



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

*Επιμορφωτικό – υποστηρικτικό υλικό
Πράξη: «Επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στις δεξιότητες
μέσω εργαστηρίων» (MIS 5092064)*



ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ 2014-2020» που συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο)



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ –
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗ ΣΚΕΨΗ & ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΑ

Μεθοδολογία εμπύχωσης Δεξιοτήτων της τεχνολογίας, της μηχανικής και της επιστήμης:

- α. Ρομποτική με ανακυκλώσιμα υλικά.
- β. Ζακ-Υβ Κουστό.



Καλοβρέκτης Κωνσταντίνος



2α. Μεθοδολογία εμφύχωσης Δεξιοτήτων της τεχνολογίας, της μηχανικής και της επιστήμης: Ρομποτική με ανακυκλώσιμα υλικά.

Εισαγωγή

Η «εκπαίδευση STEM» είναι αντικείμενο έρευνας ως προς την «οντολογία» της, ως προσέγγιση στα αναλυτικά προγράμματα, αλλά και ως προσπάθεια για την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων για την ανάπτυξη της οικονομίας αλλά και ως παραγωγή καινοτόμων λύσεων για θέματα που συνδέονται με τους δείκτες βιωσιμότητας (2030 Sustainable Development Goals).

Καθώς η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση έχει ξεκινήσει και επηρεάζει την καθημερινή ζωή των ατόμων χρειάζεται η οριοθέτηση της «ολοκληρωμένης εκπαίδευσης STEM», η εισαγωγή «συνοριακών αντικειμένων» που θα διασχίζουν τις γνωστικές περιοχές που περιέχονται στο ακρωνύμιο του STEM αλλά και η σύνδεση αυτών των περιοχών με γνωστικές περιοχές εκτός του ακρωνυμίου.

Αποτέλεσμα αυτών είναι η καθιέρωση του όρου «δεξιότητες STEM» ως ικανότητες που διασχίζουν γνωστικές περιοχές στα αναλυτικά προγράμματα, ενώ θα πρέπει να περιέχονται ως νέα μαθησιακά προσδοκώμενα αποτελέσματα (Boon Ng, Soo, UNESCO, Exploring STEM competences for the 21st century, <https://learningportal.iiep.unesco.org/en/library/exploring-stem-competences-for-the-21st-century>, 2019)

Οι «ικανότητες STEM» αναφέρονται σε γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις που είναι αναγκαίες για την επιχειρηματικότητα και περιλαμβάνουν την δημιουργικότητα, την καινοτομία, την κριτική σκέψη, την επίλυση προβλήματος, την επικοινωνία και την συνεργατικότητα (Thibaut, 2018).

Επίσης απαντούν σε ερωτήματα σχετικά με την «πολυπλοκότητα» των προβλημάτων που αντιμετωπίζουμε μέσω της εισαγωγής του «κύκλου σχεδιασμού της Μηχανικής» και της ένταξης σε δραστηριότητες του αναλυτικού προγράμματος των πρακτικών που χρησιμοποιούν οι Επιστήμονες και οι Μηχανικοί.

1. Ορισμοί.

Παραθέτουμε βασικούς ορισμούς συναφείς με τις «δεξιότητες STEM» που θα χρειασθούμε για να προβληθούν με συνεκτικό τρόπο οι δεξιότητες Τεχνολογίας και Ρομποτικής.

Ικανότητα: η «ικανότητα» είναι μια έννοια η οποία περιλαμβάνει την γνώση, τις δεξιότητες και τις στάσεις/αξίες. Η έννοια της ικανότητας δεν αφορά μόνο την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων αλλά περιλαμβάνει και την κινητοποίηση της γνώσης, των στάσεων και των δεξιοτήτων σε ένα ευρύ φάσμα πλαισίων για να αντιμετωπισθούν οι πολύπλοκες απαιτήσεις που υπάρχουν σε σύγχρονα προβλήματα (OECD Future of Education and Skills 2030- <https://www.oecd.org/education/2030-project>), ενώ πρακτικά είναι δύσκολο να διακρίνουμε την γνώση από τις δεξιότητες, καθώς αναπτύσσονται ταυτόχρονα (Klieme, 2014)

Πρακτική: «Σύμφωνα με την αναφορά (NGSS Lead States, 2013), η έννοια της πρακτικής δεν περιορίζεται μόνο σε δεξιότητες (skills) αλλά επιπλέον δίνει έμφαση στην επιστημονική διερεύνηση η οποία απαιτεί και την γνώση των βασικών εννοιών της γνωστικής περιοχής μέσω των πρακτικών των Επιστημόνων και των Μηχανικών». (Καλοβρέκτης, Ξενάκης, Ψυχάρης & Σταμούλης, 2020).

Διεπιστημονική Γνώση: Η διεπιστημονική γνώση προκύπτει μέσω της διάσχισης γνωστικών περιοχών μέσω συνοριακών αντικειμένων-χρονικά εξελισσόμενων- και αφορά τον προσδιορισμό συνδέσεων μεταξύ εννοιών σε διαφορετικά γνωστικά πεδία αλλά και τον



εντοπισμό κοινών εννοιών που χρειάζεται να έχουν συνέργεια ώστε να λυθεί ένα πρόβλημα. Η διασύνδεση αυτή μπορεί να προκύψει με την αξιοποίηση σε δραστηριότητες του αναλυτικού προγράμματος των εγκάρσιων/διεπιστημονικών ιδεών/εννοιών (UNESCO, 2019, Exploring STEM Competences for the 21st Century, <https://learningportal.iiep.unesco.org/en/library/exploring-stem-competences-for-the-21st-century>; Psycharis & Kalovrektis, 2021)

Υπολογιστική Επιστήμη. Η Υπολογιστική Επιστήμη είναι μια νέα γνωστική περιοχή με το δικό της «γνωσιακό περιεχόμενο» και βασικές έννοιες υποβάθρου, αλλά και μεθοδολογία συνδυάζοντας την Επιστήμη των Υπολογιστών, τα Μαθηματικά και την εκάστοτε γνωστική περιοχή που μας ενδιαφέρει (Landau et al., 2008; Psycharis 2015, 2016, 2018a, 2018b; Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017).

Το πρώτο στοιχείο της Υπολογιστικής Επιστήμης είναι η μοντελοποίηση. Τα μοντέλα ως περιορισμοί της πραγματικότητας- μπορούν μέσω αφαιρετικών διαδικασιών να βοηθήσουν ουσιαστικά προς την εμπλοκή σε σύνθετες-πραγματικές-αυθεντικές καταστάσεις καθώς ασχολούνται με τα αντικείμενα και τα φαινόμενα του πραγματικού κόσμου και σε αυτά θα βασισθεί η οποιαδήποτε προσομοίωση, όταν αυτή πραγματοποιείται με όρους του υπολογιστικού πειράματος (Psycharis, 2015; Psycharis, 2016).

Μέσω των μοντέλων οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται στην ανακαλυπτική /διερευνητική παιδαγωγική στρατηγική καθώς κάνουν υποθέσεις για τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν, την σχέση των μεταβλητών ενώ –και εδώ είναι η προστιθέμενη αξία του υπολογιστικού πειράματος- οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται στην δημιουργία και ανάλυση «πραγματικών» και όχι εικονικών δεδομένων (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017).

