

Υπολογιστικά περιβάλλοντα διεπιστημονικής προσέγγισης STEAM

Υπάρχει δυναμικό αλλαγής ή βρήκαμε την silver bullet;



Σαράντος Ψυχάρης, Καθηγητής Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. και Πρόεδρος της Ελληνικής Εκπαιδευτικής
Ένωσης STEM-
PhD University of Glasgow



Υπολογιστικά περιβάλλοντα διεπιστημονικής προσέγγισης STEAM. Ορίζουσες και Προοπτικές

Περιεχόμενα

- 1. Η Επιστημολογία του STEM**
- 2. Παραδείγματα Υ.Σ.-Υπολογιστικού STEM**

Εισαγωγή

Αναζήτηση χωρίς τελειωμό

Έχουμε άραγε πετύχει κάποια ενότητα της γνώσης ή μήπως έχει διασπαστεί η επιστήμη σε διάφορα μέρη που στηρίζονται σε αντιφατικές θεωρητικές αρχές;

ILYA PRIGOGINE (Nobel Χημείας)-από Peter Coveney & Roger Highfield, Το βέλος του Χρόνου, Εκδόσεις Κάτοπτρο

Τέτοια αντίστοιχα ερωτήματα θα μας οδηγήσουν σε βαθύτερη κατανόηση του «integrated” STE(A)M

Εισαγωγή

Τα δεδομένα

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα χρειάζονται μια ολιστική αντιμετώπιση και δεν μπορούν να επιλυθούν από «μεμονωμένες» γνωστικές περιοχές ή από στερεότυπες μεθοδολογικές προσεγγίσεις καθιερωμένων γνωστικών περιοχών (NAE & NRC, 2014; Bryan & Guzey, 2020).

Επίσης υπάρχει γενική συναίνεση ότι ο σκοπός της εκπαίδευσης δεν είναι η διδασκαλία μεμονωμένων γνωστικών περιοχών, αλλά η εστίαση της διδασκαλίας θα πρέπει να είναι

“to develop a reliable compass and the navigation tools to find their own way in a world **that is increasingly complex, volatile and uncertain.**”

(Schleicher, 2019, The OECD Learning Compass 2030 <https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/30>).

Εισαγωγή

ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ-ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Εξαιτίας των βαθιών και εκτεταμένων αλλαγών που μετασχηματίζουν τον κόσμο που ζούμε και **που έχουν αντίστοιχες αλλαγές στην βιομηχανική δομή, έχει τεθεί το θέμα του επαναπροσδιορισμού των στόχων της εκπαίδευσης, των διδακτικών στρατηγικών** και των δεξιοτήτων που χρειάζονται οι μαθητές και γενικότερα οι εκπαιδευόμενοι.

Παγκοσμιοποίηση του Α.Π. Θέματα «παγκόσμια», όπως η κλιματική αλλαγή, η βιο-οικονομία, η τεχνητή νοημοσύνη, οι ψηφιακές δεξιότητες κλπ, απαιτούν νέες αλλαγές στους σκοπούς και μεθόδους της εκπαίδευσης.

Τα παραπάνω θέματα αναδεικνύουν και το **ζήτημα της αναθεώρησης των συνόρων** μεταξύ των γνωστικών περιοχών του ακρωνυμίου του STEM, αλλά και των Ανθρωπιστικών Επιστημών, **με τις δυσκολίες να εντοπίζονται:**

- α) στον ορισμό-οριοθέτηση της «ολοκληρωμένης/ολιστικής εκπαίδευσης STEM»**,
- β) στον προσδιορισμό των συνοριακών αντικειμένων που θα διασχίζουν** τις γνωστικές περιοχές κατά την επίλυση ενός πραγματικού προβλήματος (π.χ. ενός προβλήματος βιοοικονομίας),
- γ) την ανεύρεση διδακτικών στρατηγικών** που θα είναι σαφείς και πιθανώς να χρειάζεται να στηριχθούν θεωρητικά σε νέες θεωρίες μάθησης, **και**
- δ) τον τρόπο αξιολόγησης** των μαθητών/φοιτητών όταν εφαρμόζεται η «ολοκληρωμένη/ολιστική εκπαίδευση STEM»,

Εισαγωγή

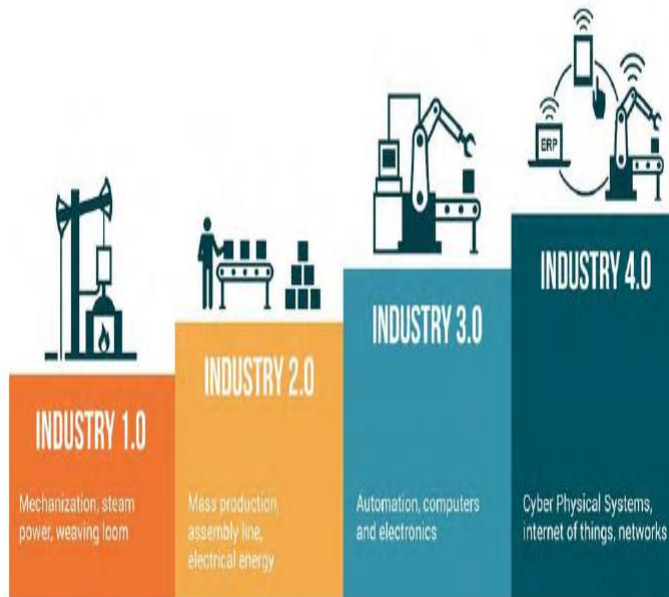
Συναφή ερωτήματα με τα παραπάνω είναι:

- A) Μπορούμε να οριοθετήσουμε **νέου τύπου ικανότητες** (γνώσεις, δεξιότητες αλλά και πρακτικές) **που διασχίζουν** γνωστικές περιοχές με σκοπό την ανάπτυξη νέων αναλυτικών προγραμμάτων που θα βοηθήσουν τους μαθητές να αποκτήσουν τις δεξιότητες της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης και να έχουν στη φυσική τους ζωή τα εφόδια για να ζήσουν με επαρκείς πόρους;
- B) Μπορούμε να δομήσουμε **νέα αναλυτικά προγράμματα** - στη Σχολική και την Πανεπιστημιακή Εκπαίδευση- που θα βασίζονται σε νέου τύπου ικανότητες;
- Γ) Μπορούμε να οριοθετήσουμε-και με βάση ποια κριτήρια- **τις λεγόμενες ικανότητες STEM** (βλ. Boon Ng Soo, 2019, UNESCO, Exploring STEM competences for the 21st century, <https://learningportal.iiep.unesco.org/en/library/exploring-stem-competences-for-the-21st-century>, 2019)

Industry 4.0

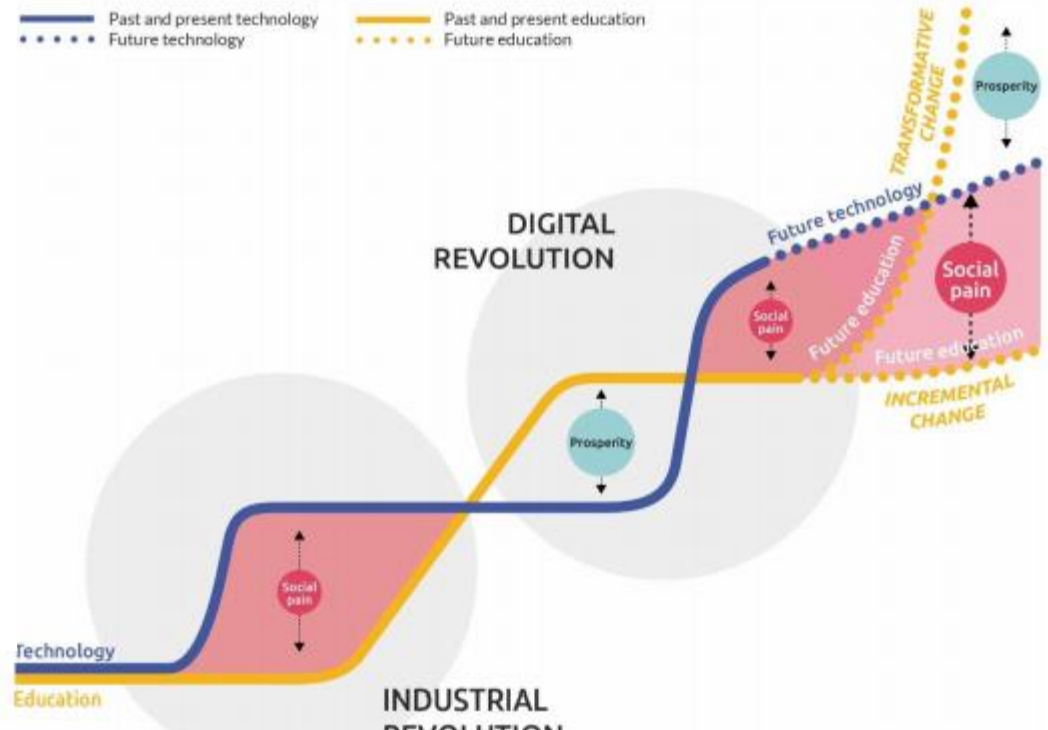
•OECD FUTURE OF EDUCATION AND SKILLS 2030 OECD Learning Compass 2030 A SERIES OF CONCEPT NOTES

•https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning-learning-compass-2030/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf



Source: McLellan (2018^[5]).

Figure 2. The race between technology and education



Industry 4.0

END OF THE 18TH
CENTURY

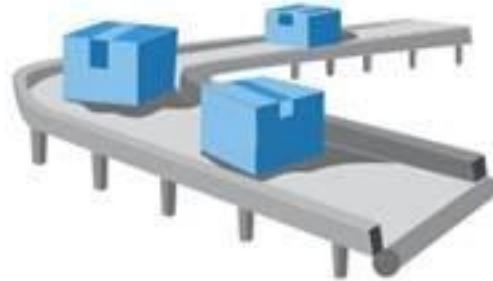


INDUSTRY 1.0 Mechanization

Introduced mechanization of production by using water and steam to increase production capacity and productivity, versus manual craft work

1784 First mechanical loom

START OF THE 20TH
CENTURY



INDUSTRY 2.0 Electrification

Introduced labor-based mass production (assembly lines) powered by electrical energy

1870 First production line, Cincinnati slaughterhouses

START OF THE
1970S



INDUSTRY 3.0 Automatization

Introduced electronics and computers to replace manual work by stand-alone robotic systems

1969 First programmable logic controller (PLC), Modicon 084

PRESENT



INDUSTRY 4.0 Cyber-Physical Systems

The convergence of physical, digital, and virtual environments through **Cyber-Physical Systems (CPS)** and the **Internet of Things (IoT)**

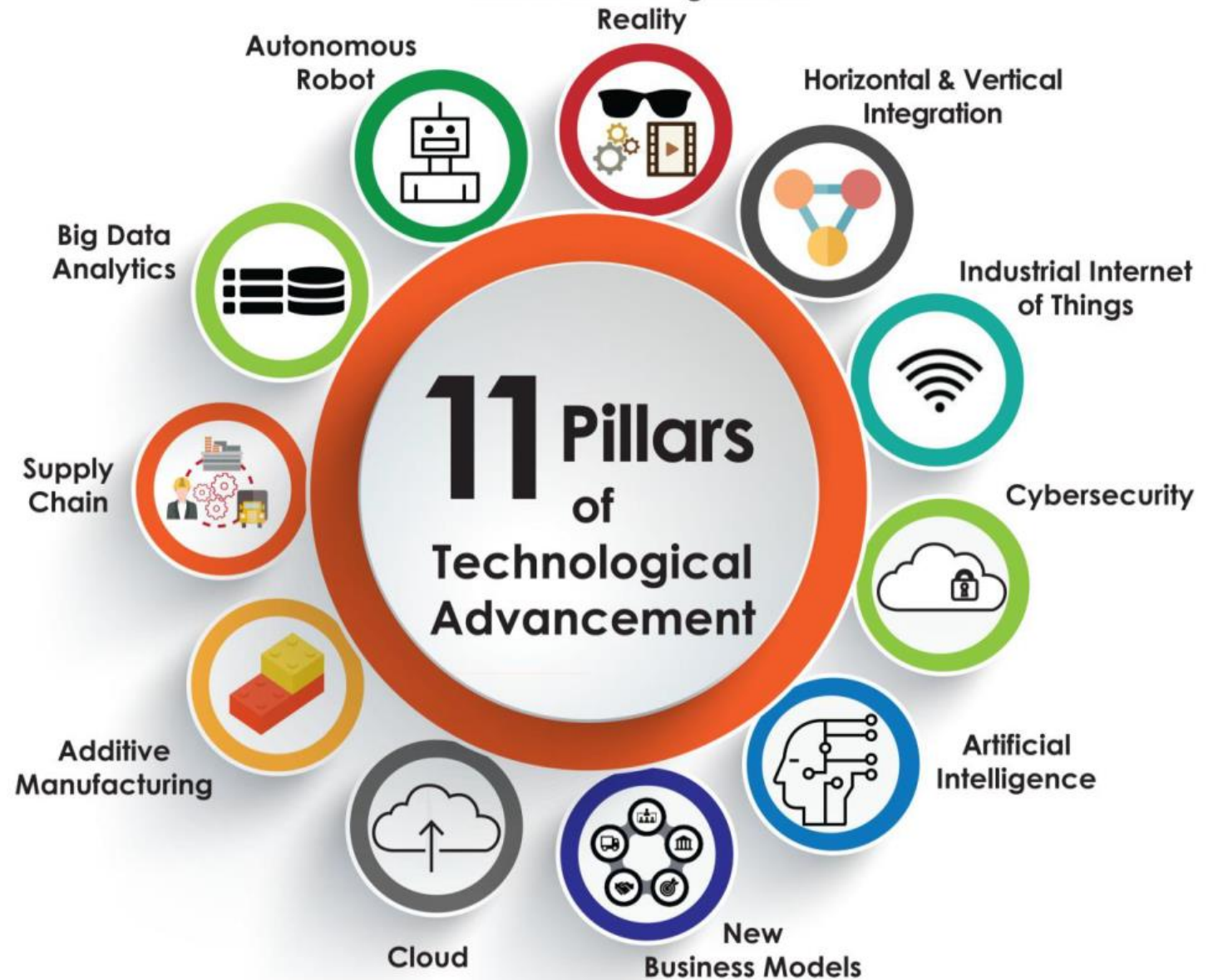
Industry 4.0

PRESENT



INDUSTRY 4.0 Cyber-Physical Systems

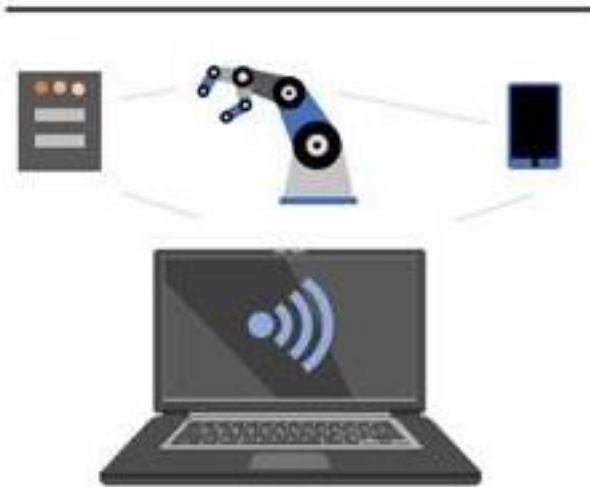
The convergence of physical, digital, and virtual environments through **Cyber-Physical Systems (CPS)** and the **Internet of Things (IoT)**



