u>	σελ 39
<u>V. Δημιουργία τρισδιάστατων μουσειακών εκθεμάτων & ιστορικών πολιτιστικών πινάκων</u>	σελ 41

<u>VI. Δημιουργία τρισδιάστατου επιτραπέζιου παιχνιδιού για την διδασκαλία του προγραμματισμού</u>	σελ 42
<u>VII. Πιλοτική μελέτη διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας με τρισδιάστατα εκτυπωμένα μόρια.</u>	σελ 44
<u>VIII. Σχεδιασμός εικονογραφήσεων αφής σε παιδικά βιβλία μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης</u>	σελ 44
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Έρευνα</u>	σελ 47
<u>4.1. Σκοπός - ερευνητικά ερωτήματα</u>	σελ 48
<u>4.2 Μέθοδος έρευνας & συλλογής δεδομένων</u>	σελ 48
<u>4.3 Συμμετέχοντες</u>	σελ 49
<u>4.4 Προετοιμασία παιχνιδιού</u>	σελ 50
<u>4.5 Διαδικασία παιχνιδιού</u>	σελ. 53
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αποτελέσματα</u>	σελ 55
<u>5.1 Ευκαιρίες & πλεονεκτήματα</u>	σελ 57
<u>5.2 Δυσκολίες & περιορισμοί</u>	σελ 57
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συζήτηση</u>	σελ 59
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	σελ 60
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</u>	σελ 67

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην σημερινή εποχή, πολλές από τις καθημερινές πτυχές της ανθρώπινης καθημερινότητας τείνουν ή έχουν ήδη καταστεί ευκολότερες λόγω των συνεχών καινοτομιών από την πλευρά της τεχνολογίας. Μέσα σε αυτό το κλίμα, ένας από τους τομείς εκείνους που παρατηρείται ότι «ανθίζει» και παρουσιάζει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον, δεν είναι άλλος από τον τομέα της τρισδιάστατης εκτύπωσης ή, όπως παγκοσμίως του αποδίδεται ο όρος, «3D Printing».

Στην παρούσα μελέτη αρχικά, γίνεται λόγος για τον κλάδο αυτόν της τεχνολογίας και πώς αυτός μέσα από την συνεχόμενη και διαρκή εξέλιξή του έχει επηρεάσει συνολικά την καθημερινότητα των ανθρώπων.

Έπειτα, στα πλαίσια της αναφοράς για τον τομέα της τεχνολογίας, καθορίζεται τι είναι η τρισδιάστατη εκτύπωση, πώς ξεκίνησε, από ποια μέρη αποτελείται, ποια βήματα ακολουθούμε για να σχεδιάσουμε και να εκτυπώσουμε ένα τρισδιάστατο αντικείμενο και πώς αυτή χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς, όπως η βιομηχανία, η ιατρική, η αεροδιαστημική, η βιομηχανία τροφίμων, αλλά και πολλοί άλλοι.

Ο κλάδος-πυλώνας της ανθρώπινης δραστηριότητας, όμως, στον οποίο πραγματοποιείται εκτενής ανάλυση και μελέτη, για το πώς έχει επηρεαστεί ή συνδράμει κατά το παρελθόν, αλλά και πώς εξακολουθεί να επηρεάζεται από την τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, είναι αυτός της εκπαίδευσης.

Από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης έως και σήμερα, η εκπαίδευση και ο τομέας της παιδείας εν γένει είναι εκείνος που παρουσιάζει την ανάγκη απορρόφησης πολλών εκ των τεχνολογικών καινοτομιών, για να καταστεί η εκπαίδευση των αυριανών πολιτών όσο γίνεται ευκολότερη, αρμονικότερη και με την σύγχρονη επίτευξη των στόχων. Έτσι, λοιπόν, έχει πραγματωθεί η ενσωμάτωση υπολογιστών, ρομπότ, συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης και άλλων εφευρέσεων της τεχνολογίας, όπως και των τρισδιάστατων εκτυπωτών, όπου είναι και το βασικό σημείο που θα εστιάσουμε, σε έναν μεγάλο αριθμό σχολείων και πανεπιστημιακών ιδρυμάτων.

Οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στην πλειοψηφία τους, αφορούν στην γενικότερη χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης στο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια γίνεται μεγάλη προσπάθεια της αξιοποίησής της και σε άλλους

τομείς, βασικούς για την κοινωνική και ανθρωπιστική μας παιδεία και εξέλιξη, και αυτοί δεν είναι άλλοι από τους τομείς που παρέχουν υποστήριξη σε ανθρώπους με αναπηρίες. Σε γενικότερο πλαίσιο έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες για την εκπαίδευση ατόμων με αναπηρίες. Στην συγκεκριμένη μελέτη θα δοθεί έμφαση στα άτομα που αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης ή τύφλωση. Γι' αυτόν τον λόγο υπάρχει ξεχωριστό υποκεφάλαιο, στο οποίο αναφέρονται ορισμοί, διακρίσεις των ορισμών ως προς τα αίτια που προκαλούν σε ένα μέρος του πληθυσμού προβλήματα όρασης ή οπτική αναπηρία, αλλά και πώς διαμορφώνεται ένα πρόγραμμα διδασκαλίας για την συγκεκριμένη μερίδα ατόμων στα εκπαιδευτικά ιδρύματα.

Πιο συγκεκριμένα, η έρευνά μας θα δώσει έμφαση στην καλλιέργεια δεξιοτήτων, όπως η αντίληψη και η φαντασία και όχι τόσο σε μαθησιακά ζητήματα, δεδομένου ότι ικανότητες όπως αυτές, κρίνονται πολύ σημαντικές για όλους και περιλαμβάνονται στο γενικότερο πλαίσιο μόρφωσης και αγωγής των ανθρώπων.

Επιπλέον, οφείλουμε να δώσουμε μεγάλη σημασία στην εκπαίδευση και κατάρτιση των ατόμων που αναλαμβάνουν την μετάδοση γνώσεων σε ανθρώπους με τέτοιου είδους δυσκολίες. Όλο και περισσότεροι εκπαιδευτικοί, επιδιώκουν την διαρκή τους εξέλιξη, επομένως μία μέθοδος εκμάθησης του κώδικα επικοινωνίας των ατόμων με οπτικές δυσκολίες ή αναπηρίες, είναι η ενασχόληση με την πιο διαδεδομένη μέθοδο γραφής και ανάγνωσης τυφλών, τον κώδικα Braille.

Με αφορμή τα παραπάνω, στα κεφάλαια της παρούσας εργασίας θα συναντήσουμε παρακάτω, την παρουσίαση του δικού μας εργαλείου διδασκαλίας και καλλιέργειας δεξιοτήτων για άτομα με προβλήματα όρασης ή/και τύφλωση. Άξιο μνείας αποτελεί το γεγονός ότι, το εν λόγω ερευνητικό εργαλείο θα αξιοποιηθεί και για άτομα που επιθυμούν να εκπαιδευτούν στον κώδικα γραφής και ανάγνωσης Braille. Ως συμπέρασμα αυτών, προβάλλονται τα πλεονεκτήματα, αλλά και οι δυσκολίες που προέκυψαν από την συγκεκριμένη μελέτη έπειτα από την παρατήρηση και καταγραφή των δεδομένων.

Στόχος μας είναι, η δημιουργία ενός λεξοπαιχνιδιού αφής, ή αλλιώς Tactile Wordplay, όπου οι συμμετέχοντες θα έχουν την δυνατότητα να καλλιεργήσουν την σκέψη και την φαντασία τους, για να δημιουργήσουν λέξεις και να εξασκηθούν στην μέθοδο Braille.

1.1 Η εξέλιξη της τεχνολογίας & η εισαγωγή στην τρισδιάστατη εκτύπωση

Η γενικότερη εξέλιξη του τρόπου ζωής των ανθρώπων σε ποικίλους τομείς της καθημερινότητας, έχει επιφέρει τεράστια έκρηξη στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και της προσπάθειας ενσωμάτωσης όλων των κλάδων που την αφορούν όσο γίνεται σε μεγαλύτερο αριθμό τομέων με σκοπό την διευκόλυνση του κάθε ατόμου ξεχωριστά. Τόσο οι γρήγοροι ρυθμοί της καθημερινότητας, όσο και η ανάγκη των ανθρώπων να εξελιχθούν και οι ίδιοι μέσω της τεχνολογίας, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι, πλέον, ο άνθρωπος «εξαρτάται» στον μέγιστο βαθμό από την τεχνολογία στους περισσότερους κλάδους από τους οποίους εξαρτάται και επηρεάζεται η καθημερινότητά του. Από την εκπαίδευση του ατόμου σε νεαρή ηλικία, μέχρι και την ενηλικίωσή του, αναμφισβήτητα σε κάποιο στάδιο της ζωής του έχει αξιοποιήσει τις δυνατότητες της τεχνολογίας, είτε στον κλάδο της εκπαίδευσης, είτε στον τομέα της επικοινωνίας μέσω των ηλεκτρονικών υπολογιστών, οι οποίοι έχουν κάνει την εμφάνισή τους εδώ και πάρα πολλά χρόνια, αλλά και μέσω των, πλέον, «έξυπνων» τηλεφώνων, που αποτελεί σημαντικό καθημερινό μέσο επικοινωνίας, κ.α..

Αντιλαμβανόμαστε ότι φτάνοντας στο σήμερα, όπου όλα σχεδόν λαμβάνουν χώρα μέσω της τεχνολογίας, είναι τουλάχιστον βέβαιο ότι το να αναφερθούμε στις σύγχρονες μορφές της είναι απαραίτητο. Η εξέλιξη της προσφέρει αντικείμενα τα οποία στο παρελθόν φάνταζαν πολύ μακρινά, ωστόσο φτάνοντας στο σήμερα μπορούμε να αναφερόμαστε σε ανθρωποειδή ρομπότ, τα οποία χρησιμοποιούνται σε κλάδους όπως η βιομηχανία, η υγεία, ακόμα και η εκπαίδευση, αλλά και σε μαζική παραγωγή ηλεκτρονικών, μηχανικών εξαρτημάτων και αντικειμένων σε σύντομο χρόνο, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες σε καθημερινό επίπεδο.

Η μαζική παραγωγή που απαιτείται για να μπορέσει να διευκολύνεται στον μέγιστο βαθμό ο άνθρωπος, τα τελευταία χρόνια, γίνεται μέσω της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης.

Εφευρέτης της ιδέας αυτής, διακρίνεται ο Charles Hull, ο οποίος το 1984 ξεκίνησε με την δημιουργία του πρώτου τρισδιάστατου εκτυπωτή, με τον οποίο επρόκειτο να γίνει η αρχή για την επανάσταση στον χώρο της βιομηχανίας και της παραγωγής. Συγκεκριμένα, ο Hull ανέπτυξε ένα σύστημα όπου μια συμπυκνωμένη ακτίνα υπεριώδους φωτός, κινούμενη υπό τον έλεγχο ενός υπολογιστή, χτυπά την επιφάνεια ενός κάδου γεμάτο με υγρό φωτοπολυμερές και όπου χτυπά το υγρό αυτό μετατρέπεται σε ένα τύπο πλαστικού σε σταθερή μορφή.

Έπειτα, συνειδητοποίησε ότι το εύρημα αυτό δεν περιορίζεται μόνο σε υγρά στοιχεία και ως εκ τούτου ονομάστηκε στερεολιθογραφία ή 3D εκτύπωση. Αναφερόμενοι πιο αναλυτικά στο πώς χρησιμοποιείται η εν λόγω τεχνολογία, μπορούμε να ορίσουμε ότι πρόκειται για την διαδικασία εκείνη, όπου μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα αντικείμενο, οποιουδήποτε σχήματος και μεγέθους μέσω προσθετικών βημάτων, κατά τα οποία στρώματα τοποθετούνται διαδοχικά το ένα πάνω από το άλλο, μετά από σχεδίαση με την βοήθεια υπολογιστή και με την χρήση λογισμικού σχεδιομελέτης και παραγωγής μέσω H/Y (CAD).

Τα συστήματα σχεδιομελέτης και παραγωγής μέσω H/Y κάνουν χρήση της πληροφορικής, καθ' όλη την διάρκεια των σταδίων σχεδίασης και ανάπτυξης του προϊόντος και κυρίως σε ό, τι έχει να κάνει με την δημιουργία, την ανάλυση και την μεταβολή του, όπου και αν αυτή απαιτείται. Αυτό μας αποδεικνύει όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για την εξέλιξη της τεχνολογίας και την συμβολή της στην τεχνική ανάπτυξη και κατ' επέκταση την βελτιστοποίηση της ανθρώπινης καθημερινότητας. Αξίζει να αναφερθεί ότι βασικός παράγοντας στην διαδικασία σχεδιομελέτης & παραγωγής προϊόντων, είναι η δημιουργία του τρισδιάστατου γεωμετρικού μοντέλου του προϊόντος, όπου σύμφωνα με αυτό δημιουργείται η βάση για την εκτύπωση, δηλαδή το ψηφιακό μοντέλο. Το περιεχόμενο αυτού του σχεδιασμού εξάγεται από το λογισμικό σε αρχείο STL ή OBJ και μέσω αυτού ο εκτυπωτής “αναλαμβάνει δράση”, αφού καθοριστούν οι ρυθμίσεις εκτύπωσης και ο τεμαχισμός του ψηφιακού μοντέλου σε επίπεδα.

Είναι πλέον αντιληπτό ότι, με την χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης αναπτύσσονται με ταχύτατους ρυθμούς διαφόρων ειδών ιδέες, για τις οποίες ο άνθρωπος μπορεί να επεμβαίνει και να ανακαλύπτει μέσω της αφής αν είναι

πραγματοποιήσιμες, πώς μπορούν να δημιουργηθούν, να επεξεργαστούν, καθώς και πώς μπορούν να προσαρμοστούν στον τομέα που ενδιαφέρει τον σχεδιαστή.

Επίσης, αποτελεί όφελος για την κάθε εταιρεία προέλευσης της εκάστοτε ιδέας το γεγονός ότι μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης εξοικονομούνται χρήματα, καθώς και χρόνος, μιας και δημιουργούνται εξαρτήματα και αντικείμενα πολύ πιο εύκολα συγκριτικά με την παραδοσιακή χειρονακτική διαδικασία, ενώ ακόμα και ο επανασχεδιασμός ή η τροποποίηση των προϊόντων χαρακτηρίζονται φθηνότερες εργασίες, εφόσον το σχέδιο υπάρχει και δεν δημιουργείται από την αρχή πειραματικά.

1.2 Οι χρήσεις της τρισδιάστατης εκτύπωσης

Κρίνοντας από όσα έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα για την ιστορία, τον τρόπο χρήσης καθώς και τα οφέλη της τρισδιάστατης εκτύπωσης, ερχόμαστε πολύ κοντά στο να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι ένας συνεχώς εξελισσόμενος τομέας, ο οποίος μετατρέπεται σε απαραίτητο σύμμαχο για πολλούς κλάδους που απαρτίζουν την τεχνολογία. Ενδεικτικά, θα αναφερθούν ορισμένοι τομείς, μέσω των οποίων αποδεικνύεται η σημασία και η σπουδαιότητα του κλάδου της τρισδιάστατης εκτύπωσης, καθώς και οι δυνατότητες που παρέχει η τεχνολογία αυτή στον συνεχώς αναπτυσσόμενο σύγχρονο κόσμο.

Δεδομένου ότι υπάρχει απaráμιλλη ελευθερία σχεδιασμού και παραγωγής λόγω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, ένας τομέας στον οποίο εφαρμόζεται με απόλυτη επιτυχία, είναι αυτός της αεροδιαστημικής βιομηχανίας. Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης έχει εφαρμοστεί ευρέως σε αυτό τον κλάδο, καθώς παρέχει τη δυνατότητα να δημιουργηθούν εξαρτήματα τα οποία έχουν ελάχιστο βάρος και τα οποία μπορούν να μειώσουν την χρήση καυσίμων, άρα και την απαίτηση ενεργειακών πόρων (Joshi & Sheikh, 2015). Επιπλέον, μπορούν να δημιουργηθούν διαφόρων ειδών ανταλλακτικά, όπως κινητήρες, οι οποίοι καταστρέφονται συχνά. Επομένως, με την τρισδιάστατη εκτύπωση δίνονται λύσεις σε αυτά τα θέματα, τα οποία μέχρι πρόσφατα απασχολούσαν σε μεγάλο βαθμό τις εταιρείες εκείνες που επιζητούσαν τρόπους εξοικονόμησης χρόνου και χρημάτων (Wang, Y. C., Chen, T., & Yeh, Y. L., 2019).

Στον κλάδο της αεροδιαστημικής βιομηχανίας, μπορεί να προστεθεί και αυτός της αυτοκινητοβιομηχανίας, ως τομέας στον οποίο μπορεί και χρησιμοποιείται με την ίδια επιτυχία η Τρισδιάστατη Εκτύπωση. Σκοπός σε αυτήν την περίπτωση είναι ο γρήγορος σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η κατασκευή νέων πραγμάτων που θα ωφελήσουν στον μέγιστο βαθμό την βιομηχανία των αυτοκινήτων, δημιουργώντας ελαφριά και παράλληλα πιο σύνθετα εξαρτήματα. Πολύ σημαντικό κρίνεται το γεγονός ότι τόσο σε γενικότερο πλαίσιο, όσο και στον κλάδο που αναφέρεται παραπάνω με την χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης, δεν γίνεται σπατάλη υλικών, γεγονός που εξοικονομεί μεγάλο ποσό χρημάτων για τις εταιρείες βιομηχανίας οποιουδήποτε κλάδου παραγωγής προϊόντων, άρα και στον τομέα της βιομηχανίας των αυτοκινήτων (W. Yu-Cheng, C. Toly, & Y. Yung-Lan, 2018).

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, αποτελεί βασικό πυρήνα και στην βιομηχανία των τροφίμων, για όσους επιζητούν προσαρμοσμένες στον κάθε πελάτη διατροφικές συνήθειες. Πιο συγκεκριμένα, έχουν διεξαχθεί έρευνες όπου σε συγκεκριμένες διατροφικές ανάγκες, μπορούν να αναμειχθούν ύλες, οι οποίες αν επεξεργαστούν θα καταλήξουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα για παιδιά, αθλητές, ασθενείς κλπ (Z. Liu, M. Zhang, B. Bhandari, & Y. Wang, 2017).

Ένας ακόμη κλάδος, ο οποίος χαρακτηρίζεται εξίσου ή και παραπάνω, ως επιτραπεί η χρήση της λέξης, σημαντικός σε σχέση με τους προαναφερθείς και στον οποίο συνεισφέρει καθημερινά η 3D τεχνολογία, είναι αυτός της υγείας και της βιομηχανίας στον τομέα της φαρμακευτικής. Τις τελευταίες δεκαετίες, μέσω της σχεδίασης και της τρισδιάστατης εκτύπωσης, παράγονται βιοϊατρικά προϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνται σε ιατρικές και φαρμακευτικές δοκιμές, αλλά και σε πιο απαιτητικά κι επείγοντα περιστατικά, όπως η δημιουργία δέρματος, οστών, οργάνων κλπ, τα οποία αξιοποιούνται σε χειρουργικές διαδικασίες (Ventolla, 2014). Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο μπορεί να πραγματοποιηθεί ευκολότερα και πιο σωστά η εκπαίδευση φοιτητών σε ιατρικές σχολές, καθώς μπορούν να εξασκηθούν σε μοντέλα τα οποία έχουν εκτυπωθεί μέσω της 3D τεχνολογίας (πιο εκτενής αναφορά για την αξιοποίηση της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην εκπαίδευση και συγκεκριμένα στις ιατρικές σχολές, θα γίνει σε επόμενη ενότητα).

Αναμφισβήτητα, μπορούμε να παρατηρήσουμε, αλλά και να επιβεβαιώσουμε μέσω της βιβλιογραφίας ότι η τεχνική της τρισδιάστατης εκτύπωσης, δεν μπορεί να μην

αποτελεί βασική τεχνική παραγωγής στον κλάδο της ηλεκτρονικής βιομηχανίας. Πιο συγκεκριμένα, εκτός από την μαζική παραγωγή εξαρτημάτων σε συντομότερο χρόνο και με χαμηλότερο κόστος, προτερήματα στα οποία έχουμε ήδη αναφερθεί μέχρι τώρα, είναι η ευκολότερη παραγωγή εξαρτημάτων στο επιθυμητό μέγεθος. Με προσαρμοσμένους αγωγούς στο υλικό και λόγω της σχεδίασης που προηγείται από το λογισμικό CAD, το ηλεκτρόδιο σχεδιάζεται εξ αρχής προσαρμοσμένο στις καθορισμένες απαιτήσεις και μπορεί να χαρακτηριστεί απόλυτα αυτοματοποιημένο και ακριβές σε μεγάλο βαθμό (L. Jeongwoo, K. Ho-Chan, C. Jae-Won & H. L. A. In, 2018).

Θα μπορούσαμε να αφιερώσουμε ατελείωτες ώρες και σελίδες, για να αναφέρουμε όλους τους τομείς, οι οποίοι έχουν αναπτυχθεί και συνεχίζουν να εξελίσσονται μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, όπως ο κατασκευαστικός, ο αρχιτεκτονικός, ο χώρος της μόδας κλπ., ωστόσο αυτός στον οποίο θα δώσουμε μεγαλύτερη βαρύτητα, καθώς αποτελεί βασικό πυλώνα της έρευνας, είναι αυτός της εκπαίδευσης.

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μια προσπάθεια ένταξης των πυλώνων που αποτελούν την έννοια S.T.E.A.M. (Science- Technology – Engineering – Art – Mathematics), στον ουσιώδη αυτόν κλάδο που ονομάζεται εκπαίδευση και από τον οποίο εξαρτώνται οι βάσεις που απαιτείται να θεμελιωθούν, για την εξειδίκευση των ατόμων στον κλάδο με τον οποίο θέλουν να ασχοληθούν. Σκοπός είναι οι εκπαιδευόμενοι να αποκτήσουν εκείνες τις δεξιότητες που θα τους επιτρέψουν να αναπτύξουν προϊόντα και υπηρεσίες που ζητούνται από τους καταναλωτές (Colvin, 2013).

Κρίνοντας το πώς υλοποιείται η μαθησιακή διαδικασία στις σχολικές τάξεις κατά την πλειοψηφία, παρατηρείται ένας μηχανικός τρόπος εκπαίδευσης, που αποτελείται κατά βάση από αποστηθικούς τρόπους μάθησης. Αποτέλεσμα αυτού είναι οι εκπαιδευόμενοι να μην αποδίδουν στον απαιτούμενο βαθμό και να μετατρέπονται σε παθητικούς δέκτες γνώσεων, για τις οποίες γνώσεις οι μαθητεύμενοι δεν επιδεικνύουν θέληση εκμάθησης, αλλά θεωρούν ότι υποχρεούνται να συμμετέχουν και να μελετήσουν. Ως εκ τούτου γίνεται αντιληπτό ότι οι περισσότεροι μαθητές αντιμετωπίζουν την γνώση και την εκπαίδευση ως καταναγκαστικό έργο. Επιπλέον, μελέτες δείχνουν ότι ο αριθμός των ατόμων που αποφοιτούν έχοντας κατακτήσει τις

αρετές που αποτελούν τον κλάδο του S.T.E.A.M., για να μπορέσουν να καλύψουν αργότερα επαγγελματικές θέσεις σε αυτούς τους κλάδους, είναι μικρός.

Ως εκ τούτου, και λόγω της εξέλιξης του κλάδου της τεχνολογίας, καθίσταται πλέον σαφές ότι η διαδικασία μάθησης μέσω νέων τεχνολογιών προσφέρει πλούτο δυνατοτήτων στους εκπαιδευόμενους, οι οποίοι ασχολούνται με περισσότερο ενδιαφέρον και επιζητούν την προσωπική τους εξέλιξη μέσω αυτών. Επιπλέον, ένεκα της βιωματικής, κατά μία έννοια, μάθησης τα άτομα έρχονται αντιμέτωπα με την προσπάθειά τους για να βρουν μόνοι τους την λύση στο πρόβλημα, χρησιμοποιώντας τα συστατικά του S.T.E.A.M., δηλαδή την επιστήμη, την τεχνολογία, τους κανόνες μηχανικής και των μαθηματικών με σκοπό να επωφεληθούν αυτής και να αποκτήσουν γνώσεις για τις οποίες έχουν τα ίδια κοπιάσει.

Με βάση τα παραπάνω, εύλογα μπορούμε να καταλήξουμε στο γενικότερο συμπέρασμα ότι το να μπορέσουν οι εκπαιδευόμενοι να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, είναι μία ενέργεια η οποία οδηγεί σε ανθρώπους που εξασφαλίζουν την γνώση, έχοντας επιλέξει μόνοι τους τον δρόμο γι' αυτήν και μέσω των πιθανών σφαλμάτων θα γνωρίζουν τι δεν πρέπει να ακολουθήσουν κατά την επόμενη πειραματική διαδικασία.