Σύμφωνα με τους (Taub et al., 2015) «η Υπολογιστική Επιστήμη»-*Computational Science*- είναι ένα αναπτυσσόμενο επιστημονικό πεδίο που περιλαμβάνει τον σχεδιασμό υπολογιστικών μοντέλων επιστημονικών φαινομένων. Το πεδίο αυτό συνδυάζει την επιστήμη, την επιστήμη των υπολογιστών (computer science) και τα εφαρμοσμένα μαθηματικά σκοπό να λύσει πολύπλοκα επιστημονικά προβλήματα».

Μη σαφώς ορισμένα προβλήματα. Κάθε πρόβλημα στο οποίο είτε η αρχική κατάσταση, είτε οι επιτρεπόμενες διαδικασίες, είτε ο σκοπός δεν είναι καθαρά δηλωμένοι, ή η λύση επιδέχεται βελτιστοποίηση, τότε αυτό το πρόβλημα καλείται μη σαφώς ορισμένο. (<https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803095957654>)

Η εκπαίδευση στις Επιστήμες έχει δομηθεί μέσω σαφώς ορισμένων προβλημάτων. Στα περισσότερα αναλυτικά προγράμματα και στα περισσότερα διδακτικά μοντέλα δεν εμφανίζονται μη σαφώς ορισμένα προβλήματα με αποτέλεσμα να έχει υπάρξει κριτική καθώς έτσι οι εκπαιδευόμενοι δεν εμπλέκονται σε πραγματικά προβλήματα στα οποία πρέπει να λάβουν αποφάσεις για την επίλυσή τους (Fortus et al., 2004).

Παράδειγμα σαφώς ορισμένου προβλήματος στην Μηχανική

Υποθέστε ότι είστε μέλος μιας ομάδας Μηχανικών περιβαλλοντικού σχεδιασμού και πρέπει να σχεδιάσετε και να κατασκευάσετε μια οικονομική, εύκολη στη χρήση, ανθεκτική στο χρόνο και εύκολη στη συντήρηση συσκευή, η οποία θα βελτιώσει την ποιότητα του νερού χρησιμοποιώντας φθηνά υλικά ώστε να απομακρυνθούν τα μικρόβια από το νερό.

Το παραπάνω πρόβλημα είναι σαφώς ορισμένο ενώ προσδιορίζει και πότε η λύση του θεωρείται επιτυχής. Αντίθετα, στα μη σαφώς ορισμένα προβλήματα, η μη ύπαρξη περιορισμών απαιτεί από τους εκπαιδευόμενους να ορίσουν το πρόβλημα και να θέσουν τα



δικά τους κριτήρια και ίσως να θέσουν περιορισμούς κατά την διάρκεια της επίλυσης του προβλήματος.

Παράδειγμα μη σαφώς ορισμένου προβλήματος στην Μηχανική

Υποθέστε ότι είστε μέλος μιας ομάδας Μηχανικών πρέπει να επιλύσετε το πρόβλημα της αποφυγής κλοπής σε ένα μουσείο δημιουργώντας ένα σύστημα συναγερμού με την χρήση αισθητήρων ανίχνευσης όταν το μουσείο έχει «μη κανονικό» σχήμα.

Στο παραπάνω πρόβλημα οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να χρησιμοποιήσουν Μαθηματικές μεθόδους(π.χ. τριγωνοποίηση του κτιρίου) και να σκεφθούν το οικονομικό κόστος, ώστε να χρησιμοποιηθεί ο ελάχιστος αριθμός αισθητήρων. Επίσης θα πρέπει προγραμματίσουν τους αισθητήρες που θα στέλνουν τα δεδομένα και να επεξεργασθούν αυτά τα δεδομένα.

2. Διδακτικές Στρατηγικές

Στην Διδακτική των Επιστημών εφαρμόζεται συνήθως η «ανακαλυπτική-διερευνητική» μάθηση. Σε αυτήν την παιδαγωγική στρατηγική οι εκπαιδευόμενοι προτείνουν υποθέσεις, συλλέγουν δεδομένα και δίνουν εξηγήσεις βασιζόμενοι στην συλλογή και ανάλυση δεδομένων που παράγονται μέσω πραγματικών ή υπολογιστικών πειραμάτων (Asay & Orgill, 2010, Psycharis, 2018a, b). Παραθέτουμε τα επτά (7) στάδια της ανακαλυπτικής/διερευνητικής μάθησης (Inquiry based Teaching and Learning approach) (Asay & Orgill, 2010) :

- η ερώτηση
- η απόδειξη(συλλογή δεδομένων),
- η ανάλυση
- η εξήγηση
- η σύνδεση
- η επικοινωνία και
- ο αναστοχασμός.

Τα παραπάνω αφορούν την διερευνητική/ανακαλυπτική παιδαγωγική στρατηγική για την εκπαίδευση στις Επιστήμες όπου κάθε φάση διαχωρίζεται ανάλογα με το επίπεδο παρέμβασης του εκπαιδευτικού(Ανοικτή, Καθοδηγούμενη, Δομημένη)

Η Διερευνητική/Ανακαλυπτική διδακτική στρατηγική στην Εκπαίδευση στις Επιστήμες (βλ. και Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017)

| | Ανοικτή | Καθοδηγούμενη | Δομημένη |
|---|--|--|---|
| Ερώτηση Οι μαθητές διερευνούν μια επιστημονικά προσανατολισμένη ερώτηση | Ο μαθητής θέτει μόνος του ερωτήσεις. | Ο μαθητής επιλέγει την ερώτηση από μια συλλογή που θέτει ο εκπαιδευτικός ή από πόρους που θέτει ο εκπαιδευτικός. | Στον μαθητή δίνεται η ερώτηση από τον εκπαιδευτικό. |
| Απόδειξη – Συλλογή Δεδομένων | Ο μαθητής προσδιορίζει μόνος του τι σημαίνει | Ο μαθητής επιλέγει την απόδειξη και τα | Στον μαθητή δίνεται η απόδειξη και τα |