Industry 4.0

PRESENT

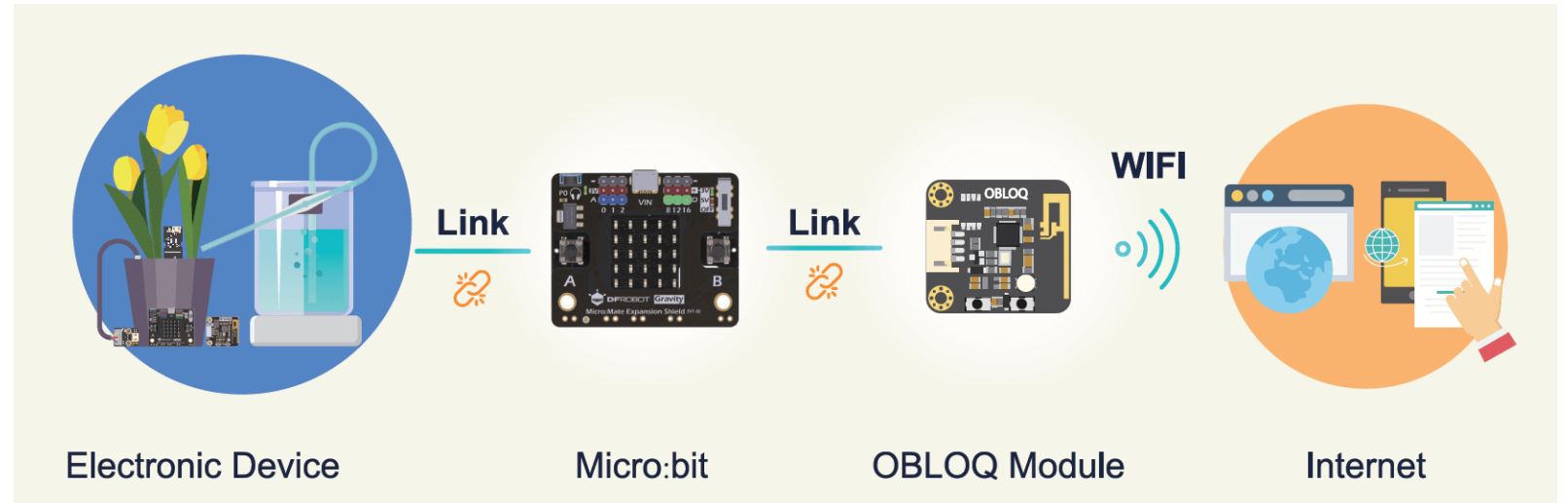
Αναλύσει δεδομένων με IOT και MicroBIT



INDUSTRY 4.0

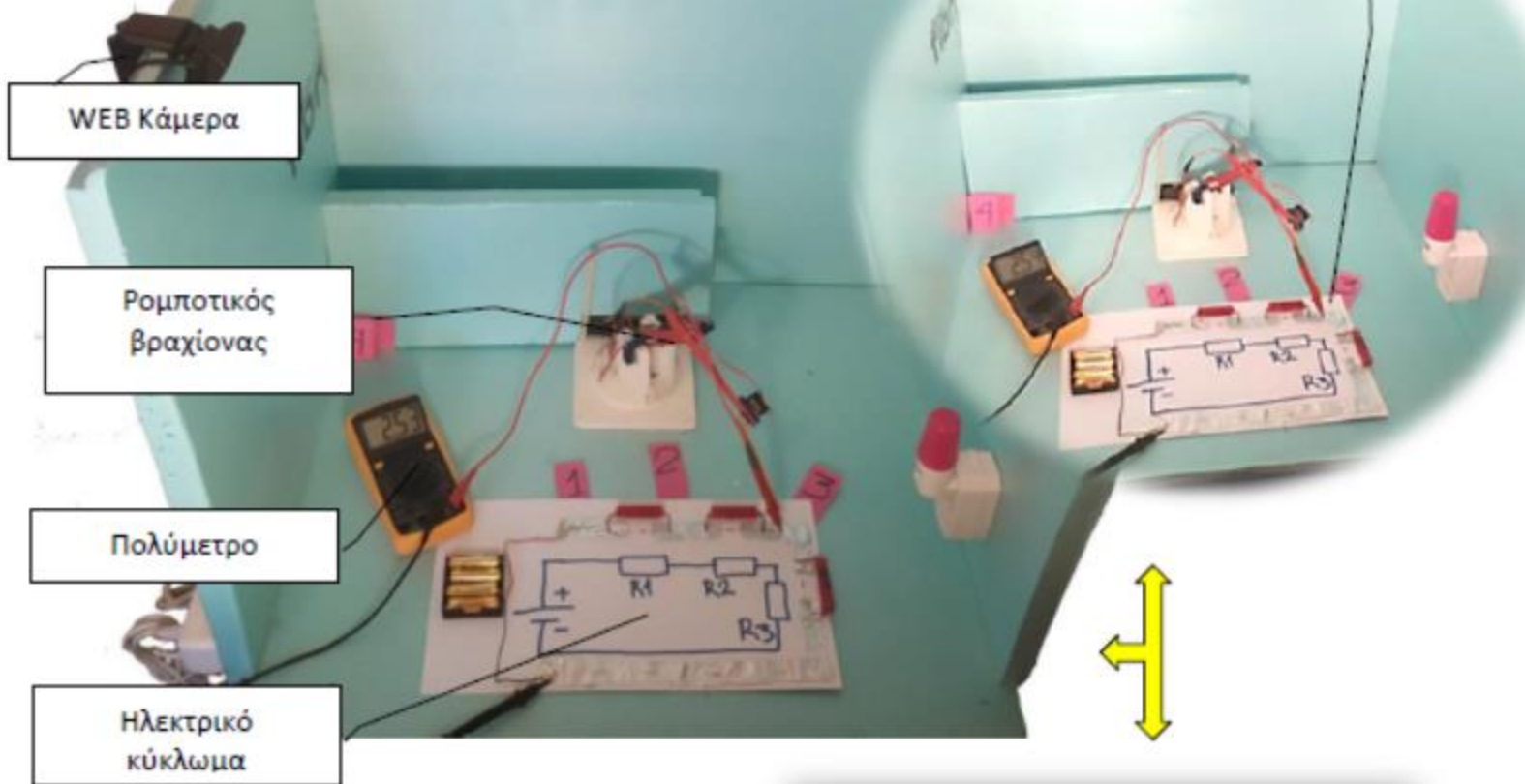
Cyber-Physical Systems

The convergence of physical, digital, and virtual environments through **Cyber-Physical Systems (CPS)** and the **Internet of Things (IoT)**

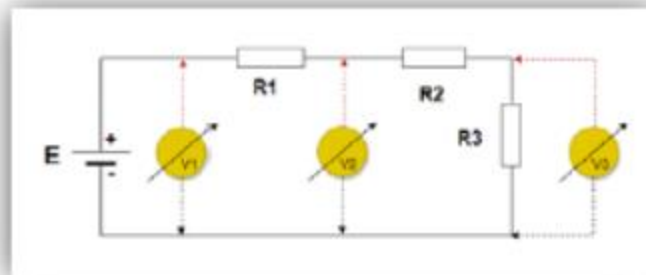


Industry 4.0

Remote LAB using ARDUINO and MICROBIT



Κυκλωματική σχεδίαση εργαστηριακής άσκησης



- ❑ Καλοβρέκτης Κωνσταντίνος, Μηχανισμός ανοικτού υλικού για εξ αποστάσεως υλοποίηση εργαστηριακών δραστηριοτήτων σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα Φυσικών Επιστημών, STEAM και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: ανάπτυξη, ευχρηστία του και τεχνολογική αποδοχή του από μεριάς εκπαιδευτικών , 2022, ΠΘ
- ❑ Kalovrektis, Kostantinos, An open hardware mechanism for remote implementation of laboratory activities in Science, STEAM and Educational Robotics educational environments: development, usability and technological acceptance by educators

Industry 4.0

16 Μαρτίου 2021

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ &
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

SPECIAL REPORT
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM



Παιδεία STEM για καινοτομία και ευημερία

Industry 4.0

ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ &
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

SPECIAL REPORT
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM



Παιδεία STEM για καινοτομία και ευημερία

ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ &
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

SPECIAL REPORT
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



Παρά την απουσία ολοκληρωμένης στρατηγικής STEM, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί **σημαντικές πρωτοβουλίες** για την προώθηση της εκπαίδευσης STEM σε όλες της βαθμίδες, κυρίως όμως στη δευτεροβάθμια γενική εκπαίδευση, και πιο συστηματικά, στην ιδιωτική μέση εκπαίδευση. Μολονότι πρόκειται, κατά κανόνα, για **μεμονωμένες και αποσπασματικές** δράσεις, η αξία και η επίδρασή τους στην εκπαιδευτική και μαθητική κοινότητα, αλλά και στην ελληνική κοινωνία συνολικά, είναι εξαιρετικά σημαντικές, καθώς αφενός αυξάνουν το ενδιαφέρον των μαθητών γι' αυτές τις επιστημονικές περιοχές, αφετέρου **εισάγουν βαθμιαία τη διδακτική STEM** στα σχολεία. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, οι δράσεις αυτές υλοποιούνται με τη **συνδρομή**, ή ακόμα και με πρωτοβουλία, κάποιας **ιδιωτικής επιχείρησης ή οργανισμού**, όπως, για παράδειγμα η στρατηγική συνεργασία της Cosmote με το ελληνικό σκέλος του Οργανισμού Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Επιστήμης (WRO Hellas), το Πρόγραμμα Generation Next της Vodafone κ.ά.

Αξιοσημείωτη είναι επίσης και η **δραστηριοποίηση των εκπαιδευτικών** σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο. Ενδεικτικά αναφέρονται οι σχετικές πρωτοβουλίες της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Εκπαιδευτών STEM ([E3STEM](#)), της [Ένωσης Ελλήνων Φυσικών](#), της Πανελλήνιας Ένωσης Καθηγητών Πληροφορικής ([ΠΕΚΑΠ](#)) αλλά και του Οργανισμού Ανοιχτών Τεχνολογιών ([ΕΕΛΛΑΚ](#)) κυρίως μέσα από τη συμμετοχή του στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Scientix.



Ο Δρόμος για την Ολιστική Προσέγγιση STEAM

S

T

E

M

4. Integrated
S.T.E.A.M To
Υπολογιστικό
STEAM

1. Computational Thinking-
Computing-Computational
Science

2. Οι Επιστημολογίες του
Ακρωνυμίου

3. Οι εγκάρσιες έννοιες-Τα
συνοριακά αντικείμενα

5. Οι Διδακτικές
Στρατηγικές- Η
Αξιολόγηση

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Σκέψη και η Διδακτική

Υ.Σ. και Διδακτική

Οι (Weintrop κ α.,2016)προχωρούν σε μια ταξινόμια πολύ σημαντική για την σύνδεση της Υ.Σ με τις Φυσικές, Επιστήμες, τα Μαθηματικά και την Μηχανική αλλά και στοιχεία από το computing.

Η ταξινόμια αποτελείται από τέσσερις πρακτικές της Υ.Σ.:

Α)πρακτικές για συλλογή δεδομένων,

Β)πρακτικές μοντελοποίησης και προσομοίωσης,

Γ)πρακτικές υπολογιστικής επίλυσης προβλήματος και

Δ)πρακτικές διερεύνησης λειτουργίας των συστημάτων(σχέση των τμημάτων του συστήματος με το όλο σύστημα) .

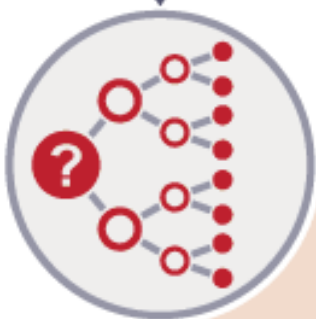
Η παραπάνω ταξινόμηση είναι θεμελιώδους σημασίας γιατί εμπλέκει την Υ.Σ. με την συλλογή δεδομένων η οποία προφανώς συνδέεται με τις διαστάσεις της Υ.Σ. ,όπως η εύρεση μοτίβο σε αυτά που μπορεί να οδηγήσει από εμπειρικά δεδομένα στην ανακάλυψη φυσικών Νόμων. Επίσης συνδέει άμεσα την Υπολογιστική Σκέψη με την Υπολογιστική Επιστήμη και την επιστημολογία της «εκπαίδευσης STEM».

Σύνδεση της Υπολογιστικής Σκέψης με τις Φ.Ε, τα Μαθηματικά, την Μηχανική κα το Computing(Weintrop κ α.,2016)

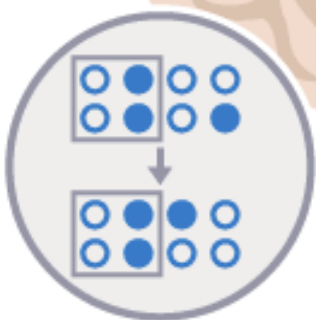
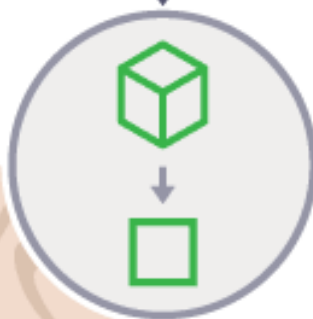
Ο Δρόμος για την Ολιστική Προσέγγιση STEAM. Η Υπολογιστική Σκέψη

Computational thinking

Decomposition



Abstraction



Pattern recognition

Algorithms



Data Practices

- da.1 Collecting Data
- da.2 Creating Data
- da.3 Manipulating Data
- da.4 Analyzing Data
- da.5 Visualizing Data

Modeling & Simulation Practices

- ms.1 Using Computational Models to Understand a Concept
- ms.2 Using Computational Models to Find and Test Solutions
- ms.3 Assessing Computational Models
- ms.4 Designing Computational Models
- ms.5 Constructing Computational Models

Computational Problem Solving Practices

- ps.1 Preparing Problems for Computational Solutions
- ps.2 Programming
- ps.3 Choosing Effective Computational Tools
- ps.4 Assessing Different Approaches/Solutions to a Problem
- ps.5 Developing Modular Computational Solutions
- ps.6 Creating Computational Abstractions
- ps.7 Troubleshooting and Debugging

Systems Thinking Practices

- st.1 Investigating a Complex System as a Whole
- st.2 Understanding the Relationships within a System
- st.3 Thinking in Levels
- st.4 Communicating Information about a System
- st.5 Defining Systems and Managing Complexity

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Σκέψη και η Διδακτική

Υ.Σ. και Αφαίρεση

- Η αφαίρεση εστιάζει στα βασικά χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου ή διεργασίας και αγνοεί λεπτομέρειες.
- Η αφαίρεση είναι η ενέργεια της απόσυρσης ή της απομάκρυνσης κάποιας οντότητας από το φαινόμενο
- Η αφαίρεση είναι η πράξη ή διαδικασία του αποκλεισμού από την θεώρηση, ενός ή περισσότερων καταστάσεων ενός σύνθετου αντικειμένου, έτσι ώστε να δοθεί η απαιτούμενη εστίαση σε άλλες ιδιότητες/γεγονότα
- Μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει την αφαίρεση όταν γνωρίζει πολλά και θέλει να μειώσει τις λεπτομέρειες, για να πάρει μια καλύτερη ιδέα για το τι συμβαίνει.

Μαρία Στέκα.ΜΔΕ(2017) «ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣΣΤΟΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΜΑΘΗΜΑΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΓΛΩΣΣΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΡΥΤΗΟΝ»



Ο Δρόμος για την Ολιστική Προσέγγιση STEAM. Η Υπολογιστική Σκέψη

Στην πρόταση της (CSTA-Computer Science Standards, https://www.csteachers.org/page/CSTA_Standards 2016) για την Ε.Υ. στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση γίνεται εμφατικά αναφορά στην Υπολογιστική Σκέψη. Η Υπολογιστική Σκέψη μπορεί να αξιοποιηθεί σε όλες τις επιστήμες για την επίλυση προβλημάτων-κατά την CSTA-

η Υ.Σ. θεωρείται μέθοδος επίλυσης προβλήματος- ,

το σχεδιασμό συστημάτων, τη δημιουργία νέας γνώσης και την κατανόηση των λειτουργιών και των περιορισμών των υπολογιστικών συστημάτων ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ

Ο Δρόμος για την Ολιστική Προσέγγιση STEAM. Η Υπολογιστική Σκέψη

Η Υπολογιστική Σκέψη(Υ.Σ): Έννοιες-Υπολογιστικές πρακτικές-προοπτικές

Υ.Σ.

Οι τρεις διαστάσεις της Υ.Σ.: έννοιες, πρακτικές και προοπτικές

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. Οι γενικοί σκοποί του προγράμματος, στάση απέναντι στην Υ.Σ. και τις διαδικασίες της.

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.

Namukasa, I. K., Kotsopoulos, D., Floyd, L., Weber, J., Kafai, Y. B., Khan, S., et al. (2015). From computational thinking to computational participation: Towards achieving excellence through coding in elementary schools. In G. Gadanidis (Ed.), Math + coding symposium. London: Western University

Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2013). Computer programming goes back to school. Phi Delta Kappan, 95(1), 61.

•Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? Computers in Human Behavior, 41, 51-61.

Ο Δρόμος για την Ολιστική Προσέγγιση STEAM. Η Υπολογιστική Σκέψη

1.3.2 Λειτουργικοί ορισμοί της υπολογιστικής σκέψης

Ο Διεθνής Οργανισμός -*The International Society for Technology in Education (ISTE, 2011, 2016)* και η ένωση *Computer Science Teachers Association (CSTA)* έχουν συνεργαστεί με οργανισμούς που καθορίζουν την εκπαιδευτική πολιτική, την δημιουργική βιομηχανία, καθώς και με εκπαιδευτικούς φορείς ώστε να αναπτύξουν λειτουργικούς ορισμούς για την Υπολογιστική Σκέψη (Υ.Σ.)

Σύμφωνα με τον οργανισμό αυτό η Υ.Σ. είναι μια διαδικασία επίλυσης προβλήματος που περιλαμβάνει μεταξύ άλλων τα ακόλουθα χαρακτηριστικά

(βλ. και <https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/CompThinkingFlyer.pdf>; Bocconi et al., 2016) :

ψ

- ▶ Την διατύπωση του προβλήματος με τέτοιο τρόπο ώστε να μας επιτρέπει τη χρήση του Η/Υ 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 αυτοματοποίηση της λύσης των προβλημάτων μέσω της αξιοποίησης αλγορίθμων.
- ▶ Τον προσδιορισμό, την ανάλυση και την υλοποίηση εναλλακτικών λύσεων και την αναζήτηση της βέλτιστης λύσης.
- ▶ Την γενίκευση και «μετασχηματισμό» του προβλήματος προς επίλυση σε άλλες παρόμοιες καταστάσεις (μεταγνωστική εμπειρία).
- ▶ Την αιτιολόγηση που βασίζεται στην Υ.Σ..
- ▶ Την αναγνώριση μοτίβων και διαφόρων προτύπων.

Δραστηριότητα 1.1

Σημειώστε πως τα διπλάνα σημεία βοηθούν τους εκπαιδευόμενους να ασχοληθούν με πολύπλοκα προβλήματα από τη καθημερινή ζωή.