Ακολούθως, θα γίνει αναλυτικότερη αναφορά στην συμβολή της τεχνικής της τρισδιάστατης εκτύπωσης στον κλάδο της εκπαίδευσης, πώς έχει αξιοποιηθεί μέχρι σήμερα, όπως και ποια οφέλη καταγράφονται κατά την εκπαιδευτική διαδικασία μέσω αυτής.

2.1 Εκπαίδευση και τρισδιάστατη εκτύπωση

Αναλογιζόμενοι την σημασία του τομέα της εκπαίδευσης στην εξέλιξη του ανθρώπου και μετέπειτα της κοινωνίας, δίδεται μεγάλη βαρύτητα στο τι θα περιλαμβάνει ένα αναλυτικό πρόγραμμα εκπαίδευσης και πώς αυτό μπορεί να υλοποιηθεί κατά την διάρκεια μιας σχολικής, στην περίπτωση μαθητών, ή μιας ακαδημαϊκής χρονιάς, στην περίπτωση που αναφερόμαστε σε φοιτητές. Επιπλέον, γνωρίζοντας ότι αλλάζουν καθημερινά με ταχύτατους ρυθμούς οι απαιτήσεις και οι ανάγκες της εκπαίδευσης, που προσαρμόζεται στην κοινωνία η οποία επίσης εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς, πλέον αναζητούνται μέθοδοι που μπορούν να προσφέρουν μιας μορφής εκπαίδευση συμβατή με την υπόλοιπη κοινωνία που να προετοιμάζει τον μαθητή ή τον φοιτητή τόσο, ώστε να είναι έτοιμος να αντιμετωπίσει το επόμενο στάδιο προς την κατάκτηση της γνώσης.

Σε αυτό, καθοριστικό ρόλο έχει η διαδοχική προσπάθεια ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών σε όλους τους κλάδους εκπαίδευσης, με σκοπό τον εκσυγχρονισμό των μεθόδων διδασκαλίας, την εξέλιξη των εκπαιδευτικών και εν ακολοιυθία των διδασκόμενων. Τις τελευταίες δεκαετίες όλες οι εκπαιδευτικές βαθμίδες (πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, τριτοβάθμια εκπαίδευση), εξοπλίζονται κατά έναν αυξανόμενο βαθμό κάθε χρόνο με τεχνολογικά εργαλεία τα οποία θα προσφέρουν την δυνατότητα επίτευξης του εκπαιδευτικού έργου. Ξεκινώντας από ηλεκτρονικούς υπολογιστές παλιότερα και συνεχίζοντας μετέπειτα με άλλα εργαλεία, όπως ψηφιακά μέσα διδασκαλίας και ιστοσελίδες, αλλά και πλέον με την χρήση της ρομποτικής ως εργαλείο μάθησης, αντιλαμβανόμαστε ότι οι νέες τεχνολογίες ακολουθούν σε μεγάλο βαθμό την θεωρία του κονστρουκτιβισμού, με τον οποίο οι εκπαιδευόμενοι λαμβάνουν ενεργό μέρος στην εκπαιδευτική διαδικασία. Βασικό χαρακτηριστικό αυτής της θεωρίας που ξεκίνησε από τους Dewey, Piaget, Vygotsky, και Bruner, είναι ότι «η διαλεκτική ή αλληλεπιδραστική διαδικασία της ανάπτυξης και της μάθησης, μέσα από την ενεργό συνθετική ικανότητα των μαθητών, θα πρέπει να διευκολύνεται και να ενθαρρύνεται από τους ενήλικες» (DeVires et al., 2002). Με αυτόν τον τρόπο, ενθαρρύνεται η αυτονομία και η ανεξαρτητοποίηση των μαθητών

να ανακαλύψουν το ζητούμενο της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όχι ως παθητικοί δέκτες γνώσης, αλλά έχοντας την δυνατότητα να μάθουν κάτι καινούργιο ερμηνεύοντας μόνοι τους τα μαθησιακά μέσα και εργαλεία που τους παρέχονται.

Γίνεται φανερό ότι μέσω των νέων τεχνολογιών οι βάσεις του κονστρουκτιβισμού καθιερώνονται, καθώς με τα εργαλεία που έχουν στην διάθεσή τους οι διδασκόμενοι καλούνται να λύσουν μαθησιακά θέματα και να απαντήσουν στις ερωτήσεις που θα τους οδηγήσουν στην απόκτηση των γνωσιακών εφοδίων.

Σε αυτό το σημείο έρχεται και η τεχνική της 3D εκτύπωσης, μέσω της οποίας οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να χειριστούν μία τεχνολογία, η οποία απαιτεί μεθοδικότητα, ανάλυση, συγκέντρωση και χρόνο για να αποδώσει καρπούς. Στα πλαίσια της διδασκαλίας οι μαθητές πρέπει να σχεδιάσουν, να ελέγξουν την λειτουργία του αντικειμένου και το κατά πόσο ανταποκρίνεται στο ζητούμενο που πρέπει να απαντηθεί, πριν εκτελέσουν την διαδικασία της εκτύπωσης και σε περίπτωση που χρειαστεί να διορθώσουν πιθανά σφάλματα. Ως εκ τούτου, ο μαθητευόμενος μπαίνει στην διαδικασία να σκεφτεί και να λύσει σε μεγάλο βαθμό μόνος του τα όποια θέματα προκύψουν, άρα η διαδικασία εντυπώνεται στον ίδιο και γνωρίζει πλέον πώς να χειριστεί παρόμοια ζητήματα.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες ενσωμάτωσης υλικού και εξοπλισμού για την τρισδιάστατη εκτύπωση, κυρίως για την διδασκαλία θετικών μαθημάτων και περισσότερο σε τμήματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης του ίδιου κλάδου. Επιπλέον, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσον για την διδασκαλία της ρομποτικής σε όλα τα ηλικιακά φάσματα, λόγω του προσιτού κόστους, αλλά και στον κλάδο της ειδικής αγωγής. Παρατηρείται, επίσης, χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης, στην τριτοβάθμια εκπαίδευση σε τμήματα αρχιτεκτονικής και μηχανικής, λόγω της φύσης των προγραμμάτων αυτών, που απαιτούν την τεχνική εξειδίκευση. Αναλυτικότερες πληροφορίες για την αξιοποίηση της 3D τεχνολογίας ανά εκπαιδευτική βαθμίδα, θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Σε γενικότερο πλαίσιο, αν πρέπει να γίνει αναφορά στα οφέλη που προκύπτουν από την χρήση της τεχνικής της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην κλάδο της εκπαίδευσης, πέραν από την βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας και της κατανόησης από την πλευρά των διδασκόμενων, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε στην καλλιέργεια της φαντασίας και της δημιουργικότητας των εκπαιδευόμενων, αλλά και στην αυτονομία

που μπορούν να εξασφαλίσουν μέσω των κινήτρων που τους δίνονται. Επί προσθέτως, παρέχεται η δυνατότητα να εξασκηθούν στους τομείς της μηχανικής και των μαθηματικών, που αποτελούν σημεία του S.T.E.A.M., μιας και βιβλιογραφικώς καταγράφεται ότι λόγω της σχετικής δυσκολίας των αντικειμένων, αρκετοί μαθητές δεν επιλέγουν τους συγκεκριμένους κλάδους (Horowitz & Schultz, 2014). Αξίζει να αναφερθεί ακόμα ότι με τη χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης, δημιουργείται κλίμα αμοιβαίου σεβασμού, τόσο ανάμεσα στους εκπαιδευόμενους όσο και μεταξύ του διδάσκοντος και του μαθητή/ φοιτητή, λόγω της αλληλεπίδρασης που υπάρχει κατά την διάρκεια της διαδικασίας, γεγονός που ευνοεί το φιλικό και δημοκρατικό κλίμα μεταξύ τους.

Ως επί το πλείστον, το βασικότερο πλεονέκτημα από την χρήση της εν λόγω τεχνικής κατά την εκπαιδευτική πράξη, μπορεί να θεωρηθεί ότι ο μαθητής είναι σε θέση να αφομοιώσει και να μπορεί να εξηγήσει αποτελεσματικότερα τι είναι αυτό που έχει διδαχθεί, ενώ και από την μεριά των διδασκόντων, καθίσταται σαφές ότι διαμορφώνεται και ο ίδιος, καθώς καθ' όλη την διάρκεια της διδασκαλίας, αποκτά γνώσεις, τόσο για το πώς μπορεί να επαναλάβει την διαδικασία της εκπαίδευσης σε επόμενα τμήματα, αλλά και πώς μπορεί να εξελιχθεί ο ίδιος μέσα από αυτήν.

Καθίσταται, ωστόσο, σαφές ότι για να μπορέσει να επιτευχθεί η μάθηση μέσω των τεχνολογιών και συγκεκριμένα μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, θα πρέπει να υπάρχει η αντίστοιχη εξειδίκευση στο εκπαιδευτικό προσωπικό, το οποίο θα λειτουργεί επικουρικά στην όλη διαδικασία, όπως επίσης και ο απαραίτητος εξοπλισμός. Χωρίς το εξειδικευμένο προσωπικό και τον εξοπλισμό, χαρακτηρίζεται αδύνατον να μπορέσουν οι μαθητές/φοιτητές να προχωρήσουν και κατά πάσα πιθανότητα θα επιστρέψουν στην παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας, κατά την οποία ο εκπαιδευτικός απλώς παρουσιάζει και δεν μεταδίδει τις γνώσεις του με τον τρόπο που αναφέρθηκε προηγουμένως.

Τέλος, κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί ότι, σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία, παρά τις ανάγκες της εκπαίδευσης για ολοκληρωτικό εκσυγχρονισμό στον τομέα της τεχνολογίας, και συγκεκριμένα με την παρουσία της 3D τεχνικής, παρατηρείται ανησυχία σε ό, τι έχει να κάνει με τον βαθμό στον οποίο τελικά αυτή εντάσσεται στον κλάδο. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι κατά βάση οι έρευνες που έχουν δημοσιευτεί αναφορικά με την εξέλιξη της τρισδιάστατης εκτύπωσης, καθώς και την

χρήση της, στον μεγαλύτερο αριθμό τους αφορούν στο τεχνικό μέρος αυτής, ενώ οι έρευνες που σχετίζονται με την εκπαίδευση, αριθμητικά υστερούν παρά την προσπάθεια εκπόνησης μελετών που περιλαμβάνουν τέτοιου είδους περιεχόμενο.

2.1.1. Η τρισδιάστατη εκτύπωση στην γενική εκπαίδευση

Σε προηγούμενες ενότητες αναφερθήκαμε στην γενικότερη χρήση της τρισδιάστατης εκπαίδευσης, καθώς και στην ενσωμάτωσή της σε διάφορους κλάδους, με σημαντικότερο, για την παρούσα έρευνα, τον τομέα της εκπαίδευσης. Επίσης έγινε αναφορά στις συνεχώς εξελισσόμενες ανάγκες της εκπαίδευσης, οι οποίες «ανάγκασαν» την εισαγωγή των νέων τεχνολογιών σε αυτήν, για να μπορεί να ακολουθεί τους υπόλοιπους πυλώνες που στηρίζουν μια σύγχρονη κοινωνία. Κρίνεται, ωστόσο, σημαντικό να διευκρινιστεί η χρήση της τεχνολογίας και δε της τρισδιάστατης εκτύπωσης, στο πώς χρησιμοποιείται σε μαθητές τυπικής ανάπτυξης που αποτελούν μέρος της γενικής εκπαίδευσης, καθώς και αν εντοπίζονται διαφορές σε σχέση με τους μαθητές που χρήζουν ειδικής διδασκαλίας, λόγω κινητικών, απτικών ή οπτικών δυσκολιών. Σε αυτήν την ενότητα θα αναφερθούν όσα έχουν καταγραφεί σε σχέση με την εκπαίδευση ατόμων στην πρωτοβάθμια-δευτεροβάθμια εκπαίδευση (λόγω έλλειψης ερευνών στην συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα, γίνεται ενιαία αναφορά σε αυτές τις δύο βαθμίδες), καθώς και σε ενήλικες που απαρτίζουν την τριτοβάθμια εκπαίδευση της γενικής διδασκαλίας.

Βάσει της μέχρι τώρα βιβλιογραφίας, οι έρευνες που σχετίζονται με την χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης σε μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, δεν είναι πολλές και οι περισσότερες περιορίζονται στο να αναφέρουν τα θετικά και τα αρνητικά που προκύπτουν από την χρήση της εν λόγω τεχνικής κατά την διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Κατ' εξαίρεση, υπάρχουν οι μελέτες εκείνες που παρουσιάζουν πειραματικές διαδικασίες ένταξης της τρισδιάστατης εκτύπωσης σε μαθήματα φυσικής και χημείας. Από αυτές τις έρευνες, ωστόσο, η πλειοψηφία τους συμφωνεί στο ότι, μέσω της 3D τεχνολογίας οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες που αφορούν στην σχεδιαστική σκέψη, βελτιώνεται η κατανόηση των μαθηματικών και εισάγεται η δημιουργικότητά τους, η οποία μέσω του έργου που καλούνται να υλοποιήσουν καλλιεργείται σε μεγάλο βαθμό.

Αναφέροντας ενδεικτικά κάποιες διεθνείς έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε δημοτικά σχολεία γενικής εκπαίδευσης, στην Ιαπωνία, σε δημοτικό σχολείο στο μάθημα της Φυσικής, οι μαθητές διδάχθηκαν την συχνότητα του ήχου μέσα από την εκτύπωση σφυριχτρών (Makino κ.α., 2018). Επιπλέον, στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, μπορούν να τυπωθούν χάρτες, με τους οποίους οι μαθητές μπορούν να συμμετέχουν πιο ενεργά και συγκεντρωμένα στο μάθημα της Γεωγραφίας.

Κατά τον ίδιο τρόπο, στο μάθημα της Ιστορίας μπορούν να τυπωθούν αντικείμενα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και κατά την διάρκεια της διδακτικής ώρας στο σχολείο, αλλά και κατά την διάρκεια των εξετάσεων.

Ολοκληρώνοντας την αναφορά για την αξιοποίηση της τρισδιάστατης εκτύπωσης σε δημοτικά σχολεία, αλλά και σε δομές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, μπορούμε να αναφερθούμε στο ότι οι στόχοι που αναφέρονται στην βιβλιογραφία, σχετίζονται με το ποια είναι τα γνωρίσματα που καλλιεργούνται στον μαθητή μέσα από την χρήση της και όχι το πώς αυτή χρησιμοποιείται. Κατά γενική ομολογία, η τρισδιάστατη εκτύπωση συμβάλει στην εκπαίδευση μαθητών σε σχέση με τον προσανατολισμό και βελτιώνεται η κατανόηση των φυσικών αντικειμένων μέσω της αφής και όχι μέσω της απλής παρατήρησης εικόνων, ενώ αναφέρονται και τα χαρακτηριστικά της επιμονής και της υπομονής ως εκείνα, που σύμφωνα με τους συγγραφείς, βοηθούν στο να καταφέρουν οι μαθητές να αντιμετωπίσουν τα πρακτικά προβλήματα που προκύπτουν για να βελτιώσουν τις χειρονακτικές τους δεξιότητες.

Αντίθετα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, οι έρευνες είναι πολύ περισσότερες, καθώς η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να θεωρηθεί μέρος και μέσο διδασκαλίας για περισσότερους τομείς. Μέσω της διαφορετικής χρήσης της, οι φοιτητές μπορούν είτε να αποκτήσουν γνώσεις από την τεχνολογία 3D, είτε να διδαχθούν απλώς πώς να την χρησιμοποιούν.

Ξεκινώντας από το πώς χρησιμοποιείται η τεχνολογία αυτή στην εκπαίδευση φοιτητών Πανεπιστημίου, μπορούμε να αναφέρουμε αρχικά ότι παρατηρείται προσπάθεια εισαγωγής μαθημάτων τρισδιάστατης εκτύπωσης με βασικό σκοπό την δημιουργία κινήτρων και ενθάρρυνσης του πειραματισμού για την κατασκευή διαφόρων αντικειμένων, τα οποία emπίπτουν στο διδαχθέν αντικείμενο.

Στον κλάδο της μηχανικής, παρατηρείται ένας μεγάλος αριθμός ερευνών, καθώς οι φοιτητές σε αυτόν τον τομέα έρχονται πρώτοι αντιμέτωποι με την εξέλιξη της αγοράς σε τεχνολογικό επίπεδο, επομένως μέσα από τα μαθήματα της 3D εκτύπωσης, επιδιώκεται η άμεση εκμάθηση τέτοιων δεξιοτήτων. Απώτερος σκοπός είναι η δυνατότητα σχεδιασμού, ανάλυσης και κατασκευής εξαρτημάτων. Παραδείγματα εφαρμογών στην διδασκαλία μέσω ή για την ίδια την τρισδιάστατη εκτύπωση στον τομέα της μηχανικής, αναφέρονται στο κρατικό Πανεπιστήμιο του Κολοράντο, όπου χρησιμοποιούνται προγράμματα 3D για την κατασκευή προϊόντων (Jaksic, 2014), ενώ και σε Πανεπιστήμιο του Τέξας, μέσω της διδασκαλίας του 3D σε μάθημα εξαμήνου, ομάδα 3-5 φοιτητών αναλάμβανε να κατασκευάσει προϊόντα για πελάτες, με αποτέλεσμα οι φοιτητές να μαθαίνουν, εκτός από την χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης, τον τρόπο οργάνωσης και διαχείρισης του κύκλου οργάνωσης προϊόντων.

Ακόμα ένας κλάδος στον οποίο παρατηρείται σε μεγάλο βαθμό η χρήση της τρισδιάστατης εκπαίδευσης για την διδασκαλία του, είναι αυτός της Ιατρικής, αλλά και της Οδοντιατρικής, όπου σε αυτόν τον τελευταίο κλάδο, αν και υπάρχουν διαφορούμενες απόψεις για τον ρεαλισμό των αντικειμένων, οι φοιτητές υποστηρίζουν ότι τα αντικείμενα είναι χρήσιμα για την προετοιμασία τους κατά την διάρκεια των σπουδών τους. Στον τομέα της ανατομίας, από την άλλη, χρησιμοποιούνται αντικείμενα τα οποία έχουν κατασκευαστεί μέσω τρισδιάστατου εκτυπωτή και σύμφωνα με τους φοιτητές τα υλικά χαρακτηρίζονται καλύτερα και περισσότερο ανθεκτικά, ενώ παράλληλα αντιλαμβάνονται καλύτερα την δομή των οργάνων, σε σχέση με την απλή παρατήρηση διαφανειών σε διαλέξεις, όπου τα όργανα παρουσιάζονται εικονικά. Επιπλέον, ακόμα και για ηθικούς λόγους, θεωρείται περισσότερο σωστό να χρησιμοποιούνται υλικά εκτυπωμένα τρισδιάστατα, από κανονικά σώματα.

Επίσης, φοιτητές αλλά και καθηγητές των τμημάτων Αρχιτεκτονικής πιστεύουν ότι με τα προϊόντα που παράγονται μέσω της τεχνολογίας 3D, η μελέτη της επιστήμης αυτής, καθώς και η δημιουργικότητα που προκύπτει μέσω αυτής, συμβάλλουν πολύ περισσότερο στην κατανόηση του κλάδου.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί πως προκαλεί εντύπωση το γεγονός ότι, όπως φαίνεται από τα παραπάνω, από τα οποία καθίσταται φανερή η ύπαρξη της τεχνολογίας αυτής καθ' αυτής περισσότερο στις τεχνικές σχολές και ότι παρά την

προσπάθεια ένταξής της στο γενικότερο πρόγραμμα σπουδών, οι έρευνες που σχετίζονται με την διδασκαλία θεωρητικών μαθημάτων μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, χαρακτηρίζονται δυσεύρετες. Μία από αυτές η οποία αξίζει να αναφερθεί, αφορά στον επιστημονικό κλάδο της Παλαιοντολογίας, όπου διεξήχθη έρευνα με εξαφανισμένο είδος καρχαρία και οι διδασκόμενοι ανέλαβαν να εκτυπώσουν μέσω του εκτυπωτή, τα δόντια του για να μπορέσουν να τα μελετήσουν, στα πλαίσια ενός μαθήματος εξαμήνου (Grant κ.α., 2017).

Συμπερασματικά, μπορούμε σύμφωνα με τα παραπάνω να υποστηρίξουμε πως η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην γενική εκπαίδευση, σε γενικές γραμμές χρησιμοποιείται περισσότερο ως μέσο εκτύπωσης εργαλείων διδασκαλίας. Ωστόσο, ακόμα και γι' αυτήν την αξιοποίησή της, πρέπει να θεωρείται δεδομένη η κατάρτιση του εκπαιδευτικού προσωπικού, για να μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τρισδιάστατη τεχνολογία στο περιεχόμενο της διδασκαλίας τους. Οι εκπαιδευτικοί, και κυρίως οι ασχολούμενοι με την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, έχουν περιορισμένη εμπειρία από την διδασκαλία της επιστήμης, με αποτέλεσμα να αποφεύγουν την χρήση της κατά την διδακτική πράξη. Ως εκ τούτου, αποτελεί υψίστης σημασίας ενέργεια η διαδικασία επιμόρφωσης των απασχολούμενων με την εκπαίδευση.

2.1.2. Η τρισδιάστατη εκτύπωση στην ειδική εκπαίδευση

Αναφερόμενοι στον τομέα της εκπαίδευσης, δεν μπορούμε να μην αναφερθούμε και στις ευάλωτες ομάδες, που χρήζουν ειδικών μεθόδων προσέγγισης της διδασκαλίας. Ένεκα της εξέλιξης των τεχνολογικών μέσων, έχουν εφευρεθεί πολλά εργαλεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από διαφορετικές ομάδες μαθητών, ανάλογα με τις προτιμήσεις τους και μέσω των οποίων οι μαθητές μπορούν να ασχοληθούν με τα S.T.E.A.M. Για να μπορέσουν οι διδασκόμενοι που χρήζουν ειδικής εκπαίδευσης να έχουν μια ολοκληρωμένη παροχή εκπαίδευσης, θα πρέπει να παρέχονται οι κατάλληλες υπηρεσίες, αλλά και να έχουν την δυνατότητα πρόσβασης σε τεχνολογικά μέσα (Kentucky Department of Education, 1997, Edyburn, 2008).

Σε αρκετές χώρες, ορίζεται διαφορετική νομοθεσία για τους τρόπους εκπαίδευσης ατόμων με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, καθιστώντας φανερή την αναγκαιότητα καθιέρωσης των παραμέτρων που θα θέτουν τη μορφή, τους τρόπους και τα μέσα

βάσει των οποίων θα εκπαιδεύονται. Σε γενικές γραμμές, υπάρχουν διαφορετικοί ορισμοί από επιστήμονες που ερμηνεύουν τις υποστηρικτικές τεχνολογίες, καθώς και τι περιλαμβάνουν αυτές. Οι Hersh & Johnson (2008) αναφέρονται στις υποστηρικτικές τεχνολογίες, ως ο εξοπλισμός, οι υπηρεσίες, οι συσκευές, τα συστήματα κ.α. που παρέχονται στο άτομο με σκοπό την εύκολη και πλήρη κοινωνική του ανεξαρτητοποίηση. Οι Winter & O'Raw (2010) συμφωνούν ότι πρόκειται για τον εξοπλισμό και τα προϊόντα που μπορεί να χρησιμοποιήσει το άτομο με ειδικές ανάγκες, αλλά περιορίζουν το φάσμα αυτονομίας, αναφέροντας ότι ο εξοπλισμός αυτός συμβάλλει μόνο στην βελτίωση κάποιων λειτουργιών. Οι Lancioni et al. (2013) θεωρούν ότι οι υποστηρικτικές τεχνολογίες είναι εκείνα τα προϊόντα που μπορούν να διαμορφώσουν μια καλύτερη ποιότητα ζωής για τα άτομα με αναπηρίες.

Το βέβαιο είναι ότι με την χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης, ως υποστηρικτική μέθοδος τεχνολογίας στην εκπαίδευση, μεταξύ άλλων, μπορούν να βοηθηθούν μαθητές και φοιτητές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην όραση, στην αφή, την κίνηση κλπ.

Για παράδειγμα, σε άτομα τα οποία λόγω ακρωτηριασμού, αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν κάποιο από τα άκρα τους, ο αριθμός των περιπτώσεων εκτύπωσης μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης μελών του σώματος, που μπορούν να αντικαταστήσουν την αδυναμία και δυσκολία κίνησης ή και αφής, είναι μεγάλος.