| | | | |
|---|--|--|---|
| Οι μαθητές δίνουν προτεραιότητα στη συλλογή δεδομένων | απόδειξη και συλλέγει δεδομένα. | δεδομένα από μια συλλογή που θέτει ο εκπαιδευτικός ή από πόρους που θέτει ο εκπαιδευτικός. | δεδομένα από τον εκπαιδευτικό. |
| Ανάλυση των Δεδομένων Οι μαθητές αναλύουν την απόδειξη | Ο μαθητής αποφασίζει μόνος του πώς να αναλύσει την απόδειξη. | Ο μαθητής αναλύει την απόδειξη και τα δεδομένα από μια συλλογή που θέτει ο εκπαιδευτικός ή από πόρους που θέτει ο εκπαιδευτικός. | Στον μαθητή δίνεται η ανάλυση της απόδειξης ή καθοδηγείται από τον εκπαιδευτικό με ποιο τρόπο να πραγματοποιήσει την ανάλυση. |
| Εξήγηση Οι μαθητές παράγουν εξηγήσεις/ερμηνείες που βασίζονται στην απόδειξη | Ο μαθητής αποφασίζει μόνος του πώς να προχωρήσει στην εξήγηση βασιζόμενος στην απόδειξη. | Ο μαθητής προχωρά στην εξήγηση μέσα από διάφορους τρόπους που παρέχονται από τον εκπαιδευτικό. | Στον μαθητή παρέχεται η εξήγηση από τον εκπαιδευτικό. |
| Σύνδεση Οι μαθητές συνδέουν τις εξηγήσεις με την επιστημονική γνώση | Ο μαθητής προχωρά μόνος του στη σύνδεση της εξήγησης με την επιστημονική γνώση. | Ο μαθητής παράγει τη σύνδεση μέσα από πηγές που παρέχονται από τον εκπαιδευτικό. | Στον μαθητή παρέχεται η σύνδεση απ' ευθείας από τον εκπαιδευτικό ή άλλους πόρους. |
| Επικοινωνία Οι μαθητές επικοινωνούν και αιτιολογούν την εξήγηση | Ο μαθητής προχωρά μόνος του στην επικοινωνία και την αιτιολόγηση της εξήγησης. | Ο μαθητής επικοινωνεί και αιτιολογεί την εξήγηση με σχετική βοήθεια από τον εκπαιδευτικό. | Στον μαθητή παρέχονται τα βήματα για να επικοινωνήσει και να αιτιολογήσει την εξήγηση. |
| Αναστοχασμός Οι μαθητές αναστοχάζονται στη διερευνητική/ανακαλυπτική διαδικασία που ακολούθησαν και στη μάθησή τους | Ο μαθητής αποφασίζει μόνος του πώς να δομήσει την αναστοχαστική του διαδικασία. | Στον μαθητή παρέχονται οδηγίες για τη δομή της αναστοχαστικής του διαδικασίας. | Στον μαθητή παρέχονται τα βήματα για να δομήσει την αναστοχαστική του διαδικασία. |

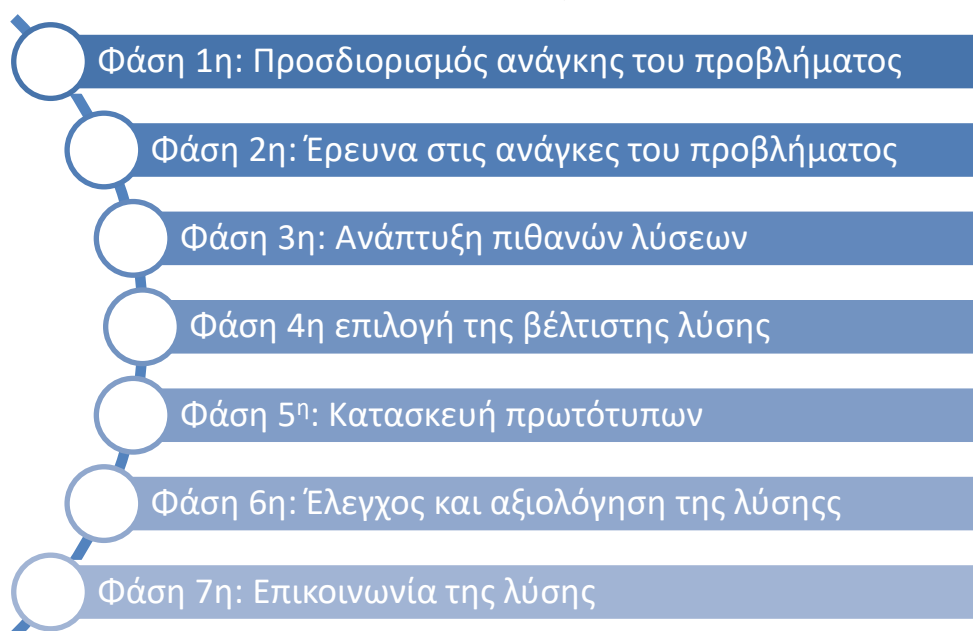
Παρατήρηση. Η ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση συνδέεται με τις δεξιότητες της Επιστήμης, της Τεχνολογίας και της Μηχανικής. Για παράδειγμα, στο στάδιο της επικοινωνίας μπορεί να γίνει ψηφιακή διαχείριση των μέσων- όπως και στα προηγούμενα στάδια-, ενώ οι



δεξιότητες αυτές εμφανίζονται και στην δημιουργία μοντέλων που στην συνέχεια θα προσομοιωθούν. Ωστόσο για να εμπακούν οι εκπαιδευόμενοι στην Τεχνολογική(τεχνική γνώση), χρειάζεται να εισαχθεί και η παιδαγωγική στρατηγική του «σχεδιασμού της Μηχανικής». Παρακάτω παραθέτουμε τον σχεδιασμό των Μηχανικών σύμφωνα με το Massachusetts Department of Education (2006).

Τα βήματα σχεδιασμού ενός διδακτικού σεναρίου βάση της προσέγγισης του σχεδιασμού των Μηχανικών (Engineering Design Process - Massachusetts Department of Education)

Ο σχεδιασμός των Μηχανικών σύμφωνα με το Massachusetts Department of Education. (2006). Massachusetts science and technology/engineering curriculum framework (www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/1006.doc)



3. Οι θεμελιώδεις και οι εγκάρσιες έννοιες

Σύμφωνα με την αναφορά (NGSS , 2013), για την Σχολική Εκπαίδευση χρειάζεται να λάβουμε υπόψη μας όχι μόνο τις έννοιες υποβάθρου των Επιστημών και της Μηχανικής, αλλά και τις «πρακτικές» των Επιστημόνων και των Μηχανικών(βλ. και Καλοβρέκτης, Ξενάκης, Ψυχάρης & Σταμούλης, 2020) ώστε αυτές να αποτελέσουν ένα πλαίσιο για την υλοποίηση των παραπάνω δεξιοτήτων.

| Οι Διαστάσεις για την Σχολική Εκπαίδευση σύμφωνα με το NGSS (2013) | |
|---|--|
| Πρακτικές των Επιστημόνων και των Μηχανικών | Δεξιότητες και γνώση επιμέρους γνωστικών περιοχών. Η Διερευνητική/Ανακαλυπτική μέθοδος ως Επιστημονική διαδικασία-Παραγωγή μοντέλων-Δεξιότητες διαμοιρασμού ψηφιακών τεχνουργημάτων -Δεξιότητες κατασκευής και σχεδιασμού τεχνουργημάτων. |



| | |
|---|---|
| <p>Οι εγκάρσιες/ διεπιστημονικές έννοιες (Crosscutting Concepts)</p> | <p>Οι εγκάρσιες έννοιες (Crosscutting Concepts)</p> <p>Οι έννοιες αυτές έχουν εφαρμογή σε πολλές γνωστικές περιοχές και λειτουργούν ως σύνδεσμοι- ανάμεσα στις έννοιες επιμέρους γνωστικών περιοχών.</p> <p>Υλοποίηση του κύκλου σχεδιασμού της Μηχανικής μέσω των εγκάρσιων εννοιών.</p> |
| <p>Σημαντικές ιδέες- έννοιες υποβάθρου μιας γνωστικής περιοχής</p> | <p>Οι ιδέες αυτές κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις γνωστικές περιοχές:</p> <p>α) τις Φυσικές Επιστήμες</p> <p>β) τις Επιστήμες Υγείας (π.χ. Βιολογία),</p> <p>γ) τις επιστήμες της Γης και του Διαστήματος.</p> <p>δ) την Μηχανική, την Τεχνολογία και τις εφαρμογές της Επιστήμης.</p> |

Σύμφωνα με την NRC (2012) οι επτά εγκάρσιες/διεπιστημονικές/ έννοιες για τις Επιστήμες και την Μηχανική, είναι οι:(βλ. και Καλοβρέκτης, Ξενάκης, Ψυχάρης & Σταμούλης,2020)-σημειώσεις Σ. Ψυχάρη ΕΠΠΑΙΚ ΑΣΠΑΙΤΕ 2021.