•ISTE (2011), Operational definitions of computational thinking, retrieved 24.12.2017 from: <https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/CompThinkingFlyer.pdf>. 10

•

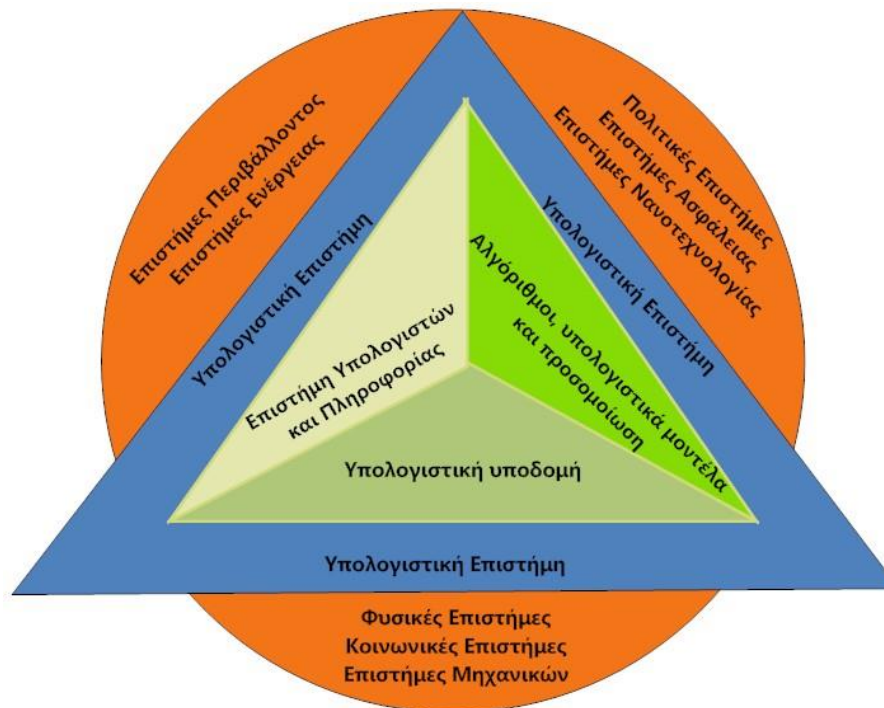
•ISTE (2016), ISTE Standarts for Students, retrieved 24.12.2017 from: http://www.iste.org/docs/Standards-Resources/iste-standards_students-2016_one-sheet_final.pdf?sfvrsn=0.23432948779836327.

Από

Κ. Καλοβρέκτης Απ. Ξενάκης Σ. Ψυχάρης Γ. Σταμούλης. Τίτλος Συγγράμματος: Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Αναπτυξιακές Πλατφόρμες Ρομποτικής και IoT. Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 77115672 Έκδοση: 1η/2020 ISBN: 978-960-418-828-4 ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ &

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Επιστήμη

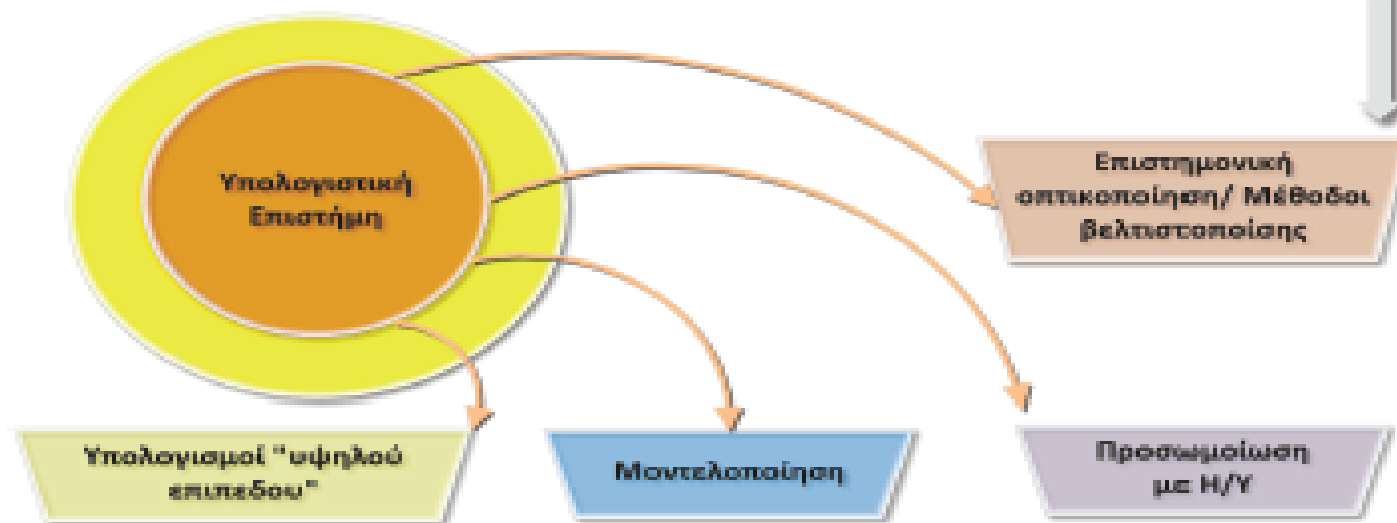
Yaşar, O., Veronesi, P., Maliekal, J., Little, L., Vattana, S., & Yeter, I. (2016). Computational Pedagogy: Fostering A New Method of Teaching. *Comp. in Education*, 7(3), 51-72. Presented at: ASEE Annual Conference and Exposition. New Orleans, June 2016.



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Επιστήμη

Σύμφωνα με τους(Shiflet & Shiflet (2014) η Υπολογιστική Επιστήμη συνδυάζει την προσομοίωση με τη χρήση Η/Υ, την επιστημονική οπτικοποίηση, τη μαθηματική μοντελοποίηση, τον προγραμματισμό, τις δομές δεδομένων, τους αλγόριθμους, το συμβολικό υπολογισμό, τις μεθόδους βελτιστοποίησης και τους υπολογισμούς «υψηλού επιπέδου» σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα.

Το επιστημονικό πεδίο της Υπολογιστικής Επιστήμης σύμφωνα με τους Shiflet & Shiflet (2006 και 2014).
(https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013_web_final.pdf)



Η Υπολογιστική Επιστήμη θεωρείται ότι αποτελεί από μόνη της ένα γνωστικό αντικείμενο - It is a discipline in its own right (President's Information Technology Advisory Committee, 2003)

https://www.nitrd.gov/Pitac/Reports/20030609_computational/computational.pdf -

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Επιστήμη

Ο τρίτος δρόμος για την Επιστημονική Γνώση-Το πείραμα στον ΗΥ με πραγματικά δεδομένα

Ωστόσο έχει τεθεί και το εξής ερώτημα: Υπάρχει και τρίτη «κολώνα/πυλώνας-θεμελίωση»; Υπάρχει μια νέα διαδρομή για να αποκτήσουμε Επιστημονική Γνώση και να μας οδηγήσει στην «σχεδίαση της Μηχανικής»;

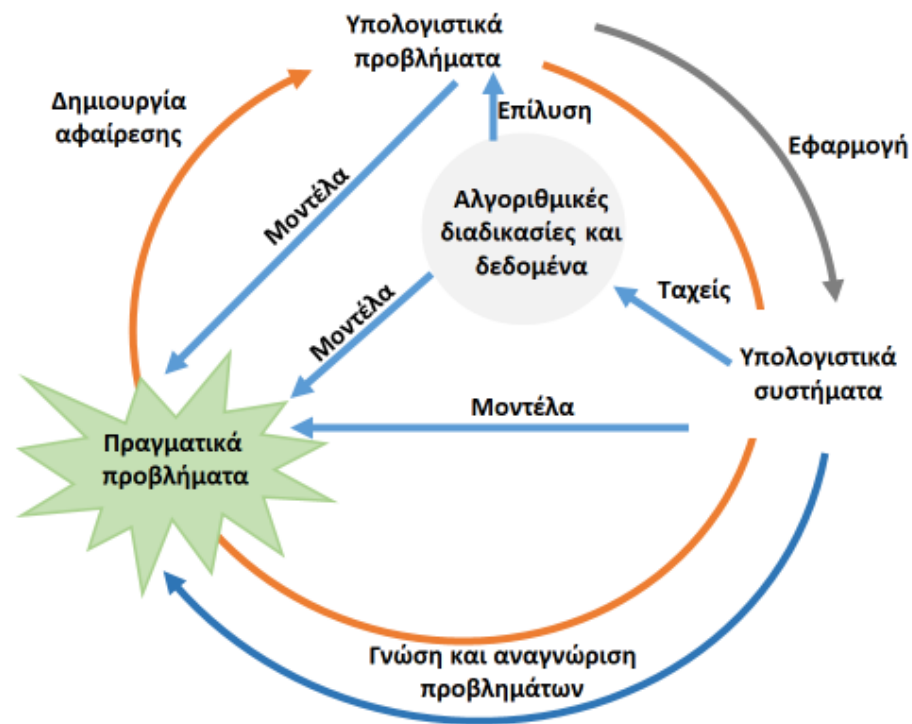
Η απάντηση των σύγχρονων Επιστημόνων και Μηχανικών είναι «ΝΑΙ», μέσω μιας νέας γνωστικής περιοχής, της Υπολογιστικής Επιστήμης». Η Υπολογιστική Επιστήμη(Computational Science) είναι «η χρήση υπολογιστικών αλγορίθμων ώστε να «μεταφερθούν» τα μαθηματικά μοντέλα που αναπαριστούν την συμπεριφορά του Φυσικού Σύμπαντος, σε μοντέλα στον ηλεκτρονικό υπολογιστική τα οποία προβλέπουν το μέλλον και αναδομούν το παρελθόν, ενώ χρησιμοποιούνται για να προσομοιώσουν ένα μεγάλο φάσμα προϊόντων που κατασκευάζουν οι Μηχανικοί αλλά και διαδικασίες και συστήματα»(https://tamest.org/news/newscomputational-science-the-third-pillar-of-science/?tfa_next=%2Fresponses%2Flast_success%26sid%3D01c387cc23da8d99e7e79fad829792ee).

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Επιστήμη

*Η αναφορά της Επιτροπής «Computational Science: Ensuring America's Competitiveness - President's Information Technology- Advisory Committee» εστίασε στην ανάγκη εισαγωγής του STEM στην σχολική εκπαίδευση δίνοντας έμφαση στον όρο «Υπολογιστική Επιστήμη» αναφέροντας ότι The President's Information Technology Advisory Committee (PITAC) is pleased to **submit to you the enclosed report Computational Science: Ensuring America's Competitiveness. Computational science – the use of advanced computing capabilities to understand and solve complex problems – has become critical to scientific leadership, economic competitiveness, and national security.***

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Επιστήμη

Η Υπολογιστική Επιστήμη και η «ολιστική/ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM»-
ένα καθιερωμένο(;) μοντέλο-Pedaste & Palts (2017)



Εικόνα: Το Υπολογιστικό πρόβλημα - ο πραγματικός κόσμος – η Υ.Σ. και η «μηχανή»

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση Η Υπολογιστική Επιστήμη (Υ.Ε.) και η Υ.Σ.

Η Υπολογιστική Σκέψη

Η έννοια της αφαίρεσης(revisited)

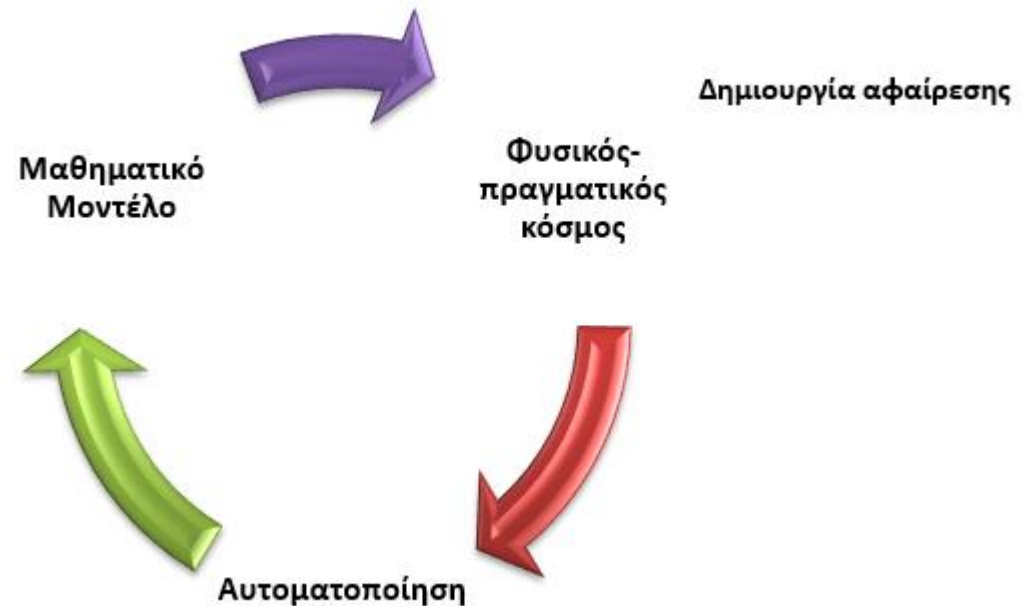


Από

Κ. Καλοβρέκτης Απ. Ξενάκης Σ. Ψυχάρης Γ. Σταμούλης. Τίτλος Συγγράμματος: Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Αναπτυξιακές Πλατφόρμες Ρομποτικής και IoT. Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 77115672. Έκδοση: 1η/2020. ISBN: 978-960-418-828-4. ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Α.Ε.

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση Η Υπολογιστική Επιστήμη (Υ.Ε.) και η Υ.Σ.

Η έννοια της αφαίρεσης(revisited)



<https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/computing-and-ict/introduction-computational-thinking/content-section-0>

Από

Κ. Καλοβρέκτης Απ. Ξενάκης Σ. Ψυχάρης Γ. Σταμούλης. Τίτλος Συγγράμματος: Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Αναπτυξιακές Πλατφόρμες Ρομποτικής και IoT. Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 77115672. Έκδοση: 1η/2020. ISBN: 978-960-418-828-4. ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Α.Ε.

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Επιστήμη διεθνώς

Σύμφωνα με τους (Taub κ.α.α,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».

Σύμφωνα με τους (Taub κ.α.α,2013),η Υπολογιστική Επιστήμη ως επιστημονικό πεδίο ασχολείται με την κατασκευή υπολογιστικών μοντέλων και επιστημολογικά χαρακτηρίζεται ως διεπιστημονικό πεδίο, ενώ διδάσκεται στα Πανεπιστήμια ενώ πρόσφατα έχει εισαχθεί και στην σχολική εκπαίδευση.

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.

Taub, R., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (2013). The Contribution of Computer Science to Learning Computational Physics. In I. Diethelm & R. Mittermeir (Eds.), Informatics in Schools. Sustainable Informatics Education for Pupils of all Ages (Vol. 7780, pp. 127-137): Springer Berlin Heidelberg.

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Επιστήμη και η μοντελοποίηση

Η Μοντελοποίηση και η Εκπαίδευση στις Επιστήμες

Τα μοντέλα μπορούν 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)

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., (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.

Shiflet, A. B. and Shiflet, G. W.(2006) Introduction to Computational Science: Modeling and Simulation for the Sciences, Princeton University Press, 2006: p. 3.

Shiflet, A. B., &Shiflet, G. W. (2014). Introduction to computational science: modeling and simulation for the sciences. Princeton University Press.

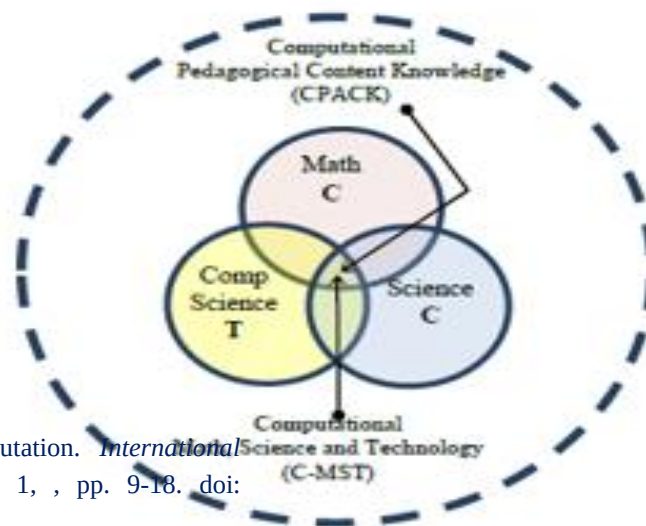
Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Επιστήμη

Από το TPACK στο CPACK

Η Υπολογιστική Παιδαγωγική

- Yaşar, O., Veronesi, P., Maliekal, J., Little, L., Vattana, S., & Yeter, I. (2016). Computational Pedagogy: Fostering A New Method of Teaching. *Comp. in Education*, 7(3), 51-72. Presented at: ASEE Annual Conference and Exposition. New Orleans, June 2016.