Στην δική μας περίπτωση θα γίνει αναφορά στην χρήση της τεχνολογίας για την εκπαίδευση των ανθρώπων εκείνων που αντιμετωπίζουν προβλήματα και δυσκολίες όρασης. Δεδομένου ότι το αντικείμενο της παρούσης έρευνας αφορά σε άτομα που αποτελούν μέλη των κοινωνικών αυτών κατηγοριών, θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι υπάρχει διαχωρισμός ανάμεσα στην οπτική ανεπάρκεια και στις δυσκολίες όρασης, καθώς και στις μορφές αυτών, για να είναι περισσότερο κατανοητό σε ποιον βαθμό μια υποστηρικτική τεχνολογία, όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση, μπορεί να συνεισφέρει στην καλύτερη απόδοση των μαθητευόμενων στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σκοπός είναι να γίνει φανερή η σημασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης ως τεχνολογία στην γενικότερη εκπαίδευση των ευάλωτων αυτών ομάδων. Αναφορά για τα παραπάνω θα γίνει στην επόμενη ενότητα.

I. Δυσκολίες όρασης- Οπτική ανεπάρκεια: ορισμοί, διαχωρισμός, αξιολόγηση

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), τυφλό νοείται το άτομο το οποίο, έπειτα από την απαιτούμενη αξιολόγηση, διακρίνεται ότι κατέχει οπτική οξύτητα λιγότερη από 1/20 στο ισχυρό μάτι. Ωστόσο, σε γενικές γραμμές διατυπώνονται ορισμοί αναφορικά και με τα άτομα εκείνα τα οποία ξεπερνούν τον βαθμό της αξιολόγησης αυτής και γι' αυτό χαρακτηρίζονται ως άτομα με δυσκολίες όρασης ή άτομα με λειτουργική όραση.

Με λίγα λόγια μπορούμε να μιλήσουμε για διάφορους ορισμούς, οι οποίοι αναφέρονται στον βαθμό ικανότητας της όρασης, με σκοπό να υπάρξει διαχωρισμός ανάμεσα τους, ανάλογα με το νομικό ή το εκπαιδευτικό περιεχόμενο που θέτει η ίδια η πολιτεία για αυτούς.

Πιο συγκεκριμένα, έχουμε δύο περιπτώσεις: στην πρώτη περίπτωση τα άτομα με οπτική ανεπάρκεια απολαμβάνουν ορισμένα κοινωνικά οφέλη (π.χ. απαλλαγή φόρων, παροχή επιδομάτων κ.α.), ενώ στην δεύτερη περίπτωση υπάρχει επιπλέον διαχωρισμός με βάση τον βαθμό απώλειας της όρασης και πώς αυτός επηρεάζει το άτομο σε όλες τις παραμέτρους της ζωής του.

Σε γενικές γραμμές, ένα πρόβλημα όρασης, μπορεί να επηρεάσει κινητικές ικανότητες του ατόμου, καθώς και αναπτυξιακά χαρακτηριστικά, όπως είναι η κατάλληλη θέση ή η ισορροπία, ενώ δεν γίνεται να μην αναφερθεί ότι, ανεξάρτητα από την κατηγορία στην οποία ανήκει το άτομο, υπάρχουν ειδικές ανάγκες για κοινωνικοποίηση, συναισθηματική εκπαίδευση, ψυχαγωγία κλπ.

Οι αιτίες που προκαλούν προβλήματα όρασης ή οπτική ανεπάρκεια, εξαρτώνται από τον χρόνο στον οποίο εκδηλώνονται. Συγκεκριμένα, μπορεί να είναι προγενετικά, όπου η κληρονομικότητα, αλλά και διάφορες μολύνσεις κατά την διάρκεια της εγκυμοσύνης της μητέρας, μπορούν να κρίνουν σε μεγάλο βαθμό το αποτέλεσμα. Επίσης, περιγενετικοί παράγοντες, όπως τραυματισμός του εμβρύου κατά την διάρκεια του τοκετού, μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα όρασης και τέλος μεταγενετικά αίτια, όπως τραυματισμοί, μολύνσεις, δηλητηριάσεις κλπ. Η τύφλωση επομένως, μπορεί να είναι συγγενής ή επίκτητη. Από αυτούς τους δύο τελευταίους όρους μπορεί να χαρακτηριστεί, τόσο ο τρόπος όσο και ο χρόνος απώλειας της όρασης. Ένα παιδί όταν χάνει την όρασή του πριν από τα πέντε του χρόνια,

χαρακτηρίζεται ως εκ γενετής τυφλό καθώς δεν έχει οπτικές μνήμες. Μετά τα πέντε, η τύφλωση είναι επίκτητη.

Για λόγους βιβλιογραφίας, αναφέρονται ονομαστικά τα πιο συνηθισμένα προβλήματα όρασης τα οποία είναι τα εξής: η λευκοδερμία ή αλλιώς αλφισμός, η αμβλυωπία, ο αστιγματισμός, ο καταρράκτης, το γλαύκωμα, η υπερμετροπία, ο εκφυλισμός ωχράς κηλίδας, η μυωπία, ο νυσταγμός, η οπτική ατροφία, μελαγχρωστική αμφιβληστροειδοπάθεια, η αμφιβληστροειδοπάθεια προωρότητας και ο στραβισμός.

II. Μέθοδοι & εργαλεία εκπαίδευσης ατόμων με τύφλωση & προβλήματα όρασης – Ο κώδικας Braille

Κατά παρόμοιο τρόπο με την κατανομή του πληθυσμού αυτού σε πολιτειακό επίπεδο, και στον τομέα της εκπαίδευσης εξακολουθεί να υφίσταται διαχωρισμός μεταξύ των ατόμων με τύφλωση και εκείνων με χαμηλή ή μειωμένη όραση. Αξίζει να αναφερθεί ότι, η εκπαίδευση τυφλών στην Ελλάδα, ξεκινάει το 1906 με την ίδρυση του «Οίκου των τυφλών».

Στην περίπτωση της τύφλωσης, το άτομο καταφεύγει σε εναλλακτικές μεθόδους εξερεύνησης και καλλιέργειας δεξιοτήτων, όπως είναι η αφή. Η απτική αίσθηση, αποτελεί βασικό μέσο, βάσει του οποίου οι μη βλέποντες μπορούν να εξοικειωθούν με διάφορα αντικείμενα, δημιουργώντας νοητικά αντικείμενα. Χωρίζεται σε συνθετική και αναλυτική και η διαφορά τους έγκειται στο ότι η πρώτη αφορά την δόμηση νοητικών εικόνων σε μικρά αντικείμενα, ενώ η δεύτερη αφορά στην βαθύτερη εξερεύνηση πραγμάτων που μπορεί κάποιος να κρατήσει στο ένα ή και στα δύο χέρια.

Αναφορικά με την εκπαίδευσή τους, τα άτομα που κατατάσσονται στους μη βλέποντες, χρησιμοποιούν το σύστημα της αλφαβήτου Braille. Δημιουργός του κώδικα αυτού, υπήρξε ο Louis Braille, ο οποίος έχοντας χάσει την όρασή του και από τα δύο μάτια σε αρκετά νεαρή ηλικία, παρουσίασε το σύστημα γραφής και ανάγνωσης 6 σημείων, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές γλώσσες και πλέον υπολογίζεται ότι χρησιμοποιείται από εκατομμύρια ανθρώπους. Στην Ελλάδα καθιερώθηκε ως μέσον εκπαίδευσης το 1948 (Διαύγεια, 2017). Πλέον, αξιοποιείται

και από βλέποντα άτομα τα οποία επιθυμούν να έχουν εκπαίδευση στο εν λόγω σύστημα, για την ενεργή συμμετοχή τους στην διδασκαλία ατόμων με τύφλωση ή προβλήματα όρασης.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας τα δάχτυλα του χεριού, πραγματοποιείται ψηλάφηση στις κουκίδες. Ανάλογα με την θέση και τον αριθμό των κουκίδων καταλήγουμε και στο αντίστοιχο γράμμα, όπως φαίνεται παρακάτω.

Εικόνα 27: Τα γράμματα του ελληνικού και του αγγλικού αλφάβητου που σχηματίζονται με κουκίδες του άνω τετράστιγμου.

Στον πίνακα 2 μπορείτε να δείτε σε ποια πλήκτρα της γραφομηχανής αντιστοιχούν οι κουκίδες κάθε γράμματος:

Πίνακας 2: Τα γράμματα που σχηματίζονται από κουκίδες του άνω τετράστιγμου και τα αντίστοιχα πλήκτρα για την πληκρολόγησή τους.

α		

Ο ελληνικός λογοτεχνικός κώδικας Braille (Φ. Κατσούλης, 2017)

Σκοπός, επομένως, είναι η ανάπτυξη της αφής για να μπορέσουν τα άτομα να ανταποκριθούν στις ανάγκες του κώδικα και εν συνεχεία να εκπαιδευτούν σε αυτόν.

Είναι κατανοητό ότι σε μεγάλο βαθμό χρησιμοποιείται υλικό για την εκπαίδευση το οποίο ως πυρήνα έχει την αφή. Η καλλιέργεια της απτικής αντίληψης, έχει τεράστια σημασία, καθώς από αυτήν κρίνεται σε μεγάλο βαθμό η εξέλιξη της όλης διαδικασίας για τα άτομα που εκπαιδεύονται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα για εκείνους που χαρακτηρίζονται ως μη βλέποντες. Γι' αυτόν τον λόγο, το υλικό το οποίο αξιοποιείται

για την διδασκαλία θα πρέπει να είναι συμπτυκνωμένο, λιτό και θα πρέπει να δίνει την δυνατότητα στο άτομο να αναγνωρίζει και να συσχετίζει αυτό που αγγίζει, με αυτό που ήδη ξέρει. Το αναλυτικό πρόγραμμα θα πρέπει να περιλαμβάνει τέτοιες περιοχές εξέλιξης της απτικής αντίληψης, καθώς και δραστηριότητες που να καλλιεργούν την κινητικότητα και τον προσανατολισμό.

Στην περίπτωση της χαμηλής ή μειωμένης όρασης, τα άτομα χρησιμοποιούν συνήθως την ακουστική δίοδο επικοινωνίας, ενώ στον τομέα της εκπαίδευσης, χρησιμοποιείται το αλφάβητο των βλεπόντων και αφού προηγηθεί αξιολόγηση λειτουργικής όρασης, θα σχεδιαστεί εξατομικευμένο πρόγραμμα παρέμβασης και εκπαίδευσης. Το πρόγραμμα αυτό θα πρέπει να συμβαδίζει με το αναλυτικό πρόγραμμα, για να υπάρχει σύνδεση του περιεχομένου της εκπαίδευσης με τις δραστηριότητες της υπόλοιπης τάξης αλλά και της ζωής εκτός σχολείου.

Στην εκπαιδευτική διαδικασία ο δάσκαλος ενδιαφέρεται για το επίπεδο λειτουργικής όρασης του εκπαιδευόμενου, καθώς ο σχεδιασμός του περιεχομένου διδασκαλίας, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από αυτό, από το αν δηλαδή κατατάσσεται στην κατηγορία των ατόμων με τύφλωση, άρα πρόκειται για αναγνώστη Braille, ή αν πρόκειται για το άτομο που εκείνο ανήκει στην κατηγορία ατόμων με μειωμένη όραση, άρα είναι αναγνώστης της έντυπης γραφής και του αλφαβήτου βλεπόντων.

Επίσης, είναι πολύ σημαντικό να παρέχεται κατάλληλα διαμορφωμένος χώρος στον άνθρωπο που έχει σοβαρά προβλήματα όρασης, για να μπορεί να ανταπεξέλθει σε ζητήματα μετακίνησης μέσα σε αυτόν. Οι διευκολύνσεις που αφορούν στην αρχιτεκτονική του χώρου, συμβάλλουν σε έναν βαθμό στην λειτουργική όραση του ατόμου, ειδικά όταν αναφερόμαστε σε έναν χώρο τόσο κομβικό για την ατομική εξέλιξη, όπως είναι το περιβάλλον του σχολείου. Με αυτόν τον τρόπο τα άτομα με τύφλωση ή με σοβαρά προβλήματα όρασης, σχηματίζουν γνωστικούς χάρτες, δηλαδή νοητικές αναπαραστάσεις που τους βοηθούν να μετακινούνται ευκολότερα και περισσότερο ανεξάρτητα σε αίθουσες και αμφιθέατρα.

Αναφορικά με το υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση ατόμων με σοβαρά προβλήματα όρασης, αυτό διακρίνεται σε οπτικό, απτικό και ακουστικό, το οποίο προσαρμόζεται με βάση τις ανάγκες του εκάστοτε μαθητή/φοιτητή/εκπαιδευόμενου. Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, έχουν ενταχθεί πολλές καινοτόμες συσκευές και

υπηρεσίες οι οποίες συντελούν στην καλύτερη διεκπεραίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας για άτομα με δυσκολίες ή ανεπάρκεια στην όραση. Ενδεικτικά αναφέρουμε κάποιες από αυτές: οθόνη ηλεκτρονικού υπολογιστή με αντιεκτυφλωτική λάμψη, ειδικό λογισμικό υπολογιστή το οποίο μετατρέπει τα χρώματα μιας εικόνας σε μια οθόνη σε αυτά που χρειάζεται ο χρήστης βάσει αναγκών του, μεγεθυντές video, πλήκτρα ή πληκτρολόγια με ειδικές λειτουργίες, οθόνες ηλεκτρονικού υπολογιστή μεγάλων διαστάσεων, λογισμικό μετατροπής ανθρώπινης φωνής σε οπτική αναπαράσταση κ.α.

Όλες αυτές οι συσκευές αποσκοπούν στην αυτονόμηση του κάθε ατόμου και στην ενίσχυση των βασικών τους δεξιοτήτων (όχι την αντικατάστασή τους) στο σχολείο, αλλά και εκτός αυτού.

Σε αυτές τις τεχνολογίες, δεν δύναται να μην γίνει αναφορά στην χρήση της τρισδιάστατης τεχνικής κι εκτύπωσης, μέσω της οποίας ένας εκπαιδευόμενος μπορεί χρησιμοποιώντας την αφή του να δημιουργήσει νοητές εικόνες, για το πώς μπορεί να μετακινηθεί για παράδειγμα σε ένα μουσείο με την χρήση ενός εκτυπωμένου τρισδιάστατου χάρτη, ή να «αποκτήσει εικόνα» για χαρακτηριστικά προσώπου με τα ανάγλυφα χαρακτηριστικά που μπορεί να προσφέρει ένα τρισδιάστατο σχέδιο.

Με την πάροδο του χρόνου, έχουν εκτελεστεί πολλές προσπάθειες χρήσης της τρισδιάστατης εκτύπωσης για την δημιουργία διαφόρων αντικειμένων, που θα μπορούν να συνεισφέρουν, τόσο στην εκπαίδευση των ατόμων με προβλήματα όρασης, όσο και στην εξέλιξή τους στην καθημερινότητα. Αυτές οι έρευνες θα αποτελέσουν το αντικείμενο αναφοράς του επόμενου κεφαλαίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ερευνητικές εφαρμογές

3.1.1. Ερευνητικές εφαρμογές της χρήσης της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην εκπαίδευση ατόμων με προβλήματα όρασης

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι νέες τεχνολογίες αποτελούν πλέον σημαντικό σύμμαχο στην εκπαίδευση γενικότερα, αλλά και στην εκπαίδευση ατόμων με ειδικές ανάγκες. Σε αυτήν την ενότητα θα γίνει αναφορά στις έρευνες που έχουν διεξαχθεί με θέμα την χρήση της τρισδιάστατης τεχνολογίας για την εκπαίδευση ανθρώπων με οπτικές αναπηρίες ή δυσκολίες.

Οι τεχνικές που έχουν δημιουργηθεί μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης και που συνεισφέρουν στην εκπαίδευση ατόμων με οπτικές δυσκολίες, σκοπό έχουν την ενίσχυση δεξιοτήτων όπως η καλλιέργεια του προσανατολισμού, η αποβολή του φόβου για το άγνωστο και η μετακίνηση σε μη οικεία και άγνωστα γι' αυτά μέρη {για παράδειγμα με την παραγωγή χαρτών αφής και εικόνων (Jansson, 2008)}. Με τις τεχνικές της τρισδιάστατης εκτύπωσης, τυφλά άτομα θα μπορούν να συνυπολογίζονται στον εργασιακό τους κλάδο, στο σχολείο και σε άλλες δραστηριότητες της καθημερινότητας.

Επιπλέον, άλλα αντικείμενα τα οποία μπορούν να τυπωθούν με τρισδιάστατο εκτυπωτή και συμβάλλουν στην γενικότερη εκπαίδευση ατόμων με προβλήματα όρασης είναι εργαλεία για την περιστροφή των σελίδων, μεγεθυντικοί φακοί, βιβλία ή εγχειρίδια οδηγιών, αλλά και οδηγοί που περιλαμβάνουν χρήσιμες πληροφορίες για την ασφάλειά τους, π.χ. σε περιπτώσεις πυρκαγιάς, παρέχονται πλαστικοποιημένοι οδηγοί τυπωμένοι με γλώσσα Braille. Με την δύναμη της αφής, μη βλέποντες άνθρωποι μπορούν να διακρίνουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των προϊόντων και να επιδείξουν τα δυνατά και αδύνατα σημεία αυτών.

Ακόμα, τεχνικές που μπορούν να συνεισφέρουν στην εκπαίδευση ατόμων με προβλήματα όρασης και μπορούν να τυπωθούν μέσω ενός 3D εκτυπωτή, είναι μπάλες ήχου ή ακόμα και συσκευές ήχου μέσω των οποίων οι χρήστες διευκολύνονται να συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες (Herns & Johnson, 2008). Αξίζει να αναφερθεί η έρευνα του Κωστάκη Β. σε συνεργασία με τους Νιάρος

B. & Γιώτισας X., όπου μέσα από την προσπάθεια μαθητών δύο σχολείων, κατέληξαν ότι με την διείσδυση αυτών των τεχνολογιών και κυρίως της 3D τεχνολογίας στον χώρο της ειδικής εκπαίδευσης, παρέχεται η δυνατότητα για συνεργασία των μη εχόντων όρασης και των μη τυφλών, με στόχο να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν νέες ιδέες. Με αυτόν τον τρόπο, οι έχοντες όραση θα έχουν την δυνατότητα να επικοινωνήσουν με τους μη έχοντες όρασης, αλλά κυρίως θα ευαισθητοποιηθούν (2015).

Ωστόσο, σε αυτήν την περίπτωση δεν μπορούμε να μην αναφερθούμε σε εκείνες τις κοινωνικές ομάδες που, ενώ χρήζουν ειδικής εκπαίδευσης, απαιτούνται και υψηλές ανάγκες υποστήριξης γι' αυτές, καθώς δημιουργούνται κωλύματα στο κομμάτι του σχεδιασμού και της υλοποίησης ιδεών. Οι εκπαιδευόμενοι σε αυτήν την περίπτωση αντιμετωπίζουν την τρισδιάστατη εκτύπωση και την διδασκαλία αυτής, ως ένα προϊόν που θα τους παρέχει έτοιμες τυποποιημένες προτάσεις για τις οποίες δεν θα γνωρίζουν περαιτέρω στοιχεία. Γι' αυτόν τον λόγο, απαιτείται η ομάδα υποστήριξης που ασχολείται με την εκπαίδευση και την καθημερινότητα του ατόμου να επεμβαίνει όταν χρειάζεται και να συμμετέχει στην διαδικασία, για να μπορέσει να βοηθήσει στον μέγιστο βαθμό.

Επιπλέον, είναι αντιληπτό ότι προκύπτουν κι άλλες δυσκολίες, με σημαντικότερη το ότι οι μαθητές δεν μπορούν να αναμένουν την ολοκλήρωση του προγράμματος, ένεκα του χρόνου επεξεργασίας και ολοκλήρωσης του σχεδιασμού και της εκτύπωσης που απαιτείται. Όπως σχολιάζει ο Plemmons «Δεν είναι ρεαλιστικό να σκεφτόμαστε ότι οι μαθητές θα καθίσουν και θα παρακολουθήσουν ολόκληρη την εκτύπωση» (Plemmons, 2014). Η λύση που έχει δοθεί σε τέτοια προβλήματα είναι να μένουν παρόντες μόνο στην αρχή της διαδικασίας, ώστε να έχουν επίγνωσή της και να επεμβαίνουν όταν υπάρχει ανάγκη.

Παρά τις δυσκολίες που έχουν καταγραφεί, είναι αρκετές οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί που περιλαμβάνουν προσπάθειες εφαρμογής της τεχνολογίας που εξετάζεται, δηλαδή της τρισδιάστατης εκτύπωσης, στην διαδικασία εκπαίδευσης ατόμων με οπτικές αναπηρίες ή δυσκολίες.

Ακολουθούν κάποιες από αυτές:

Ι. εκτύπωση μοντέλων & οργάνων ανατομίας

Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση έχει χρησιμοποιηθεί πολλές φορές στην εκπαίδευση του επιστημονικού τομέα της Βιολογίας σε διαφορετικούς κατά περίπτωση κλάδους, όπως είναι η Βιοχημεία και η Ανατομία. Μία από τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για την χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης, αφορά στην δημιουργία αντικειμένων που μπορούν να φανούν παραπάνω από χρήσιμα στην εκπαίδευση ατόμων πάνω στον κλάδο της υγείας. Συγκεκριμένα, μέσω της 3D εκτύπωσης, μπορούν να κατασκευαστούν μοντέλα οργάνων και σκελετών ενός ανθρώπινου σώματος για την βαθύτερη μελέτη λειτουργίας τους.

Ήδη, υπάρχουν εκτυπωμένα μοντέλα που βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση της δομής, αλλά και της λειτουργίας των πρωτεϊνών. Σε άτομα με προβλήματα όρασης, η λεπτομερής εκτύπωση μερών του σώματος, μπορεί να συμβάλλει στο να αποκτήσουν ακριβή εμπειρία πάνω σε αυτά τα αντικείμενα, τόσο για προσωπική τους χρήση, όσο και στην περίπτωση παρακολούθησης μαθημάτων ανατομίας κατά την διάρκεια των σπουδών τους. Για παράδειγμα στην πρώτη περίπτωση, δηλαδή κατά την προσωπική χρήση, όταν υπάρχει κάποιο ζήτημα υγείας, όπως πόνος, είναι πιο εύκολο γι' αυτούς μέσω της νοητής οπτικοποίησης να εντοπίσουν το σημείο που επιθυμούν με την βοήθεια του γιατρού.

Θεωρείται δεδομένο ότι τα ρεαλιστικά μοντέλα μπορούν να προσφέρουν περισσότερες πληροφορίες για ένα αντικείμενο και ότι θα είναι πολύ πιο εύκολο για όλους, πόσο μάλλον για μη βλέποντες ανθρώπους, να έχουν μια καλύτερη και πιο σύγχρονη μορφή διδασκαλίας μέσω της απτικής προσέγγισης (Witowski, 2014).

Πιο εξειδικευμένα, όταν αναφερόμαστε σε μαθητές ή φοιτητές με προβλήματα όρασης, οι εκπαιδευτικοί τους μπορούν να χρησιμοποιούν τρισδιάστατα μοντέλα που εξηγούν την φυσιολογία ενός μοντέλου παράλληλα με την ανατομία του. Δεδομένου ότι κάθε μέλος του σώματος μπορεί να δεχτεί διαφορετική επεξεργασία και εκτύπωση μέσω της τρισδιάστατης τεχνολογίας, η προσέγγιση από άτομα με προβλήματα όρασης είναι πιο εύκολη. Η καρδιά, τα αγγεία, οι αρτηρίες, οι φλέβες, τα όργανα του πεπτικού, μυϊκού, σκελετικού συστήματος, αλλά και οι νευρώνες μπορούν να εκτυπωθούν καθιστώντας φανερές όλες τις λεπτομέρειες που χρειάζεται ένας

φοιτητής, με τύφλωση ή όχι, για να μπορέσει να μελετήσει σε βάθος πώς λειτουργούν αλλά και την δομή τους.

II. Εκτύπωση τρισδιάστατων χαρτών αφής

Παραδοσιακά, η δημιουργία εξατομικευμένων εργαλείων για άτομα με προβλήματα όρασης, είναι μια διαδικασία που συναντά πολλά εμπόδια, με σημαντικότερο το κόστος ανά περίπτωση. Ωστόσο, δεδομένου ότι κάθε κράτος οφείλει την προσφορά δυνατοτήτων εκπαίδευσης κι εξέλιξης σε προσωπικό, επαγγελματικό και πολιτειακό επίπεδο σε όλους τους πολίτες, αλλά και λόγω της συνεχόμενης εξέλιξης της τεχνολογίας, η οποία μπορεί να προσφέρει συσκευές και υπηρεσίες με χαμηλότερο κόστος, παρατηρείται πρόοδος στα εφόδια που παρέχονται σε συστηματική βάση και στην μερίδα εκείνη των πολιτών που αντιμετωπίζει προβλήματα όρασης ή τύφλωση.