- 1) **Μοτίβα /pattern:** Παρατήρηση μοτίβο είτε σε δομές, είτε σε γεγονότα ,είτε σε δεδομένα/αριθμούς ώστε να οδηγηθούν οι εκπαιδευόμενοι σε συλλογή, ταξινόμηση, οργάνωση και κατηγοριοποίηση ώστε να κάνουν υποθέσεις και ερωτήσεις σχετικά με τους παράγοντες που προκαλούν αυτά(σύνδεση με την ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση)
- 2) **Αιτία-αποτέλεσμα, μηχανισμός και εξήγηση :** Προσδιορισμός της αιτίας που προκαλεί ένα γεγονός και η διερεύνηση των μηχανισμών με τους οποίους προκαλούνται τα γεγονότα. Αυτά μπορούν να προκαλέσουν δεδομένα ώστε να γίνει πρόβλεψη σε «παρόμοια» γεγονότα.
- 3) **Κλίμακες, αναλογίες και ποσότητες:** Εμπλοκή των εκπαιδευομένων στην «τάξη μεγέθους» ποσοτήτων.
- 4) **Συστήματα και συστήματα μοντέλων:** Για την μελέτη ενός συστήματος θα πρέπει να καθορίσουμε ποιο είναι το σύστημα και τα μέρη του, ποιο είναι το περιβάλλον του και να προσδιορίσουμε-συνήθως μέσω αφαιρετικών διαδικασιών- ποιο είναι το μοντέλο του συστήματος και πως αυτό αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε έλεγχο των εννοιών που εμπλέκονται ώστε να καταλήξουμε σε εφαρμογές των Επιστημών και της Μηχανικής
- 5) **Ενέργεια και ύλη:** Ροές, κύκλοι και διατήρηση: Παρατήρηση της ροής της ενέργειας, της μάζας και αντίστοιχες τοπικές ή ολικές διατηρήσεις ώστε να κατανοήσουμε τις δυναμικές καταστάσεις των συστημάτων και τους περιορισμούς τους.
- 6) **Δομή και λειτουργία:** Αναφέρεται στον τρόπο δόμησης ενός αντικειμένου ή ζωντανού οργανισμού και στον τρόπο που τα υποσυστήματα προσδιορίζουν τις ιδιότητες του συστήματος.
- 7) **Σταθερότητα και αλλαγή:** Αφορά τα φυσικά και τεχνητά συστήματα, τον προσδιορισμό των παραμέτρων που μεταβάλλουν ένα σύστημα από σταθερό σε μη



σταθερό, τις καταστάσεις μετάβασης , τον προσδιορισμό του ρυθμού αλλαγής ή εξέλιξης κλπ

Θεωρούμε ότι οι εγκάρσιες ιδέες συνδέονται με την διεπιστημονική /δια-επιστημονική/διαθεματική γνώση αλλά και την τεχνική γνώση, σε συμβατότητα με τις προδιαγραφές στα εργαστήρια δεξιοτήτων. Επίσης, οι εγκάρσιες έννοιες μπορούν να αποτελέσουν και την «κεντρική» έννοια που θα αναπτυχθεί σε μια διεπιστημονική προσέγγιση STEAM στις δραστηριότητες ώστε να «ολοκληρώνονται» οι δεξιότητες της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Επιστημών.

Οι πρακτικές στις Επιστήμες και την Μηχανική σύμφωνα με την αναφορά National Research Council (2012)

| Οι οκτώ πρακτικές για την Σχολική εκπαίδευση για τις Επιστήμες και την Μηχανική | |
|--|--|
| Πρακτική 1 | Οι εκπαιδευόμενοι θέτουν ερωτήματα (για τις Επιστήμες) και ορίζουν προβλήματα (για την Μηχανική)-Σύνδεση με την καθημερινή ζωή μέσω φαινομένων που έχουν «βιωματική» εμπειρία. |
| Πρακτική 2 | Οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν και χρησιμοποιούν μοντέλα-Δεξιότητες μοντελοποίησης. |
| Πρακτική 3 | Οι εκπαιδευόμενοι σχεδιάζουν και υλοποιούν έρευνες-Δεξιότητες σχεδιασμού και υλοποίησης –«ρομποτικές» δεξιότητες. |
| Πρακτική 4 | Οι εκπαιδευόμενοι συλλέγουν, αναλύουν και ερμηνεύουν δεδομένα-Δεξιότητες αναλυτικής σκέψης και δεξιότητες αιτιολόγησης. |
| Πρακτική 5 | Οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν Μαθηματική και Υπολογιστική Σκέψη-Δεξιότητες επιστημονικής και υπολογιστικής σκέψης. |
| Πρακτική 6 | Οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν εξηγήσεις (για Επιστήμες) και να σχεδιάζουν λύσεις (για την Μηχανική). |
| Πρακτική 7 | Οι εκπαιδευόμενοι επιχειρηματολογούν αξιοποιώντας δεδομένα που έχουν προκύψει από την Υπολογιστική Επιστήμη ή από εικονικά πειράματα. |
| Πρακτική 8 | Οι εκπαιδευόμενοι συλλέγουν, αξιολογούν και επικοινωνούν την πληροφορία-Δεξιότητες διαμοιρασμού πληροφορίας. |

Οι Πρακτικές των Επιστημόνων και των Μηχανικών(για πληρέστερη ανάλυση (βλ. και Καλοβρέκτης, Ξενάκης Ψυχάρης & Σταμούλης, 2020)

Παρατήρηση. Μέσω των παραπάνω πρακτικών αναπτύσσονται οι δεξιότητες της Τεχνολογίας όπως προδιαγράφονται από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (βλ. και Aredoe et al.,2008 για την παιδαγωγική στρατηγική της μάθησης μέσω σχεδιασμού).



4. Η Ολοκλήρωση STEAM

Σχετικές έρευνες αναφέρουν την ανάγκη ενός «ολοκληρωμένου STEAM» όπου υπάρχει διάσχιση των γνωστικών περιοχών μέσω μιας δραστηριότητας του αναλυτικού προγράμματος με την αξιοποίηση των εγκάρσιων εννοιών (Psycharis & Kalovrektis, 2021). Στην «ολοκληρωμένη προσέγγιση STEM» ακολουθείται η διεπιστημονική ή δια-επιστημονική προσέγγιση μέσω της διάσχισης των γνωστικών περιοχών.

