



Με συγχρηματοδότηση από το
πρόγραμμα «Erasmus+»
της Ευρωπαϊκής Ένωσης

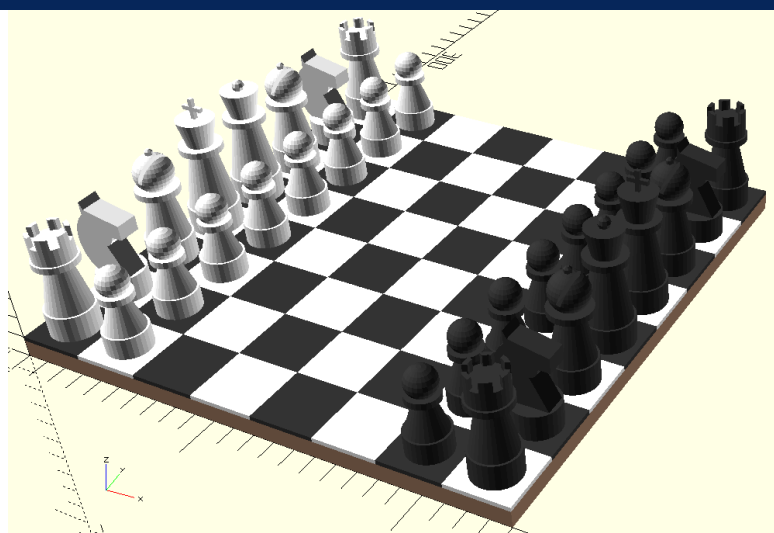
Είμαστε στο διαδίκτυο!

Επισκεφθείτε μας στο:

<https://makers-project.eu>

ΟΔΗΓΟΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟ ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ



Άδεια Creative Commons - Αναφορά
Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση -
Παρόμοια Διανομή CC BY-NC-SA



Έτος δημοσίευσης: 2023

Συντάκτρια: **Gergana Cisarova-
Dimitrova**

Μεταφραστής: **Νεκτάριος Μουμουτζής**



MAKER SCHOOLS
3D Design for Education

Έργο “MAKER SCHOOLS: Enhancing Student Creativity and STEM Engagement by Integrating 3D Design and Programming into Secondary School Learning” (Agreement no. 2020-1-BG01-KA201-079274)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εκπαιδευτικές τεχνολογίες στα σχολεία.....	3
Οφέλη από την εισαγωγή της τεχνολογίας 3D στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση	4
Δεξιότητες που οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν μέσω της τεχνολογίας 3D	5
Προκλήσεις με τη χρήση 3D τεχνολογίας στην τάξη	7
Πότε να χρησιμοποιήσετε τριδιάστατη εκτύπωση για τη μάθηση	9
Προετοιμάζοντας την τάξη για την ενσωμάτωση της τεχνολογίας 3D	10
Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις κατάλληλες για ενσωμάτωση τριδιάστατης τεχνολογίας	11
Αξιολόγηση και ανατροφοδότηση εκπαιδευτών σε δραστηριότητες μάθησης με βάση την τριδιάστατη τεχνολογία	13
Πρακτικές τεχνικές κατάλληλες για δραστηριότητες μάθησης με βάση την τριδιάστατη τεχνολογία	15
Αναφορές και πρόσθετοι πόροι	22
Αναφορές	22
Πρόσθετοι πόροι	22



Εκπαιδευτικές τεχνολογίες στα σχολεία

Η νέα γενιά έχει μεγαλώσει με ψηφιακές συσκευές και είναι άνετη με μια ποικιλία καινοτόμων και συνεχώς μεταβαλλόμενων τεχνολογιών. Αυτή η πρώιμη έκθεση στις νέες τεχνολογίες επηρεάζει πολλές πτυχές της ζωής των μαθητών, συμπεριλαμβανομένου του τρόπου με τον οποίο μαθαίνουν. Η ζήτηση των μαθητών για τεχνολογικές καινοτομίες στα σχολεία, σε συνδυασμό με την τεχνολογική πρόοδο και το χαμηλότερο κόστος εξοπλισμού, δίνουν τη δυνατότητα σε έναν αυξανόμενο αριθμό σχολείων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να αποκτήσουν τριδιάστατους εκτυπωτές.

Ενόψει αυτής της αλλαγής, είναι φυσικό να αναρωτιόμαστε τι σημαίνει αυτό για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Ο τριδιάστατος σχεδιασμός και εκτύπωση είναι ένα ουσιαστικό μέρος του STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics – Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική, Τέχνες και Μαθηματικά). Η γενική συναίνεση είναι ότι παρέχει ευκαιρίες για δημιουργικότητα και μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να ξεπεράσουν την αντίληψη ότι το STEM είναι αδιάφορο, ανεπιθύμητο και δύσκολο. Οι τριδιάστατοι εκτυπωτές και το λογισμικό τριδιάστατης μοντελοποίησης μπορούν να δημιουργήσουν μια πιο ανοιχτή και επικεντρωμένη στον μαθητή μαθησιακή εμπειρία. Ωστόσο, έρχονται πάντα με επιφυλάξεις και δημιουργούν νέες προκλήσεις καθώς απαιτούν λιγότερο συμβατικές προσεγγίσεις διδασκαλίας και μάθησης.

Οι εκπαιδευτικοί τείνουν να έχουν μια περίπλοκη σχέση με την τεχνολογία στα σχολεία. Ορισμένοι αξιοποιούν την αφθονία εύκολα προσβάσιμων διαδικτυακών μαθησιακών πόρων και τείνουν να υιοθετούν από νωρίς την τεχνολογία, τα νέα εργαλεία και τις πλατφόρμες, θεωρώντας τα ως μια ευκαιρία να εμπλέξουν τους μαθητές με νέους τρόπους μάθησης. Αυτοί οι εκπαιδευτικοί είναι συνήθως άνετοι να πειραματίζονται με νέα εργαλεία και είναι ενθουσιασμένοι με τις δυνατότητες της τεχνολογίας για την ενίσχυση της μάθησης των μαθητών.

Άλλοι εκπαιδευτικοί, ωστόσο, διστάζουν να υιοθετήσουν τις νέες τεχνολογίες, είτε επειδή δεν είναι σίγουροι για τη δική τους ικανότητα να τις χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά είτε επειδή είναι επιφυλακτικοί σχετικά με τα οφέλη της τεχνολογίας στην τάξη. Μπορεί να θεωρούν την τεχνολογία ως αντιπερισπασμό, ως υποκατάστατο της δημιουργικότητας, της κριτικής σκέψης και της εις βάθος ανάλυσης, ή ως μια περιττή επένδυση χρόνου και χρήματος.

Ανεξάρτητα από τη στάση τους απέναντι στην τεχνολογία, είναι σημαντικό για τους εκπαιδευτικούς να είναι ενημερωμένοι σχετικά με τις τελευταίες εξελίξεις στις εκπαιδευτικές τεχνολογίες και να είναι πρόθυμοι να εξερευνήσουν νέα εργαλεία και πλατφόρμες, κατά περίπτωση. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να διασφαλίσουν ότι οι μαθητές τους είναι προετοιμασμένοι για τις απαιτήσεις ενός ταχέως μεταβαλλόμενου ψηφιακού τοπίου και είναι εξοπλισμένοι με τις δεξιότητες που χρειάζονται για να επιτύχουν στον 21ο αιώνα. Παρά τις αναπόφευκτες αντιπαραθέσεις γύρω από τις εκπαιδευτικές τεχνολογίες, πιστεύουμε ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν πάντα κίνητρο να κάνουν τη διδασκαλία τους πιο αποτελεσματική, να ενισχύσουν την μαθησιακή εμπειρία των μαθητών τους και να αντιμετωπίσουν σημαντικές δεξιότητες στον πραγματικό κόσμο. Αν η τεχνολογία 3D μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη αυτών των στόχων χωρίς να διαταράξει δραστικά τη διαδικασία μάθησης, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί θα την αγκαλιάσουν. Ως εκ τούτου, στη συνέχεια επιδιώκουμε να εξετάσουμε τόσο τα οφέλη από τη χρήση της τεχνολογίας 3D στα σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης όσο και τις πιθανές προκλήσεις που συνεπάγεται. Σε αυτή τη βάση θα συζητήσουμε και θα προτείνουμε εναλλακτικές μεθόδους και τεχνικές διδασκαλίας και μάθησης που μπορούν να εγγυηθούν την αποτελεσματική επαφή των μαθητών με την τεχνολογία 3D.



Οφέλη από την εισαγωγή της τεχνολογίας 3D στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Οι ειδικοί συμφωνούν ότι υπάρχουν πολλά οφέλη από τη χρήση της τεχνολογίας 3D στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Μερικά από τα πιο αξιοσημείωτα είναι:

- **Βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας:** Η τεχνολογία 3D μπορεί να ενισχύσει τα μαθησιακά περιβάλλοντα παρέχοντας μια πιο ενδιαφέρουσα και διαδραστική εμπειρία που επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα σύνθετες έννοιες και θέματα.
- **Οπτικοποίηση πολύπλοκων εννοιών:** Τα τριδιάστατα μοντέλα μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να απεικονίσουν σύνθετες έννοιες στην επιστήμη, τα μαθηματικά και άλλα θέματα. Για παράδειγμα, ένα τριδιάστατο μοντέλο ενός μορίου μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τη δομή του και πώς αλληλεπιδρά με άλλα μόρια.
- **Αυξημένη εμπλοκή:** Τα 3D μοντέλα είναι διαδραστικά. Μπορούμε να τα χειριστούμε και να τα ελέγξουμε. Όταν χρησιμοποιείται για την κατασκευή πρωτοτύπων, η τριδιάστατη εκτύπωση επιτρέπει στους μαθητές να βλέπουν τις ιδέες τους να γίνονται πραγματικά αντικείμενα. Έτσι, η τεχνολογία 3D μπορεί να κάνει τη μάθηση πιο ενδιαφέρουσα. Επιπλέον, δεδομένου ότι το 3D λογισμικό προσομοίωσης είναι παρόμοιο με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, οι μαθητές είναι πολύ πιθανό να συνεχίσουν να ενδιαφέρονται και να απολαμβάνουν τη διαδικασία μάθησης. Αυτό μπορεί να τους βοηθήσει να παραμείνουν επικεντρωμένοι στο εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη απομνημόνευση πληροφοριών.
- **Ομαλή μετάβαση από τη μάθηση στην πράξη:** Η μάθηση μέσω 3D είναι λιγότερο αφηρημένη και πολύ πιο εφαρμόσιμη στον πραγματικό κόσμο. Επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν πώς λειτουργούν τα πράγματα και να δοκιμάσουν τα τυπωμένα σχέδια. Έτσι, μπορεί να γεφυρώσει τη θεωρία και την πράξη και να παρακινήσει τους μαθητές να σκεφτούν τις πιθανές εφαρμογές αυτών που έχουν μάθει στη θεωρία. Είναι θετικό ότι, μέσω της τριδιάστατης μάθησης, οι πρακτικές διαδικασίες μπορούν να προσομοιωθούν χωρίς ακριβό εξοπλισμό ή πρόσβαση σε φυσικά αντικείμενα που θα μπορούσαν ενδεχομένως να υποστούν βλάβη ή δεν είναι καθόλου προσβάσιμα.
- **Εκδημοκρατισμός του εκπαιδευτικού συστήματος:** Εάν είναι εξοπλισμένα με 3D εκτυπωτές, τα σχολεία δεν χρειάζονται πλέον εξειλιγμένα εργαστήρια όπου οι μαθητές μπορούν να χειριστούν αντικείμενα και δείγματα. Με τριδιάστατα μοντέλα που μπορούν εύκολα να βρεθούν στο διαδίκτυο και να εκτυπωθούν, ακόμη και τα σχολεία με λιγότερους οικονομικούς πόρους μπορούν να διασφαλίσουν την ουσιαστική μάθηση και την πρακτική συμμετοχή των μαθητών τους.
- **Συμβατότητα με ψηφιακά μαθησιακά περιβάλλοντα:** Η τριδιάστατη μοντελοποίηση μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί στην ηλεκτρονική και εξ αποστάσεως εκπαίδευση.
- **Διεπιστημονικότητα:** Η τεχνολογία 3D προωθεί τη διεπιστημονική μάθηση και βοηθά στην διασύνδεση διαφορετικών επιστημονικών κλάδων (π.χ. αν οι μαθητές εργάζονται σε ένα τριδιάστατο σχεδιασμό ενός μορίου, ασχολούνται τόσο με τη Χημεία όσο και με τη Γεωμετρία).
- **Επαγγελματικός προσανατολισμός:** Η τεχνολογία 3D μπορεί να παρακινήσει τους μαθητές με διαφορετικά προφίλ και ικανότητες να ακολουθήσουν μια καριέρα στο STEAM και να τους βοηθήσει να αποκτήσουν την εμπιστοσύνη ότι μπορούν να πετύχουν σε αυτό.



Δεξιότητες που οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν μέσω της τεχνολογίας 3D

Ο τριδιάστατος σχεδιασμός και η εκτύπωση (ειδικά όταν συνδυάζονται με προγραμματισμό) μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν ή να βελτιώσουν ένα φάσμα γνώσεων, δεξιοτήτων και ικανοτήτων που είναι πολύτιμες τόσο σε ακαδημαϊκά όσο και σε επαγγελματικά περιβάλλοντα:

- **Βασικές γνώσεις χρήσης υπολογιστών και μια ποικιλία τεχνικών δεξιοτήτων** στη χρήση λογισμικού τριδιάστατου σχεδιασμού, τη λειτουργία τριδιάστατων εκτυπωτών, και τη συγγραφή κώδικα.
- **Κατανόηση της γεωμετρίας και της άλγεβρας.**
- **Χωρική σκέψη και χωρική νοημοσύνη:** Η τεχνολογία 3D απαιτεί από τους μαθητές να σκέφτονται χωρικά, καθώς δημιουργούν αντικείμενα σε τρεις διαστάσεις. Αυτό μπορεί να τους βοηθήσει να αναπτύξουν δεξιότητες χωρικής λογικής, οι οποίες είναι σημαντικές σε τομείς όπως η μηχανική και η αρχιτεκτονική. Αυτές οι δεξιότητες μπορούν να ενισχύσουν τη συνολική απόδοση των μαθητών στους κλάδους STEM.
- **Κατανόηση και εκμάθηση αφηρημένων εννοιών.**
- **Συνεργασία:** Η εργασία σε έργα 3D σχεδιασμού και εκτύπωσης συχνά περιλαμβάνει συνεργασία, καθώς οι μαθητές συνεργάζονται σε ομάδες. Αυτό μπορεί να αναπτύξει ομαδικές και επικοινωνιακές δεξιότητες.
- **Δημιουργικότητα και επίλυση προβλημάτων:** Ο σχεδιασμός και η εκτύπωση τριδιάστατων αντικειμένων συχνά περιλαμβάνει την επίλυση προβλημάτων και την κριτική σκέψη, καθώς οι μαθητές πρέπει να εντοπίσουν και να ξεπεράσουν σχεδιαστικές προκλήσεις. Η ανάπτυξη τριδιάστατων μοντέλων με κώδικα μπορεί επίσης να είναι μια πολύ δημιουργική διαδικασία.
- **Κατανόηση και δεξιότητες στις διαδικασίες σχεδιασμού:** Οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν την ικανότητά τους να δημιουργούν λειτουργικά σχέδια, καθώς και να εντοπίζουν ανεπαρκώς σχεδιασμένα και μη λειτουργικά προϊόντα ή ηθικά ακατάλληλα σχέδια. Μπορούν να ενισχύσουν την κατανόησή τους για τις αρχές του σχεδιασμού και να ευαισθητοποιηθούν στις απαιτήσεις του σχεδιασμού και της εργονομίας με επίκεντρο τον χρήστη.
- **Προσοχή στη λεπτομέρεια και την ακρίβεια:** Ο σχεδιασμός και η εκτύπωση τριδιάστατων αντικειμένων απαιτεί υψηλό επίπεδο προσοχής στη λεπτομέρεια, καθώς ακόμη και μικρά σφάλματα μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο τελικό προϊόν.
- **Διαχείριση Έργου:** Η ολοκλήρωση έργων τριδιάστατου σχεδιασμού και εκτύπωσης απαιτεί από τους μαθητές να διαχειριστούν αποτελεσματικά το χρόνο και τους πόρους τους. Έτσι, αναπτύσσουν δεξιότητες διαχείρισης έργων που είναι πολύτιμες σε ένα ευρύ φάσμα τομέων.
- **Ετοιμότητα για μελλοντική σταδιοδρομία:** Πολλές βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένης της μηχανικής, της αρχιτεκτονικής και της μεταποίησης, βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην τεχνολογία 3D. Μαθαίνοντας να εργάζονται με την τεχνολογία 3D στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, οι μαθητές μπορούν να προετοιμαστούν για μελλοντική σταδιοδρομία σε αυτούς τους τομείς. Επιπλέον, η γνώση τριδιάστατης μοντελοποίησης μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα των νέων να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά άλλες σύνθετες αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως η εικονική πραγματικότητα, η επαυξημένη πραγματικότητα κ.λπ.. Η διαδικασία της χρήσης τριδιάστατων μοντέλων στην τάξη είναι



παρόμοια ή ταυτόσημη με εκείνη που χρησιμοποιείται από μηχανικούς και σχεδιαστές, και έτσι μπορεί να έχει ισχυρό αντίκτυπο στην απασχολησιμότητα των μαθητών.

- **Οι δεξιότητες επιχειρηματικότητας** μπορούν να αναπτυχθούν ως αποτέλεσμα της καλύτερης κατανόησης των απαιτήσεων σχεδιασμού. Η τεχνολογία 3D μπορεί επίσης να βοηθήσει στη διαδικασία δημιουργίας ιδεών και να ευαισθητοποιήσει τους μελλοντικούς επιχειρηματίες σε καλές πρακτικές στον σχεδιασμό προϊόντων.



Προκλήσεις με τη χρήση 3D τεχνολογίας στην τάξη

Τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές μπορούν να περιμένουν να αντιμετωπίσουν ορισμένες προκλήσεις όταν ξεινούν με την τεχνολογία 3D στην τάξη:

- Η διαδικασία της τριδιάστατης μοντελοποίησης και εκτύπωσης απαιτεί την προηγούμενη εκμάθηση εννοιών και διαδικασιών πριν ξεκινήσει κανείς την πραγματική εργασία για την κατασκευή των τριδιάστατων μοντέλων που επιθυμεί. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλης κατάρτισης κατά τη διάρκεια της οποίας οι μαθητές ή οι εκπαιδευτικοί μαθαίνουν ότι τους χρειάζεται ενώ εργάζονται σε πρακτικά έργα. Επιπλέον, ακόμη και μετά την κατάρτιση, οι εργασίες του επιδιωκόμενου έργου ενδέχεται να απαιτήσουν σημαντικές επενδύσεις χρόνου και προσπάθειας τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους μαθητές. Η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού έτσι ώστε το προϊόν να είναι λειτουργικό και εκτυπώσιμο, πριν και μετά την επεξεργασία, ο έλεγχος σφαλμάτων και τα ζητήματα υλικού (hardware) και συντήρησης είναι μερικές από τις πιο αξιοσημείωτες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι χρήστες της τεχνολογίας 3D.
- Η τριδιάστατη μοντελοποίηση και εκτύπωση μπορεί να είναι αποκαρδιωτική και εκνευριστική, ή μπορεί απλά να αποδειχθεί ότι είναι πάρα πολύ **χρονοβόρα** για τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς. Ο τριδιάστατος σχεδιασμός και η εκτύπωση εξακολουθούν να είναι μια σχετικά αργή διαδικασία, ακόμη και για μικρά αντικείμενα. Για μεγάλα αντικείμενα, η διαδικασία εκτύπωσης από μόνη της μπορεί να διαρκέσει μερικές ώρες, ανάλογα με το γέμισμα, το μοντέλο του εκτυπωτή και την ταχύτητα εκτύπωσης. Είναι χρήσιμο να έχετε κατά νου ότι η τριδιάστατη μοντελοποίηση και εκτύπωση συνήθως περιλαμβάνουν πολλές δοκιμές και διόρθωση σφαλμάτων καθώς συχνά είναι απαραίτητο να γίνουν αλλαγές στο μοντέλο και να επαναληφθεί η διαδικασία εκτύπωσης μερικές φορές μέχρι το αποτέλεσμα να είναι ικανοποιητικό. Επιπλέον, οι φθηνοί τριδιάστατοι εκτυπωτές που απευθύνονται στο ευρύ κοινό βρίσκονται σε σχετικά πρώιμα στάδια ανάπτυξης και συχνά παρατηρούνται δυσλειτουργίες που μπορεί να οδηγήσουν σε αποτυχημένες εκτυπώσεις.
- Η τεχνολογία **ανατρέπει τις παραδοσιακές διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης**. Για τους εκπαιδευτικούς και τους εκπαιδευμένους που αισθάνονται πιο άνετα με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, όπως διαλέξεις, ομαδικές συζητήσεις, εγχειρίδια και φύλλα εργασίας, εργασίες και δοκιμές, η εκμάθηση της 3D τεχνολογίας πιθανότατα δεν θα είναι εύκολη. Μερικοί εκπαιδευτικοί μπορεί να δυσκολεύονται με τη νέα τεχνολογία και να αισθάνονται ότι τους προσθέτει φόρτο εργασίας τους και καθιστά τη δουλειά τους πιο δύσκολη.
- Η τριδιάστατη μοντελοποίηση και εκτύπωση **αμφισβητεί την παραδοσιακή δυναμική ισχύος στην τάξη**. Λόγω της εξοικείωσης και της άνεσης των μαθητών με σύνθετες τεχνολογίες, ο εκπαιδευτικός δεν θα είναι απαραίτητα ο ειδικός και ο μαθητής δεν θα είναι απαραίτητα ο αρχάριος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μαθητές μπορεί να είναι πιο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία ή μπορεί να μάθουν να χρησιμοποιούν το λογισμικό γρηγορότερα από τους εκπαιδευτικούς. Πριν εντάξουν τις 3D εφαρμογές στη διδασκαλία τους, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι προετοιμασμένοι για μια πιο ισότιμη σχέση με τους μαθητές τους και δεν θα πρέπει να ανησυχούν ότι η εξουσία τους μπορεί να υπονομευθεί εάν οι μαθητές αποδειχθεί ότι γνωρίζουν περισσότερο από εκείνους.
- Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές συχνά δυσκολεύονται να **χρησιμοποιήσουν το τριδιάστατο λογισμικό μοντελοποίησης**, για διάφορους λόγους. Μερικοί μπορεί να το θεωρούν πολύ απλό για τα σύνθετα σχέδια τους (π.χ. στις Τέχνες ή στα μαθήματα Ιστορίας), άλλοι μπορεί να δυσκολεύονται να βρουν πώς να κάνουν τα σχέδιά τους