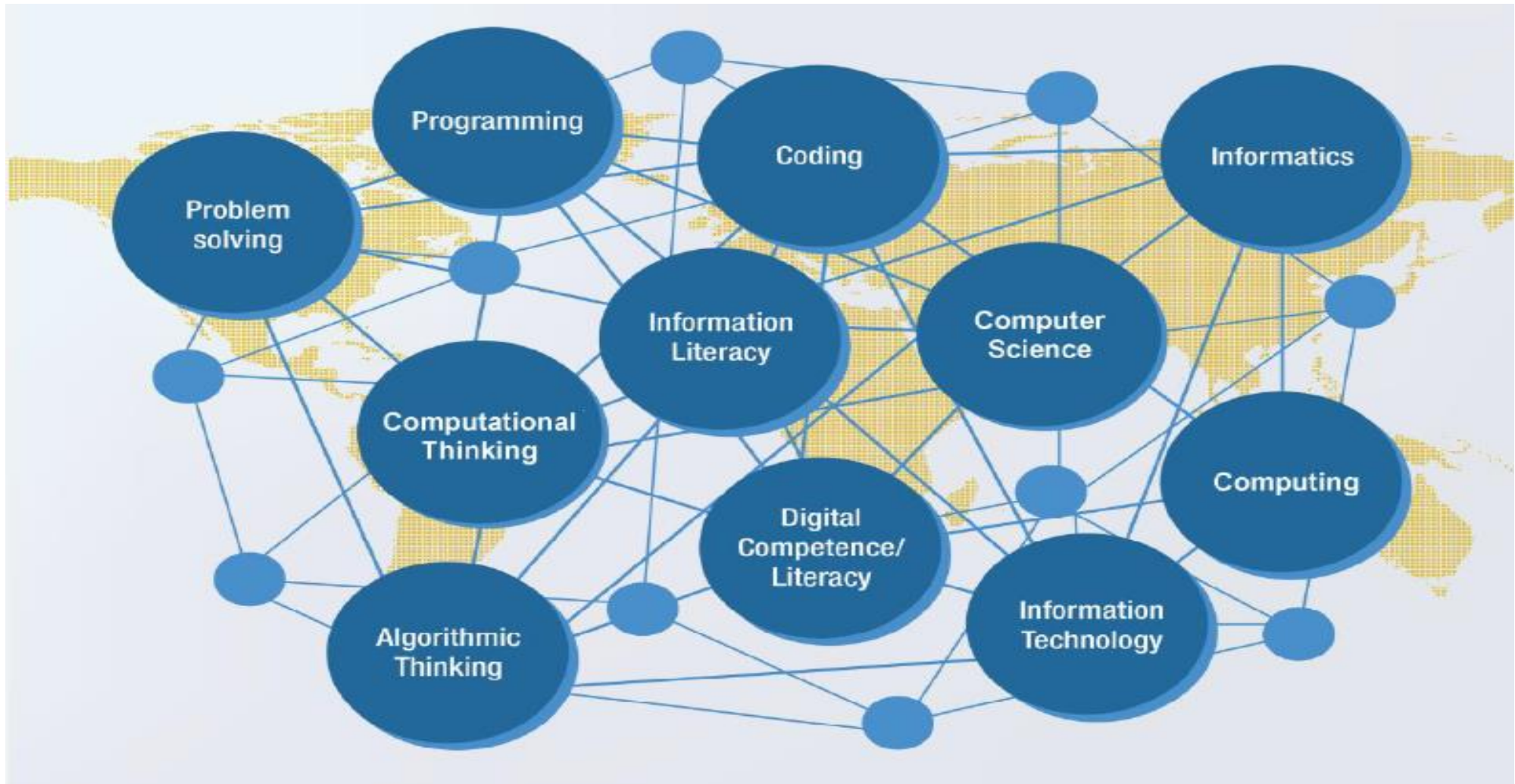
Το μοντέλο CPACK, (Yaşar κ.α., 2016)



Yaşar, O., (2013). Teaching Science through Computation. *International Journal of Science, Technology and Society*. Vol. 1, No. 1, , pp. 9-18. doi: 10.11648/j.ijsts.20130101.12

Η έννοια του computing-Η σύγχυση!

This publication is a Science for Policy report by the Joint Research Centre (JRC), the European Commission's science and knowledge service.





**Ο δρόμος για την ολιστική
προσέγγιση. Οι Επιστημολογίες του
ακρωνυμίου**

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Η Επιστημολογία της Τεχνολογίας

Σύμφωνα με τους Kroes & Van de Poel (2009), μπορούν να αποδοθούν δυο νοηματοδοτήσεις στην Τεχνολογία(Technology):

1. Η Τεχνολογία ως διαδικασία/δραστηριότητα, η οποία περιλαμβάνει την συλλογή διαδικασιών σχεδίασης, ανάπτυξης, παραγωγής τεχνικών κατασκευών/τεχνουργημάτων (artifacts)

2. Η Τεχνολογία ως προϊόν, δηλαδή συλλογή «τεχνουργημάτων»(artifacts)

Στην έκθεση της Επιτροπής International Technology Education Association (ITEEA),

<https://www.iteea.org/File.aspx?id=67767&v=b26b7852&source=generalSearch>

παρουσιάζονται θέματα σχετικά με το περιεχόμενο της «Εκπαίδευσης στην Τεχνολογία» σε πέντε διαστάσεις, όπου η κάθε διάσταση περιλαμβάνει ορισμένους δείκτες(standards).

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Η Επιστημολογία της Μηχανικής

Η γνωστική περιοχή των Μηχανικών μπορεί να διαιρεθεί στο περιεχόμενο (engineering content) και στον σχεδιασμό (engineering design). Το περιεχόμενο προκύπτει από την τομή της Επιστήμης(Φ.Ε.) των Μαθηματικών και της ανάγκης να χρησιμοποιηθούν εργαλεία με τα οποία οι Μηχανικοί μπορούν να σχεδιάσουν λύσεις για συγκεκριμένα προβλήματα τα οποία θα υπόκεινται σε συγκεκριμένους περιορισμούς (Shirey, 2017).

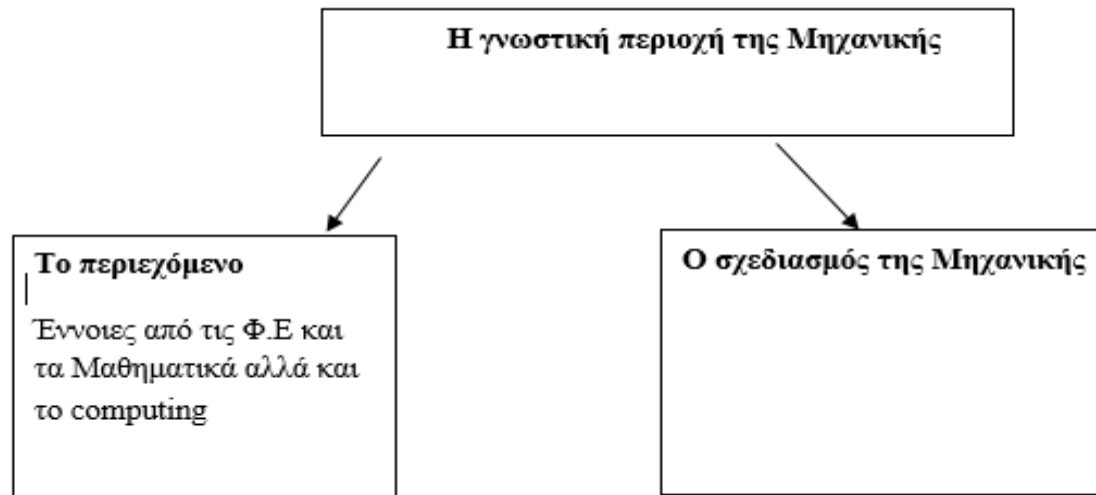
Οι (Katehi κ α. ,2009) αναφέρουν ότι «πιθανώς το πιο σημαντικό της Παιδαγωγικής των Μηχανικών είναι ο σχεδιασμός, ο οποίος αποτελεί την βασική προσέγγιση των Μηχανικών για να λύνουν προβλήματα και όταν οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται με τον σχεδιασμό αναπτύσσουν συγκεκριμένες δεξιότητες και τύπους σκέψεων, όπως η αναλυτική και συνθετική σκέψη».

Katehi, L., Pearson G., & Feder M. (2009). Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. Washington, DC: National Academy of Engineering and National Research Council.

Shirey, K. (2017). Teacher Productive Resources for Engineering Design Integration in High School Physics Instruction (Fundamental). In: Proceedings of the 2017 ASEE Annual Conference, Columbus, OH, June 2017

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Η Επιστημολογία της Μηχανικής



Εικόνα: Η γνωστική περιοχή της Μηχανικής

Katehi, L., Pearson G., & Feder M. (2009). Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. Washington, DC: National Academy of Engineering and National Research Council

Shirey, K. (2017). *Teacher Productive Resources for Engineering Design Integration in High School Physics Instruction (Fundamental)*. In: Proceedings of the 2017 ASEE Annual Conference, Columbus, OH, June 2017



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση.

Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Η Επιστημολογία της Μηχανικής Η Διδακτική Στρατηγική «σχεδιασμός των Μηχανικών»

Τα τελευταία χρόνια, ερευνητές έχουν προτείνει την αναδόμηση των προγραμμάτων σπουδών της σχολικής εκπαίδευσης ώστε να βοηθηθούν οι εκπαιδευόμενοι να αναπτύξουν ικανότητες(γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις) που είναι αναγκαίες για τον σύγχρονο κόσμο.

Μια προτεινόμενη λύση είναι η εισαγωγή του σχεδιασμού των Μηχανικών(σχεδιασμός της Μηχανικής)-**engineering design**- στα αναλυτικά προγράμματα, ώστε μέσω αυτού του διδακτικού μοντέλου να εμπλακούν οι εκπαιδευόμενοι **σε μη σαφώς ορισμένα προβλήματα**, όπου δεν παρέχεται επαρκής πληροφορία ενώ δεν υπάρχει αυτό που καλούμε μια λύση, αλλά βέλτιστες λύσεις κάτω από περιορισμούς.

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση.

Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Η Επιστημολογία της Μηχανικής Η Διδακτική Στρατηγική «σχεδιασμός των Μηχανικών»

Τα τελευταία χρόνια, ερευνητές έχουν προτείνει την αναδόμηση των προγραμμάτων σπουδών της σχολικής εκπαίδευσης ώστε να βοηθηθούν οι εκπαιδευόμενοι να αναπτύξουν ικανότητες(γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις) που είναι αναγκαίες για τον σύγχρονο κόσμο. Μια προτεινόμενη λύση είναι η εισαγωγή του σχεδιασμού των Μηχανικών(σχεδιασμός της Μηχανικής)-engineering design- στα αναλυτικά προγράμματα, ώστε μέσω αυτού του διδακτικού μοντέλου να εμπλακούν οι εκπαιδευόμενοι **σε μη σαφώς ορισμένα προβλήματα**, όπου δεν παρέχεται επαρκής πληροφορία ενώ δεν υπάρχει αυτό που καλούμε μια λύση, αλλά βέλτιστες λύσεις κάτω από περιορισμούς.

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση.

Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Η διδακτική προσέγγιση της διαδικασίας του τεχνικού σχεδιασμού
(Engineering Design Process)

Πρώτη φάση: Προσδιορισμός της ανάγκης ή του προβλήματος

Δεύτερη φάση: Έρευνα στις ανάγκες του προβλήματος

Τρίτη φάση: Ανάπτυξη πιθανών λύσεων

Τέταρτη φάση: Επιλογή της βέλτιστης λύσης

Πέμπτη φάση: Κατασκευή πρωτοτύπων

Έκτη φάση: Έλεγχος και αξιολόγηση της λύσης

Έβδομη φάση: Επικοινωνία της λύσης

Όγδοη φάση: Επανασχεδιασμός

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση.

Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Τα είδη των προβλημάτων

Κάθε πρόβλημα στο οποίο είτε η αρχική κατάσταση, είτε οι επιτρεπόμενες διαδικασίες, είτε ο σκοπός δεν είναι καθαρά εκπεφρασμένοι, ή η λύση δεν είναι μοναδική, **τότε αυτό το πρόβλημα καλείται μη σαφώς ορισμένο ή μη σαφώς δομημένο** (το αντίθετο είναι τα σαφώς ορισμένα προβλήματα).

(<https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803095957654>)

Στην σχολική εκπαίδευση, 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). 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

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Κατηγοριοποίηση προβλημάτων(Grubbs & Strimel, 2015)

Σύμφωνα με τον Jonassen (2011) τα προβλήματα διαφέρουν ως προς τρεις διαστάσεις: το περιεχόμενο (context), την πολυπλοκότητα (complexity), και την δομή(structure).

Τα προβλήματα της Μηχανικής που βασίζονται στον «σχεδιασμό της Μηχανικής» θεωρούνται ως τα πιο πολύπλοκα και ως τα λιγότερο δομημένα.

Προβλήματα με υψηλό βαθμό δόμησης μπορούν να βρεθούν π.χ. στα βιβλία της Φυσικής με τη μορφή μιας λεκτικής διατύπωσης ενός προβλήματος που η λύση του απαιτεί την εφαρμογή μιας μεθοδολογίας για την λύση του καθώς και την αξιοποίηση κατάλληλων εξισώσεων.

Grubbs, M. E. (2013). Bridging design cognition research and theory with teaching and learning. In P. J. Williams, & D. Gedera (Eds.), Technology Education for the Future: A Play on Sustainability (pp.189–195). Hamilton, New Zealand: University of Waikato. Retrieved from <http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT/PATT27/PATT27proceedingsNZDec2013.pdf> Jonassen, D. H. (2011). Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments. New York, NY: Routledge.



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Τα είδη των προβλημάτων

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.

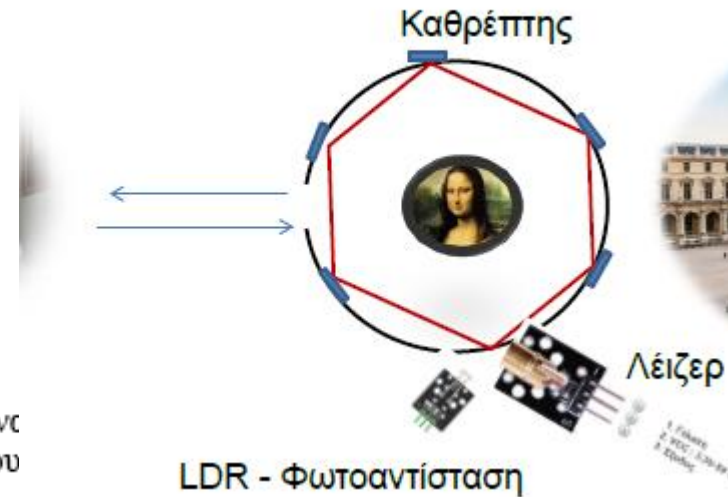
Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Τα είδη των προβλημάτων

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 του αισθητήρες που θα στέλνουν τα δεδομένα και να επεξεργασθούν αυτά τα δεδομένα.



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Η εισαγωγή του σχεδιασμού της Μηχανικής δεν σημαίνει σε καμία περίπτωση ότι είναι σημαντικότερη παιδαγωγική στρατηγική από ότι η επιστημονική διερευνητική στρατηγική.

Ουσιαστικά ο σχεδιασμός της Μηχανικής είναι η αντίστοιχη παιδαγωγική στρατηγική στην διερευνητική μάθηση για τις Επιστήμες.

Οι Επιστήμονες ανακαλύπτουν νέα γνώση και οι Μηχανικοί βασίζονται σε αυτές τις ανακαλύψεις για να παραγάγουν λειτουργικά «προϊόντα» (Carlson & Sullivan,2004).

Η επιστημονική έρευνα «δημιουργεί» δεδομένα που θα ληφθούν υπόψη από τους Μηχανικούς στον σχεδιασμό τους για την κατασκευή της «μηχανής» που θα αντιστοιχεί στην μοντελοποίηση που έχει προέλθει από τους Επιστήμονες, ενώ η κατασκευή αυτή θα στηρίζεται στο μοντέλο των Επιστημόνων.

Carlson, L. E., & Sullivan, J. F. (2004). Exploiting design to inspire interest in engineering across the K-16 engineering curriculum. *International Journal of Engineering Education*, 20(3), 372-378.

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι Επιστημολογίες του ακρωνυμίου

Η διερευνητική
παιδαγωγική στρατηγική
στην εκπαίδευση των
Επιστημών

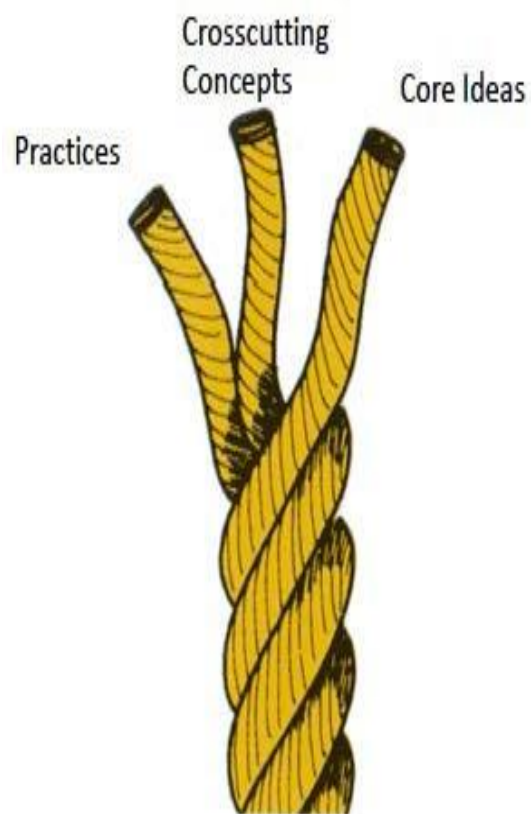
Η παιδαγωγική στρατηγική
του «σχεδιασμού της
Μηχανικής»

Εικόνα: Οι αντίστοιχες παιδαγωγικές στρατηγικές/διδασκτικά μοντέλα στις Επιστήμες και στην Μηχανική

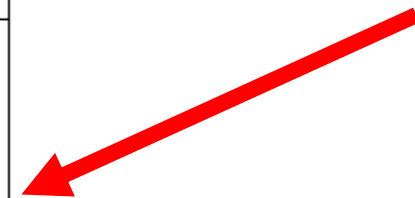
Οι πρακτικές των Επιστημόνων και των Μηχανικών

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)
Πρακτική 2	Οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν και χρησιμοποιούν μοντέλα
Πρακτική 3	Οι εκπαιδευόμενοι σχεδιάζουν και υλοποιούν έρευνες
Πρακτική 4	Οι εκπαιδευόμενοι συλλέγουν, αναλύουν και ερμηνεύουν δεδομένα
Πρακτική 5	Οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν Μαθηματική και Υπολογιστική σκέψη
Πρακτική 6	Οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν εξηγήσεις (για Επιστήμες) και να σχεδιάζουν λύσεις (για την Μηχανική)
Πρακτική 7	Οι εκπαιδευόμενοι επιχειρηματολογούν αξιοποιώντας δεδομένα
Πρακτική 8	Οι εκπαιδευόμενοι συλλέγουν, αξιολογούν και επικοινωνούν την πληροφορία

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι εγκάρσιες έννοιες –Τα συνοριακά αντικείμενα



Διαστάσεις (NGSS,2013)	για την Σχολική Εκπαίδευση σύμφωνα με το	
Διάσταση 1	Πρακτικές	Δεξιότητες και γνώση επιμέρους γνωστικών περιοχών. Η Διερευνητική μέθοδος ως Επιστημονική διαδικασία
Διάσταση 2	Οι εγκάρσιες/διεπιστημονικές έννοιες (<u>Crosscutting Concepts</u>)	Οι εγκάρσιες/διεπιστημονικές έννοιες/ιδέες(<u>Crosscutting Concepts</u>) Οι έννοιες αυτές έχουν εφαρμογή σε πολλές γνωστικές περιοχές και λειτουργούν ως σύνδεσμοι ανάμεσα στις έννοιες επιμέρους γνωστικών περιοχών.
Διάσταση 3	Σημαντικές έννοιες, ιδέες υποβάθρου μιας γνωστικής περιοχής(Disciplinary	Για να είναι μια ιδέα «σημαντική ιδέα/έννοια υποβάθρου» πρέπει να ικανοποιεί ορισμένα κριτήρια, π.χ.