Από την βιβλιογραφία προκύπτει ότι δεν έχει οριοθετηθεί ο όρος «ολοκλήρωση STEAM» με ένα ευρύ φάσμα ορισμών να εμφανίζεται τόσο ως προς ποια επιστημολογική προσέγγιση υιοθετείται(διεπιστημονική ή/και δια-επιστημονική) όσο ακόμα και στους ορισμούς των ίδιων των επιστημολογικών προσεγγίσεων(English,2016;Moore and Smith, 2014; Vasquez et al., 2013; Bryan and Guzey, 2020; Bryan et al.,2015, Psycharis,2021) .Η διαφοροποίηση προκύπτει επίσης από την ερμηνεία της «ολοκλήρωσης», αλλά και τους «ολοκληρωτές» (δείκτες ολοκλήρωσης) αλλά και στον τρόπο αξιοποίησης της Υπολογιστικής παιδαγωγικής(Yasar et al., 2016;Psycharis,2018a,b).

Μια άποψη για την «ολοκλήρωση STEM» είναι η : «εφαρμογή παιδαγωγικών προσεγγίσεων που στηρίζονται στον σχεδιασμό της Μηχανικής και την Τεχνολογία, ώστε να διδαχθεί το περιεχόμενο και οι πρακτικές των Επιστημών και των Μαθηματικών σε συμφωνία με τις πρακτικές και το περιεχόμενο της Τεχνολογίας». (Wells,2015).(βλ. και Καλοβρέκτης, Ξενάκης, Ψυχάρης & Σταμούλης,2020).

Σύμφωνα με τους (Vasquez et al.,2013), στην διεπιστημονική προσέγγιση, για τις έννοιες που υπάρχει σύνδεση, αυτές διδάσκονται με την αξιοποίηση δυο ή περισσότερων γνωστικών , ενώ στην δια-επιστημονική προσέγγιση η έμφαση δίνεται στην επίλυση προβλήματος και οι έννοιες διδάσκονται μέσω του προβλήματος.

Οι (Quigley et al., 2020) προτείνουν ένα εννοιολογικό μοντέλο για την «ολοκλήρωση STEAM» , που υλοποιεί μια διδακτική στρατηγική STEAM μέσω:

α) της παρακίνησης των εκπαιδευόμενων να επιλέξουν προβλήματα από τον πραγματικό κόσμο τα οποία πρέπει να λύσουν μέσω σεναρίων STEAM, και

β) μέσω της παροχής τεχνολογικών όπου οι εκπαιδευόμενοι θα μπορούν εύκολα να τα αξιοποιούν(π.χ. παραγωγή παιχνιδιών, physical computing πλατφόρμες κλπ).

Η «διάσχιση» των συνόρων των γνωστικών περιοχών είναι ένα θέμα που τίθεται στην «ολοκλήρωση STEM». Σύμφωνα με τον (Leung,2020), η δυσκολία στην οριοθέτηση της «ολοκλήρωση STEM» οφείλεται σε επιστημολογικά εμπόδια τα οποία συνδέονται με την παιδαγωγική γνώση περιεχομένου καθώς κάθε γνωστική περιοχή έχει τις δικές της πρακτικές. Κατά την άποψή μας η «ολοκλήρωση STEAM» θα πρέπει να εστιάζει στην λεγόμενη προσέγγιση «περιεχομένου» ως μια δραστηριότητα του αναλυτικού προγράμματος (Moore & Smith,2014;Moore,2008) μέσω διεπιστημονικής προσέγγισης , όπου μοι εγκάρσιες έννοιες θα βοηθήσουν στην ολοκλήρωση των γνωστικών περιοχών μέσω συνωριακών αντικειμένων. Στην αναφορά (Boon Ng, Soo ,UNESCO, Exploring STEM competences for the 21st century,

<https://learningportal.iiep.unesco.org/en/library/exploring-stem-competences-for-the-21st-century,2019>),

αναφέρεται ότι «στην διεπιστημονική προσέγγιση υπάρχει υψηλό επίπεδο ολοκλήρωσης των γνωστικών περιοχών μέσω της εστίασης σε μια «κοινή έννοια» σας αυτές που αναφέραμε ως «εγκάρσιες» έννοιες»(Psycharis & Kalovrektis,2021).



5. Διδακτικές Στρατηγικές στην «ολοκλήρωση STEAM» -Η Αξιολόγηση στην «ολοκλήρωση STEAM» όταν συμπεριλαμβάνονται και οι Τέχνες

Από την βιβλιογραφία προκύπτει ότι οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν ικανοποιητική γνώση για το πως θα σχεδιάζουν ή θα διδάσκουν δραστηριότητες STEAM(Henriksen et al., 2016) ή ποια παιδαγωγική στρατηγική θα μπορεί να είναι υλοποιήσιμη στην «ολοκλήρωση STEAM».

Μια στρατηγική θα μπορούσε να είναι αρχικά μια δραστηριότητα STEM και στην συνέχεια η ανάπτυξη τεχνουργήματος από τις Τέχνες ή τις Ανθρωπιστικές Επιστήμες (Henriksen et al., 2016). Η ολοκλήρωση της Τέχνης με τις γνωστικές περιοχές του STEM θεωρείται ότι μπορεί να υλοποιηθεί με την στρατηγική της ανακαλυπτικής/διερευνητικής διδακτικής στρατηγικής και του σχεδιασμού της Μηχανικής, όπου μέσω ερωτήσεων και απαντήσεων προκύπτει η λύση σε ένα πρόβλημα αλλά και η βελτιστοποίηση της λύσης (Heilig et al., 2010).

Η Τέχνη (Τέχνες) μπορούν να τροφοδοτούν την Τεχνολογία, τις Επιστήμες και την Μηχανική και αντίστροφα, μέσω ακόμα και μορφών «υπολογιστικής» Τέχνης. Θεωρούμε επίσης σημαντικό, οποιοδήποτε τεχνούργημα Τέχνης δημιουργείται σε μια δραστηριότητα, αυτό να υλοποιείται κατά την διάρκεια της δραστηριότητας και να μην αποτελεί ένα «πρόσθετο» μετά την ανάπτυξη δεξιοτήτων από τις Επιστήμες, την Τεχνολογία και την Μηχανική.

6. Βιβλιογραφική τεκμηρίωση

- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454-465.
- Asay, L.D., & Orgill, M.K. (2010). Analysis of essential features of inquiry found in articles published in *The Science Teacher*, 1998-2007. *Journal of Science Teacher Education*, 21, 57- 79.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *STEM road map: A framework for integrated STEM education* (pp. 23–37). New York, NY: Routledge. Science Education Community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. doi:10.1145/1929887.1929905
- Bryan, L., & Guzey, S.S. (2020). K-12 STEM Education: An Overview of Perspectives and Considerations. *Hellenic Journal of STEM Education*, 2020, 1(1), 5-15
- Fortus, D., Dershimer, C., Krajcik, J., Marx, R., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110
- Heilig, J. V., Cole, H., & Aguilar, A. (2010). From Dewey to No Child Left Behind: The evolution and devolution of public arts education. *Arts Education Policy Review*, 111(4), 136-145
- Henriksen, D., Mishra, P., & Fisser, P. (2016). Infusing creativity and technology in 21st century education: A systemic view for change. *Educational Technology & Society*, 19(3), 27–37.
- Klieme, E. (2004), *The development of national educational standards: an expertise*, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Landau, R.H., Páez, J. & Bordeianu, C. (2008). *A Survey of Computational Physics: Introductory Computational Science*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Leung, A. (2020). Boundary crossing pedagogy in STEM education. *International Journal of STEM Education* (2020) 7:15
- Moore, T. J. (2008). STEM integration: Crossing disciplinary borders to promote learning and engagement. Invited presentation to the faculty and graduate students of the