εκτυπώσιμα, ενώ άλλοι μπορεί απλά να δυσκολεύονται να κατανοήσουν τη λειτουργία της διεπαφής χρήστη. Είναι συχνά απαραίτητο να έχετε έναν δάσκαλο ή έναν τεχνικό να συνεργαστεί απευθείας με τους μαθητές για να τους βοηθήσει να τροποποιήσουν τα σχέδιά τους για να εξασφαλίσουν ότι είναι σωστά δομημένα. Εναλλακτικά, οι μαθητές που είναι εξοικειωμένοι με την τριδιάστατη μοντελοποίηση μπορούν να αναλάβουν ένα ενεργό ρόλο βοηθώντας και υποστηρίζοντας τους συμμαθητές τους κατά τη διάρκεια του τριδιάστατου σχεδιασμού. Εάν οι μαθητές εμφανίζονται απογοητευμένοι, μπορεί να είναι απαραίτητο να τους δοθεί υποστήριξη για να τους βοηθήσει να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν το λογισμικό μοντελοποίησης. Παρά την αφοσίωση του εκπαιδευτικού ή των μαθητών-βοηθών, οι μαθητές μπορεί να χρειαστούν πρόσθετη εκπαίδευση ή χρόνο για να παίξουν με το λογισμικό και να διαβάσουν τα βοηθήματα (tutorials) πριν αρχίσουν να εργάζονται στο δικό τους έργο. Για τους μαθητές χωρίς ισχυρή ικανότητα STEM ή σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται περισσότερη δημιουργικότητα, οι εκπαιδευτικοί μπορεί να εξετάσουν το ενδεχόμενο δημιουργίας ενός makerspace χαμηλής τεχνολογίας πρώτα, όπου οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν φυσικά αντικείμενα για να αναπαραστήσουν τα σχέδιά τους πριν χρησιμοποιήσουν το λογισμικό μοντελοποίησης 3D.

- Μπορεί να είναι **δύσκολο να εμπλέκουμε συνεχώς τους μαθητές σε ένα έργο μακράς διάρκειας**. Τα έργα 3D που βασίζονται στην τεχνολογία δεν είναι πολύ κατάλληλα για σύντομες ασκήσεις. Από τη θετική πλευρά, τα μεγαλύτερα έργα δίνουν στους μαθητές την ευκαιρία να αναπτύξουν υπευθυνότητα και περισσότερες δεξιότητες και τους διδάσκουν πώς να διαχειρίζονται το χρόνο τους, πώς να επικοινωνούν με τους άλλους, πώς να συνεργάζονται και πώς να ερευνούν και να μαθαίνουν αυτόνομα.
- Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές **μπορεί αρχικά να δυσκολευτούν να φανταστούν αποτελεσματικούς τρόπους χρήσης τριδιάστατων εκτυπωμένων αντικειμένων στη διαδικασία μάθησης**. Συνακόλουθα, για να καλλιεργηθεί η ιδέα της χρήσης της τεχνολογίας 3D στα σχολεία και να παρακινήθούν περαιτέρω έρευνες και προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση χρειάζεται ευαισθητοποίηση, ανταλλαγή ορθών πρακτικών και ιδεών ή ακόμη ειδικές ασκήσεις καταιγισμού ιδεών. Αυτό συχνά απαιτεί επιπλέον χρόνο και την αφοσίωση εκ μέρους ενός βασικού πυρήνα ανθρώπων που αποτελείται από εκπαιδευτικούς εμπειρογνώμονες, και άλλους επαγγελματίες της εκπαίδευσης.
- Το λογισμικό τριδιάστατης μοντελοποίησης δίνει τη δυνατότητα για ευκολότερο διαδραστικό σχεδιασμό, αλλά μπορεί επίσης να **περιορίσει τη δημιουργική σκέψη εάν χρησιμοποιηθεί υπερβολικά**.



Πότε να χρησιμοποιήσετε τριδιάστατη εκτύπωση για τη μάθηση

Κατά κανόνα, εάν ένας εκπαιδευτικός θεωρεί ότι θα ήταν χρήσιμο να χρησιμοποιήσει φωτογραφίες, σχήματα, διαγράμματα, ήχο ή βίντεο στη διαδικασία διδασκαλίας, τότε οι μαθητές θα μπορούσαν ενδεχομένως να επωφεληθούν και από τη χρήση τριδιάστατων μοντέλων. Το τριδιάστατο μοντέλο θα ενισχύσει την ικανότητα των μαθητών να αντιλαμβάνονται και να κατανοούν τις έννοιες και να κατανοούν το θέμα που πραγματεύεται η διδασκαλία. Εάν το σχολείο διαθέτει την απαραίτητη τεχνολογία, ο πειραματισμός με τριδιάστατα μοντέλα πιθανότατα θα βελτιώσει τη διαδικασία μάθησης και θα εκτιμηθεί από τους μαθητές.

Πριν προχωρήσουν σε διδακτικές καινοτομίες μέσω τεχνολογίας 3D, τα σχολεία πρέπει να διασφαλίσουν ότι πληρούνται κάποιες βασικές προϋποθέσεις. Όπως και στις περισσότερες προσπάθειες ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στα σχολεία, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να έχουν υποστήριξη ή προηγούμενη κατάρτιση για τη χρήση 3D εκτυπωτών πριν ξεκινήσουν να χρησιμοποιούν τη τριδιάστατη μοντελοποίηση στα μαθήματά τους. Η εν λόγω υποστήριξη και κατάρτιση μπορεί να αντιμετωπίσει πολλές από τις προκλήσεις που αναφέραμε. Για να δοθούν κίνητρα στους εκπαιδευτικούς, πρέπει να τεθούν σε εφαρμογή κίνητρα για την επιβράβευση των καινοτόμων ιδεών και προσεγγίσεων τους και των πρόσθετων προσπαθειών τους για επαγγελματική εξέλιξη. Για να είναι αποτελεσματική η τριδιάστατη μάθηση, μπορεί να είναι σκόπιμο για τους εκπαιδευτικούς σε συγκεκριμένους κλάδους να συνεργάζονται με τεχνικούς εμπειρογνώμονες ή άλλους εκπαιδευτικούς που είναι πιο σίγουροι για τη χρήση της τεχνολογίας 3D. Η εξεύρεση τρόπων για να καταστεί δυνατή και να διευκολυνθεί αυτή η συνεργασία εντός του ίδιου του σχολείου, ή μέσω εξωτερικών συνεργασιών και κοινοτήτων πρακτικής, είναι απαραίτητη για την επιτυχία όλων των καινοτομιών που συνδέονται με τις εκπαιδευτικές τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένης της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας 3D.



Προετοιμάζοντας την τάξη για την ενσωμάτωση της τεχνολογίας 3D

▪ 3D λογισμικό

Το Tinkercad και το Fusion 360 διατίθενται δωρεάν για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Το Tinkercad είναι ένα καλό σημείο εκκίνησης, αλλά πιο εξελιγμένες λύσεις λογισμικού όπως το Fusion 360 είναι επωφελείς όταν οι χρήστες έχουν κατακτήσει το Tinkercad ή όταν χρειάζεται να γίνουν ακριβή και προηγμένα έργα. Μπορείτε να δείτε πρόσθετες επιλογές λογισμικού στις στα πνευματικά προϊόντα του MAKER SCHOOLS, ειδικά στο μάθημα με τίτλο «[Τεχνολογίες τριδιάστατης εκτύπωσης, υλικά και εφαρμογές](#)».

▪ Εξοπλισμός

Οι προδιαγραφές του επιτραπέζιου ή φορητού υπολογιστή που απαιτούνται για ένα έργο 3D που βασίζεται στην τριδιάστατη τεχνολογία θα εξαρτηθούν από το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί. Οποιοσδήποτε επιτραπέζιος ή φορητός υπολογιστής είναι κατάλληλος για το Tinkercad και οι μόνες απαιτήσεις είναι η σύνδεση στο διαδίκτυο και η τελευταία έκδοση ενός δημοφιλούς προγράμματος περιήγησης. Ωστόσο, για άλλες επιλογές λογισμικού υπάρχουν πρόσθετες απαιτήσεις υλικού που μπορούν να βρεθούν στις σελίδες λήψης λογισμικού (για το Fusion 360, δείτε τις προδιαγραφές εδώ: <https://knowledge.autodesk.com/support/fusion-360/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/System-requirements-for-Autodesk-Fusion-360.html>). Οι εκπαιδευτικοί πρέπει είτε να βρουν τις κατάλληλες συσκευές υπολογιστή για το επιλεγμένο λογισμικό, είτε να προσαρμόσουν τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες ώστε να μπορούν να εκτελεστούν με λογισμικό που θα λειτουργεί ομαλά στις διαθέσιμες συσκευές. Ο τριδιάστατος σχεδιασμός και η εκτύπωση μπορεί να γίνουν πολύ απογοητευτικές και αργές εάν οι εργασίες εκτελούνται σε συσκευές χωρίς την απαραίτητη υπολογιστική ισχύ ή χωρίς καλή σύνδεση στο διαδίκτυο.