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι εγκάρσιες έννοιες –Τα συνοριακά αντικείμενα

Σύμφωνα με την NRC (2012a,b) οι επτά εγκάρσιες έννοιες/ιδέες για τις Επιστήμες και την Μηχανική, είναι οι:

1) Μοτίβα/patterns

2) Αιτία-αποτέλεσμα: μηχανισμός και εξήγηση

3) Κλίμακες, αναλογίες και ποσότητες

4) Συστήματα και συστήματα μοντέλων

5) Ενέργεια και ύλη: ροές, κύκλοι και διατήρηση

6) Δομή και λειτουργία

7) Σταθερότητα και αλλαγή

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι εγκάρσιες έννοιες –Τα συνοριακά αντικείμενα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική, είναι οι :

- 1) **Μοτίβα /pattern:** Παρατήρηση μοτίβο είτε σε δομές, είτε σε γεγονότα ,είτε σε δεδομένα/αριθμούς ώστε να οδηγηθούν οι εκπαιδευόμενοι σε οργάνωση και κατηγοριοποίηση και να κάνουν υποθέσεις και ερωτήσεις σχετικά με τους παράγοντες που προκαλούν τα μοτίβο
- 2) **αιτία-αποτέλεσμα, μηχανισμός και εξήγηση :** Τα γεγονότα έχουν αιτίες και μια βασική πρακτική της Επιστήμης είναι η αναζήτηση και διερεύνηση των αιτιωδών σχέσεων που προκαλούν τα γεγονότα, καθώς και η διερεύνηση των μηχανισμών με τους οποίους προκαλούνται τα γεγονότα. Αυτοί οι μηχανισμοί μπορούν να ελεγχθούν σε δεδομένα πλαίσια εφαρμογής και να χρησιμοποιηθούν για να κάνουν προβλέψεις και να εξηγήσουν άλλα γεγονότα σε άλλα πλαίσια.

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC
National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι εγκάρσιες έννοιες –Τα συνοριακά αντικείμενα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική, είναι οι :

- 3) **κλίμακες, αναλογίες και ποσότητες** : Όταν παρατηρούμε φαινόμενα είναι σημαντικό να αναγνωρίζουμε τις τάξεις μεγέθους των ποσοτήτων που μετράμε και πως οι αλλαγές στην κλίμακα, στις αναλογίες ή στις ποσότητες επιδρούν στην δομή του συστήματος, στην ενέργεια κλπ
- 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.

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι εγκάρσιες έννοιες –Τα συνοριακά αντικείμενα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική, είναι οι :

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 δυνατικές 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, τις συνθήκες σταθερότητας και τον προσδιορισμό των ρυθμών αλλαγής ή εξέλιξης των συστημάτων

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Patterns

*“Patterns exist everywhere—in regularly occurring shapes or structures and in repeating events and relationships. For example, patterns are **discernible in the symmetry of flowers and snowflakes**, the cycling of the seasons, and the repeated base pairs of DNA” (NGSS,2013)*

“Noticing patterns is often a first step to organizing phenomena and asking scientific questions about why and how the patterns occur.”

The crosscutting concept of patterns is also strongly associated with the practice of “Using Mathematics and Computational Thinking.” (NGSS,2013)

“Analyze and interpret data for patterns in the fossil record that document the existence, diversity, extinction, and change of life forms throughout the history of life on Earth under the assumption that natural laws operate today as in the past”. (NGSS,2013)

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του pattern-Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Patterns -Παράδειγμα

Θα μπορούσε να δοθεί ως παράδειγμα η δημιουργία των fractals με μια σύντομη εισαγωγή στο Chaos

Σύντομη εισαγωγή στο Χάος.

Πριν προχωρήσουμε σε αυτό το εκπαιδευτικό παράδειγμα, θα μιλήσουμε για την έννοια του χάους με απλό τρόπο. Σύμφωνα με τον Michel Baranger (Chaos, Complexity, and Entropy A physics talk for non-physicists), η θεωρητική φυσική του εικοστού αιώνα προήλθε από την «επανάσταση» της σχετικότητας και της κβαντομηχανικής με εργαλεία τον απειροστικό λογισμό ώστε η τελική κατάληξη να είναι η κβαντική θεωρία πεδίων.

Η θεωρητική φυσική του εικοστού πρώτου αιώνα προέρχεται από την «επανάσταση» του χάους και την θεωρία της πολυπλοκότητας χωρίς όμως ακόμα να ξέρουμε την τελική κατάληξη.

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

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του pattern-Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Patterns-Παράδειγμα

Θα μπορούσε να δοθεί ως παράδειγμα η δημιουργία των fractals με μια σύντομη εισαγωγή στο Chaos

Ας ξεκινήσουμε με το «χωρικό χάος». Ένα αντικείμενο που είναι χαοτικό στον χώρο καλείται “fractal”. Ένας «χαλαρός» ορισμός του “fractal” είναι ότι πρόκειται για μια γεωμετρική δομή που δεν γίνεται απλούστερη όταν την αναλύσουμε σε ολοένα και μικρότερα μέρη.

Οι μαθηματικοί έχουν ασχοληθεί εδώ και χρόνια με τέτοιες γεωμετρικές δομές. Για παράδειγμα το σύνολο Cantor προκύπτει ως εξής: παίρνουμε ένα ευθύγραμμο τμήμα και το κόβουμε στα τρία απομακρύνοντας το μεσαίο ένα τρίτο. Στην συνέχεια απομακρύνουμε τα μεσαία «ένα τρίτο» από τα υπόλοιπα δυο κλπ. Μετά από «άπειρες» επαναλήψεις» προκύπτει το σύνολο Cantor.

Ένα άλλο δισδιάστατο παράδειγμα χωρικού χάους προκύπτει από ένα ισόπλευρο τρίγωνο με τον παρακάτω τρόπο:

Ενώνουμε τα μέσα των τριών πλευρών και απομακρύνουμε από το αρχικό τρίγωνο αυτό το τρίγωνο. Τα απομένοντα τρίγωνα έχουν εμβαδό το $\frac{1}{4}$ του αρχικού. Συνεχίζοντας με τον ίδιο τρόπο έχουμε την παρακάτω εικόνα που καλείται τρίγωνο του Sierpinski.

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

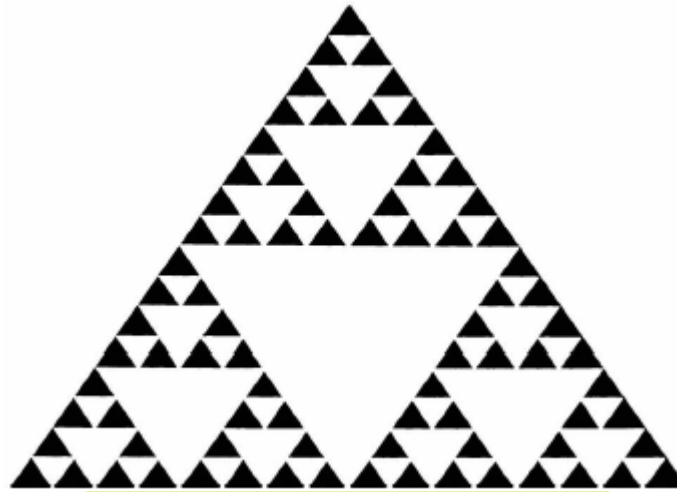
Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του pattern-Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Patterns-Παράδειγμα

Θα μπορούσε να δοθεί ως παράδειγμα η δημιουργία των fractals με μια σύντομη εισαγωγή στο Chaos



Εικόνα : Το τρίγωνο του Sierpinski

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

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του pattern-Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Patterns-Παράδειγμα –Ερώτηση Ψυχολογικού περιεχομένου-Που βρίσκουμε τα fractals;

- Η φύση είναι γεμάτη από fractals. Μια βουνογραμμή είναι γεμάτη από fractals. Ένα υγιές γέρικο δέντρο είναι ένα fractal. Το ανθρώπινο σώμα είναι ένα fractal όπως και ο ουρανός σε μια σχετικά όχι συννεφιασμένη ημέρα κλπ.
- Τα περισσότερα από αυτά τα συστήματα έχουν ένα πολύ μεγάλο βαθμό «αυτοομοιότητας» όταν τα εξετάζουμε σε διαδοχικές μικρότερες κλίμακες (π.χ. η φτέρη).

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

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του pattern-Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Patterns-Παράδειγμα –Ερώτηση Ψυχολογικού περιεχομένου-Που βρίσκουμε τα fractals;

Το τρίγωνο του Sierpinski μπορεί να εφαρμοσθεί ακόμα και για την πρόβλεψη της αστικής εξάπλωσης στο χωριό Πογονία της Αιτωλοακαρνανίας (Triantakostas 2012;Γεωργαλή και Κρομμύδα ,2015)

Triantakostas,D. Urban Growth Prediction Modelling Using Fractals and Theory of Chaos(2012). Open Journal of Civil Engineering, 2012, 2, 81-86 <http://dx.doi.org/10.4236/ojce.2012.22013> Published Online June 2012 (<http://www.SciRP.org/journal/ojce>)

Γεωργαλή,E και Κρομμύδα,B (2015). Οι θεωρίες του χάους και της πολυπλοκότητας στο σχεδιασμό του χώρου,September 2015. Conference: 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Πολεοδομίας, Χωροταξίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης: Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του pattern-Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Patterns-Παράδειγμα –Ερώτηση Ψυχολογικού περιεχομένου-Που βρίσκουμε τα fractals;

Ερώτηση: Έχετε σκεφθεί ότι το Internet είναι δίκτυο από δίκτυα και ότι καθένα από αυτά μπορεί να αποτελείται από άλλα δίκτυα; Επίσης μπορείτε να τους δείξετε μια φωτογραφία από μπρόκολο (ή φτέρες) και να τους ζητήσετε να σας πουν αν υπάρχει κάτι που επαναλαμβάνεται με «αυτο-όμοιο τρόπο».



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



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του pattern-Παράδειγμα



Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Patterns-Παράδειγμα Το τρίγωνο του Sierpinski σε Python

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του Cause and Effect- Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

“Cause and effect is often the next step in science, after a discovery of patterns or events that occur together with regularity. A search for the underlying cause of a phenomenon has sparked some of the most compelling and productive scientific investigations. “Any tentative answer, or ‘hypothesis,’ that A causes B requires a model or mechanism for the chain of interactions that connect A and B. For example, the notion that diseases can be transmitted by a person’s touch was initially treated with skepticism by the medical profession for lack of a plausible mechanism. Today infectious diseases are well understood as being transmitted by the passing of microscopic organisms (bacteria or viruses) between an infected person and another. A major activity of science is to uncover such causal connections, often with the hope that understanding the mechanisms will enable predictions and, in the case of infectious diseases, the design of preventive measures, treatments, and cures.” . (NGSS,2013)

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του Cause and Effect- Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

“Cause and effect Examples .”

“1.Make observations and/or measurements to provide evidence of the effects of weathering or the rate of erosion by water, ice, wind, or vegetation

2.Develop a model that predicts and describes changes in particle motion, temperature, and state of a pure substance when thermal energy is added or removed.

3.Make and defend a claim based on evidence that inheritable genetic variations may result from: (1) new genetic combinations through meiosis, (2) viable errors occurring during replication, and/or (3) mutations caused by environmental factors”. (NGSS,2013)

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του Scale, Proportion and Quantity -Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Scale, Proportion and Quantity Examples

“1.Support an argument that the apparent brightness of the sun and stars is due to their relative distances from Earth.

2.Conduct an investigation to provide evidence that living things are made of cells; either one cell or many different numbers and types of cells’ . (NGSS,2013)

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του Systems and System Models -Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Systems and System Models -Examples

- “1. Use a model to represent the relationship between the needs of different plants or animals (including humans) and the places they live
2. Make a claim about the merit of a solution to a problem caused when the environment changes and the types of plants and animals that live there may change”. (NGSS,2013)

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του Systems and System Models - Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

“Systems and System Models are useful in science and engineering because the world is complex, so it is helpful to isolate a single system and construct a simplified model of it. “To do this, scientists and engineers imagine an artificial boundary between the system in question and everything else”.(NGSS,2013)

*“In more complex systems, it is not always possible or to consider interactions at this detailed mechanical level, yet it is equally important **to ask what interactions are occurring (e.g., predator-prey relationships in an ecosystem) and to recognize that they all involve transfers of energy, matter, and (in some cases) information among parts of the system”**(NGSS,2013)*

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του “Energy” -Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Energy and –Examples

- “1. Support an argument that plants get the materials they need for growth chiefly from air and water.
2. Develop a model to describe the cycling of water through Earth’s systems driven by energy from the sun and the force of gravity.
3. Develop models to illustrate the changes in the composition of the nucleus of the atom and the energy released during the processes of fission, fusion, and radioactive decay”. (NGSS,2013)

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8
National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC
National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του “Structure and Function” -Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

“Structure and Function are complementary properties. “The shape and stability of structures of natural and designed objects are related to their function(s). The functioning of natural and built systems alike depends on the shapes and relationships of certain key parts as well as on the properties of the materials from which they are made.

For example, the substructures of molecules are not particularly important in understanding the phenomenon of pressure, but they are relevant to understanding why the ratio between temperature and pressure at constant volume is different for different substances”.(NGSS,2013)

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του “Structure and Function” - Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Structure and Function -Examples.

“1.Develop and use a model to describe that waves are reflected, absorbed, or transmitted through various materials.

2.Plan and conduct an investigation of the properties of water and its effects on Earth materials and surface processes”.
(NGSS,2013)

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8
National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC
National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του “Stability and Change” - Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

*“**Stability and Change** are the primary concerns of many, if not most scientific and engineering endeavors. “Stability denotes a condition in which some aspects of a system are unchanging, at least at the scale of observation. **Stability means that a small disturbance will fade away—that is, the system will stay in, or return to, the stable condition. Such stability can take different forms, with the simplest being a static equilibrium, such as a ladder leaning on a wall. By contrast, a system with steady inflows and outflows (i.e., constant conditions) is said to be in dynamic equilibrium. For example, a dam may be at a constant level with steady quantities of water coming in and out. . . . A repeating pattern of cyclic change—such as the moon orbiting Earth—can also be seen as a stable situation, even though it is clearly not static”.** (NGSS,2013)*

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8
National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC
National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του “Stability and Change” - Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

“An understanding of dynamic equilibrium is crucial to understanding the major issues in any complex system—for example, population dynamics in an ecosystem or the relationship between the level of atmospheric carbon dioxide and Earth’s average temperature”. (NGSS,2013)

“A system can be stable on a small time scale, but on a larger time scale it may be seen to be changing. For example, when looking at a living organism over the course of an hour or a day, it may maintain stability; over longer periods, the organism grows, ages, and eventually dies.” (NGSS,2013)

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8
National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC
National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του “Stability and Change” - Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Παράδειγμα η λογιστική εξίσωση

Εισαγωγή.

Μια σημαντική μη γραμμική διαφορική εξίσωση είναι η λεγόμενη λογιστική εξίσωση: $df(t)/dt = k f(t) (1-f(t))$. Μια τυπική εφαρμογή αυτής της εξίσωσης είναι το μοντέλο ανάπτυξης ενός βιολογικού πληθυσμού που παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τον Pierre-François Verhulst το 1838, όπου ο ρυθμός αναπαραγωγής k είναι ανάλογος του υπάρχοντος πληθυσμού και των διαθέσιμων πόρων (βλ. π.χ. https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_function#Logistic_differential_equation).

Το k αντιστοιχεί στον ρυθμό αναπαραγωγής και A είναι το μέγιστο του πληθυσμού.