- UTeachEngineering, UTeachNatural Sciences, and STEM Education program area at University of Texas at Austin, December 15, 2008.
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5–10.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: for states, by states*. The National Academies Press, Washington, DC
- Psycharis, S. (2021). Editorial: A New Era with STEM Education?. *Hellenic Journal of STEM Education*, 1(2), 43-44. <https://doi.org/10.51724/hjstemed.v1i2.14>
- Psycharis,S.&Kalovrektis,K.(2021). A Conceptual Framework for Computational STEAM Integration. *Crosscutting Concepts, Threshold Concepts, Border Objects and their propagation in STEM integrational fusion*. Hellenic and International Conference. STE(A)M Educators and Education. Patras 7-9 May 2021
- Psycharis, S (2018a) *STEAM in Education: A Literature review on the role of Computational Thinking, Engineering Epistemology and Computational Science*. *Computational STEAM Pedagogy (CSP)*. *SCIENTIFIC CULTURE*, Vol.4, No.2, 51-72. <https://sci-cult.com>
- Psycharis, S. (2018b). *Computational Thinking, Engineering Epistemology and STEM Epistemology: A primary approach to Computational Pedagogy*. *International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2018: The Challenges of the Digital Transformation in Education* pp 689-698.https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-11935-5_65
- Psycharis, S. (2016). 'Inquiry Based- Computational Experiment, Acquisition of Threshold Concepts and Argumentation in Science and Mathematics Education (*Journal "Educational Technology & Society"* - Volume 19, Issue 3, 2016.
- Psycharis, S. (2015). *The Impact of Computational Experiment and Formative Assessment in Inquiry Based Teaching and Learning Approach in STEM Education*. *Journal of Science Education, and Technology*.25(2),316-326 (JOST) DOI 10.1007/s10956-015-9595-z
- Quigley, C.F., Herro, D., King, E., Plank, H. (2020). *STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School*. *J Sci Educ Technol* 29, 499–518 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09832-w>
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). *Is adding the E enough?: Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration*. *School Science and Mathematics*,112, 31-44
- Sengupta, P & Shanahan, M.(2017). *Boundary Play and Pivots in Public Computation: New Directions in STEM Education*. *International Journal of Engineering Education* 33(3):1124
- Taub, R., Armoni, M., Bagno, E., & Ben-Ari, M. (2015). *The effect of computer science on physics understanding in a computational science environment*. *Computers & Education* 87, 10-23
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P. and Depaepe, F. (2018). *Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education*. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>



- Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). STEM lesson essentials, grades 3–8: integrating science, technology, engineering, and mathematics. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Wells, J. (2015). PIRPOSAL model: Design to understand (D2U). Presentation at the Integrative STEM Education Professional Development for Elementary Education, STEM Education Collaboratory, Blacksburg, VA, October 23.
- Yasar O., Veronesi P., Maliekal J., Little L. J., Vattana S. E. & Yeter I. H. (2016). Presented at: ASEE Annual Conference and Exposition. Presented: June 2016. Project: SCOLLARCIT
- Ψυχάρης, Σ. & Καλοβρέκτης, Κ. (2017). Διδακτική και Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM και ΤΠΕ. Κωδικός Εύδοξος 68374254 ISBN: 978-960-418-706-5. Εκδόσεις Τζιόλα
- Καλοβρέκτης, Κ., Ξενάκης, Α., Ψυχάρης, Σ., & Σταμούλης, Γ. (2020). Γεώργιος. Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Αναπτυξιακές Πλατφόρμες Ρομποτικής και IoT SBN: 978-960-418-828-4. Εκδόσεις Τζιόλα



2β Μεθοδολογία εμφύχωσης Δεξιοτήτων του νου: Ζακ-Υβ Κουστώ.

Εισαγωγή

Ο όρος «Υπολογιστική Σκέψη» εισηγήθηκε από την Wing (2006) αλλά ο όρος αρχικά εμφανίστηκε από τον Papert (1996) ως μια διαδικασία διαδικαστικής σκέψης που λειτουργεί ως μέσο για να εδραιωθεί μια σχέση ανάμεσα σε ένα πρόβλημα και της λύσης του καθώς και στο πρόβλημα και «στα δεδομένα» (Cansu & Cansu, 2019). Σύμφωνα με την Wing (2006) «η Υ.Σ. είναι μια βασική ικανότητα που πρέπει να έχουν οι εκπαιδευόμενοι συμπληρωματικά με τις άλλες τρεις βασικές δεξιότητες: την ανάγνωση, τη γραφή και την αριθμητική» (βλ. και Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017).

Η Υ.Σ. –ως διαδικασία διαδικαστικής σκέψης- συνδέεται με την στρατηγική επίλυσης προβλημάτων μέσω της διάσπασης του προβλήματος σε απλούστερα, την εύρεση μοτίβο, την μεταφορά του προβλήματος στον υπολογιστή μέσω αλγορίθμων (βλ. και Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017; Καλοβρέκτης, Ξενάκης, Ψυχάρης & Σταμούλης, 2020) .

1. Οι διαστάσεις της Υπολογιστικής Σκέψης

Ο Διεθνής Οργανισμός -*The International Society for Technology in Education (ISTE, 2011, 2016)* και η ένωση *Computer Science Teachers Association (CSTA)* ανέπτυξαν λειτουργικούς ορισμούς για την Υπολογιστική Σκέψη (Υ.Σ.) (βλ. και Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017; Καλοβρέκτης, Ξενάκης, Ψυχάρης & Σταμούλης, 2020) .

- ▶ «την διατύπωση του προβλήματος» με τέτοιο τρόπο ώστε να μας επιτρέπει τη χρήση του ΗΥ και άλλων εργαλείων.
- ▶ την «λογική οργάνωση» και ανάλυση των δεδομένων.
- ▶ την «αναπαράσταση των δεδομένων μέσω αφαιρετικών δομών» όπως τα μοντέλα που στη συνέχεια θα προσομοιωθούν (Προσομοίωση μοντέλων).
- ▶ την «αυτοματοποιημένη λύση» των προβλημάτων μέσω της αξιοποίησης αλγορίθμων
- ▶ τον προσδιορισμό, ανάλυση και την υλοποίηση εναλλακτικών λύσεων και την αναζήτηση της βέλτιστης λύσης.
- ▶ την γενίκευση και μεταφορά του προβλήματος προς επίλυση σε άλλες παρόμοιες καταστάσεις (μεταγνωστική εμπειρία).
- ▶ την αιτιολόγηση με βάση την Υ.Σ.
- ▶ την «αναγνώριση προτύπων και μοτίβο»

Τα παραπάνω βοηθούν τους εκπαιδευόμενους να ασχοληθούν με πολύπλοκα προβλήματα από τη καθημερινή ζωή εμπλέκοντας τις Επιστήμες και την Μηχανική, να επιμένουν στην επίλυση δύσκολων πραγματικών προβλημάτων, να δείχνουν «ανοχή» στην αντιμετώπιση προβλημάτων στα οποία δεν είναι οικείοι(σχέση με την δημιουργικότητα), να είναι ικανοί να αντιμετωπίζουν ανοικτά προβλήματα και τέλος να επικοινωνούν τη λύση τους με άλλα άτομα της κοινότητας. Οι (Brennan & Resnick, 2012) πρότειναν ένα άλλο πλαίσιο για την εισαγωγή της Υ.Σ. με τη μορφή των «εννοιών, των πρακτικών και των προοπτικών», και όλες αυτές θα τις καλούμε διαστάσεις.