Σύμφωνα με έρευνες, τα τυφλά άτομα λόγω της προσπάθειάς τους αλλά και της συνεχούς εξάσκησης που πραγματοποιούν, έχουν εξαιρετική αίσθηση της αφής. Μέσω αυτής, καταβάλλουν προσπάθειες για να επιλύσουν ζητήματα που τους απασχολούν, όπως είναι για παράδειγμα οι δημιουργικές δραστηριότητες (π.χ. γραφή), η ψυχαγωγία (π.χ. η παρακολούθηση της τηλεόρασης), αλλά και η πλοήγηση και η μετακίνηση. Για όλα τα παραπάνω και κυρίως για το κομμάτι της κινητικότητας, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονα η διαφορετική ανά περίπτωση προσπάθεια εκτύπωσης τρισδιάστατων χαρτών αφής.

Η υποστήριξη των ατόμων με μειωμένη, αλλά λειτουργική όραση μέσω χαρτών που απαιτούν την ικανότητα της αφής για να λειτουργήσουν σωστά, είναι μια διαδικασία που συνεισφέρει στην καλλιέργεια του προσανατολισμού και της πλοήγησης των ατόμων αυτών. Υπάρχουν τεχνολογίες οι οποίες λειτουργούν με την χρήση tablet ή smart phone με δισδιάστατους χάρτες και σε γενικές γραμμές, οι υπηρεσίες αυτές επιτρέπουν την αξιοποίηση εκτυπωμένων υλικών με την μορφή χάρτη. Όμως το μειονέκτημα αυτών των τεχνολογιών είναι ότι η εκτύπωσή τους, επιτρέπει συγκεκριμένο ύψος με αποτέλεσμα να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μη βλέποντες ή από άτομα με σοβαρά προβλήματα όρασης.

Ως επί το πλείστον, για πολλά χρόνια η εκτύπωσή τους αποτελούσε προϊόν των εκτυπωτών Braille, ωστόσο τα τελευταία χρόνια οι χάρτες αυτοί κατασκευάζονται από τρισδιάστατους εκτυπωτές, οι οποίοι μέσα από τα εκτυπώσιμα αρχεία που παράγονται, απεικονίζουν υπερυψωμένα ανάγλυφα μοντέλα των περιεχομένων των χαρτών που σχεδιάζονται. Με την χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών μπορούν να παραχθούν χάρτες με την ενσωμάτωση πολλών υλικών, άρα υπάρχει καλύτερο αποτέλεσμα στο κομμάτι της αφής. Επίσης, δεν υπάρχει ο περιορισμός που συναντάμε στις προαναφερθείσες web υπηρεσίες που συνδυάζουν λογισμικά ελεύθερης χρήσης με χάρτες που δεν περιλαμβάνουν πολλά υλικά, άρα η δυνατότητα της αφής σε αυτές τις εφαρμογές είναι περιορισμένη και δεν έχει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Για την χρήση αυτών των χαρτών έχουν γίνει έρευνες για διαφορετικά κάθε φορά σημεία, τα οποία μπορούν να επισκεφτούν άτομα με τύφλωση ή με προβλήματα όρασης, όπως μουσεία, αρχαιολογικοί χώροι αλλά και εμπορικά κέντρα. Τα τελευταία μάλιστα, αναφέρονται ως σημαντικό σημείο εξερεύνησης των ατόμων με περιορισμένες δυνατότητες στο κομμάτι της όρασης, καθώς πρόκειται για έναν δημόσιο χώρο, στον οποίο ακριβώς λόγω των πρακτικών δυσκολιών αδυνατούν να προσανατολιστούν σε αυτόν χωρίς κάποιο βοηθητικό σύστημα πλοήγησης.

Επιπλέον, έχουν διεξαχθεί πειραματικές διαδικασίες, κατά τις οποίες έχουν τυπωθεί με την χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή, χάρτες μικρού μεγέθους, με τους οποίους τα άτομα με τύφλωση ή σοβαρά προβλήματα όρασης μπορούν να μετακινηθούν σε χώρους εύκολα, χωρίς να υπάρχει φόβος και ανησυχία. Σε αυτούς τους χάρτες, υπάρχουν και ευανάγνωστα σημεία της αλφαβήτου Braille, με αποτέλεσμα να είναι ακόμη ευκολότερη η διαδικασία της πλοήγησης και της μετακίνησης.

Σε άλλη έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί στην Κορέα, η χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης έχει αξιοποιηθεί για την διδασκαλία του μαθήματος της ιστορίας με την δημιουργία χαρτών αφής και πολιτιστικών κειμηλίων, με σκοπό να μπορούν να διδαχθούν τα άτομα με προβλήματα όρασης, τον ιστορικό πολιτισμό της χώρας (Jo, Hee κ.α., 2016)

III. Σχεδιασμός & εκτύπωση διαδραστικών τρισδιάστατων μοντέλων ως εκπαιδευτικά βοηθήματα

Η τρισδιάστατη εκτύπωση προσφέρει πολλές δυνατότητες στην εκπαίδευση ατόμων με προβλήματα όρασης με σκοπό την καλλιέργεια της προσωπικής αυτόνομης και ανεξάρτητης δημιουργίας. Κατά καιρούς έχουν δημιουργηθεί πολλές εφαρμογές και αντικείμενα μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, τα οποία χρησιμοποιούνται ως εκπαιδευτικά.

Τα δεδομένα που μελετώνται σε αυτήν την ενότητα αφορούν στην δημιουργία τρισδιάστατων εκτυπώσιμων μοντέλων σε συνεργασία με καθηγητές που εργάζονται με μαθητές με προβλήματα όρασης στα πλαίσια της εκπαίδευσής τους.

Η έρευνα αυτή περιλαμβάνει δύο πλαίσια μελέτης. Το πρώτο σχετίζεται με δύο εργαστήρια σχεδίασης, μέσα από τα οποία τροποποιούνται τα υπάρχοντα δείγματα ή προστίθενται σε αυτά διαδραστικά στοιχεία στα σημεία που χρειάζεται οι μαθητές να εφιστούν την προσοχή τους για την επίτευξη του εκπαιδευτικού στόχου. Για παράδειγμα σε γεωμετρικά σχήματα, μπορούν να προστεθούν επιπλέον διαδραστικά σημεία στα οποία οι διδασκόμενοι θα δώσουν μεγαλύτερη βαρύτητα. Η δεύτερη περιλαμβάνει την συνεργασία του ερευνητή και των εκπαιδευτικών με σκοπό την εξ αρχής δημιουργία τρισδιάστατων διαδραστικών μοντέλων, τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν κατά την εκπαιδευτική διαδικασία στους μαθητές τους με βάση τις ανάγκες τους.

Και στις δύο περιπτώσεις, η σχεδίαση και εκτύπωση των μοντέλων θα συνδυαστεί με την χρήση της τεχνολογίας, καθώς κάθε φορά που ο μαθητής θα αγγίζει ένα σημείο στο μοντέλο, αυτό θα απεικονίζεται σε εφαρμογή σε tablet ή smartphone και με ηχητική περιγραφή θα αναγνωρίζει πού βρίσκονται τα σημεία και σε τι χρησιμεύουν. Με λίγα λόγια, για ακόμα μία φορά, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να συνδυαστεί με τις καλύτερες προϋποθέσεις με ένα άλλο είδος τεχνολογίας, για να υπάρξει ένα άρτιο αποτέλεσμα, το οποίο θα συμβάλλει στην επίτευξη της σωστής και οργανωμένης εκπαίδευσης των μαθητών με οπτική ανεπάρκεια ή με χαμηλό επίπεδο όρασης.

Για την καλύτερη δυνατή απόδοση, παρέχονται στους συμμετέχοντες υλικά όπως πλαστελίνη, μαρκαδόροι, αυτοκόλλητα κλπ, για να μπορούν να δημιουργούν την

διάδραση που χρειάζονται και όπου μέσω αυτής τα αγωγή υλικά του αντικειμένου που χρησιμοποιούνται και που αγγίζονται να μπορούν να εμφανίζονται στην οθόνη αφής. Μοντέλα τα οποία δημιουργήθηκαν τρισδιάστατα ήταν χάρτες, κρανία, ηφαίστεια, αεροπλάνα. Με αυτά οι εκπαιδευτικοί κατάφεραν να μεταλαμπαδεύσουν τις πληροφορίες και τις γνώσεις που θεωρούσαν ότι χρειάζονται οι μαθητές. Αυτός είναι και ένας βασικός λόγος για τον οποίο θεωρήθηκε ότι είναι σημαντικός ο ρόλος συμμετοχής των εκπαιδευτικών. Εκείνοι μπορούν να κατανοήσουν και να προσαρμόσουν το εκπαιδευτικό υλικό που πιστεύουν ότι ανταποκρίνεται στις ανάγκες των μαθητών και των αναπηριών τους. Επιπλέον και οι μαθητές κατέληξαν ότι η διαδικασία αυτή είναι περισσότερο βοηθητική και για τους ίδιους και συνέβαλε στην ανεξαρτησία τους σε μεγάλο βαθμό.

Συνεπώς, τα διαδραστικά τρισδιάστατα μοντέλα παρέχουν μια πιο ξεκάθαρη και ολοκληρωμένη εικόνα και εμπειρία μέσω της αφής, συγκριτικά με τα απλά, παραδοσιακά μοντέλα, τα οποία δεν οδηγούσαν σε επιπλέον πληροφορίες και επιβεβαίωση των κεκτημένων δεδομένων των μαθητών (Holloway κ.α., 2018).

IV. Δημιουργία πινάκων αφής για την διδασκαλία του μαθήματος της Γεωμετρίας- Η χρήση της 3D εκτύπωσης στα μαθηματικά

Το μάθημα της γεωμετρίας, χρειάζεται λογική σκέψη και ανάλυση του εκάστοτε προβλήματος για να μπορέσει ο μαθητής να κατανοήσει τις σχετικές ορολογίες και τον τρόπο δράσης που απαιτείται για την απάντηση του κάθε ερωτήματος. Στην περίπτωση κατά την οποία οι μαθητές, που διδάσκονται το μάθημα της γεωμετρίας, αντιμετωπίζουν ζητήματα τύφλωσης ή σοβαρών προβλημάτων όρασης, καθίσταται αντιληπτό ότι το σχέδιο που απαιτείται για την επίλυση του προβλήματος, δεν μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση της γραφομηχανής Braille, καθώς οι μαθητές δεν αρκούνται με τα βιβλία που είναι γραμμένα σε αυτή την αλφάβητο και επιζητούν αντικείμενα που θα βελτιώσουν την νοητά οπτική τους εικόνα.

Σε αυτό το σημείο επεμβαίνει η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, η οποία χαρακτηρίζεται περισσότερο συμφέρουσα, λόγω της απόλυτης ακρίβειας με την οποία λειτουργεί. Η ακρίβεια συνδυάζεται με την μείωση του χρόνου και του κόστους, καθώς δεν απαιτείται ο ίδιος χρόνος δημιουργίας των αντικειμένων, όπως

επίσης, λόγω του υπάρχοντος σχεδίου, όπως έχει αναφερθεί στο πρώτο κεφάλαιο, οι πιθανότητες ανάγκης εκ νέου δημιουργίας λόγω λάθους σχεδιασμού είναι μηδαμινές. Γι' αυτόν τον σκοπό θεωρείται προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί η τρισδιάστατη εκτύπωση για να κατασκευαστούν γεωπίνακες.

Πρόκειται για εργαλείο διδασκαλίας του μαθήματος της γεωμετρίας, όπου σχεδιάζονται και εκτυπώνονται τρισδιάστατα, γεωμετρικά όργανα με διαφορετικά ανά περίπτωση χρώματα και τοποθετούνται σε συγκεκριμένο σημείο σε πίνακες. Οι γεωπίνακες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους διδάσκοντες του μαθήματος της γεωμετρίας με σκοπό να μεταλαμπαδεύσουν τον τρόπο ανάπτυξης της γεωμετρικής σκέψης, από μαθητές με χαμηλό οπτικό επίπεδο και δυσκολίες όρασης.

Στην έρευνα των Junthong, Netpradit και Boonlueto (2020), κατά την οποία αξιοποιήθηκαν οι εν λόγω πίνακες διδασκαλίας της γεωμετρίας με σκοπό να αντικατασταθούν τα βαριά, μεγάλα, άχρωμα και κυρίως δύσχρηστα γεωμετρικά σχήματα που χρησιμοποιούσαν παλιότερα οι εκπαιδευτικοί, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές με προβλήματα όρασης παρακολούθησαν με μεγαλύτερη ευχαρίστηση και διάθεση το κατά γενική ομολογία δύσκολο μάθημα της γεωμετρίας. Επίσης και σε επίπεδο κατανόησης, ήταν πιο εύκολο για τους μαθητές με προβλήματα όρασης να δημιουργήσουν νοητές εικόνες μέσω της αφής, άρα και να κατανοήσουν την γεωμετρική ορολογία και τον συλλογισμό. Γι' αυτούς τους λόγους, η τεχνική της δημιουργίας πινάκων για την εκμάθηση της γεωμετρίας, είναι πλέον μια αρκετά διαδεδομένη μέθοδος, ως εργαλείο διδασκαλίας ατόμων με προβλήματα όρασης.

Επιπλέον, έχει καταγραφεί προσπάθεια εισαγωγής προσβάσιμου υλικού σε μαθητές με προβλήματα όρασης για την διδασκαλία των μαθηματικών και συγκεκριμένα για την εκμάθηση γραμμικών εξισώσεων, Αυτές γενικώς παραγκωνίζονται ως προς τον τρόπο μετάδοσής τους σε μαθητές με προβλήματα όρασης, καθώς, συνήθως οι εκπαιδευτικοί τις παρουσιάζουν θεωρητικά και τις εξηγούν με τον ίδιο τρόπο, γεγονός που δεν επιτρέπει σε άτομα που αντιμετωπίζουν δυσκολίες όρασης, σοβαρές ή μη, να συμμετέχουν, πόσο μάλλον να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται.

Στην πλειοψηφία τους οι μαθητές που διδάσκονται το αντικείμενο των μαθηματικών, καταφέρνουν την κατάκτηση εννοιών μέσω ηχητικών εργαλείων, μέσω οπτικής αναπαράστασης σε γλώσσα Braille, ενώ η μαθηματική οπτικοποίηση είναι

μία μέθοδος που διευκολύνει τους ανθρώπους να κατανοήσουν, αλλά και να κατακτήσουν ένα μαθηματικό φαινόμενο.

Γι' αυτούς τους λόγους ο Mcvay (2014), επιχείρησε την ανάπτυξη μαθηματικών εργαλείων χειρός και γεωμετρικά ευκλείδια σχήματα με την μορφή εικόνων σε γλώσσα Braille. Έτσι, σκοπός διαφόρων ερευνών υπήρξε η δημιουργία γραμμικών εξισώσεων μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, για να έχει την δυνατότητα ο εκπαιδευτικός να διδάξει τον μαθητή που δυσκολεύεται να κατακτήσει την έννοια αυτών, καθώς δεν δύναται να κοιτάξει τα σημειωμένα στον πίνακα φαινόμενα, επομένως, θα πρέπει να οπτικοποιήσει και αυτές τις έννοιες για να τις διδαχθεί.

V. Δημιουργία τρισδιάστατων μουσειακών εκθεμάτων & ιστορικών πολιτιστικών πινάκων

Ανάμεσα σε όλες τις ωφέλιμες θέσεις που έχουν αναφερθεί ως αποτελέσματα της τρισδιάστατη εκτύπωσης, είναι αρκετές αυτές που μπορούν ακόμα να παρουσιαστούν, ωστόσο σε αυτό το σημείο θα γίνει έκθεση της αξιοποίησης της εν λόγω τεχνολογίας για την δημιουργία αντιγράφων εκθεμάτων που στεγάζονται σε μουσεία. Εν προκειμένω απευθύνονται σε άτομα που αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης ή που κατατάσσονται στο ποσοστό των τυφλών ανθρώπων που στην πλειοψηφία τους επιζητούν να δοθεί προσοχή σε θέματα που αφορούν στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, στην εκπαίδευση, στην πρόσβαση στις πληροφορίες αλλά και στα πολιτικά δικαιώματα, στην οικονομική και κοινωνική υποστήριξη.

Κατά διαστήματα έχουν οργανωθεί αρκετές εκθέσεις με εκθέματα αφής, οι οποίες απευθύνονται σε άτομα με προβλήματα όρασης. Αυτές στοχεύουν στην αλληλεπίδραση θεατή-εκθέματος, καθώς είναι σημαντικό να μπορούν να απολαμβάνουν όλοι την πολιτιστική κληρονομιά κάθε κράτους, ενώ και για τους ίδιους τους θεατές είναι ακόμα περισσότερο σημαντικό, δεδομένου ότι μπορούν να βιώσουν την μορφή οποιουδήποτε έργου και να αποδώσουν την σύνθεση του χώρου, τον οποίο εξερευνούν (Chen & Chang, 2018).

Με την τρισδιάστατη εκτύπωση παρέχεται η δυνατότητα σε αυτήν την κατηγορία ανθρώπων, που αποτελεί ενεργό μέλος της κοινωνίας μας, να επισκεφτεί, να εξερευνήσει και να μελετήσει διαφορετικά κάθε φορά εκθέματα σε μουσεία.

Για παράδειγμα, στο εθνικό μουσείο της Αφρικής, κατασκευάστηκαν με την χρήση του τρισδιάστατου εκτυπωτή φυσικά αντίγραφα διαφόρων ζουφίων και άλλων ειδών, όπως σκορπιού, κρανία πουλιών κ.α. με σκοπό την αύξηση της προσβασιμότητας των εκθεμάτων του μουσείου, αλλά και των υπολοίπων πληροφοριών που διαθέτει, σε μια ευρύτερη κοινότητα.

Ο σκοπός είναι να μην περιορίζεται κανένας άνθρωπος και από άποψη πληροφοριών και γνώσεων, αλλά και σε κοινωνικό επίπεδο, δεδομένου ότι, όπως είναι λογικό και μετά από πρόταση που έγινε από διεθνή φορέα σε συνεργασία με τον ΠΟΥ, πρέπει να διασφαλίζεται η πρόσβαση των ατόμων με προβλήματα όρασης σε προγράμματα εκπαίδευσης και σε οτιδήποτε τους προσφέρει κοινωνική και προσωπική ανέλιξη.

Με την έκθεση των αντιγράφων αυτών, τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα ανέφεραν ότι μπόρεσαν να οπτικοποιήσουν νοητά αυτό που άγγιζαν και να μάθουν περισσότερες πληροφορίες μέσω αυτών, ενώ μέχρι εκείνη τη στιγμή η πηγή πληροφοριών, και μέχρι το σημείο που επιτρεπόταν βάσει εκθέματος και συνθηκών, ήταν η προφορική και η γραπτή περιγραφή μέσω της αλφαβήτου Braille σε κείμενα τα οποία απαιτούν πολλές σελίδες για να ενταχθούν όλες οι λεπτομέρειες, λόγω της φύσης της εν λόγω γραφής.

Επιπλέον, έχει καταγραφεί στην βιβλιογραφία προσπάθεια τρισδιάστατης αντιγραφής εικόνων ιστορικής πολιτιστικής κληρονομιάς στην Βουλγαρία, ώστε άτομα που αντιμετωπίζουν προβλήματα στην όρασή τους, να έχουν την δυνατότητα και να μπορούν να οπτικοποιήσουν αυτούς τους πίνακες. Τα έργα αυτά εκτίθενται σε πλακέτες οι οποίες αναπαριστούν ιστορικούς πίνακες, με περιγραφή σε γλώσσα Braille, για να είναι κατανοητό και άμεσα προσβάσιμο το εκάστοτε έργο στο άτομο που αντιμετωπίζει σοβαρές δυσκολίες με την όρασή του (Karastoyanov, Stoimenov, Gyoshev, 2019).

Ως εκ τούτου, κρίνεται σημαντικό να αναφερθεί ότι στην διδασκαλία των εικαστικών μέσω της τρισδιάστατης τεχνολογίας σε μαθητές με προβλήματα όρασης, η εν λόγω τεχνική μπορεί να φανεί παραπάνω από χρήσιμη. Αυτό αποδεικνύεται από το ότι μέσω αυτής υπάρχει ευελιξία στο κομμάτι της προσαρμογής των υλικών, επομένως τα εκθέματα μπορούν να μοντελοποιηθούν κατά περίπτωση και με βάση το κοινό. Τέλος, οι θεατές μέσω της αφής, μπορούν να αποκτήσουν αντίληψη

αναφορικά με τα σχήματα, τα ανάγλυφα και γενικότερα τις μακέτες κατασκευής έργων τέχνης.

VI. Δημιουργία τρισδιάστατου επιτραπέζιου παιχνιδιού για την διδασκαλία του προγραμματισμού

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενη ενότητα, η τρισδιάστατη εκτύπωση θεωρείται ένα αξιόλογο όργανο για την διεκπεραίωση της διδακτικής πράξης, καθώς οι μαθητές αναλαμβάνουν ενεργό δράση στην διαδικασία και δεν καθίστανται παθητικοί δέκτες γνώσεων. Στην ουσία, με την χρήση της τρισδιάστατης τεχνολογίας, το τυπωμένο αντικείμενο χρησιμοποιείται ως συμπληρωματικό διδακτικό υλικό.

Στην περίπτωση των ατόμων που λόγω δυσκολιών στην όρασή τους αδυνατούν να παρακολουθήσουν με τον ίδιο τρόπο την μαθησιακή διδασκαλία, θεωρείται απαραίτητο να εφαρμοστούν τρόποι διδασκαλίας που προάγουν την απόκτηση της γνώσης (Nunes & Lomonaco, 2010). Έρευνα που διεξήχθη αναφέρει ότι διαφορετικά κατά περίπτωση εκπαιδευτικά εργαλεία συμβάλλουν στην καλλιέργεια δεξιοτήτων και στην επίτευξη διαφορετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων (Huang & Lin, 2016).

Ανάμεσα στις υπόλοιπες ερευνητικές εφαρμογές που έχουν πραγματοποιηθεί για την χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης ως εργαλείο εκπαίδευσης των νέων, και κυρίως εκείνων που αντιμετωπίζουν κάποια μορφή οπτικής αναπηρίας, είτε λόγω τύφλωσης, είτε λόγω σοβαρών προβλημάτων όρασης, σπουδαιολογείται η ιδέα εκείνη της σχεδίασης και εκτύπωσης επιτραπέζιου παιχνιδιού, μέσω τρισδιάστατου εκτυπωτή. Σκοπός είναι η διδασκαλία του προγραμματισμού και κατ' επέκταση η ανάπτυξη δεξιοτήτων λογικής, χωρίς να υφίσταται ανάγκη για χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Συγκεκριμένα αυτό το παιχνίδι περιλαμβάνει εκτυπωμένα τρισδιάστατα αντικείμενα, όπως ζάρι, ηχητικό χρονόμετρο, καμβά, κομμάτια που πρέπει να μαζευτούν για τον σκοπό του παιχνιδιού και εντολές προγραμματισμού σε γλώσσα Scratch. Οι τελευταίες μάλιστα περιλαμβάνουν και τις απαιτούμενες περιγραφές για το κάθε αντικείμενο σε γλώσσα Braille. Ο σκοπός είναι οι παίκτες (μέχρι δύο) να δώσουν εντολές με τις εκτυπωμένες οδηγίες προγραμματισμού και να μαζέψουν τα αντικείμενα εκείνα που πρέπει να οδηγηθούν σε κάδους σε συγκεκριμένο χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο οι εκπαιδευόμενοι, μαθαίνουν να διαχειρίζονται κανόνες

προγραμματισμού και να καλλιεργούν την λογική σκέψη τους για την απαιτούμενη ακολουθία των βημάτων, με σκοπό την ολοκλήρωση των αποστολών.

VII. Πιλοτική μελέτη διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας με τρισδιάστατα εκτυπωμένα μόρια.

Όπως έχει αναφερθεί στις αρχικές ενότητες, μαθήματα τα οποία προάγουν την ενασχόληση των εκπαιδευόμενων με τις ενότητες S.T.E.M., κρίνονται ωφέλιμα για τον κάθε μαθητή και σε δεύτερη βάση για την ίδια την κοινωνία και την πολιτεία. Το μάθημα της χημείας, το οποίο περιλαμβάνεται στους πυλώνες του S.T.E.M. (Science), είναι ένας κλάδος που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ιδιαίτερα σημαντικός, λόγω της άμεσης σχέσης που έχει η φύση του μαθήματος με την οπτικότητα. Γι' αυτόν τον λόγο, παρατηρείται σχετική δυσκολία των μαθητών με σοβαρά προβλήματα όρασης ή με οπτική ανεπάρκεια να αναπτύξουν τις ικανότητες που απαιτεί το εν λόγω μάθημα.