Η παραπάνω εξίσωση σε μορφή ακολουθίας έχει την μορφή (για $A=1$):

$$X_{n+1} = kX_n(1-X_n).$$

Το X_{n+1} αντιστοιχεί στον πληθυσμό της επόμενης γενιάς ο οποίος είναι ανάλογος του συντελεστή k , του πληθυσμού της προηγούμενης γενιάς X_n , ενώ οι απώλειες (θάνατοι) περιγράφονται από τον όρο $(1-X_n)$, καθώς -για σταθερή ποσότητα τροφής- η συνεχής αύξηση του πληθυσμού οδηγεί σε μείωση των διαθέσιμων πόρων (τροφής), και άρα σε θάνατους. Σημειώστε ότι αν $X_n=1$, τότε δεν θα υπάρχει πληθυσμός, και άρα αυτή η τιμή θα είναι το μέγιστο του πληθυσμού. Δεχθείτε ότι $0 < k \leq 4$ και:

1. Να γράψετε τον κώδικα σε Python για την παραπάνω εξίσωση για διάφορες τιμές του k . Να σχολιάσετε τα αποτελέσματά σας για διάφορες τιμές του k .
2. Να μελετήσετε βιβλιογραφικά την λογιστική συνάρτηση και να την αναπαραστήσετε μέσω της Python για διάφορα φαινόμενα όπως τον ιό COVID19 ή άλλα φαινόμενα

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες- Ανάλυση του “Stability and Change” - Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:
Παράδειγμα η λογιστική εξίσωση

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
def f(n,k): #αναδρομική λογιστική εξίσωση
    if n==0:
        return initial_pop;
    else:
        temp=f(n-1,k);
        return k*temp*(1-temp);
```

```
#είσοδος δεδομένων από τον χρήστη
initial_pop=float(input('δώσε αρχικό πληθυσμό'));
k=float(input('Δώσε ρυθμό αναπαραγωγής'));
```

```
#εκτύπωση αποτελεσμάτων
print('n', 'f(n)');
for in np.arange(0,50,1):
    print(n,'f(n,k)={0:18.15f}'.format(f(n,k)));
```