Ανεξάρτητα από το επιλεγμένο λογισμικό και τη συσκευή, ένα παραδοσιακό ποντίκι υπολογιστή συνιστάται έντονα όταν εργάζεστε σε τριδιάστατα μοντέλα. Η χρήση touchpad επιβραδύνει τη διαδικασία και είναι λιγότερο άνετη.

▪ Άλλα υλικά

Ένας προσωρινός χώρος με υλικά κατασκευών χαμηλής τεχνολογίας δεν απαιτείται, αλλά μπορεί να είναι χρήσιμος σε μερικά πιο σύνθετα έργα. Ένας τέτοιος χώρος μπορεί να περιλαμβάνει διάφορα υλικά, όπως πηλό, ραβδιά και οδοντογλυφίδες, κόλλα, σπάργιους, καθώς και χαρτί για αποτύπωση σχεδιαστικών ιδεών πριν αρχίσουν οι μαθητές να εργάζονται σε υπολογιστές.

Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις κατάλληλες για ενσωμάτωση τριδιάστατης τεχνολογίας

- Μαθητοκεντρικότητα

Τα έργα τριδιάστατης μοντελοποίησης και εκτύπωσης απαιτούν διδακτικές προσεγγίσεις με επίκεντρο τον μαθητή, στις οποίες δίνεται στους μαθητές σημαντικός βαθμός ευθύνης για ό,τι πρόκειται να μάθουν. Από την άλλη πλευρά, οι εκπαιδευτικοί γίνονται συνεργάτες στη διαδικασία μάθησης, καθοδηγώντας το έργο των μαθητών, σε αντίθεση με την στείρα παροχή γνώσης.

- Μαθαίνοντας στην πράξη

Προκειμένου να εισαχθούν έργα τριδιάστατης τεχνολογίας στη μάθηση, τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί πρέπει να αισθάνονται άνετα με την υιοθέτηση μιας προσέγγισης μάθησης μέσω της πράξης. Οι μαθητές θα αναμένεται να εξερευνήσουν το εκπαιδευτικό υλικό σε διάφορους κλάδους μέσω της δημιουργίας και όχι μέσω της κατανάλωσης περιεχομένου. Οι δραστηριότητες στην τάξη θα γίνονται λιγότερο επικεντρωμένες στο δάσκαλο και λιγότερο εστιασμένες στη διδακτική παρουσίαση, και αντ' αυτού θα είναι πιο διαδραστικές και με επίκεντρο τον μαθητή. Σύμφωνα με τις οδηγίες, θα δοθεί λιγότερη έμφαση στην απομνημόνευση γνώσεων και περισσότερη εστίαση στην επίλυση προβλημάτων και την ανάλυση. Οι υπολογιστές και τα ψηφιακά εργαλεία δεν θα χρησιμοποιούνται μόνο για την εργασία και την πρακτική, αλλά και για την επικοινωνία. Η αξιολόγηση θα πρέπει επίσης να αλλάξει, καθώς η πρόοδος και η επιτυχία θα αξιολογηθούν σε σχέση με την ποιότητα που επιτυγχάνεται και όχι όσον αφορά την ποσότητα της παραγωγής.

- Ενεργή μάθηση, βιωματική μάθηση και μάθηση βάσει σχεδιασμού

Τα έργα τριδιάστατης μοντελοποίησης και εκτύπωσης είναι ένα εξαιρετικά κατάλληλα για προσεγγίσεις που επιτρέπουν την ενεργό, βιωματική, καθοδηγούμενη από τους μαθητές μάθηση, όπως η μάθηση στην πράξη και η σχεδιαστική σκέψη. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της τριδιάστατης τεχνολογίας είναι ότι μπορεί να επιτρέψει τη βιωματική διδασκαλία και μάθηση σε πολλούς κλάδους όπου διαφορετικά θα ήταν δύσκολο ή αδύνατο. Η εξερεύνηση των σχετικών φυσικών μοντέλων από τους μαθητές μπορεί να προωθήσει την ενεργό εμπλοκή τους και να εμβαθύνει τη γνώση του υλικού του μαθήματος προσθέτοντας απτικούς τρόπους μάθησης. Τα οφέλη μπορεί να είναι ακόμη μεγαλύτερα εάν η δραστηριότητα βασίζεται σε μια συνεργατική προσέγγιση μάθησης. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προωθήσουν την ενεργό μάθηση χρησιμοποιώντας άμεσα διαθέσιμα τριδιάστατα μοντέλα για εκτύπωση πριν από τη δραστηριότητα, ή επιτρέποντας στους μαθητές να σχεδιάσουν και να εκτυπώσουν ένα σχετικό τριδιάστατο μοντέλο.

Οι χώροι πρακτικής μάθησης (makerspaces) είναι συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης όπου οι άνθρωποι δημιουργούν, εφευρίσκουν και μαθαίνουν χρησιμοποιώντας μια ποικιλία εργαλείων και τεχνολογιών. Ευδοκίμουν και με τη σειρά τους προωθούν τη δημιουργικότητα, τη συνεργασία και την καινοτομία. Αυτοί οι χώροι μπορούν να περιλαμβάνουν εξοπλισμό όπως τριδιάστατους εκτυπωτές, λέιζερ κοπής, μηχανές CNC και εργαλεία ψηφιακής προτυποποίησης, καθώς και παραδοσιακά εργαλεία όπως πίνακες σχεδίασης, πριόνια χειρός, τρυπάνια και σφυριά. Αυτοί είναι τα τέλεια μέρη για να οργανώσετε μαθητικά έργα 3Ds. Οι τεχνολογίες στους χώρους πρακτικής μάθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα ευρύ φάσμα έργων, από τη δημιουργία τέχνης και κοσμημάτων έως την κατασκευή ρομπότ και drones. Η ομοιότητα μεταξύ αυτών των έργων είναι ότι οι μαθητές θα μάθουν ενώ παράγουν τεχνουργήματα που είναι τεχνολογικά ενισχυμένα. Έτσι, η γνώση δεν μεταδίδεται στον μαθητή, αλλά δημιουργείται από τον ίδιο.

Η μάθηση που βασίζεται στο σχεδιασμό είναι ένας επιμέρους τύπος μάθησης που βασίζεται σε προβλήματα. Υποχρεώνει τους μαθητές να διεξάγουν έρευνες, να ενσωματώσουν τη θεωρία και την πρακτική και να εφαρμόσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους για να αναπτύξουν μια βιώσιμη λύση σε ένα πρόβλημα. Περιλαμβάνει μια ανοικτή διαδικασία καινοτομίας, δοκιμής και σφάλματος και επανάληψης. Έργα τριδιάστατου σχεδιασμού μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν για να



ακολουθήσουν την προσέγγιση σχεδιαστικής σκέψης, προετοιμάζοντας έτσι και τους μαθητές για σταδιοδρομίες που βασίζονται στο σχεδιασμό.

Τόσο οι χώροι πρακτικής μάθησης όσο και οι δραστηριότητες μάθησης που βασίζονται στο σχεδιασμό καλλιεργούν τη δημιουργική σκέψη των μαθητών, τη διερευνητική μάθηση και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Απαιτούν και προωθούν τη συμμετοχή και την αυτονομία των μαθητών. Ενθαρρύνουν τους μαθητές να παρέχουν εξηγήσεις, να κάνουν προβλέψεις και να υποστηρίζουν τις ιδέες τους, οι οποίες χτίζουν δεξιότητες που υπερβαίνουν τις δεξιότητες χαμηλού επιπέδου που προωθούνται στα υποχρεωτικά προγράμματα σπουδών σε πολυεπίπεδες δεξιότητες και ικανότητα διασύνδεσης γνώσεων. Είναι κατάλληλα για όλους τους μαθητές, συμπεριλαμβανομένων των ατόμων με χαμηλές επιδόσεις. Είναι ιδανικά για τη συνεργασία ομότιμων και την ομαδική εργασία και έτσι μπορούν να γεφυρώσουν τις διαφορές μεταξύ των μαθητών. Επιπλέον, υπάρχουν ορισμένες ιδιαίτερα θετικές ψυχολογικές επιδράσεις που συνδέονται με αυτές τις προσεγγίσεις. Η πρακτική εμπειρία της δημιουργίας οδηγεί σε μια αίσθηση υπερηφάνειας και προσωπικής ολοκλήρωσης και προωθεί την αίσθηση της ελέγχου της μαθησιακής διαδικασίας και της δημιουργικότητας του μαθητή.

- **Διδασκαλία χωρίς αποκλεισμούς**

Οι δραστηριότητες μάθησης που αξιοποιούν τον τριδιάστατο σχεδιασμό και την εκτύπωση είναι κατάλληλες για εκπαιδευτές που επικεντρώνονται στη διδασκαλία χωρίς αποκλεισμούς. Είτε περιλαμβάνουν προγραμματισμό είτε όχι, τέτοιες δραστηριότητες συνήθως απαιτούν συνεργασία και απαιτούν όλοι οι μαθητές να συμμετέχουν στη δραστηριότητα με διαφορετικούς ρόλους μέσα σε μια ομάδα. Αυτό καθιστά δυνατή την αποτελεσματική συμμετοχή ολόκληρης της ομάδας των μαθητών. Οι εκπαιδευόμενοι που αντιμετωπίζουν κάποια μειονεκτήματα μπορούν έτσι να εμπλακούν σε τομείς όπου αισθάνονται πιο σίγουροι και ενημερωμένοι. Το συνεργατικό περιβάλλον προωθεί τον γενικό σεβασμό των διαφορετικών απόψεων και δεξιοτήτων εντός της ομάδας των εκπαιδευομένων, κάτι που είναι επίσης επωφελές για όσους έχουν μειονεκτήματα. Επιπλέον, τα έργα τριδιάστατης τεχνολογίας περιλαμβάνουν μια σειρά από διαφορετικούς τρόπους διδασκαλίας, γεγονός που καθιστά τη μάθηση πιο προσιτή και κατάλληλη για μαθητές με μειονεκτήματα.

- **Διευπιστημονική μάθηση**

Από τη φύση τους, οι μαθησιακές δραστηριότητες που επικεντρώνονται στον τριδιάστατο σχεδιασμό και την εκτύπωση μπορούν να εκτείνονται σε διάφορους κλάδους γνώσης.