Οι γενικότερες οδηγίες προσβασιμότητας που έχουν δοθεί στην εκπαίδευση και αφορούν στην διδασκαλία των ατόμων με οπτικές δυσκολίες ή αναπηρίες, συνιστούν την χρήση απτικών γραφικών (Braille Authority of North America, 2010), συνδυάζοντάς τα με επιπλέον τεχνολογικά μέσα, όπως οθόνες.

Η έρευνα λοιπόν που περιγράφεται σε αυτό το κομμάτι της ενότητας , αφορά στην δημιουργία μορίων στο μάθημα της χημείας και με τους δύο τρόπους, δηλαδή και με απτικά γραφικά, αλλά και με τρισδιάστατα μοντέλα μορίων, για να επιλέξουν οι ίδιοι οι μαθητές/φοιτητές την μέθοδο που θεωρούν ότι ανταποκρίνεται στις ανάγκες τους. Το αποτέλεσμα αυτής της έρευνας ήταν ότι η πλειοψηφία επέλεξε τα τρισδιάστατα μοντέλα, λόγω της άμεσης επαφής με αυτά και λόγω της, κατά τη γνώμη των συμμετεχόντων, συμπλήρωσης των γραφικών, ενώ αυτό στο οποίο συμφώνησαν όλοι οι συμμετέχοντες είναι ότι ο συνδυασμός και των δύο τεχνικών θα ήταν ιδανικός για την εκμάθηση του συγκεκριμένου μαθήματος.

VIII. Σχεδιασμός εικονογραφήσεων αφής σε παιδικά βιβλία μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης

Μία από τις προσπάθειες πρακτικής ενσωμάτωσης της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην εκπαίδευση και στην απασχόληση ατόμων με προβλήματα όρασης ή με οπτική ανεπάρκεια, περιλαμβάνεται στην έρευνα των Stangl, Kim & Yeh (2014). Οι εν λόγω ερευνητές, κατέβαλαν προσπάθεια να εντάξουν την εν λόγω τεχνική στην διαδικασία εκτύπωσης απτικών εικόνων που προέρχονται από παιδικά βιβλία.

Σε γενικές γραμμές τα απτικά εργαλεία συμβάλλουν όχι μόνο στην εκπαίδευση και στην καλλιέργεια κοινωνικών δεξιοτήτων ατόμων με προβλήματα όρασης, αλλά και στην κατάρτιση των ατόμων που ασχολούνται με την φροντίδα τους. Η δημιουργία εικόνων αφής και άλλων αντικειμένων προσβάσιμων σε άτομα με ειδικές ανάγκες, και στην εν λόγω περίπτωση σε άτομα με οπτικές αναπηρίες, αναπτύσσεται σε μεγάλο βαθμό σαν διαδικασία από την συμμετοχή των φροντιστών τους. Επίσης, τα άτομα με σοβαρά προβλήματα όρασης δεν έχουν την δυνατότητα να ασχοληθούν με εικονογραφημένα βιβλία και οι δυνατότητές τους περιορίζονται στην κατανόηση του χώρου, των υλικών, των αντικειμένων κ.α. με την αφή, την ακουστική ικανότητα ή με αυτό που μπορούν να εντοπίσουν σε μικρό βαθμό, στην περίπτωση της χαμηλής οπτικής ικανότητας.

Με την προσπάθεια ένταξης της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην διαδικασία αυτή δίνεται η δυνατότητα ταχείας αναπαραγωγής των αντικειμένων με χαμηλότερο κόστος, σε σύγκριση με την παραδοσιακή διαδικασία, η οποία απαιτεί περισσότερο χρόνο, αλλά και χρήματα.

Σε αυτήν την έρευνα συμμετείχαν άνθρωποι από διάφορους κλάδους οι οποίοι έχουν την δυνατότητα όρασης, κατανεμημένοι σε ομάδες με σκοπό να δημιουργήσουν τρισδιάστατες εικόνες αφής, προερχόμενες από παιδικά βιβλία, έχοντας μπει στην διαδικασία να καλύψουν τα μάτια τους για να μπορέσουν να κατανοήσουν οι ίδιοι τον βαθμό δυσκολίας των μη βλεπόντων ατόμων, αλλά και για να έχουν μια καλύτερη εικόνα για τα αποτελέσματα.

Στόχος της διαδικασίας ήταν να δημιουργηθούν εμπειρίες κατασκευής αντικειμένων που απαιτούν την χρήση αφής ως εργαλείο εξερεύνησης και ανάπτυξης

αξιών. Επίσης, μία τέτοια προσπάθεια θα βοηθούσε τους ίδιους τους γονείς να αντιληφθούν την εμπειρία των παιδιών τους.

Παρά την αδυναμία ολοκλήρωσης της έρευνας λόγω πρακτικών δυσκολιών, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μία τέτοια προσπάθεια θα μπορούσε να ολοκληρωθεί αν οι συμμετέχοντες κατείχαν τις ακόλουθες δεξιότητες: γνώση για ανθρώπινη ανάπτυξη, γνώση αναδυόμενου γραμματισμού, γνώση για οπτική γραφικότητα, γνώση για διαχείριση εργασιών & εμπειρία μοντελοποίησης.

Επιπλέον, οι ίδιοι ερευνητές προσπάθησαν να δημιουργήσουν ψηφιακή βιβλιοθήκη με τρισδιάστατα εκτυπωμένα απτικά βιβλία με εικόνες με σκοπό να καλλιεργηθούν περισσότερο δεξιότητες οπτικής οξύτητας και κίνησης, της αίσθησης της όρασης και της αντίληψης του περιβάλλοντός τους. Με αυτόν τον τρόπο, οι γονείς θα μπορούν εύκολα να ασχοληθούν με την δημιουργία βιβλίων αφής για τα παιδιά τους, ενώ και τα ίδια τα παιδιά θα έχουν εξειδικευμένα, ειδικά μαθησιακά βοηθήματα τα οποία θα λειτουργούν και ως κίνητρο για την εκμάθηση της ανάγνωσης. Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι πολύ σημαντικό τα παιδιά αυτά να έχουν εξατομικευμένο υλικό, καθώς οι ανάγκες του κάθε παιδιού είναι διαφορετικές και γι' αυτόν τον λόγο η σημασία δημιουργίας αντικειμένων αφής από τους γονείς και του φροντιστές του παιδιού είναι μεγάλη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Έρευνα

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε προσπάθεια καταγραφής και παρουσίασης της εξέλιξης της τρισδιάστατης εκτύπωσης, πώς η τεχνολογία αυτή έχει αξιοποιηθεί, γενικώς, αλλά και πιο ειδικώς στον τομέα της εκπαίδευσης και κυρίως στην ειδική αγωγή και εκπαίδευση. Ανάμεσα στους κλάδους που έχουν εξεταστεί, βαρύτητα δόθηκε στις μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για την διδασκαλία και μετάδοση στοιχείων αγωγής και παιδείας σε άτομα που αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στην μελέτη και συγκεκριμένα στην μεθοδολογία που επιλέχθηκε για να προχωρήσουμε στην απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα. Επιπλέον, γίνεται αναλυτική αναφορά στην ερευνητική διαδικασία, στις εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίησή της, τους λόγους για τους οποίους αυτές αξιοποιήθηκαν και πώς συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της έρευνας. Επίσης, παρουσιάζεται η μέθοδος ανάλυσης των δεδομένων.

Βασιζόμενοι στην βιβλιογραφία που έχει ήδη χρησιμοποιηθεί κατά την επιστημονική ανασκόπηση, σε αυτό το κεφάλαιο θα προχωρήσουμε σε μία πρόταση αξιοποίησης της 3D εκτύπωσης σε παιχνίδι εύρεσης λέξεων με χρήση κύβων που αποτυπώνουν γράμματα του κώδικα Braille. Οι κύβοι αυτοί έχουν δημιουργηθεί μέσω της εφαρμογής σχεδίασης τρισδιάστατων αντικειμένων, Tinkercad. Έπειτα, αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία σχεδιασμού προχωρήσαμε στην εκτύπωσή τους. Εκτός από τα εκτυπωμένα σχέδια και γράμματα θα αξιοποιηθεί και ένα ταμπλό πάνω στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η έρευνα. Σε αυτό, θα δοθεί η δυνατότητα στο άτομο να δημιουργήσει λέξεις. Προς διευκόλυνση των συμμετεχόντων θα υπάρχουν και εκτυπωμένα αντικείμενα τα οποία θα δίνουν την σωστή κατεύθυνση για το ποια λέξη απαιτείται να δημιουργηθεί.

4.1. Σκοπός - ερευνητικά ερωτήματα

Οι Cohen και Manion (1994) ορίζουν τις ερευνητικές μεθόδους ως τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική έρευνα ως βάση της ερμηνείας, του αποτελέσματος, της ανάλυσης αλλά και της πρόβλεψης. Υπάρχει άμεση σύνδεση των τεχνικών αυτών, που αξιοποιούνται σε μία έρευνα, με την καταγραφή δεδομένων.

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας, είναι να αναδειχθεί η σημασία της αξιοποίησης της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην δημιουργία και τον σχεδιασμό αντικειμένων, τα οποία να παρέχουν την δυνατότητα χρήσης τους από άτομα που αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης, καθώς και στην εκπαίδευση του κώδικα Braille.

Βάσει των παραπάνω, μέσα από την παρούσα έρευνα θα γίνει προσπάθεια να απαντηθούν τα ακόλουθα ερωτήματα:

- πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα γράμματα για την δημιουργία λέξεων
- ποια συναισθήματα παρατηρούνται από τον ερευνητή κατά την διάρκεια της παρατήρησης των ατόμων που συμμετέχουν
- μπορούν να αξιοποιηθούν τα τρισδιάστατα σχεδιασμένα αντικείμενα για εξάσκηση κατά την διδασκαλία του κώδικα Braille σε βλέποντες και μη βλέποντες;

4.2 Μέθοδος έρευνας & συλλογής δεδομένων

Στο σύνολο της έρευνας, χρησιμοποιήθηκε αρχικά η μέθοδος της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης με σκοπό την παρουσίαση αντίστοιχων ερευνών που αφορούν στο θέμα, ενώ κατά την ερευνητική διαδικασία αξιοποιήθηκε μέθοδος ποιοτικής έρευνας και ανάλυσης, καθότι θεωρήθηκε ότι πρόκειται για υποκειμενική εξέταση του ζητήματος. Κάθε άτομο αντιλαμβάνεται διαφορετικά τα ερεθίσματα που προκύπτουν, επομένως κρίθηκε σημαντικό να καταγραφούν περισσότερο οι

αντιδράσεις των συμμετεχόντων. Πιο συγκεκριμένα, προχωρώντας μέσω της παρατήρησης, σκοπός υπήρξε η καταγραφή των συναισθημάτων που αναδεικνύονται από τις κινήσεις και τις εκφράσεις των συμμετεχόντων κατά την διάρκεια του παιχνιδιού, ενώ κατά την διάρκεια της παρατήρησης συμπεριλήφθηκαν και ερωτήσεις ως συμπληρωματικές πληροφορίες στα δεδομένα που προέκυψαν.

Η γραπτή αποτύπωση των ερωτήσεων έγινε με την μέθοδο της καταγραφής σημειώσεων στην διάρκεια της παρατήρησης, τόσο κατά την διαδικασία της ψηλάφησης των αντικειμένων από τους συμμετέχοντες, όσο και στην καταγραφή των απαντήσεων τους στις ερωτήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

Στο παράρτημα περιλαμβάνονται σχετικές εικόνες, προερχόμενες από την διαδικασία της παρατήρησης.

Ένας από τους λόγους επιλογής της εν λόγω μεθοδολογίας, είναι η δυσκολία που προκύπτει στην συμπλήρωση των ερωτηματολογίων και συλλογής δεδομένων για ποσοτική ανάλυση, καθώς επίσης και γιατί σκοπός είναι η προσωπική ικανοποίηση των συμμετεχόντων που αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης, οι οποίοι θα έχουν την δυνατότητα μέσω των τρισδιάστατα εκτυπωμένων γραμμάτων να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού. Επιπλέον, άτομα τα οποία επιθυμούν να εκπαιδευτούν πάνω στον κώδικα Braille έχουν την δυνατότητα να εξασκηθούν σε αυτόν μέσω του παιχνιδιού, όπως επίσης μπορούν να εμπνευστούν από αυτό για να χρησιμοποιήσουν αντίστοιχες μεθόδους σε πιθανή συνεργασία με ανθρώπους που δεν έχουν την ίδια δυνατότητα στον τομέα της όρασης με τους υπόλοιπους.

4.3 Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά έξι ενήλικα άτομα, ηλικίας 26-32 ετών. Το ένα άτομο είναι ολικώς τυφλό, το δεύτερο και το τρίτο άτομο είναι μερικώς βλέποντες και τα υπόλοιπα τρία δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης, ωστόσο βρίσκονται στην διαδικασία εκμάθησης του κώδικα Braille.

Λόγω προστασίας των προσωπικών δεδομένων, εξασφαλίστηκε η συγκατάθεση αξιοποίησης των δεδομένων από τους τέσσερις συμμετέχοντες, ενώ δεν κατέστη

εφικτή η εξασφάλισή της από τους υπόλοιπους και γι' αυτό η παρατήρηση αποτυπώθηκε μέσω κάποιων σημειώσεων, αλλά και αναμνηστικά. Οι συμμετέχοντες θα αναφέρονται ακολούθως ως συμμετέχων 1, συμμετέχων 2, συμμετέχων 3, συμμετέχων 4, συμμετέχων 5 και συμμετέχων 6.

Πιο αναλυτικά, οι συμμετέχοντες 1 και 4 αντιμετωπίζουν υψηλό βαθμό μυωπίας, ωστόσο όχι τύφλωση. Μπορούν να ανταποκριθούν μόνο με οπτικά βοηθήματα και χωρίς αυτά διακρίνουν ανάμεσα σε έντονα χρώματα και βάσει μεγέθους.

Οι συμμετέχοντες 2 και 3 δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης, ωστόσο ασχολούνται με την εκμάθηση του κώδικα Braille με σκοπό την προσωπική αλλά και την επαγγελματική τους εξέλιξη.

Τέλος, δεν εξασφαλίστηκε η συγκατάθεση αξιοποίησης των δεδομένων των συμμετεχόντων 5 και 6, επομένως θα πραγματοποιηθεί σύντομη αναφορά από την παρατήρηση αναφορικά με τα αποτελέσματα. Ο συμμετέχων 5 έχει διαγνωστεί με ολική εκ γενετής τύφλωση και ο συμμετέχων 6 δεν αντιμετωπίζει προβλήματα όρασης και εκπαιδεύεται στην μέθοδο γραφής και ανάγνωσης Braille.

4.4 Προετοιμασία παιχνιδιού

Το παιχνίδι με το οποίο θα πραγματοποιηθεί η έρευνά μας, σκοπό έχει να δώσει στα άτομα με προβλήματα όρασης τη δυνατότητα να ασχοληθούν με την δημιουργία λέξεων «παίζοντας». Επιπλέον, σκοπός του είναι να αξιοποιηθεί και από άτομα που επιθυμούν να εξασκηθούν στον κώδικα Braille με απώτερο στόχο την εκμάθησή του. Βασιζόμενοι στα σταυρόλεξα που συναντάμε σε γραπτή μορφή σε εφημερίδες, περιοδικά κ.α., προχωρήσαμε στην δημιουργία επιτραπέζιου, το οποίο ονομάσαμε «Tactile Wordplay» ή αλλιώς στα ελληνικά «Λεξοπαιχνίδι Αφής».

Ξεκινώντας, πραγματοποιήθηκε η μελέτη του συστήματος ή αλλιώς κώδικα Braille, ώστε να είναι απόλυτα κατανοητό πώς ξεκίνησε και πώς χρησιμοποιείται πλέον η συγκεκριμένη μέθοδος γραφής και ανάγνωσης. Ο εν λόγω κώδικας αξιοποιείται από έναν τεράστιο αριθμό ατόμων, τα οποία έχουν οπτικές αναπηρίες ή από άτομα τα οποία έχουν στο περιβάλλον τους άτομα με προβλήματα όρασης και επιθυμούν να

βοηθήσουν με οποιοδήποτε τρόπο τους δικούς τους ανθρώπους, αλλά και για επαγγελματικούς λόγους. Σκοπός ήταν να μπορέσουν να αποτυπωθούν με απόλυτα ορθό τρόπο τα σημεία του κώδικα επάνω σε κύβους, για να μπορέσουν οι συμμετέχοντες να διευκολυνθούν κατά το μέγιστο σε όλη την διάρκεια της διαδικασίας παρατήρησης.

Το ελληνικό αλφάβητο Braille

α	β	γ	δ	ε	ζ	η	θ	ι	κ	λ	μ	ν	ξ	ο	π	ρ	σ	τ	υ	φ	χ	ψ	ω
⠁	⠃	⠄	⠅	⠆	⠇	⠈	⠉	⠊	⠋	⠌	⠍	⠎	⠏	⠑	⠒	⠓	⠔	⠕	⠖	⠗	⠘	⠙	⠚

αι	ει	οι	υι	αυ	ευ	ηυ	ου
⠁⠊	⠅⠊	⠑⠊	⠕⠊	⠁⠕	⠅⠕	⠅⠖	⠑⠕

Κεφαλαίοδεικτης
⠠
Π.χ Α= ⠠⠁

Καμμα	Ανο τέλεια	Δνο τέλειες	τέλεια	βραμιαστικό	Παρενώσεις ()	Επιστροφικά «»	ενωτικό	απόστροφος	ερωτηματικό	Πλάγια διάλογου	αποστομηνικά
⠠	⠠⠠	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠

Εικόνα 1: ο κώδικας Braille

Έπειτα, χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>) για την σχεδίαση των αντικειμένων και των γραμμάτων, σύμφωνα με τον κώδικα Braille. Για λόγους κόστους, αλλά και για την διευκόλυνση των συμμετεχόντων, μιας και η μελέτη βρίσκεται σε ερευνητικό στάδιο, σχεδιάστηκαν εκείνα τα γράμματα που απαιτούνται για την δημιουργία των ζητούμενων λέξεων και όχι όλα τα γράμματα του κώδικα.

Μετά την ολοκλήρωση της σχεδίασης, προχωρήσαμε στην αποθήκευση των αρχείων σε μορφή stl και στην διαδικασία εκτύπωσης. Επιλέχθηκε έντονο χρώμα κόκκινο για τα εκτυπώσιμα αντικείμενα, ώστε να υπάρχει ευκρίνεια και από τους συμμετέχοντες που αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα όρασης, αλλά όχι τύφλωσης. Αξίζει να αναφερθεί ότι για να μπορέσουν οι συμμετέχοντες να

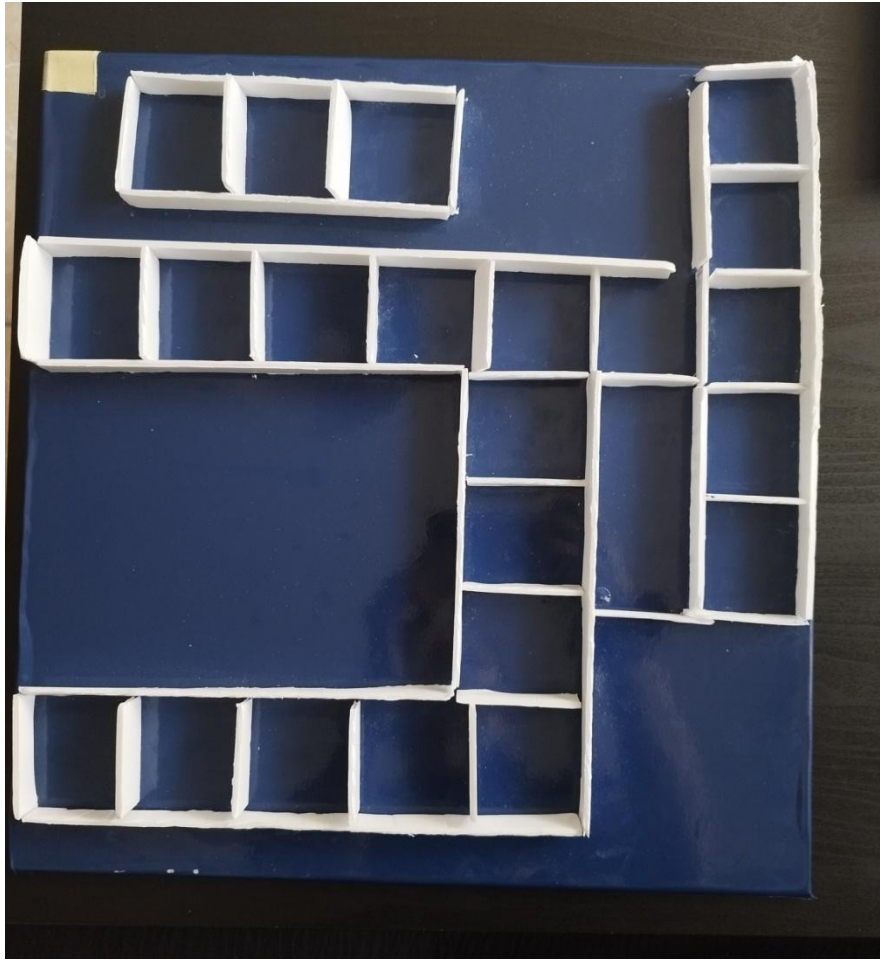
διακρίνουν τα σημεία που πρέπει να βρίσκονται επάνω, ώστε να ξεκινούν από εκεί την ψηλάφηση, τοποθετήθηκε χάρτινη αυτοκόλλητη ταινία στο επάνω μέρος, ώστε μέσω της αφής οι συμμετέχοντες να ξεχωρίζουν το επάνω και το κάτω μέρος του πλακιδίου.



Εικόνα 2: τρισδιάστατα εκτυπωμένο πλακίδιο το οποίο αποτυπώνει το γράμμα “Σ”

Για την δημιουργία του ταμπλό, χρησιμοποιήθηκε ξύλο το οποίο καλύφθηκε από αυτοκόλλητο με επίσης μπλε έντονο χρώμα για τον λόγο που αναφέρθηκε παραπάνω και έπειτα δημιουργήθηκαν χωρίσματα από χοντρό χαρτόνι μακέτας για την εύκολη και σωστή τοποθέτηση των σχημάτων στα σωστά σημεία. Επιπλέον, για την εύκολη και σωστή τοποθέτηση του ταμπλό χρησιμοποιήθηκε χαρτοταινία (για την διάκριση του υλικού σε σχέση με το αυτοκόλλητο μέσω της αφής) στο επάνω αριστερά μέρος, ώστε να καθορίζεται ποιο είναι το σημείο που τοποθετείται πάνω.

Το αποτέλεσμα της δημιουργίας του ταμπλό, φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 3: το ταμπλό

4.5 Διαδικασία παιχνιδιού

Μετά την ολοκλήρωση των αντικειμένων που απαιτούνται για το παιχνίδι η διαδικασία μπορεί να ξεκινήσει.

Οι απαιτήσεις του παιχνιδιού είναι πολύ απλές και συγκεκριμένες: οι συμμετέχοντες καλούνται να αγγίξουν αντικείμενα, τα οποία όπως προαναφέρθηκε δημιουργήθηκαν μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, ώστε να αντιληφθούν σε πρώτη φάση περί τίνος αντικειμένου πρόκειται. Έπειτα, μπροστά τους θα βρουν ένα σύνολο από μικρά εκτυπωμένα τετράγωνα σχέδια, στο καθένα από τα οποία αποτυπώνεται γράμμα του κώδικα Braille. Βάσει των γραμμάτων και των αντικειμένων που έχουν αγγίξει

καλούνται να ορίσουν στην σωστή σειρά τα γράμματα και να δημιουργήσουν λέξεις επάνω στο ταμπλό. Η κάθε λέξη έχει δικό της σημείο στο οποίο πρέπει να τοποθετηθεί.

Πιο συγκεκριμένα αναφορικά με τις λέξεις και τα σχέδια του ταμπλό, θα χρειαστεί να οριστούν τέσσερις λέξεις οι οποίες βασίζονται στα εκτυπωμένα αντικείμενα και μία ακόμα «κρυφή» λέξη, για την οποία τα σχέδια με τα γράμματα πρέπει να τοποθετηθούν τελευταία, καθώς δεν υπάρχει βοηθητικό αντικείμενο, άρα βάσει των γραμμάτων οι συμμετέχοντες πρέπει να ορίσουν την λέξη. Οι λέξεις που πρέπει να φτιαχτούν είναι οι ακόλουθες: καρέκλα, μπάλα, κύβος και κώνος. Η «κρυφή» λέξη είναι «εσύ». Τα τρία από τα τέσσερα αντικείμενα έχουν μεγαλύτερο μέγεθος, ενώ το τέταρτο, η καρέκλα, είναι μικρότερου μεγέθους. Σκοπός της ύπαρξης της κρυφής λέξης καθώς και του μικρότερου αντικειμένου, είναι να αυξηθεί το επίπεδο δυσκολίας τόσο όσο απαιτείται σε ερευνητικό επίπεδο και γι' αυτόν τον λόγο στην μία λέξη δεν υπάρχει αντικείμενο περιγραφής.