```
#γραφική αναπαράσταση αποτελεσμάτων
x_val=np.arange(0,50,1);
y_val=[f(x,k) for x in x_val];
plt.plot(x_val,y_val,color='green',marker='o',linestyle='solid');
plt.title('logistic function');
plt.ylabel('f(n)');
plt.show();
```



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

Οι εγκάρσιες έννοιες-Ανάλυση του “Stability and Change” - Παράδειγμα

Οι επτά **εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες** για τις Επιστήμες και την Μηχανική:

Stability and Change-Examples

“1. Compare multiple solutions designed to slow or prevent wind or water from changing the shape of the land.

2. Construct an argument supported by empirical evidence that changes to physical or biological components of an ecosystem affect populations”(NGSS,2013).

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8

National Research Council. (2012a) A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Οι εγκάρσιες έννοιες – Τα συνοριακά αντικείμενα

Τα συνοριακά αντικείμενα

Στην «ολοκλήρωση STEM», εμφανίζονται συχνά πολύ σημαντικοί όροι σχετικά με την «ολοκλήρωση», όπως η «διάσχιση» των συνόρων ανάμεσα στις γνωστικές περιοχές, και τα «συνοριακά αντικείμενα». Στην βιβλιογραφία υπάρχει εκτενής συζήτηση, σχετικά με την «ολοκλήρωση STEM», η οποία εστιάζεται **στο αν υπάρχει μια «φύση»(nature) του STEM** ως διακριτή και ξεχωριστή από την «φύση» των επιμέρους γνωστικών περιοχών του ακρωνυμίου(e.g., Bryan & Guzey,2020; Akerson et al., 2018).

Η δυσκολία στην «ολοκλήρωση STEM» :οφείλεται σε επιστημολογικά εμπόδια τα οποία συνδέονται με την παιδαγωγική γνώση περιεχομένου-κάθε γνωστική περιοχή έχει την δική της παιδαγωγική γνώση περιεχομένου;

Πρόκληση: Εύρεση των συνοριακών αντικειμένων που διασχίζουν τις γνωστικές περιοχές και αν αυτά: αλλάζουν χρονικά; Μπορούν να οδηγήσουν σε νέες γνωστικές περιοχές(π.χ. Υπολογιστική Βιολογία, Βιο-πληροφορική)



Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

Παράθεση απόψεων για το τι είναι η «ολοκλήρωση STEM»

Από την βιβλιογραφία προκύπτει ότι πολλοί ερευνητές δίνουν διαφορετικές ερμηνείες και προσεγγίσεις για τους όρους «εκπαίδευση STEM» και «ολοκλήρωση STEM». Οι ερμηνείες διαφέρουν ως προς τις έννοιες της πολυεπιστημονικότητας, της διεπιστημονικότητας και της δια-επιστημονικότητας, την έννοια της «διάσχισης συνόρων γνωστικών περιοχών» και στο τι εννοούμε με τον έννοια «ολοκλήρωση».



Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM



Παράθεση απόψεων για το τι είναι η «ολοκλήρωση STEM»

(English,2016):

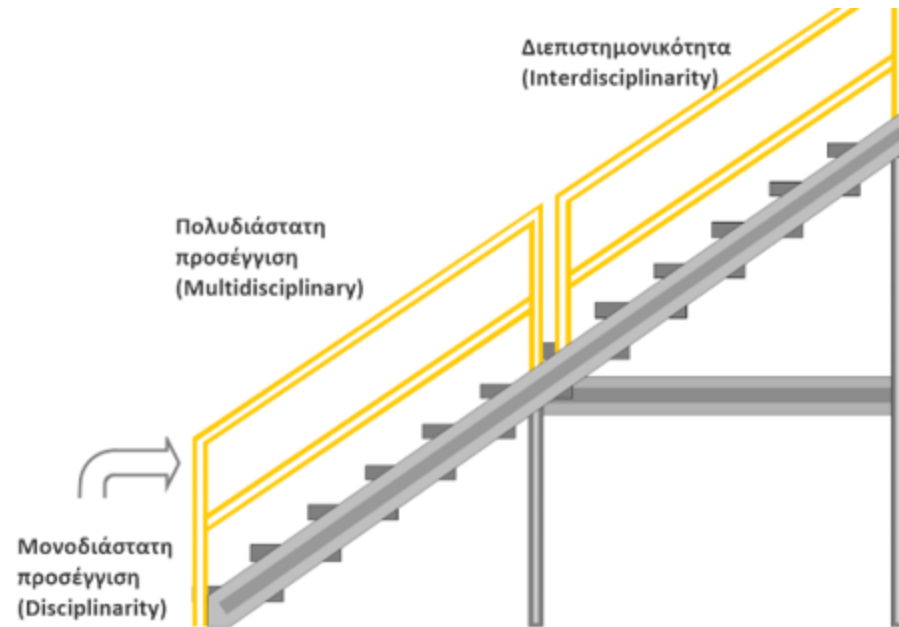
Υπάρχει πολύ μεγάλος αριθμός άρθρων όπου η «εκπαίδευση» και η «ολοκλήρωση» STEM ορίζεται με διάφορους τρόπους όπου το φάσμα των ορισμών περιλαμβάνει αρχίζει από την μονοεπιστημονικότητα και προχωρά με συνεχή τρόπο έως την δια-επιστημονικότητα (π.χ. Moore and Smith, 2014; Vasquez, 2014/2015; Vasquez et al., 2013) ,

όπου η διάκριση σχετίζεται με τους όρους «ολοκλήρωση» και «διάσχιση γνωστικών περιοχών» ενώ ορισμένες φορές χρησιμοποιούνται και «δείκτες ολοκλήρωσης».

Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

Παράθεση απόψεων για το τι είναι η «ολοκλήρωση STEM»

Πίνακας: τα αυξανόμενα επίπεδα ολοκλήρωσης σύμφωνα με την (Vasquez et al., 2013)



Εικόνα: Τα επίπεδα ολοκλήρωσης και η αντίστοιχη επιστημολογία (Vasquez et al., 2013)

Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

Παράθεση απόψεων για το τι είναι η «ολοκλήρωση STEM»

«Ολοκλήρωση STEM» (Bryan & Guzey,2020)

Αναφέρεται σε μοντέλα όπου ολοκληρώνονται περιεχόμενο των γνωστικών περιοχών αλλά και πρακτικών από τις γνωστικές περιοχές.

Σύμφωνα με τους (Bryan & Guzey,2020),η «ολοκλήρωση STEM» είναι διεπιστημονική προσέγγιση, με την έννοια της διεπιστημονικότητας που απέδωσαν οι (Newell & Green ,1982).

Σύμφωνα με τους (Newell & Green ,1982), οι διεπιστημονικές προσεγγίσεις είναι διερευνήσεις που στηρίζονται σε δυο ή περισσότερες γνωστικές περιοχές και οδηγούν στην «ολοκλήρωση εννοιών» από επιμέρους γνωστικές περιοχές.

Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

Παράθεση απόψεων για το τι είναι η «ολοκλήρωση STEM»

Οι (Roehrig et al. ,2012) προτείνουν μια διαφοροποίηση ως προς το περιεχόμενο και ως προς το πλαίσιο.

Η **ολοκλήρωση περιεχομένου** εστιάζει στην ένωση των γνωστικών περιοχών σε μια μοναδική δραστηριότητα του αναλυτικού προγράμματος η οποία θα δίνει έμφαση στις εγκάρσιες ιδέες που θα προέρχονται από διάφορες γνωστικές περιοχές, **ενώ η ολοκλήρωση πλαισίου** θα εστιάζει στο περιεχόμενο μιας γνωστικής περιοχής και θα αξιοποιεί πλαίσια από άλλες γνωστικές περιοχές για να κάνει συνδέσεις των γνωστικών περιοχών .



Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM



Παράθεση απόψεων για το τι είναι η «ολοκλήρωση STEM»

Η άποψή μας είναι ότι η διεπιστημονική προσέγγιση θα πρέπει να προχωρά πέρα από την σύνδεση εννοιών και να αναφέρεται στις λεγόμενες εγκάρσιες έννοιες/ιδέες που παρουσιάσαμε σε προηγούμενη ενότητα.

Επίσης θεωρούμε ότι στην διεπιστημονική προσέγγιση επιχειρείται η λύση ενός μη σαφώς ορισμένου προβλήματος με αξιοποίηση μεθοδολογιών των επιμέρους γνωστικών περιοχών όχι με αθροιστικό τρόπο αλλά με αλληλεπιδράσεις μεθοδολογιών, και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ορισμένες περιπτώσεις σε νέα γνωστική περιοχή, εξαιτίας ακριβώς αυτής της αλληλεπίδρασης-αν και θεωρούμε ότι η νέα γνωστική περιοχή έχει περισσότερες πιθανότητες να προκύψει από την δια-επιστημονική προσέγγιση(μορφή ολοκλήρωσης).

Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

Ένας πρώτος ορισμός της «ολοκλήρωσης STEM»(Σαράντος Ψυχάρης)

Θεωρούμε ότι η «ολοκλήρωση STEM» προχωρά μέσω της διάσχισης των γνωστικών περιοχών , με διεπιστημονική ή διαεπιστημονική (επιστημολογικά) προσέγγιση-με «συνοριακά αντικείμενα» τις εγκάρσιες έννοιες αλλά και τα σύνορα των πρακτικών των γνωστικών περιοχών ενώ οι πρακτικές της Υπολογιστής Σκέψης είναι ο αγωγός για την μετάβαση ανάμεσα στις πρακτικές των γνωστικών περιοχών και τις αντίστοιχες διδακτικές στρατηγικές(ανακαλυπτική μάθηση για τις Επιστήμες κα σχεδιασμό της Μηχανικής-πάντα ως συνοριακά αντικείμενα). Η διδακτική στρατηγική θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να προκαλεί την χρονική εξέλιξη της διεπιστημονικότητας σε δια-επιστημονικότητα, ώστε να παράγεται και νέα γνώση πέραν αυτών των εννοιών των γνωστικών περιοχών.

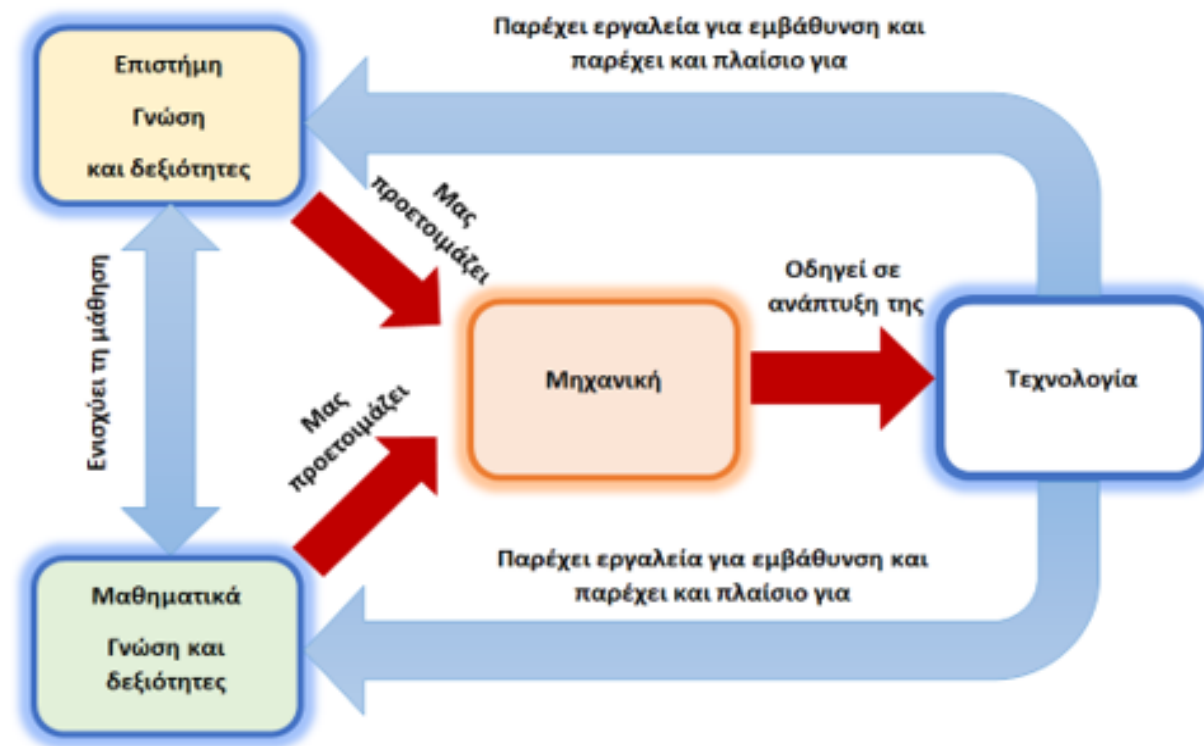
Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

Ένας ορισμός της «ολοκλήρωσης STEM»

Μια άλλη άποψη για την διεπιστημονική προσέγγιση είναι η εξής: (θεωρούμε ότι η άποψη αυτή είναι πιο κοντά στην ολοκλήρωση STEM»). Στην διεπιστημονική προσέγγιση υπάρχει υψηλό επίπεδο ολοκλήρωσης των γνωστικών περιοχών μέσω της εστίασης σε μια «κοινή έννοια» σας αυτές που αναφέραμε ως «εγκάρσιες» έννοιες (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)

Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

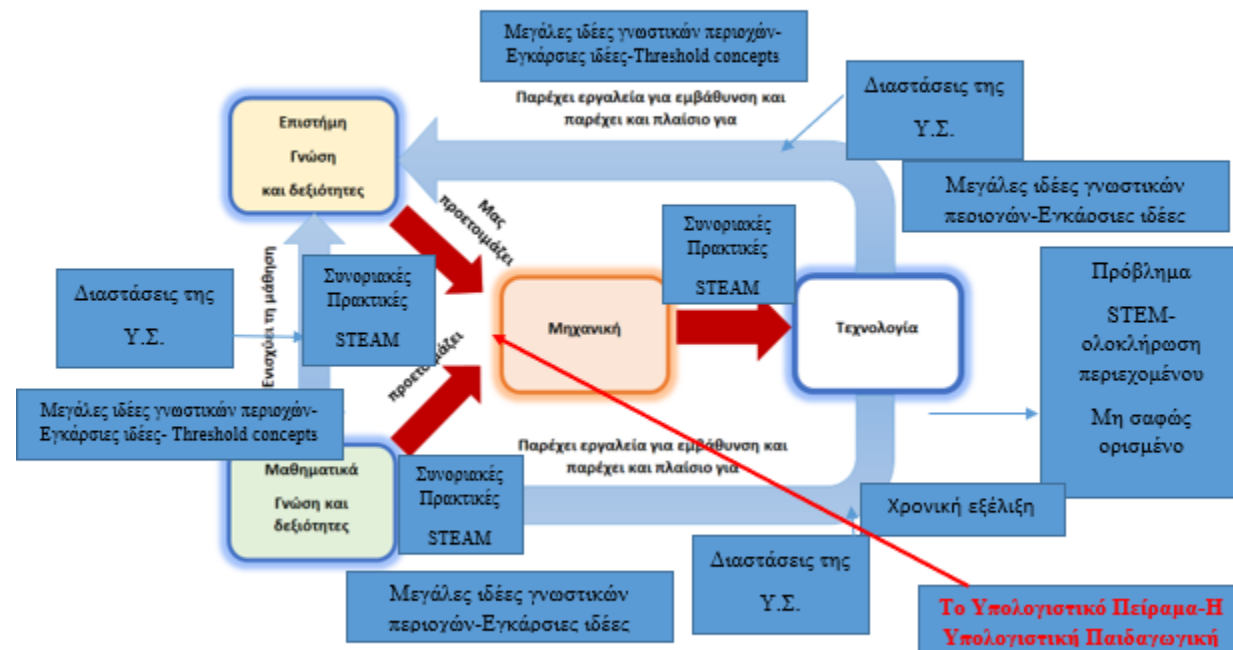
Professor Sarantos Psycharis



Εικόνα 3 Ο κύκλος αλληλεπίδρασης των γνωστικών περιοχών του STEM (Watson & Watson (2013))

Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

Η Επιστημολογία του STEAM - Υπολογιστική Παιδαγωγική



Εικόνα: Η «Ολοκληρωμένη Υπολογιστική Παιδαγωγική STEAM»

Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

Η Υ.Σ. συνδέεται με την θεωρία της πολυπλοκότητας



Fig. 8.2 Starlings flocking in Rome <https://youtu.be/V-mCuFYfJdI>

Mayes, R.(2019). Quantitative Reasoning and Its Rôle in Interdisciplinarity .In Doig, B., Williams, J., Swanson, D., Borromeo Ferri, R., & Drake, P. (2019). Interdisciplinary Mathematics Education. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6>

Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

- Η Υ.Σ. συνδέεται με την θεωρία της πολυπλοκότητας

- Birds flocking is an exemplar of a complex system. Starlings flocking in Rome (Fig. 8.2) organise themselves based on simple interactions between birds (the agents), the result of which, are beautiful emerging patterns from random bird interactions. Flocking is an adaptation that, among other things, confuses predators such as the Peregrine Falcon. Complex systems reasoning is the ability to analyse problems, like flocking behaviour, by recognising complexity, patterns, and interrelationships within a system featuring a large number of interacting components (agents, processes, etc.)

From Wikipedia, the free encyclopedia **Flocking** is the behavior exhibited when a group of birds, called a [flock](#), are [foraging](#) or in flight. Computer simulations and mathematical models that have been developed to emulate the flocking behaviors of birds can also generally be applied to the "flocking" behavior of other species. As a result, the term "flocking" is sometimes applied, in computer science, to species other than birds.

Mayes, R.(2019). Quantitative Reasoning and Its Rôle in Interdisciplinarity .In Doig, B., Williams, J., Swanson, D., Borromeo Ferri, R., & Drake, P. (2019). Interdisciplinary Mathematics Education. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6>

Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

Νέα «παράδειγμα» σε ΠΣ

Η Υπολογιστική Επιστήμη και η

«ολιστική/ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM»-ένα καθιερωμένο(;) μοντέλο

Ένα παράδειγμα σε πρωτόλεια μορφή από την Κοινωνιολογία που αργότερα έγινε θέμα στην Πληροφορική και θεατρική παράσταση

Το φαινόμενο του μικρού κόσμου

<https://www.theguardian.com/technology/2008/aug/03/internet.email>