Αξιολόγηση και ανατροφοδότηση εκπαιδευτών σε δραστηριότητες μάθησης με βάση την τριδιάστατη τεχνολογία

Οι δραστηριότητες που αφορούν την τριδιάστατη τεχνολογία θα ωφεληθούν από προσεγγίσεις αξιολόγησης που επικεντρώνονται όχι μόνο στην ποσότητα αλλά και στην ποιότητα, και όχι μόνο στο τελικό αποτέλεσμα, αλλά και στη διαδικασία και την κατανόηση. Ειδικά στις εξωσχολικές δραστηριότητες, η αξιολόγηση θα πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να μην θίγει την ελευθερία των μαθητών να πειραματίζονται και να χρησιμοποιούν τα τριδιάστατα μοντέλα και τα έργα τους όπου θέλουν. Επιτρέποντας στους μαθητές να κάνουν λάθη στην πορεία μπορεί να είναι εξίσου σημαντικό με τη διασφάλιση της επιτυχίας των μαθητών σε ένα έργο. Η δημιουργία ενός τριδιάστατου μοντέλου που «δεν λειτουργεί» ή «δεν μπορεί να εκτυπωθεί» μπορεί να είναι μια ισχυρή μαθησιακή εμπειρία. Ταυτόχρονα, η απαιτητική, χρονοβόρα και μερικές φορές απογοητευτική φύση της τριδιάστατης διαδικασίας σχεδιασμού και εκτύπωσης αποτελεί μια ανησυχητική πραγματικότητα τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς. Ως εκ τούτου, επιτρέποντας περισσότερο χρόνο εργασίας με ένα μοντέλο που δεν θα μπορούσε ποτέ να λειτουργήσει δεν είναι επίσης μια σοφή προσέγγιση. Ως εκ τούτου, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να βρουν μια καλή ισορροπία μεταξύ της ελευθερίας και των λαθών και της παροχής υποστήριξης και εποικοδομητικής ανατροφοδότησης για να αποφευχθεί η αποτυχία και η απογοήτευση. Με βάση τα ανωτέρω, θα πρέπει να παρέχονται ανατροφοδότηση και αξιολόγηση καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας και όχι μόνο στο τέλος ενός έργου. Εάν οι μαθητές λάβουν ανατροφοδότηση σχετικά με τα προσχέδια τους (από τον δάσκαλο ή τους συνομηλίκους τους), αυτό θα βελτιώσει τη μάθηση και τη δημιουργική τους εμπειρία, καθώς και τα τελικά αποτελέσματα.

Η εμπλοκή των μαθητών με τις τριδιάστατες τεχνολογίες είναι ένα εγχείρημα και ένα επίτευγμα από μόνο του. Ως εκ τούτου, η αξιολόγηση θα πρέπει πάντα να συμβαδίζει με την παροχή ευκαιριών για την προβολή των δημιουργιών των μαθητών ή με κάποια άλλη μορφή τελικής επιβράβευσης. Αυτό θα επιτρέψει στους μαθητές να κάνουν ένα βήμα πίσω και να αξιολογήσουν κριτικά το έργο τους, να ενσωματώσουν την ανατροφοδότηση και να βελτιωθούν στο μέλλον. Για επιτυχημένους δημιουργούς και εκπαιδευόμενους με ισχυρά κίνητρα μάθησης, η αναγνώριση και επικύρωση των αποτελεσμάτων τους δημιουργεί επίσης εμπιστοσύνη και παρέχει κίνητρα για περαιτέρω εμπλοκή.

Έχοντας υπόψη τις παραπάνω γενικές κατευθυντήριες γραμμές, προτείνουμε ότι η αξιολόγηση σε προγράμματα σπουδαστών που ενσωματώνουν την τριδιάστατη τεχνολογία θα πρέπει να επικεντρωθεί στα εξής:

- Έννοιες και τεχνικές
- Στάση απέναντι στο έργο
- Αναστοχασμός και κατανόηση
- Τεχνικές και καλλιτεχνικές δεξιότητες
- Υπευθυνότητα που επιδεικνύεται στη διαδικασία μάθησης και δημιουργίας
- Προσπάθεια, επιμέλεια και εστίαση.

Μπορείτε να εξετάσετε τις ακόλουθες οδηγίες αξιολόγησης, προσαρμοσμένες από το πρότυπο Sample Rubric για την εκπαίδευση κατασκευαστών της Lisa Yokana (<https://www.edutopia.org/blog/creating-authentic-maker-education-rubric-lisa-yokana>):

	Μη ικανοποιητικά	Ικανοποιητικά	Πολύ καλά	Άριστα
ΤΕΧΝΙΚΗ/ Έννοιες	Το έργο του μαθητή στερείται κατανόησης των εννοιών, της	Το έργο του μαθητή δείχνει κάποια κατανόηση των	Το έργο του μαθητή αντικατοπτρίζει την κατανόηση των εννοιών,	Το έργο του μαθητή δείχνει δεξιοτεχνία και αντανάκλα μια βαθιά



	Μη ικανοποιητικά	Ικανοποιητικά	Πολύ καλά	Άριστα
Στάση απέναντι στη μάθηση και την καινοτομία	τεχνολογίας, των υλικών και των δεξιοτήτων.	εννοιών, της τεχνολογίας, των υλικών και των δεξιοτήτων.	της τεχνολογίας και των υλικών, καθώς και τη χρήση των δεξιοτήτων που συζητούνται στην τάξη.	κατανόηση των εννοιών, της τεχνολογίας και των υλικών.
	Ο μαθητής προσπαθεί παθητικά να εκπληρώσει την εργασία χωρίς πολλή σκέψη ή εξερεύνηση δυνατοτήτων. Ο μαθητής αρνείται να εξερευνήσει περισσότερες από μία ιδέες ή λύσεις.	Ο μαθητής διερευνά πιθανές λύσεις και συμμετέχει στην καινοτόμο σκέψη. Ο μαθητής έχει περισσότερες από μία ιδέες και εξετάζει περισσότερες από μία λύσεις, αλλά δεν τις ολοκληρώνει.	Ο μαθητής διερευνά πολλαπλές λύσεις. Η καινοτόμος σκέψη του μαθητή αναπτύσσεται και επεκτείνεται κατά τη διάρκεια του έργου.	Ο μαθητής δείχνει σταθερά προθυμία να δοκιμάσει πολλαπλές λύσεις και θέτει ερωτήματα που προκαλούν σκέψη, οδηγώντας σε βαθύτερα, πιο διακριτά αποτελέσματα. Διερευνά πλήρως πολλαπλές ιδέες παρατηρεί τα διαφορετικά αποτελέσματα.
Αναστοχασμός & κατανόηση	Ο μαθητής δείχνει ελάχιστη επίγνωση της μαθησιακής διαδικασίας. Το έργο δεν αποδεικνύει την κατανόηση του περιεχομένου και της τεχνολογίας που χρησιμοποιεί.	Ο μαθητής επιδεικνύει κάποια αυτογνωσία. Το έργο δείχνει κάποια κατανόηση του περιεχομένου και της υποκείμενης τεχνολογίας, αλλά ο μαθητής δεν μπορεί να δικαιολογήσει όλες τις αποφάσεις του.	Ο μαθητής δείχνει αυτογνωσία. Το έργο του αποδεικνύει την κατανόηση του περιεχομένου και της υποκείμενης τεχνολογίας. Οι περισσότερες αποφάσεις είναι συνειδητές και δικαιολογημένες.	Το έργο του μαθητή αντανακλά μια βαθιά κατανόηση της πολυπλοκότητας του περιεχομένου και της υποκείμενης τεχνολογίας. Κάθε απόφαση είναι σκόπιμη και μεθοδική.
Τεχνικές δεξιότητες και δημιουργικότητα	Η δουλειά του μαθητή είναι ακατάστατη. Η δημιουργικότητα είναι ελάχιστη. Οι τεχνικές δεξιότητες δεν έχουν αναπτυχθεί και οδηγούν σε κακή παρουσίαση.	Η δουλειά του μαθητή είναι κάπως ακατάστατη. Η δημιουργικότητα και οι τεχνικές δεξιότητες δεν είναι πλήρεις και οδηγούν σε μέτρια συνολική παρουσίαση.	Η εργασία του μαθητή είναι τακτοποιημένη. Η δημιουργικότητα και οι τεχνικές δεξιότητες είναι επαρκείς συνολικά και το τελικό αποτέλεσμα ικανοποιητικό.	Το έργο του μαθητή είναι άψογο και δείχνει πολλή δημιουργικότητα, άριστες τεχνικές δεξιότητες, φροντίδα και σκέψη για ολοκλήρωσή του τελικού αποτελέσματος.
Υπευθυνότητα	Ο μαθητής απουσιάζει συχνά ή καθυστερεί. Δεν σέβεται συμμαθητές και εκπαιδευτικούς. Περιφρονεί τον εξοπλισμό, το λογισμικό, τα υλικά και την εργασία.	Ο μαθητής ενίοτε είναι απών ή καθυστερεί. Πρέπει να πειστεί να είναι προσεκτικός με τον εξοπλισμό, το λογισμικό, τα υλικά και να συμμετέχει στην εργασία.	Ο μαθητής είναι συνήθως παρών, προσέρχεται έγκαιρα και δείχνει σεβασμό. Συνήθως χειρίζεται τον εξοπλισμό, τα υλικά και το λογισμικό υπεύθυνα και εκτιμά την εργασία.	Ο μαθητής είναι σταθερά παρών, ακριβής, και σέβεται συμμαθητές και εκπαιδευτικούς. Χρησιμοποιεί τον εξοπλισμό, τα υλικά και το λογισμικό σωστά. Ενδιαφέρεται για την εργασία.
Προσπάθεια	Η εργασία του μαθητή δεν ολοκληρώνεται με ικανοποιητικό τρόπο. Ο μαθητής επιδεικνύει ελάχιστη προσπάθεια και δεν χρησιμοποιεί αποτελεσματικά τον χρόνο του.	Η εργασία του μαθητή είναι πλήρης, αλλά στερείται τελειότητας πινελιάς ή μπορεί να βελτιωθεί με λίγη προσπάθεια. Ο μαθητής κάνει αρκετά για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις.	Ο μαθητής έχει ολοκληρώσει την εργασία με τρόπο πάνω από το μέσο όρο. Θα μπορούσαν να γίνουν περισσότερα. Πρέπει να προχωρήσει ένα βήμα ακόμη για να αριστεύσει.	Ο μαθητής έχει ολοκληρώσει το έργο με άριστο τρόπο και έχει υπερβεί τις προσδοκίες του εκπαιδευτικού. Παρουσίασε υποδειγματική δέσμευση για το έργο.