«Οι υπολογιστικές έννοιες(computational concepts) αφορούν τις έννοιες με τις οποίες εμπλέκονται οι εκπαιδευόμενοι καθώς προγραμματίζουν (π.χ. ακολουθίες, επαναληπτικές δομές, γεγονότα, δεδομένα).



«Οι υπολογιστικές έννοιες (computational concepts) αφορούν τις έννοιες με τις οποίες εμπλέκονται οι εκπαιδευόμενοι καθώς προγραμματίζουν (π.χ. ακολουθίες, επαναληπτικές δομές, γεγονότα, δεδομένα).

Οι υπολογιστικές πρακτικές είναι μια πρακτική επίλυσης προβλήματος η οποία μπορεί να συμβαίνει κατά την διαδικασία του προγραμματισμού. Οι υπολογιστικές πρακτικές είναι πρακτικές που αναπτύσσουν οι εκπαιδευόμενοι όταν εμπλέκονται με τις υπολογιστικές έννοιες(π.χ. την αποσφαλμάτωση, την επαναχρησιμοποίηση κώδικα που έχουν δημιουργήσει άλλοι, την αφαίρεση, την τμηματοποίηση κλπ)

Οι υπολογιστικές προοπτικές/οπτικές (Computational perspective) αφορούν την ικανότητα των εκπαιδευόμενων να εργάζονται σε ομάδες, να αντιλαμβάνονται τις λύσεις που έδωσαν κλπ» (βλ. και Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017; Καλοβρέκτης, Ξενάκης, Ψυχάρης & Σταμούλης, 2020).

Πίνακας 1: Οι διαστάσεις της Υ.Σ.: έννοιες, πρακτικές και προοπτικές σύμφωνα με τους (Brennan & Resnick ,2012)

| Υπολογιστικές έννοιες, πρακτικές και προοπτικές (Brennan & Resnick ,2012) | |
|--|--|
| Οι διαστάσεις της Υ.Σ. | |
| Υπολογιστικές Έννοιες | π.χ. δομή ακολουθίας, επανάληψης, επιλογής, αλγόριθμοι, δεδομένα κλπ. |
| Υπολογιστικές Πρακτικές | π.χ. αναδρομικές σχέσεις, αφαιρετική διαδικασία, τμηματοποίηση, επαναχρησιμοποίηση κώδικα, ανάμειξη κώδικα(που έχουν δημιουργήσει συνήθως άλλοι)-remixing. |
| Υπολογιστικές Προοπτικές/Οπτικές | π.χ. έκφραση, επικοινωνία. Οι εκπαιδευόμενοι γνωρίζουν τον τεχνολογικό κόσμο, αναπτύσσουν σχέσεις μεταξύ τους θετική στάση απέναντι στην Υ.Σ. και τις διαδικασίες της. |

2. Η Υπολογιστική Σκέψη και οι Επιστήμες-Η Υπολογιστική Σκέψη και η «ολοκλήρωση STEAM»

Σύμφωνα με τους (Barr & Stephenson, 2011) η Υ.Σ. μπορεί να υλοποιηθεί στις διάφορες επιστήμες σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (έχουμε κάνει τροποποιήσεις και ελεύθερη μετάφραση στα στοιχεία του πίνακα-από Καλοβρέκτης, Ξενάκης, Ψυχάρης & Σταμούλης, 2020)

Πίνακας 2: Παράθεση διαστάσεων της Υ.Σ. στην Ε.Υ., τα Μαθηματικά, τις Φυσικές Επιστήμες

| Έννοια Υπολογιστικής Σκέψης, Δεξιότητες | Επιστήμη των Υπολογιστών | Μαθηματικά | Φυσικές Επιστήμες-Μηχανική |
|--|--|--|--|
| Συλλογή Δεδομένων-Οργανωσιακή Σκέψη | Εύρεση μιας «πηγής δεδομένων» Σημείωση: σύνδεση με την επίλυση προβλήματος μέσω της | Εύρεση μιας πηγής δεδομένων για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. | Συλλογή δεδομένων από ένα πείραμα, στο εργαστήριο ή Υπολογιστικό Πείραμα (Landau et al., 2008; Psycharis, 2015, 2016; Psycharis, 2021; Psych |



| | | | |
|--|--|---|--|
| | στρατηγικής συλλογής δεδομένων. | | aris & Kalovrektis, 2021; Psycharis et I., 2020) |
| Ανάλυση δεδομένων | Συγγραφή προγράμματος στον Υπολογιστή-Σύνδεση με Δημιουργικότητα βασικούς. | Ανακάλυψη Μοτίβο | Ανάλυση δεδομένων από ένα πείραμα για επαγωγικά συμπεράσματα. Επίλυση προβλήματος |
| Παρουσίαση Δεδομένων | Χρήση δεδομένων, Δεξιότητες επικοινωνίας | Πολλαπλές αναπαραστάσεις | Σύνοψη δεδομένων από ένα πείραμα – παρουσίαση τάσεων-Γενίκευση Αναστοχασμός |
| Διάσπαση του Προβλήματος | Εμπλοκή σε δεξιότητες κατασκευής μέσω εισαγωγής μεταβλητών και άλλων εννοιών. | Εφαρμογή σειράς ενεργειών σε μια έκφραση. | Εύρεση κατηγοριών-Ολιστική αντιμετώπιση-Στρατηγική επίλυσης προβλήματος |
| Αφαίρεση Σύνδεση με μεταγνωστικές εμπειρίες-αναστοχασμό | Στρατηγική επίλυσης προβλήματος μέσω εισαγωγής μεταβλητών και προγραμματισμού. | Χρήση μεταβλητών και εστίαση σε σημαντικές έννοιες με πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης Δημιουργία υποθέσεων (στρατηγική επίλυσης προβλήματος) | Κατασκευή ενός μοντέλου για την λύση ενός πραγματικού Προβλήματος- Δημιουργία υποθέσεων για τους «συνδέσμους» του προβλήματος. |
| Αλγόριθμοι και Διαδικασίες | Δημιουργία αλγορίθμων για επίλυση προβλήματος. | Δημιουργία «μαθηματικής» δομής του αλγορίθμου | Εκτέλεση μια πειραματικής διαδικασίας στο εργαστήριο ή μέσω ενός υπολογιστικού πειράματος-Δεξιότητες κατασκευής |
| Αυτοματοποίηση | | Χρήση εργαλείων όπως: Geogebra, Python, Scratch κλπ. | Δημιουργία τεχνουργημάτων- Δεξιότητες εφαρμογής |

Στην ιστοσελίδα της Google

(<https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking> υπάρχουν σχέδια μαθήματος όπου υλοποιούνται διαστάσεις της υπολογιστικής σκέψης στην Επιστήμη των Υπολογιστών, στα Μαθηματικά, την Μουσική, την Φιλολογία κλπ(μπορείτε να δείτε ένα παράδειγμα διδασκαλίας της παιθητικής φωνής με όρους Υπολογιστικής Σκέψης).