Giorgio Parisi Nobel Prize 2021-“for groundbreaking contributions to our understanding of complex physical systems.” Ising Model etc



Integrated S.T.E.A.M To Υπολογιστικό STEAM

Νέα «παραδείγματα» σε ΠΣ

Η Υπολογιστική Επιστήμη και η

«ολιστική/ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM»-

ένα καθιερωμένο(;) μοντέλο

Ένα παράδειγμα σε πρωτόλεια μορφή από την Κοινωνιολογία που αργότερα έγινε θέμα στην Πληροφορική και θεατρική παράσταση

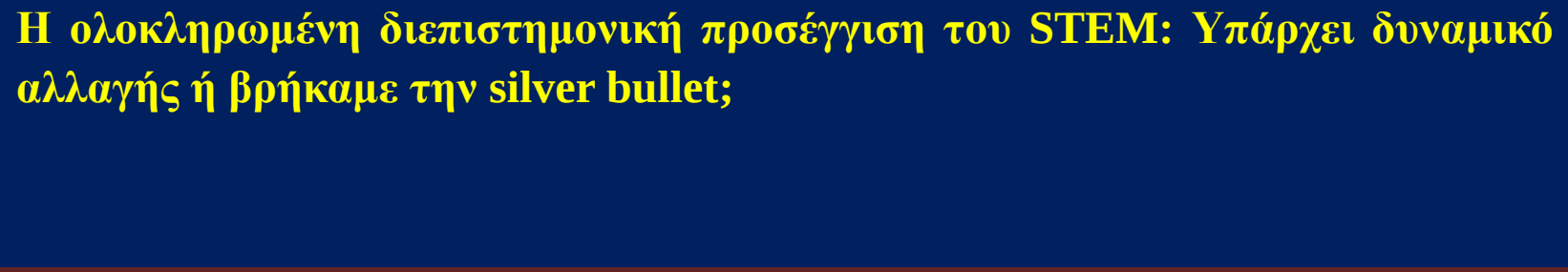
Το φαινόμενο του μικρού κόσμου

<https://www.theguardian.com/technology/2008/aug/03/internet.email>



▲ Just six degrees of separation or fewer between the Dalai Lama and everyone else. Photograph: Carl de Souza/AFP/Getty Images

In a world of 6.6 billion people, it does seem hard to believe. The theory of six degrees of separation contends that, because we are all linked by chains of acquaintance, you are just six introductions away from any other person



Η ολοκληρωμένη διεπιστημονική προσέγγιση του STEM: Υπάρχει δυναμικό αλλαγής ή βρήκαμε την silver bullet;



Τελικές Σκέψεις

Εργαστήρια Δεξιοτήτων STEM Δραστηριότητες

Τοματόσουπα ή NOODLES?

IoT

AI-Machine learning

Emerging Technologies –Natural Hazards –Remote Real Labs

Έμφαση σε παγκόσμια φαινόμενα –Διεθνοποίηση ΑΠ

Future Research

Social Justice –Active Citizen-UDL-Inclusive Education-Kind of Learning objectives

Types of Assessment-Types of Boundary Objects ---University Pedagogy-Open data through Computational Practices-

Η διδακτική στρατηγική στην ολοκληρωμένη διεπιστημονική προσέγγιση του STEM



	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 Οι μαθητές δίνουν προτεραιότητα στην συλλογή δεδομένων	Ο μαθητής προσδιορίζει μόνος του τι σημαίνει απόδειξη και συλλέγει δεδομένα.	Ο μαθητής επιλέγει την απόδειξη και τα δεδομένα από μια συλλογή που θέτει ο εκπαιδευτικός ή από πόρους που θέτει ο εκπαιδευτικός.	Στον μαθητή δίνεται η απόδειξη και τα 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.

Η διδακτική στρατηγική στην ολοκληρωμένη διεπιστημονική προσέγγιση του STEM

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 στην σύνδεση της εξήγησης με την επιστημονική γνώση.	Ο μαθητής παράγει την 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 <u>αναστοχάζονται</u> στην διερευνητική- <u>ανακαλυπτική</u> διαδικασία που ακολούθησαν και στην μάθησή τους.	Ο μαθητής αποφασίζει μόνος του πώς να δομήσει την <u>αναστοχαστική</u> του διαδικασία.	Στον μαθητή παρέχονται οδηγίες για την δομή της <u>αναστοχαστικής</u> του διαδικασίας.	Στον μαθητή παρέχονται τα βήματα για να δομήσει την <u>αναστοχαστική</u> του διαδικασία.

Πίνακας: Η Διερευνητική/Ανακαλυπτική διδακτική στρατηγική στην Εκπαίδευση στις Επιστήμες

Η διδακτική στρατηγική στην ολοκληρωμένη διεπιστημονική προσέγγιση του STEM

<https://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2016-04/AppendixI.pdf>

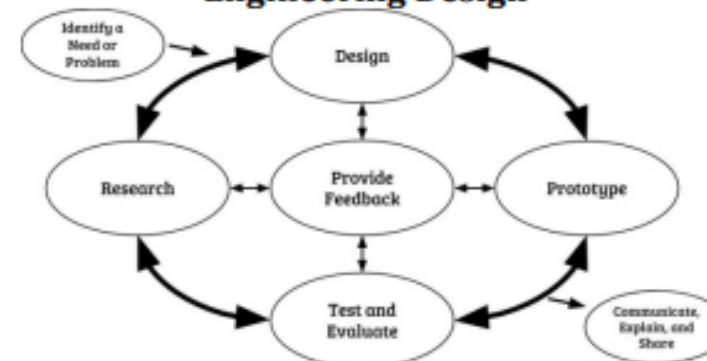
Scientific Inquiry and Engineering Design as Holistic and Dynamic Processes

Scientific inquiry and engineering design are dynamic and complex processes. Each requires engaging in a range of science and engineering practices to analyze and understand the natural and designed world. They are not defined by a linear, step-by-step approach. While students may learn and engage in distinct practices through their education, they should have periodic opportunities at each grade level to experience the holistic and dynamic processes represented below and described in the subsequent two pages.

Scientific Inquiry

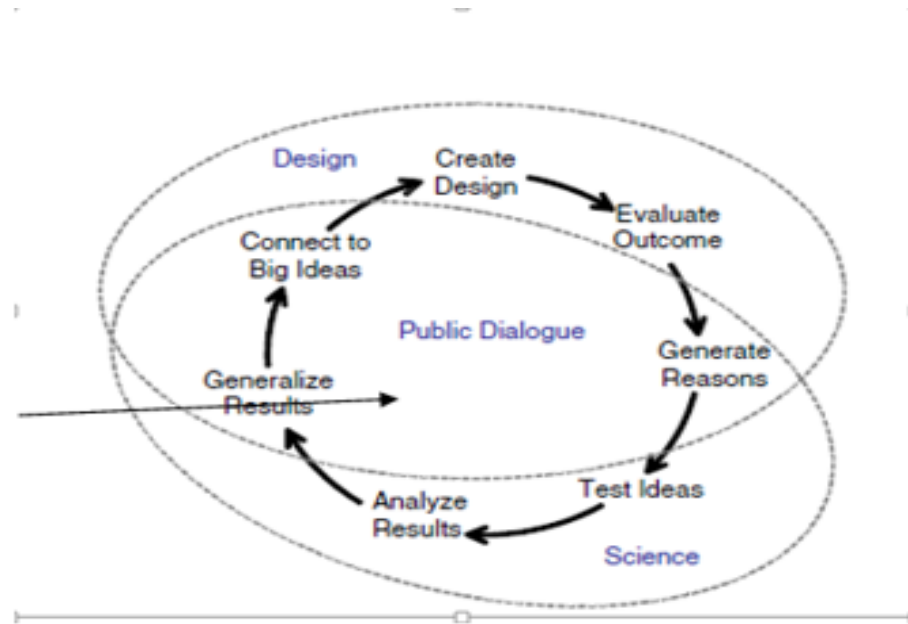


Engineering Design



Η διδακτική στρατηγική στην ολοκληρωμένη διεπιστημονική προσέγγιση του STEM

<https://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2016-04/AppendixI.pdf>

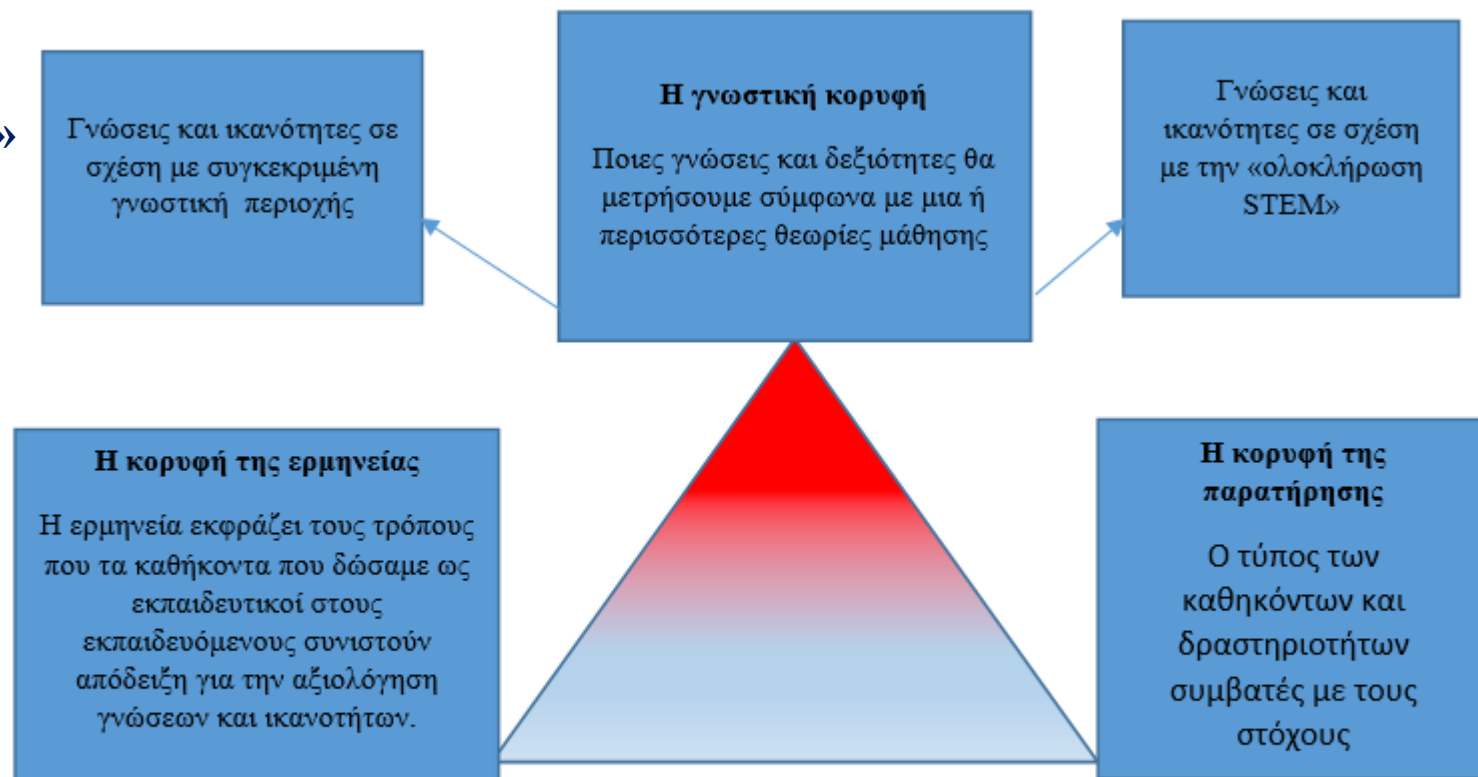


Εικόνα: Ένα μοντέλο παιδαγωγικής στρατηγικής. Ο κύκλος σχεδιασμού που συνδυάζει τον σχεδιασμό της Μηχανικής με την διερευνητική μάθηση στις Επιστήμες.

Η «διεπιστημονική αξιολόγηση»

Βασικά στοιχεία της αξιολόγησης

Η αξιολόγηση στο «Υπολογιστικό STEM»



Εικόνα: Το τρίγωνο της αξιολόγησης (NRC, 2001) με την πρόσθεση της αξιολόγησης στην «ολοκλήρωση STEM».

Η «διεπιστημονική αξιολόγηση»

Βασικά στοιχεία της αξιολόγησης

Mayes, R.(2019). Quantitative Reasoning and Its Rôle in Interdisciplinarity .In Doig, B., Williams, J., Swanson, D., Borromeo Ferri, R., & Drake, P. (2019). Interdisciplinary Mathematics Education. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6>

Ικανότητα
Αιτιολόγηση
που βασίζεται
στην ανάλυση
πολύπλοκων
συστημάτων

Ικανότητα
δημιουργίας
επιστημονικών
μοντέλων για
την εξήγηση
φαινομένων

Η αιτιολόγηση
βασισμένη στις
διαστάσεις της
Υπολογιστικής
Σκέψης

Η αιτιολόγηση με
βάσει τον
σχεδιασμό της
Μηχανικής

Αιτιολόγηση με βάσει
την
«μαθηματοποίηση»
των σχέσεων μεταξύ
εννοιών

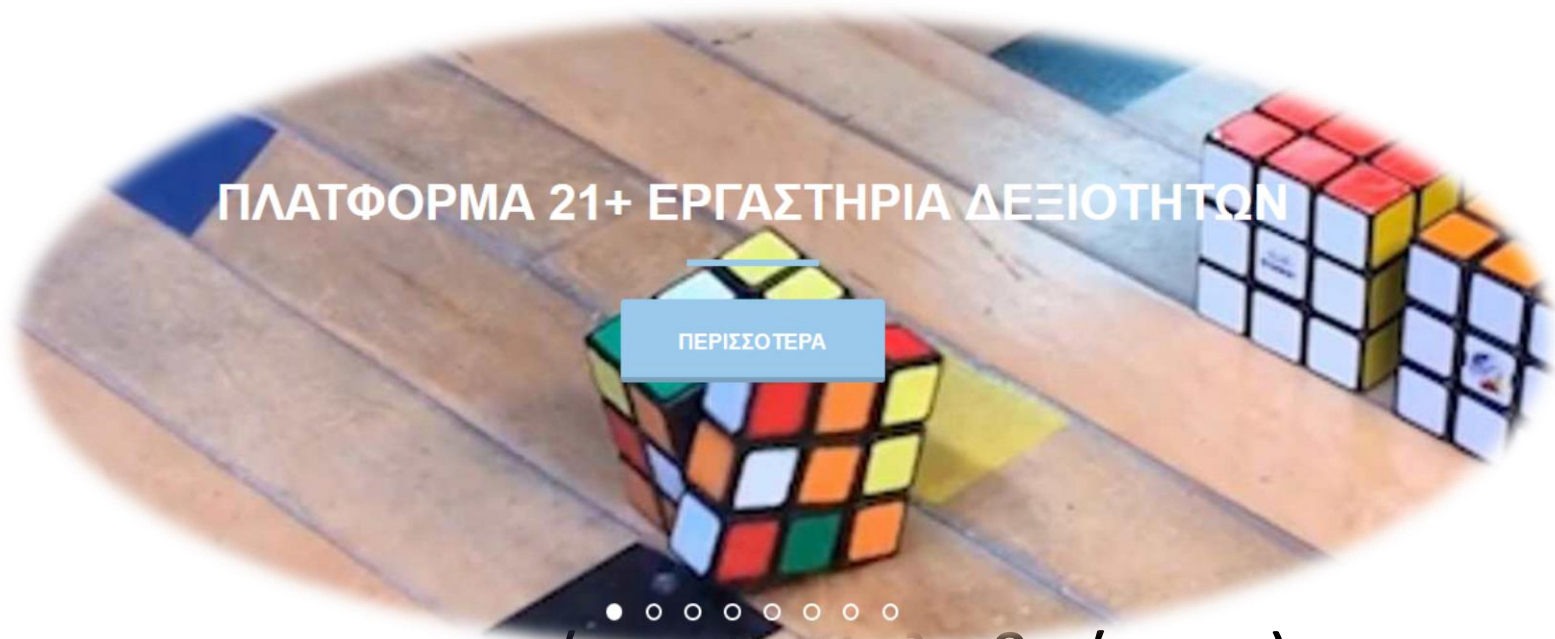
Εικόνα: Διαστάσεις της αξιολόγησης

Gao,X., Li,P., Shen, J.,& Sun,H.(2020), “Reviewing Assessment of Student Learning in Interdisciplinary STEM Education,” Int. J. STEM Educ., vol. 7, no. 1, pp. 1–14

Οικονομία της Γνώσης & **έξυπνες συσκευές** *STEAM* *Physical Computing*

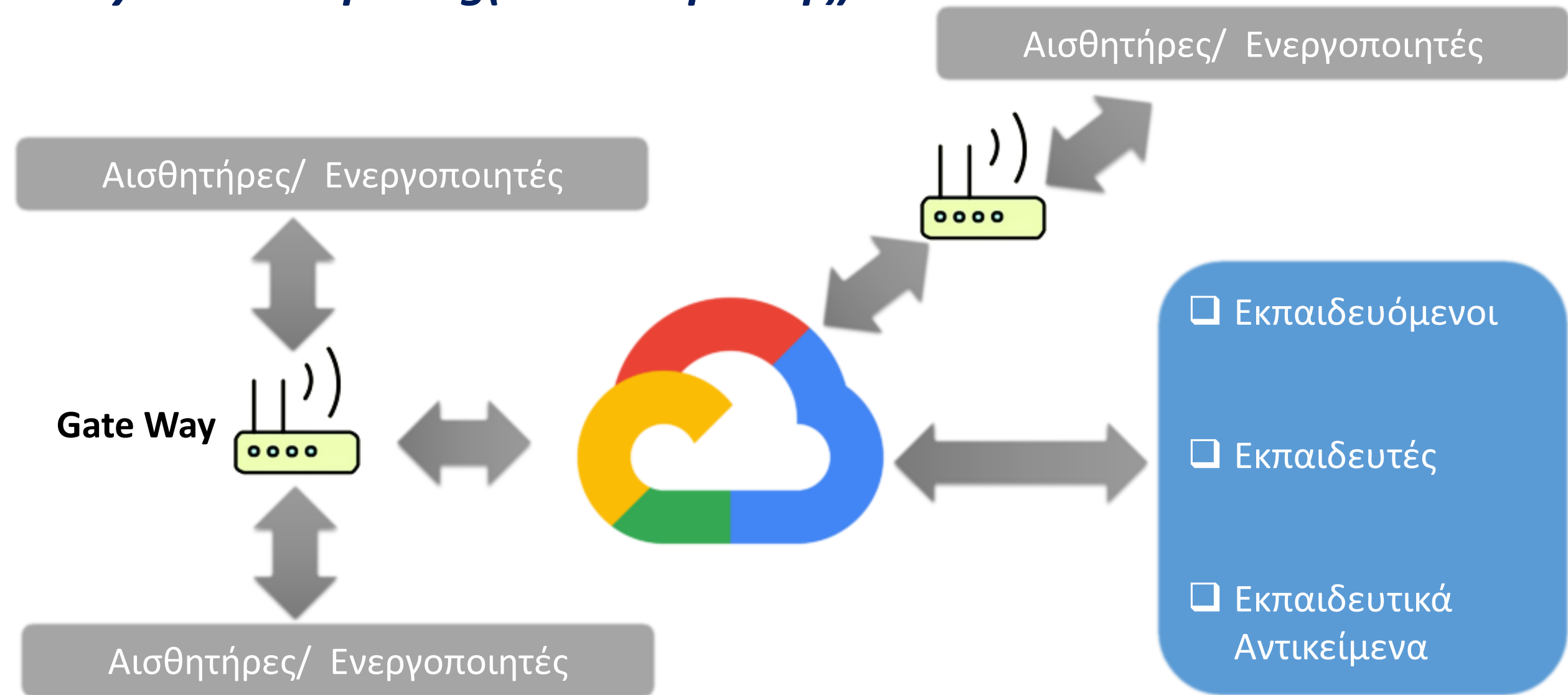
Η χρήση έξυπνων συσκευών στην τάξη επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες του 21ου αιώνα όπως:

- Υπολογιστική σκέψη
- Επίλυση προβλημάτων
- Ερμηνεία δεδομένων
- Δεξιότητες της τεχνολογίας και της επιστήμης(Κ.Καλοβρέκτης)

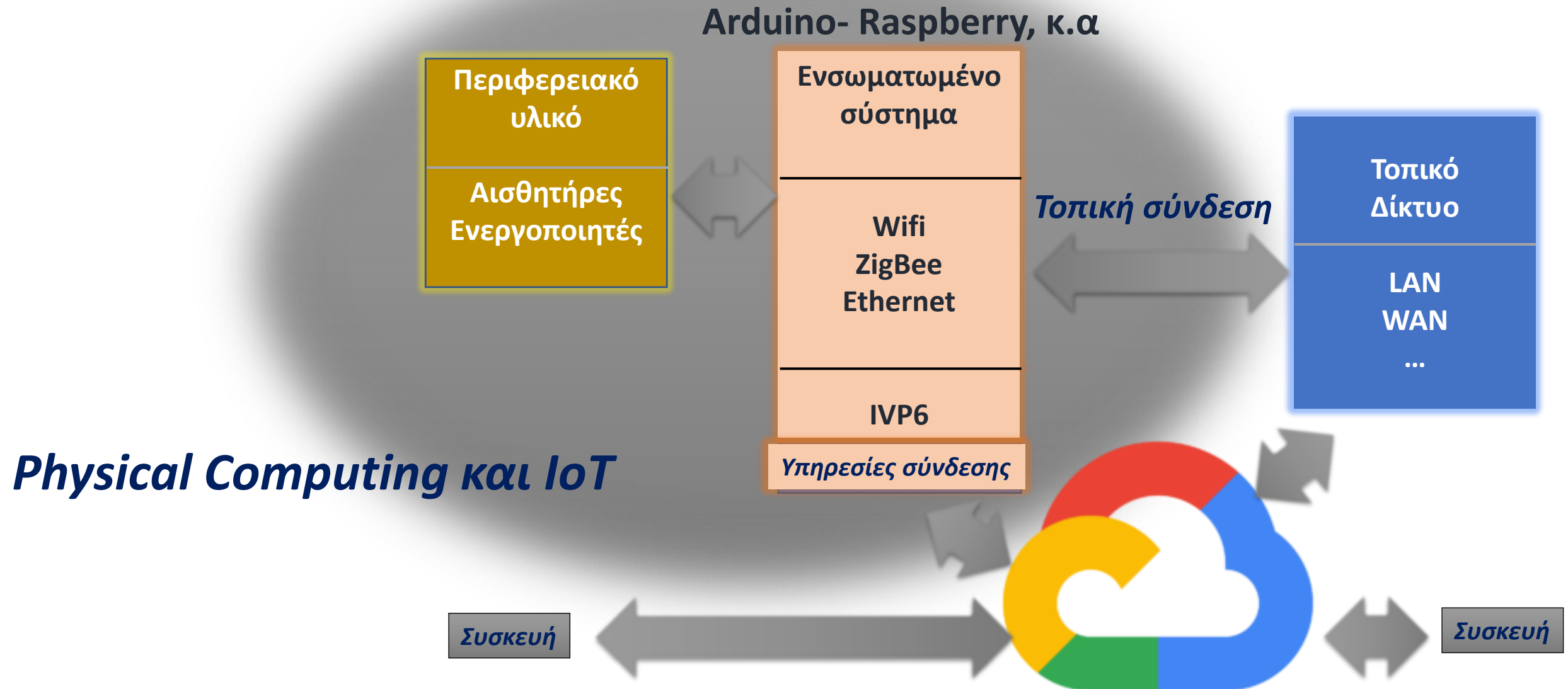


Έξυπνες συσκευές & Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)

Physical Computing(Κ.Καλοβρέκτης)



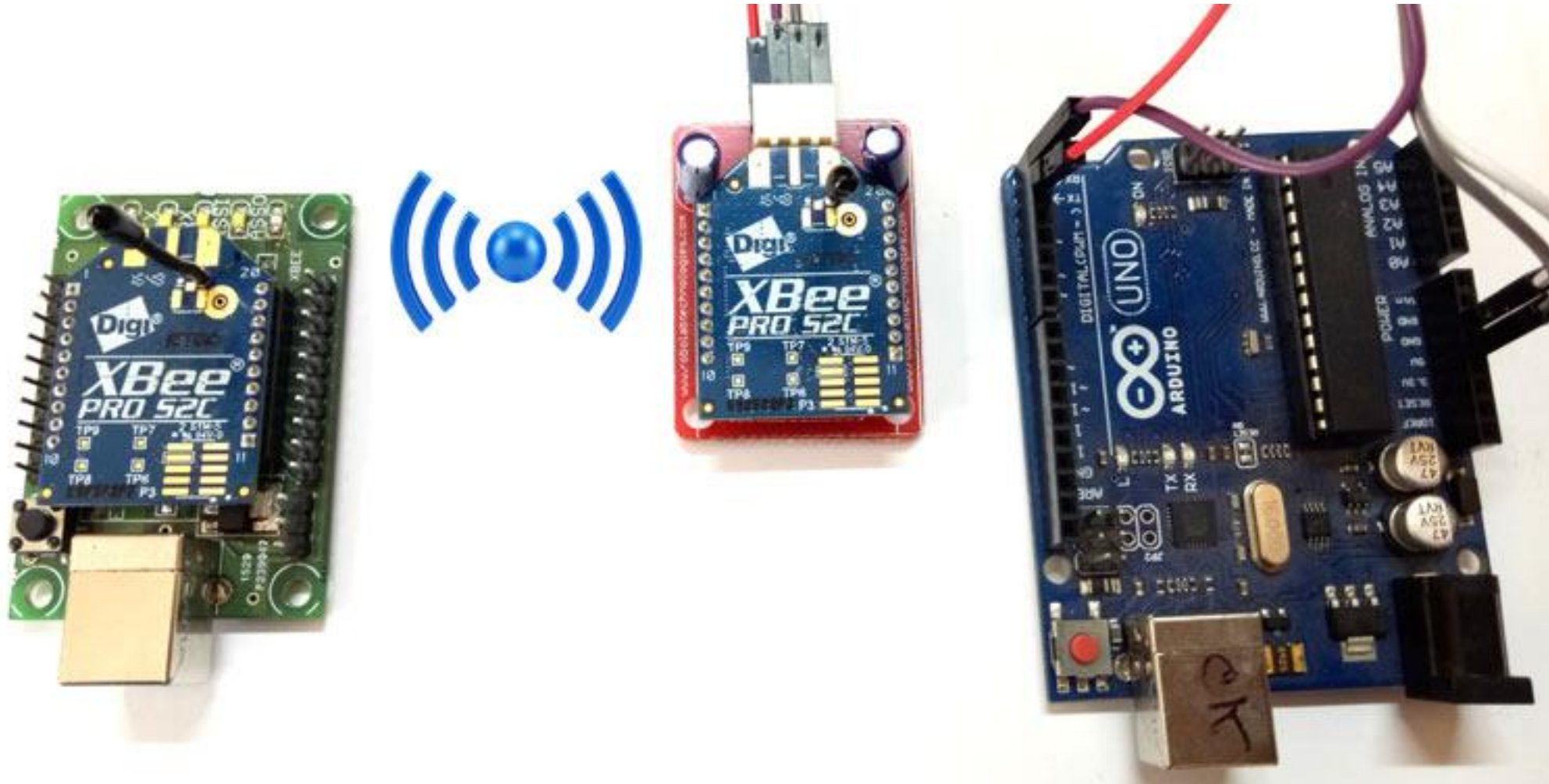
Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)(Κ.Καλοβρέκτης)



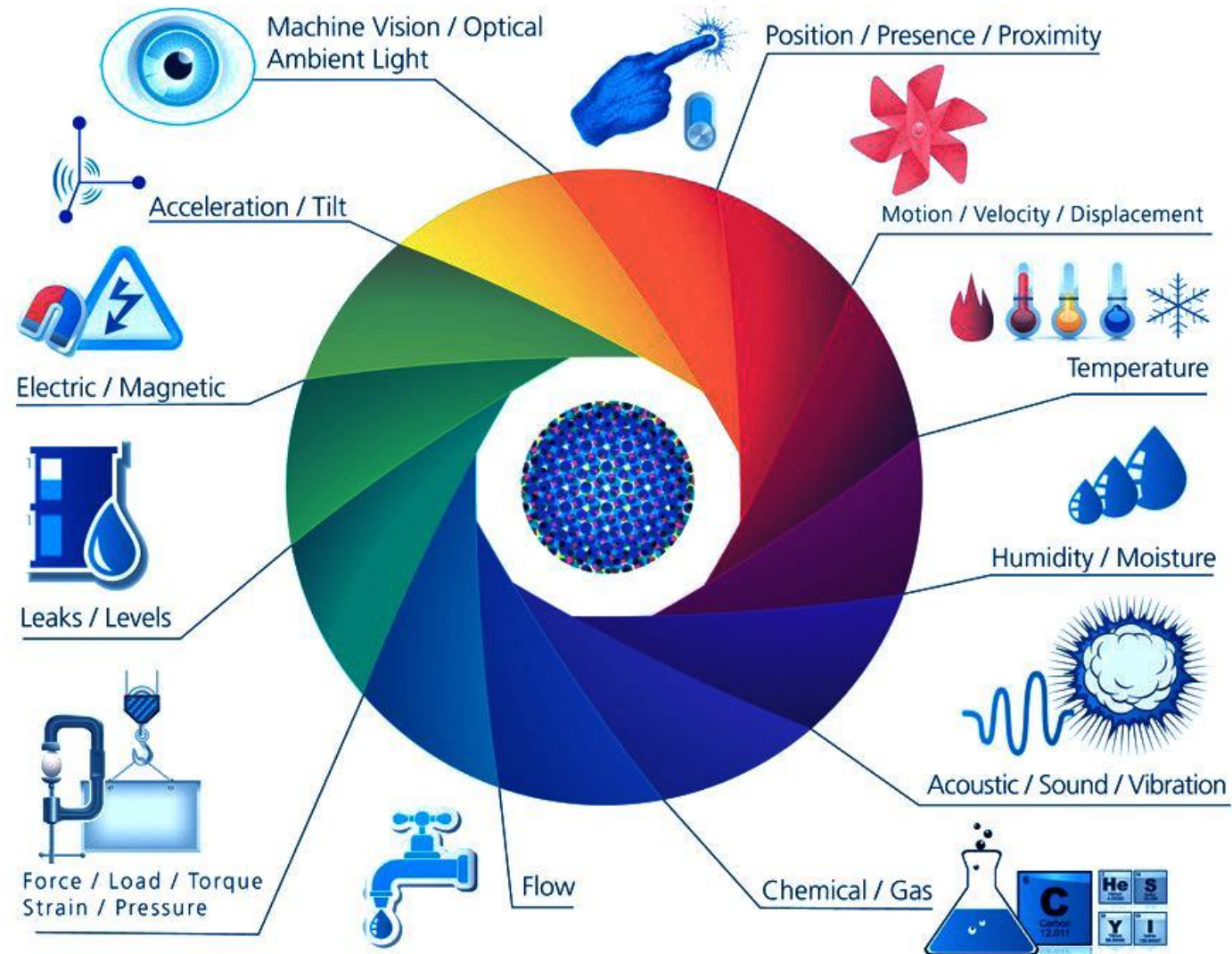
Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)



Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)



Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)



The silver bullet has a long pathway
Τα δυναμικά αλλαγής έχουν ασταθή σημεία ισορροπίας

To paraphrase Richard Feynman..Maybe...

If you think you understand STEAM, you don't understand STEAM

spsycharis@gmail.com, spsycharis@aspete.gr

Σας Ευχαριστώ για την προσοχή σας !

Σαράντος Ψυχάρης

Βιβλιογραφία

- Akerson, V., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Khan, T., & Newman, S. (2018). Disentangling the meaning of STEM: Implication for science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1435063>
- Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of Educational Research*, 81(2), 132–169
- 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.
- 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
- 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.
- English, L. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1–8.
- Engeström, Y., Engeström, R., & Kärkkäinen, M. (1995). Polycontextuality and boundary crossing in expert cognition: Learning and problem solving in complex work activities. *Learning and Instruction*, 5, 319–336.
- Katehi, L., Pearson G., & Feder M. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academy of Engineering and National Research Council.
- Kolodner, J.L., Camp, P.J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J. & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle schools science classroom: putting learning by design TM into practice. *J Learn Sci* 12(4):495–547
- Leung,A.(2020). Boundary crossing pedagogy in STEM education. *International Journal of STEM Education* (2020) 7:15
- National Academy of Engineering(NAE) and National Research Council(NRC). (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- 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

Βιβλιογραφία

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. (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.Helelnic and International Conference.STE(A)M Educators and Education.Patras 7-9 May 2021

Βιβλιογραφία

- 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
- Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3–8: integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Vasquez, J. (2014/2015). STEM: beyond the acronym. *Educational Leadership*, Dec./Jan., 10-16.
- Shirey, K. (2017). *Teacher Productive Resources for Engineering Design Integration in High School Physics Instruction (Fundamental)*. In: Proceedings of the 2017 ASEE Annual Conference, Columbus, OH, June 2017
- Star, S. L. (1988). The structure of ill-structured solutions: Boundary objects and heterogeneous distributed problem solving. In M. Huhns & L. Gasser (Eds.), *Readings in distributed artificial intelligence*. Menlo Park, CA: Kaufman.
- Star, S. L. (2010). This is not a boundary object: Reflections on the origin of a concept. *Science, Technology, & Human Values*, 35(5), 601–617. *Journal of Research in Science Teaching*
- Star, S. L., & Griesemer, J. R. (1989). Institutional ecology, 'translations,' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology. *Social Studies of Science*, 19(3), 387–420.
- Tytler, R., Prain, V., & Hobbs, L. (2019). Rethinking disciplinary links in interdisciplinary STEM learning: atemporal model. *Research in Science Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09872-2>
- Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3–8: integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Watson, AD, & Watson, GH (2013) Bonus Article: transitioning STEM to STEAM: Reformation of Engineering Education. *J Qual Particip* 36(3)
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>