Πρακτικές τεχνικές κατάλληλες για δραστηριότητες μάθησης με βάση την τριδιάστατη τεχνολογία

Υπάρχουν αρκετές πρακτικές τεχνικές που πληρούν τα παραπάνω κριτήρια και είναι κατάλληλες για δραστηριότητες μάθησης που στοχεύουν στη χρήση της τριδιάστατης τεχνολογίας. Έχουν διαφορετικά επίπεδα πολυπλοκότητας και θα χρειάζονταν διαφορετικό χρόνο και προσπάθεια τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους μαθητές.

Τεχνική	Περιγραφή	Επίπεδο πολυπλοκότητας
Πρακτική άσκηση σε τριδιάστατο σχεδιασμό ή εκτύπωση	<p>Οι μαθητές εργάζονται με λογισμικό τριδιάστατου σχεδιασμού ή/και τριδιάστατους εκτυπωτές για να δημιουργήσουν ή/και να εκτυπώσουν ένα φυσικό αντικείμενο. Το σχέδιο μπορεί να είναι πολύ απλό ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα έτοιμο σχέδιο.</p> <p>Μια καλή προσέγγιση είναι να επαναφέρετε ως ένα τριδιάστατο έργο ένα προηγούμενο έργο/άσκηση που οι μαθητές έχουν ήδη ολοκληρώσει. Με αυτόν τον τρόπο, η προκινητική έρευνα μπορεί να παραλειφθεί ή θα ήταν ευκολότερη και οι μαθητές μπορούν πιθανώς να εκτιμήσουν καλύτερα τα πλεονεκτήματα της τριδιάστατης τεχνολογίας.</p> <p>Μια άλλη χρήσιμη προσέγγιση είναι να μετακινηθείτε σταδιακά από τις δύο στις τρεις διαστάσεις. Οι μαθητές μπορεί να χρειαστούν καθοδήγηση για να σκιαγραφήσουν τις ιδέες τους σε χαρτί πριν αρχίσουν να σχεδιάζουν σε οποιοδήποτε λογισμικό τριδιάστατης μοντελοποίησης.</p>	<p>Η δραστηριότητα μπορεί να αντιμετωπιστεί εύκολα και μπορεί να είναι βραχυπρόθεσμη (ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής και την πολυπλοκότητα του μοντέλου)</p>
Μάθηση με βάση το έργο	<p>Οι μαθητές συμμετέχουν σε μια δραστηριότητα σχεδιασμού που απαιτεί από αυτούς να χρησιμοποιούν δεξιότητες τριδιάστατου σχεδιασμού και εκτύπωσης για να δημιουργήσουν ένα τεχνούργημα σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές που τους δίνονται. Οι μαθητές εργάζονται ατομικά ή σε ομάδες.</p>	<p>Η πολυπλοκότητα είναι σημαντική και απαιτεί μεγαλύτερη δέσμευση</p>
Μάθηση με βάση το πρόβλημα	<p>Οι μαθητές ασχολούνται με ένα αυθεντικό πραγματικό πρόβλημα που απαιτεί από αυτούς να χρησιμοποιούν τριδιάστατο σχεδιασμό και εκτύπωση για να δημιουργήσουν και να δοκιμάσουν λύσεις.</p>	<p>Μέτρια έως σύνθετη πολυπλοκότητα που απαιτεί μεγαλύτερη δέσμευση και διεπιστημονική εργασία</p>
Τεχνική της αφήγησης	<p>Η αφήγηση περιλαμβάνει τη χρήση μιας αφηγηματικής δομής για την οργάνωση και την αλληλουχία των μαθημάτων, έτσι ώστε οι μαθησιακές εμπειρίες να είναι συνεπείς από την οπτική των μαθητών. Κατά τη διάρκεια κάθε δεδομένης μαθησιακής εμπειρίας, οι μαθητές θα πρέπει να κατανοήσουν πώς οι δραστηριότητές τους τους βοηθούν να λύσουν μια γενική πρόκληση (π.χ. μια πρόκληση σχεδιασμού) ή να σημειώσουν πρόοδο σε μια επιστημονική έρευνα. Κάθε μαθησιακή μονάδα θα πρέπει να παρακινείται από ερωτήσεις σχετικά με την αρχική πρόκληση ή την εξερεύνηση. Η τεχνική είναι κατάλληλη για μακροπρόθεσμη μάθηση στον τομέα της τριδιάστατης τεχνολογίας. Ξεκινώντας από την αρχή της αφήγησης-ιστορίας, οι μαθητές κάνουν ερωτήσεις, καθορίζουν τα προβλήματα, διερευνούν, σχεδιάζουν λύσεις ή τις δοκιμάζουν. Κατά την εκτέλεση οποιασδήποτε από αυτές τις δραστηριότητες, δημιουργούν περισσότερες ερωτήσεις που έχουν κίνητρο να</p>	<p>Μεγάλη πολυπλοκότητα. Η δραστηριότητα είναι μάλλον ανοικτή. Απαιτείται μεγαλύτερη συμμετοχή και διεπιστημονική εργασία</p>

	<p>απαντήσουν στην επόμενη ενότητα στην διαδικασία μάθησης. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές αισθάνονται ότι κατασκευάζουν το δικό τους μονοπάτι μάθησης και αυτό το μονοπάτι θα είναι ουσιαστικό και συνεκτικό από τη δική τους οπτική γωνία. Ένας από τους ευκολότερους τρόπους για την εφαρμογή της τεχνικής της αφήγησης στο πλαίσιο της τριδιάστατης εκτύπωσης και μοντελοποίησης είναι να ξεκινήσει η δραστηριότητα με μια σχεδιαστική πρόκληση που οι μαθητές πρέπει να λύσουν.</p>	
<p>Δραστηριότητα εκμάθησης Jigsaw</p>	<p>Μια δραστηριότητα μάθησης jigsaw περιλαμβάνει τη διάσπαση της μαθησιακής άσκησης σε μικρότερες εργασίες και την ανάθεση καθεμιάς σε μια διαφορετική ομάδα ή άτομο. Κάθε ομάδα ή άτομο γίνεται ειδικός στο έργο που του έχει ανατεθεί και στη συνέχεια μεταδίδει ό,τι έχει μάθει στην υπόλοιπη ομάδα. Με αυτόν τον τρόπο, η ομάδα στο σύνολό της μαθαίνει όλες τις πληροφορίες και κάθε άτομο έχει την ευκαιρία να γίνει ειδικός σε μια πτυχή του θέματος.</p>	<p>Μέτρια έως πολύπλοκη</p> <p>Μέτρια ως μεγάλη πολυπλοκότητα. Η δραστηριότητα μπορεί να επιτευχθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα</p>

❖ **Πρόταση μαθησιακής δραστηριότητας jigsaw χρησιμοποιώντας την τριδιάστατη τεχνολογία**

Ζητήματα	Συμβουλές και συστάσεις
Καθορισμός των μαθησιακών στόχων	<i>Χρησιμοποιήστε τον «σχεδιασμό προς τα πίσω» για να καθορίσετε τι θέλετε οι να γνωρίζουν μαθητές με την ολοκλήρωση της μαθησιακής δραστηριότητας, π.χ. οι μαθητές μαθαίνουν για τη δομή των ιών, οι μαθητές μαθαίνουν τη δομή και τις λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου, οι μαθητές μαθαίνουν για τη δομή και τη συμπεριφορά των αστεροειδών κ.λπ.</i>
Ποιο(α) μοντέλο(-α) θα χρησιμοποιηθεί(-ούν) (τι θα αντιπροσωπεύει το/τα μοντέλο/-α);	<i>Π.χ. ένα μοντέλο ενός υποθετικού ιού, ένα μοντέλο ανθρώπινου εγκεφάλου, ένα μοντέλο μιας κεραίας διαστημικού σταθμού, ένα μοντέλο ενός αστεροειδούς κ.λπ.</i>
Πώς θα χρησιμοποιηθεί/-ούν το/τα προσδιορισμένο/-α μοντέλο/-α;	<p><i>Π.χ.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Οι μαθητές θα μελετήσουν το μοντέλο και θα επισημάνουν τα στοιχεία του - Οι μαθητές θα συνθέσουν το μοντέλο από τα συστατικά μέρη του - Οι μαθητές θα αναλύσουν το μοντέλο και θα μελετήσουν κάθε ξεχωριστό μέρος - Οι μαθητές θα δοκιμάσουν πώς λειτουργεί το μοντέλο - Οι μαθητές θα προσομοιώσουν τον τρόπο με τον οποίο το μοντέλο αλληλεπιδρά με άλλα αντικείμενα - Οι μαθητές θα σχεδιάσουν ένα μοντέλο, θα το τυπώσουν, θα το δοκιμάσουν, θα το επανασχεδιάσουν εάν είναι απαραίτητο και θα τυπώσουν ξανά
<p><i>Εάν χρησιμοποιηθούν έτοιμα μοντέλα:</i></p> <p>Προσδιορισμός σχετικών τριδιάστατων μοντέλων που μπορούν να μεταφορτωθούν από κάποιο ψηφιακό αποθετήριο</p> <p><i>Εάν οι μαθητές θα σχεδιάσουν τα δικά τους μοντέλα:</i></p>	<p><i>Εάν χρησιμοποιηθούν έτοιμα μοντέλα: δείτε τα διαθέσιμα αποθετήρια στην ενότητα «Συμπληρωματικοί πόροι»</i></p> <p><i>Εάν οι μαθητές θα σχεδιάσουν τα δικά τους μοντέλα: δείτε τον «Οδηγό εκπαιδευτικού για ασκήσεις σχεδιασμού που περιλαμβάνουν την ανάπτυξη νέων τριδιάστατων σχεδίων»</i></p>