Τέλος, για την καθοδήγηση των ατόμων, θα χρειαστεί να μεταφερθούν οι οδηγίες από κάποιο άλλο άτομο που θα είναι παρόν καθ' όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αποτελέσματα

Κατά την διάρκεια της διαδικασίας, παρατηρήθηκε ότι στην πλειοψηφία τους οι συμμετέχοντες ανταποκρίθηκαν πλήρως στις απαιτήσεις του παιχνιδιού. Όλοι οι συμμετέχοντες κατάφεραν να ολοκληρώσουν σε αρκετά σύντομο χρόνο.

Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες 1, 2 & 4 συμφώνησαν ότι ο αριθμός των λέξεων είναι επαρκής για το επίπεδο στο οποίο βρίσκεται η έρευνα.

Επίσης, όλοι οι έχοντες όραση καθώς και ο συμμετέχων 1, ο οποίος έχει διαγνωστεί με μυωπία σε μεγάλο βαθμό, άρα αδυνατεί να δει χωρίς δαπανηρά οπτικά βοηθήματα, ανέφεραν ότι τα έντονα χρώματα του ταμπλό, καθώς και τα διαχωριστικά των τρισδιάστατα σχεδιασμένων πλακιδίων, βοήθησαν πολύ για την σωστή κατανομή των πλακιδίων, όπως και για την διάκριση των σημείων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την τοποθέτησή τους.

Επιπλέον, τα διαχωριστικά βοήθησαν αρκετά την διαδικασία καθώς μπορούσαν μετά την ψηλάφηση και την εύρεση της λέξης να εντοπίζουν τα σημεία που έπρεπε να τοποθετηθούν τα πλακίδια Braille.

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα πλακίδια χαρακτηρίστηκαν εύκολα στη χρήση τους και το μέγεθός τους ήταν αυτό που χρειαζόταν για να είναι εύκολα κατανοητές και αντιληπτές στους συμμετέχοντες οι κουκίδες που ορίζουν το εκάστοτε γράμμα στο κάθε πλακίδιο.

Επιπλέον, όλοι οι συμμετέχοντες παρατηρήθηκε ότι αντιμετώπισαν την διαδικασία με τον ίδιο τρόπο. Συγκεκριμένα, όλοι μέτρησαν τα γράμματα, προχώρησαν στην ψηλάφηση του ταμπλό για να εντοπίσουν πώς και πού πρέπει να τοποθετηθούν τα γράμματα και έπειτα συνέχισαν με την ψηλάφηση των γραμμάτων.

Πιο αναλυτικά:

Ο συμμετέχων 1 αξιοποίησε περίπου μία ώρα για την ολοκλήρωση των λέξεων. Διευκολύνθηκε από το μέγεθος της μπάλας, του κώνου και του κύβου ενώ δυσκολεύτηκε στην καρέκλα. Επίσης, η κρυφή λέξη δημιουργήθηκε εύκολα. Θεωρεί ότι μπορούν να προστεθούν κάποιες λέξεις ακόμα, αλλά όχι πολλές, και τα βοηθητικά αντικείμενα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να είναι πιο εύκολη και διασκεδαστική

η διαδικασία, αρκεί να είναι σε ένα επαρκές μέγεθος, όπως η μπάλα, ο κώνος και ο κύβος. Τέλος, διευκολύνθηκε αρκετά, σύμφωνα με τα λεγόμενά του, από τα έντονα χρώματα.

Ο συμμετέχων 2, χρησιμοποίησε περίπου μισή ώρα για την ολοκλήρωση σχεδιασμού των λέξεων και έκρινε πολύ σωστό το μέγεθος στα εκτυπωμένα αντικείμενα, καθώς και τη χρήση της χάρτινης ταινίας για τον χωρικό ορισμό των γραμμάτων αλλά και του ταμπλό. Συμφώνησε ότι η καρέκλα ήταν αρκετά μικρή, επομένως δυσκολεύτηκε στην ψηλάφηση και θεωρεί ότι μπορεί να προστεθούν μέχρι και 3 ή 4 επιπλέον λέξεις, αλλά δεν υπήρξε σίγουρος για το κατά πόσο εξυπηρετεί, μιας και θα πρέπει να μεγαλώσει κατά πολύ το μέγεθος του ταμπλό.

Ο συμμετέχων 3, χρησιμοποίησε περίπου σαράντα λεπτά. Συμφώνησε με τους προηγούμενους στην ορθότητα των μεγεθών και στην αξιοποίηση της χάρτινης ταινίας, ενώ θεωρεί ότι δεν υπάρχει λόγος να προστεθούν επιπλέον λέξεις στο ταμπλό, καθώς θεωρεί ότι θα ανέβει πολύ το επίπεδο δυσκολίας.

Ο συμμετέχων 4, διευκολύνθηκε από τα έντονα χρώματα και το μέγεθος των γραμμάτων καθώς και από τα χάρτινα διαχωριστικά στο ταμπλό. Δυσκολεύτηκε αρκετά στην ψηλάφηση της καρέκλας και του κώνου. Στην πρώτη περίπτωση λόγω μεγέθους, στην δεύτερη λόγω συνδυασμού σχημάτων (κώνος και τετράγωνο στην βάση του).

Όλοι συμφώνησαν στο ότι πρόκειται για ένα παιχνίδι το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί για τον σκοπό που έχει δημιουργηθεί, ωστόσο, κώλυμα προκαλείται στο ότι δεν παρέχεται η δυνατότητα για “παιχνίδι” δύο ή και περισσότερων ατόμων, καθώς απαιτείται να βρίσκεται κάποιος εκεί για να κατευθύνει την διαδικασία. Επιπλέον, στο σύνολο της διαδικασίας παρατηρήθηκε από τους συμμετέχοντες καλή διάθεση και περιέργεια για το ποια λέξη θα ακολουθήσει, πώς μπορούν να συνεχίσουν, ενώ όλοι στο τέλος είχαν την αίσθηση της ικανοποίησης καθώς ολοκλήρωσαν σχετικά εύκολα και χωρίς ιδιαίτερη εξωτερική παρέμβαση κατά την τοποθέτηση και ψηλάφηση.

5.1 Ευκαιρίες & πλεονεκτήματα

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας και σύμφωνα με τα αποτελέσματα, μπορούμε να αναφέρουμε ότι η τρισδιάστατη εκτύπωση προσφέρει πολλά οφέλη και προτάσεις για την εκπαίδευση, την εργασία και την ψυχαγωγία των ατόμων που αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης ή τύφλωση, ενώ παράλληλα προσφέρει τη δυνατότητα σε ανθρώπους που επιθυμούν να εκπαιδευτούν και να εκπαιδεύσουν άτομα στον τομέα του κώδικα Braille, να εξασκηθούν και να μάθουν παίζοντας.

Με το Λεξοπαιχνίδι Αφής οι συμμετέχοντες κατάφεραν να αφιερώσουν χρόνο σε μια αρκετά διαδεδομένη και συνηθισμένη ασχολία των ατόμων που δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης, το σταυρόλεξο.

Επιπλέον, εκπαιδευόμενοι στον κώδικα Braille έχουν την ευκαιρία να χρησιμοποιήσουν μια εναλλακτική μέθοδο μάθησης και εξάσκησης, ώστε να κατακτήσουν τον μαθησιακό τους στόχο.

5.2 Δυσκολίες & περιορισμοί

Ξεκινώντας από το αρχικό στάδιο επεξεργασίας και σχεδιασμού, περιορισμός παρουσιάστηκε στον αριθμό των αντικειμένων που μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν, καθώς, δεδομένου ότι απαιτείται να ασχοληθεί το άτομο μόνο του σε έναν βαθμό, βασικό μέλημα υπήρξε να μην δυσκολευτούν οι συμμετέχοντες καθ' όλη την διαδικασία της έρευνας.

Βασικό περιορισμό αποτελεί επίσης το γεγονός ότι ο αριθμός των λέξεων δεν επιτρέπει, σε αυτό το στάδιο της έρευνας, να συμμετέχει επιπλέον παίκτης με αποτέλεσμα οι συμμετέχοντες να δρουν μόνοι τους καθ' όλη την διάρκεια του παιχνιδιού.

Δεν γίνεται να μην αναφερθεί ο σημαντικότερος περιορισμός που συναντήσαμε, ο οποίος σχετίζεται με την καθοδήγηση. Οι συμμετέχοντες χρειάζονται τις οδηγίες για να μπορέσουν να ολοκληρώσουν το επιτραπέζιο σταυρόλεξο, οι οποίες, ωστόσο δεν είναι σε τυπωμένο υλικό για να μπορέσουν να λειτουργήσουν αυτόνομα, αλλά

δίνονται από τον ερευνητή προφορικά. Ο λόγος που δεν τυπώθηκαν οι οδηγίες είναι λόγω των σελίδων που αυτές θα απαιτούσαν, δεδομένου ότι ο κώδικας Braille απαιτεί χωρητικότητα, καθώς και για λόγους κόστους.

Το κόστος υπήρξε ακόμα μια δυσκολία που έπρεπε να αντιμετωπιστεί στην διαδικασία της έρευνας. Αρχικός στόχος υπήρξε η εκτύπωση όλων των γραμμάτων από τον κώδικα Braille, όπως επίσης και η διπλή ή τριπλή εκτύπωση σε αρκετά γράμματα (όπως το α και το κ) τα οποία χρησιμοποιούνται παραπάνω από μία φορά, ωστόσο αυτό θα αύξανε αρκετά το συνολικό κόστος. Για τον ίδιο λόγο και το ταμπλό δημιουργήθηκε με διαφορετικά υλικά και δεν εκτυπώθηκε τρισδιάστατα.

Κατά την διάρκεια της διαδικασίας της παρατήρησης του παιχνιδιού, όλοι οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι δυσκολεύτηκαν στην ψηλάφηση της καρέκλας, καθότι ήταν εκτυπωμένη σε μικρότερο μέγεθος συγκριτικά με τα υπόλοιπα σχέδια, επομένως αδυνατούσαν να αντιληφθούν με την ίδια ευκολία περί τίνος πρόκειται και έπαιρνε περισσότερο χρόνο.

Τέλος, έγινε αναφορά στην εξοικείωση των ατόμων με την χρήση του κώδικα, καθώς εάν δεν υπάρχει η απαραίτητη καθημερινή τριβή, προκαλείται σχετική δυσκολία στην επαναφορά των γραμμάτων στην μνήμη των ατόμων, με αποτέλεσμα να υπάρχει χρονική καθυστέρηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συζήτηση

Στην παρούσα έρευνα έγινε προσπάθεια καταγραφής της αξιοποίησης του κλάδου της τρισδιάστατης εκτύπωσης ως αποτέλεσμα της γενικότερης εξέλιξης το τομέα της τεχνολογίας, των ερευνών που σχετίζονται με την αξιοποίηση αυτής στην εκπαίδευση γενικότερα, αλλά κυρίως στην ειδική εκπαίδευση και σταθήκαμε στις έρευνες που έχουν εκπονηθεί και αφορούν στην χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην εκπαίδευση ατόμων που αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης.

Ως συνέχεια των παραπάνω, προχωρήσαμε στην δική μας πρόταση αξιοποίησης της 3D σχεδίασης και εκτύπωσης, με την οποία σχεδιάστηκε ένα επιτραπέζιο σταυρόλεξο για όσους αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης ή τύφλωση, αλλά και για όσους επιθυμούν να εκπαιδευτούν και να εξασκηθούν στον κώδικα γραφής και ανάγνωσης Braille.

Βάσει της καταγραφής των δεδομένων κατά την διάρκεια της παρατήρησης, καταλήγουμε ότι δόθηκαν απαντήσεις σε όλα τα ερευνητικά ερωτήματα από την εν λόγω ερευνητική πρόταση, ενώ δεν γίνεται να μην αναφερθεί ότι μπορούν να διορθωθούν στοιχεία που μπορούν να εξελίσσουν την διαδικασία, ώστε να ευνοηθεί η λειτουργία και η έμπνευση πάνω σε ανάλογες πρακτικές που αφορούν ένα τόσο ιδιαίτερο θέμα, όπως η εκπαίδευση ατόμων με ειδικές ανάγκες.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Quan H., Zhang T., Hu H., Luo S., Nie J., Zhu X. (2019), “Photo-curing 3D printing technique and its challenges”, *KeAi, Bioactive Materials* 5 <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2019.12.003>
2. Shahrubudin N., Lee, T. C., & Ramlan, R. (2019) “An overview on 3D Printing technology technological, materials and applications”, Elsevier, 2nd International Conference on Sustainable Materials Processing and Manufacturing, *Procedia Manufacturing* 35, 1286–1296
3. Ventola, C. L. (2014). “Medical applications for 3D printing: current and projected uses”, *Pharmacy and Therapeutics*, 39(10), 704.
4. Norman, J., Madurawe, R. D., Moore, C. M., Khan, M. A., & Khairuzzaman, A. (2017). “A new chapter in pharmaceutical manufacturing: 3D-printed drug products”, *Advanced drug delivery reviews*, 108, 39-50, <https://doi.org/10.1016/j.addr.2016.03.001>.
5. Liu, Z., Zhang, M., Bhandari, B., & Wang, Y. (2017). “3D printing: Printing precision and application in food sector”, *Trends in Food Science & Technology*, 69, 83-94, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.018>
6. Wang, Y. C., Chen, T., & Yeh, Y. L. (2019). “Advanced 3D printing technologies for the aircraft industry: a fuzzy systematic approach for assessing the critical factors”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 105(10), 4059-4069, <https://doi.org/10.1007/s00170-018-1927-8>
7. Joshi, S. C., & Sheikh, A. A. (2015). “3D printing in aerospace and its long-term sustainability”, *Virtual and Physical Prototyping*, 10(4), 175-185, <https://doi.org/10.1080/17452759.2015.1111519> .
8. Snyder, T. J., Andrews, M., Weislogel, M., Moeck, P., Stone-Sundberg, J., Birkes, D, Paige Hoffert M., Lindeman A., Morrill J., Fercak O., Friedman S., Gunderson J., Ha A., McCollister J., Chen Y., Geile J., Wollman A., Attari B., Botnen N., Vuppuluri V., Shim J., Kaminsky W., Adams D., Graft J., (2014), “3D Systems ’ Technology Overview and New Applications in Manufacturing, Engineering, Science, and Education” , *3D printing and additive manufacturing* MARY ANN LIEBERT, INC., VOL. 1 NO. 3, (2014) DOI: 10.1089/3dp.2014.1502

9. Gokhare, V. G., Raut, D. N., & Shinde, D. K. (2017) “A Review paper on 3D-Printing Aspects and Various Processes Used in the 3D-Printing”, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, ISSN: 2278-0181 IJERTV6IS060409, Vol. 6 Issue 06
10. Pinger, C. W., Geiger, M. K., & Spence, D. M. (2019) “Applications of 3D-Printing for Improving Chemistry Education”, *Journal of chemical education*, 97(1), 112-117 <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00588>
11. Assante, D., Cennamo, G. M., & Placidi, L. (2020, April). “3D Printing in Education: an European perspective”. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1133-1138). IEEE.
12. Banjanin, B., Pál, M., Dimovski, V., Adamović, S., & Lilić, A. (2020). “3D Printing in the Education of Graphic Engineering and Design Students”, *International Symposium on Graphic Engineering and Design* (pp. 457-468). <https://doi.org/10.24867/GRID-2020-p51>
13. Neumüller, M., Reichinger, A., Rist, F., & Kern, C. (2014). “3D printing for cultural heritage: Preservation, accessibility, research and education”. In *3D research challenges in cultural heritage* (pp. 119-134). Springer, Berlin, Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-44630-0_9
14. Ford, S., & Minshall, T. (2019). “Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education”. *Additive Manufacturing*, 25, 131-150. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028>
15. Horowitz, S. S., & Schultz, P. H. (2014). “Printing space: Using 3D printing of digital terrain models in geosciences education and research”, *Journal of Geoscience Education*, 62(1), 138-145, <https://doi.org/10.5408/13-031.1>.
16. Buehler, E., Kane, S. K., & Hurst, A. (2014, October). “ABC and 3D: opportunities and obstacles to 3D printing in special education environments”, *Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility* (pp. 107-114). <http://dx.doi.org/10.1145/2661334.2661365>
17. Ford, S., & Minshall, T. (2016) “3D printing in education: a literature review”, Published in *Additive Manufacturing & ResearchGate*,
18. Plemmons, A. (2014). “Building a culture of creation”, *Teacher Librarian*, 41(5), 12.

19. Szulżyk-Cieplak, J., Duda, A., & Sidor, B. (2014), “3D PRINTERS – NEW POSSIBILITIES IN EDUCATION”, *Advances in Science and Technology Research Journal* Volume 8, No. 24, pages 96–101, DOI: 10.12913/22998624/575
20. Grant, C. A., MacFadden, B. J., Antonenko, P., & Perez, V. J. (2016) “3-D FOSSILS FOR K–12 EDUCATION: A CASE EXAMPLE USING THE GIANT EXTINCT SHARK CARCHAROCLES MEGALODON”, *The Paleontological Society Papers*, 22, , p. 197–209, doi: 10.1017/scs.2017.15
21. Arvanitidi, E., Drosos, C., Theocharis, E., & Papoutsidakis, M. (2019). “3D Printing and Education”, *International Journal of Computer Applications*, 177(24).
22. Erdem, R. (2017). “Students with special educational needs and assistive technologies: A literature review”, *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 16(1), 128-146.
23. Hersh, M. A. (2008). “Assistive technology for visually impaired and blind people” (Vol. 1). M. A. Johnson (Ed.). London: Springer, <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-867-8>
24. Lancioni, G. E., Sigafos, J., O’Reilly, M. F., & Singh, N. N. (2013). “Defining assistive technology and the target populations”, *Assistive Technology* (pp. 1-9). Springer, New York, NY, DOI: 10.1007/978-1-4614-4229-5_1
25. Winter, E., & O’Raw, P. (2010). “Literature review of the principles and practices relating to inclusive education for children with special educational needs”, *National Council for Special Education. Trim, Northern Ireland*.
26. Makino, M., Suzuki, K., Takamatsu, K., Shiratori, A., Saito, A., Sakai, K., & Furukawa, H. (2018), “3D printing of police whistles for STEM education”, *Microsystem Technologies*, 24(1), 745-748, DOI 10.1007/s00542-017-3393-x.
27. Παπαλεξανδρή Χ. (Ιούνιος 2016), “Προβλήματα όρασης και η υποστηρικτική τεχνολογία”, 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης Ε.Κ.Π.Α., Τόμ. 2016, Αρ.2, doi: 10.12681/edusc.997
28. Κατσούλης Φ. (2014), “Εισαγωγή στην Εκπαίδευση των μαθητών με μερική ή ολική απώλεια όρασης”
29. Κακανά Δ., Μπότσογλου Κ., Χανιωτάκης Ν., Καβαλάρη Ε., (2006), “Η αξιολόγηση στην εκπαίδευση: Παιδαγωγική και Διδακτική Διάσταση”, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: Εκδόσεις Αφών Κυριακίδη ΑΕ

30. Παντελιάδου Σ., Αργυρόπουλος Β. (Σεπτέμβριος 2011) “Ειδική αγωγή: Από την έρευνα στην διδακτική πράξη”, Εκδόσεις Πεδίο
31. Torres I. & Corn A. L. (2014) – μετάφρ. Αργυρώ Ράπτου “Το Παιδί με Προβλήματα Όρασης στη Σχολική Τάξη”, Πανελλήνια Ένωση Αμφιβληστροειδοπαθών
32. Στασινός Δ., (2020) “Η ειδική συμπεριληπτική εκπαίδευση 2027”, Εκδόσεις ΠΑΠΑΖΗΣΗ
33. Παπαλεξόπουλος Π. Φ., Βαβουγιός Δ., Αργυρόπουλος Β., (2005) “Προϋποθέσεις και δυνατότητες συνεκπαίδευσης παιδιών με ή και χωρίς προβλήματα όρασης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών”, Εκδόσεις ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ
34. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ειδικής Αγωγής, (2007) “Η ειδική αγωγή στην κοινωνία της γνώσης”, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΡΗΓΟΡΗ
35. Witowski, J. S. (2016). “3D-printed anatomical models for tactile teaching visually-impaired students”.
36. Götzemann, T. (2016, October). “LucentMaps: 3D printed audiovisual tactile maps for blind and visually impaired people”, *Proceedings of the 18th international ACM Sigaccess conference on computers and accessibility* (pp. 81-90).
37. Shi, L., Lawson, H., Zhang, Z., & Azenkot, S. (2019, May). “Designing interactive 3D printed models with teachers of the visually impaired”, *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-14).
38. Michalik, N., & Fryazinov, O. (2016, May). “Low-budget 3D printed haptic navigation aids for the visually impaired”, *Proceedings of the Eurographics Workshop on Graphics for Digital Fabrication* (pp. 23-29), <http://dx.doi.org/10.2312/gdf.20161075>
39. Junthong N., Netpradit S., Boonlue S. (2020) “The Designation of Geometry Teaching Tools for Visually-Impaired Students Using Plastic Geoboards Created by 3D Printing”, *The new educational review*, p.87-102, DOI: 10.15804/tner.2020.59.1.07
40. Mcvay, M. R. (2014). “*Building a mathematics laboratory for tactile learners using a 3d printer*” (Doctoral dissertation).

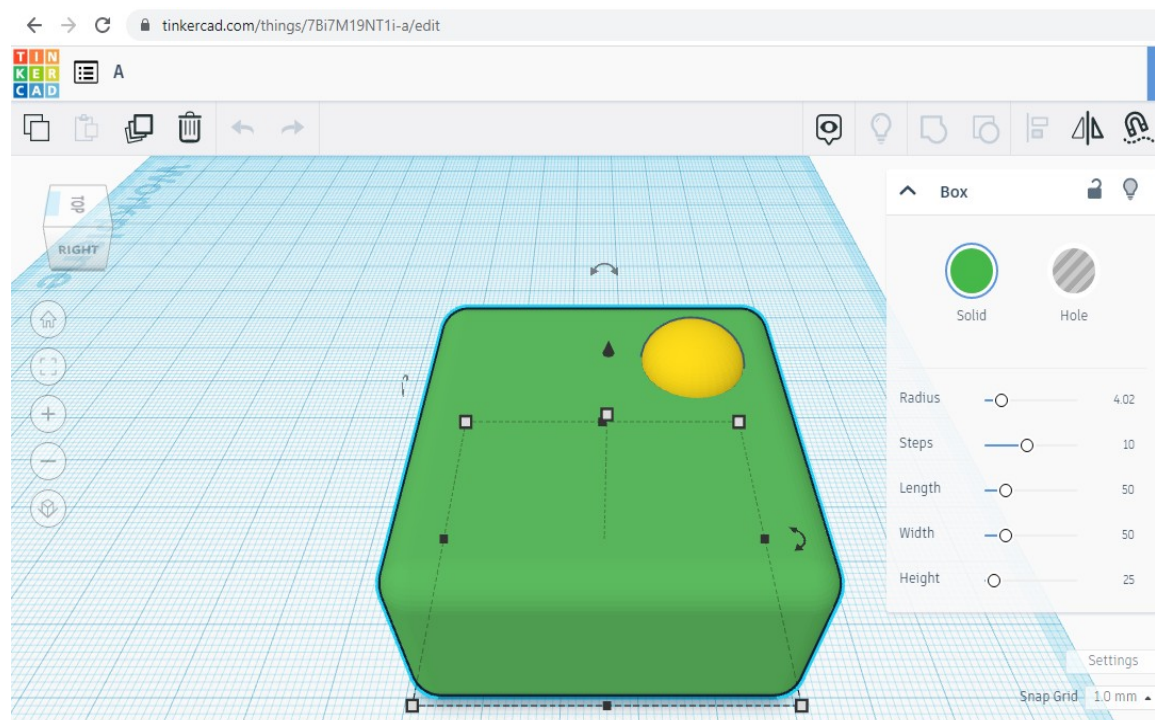
41. Shanta A. K. (January 2022), “3D Printing technology for visually impaired patients – A review”, Doctoral dissertation, Brac University
42. Al-Rajhi, N., Al-Abdulkarim, A., Al-Khalifa, H. S., & Al-Otaibi, H. M. (2015, July). “Making linear equations accessible for visually impaired students using 3D printing”, *2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 432-433). IEEE, DOI 10.1109/ICALT.2015.46
43. Anđić, B., Lavicza, Z., Ulbrich, E., Cvjetičanin, S., Petrović, F., & Maričić, M. (2022). “Contribution of 3D modelling and printing to learning in primary schools: a case study with visually impaired students from an inclusive Biology classroom”, *Journal of Biological Education*, 1-17. DOI: 10.1080/00219266.2022.2118352
44. Plessis, A., Els, J., le Roux, S., Tshibalanganda, M., & Pretorius, T. (2020). “Data for 3D printing enlarged museum specimens for the visually impaired”. *Gigabyte*, 2020, 1-7, DOI: 10.46471/gigabyte.3
45. Karastoyanov, D., Stoimenov, N., & Gyoshev, S. (2019). “Innovative Approach for 3D Presentation of Plane Culturally-Historical Objects by Tactile Plates for Disadvantaged Users (low-sighted or visually impaired)”, *MATEC Web of Conferences* (Vol. 292, p. 03004). EDP Sciences, <https://doi.org/10.1051/mateconf/20192920>
46. Jaksic, N. I. (2014, June). “New Inexpensive 3-D Printers Open Doors to Novel Experiential Learning Practices in Engineering Education”, *2014 ASEE Annual Conference & Exposition* (pp. 24-932).
47. Nunes, S., & Lomônaco, J. F. B. (2010). “O aluno cego: preconceitos e potencialidades”. *Psicologia Escolar e Educacional*, 14, 55-64, <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-85572010000100006>.
48. Huang, T. C., & Lin, C. Y. (2017). “From 3D modeling to 3D printing: Development of a differentiated spatial ability teaching model”. *Telematics and Informatics*, 34(2), 604-613, <https://doi.org/10.1016/j.tele.2016.10.005>
49. Saponara, S., & De Gloria, A. (2019). “*Applications in Electronics Pervading Industry, Environment and Society*”. Springer International Publishing, p. 80-89.