Παρακάτω παραθέτουμε ενδεικτικά την σύνδεση των διαστάσεων της Υ.Σ. με την Τέχνη (Τέχνες), την Γλώσσα και τις Κοινωνικές Επιστήμες(Barr & Stephenson, 2011) - τροποποιήσεις και ελεύθερη μετάφραση στα στοιχεία του πίνακα-από Καλοβρέκτης, Ξενάκης, Ψυχάρης & Σταμούλης, 2020)



Πίνακας 3. Παράθεση διαστάσεων της Υ.Σ. στις κοινωνικές επιστήμες, στις Τέχνες και την Γλώσσα.

| Έννοια Υπολογιστικής Σκέψης, Δεξιότητες | Κοινωνικές Επιστήμες | Τέχνες-Γλώσσα |
|---|--|---|
| Συλλογή Δεδομένων | Μελέτη στατιστικών δεδομένων από μια μάχη από ένα κοινωνικό φαινόμενο-Δεξιότητα στρατηγικής επίλυσης του προβλήματος μέσω σύνδεσης της συλλογής δεδομένων από κατάλληλες πηγές (σύνδεση με την δημιουργικότητα). Πηγές από διαφορετικές πηγές δεδομένων. | «Φωνητική» ανάλυση προτάσεων-προσδιορισμός μοτίβο στην δομή του συντακτικού της γλώσσας. |
| Ανάλυση δεδομένων | Προσδιορισμός τάσεων σε δεδομένα-εύρεση αιτίου αποτελέσματος από μοτίβο. | Προσδιορισμός των μοτίβο για διάφορους τύπους προτάσεων (π.χ. παθητική φωνή)ή των τάσεων σε ένα πίνακα ζωγραφικής-αφαιρετική σκέψη-δημιουργία τεχνουργημάτων με απλά υπολογιστικά εργαλεία(π.χ. δημιουργία χριστουγεννιάτικου δέντρου από φωτάκια με εργαλεία WEB-Δεξιότητα unplugged κατασκευών. |
| Παρουσίαση Δεδομένων | Επαγωγική συλλογιστική για αιτιολόγηση των τάσεων των δεδομένων. | Παρουσίαση των τάσεων σε ένα τεχνούργημα ζωγραφικής , ή σε μια ηχητική σύνθεση, ή σε ένα ρητορικό διάλογο ή σε μια σύνθεση λέξεων. |
| Διάσπαση του Προβλήματος | Διάσπαση του προβλήματος σε γεγονότα πριν και μετά από ένα γεγονός(π.χ. σε μια επίθεση). | Διάσπαση μιας ηχητικής σύνθεσης σε επιμέρους νότες – μελωδίες. |
| Αφαίρεση | Εξαγωγή συμπερασμάτων με εστίαση σε συγκεκριμένα γεγονότα. | Αξιοποίηση μεταφορών και αναλογιών για μια αφήγηση(ψηφιακή ή όχι) Παρουσίαση εικόνων ή τεχνουργημάτων σχετικών με την Τέχνη με αφαιρετικές δομές. |
| Αλγόριθμοι και Διαδικασίες | Παράθεση της διαδικασίας σε στάδια-εξαγωγή συμπεράσματος. | Αναλυτικά βήματα για την δημιουργία κατασκευής. |



3. Η Υ.Σ. και η Παιδαγωγική της Μηχανικής.

Η Υ.Σ. συνδέεται με την επιστημολογία της Μηχανικής και τον σχεδιασμό της Μηχανικής-ως διδακτική στρατηγική. Σύμφωνα με τους Rugarcia κ α. (2000) η «Παιδαγωγική των Μηχανικών» συνδέεται με την μοντελοποίηση του συστήματος-κάτω από περιορισμούς- και την βελτιστοποίηση της λύσης (δηλαδή της κατασκευής-τεχνουργήματος).

Η Υ.Σ. μπορεί να λειτουργήσει ως «πράκτορας» για την διάσπαση του προβλήματος, την εύρεση μοτίβο και τη αυτοματοποίηση του προβλήματος για την εύρεση της βέλτιστης λύσης.

Τέλος η Υ.Σ, συνδέεται με την επιστημολογία του STEAM , καθώς μπορεί να αποτελέσει τον αγωγό για τη διάσχιση των γνωστικών περιοχών του STEAM(Psycharis & Kalovrektis,2021; Psycharis,2021).

4. Βιβλιογραφική τεκμηρίωση

- Barr, V. & Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What Is Involved and What Is the Role of the Computer Science Education Community? ACM Inroads, 2(1), 48-54. doi:10.1145/1929887.1929905
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K., (2016). Developing computational thinking in compulsory education - Implications for policy and practice. JRC Science for Policy Report. doi:10.2791/792158.)
- Brennan K, Resnick M (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Presented at the American Education Researcher Association, Vancouver, Canada.
- Cansu S. K., Cansu F.K (2019), An overview of Computational Thinking, International Journal of Computer Science Education in Schools
- Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. Int J Comput Math Learning 1, 95–123 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF00191473>
- Psycharis,S.&Kalovrektis,K.(2021). A Conceptual Framework for Computational STEAM Integration. Crosscutting Concepts, Threshold Concepts, Border Objects and their propagation in STEM integrational fusion. Hellenic and International Conference. STE(A)M Educators and Education. Patras 7-9 May 2021
- Psycharis, S. (2021). Editorial: A New Era with STEM Education?. Hellenic Journal of STEM Education, 1(2), 43-44. <https://doi.org/10.51724/hjstemed.v1i2.14>
- Psycharis, S. (2016). 'Inquiry Based- Computational Experiment, Acquisition of Threshold Concepts and Argumentation in Science and Mathematics Education (Journal "Educational Technology & Society"- Volume 19, Issue 3, 2016.
- Psycharis, S. (2015). The Impact of Computational Experiment and Formative Assessment in Inquiry Based Teaching and Learning Approach in STEM Education. Journal of Science Education, and Technology.25(2),316-326 (JOST) DOI 10.1007/s10956-015-9595-z
- Psycharis,S., Kalovrektis,K.,& Xenakis,A.(2020). A Conceptual Framework for Computational Pedagogy in STEAM education: Determinants and perspectives. Hellenic Journal of STEM Education, Volume 1, <http://www.hellenicstem.com/index.php/journal>. Vol 1 No 1 (2020): Hellenic Journal of STEM Education
- Rugarcia, A., Felder, R. M., Woods, D. R. & Stice, J. E. (2000). The future of engineering education: I. A vision for a new century. Chemical Engineering Education, 34(1),16–25
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. Journal of Science Education and Technology, 25(1), 127-147. doi:10.1007/s10956-015-9581-5
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49, 33-35.



- Καλοβρέκτης,Κ., Ξενάκης,Α., Ψυχάρης,Σ., & Σταμούλης,Γ.(2020). Γεώργιος. Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Αναπτυξιακές Πλατφόρμες Ρομποτικής και IoT SBN: 978-960-418-828-4. Εκδόσεις Τζιόλα
- Ψυχάρης, Σ.& Καλοβρέκτης, Κ. (2017). Διδακτική και Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM και ΤΠΕ. Κωδικός Εύδοξος 68374254 ISBN: 978-960-418-706-5. Εκδόσεις Τζιόλα