Ζητήματα	Συμβουλές και συστάσεις
<p>Προσδιορίστε τις απαιτήσεις και τους περιορισμούς που πρέπει να τηρούν οι μαθητές κατά το σχεδιασμό των μοντέλων (τύπος του αντικειμένου, μέγεθος κ.λπ.)</p>	
<p><i>Εάν χρησιμοποιηθούν έτοιμα μοντέλα:</i></p> <p>Εξετάστε τις διαθέσιμες επιλογές για 3D εκτύπωση και πώς να το χρηματοδοτήσετε.</p> <p><i>Εάν οι μαθητές θα σχεδιάσουν τα δικά τους μοντέλα:</i></p> <p>Προσδιορίστε ποιο λογισμικό μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές, πού είναι διαθέσιμο και πώς θα μπορούσαν να εκτυπώσουν τα σχέδιά τους</p>	<p><i>Εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν έτοιμα μοντέλα, θα πρέπει να βρείτε τη βέλτιστη λύση για την εκτύπωση των αντικειμένων — π.χ. χρησιμοποιώντας τον σχολικό τριδιάστατο εκτυπωτή, χρησιμοποιώντας μια εξωτερική υπηρεσία για εκτύπωση κ.λπ. Εάν χρησιμοποιηθεί ο τριδιάστατος εκτυπωτής του σχολείου, εξετάστε ζητήματα προγραμματισμού εργασιών και κόστος των υλικών.</i></p> <p><i>Εάν οι μαθητές σχεδιάζουν και εκτυπώνουν τα δικά τους μοντέλα, θα μπορούν, για παράδειγμα, να χρησιμοποιούν το Tinkercad και να εργάζονται στους προσωπικούς τους υπολογιστές· ή θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν το Fusion 360 και να εργαστούν στο εργαστήριο υπολογιστών του σχολείου. Λεπτομέρειες που πρέπει να εξετάσετε είναι θέματα προγραμματισμού στο εργαστήριο και αν το απαραίτητο λογισμικό έχει ήδη εγκατασταθεί. Για την εκτύπωση, οι σχολικοί υπολογιστές και οι τριδιάστατοι εκτυπωτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν εάν είναι διαθέσιμοι. Σε αυτή την περίπτωση, πρέπει να εγκατασταθεί στους υπολογιστές του σχολείου ένα λογισμικό κοπής. Εάν το σχολείο δεν διαθέτει τριδιάστατο εκτυπωτή, θα μπορούσαν να διερευνηθούν εναλλακτικές λύσεις, όπως ένας κοινόχρηστος χώρος κατασκευής, ένα εργαστήριο άλλου σχολείου, ένα πανεπιστημιακό εργαστήριο κ.λπ.</i></p>
<p><i>Εάν χρησιμοποιηθούν έτοιμα μοντέλα:</i> Εκτυπώστε τα τριδιάστατα μοντέλα πριν από τη δραστηριότητα</p>	<p><i>Μπορεί να θέλετε να χρησιμοποιήσετε το «Οδηγό εκπαιδευτικού για τον προγραμματισμό ασκήσεων που περιλαμβάνουν την εκτύπωση 3D αντικειμένων από υπάρχοντα σχέδια» για να τους βοηθήσετε στη διαδικασία της εκτύπωσης.</i></p> <p><i>Σκεφτείτε ότι η εκτύπωση μπορεί να είναι μια χρονοβόρα εργασία, ειδικά αν τα μοντέλα είναι μεγάλα. Συχνά, η εκτύπωση θα αποτύχει για διάφορους λόγους και θα πρέπει το μοντέλο να τυπωθεί ξανά, να αναπροσαρμοστεί, να επανασχεδιαστεί ή να τυπωθεί με δομές υποστήριξης. Είναι σημαντικό ο εκπαιδευτής να είναι αρκετά ενημερωμένος και έμπειρος ώστε να επιλέγει τα κατάλληλα υλικά και τεχνολογία, καθώς και να ρυθμίζει σωστά τον εκτυπωτή ώστε να ελαχιστοποιείται η σπατάλη χρόνου και χρημάτων. Εάν είναι απαραίτητο, μπορεί να ζητήσει βοήθεια ή να συνεργαστεί με πιο έμπειρους συναδέλφους.</i></p>
<p>Προσδιορίστε τις συνεργατικές μεθόδους και την αξιολόγηση</p>	<p><i>Μια δραστηριότητα jigsaw θα απαιτήσει οι μαθητές να οργανωθούν σε:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - σε μια βασική ομάδα όπου ξεκινούν και στην οποία αργότερα επιστρέφουν για να παρουσιάσουν την τελική εργασία, και - σε μια ομάδα «ειδικών» όπου αναπτύσσουν την τελική εργασία με βάση την έρευνα που θα κάνουν και ένα τριδιάστατο μοντέλο. <p><i>Έτσι, ο μαθητής αρχίζει και τελειώνει ως μέρος της βασικής ομάδας, αλλά εργάζεται στην ομάδα «ειδικών» ενδιάμεσα. Η μέθοδος jigsaw επιτρέπει σε κάθε μαθητή της βασικής ομάδας να ειδικευτεί σε μία πτυχή του θέματος (με τη βοήθεια της ομάδας «ειδικών») και στη συνέχεια να μεταδώσει τις γνώσεις στην βασική ομάδα μετά την ολοκλήρωση της μαθησιακής δραστηριότητας.</i></p> <p><i>— Η αξιολόγηση μπορεί να συνδυάζει αξιολόγηση από ομοτίμους εντός της βασικής ομάδας (βάσει προφορικής παρουσίασης) και τελική γραπτή εργασία που αξιολογείται από τον εκπαιδευτικό. Μπορεί επίσης να προστεθεί διαμορφωτική αξιολόγηση με βάση την αξιολόγηση της προόδου κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας.</i></p>

Ζητήματα	Συμβουλές και συστάσεις
<p>Σχεδιάστε τη δραστηριότητα λεπτομερώς</p>	<p>Για μια δραστηριότητα <i>jigsaw</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Θα πρέπει να διευκρινιστούν 3 θέματα/εργασίες με παρόμοια δυσκολία. 2. Η τάξη χωρίζεται σε 3 βασικές ομάδες. Κάθε μαθητής συμμετέχει σε μια βασική ομάδα. 3. Οι μαθητές συγκεντρώνονται σε βασικές ομάδες και ενθαρρύνονται να επιλέξουν ένα όνομα ομάδας για να αποκτήσουν μια ταυτότητα. Τους δίνονται τα 3 θέματα/καθήκοντα και καλούνται να ορίσουν μέλη της ομάδας σε 3 ομάδες «ειδικών» που θα ασχοληθούν με αυτά τα θέματα. 4. Οι 3 ομάδες «ειδικών» σχηματίζονται από μέλη από τις διάφορες βασικές ομάδες. Οι μαθητές εγκαταλείπουν την βασική ομάδα και συμμετέχουν στην ομάδα «ειδικών» που τους αναλογεί. 5. Εάν χρησιμοποιηθούν έτοιμα μοντέλα, κάθε ομάδα «ειδικών» διαθέτει βιβλιογραφία και πόρους, ένα περιγράμμα, ένα σχετικό τριδιάστατο μοντέλο και οδηγίες σχετικά με τον τρόπο χρήσης του. Εάν οι μαθητές σχεδιάσουν τα δικά τους μοντέλα, η ομάδα «ειδικών» υποστηρίζεται με τη σχετική βιβλιογραφία και ανάλογους πόρους, καθώς και ένα σαφές έγγραφο που περιέχει τις απαιτήσεις, τις προδιαγραφές και τους περιορισμούς σχετικά με το μοντέλο που θα πρέπει να σχεδιαστεί και να εκτυπωθεί. 6. Σε κάθε ομάδα «ειδικών» ανατίθεται μια εργασία ή ένα έργο που θα πρέπει να ολοκληρώσουν (π.χ. «έρευνα και σχεδιασμός ενός μοντέλου», «προετοιμασίας μιας προφορικής παρουσίασης στην οποία συντίθεται ή αναλύεται το μοντέλο και δίνονται λεπτομέρειες για κάθε μέρος», «εξηγήστε και επιδείξτε τις βασικές λειτουργίες του μοντέλου», κ.λπ.). Όλα τα μέλη της ομάδας «ειδικών» εργάζονται για την ανάθεση και μπορούν να μοιραστούν τις ευθύνες τους εάν το επιθυμούν. Ο εκπαιδευτής θα πρέπει να παρακολουθεί το έργο των ομάδων, να παρέχει οδηγίες και να διευκολύνει τόσο τη μάθηση όσο και τη συνεργασία. 7. Με την ολοκλήρωση των εργασιών ή των έργων, οι βασικές ομάδες επανασυνθέτουν τα μοντέλα και οι εκπρόσωποι των διαφόρων ομάδων «ειδικών» μοιράζονται αυτά που έχουν μάθει ή παρουσιάζουν την εργασία τους. Εργασίες, όπως η συζήτηση ή η σύνοψη των διδαχθέντων, μπορούν να δοθούν στις βασικές ομάδες. Η αξιολόγηση και η αξιολόγηση από ομοτίμους θα πρέπει να ενσωματωθούν σε αυτό το στάδιο, καθώς οι ομάδες «ειδικών» λαμβάνουν ανατροφοδότηση ή/και αξιολόγηση μέσω ψηφοφορίας ή διαβάθμισης από τους άλλους. Η υψηλότερη αξιολογούμενη ομάδα μπορεί να λάβει μια ανταμοιβή, όπως ένα μπόνους στον τελικό βαθμό για τη γραπτή ανάθεση που θα υποβάλει στον εκπαιδευτικό.
<p>Προγραμματίστε τη δραστηριότητα</p>	<p>Ανάλογα με τη δυσκολία των εργασιών και το αν πρόκειται για τριδιάστατο σχεδιασμό και εκτύπωση από τους ίδιους τους μαθητές, μπορούν να κατανεμηθούν στη δραστηριότητα μεταξύ 2 και 10 ωρών διδασκαλίας. Εάν οι μαθητές σχεδιάζουν τα δικά τους τριδιάστατα μοντέλα, η εξωσχολική εργασία θα πρέπει πιθανότατα να προγραμματιστεί καθώς οι μαθητές πρέπει να μάθουν να χρησιμοποιούν το λογισμικό. Ενδέχεται επίσης να απαιτηθούν ειδικές προπαρασκευαστικές συνεδρίες κατάρτισης σχετικά με τον τριδιάστατο σχεδιασμό.</p>

❖ **Οδηγός εκπαιδευτικού για ασκήσεις σχεδιασμού που περιλαμβάνουν την ανάπτυξη νέων τριδιάστατων σχεδίων**