50. Chen, Y. H., & Chang, P. L. (2018, April). "3D printing assisted in art education: Study on the effectiveness of visually impaired students in space learning", *2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI)* (pp. 803-806). IEEE, DOI: [10.1109/ICASI.2018.8394384](https://doi.org/10.1109/ICASI.2018.8394384)
51. Braille Authority of North America. (2010), "Guidelines and standards for tactile graphics", <http://brailleauthority.org/tg/web-manual/>
52. Smith, D. W., Lampley, S. A., Dolan, B., Williams, G., Schleppenbach, D., & Blair, M. (2020). "Effect of 3D Manipulatives on Students with Visual Impairments Who Are Learning Chemistry Constructs: A Pilot Study", *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 114(5), 370-381, <https://doi.org/10.1177/014548>
53. Stangl, A., Hsu, C. L., & Yeh, T. (2015, October). "Transcribing across the senses: community efforts to create 3D printable accessible tactile pictures for young children with visual impairments", *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility* (pp. 127-137), <https://doi.org/10.1145/2700648.2809854>
54. Stangl, A., Kim, J., & Yeh, T. (2014, June). "3D printed tactile picture books for children with visual impairments: a design probe", *Proceedings of the 2014 conference on Interaction design and children* (pp. 321-324), <https://doi.org/10.1145/2593968.2610482>.
55. Wonjin, J., Jang, H. I., Harianto, R. A., So, J. H., Lee, H., Lee, H. J., & Moon, M. W. (2016). "Introduction of 3D printing technology in the classroom for visually impaired students", *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 110(2), 115-121, <https://doi.org/10.1177/0145482X1611000205>.
56. Holloway, L., Marriott, K., & Butler, M. (2018, April). "Accessible maps for the blind: Comparing 3D printed models with tactile graphics", *Proceedings of the 2018 chi conference on human factors in computing systems* (pp. 1-13), <https://doi.org/10.1145/3173574.3173772>.
57. Cohen, L., & Manion, L. (1994). "Research Methods in Education". Αθήνα: Μεταίχμιο. <https://doi.org/10.4324/9780203224342>

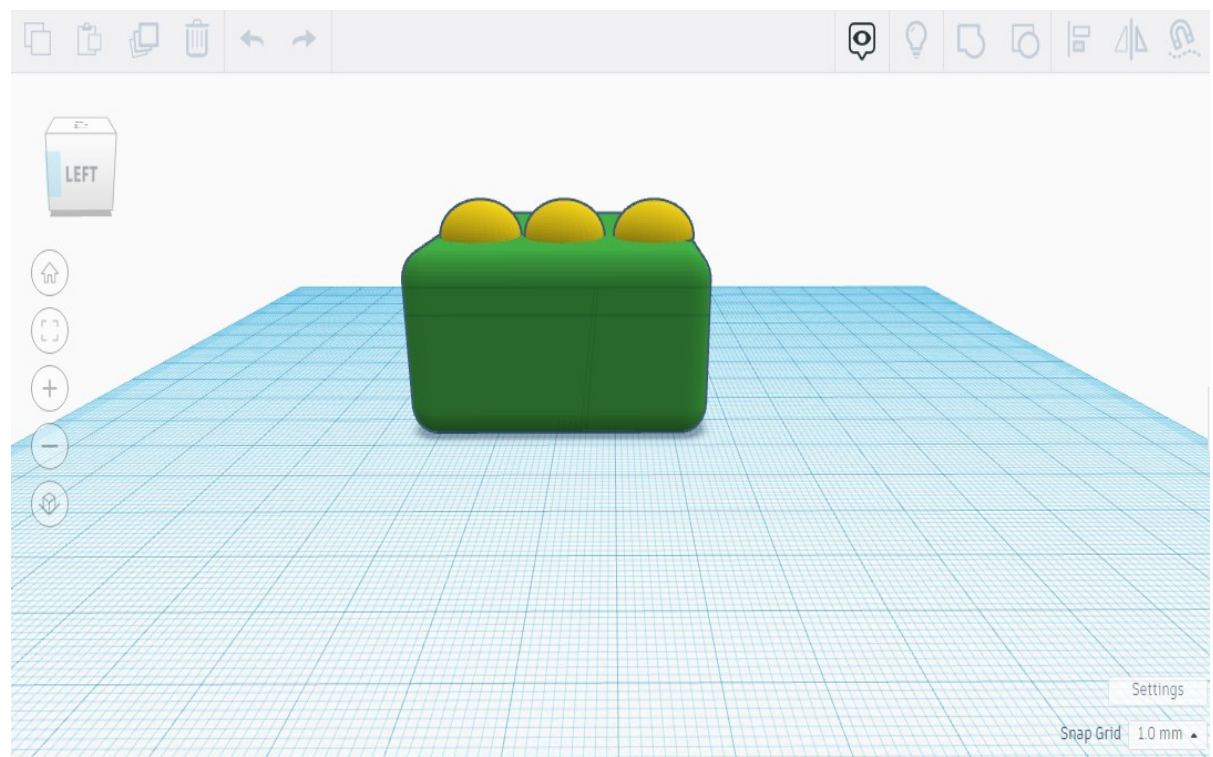
58. <https://www.diavgia.eu/content/188/10-pragmata-poy-aksizei-na-gnorizete-gia-ton-kodika-mpraig->

59. <https://iepx.iep.edu.gr/static/PDF/braille/%CE%95%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%AF%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%20%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD%20%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CE%B3%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AE%20Braille-%CE%A3%CF%85%CE%BD%CE%BF%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%83%CE%B7.pdf>

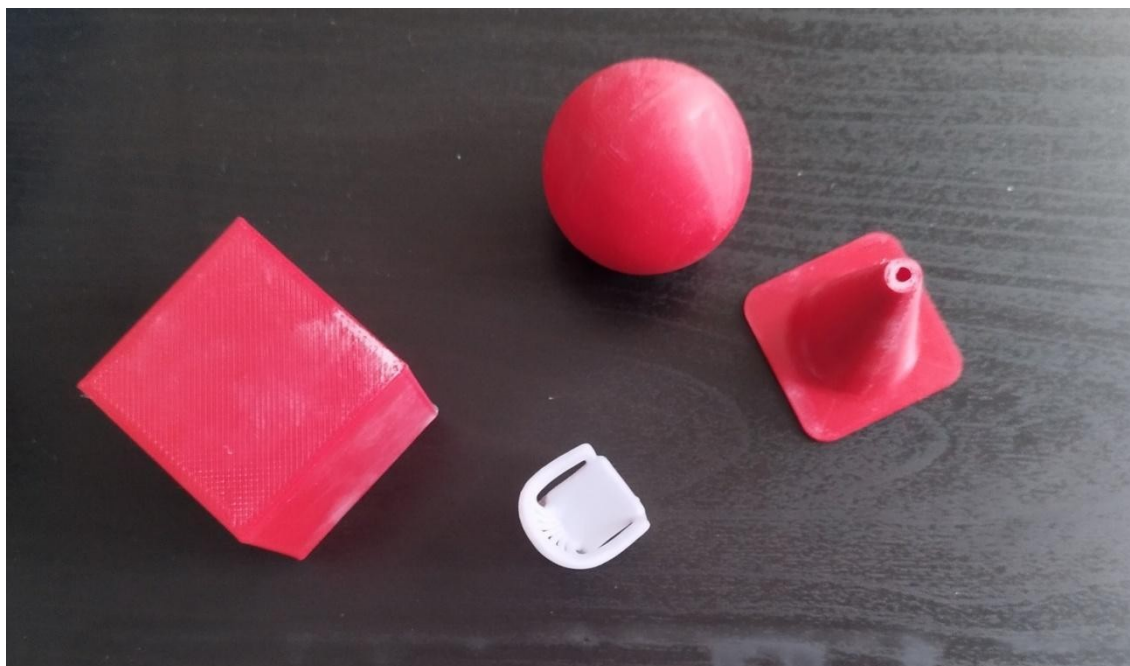
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



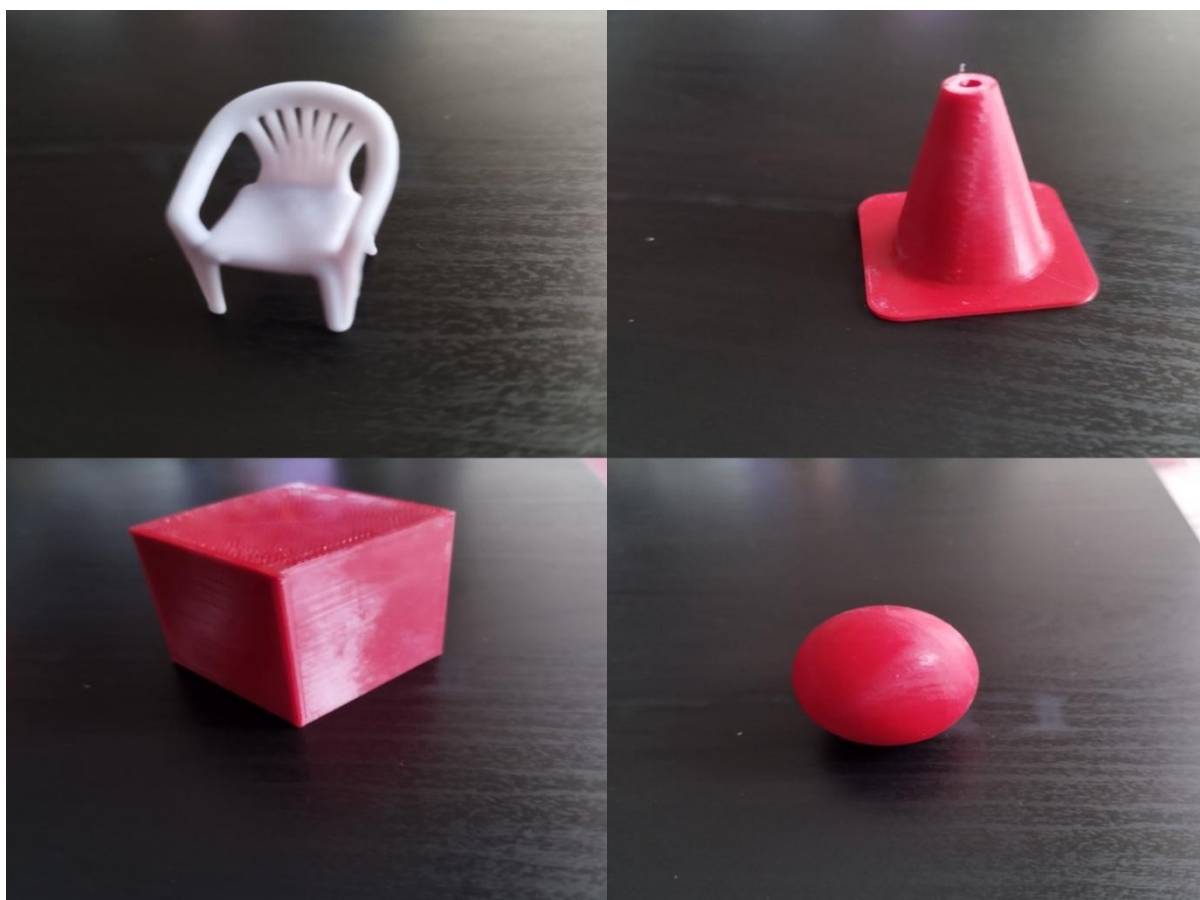
Εικόνα 1: παράδειγμα τρισδιάστατης σχεδίασης στην πλατφόρμα tinkercad



Εικόνα 2. Παράδειγμα τρισδιάστατης σχεδίασης στην πλατφόρμα tinkercad



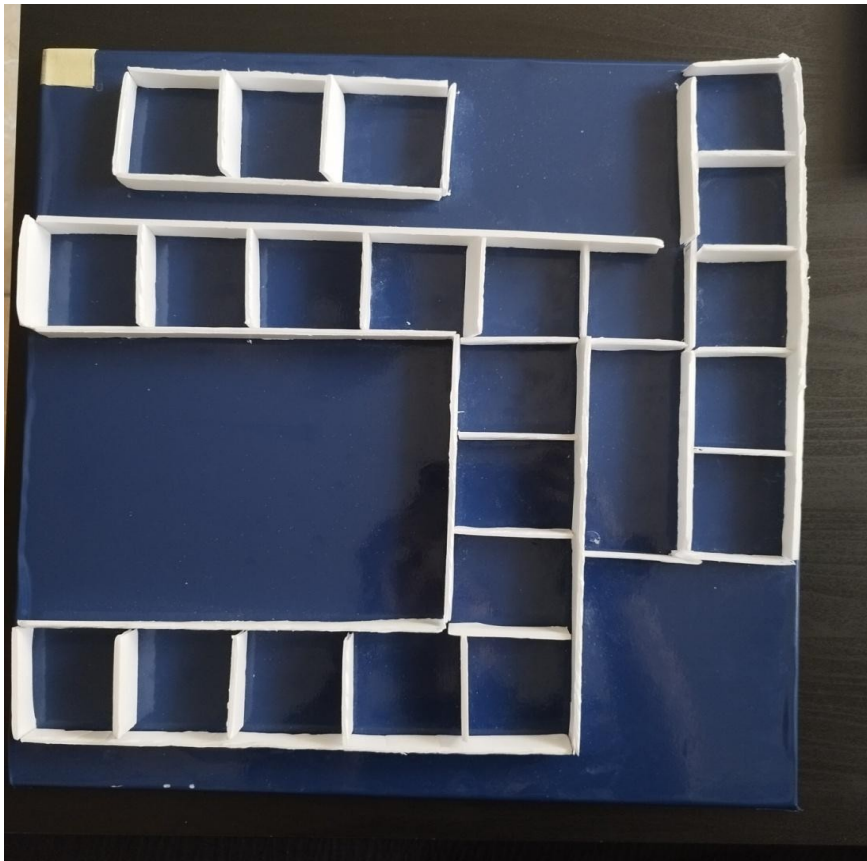
Εικόνα 3: αντικείμενα για ψηλάφηση



Εικόνα 4. Αντικείμενα για ψηλάφηση



Εικόνα 5. Κώδικας Braille σε τρισδιάστατα εκτυπωμένα σχέδια



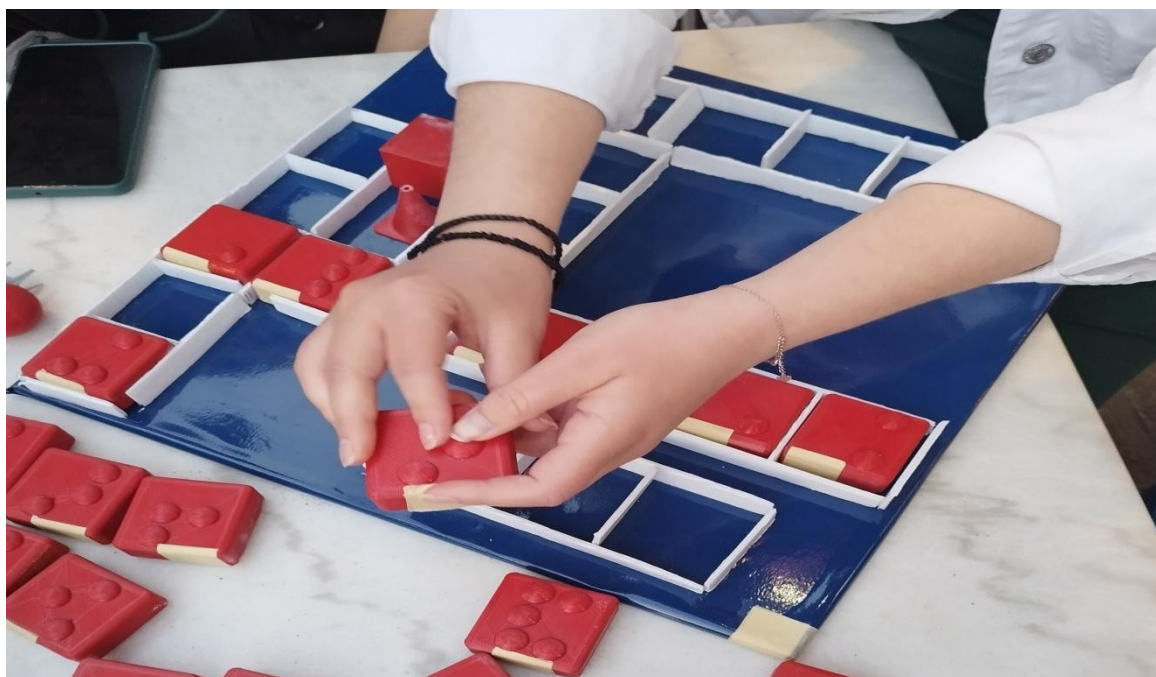
Εικόνα 6. Το ταμπλό



Εικόνα 7. Παρατήρηση συμμετέχοντος 1 κατά την τοποθέτηση των σχεδίων



Εικόνα 8. Παρατήρηση συμμετέχοντος 1



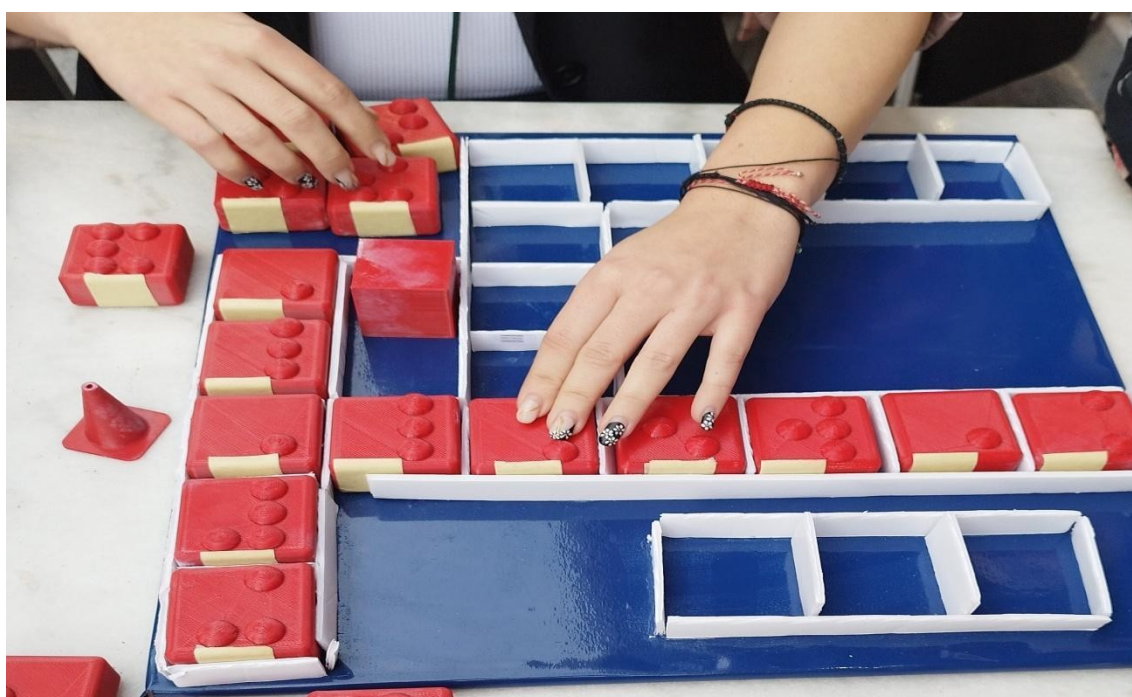
Εικόνα 9. Παρατήρηση συμμετέχοντος 1 κατά την ψηλάφηση των κουκίδων



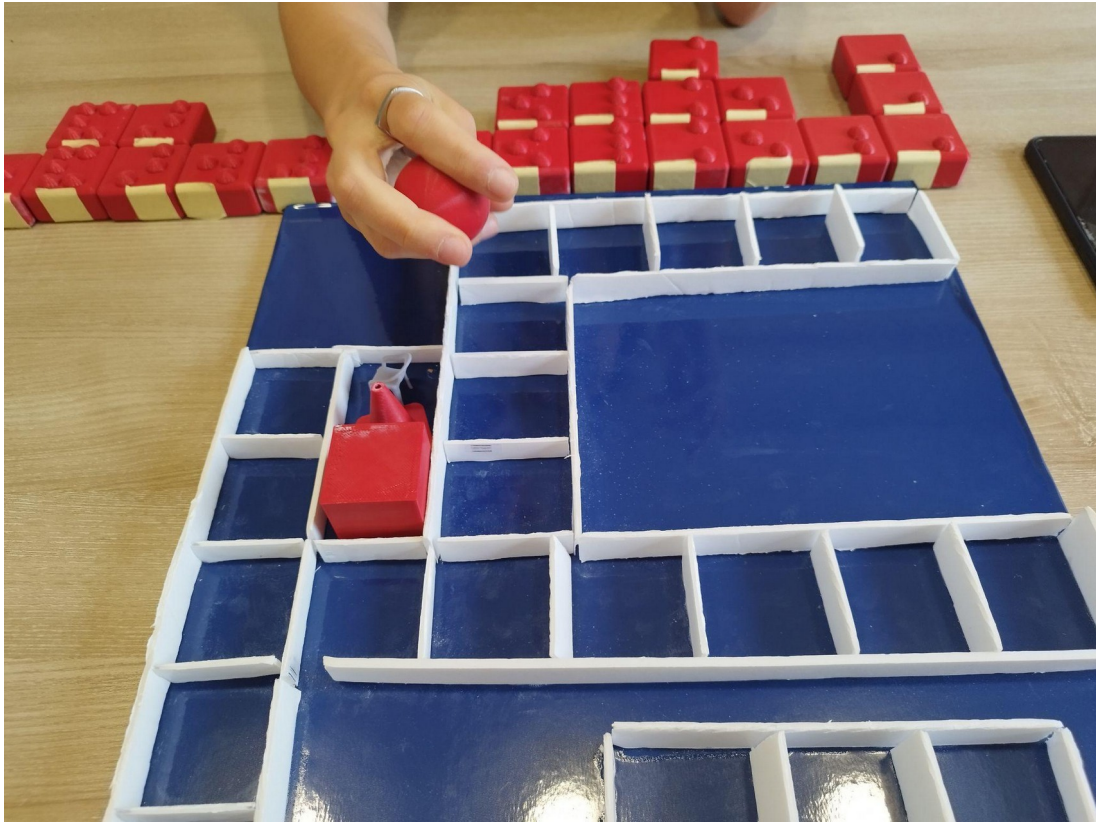
Εικόνα 10. Παρατήρηση συμμετέχοντος 2 κατά την ψηλάφηση των κουκίδων