Όνομασία μοντέλου/άσκησης	
Μαθησιακοί στόχοι	
Απαιτούμενες γνώσεις (προαπαιτούμενα)	
Συνάφεια με τα θέματα του προγράμματος σπουδών	
Πιθανή χρήση του μοντέλου (π.χ. πρωτότυπο, χρήση στην τάξη για να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν μια ιδέα, κ.λπ.)	<i>Μπορεί αυτό το μοντέλο να χρησιμοποιηθεί στην τάξη; Περιγράψτε πώς. Αυτό το μοντέλο είναι πρωτότυπο; Ποιος είναι ο σκοπός του πρωτοτύπου και οι περαιτέρω χρήσεις; Ποια είναι τα οφέλη από τη χρήση του μοντέλου;</i>
Λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό του μοντέλου	
Απαραίτητες γνώσεις/εκπαίδευση	<i>Π.χ. εκπαίδευση στο Tinkercad</i>
Περιγραφή του μοντέλου που αφορά την άσκηση	<i>Τι πρέπει να είναι, τι πρέπει να αντιπροσωπεύει, πώς θα πρέπει να λειτουργεί, πώς θα πρέπει να χρησιμοποιείται κ.λπ.</i>
Πλήθος διακριτών κατασκευαστικών στοιχείων του μοντέλου (κατά περίπτωση)	
Ελάχιστες απαιτήσεις για κάθε χωριστό εξάρτημα και ολόκληρο το μοντέλο (περιγραφή) <i>Εάν οι μαθητές έχουν την πλήρη ελευθερία να σχεδιάσουν το δικό τους μοντέλο, αυτό το τμήμα μπορεί να παραλειφθεί.</i>	<i>Σχήμα κάθε συστατικού Σχήμα ολόκληρου του μοντέλου Διαστάσεις κάθε συνιστώσας Διαστάσεις ολόκληρου του μοντέλου Χρώμα των συστατικών (ή του μοντέλου) Υφή των συστατικών (ή του μοντέλου)</i>
Γραφική αναπαράσταση του μοντέλου και των συστατικών του - σκίτσα με το χέρι, τεχνικά σχέδια ή άλλη γραφική αναπαράσταση (χρησιμοποιήστε την ίδια κλίμακα για όλα τα εξαρτήματα!) <i>Εάν οι μαθητές έχουν την πλήρη ελευθερία να σχεδιάσουν το δικό τους μοντέλο, αυτό το τμήμα μπορεί να παραλειφθεί.</i>	<i>Πρόσωση κάθε συστατικού Πρόσωση ολόκληρου του μοντέλου Άνοψη άποψη κάθε συστατικού Άνοψη ολόκληρου του μοντέλου Πλάγια όψη κάθε συστατικού Πλάγια άποψη ολόκληρου του μοντέλου</i>
Πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με την άσκηση (κατά περίπτωση)	
Πώς θα αξιολογηθούν οι μαθητές;	<i>Αξιολόγηση του τελικού αποτελέσματος Αξιολόγηση της διαδικασίας</i>



❖ **Οδηγός εκπαιδευτικού για τον προγραμματισμό ασκήσεων που περιλαμβάνουν την εκτύπωση 3D αντικειμένων από υπάρχοντα σχέδια**

Όνομασία μοντέλου/άσκησης	
Μαθησιακοί στόχοι	
Απαιτούμενες γνώσεις (προαπαιτούμενα)	
Συνάφεια με τα θέματα του προγράμματος σπουδών	
Πιθανή χρήση του μοντέλου (π.χ. πρωτότυπο, χρήση στην τάξη για να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν μια ιδέα, κ.λπ.)	<p><i>Μπορεί αυτό το μοντέλο να χρησιμοποιηθεί στην τάξη; Περιγράψτε πώς.</i></p> <p><i>Αυτό το μοντέλο είναι πρωτότυπο; Ποιος είναι ο σκοπός του πρωτοτύπου και οι περαιτέρω χρήσεις;</i></p> <p><i>Ποια είναι τα οφέλη από τη χρήση του μοντέλου;</i></p>
Απαραίτητες γνώσεις/εκπαίδευση	<i>Π.χ. εκπαίδευση στη χρήση τριδιάστατων εκτυπωτών· εκπαίδευση σχετικά με τα τριδιάστατα υλικά εκτύπωσης, κ.λπ.</i>
Τεχνολογία 3D εκτύπωσης που θα χρησιμοποιηθεί	<i>FDM, SLA, SLS, κ.λπ.</i>
Υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για εκτύπωση	<i>Τύπος (PLA, ABS, TPU, νάιλον, PETG, κ.λπ.) και εμπορικό σήμα</i>
Προδιαγραφές του 3D εκτυπωτή	
Πλήθος διακριτών κατασκευαστικών στοιχείων (κατά περίπτωση)	
Προδιαγραφές εκτύπωσης για κάθε διακριτό κατασκευαστικό στοιχείο ή/και το μοντέλο στο σύνολό του	<p><i>Διαστάσεις κάθε κατασκευαστικού στοιχείου ή/και ολόκληρου του μοντέλου</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Μήκος</i> ▪ <i>Ύψος</i> ▪ <i>Πλάτος</i> ▪ <i>Διάμετρος</i> ▪ <i>Ειδικές διαστάσεις για σύνθετες μορφές</i> <p><i>Χρώμα των στοιχείων (ή του μοντέλου)</i></p> <p><i>Τα υλικά 3D εκτύπωσης έχουν χρώμα, οπότε, εκτός εάν το μοντέλο θα βαφτεί στη συνέχεια, πρέπει να καθοριστεί ένα χρώμα για κάθε στοιχείο.</i></p> <p><i>Εάν το εξάρτημα θα χρωματιστεί επιπλέον (π.χ. απαιτούνται περισσότερα χρώματα ανά τεμάχιο), διευκρινίστε τις απαιτήσεις τόσο για τη βαφή όσο και για την εκτύπωση. Σημειώστε ότι αν το αντικείμενο θα είναι βαμμένο, αυτό θα επηρεάσει τη διαδικασία εκτύπωσης και το εξάρτημα θα πρέπει συνήθως να τυπώνεται αρχικά σε λευκό χρώμα.</i></p>

	<i>Υφή των συστατικών (ή του μοντέλου)</i>
Πάχος και αντίσταση στην κρούση και την πίεση	
Απαιτούμενη ποιότητα και λεπτομέρεια (ακρίβεια, ορισμός)	<i>Χαμηλός, μέσος, υψηλός</i>
Τύπος συναρμολόγησης	<i>Κλιπ, βίδες, γρανάζια, αρθρώσεις, μεντεσέδες, ρύθμιση πίεσης, εκκεντροφόροι, κ.λπ.</i>
Απαιτήσεις μετά την επεξεργασία	
Πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με την άσκηση (κατά περίπτωση)	
Πώς θα αξιολογηθούν οι μαθητές;	<i>Αξιολόγηση του τελικού αποτελέσματος Αξιολόγηση της διαδικασίας</i>



Αναφορές και πρόσθετοι πόροι

Αναφορές

- Maloy Robert, Torrey Trust, Suzan Kommers, Allison Malinowski, Irene LaRoche. 2017. “3D Modeling and Printing in History/Social Studies Classrooms: Initial Lessons and Insights”. In *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal)*, 17(2).
- Meng, Chenxuan. 2021. Introduce 3D Modelling and Virtual Technology to High School Art Education. In *Proceedings of the 2021 International Conference on Education, Language and Art (ICELA 2021)*.
- Cairns, D. R., Curtis, R., Sierros, K. A. , & Bolyard, J. J. 2018. “Taking Professional Development From 2D to 3D: Design-Based Learning, 2D Modeling, and 3D Fabrication for Authentic Standards-Aligned Lesson Plans.” In *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(2).
- Ng, Oi-Lam and To Chan. 2018. “Learning as Making: Using 3D computer-aided design to enhance the learning of shape and space in STEM-integrated ways”. In *British Journal of Educational Technology* 2018
- Addy, T.M., Dube, D., and Pauze, B. 2018. “How to Design a Classroom Activity that Integrates 3D Print Models with Active Learning”. <https://doi.org/10.24918/cs.2018.8>

Πρόσθετοι πόροι

- ❖ *Αποθετήρια με έτοιμα τριδιάστατα μοντέλα*

Εκτυπώσιμα μοντέλα 4D από τη NASA: <https://nasa3d.arc.nasa.gov/models/printable>

Η πύλη τριδιάστατης ψηφιοποίησης του Ινστιτούτου Smithsonian: <https://3d.si.edu/>

Βάση του Εθνικού Ινστιτούτου Υγείας: <https://3dprint.nih.gov/>

Ένας ιστότοπος που παρέχει αρχεία ψηφιακού σχεδιασμού που δημιουργούνται από χρήστες: <https://www.thingiverse.com>

Βιοδιαδραστικές πηγές: https://www.biointeractive.org/classroom-resources?search=&f%5B0%5D=resource_type%3A20

Κατάστημα μοντέλων της Unity: <https://assetstore.unity.com/categories/3d>

Κατάστημα TurboSquid: <https://www.turbosquid.com/Search/3D-Models/free/unity>

Sketchfab: <https://www.sketchfab.com/>

3DWarehouse: <https://3dwarehouse.sketchup.com/unsupported/>

CGTrader: <https://www.cgtrader.com/3d-model>

Γκαλερί Tinkercad: <https://www.tinkercad.com/things>

Αυτόνομος πόρος σχεδιασμού: <https://www.printables.com/model>

Μια συλλογή από απλά έργα Tinkercad: <https://www.instructables.com/Tinkercad-Activities/>



❖ *Οδηγοί και πόροι*

Επίσημος οδηγός για τις τάξεις Tinkercad: <https://www.tinkercad.com/blog/official-guide-to-tinkercad-classrooms>

Πώς να διδάξετε τη γλώσσα της τριδιάστατης μοντελοποίησης και σχεδιασμού:
<https://www.instructables.com/How-to-Teach-the-Language-of-3D-Modeling-and-Desig/>

Πώς να φέρετε το Tinkercad στην τάξη σας: <https://www.instructables.com/How-to-Bring-Tinkercad-Into-Your-Classroom/>

Ξεκινώντας με το Tinkercad: <https://www.tinkercad.com/learn/>

Online σειρά βίντεο με προσβάσιμες πρακτικές μαθησιακές εμπειρίες:
<https://www.youtube.com/playlist?list=PL6-XLLiQK8vG221svKhvUk7xc3h0SZ4fT>

Δωρεάν μαθησιακοί πόροι: <https://www.makerspaces.com/250-makerspace-resources-free-ebook/>

Σχολικές περιπτώσιολογικές μελέτες για τη χρήση τριδιάστατου σχεδιασμού και εκτύπωσης:
<https://www.makersempire.com/category/school-case-study/>

Λεπτομερής Μεθοδολογία Σκέψης 3D Design:
<https://resources.finalsite.net/images/v1525445534/springlakeparkschoolsorg/ajwiefcx5g6dry0h1gsy/EssentialPlaybook.pdf>;
<https://resources.finalsite.net/images/v1525445583/springlakeparkschoolsorg/p7segk1r3fut5fptiogx/EverythingPlaybook.pdf>

Ένας οδηγός αρχαρίων για την εκμάθηση τριδιάστατου σχεδιασμού & εικονογράφησης:
<https://dribbble.com/resources/learn-3d-design-illustration>

Εκμάθηση 3D μοντελοποίησης σε 100 ημέρες: <https://medium.com/the-100-day-project/100-days-of-3d-4b28a514f3ac>