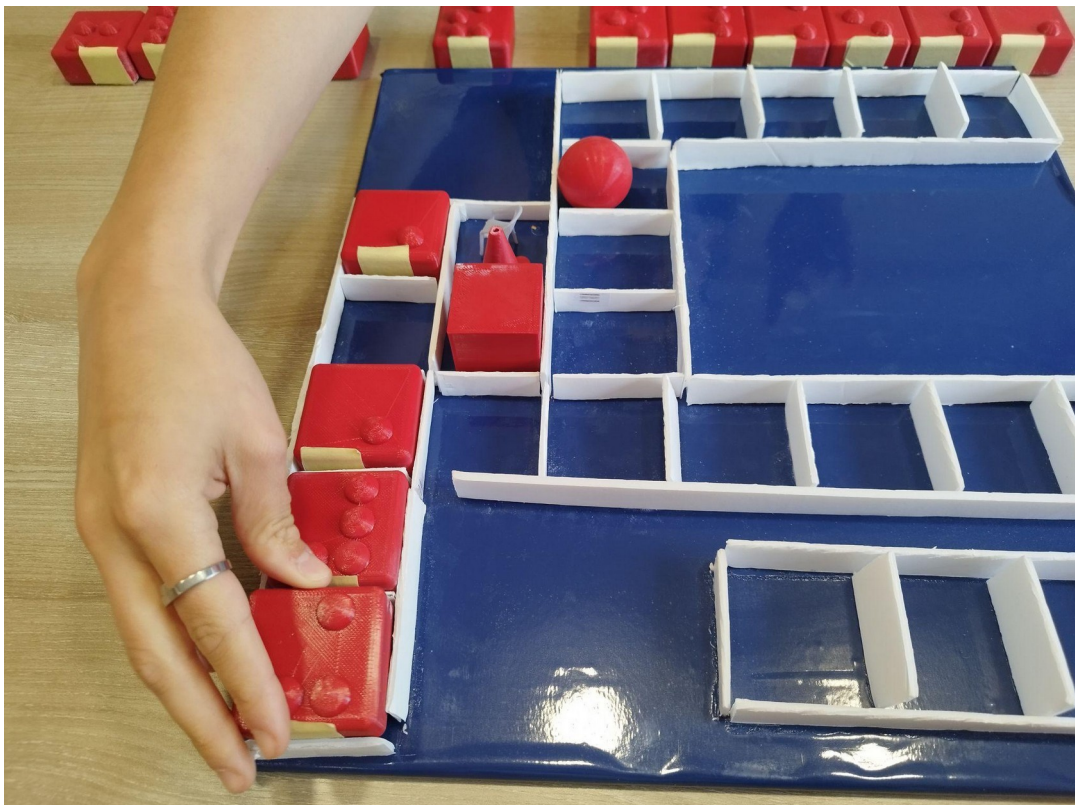
Εικόνα 11. Συμμετέχων 2: ψηλάφηση για εντοπισμό σωστού γράμματος



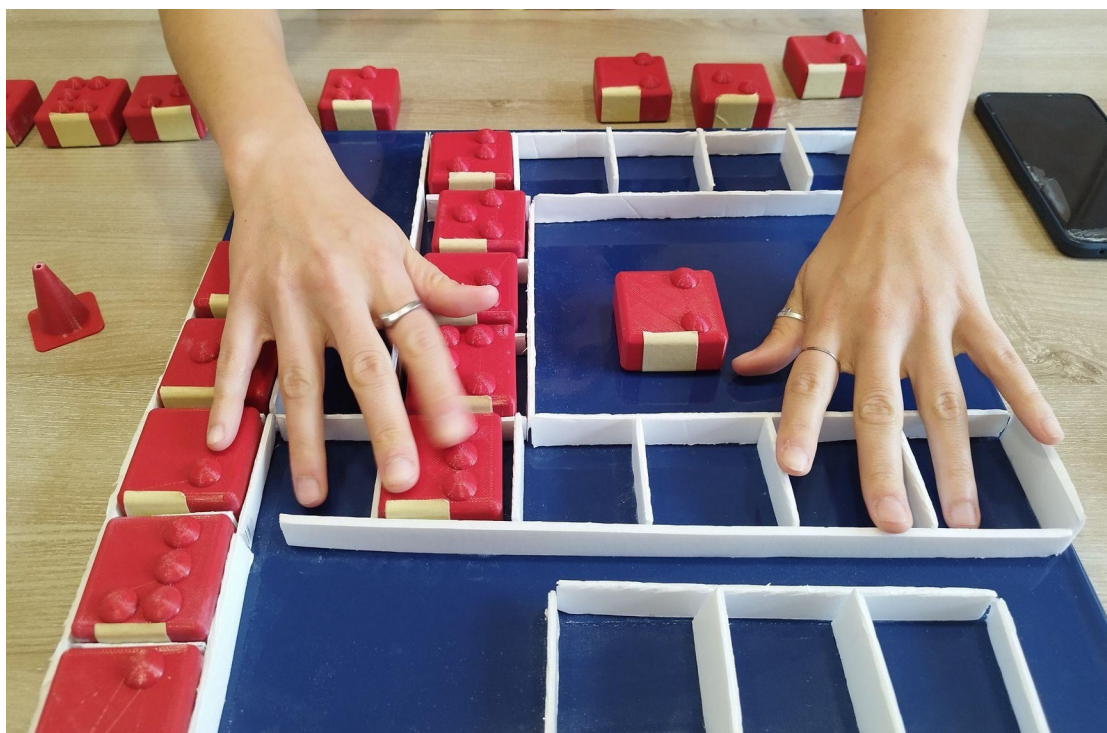
Εικόνα 12. Συμμετέχων 2: τοποθέτηση αντικειμένων στο ταμπλό



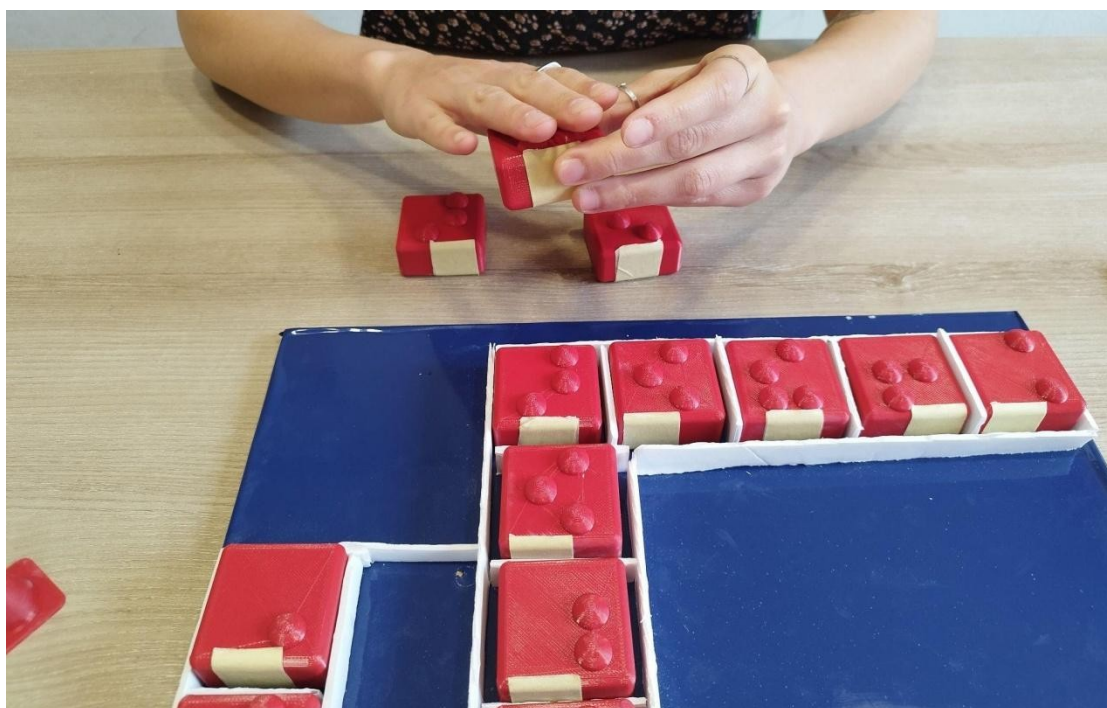
Εικόνα 13. Συμμετέχων 3: ψηλάφηση αντικειμένου (μπάλα)



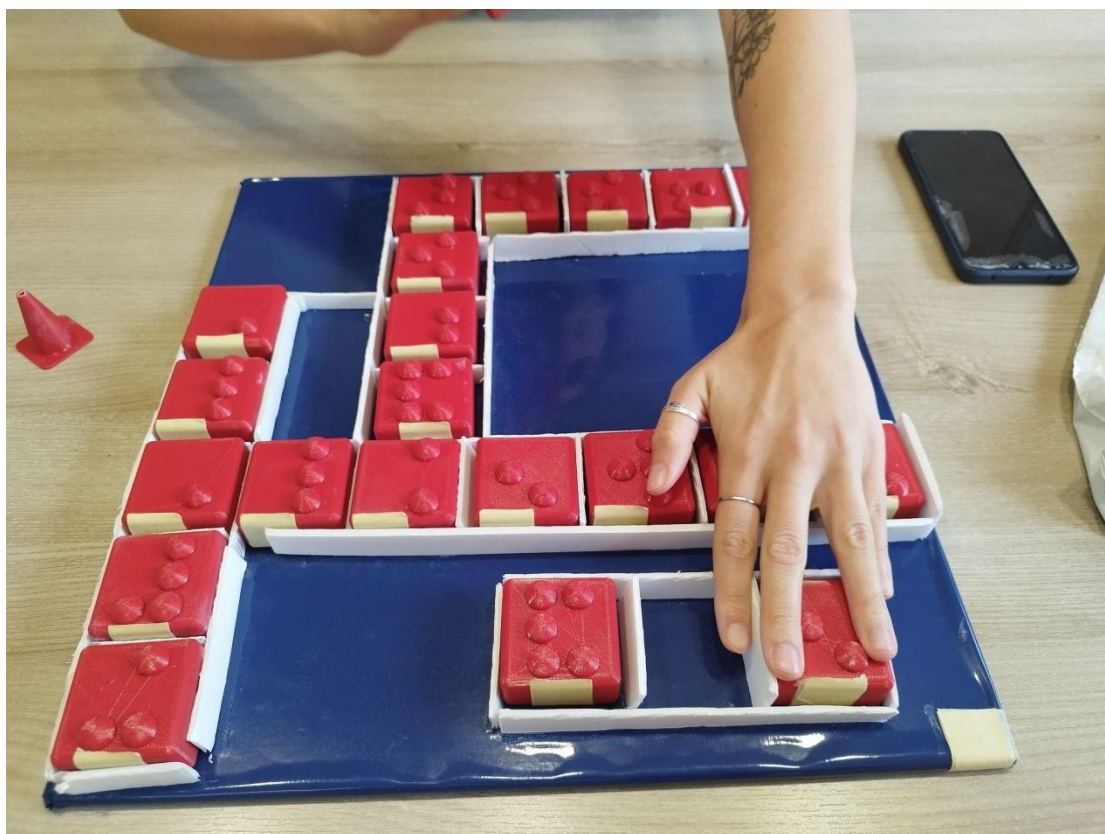
Εικόνα 14. Συμμετέχω 3: τοποθέτηση αντικειμένου στο ταμπλό



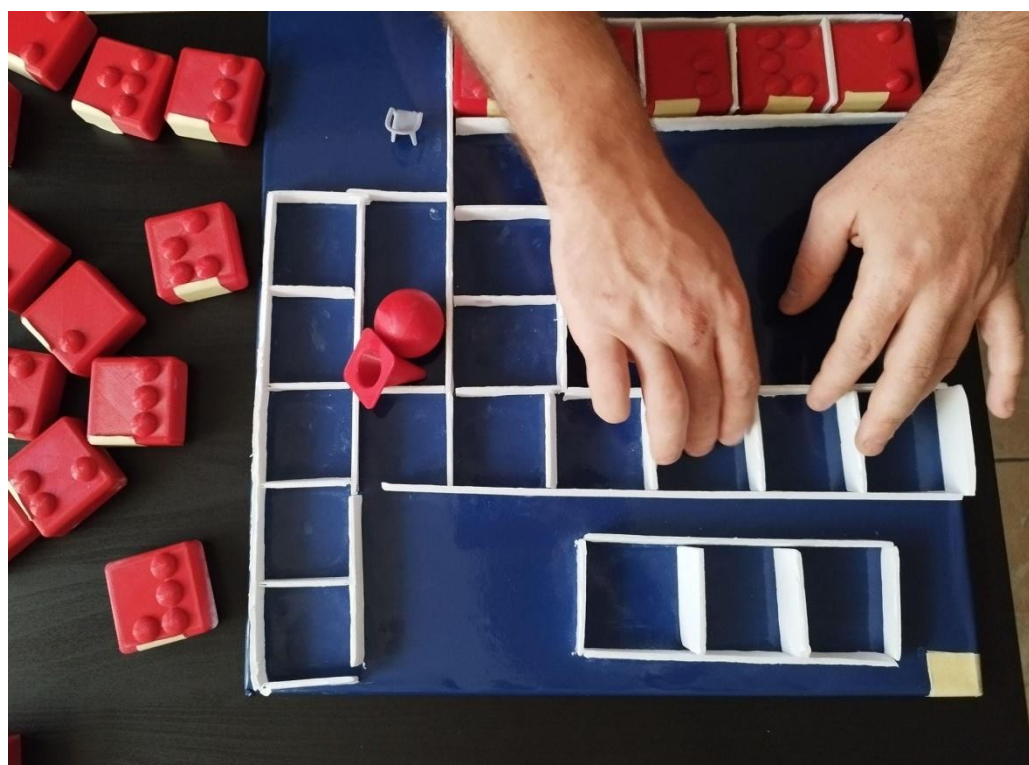
Εικόνα 15. Συμμετέχων 3: εντοπισμός κενών για τοποθέτηση γραμμάτων



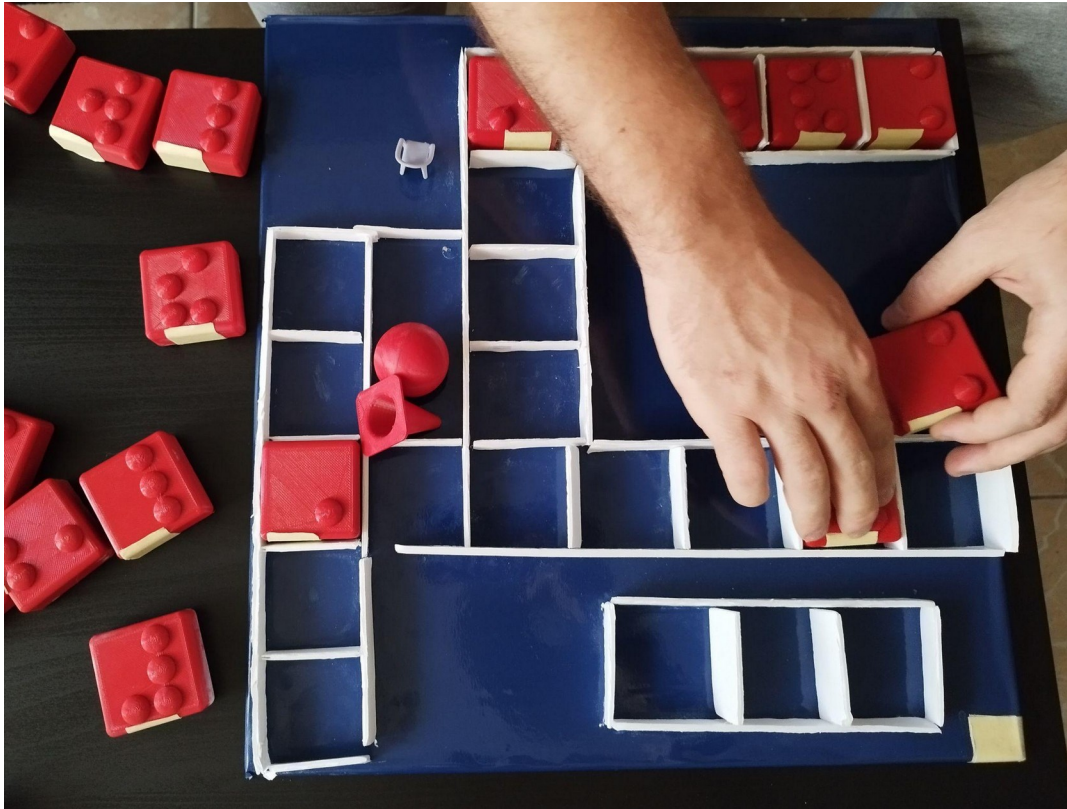
Εικόνα 16. Συμμετέχων 3: ψηλάφηση γραμμάτων



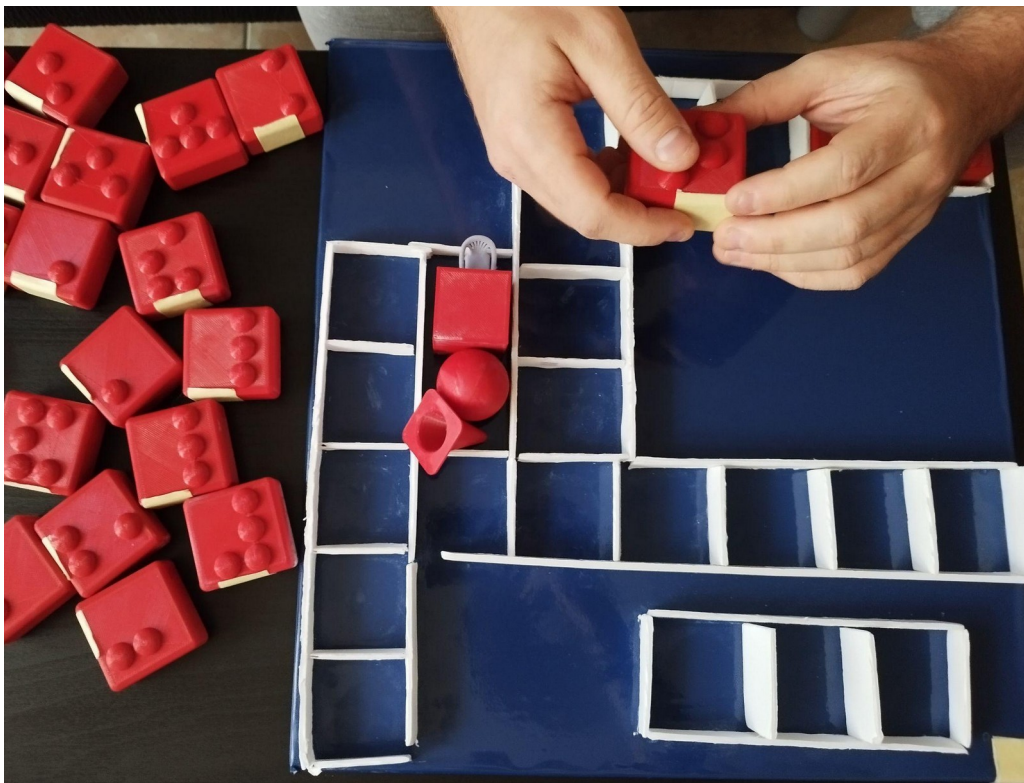
Εικόνα 17. Συμμετέχων 3: διαδικασία εντοπισμού σημείου τοποθέτησης γράμματος



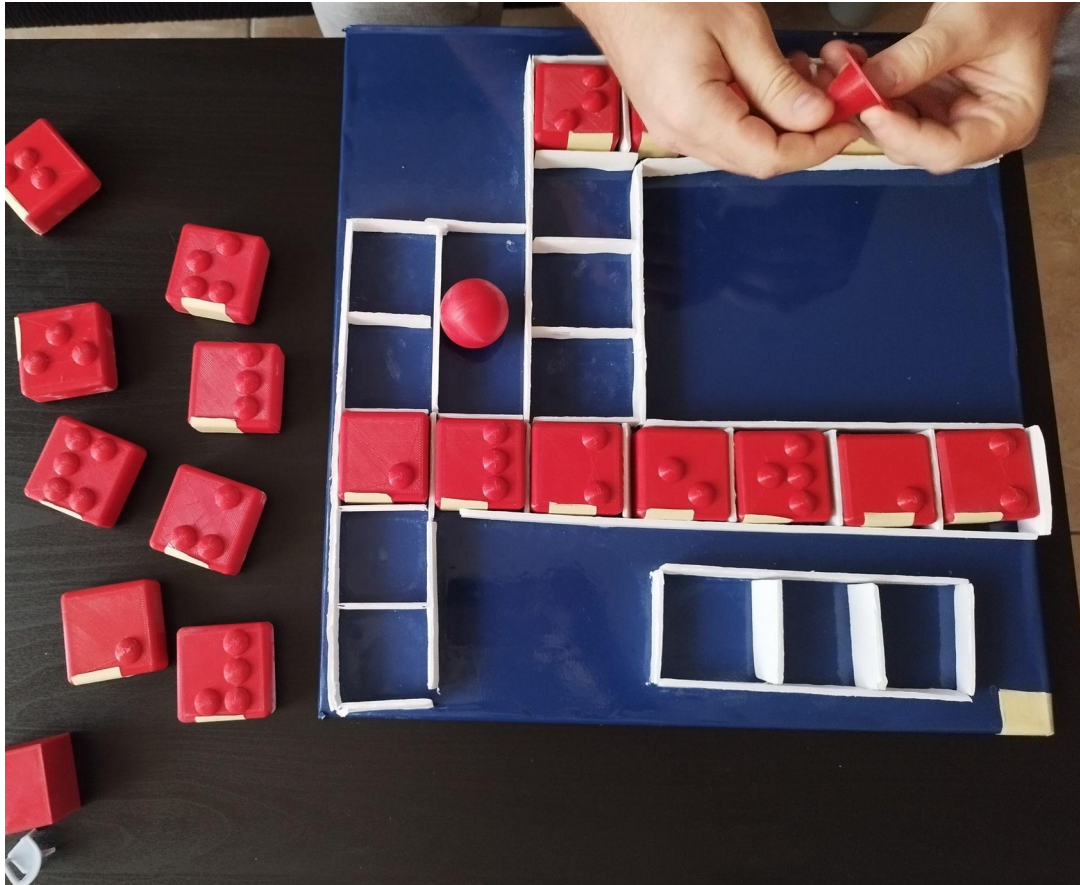
Εικόνα 18. Συμμετέχων 4: εξερεύνηση ταμπλό για τοποθέτηση γραμμάτων



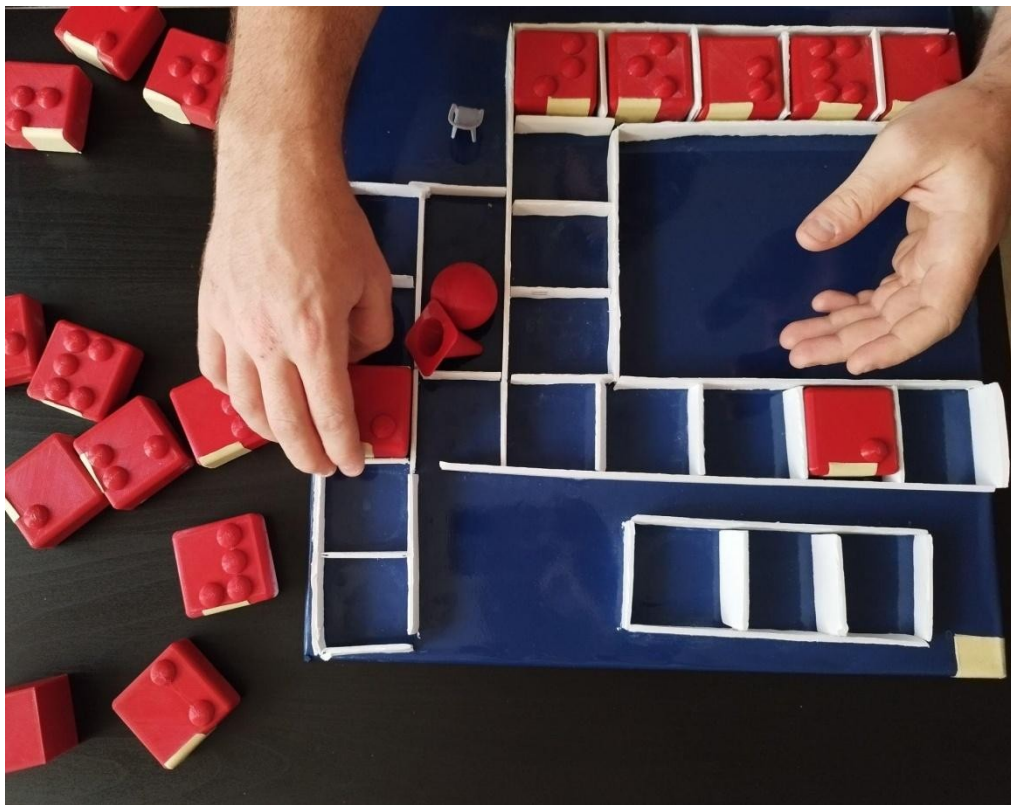
Εικόνα 19. Συμμετέχων 4: Τοποθέτηση τρισδιάστατων γραμμάτων στο ταμπλό



Εικόνα 20. Συμμετέχων 4: ψηλάφηση αντικειμένων



Εικόνα 21. Συμμετέχων 4: ψηλάφηση αντικειμένου (κόνος)



Εικόνα 22. Συμμετέχων 4: τοποθέτηση γραμμάτων στο ταμπλό