

**Ολοκληρώνοντας την Υπολογιστική Σκέψη, το computing και την επιστημολογία του STEM μέσω του μοντέλου της Υπολογιστικής Παιδαγωγικής**

**S**

**T**

**E**

**M**

**4. (STEM=Science, Technology, Engineering, Mathematics)-Η Επιστημολογία του STEM**

**1. Η Υπολογιστική Σκέψη- Computing-Computation-Computational**

**2. Η Υπολογιστική Επιστήμη στην Εκπαίδευση**


**5. Η Υπολογιστική Παιδαγωγική  
Computational STEM Pedagogy**

**3. Τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Η Επιστημολογία της Μηχανικής»- Παιδαγωγική της Μηχανικής**

# Η Υπολογιστική Σκέψη

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΕΝΩΣΗ STEM

[http://e3stem.edu.gr/wordpress/?page\\_id=48&lang=en](http://e3stem.edu.gr/wordpress/?page_id=48&lang=en)

ΑΡΧΙΚΗ Η ΕΝΩΣΗ ▾ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΝΕΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΩΣΗΣ ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ  English  Ελληνικά



Hellenic Education Society of S.T.E.M. (E3STEM)  
Ελληνική Εκπαιδευτική Ένωση S.T.E.M. (E3STEM)

### HELLENIC JOURNAL of STEM EDUCATION

[Current](#) [Archives](#) [Announcements](#) [About ▾](#) [Submissions](#)

#### Current Issue

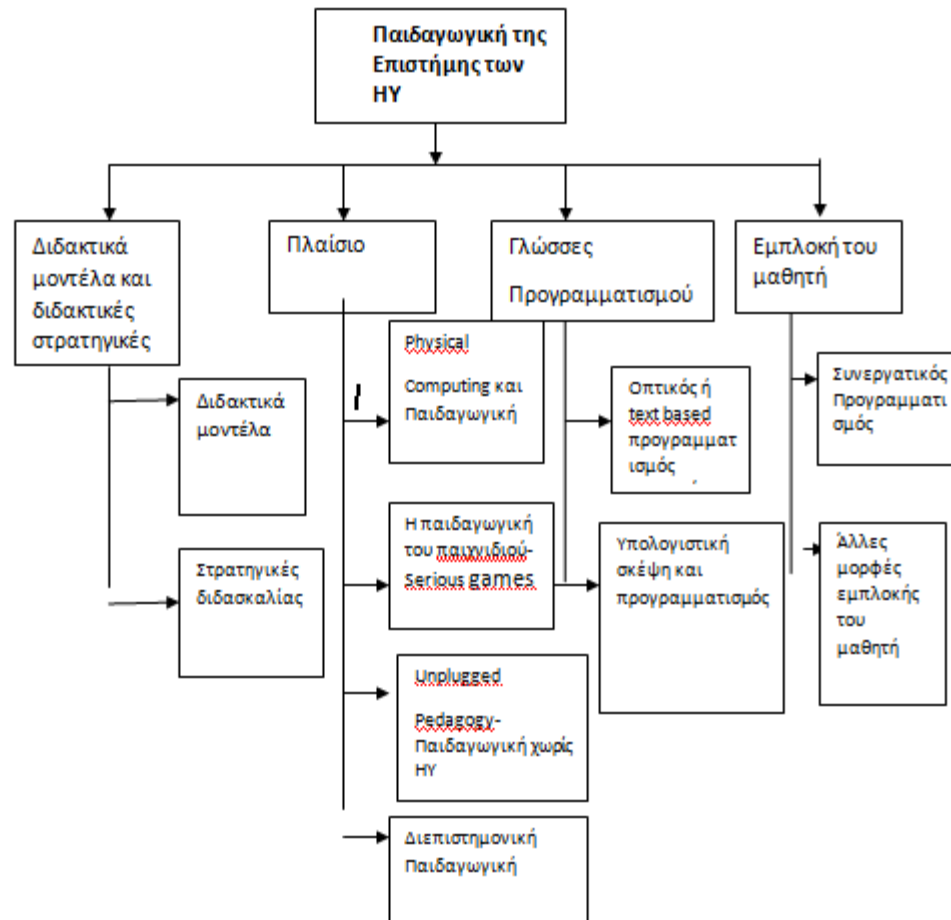
Vol 1 No 1 (2020): Hellenic Journal of STEM Education



# Η Υπολογιστική Σκέψη

## Η Επιστήμη των Υπολογιστών (Ε.Υ.) στην Εκπαίδευση-

Η Παιδαγωγική της Ε.Υ. (Waite,2017) Waite, J. (2017). ‘Pedagogy in teaching Computer Science in schools: A Literature Review’. London (2017)



# Η Υπολογιστική Σκέψη

## Η Υπολογιστική Σκέψη

Wing(2006). Εισαγωγή του όρου Computational Thinking(CT) Journal of the Association for Computing Machinery(ACM). Papert

•CT –ΥΣ περιλαμβάνει την επίλυση προβλήματος, τον σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς –με την αξιοποίηση εννοιών απο την Επιστήμη των Υπολογιστών- Computer Science

•Wing (2008): η ΥΣ «δένει» την Μαθηματική σκέψη με την «Μηχανική»- engineering δίνοντας έμφαση στον σχεδιασμό συστημάτων που θα βοηθήσουν την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων

(Wing 2011)«Υπολογιστική Σκέψη είναι οι διεργασίες σκέψης που εμπλέκονται **στη διαμόρφωση προβλημάτων** και των λύσεων τους, με τέτοιο τρόπο ώστε οι λύσεις **να μπορούν να αναπαρασταθούν** σε μια μορφή που μπορεί να υλοποιηθεί αποτελεσματικά από έναν πράκτορα επεξεργασίας πληροφοριών (information – processing agent)».

Wing, J. M .(2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49, 33-35.

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. Philosophical Transactions of the Royal Society a-Mathematical Physical and Engineering Sciences, 366(1881), 3717-3725. doi:10.1098/rsta.2008.0118

Wing, J. M. (2011, March 06). Computational thinking: What and why. The Link. Retrieved from <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

## Η Υπολογιστική Σκέψη

### Η Υ.Σ. και άλλοι «τύποι» σκέψης-Ο σχεδιασμός

Οι L'Heureux κ.α. (2012), στον προσδιορισμό της έννοιας της Υ.Σ. ,εντάσσουν τη λογική σκέψη ως την δεξιότητα ανάπτυξης και ελέγχου υποθέσεων.

Η Υ.Σ. συνδέεται επίσης με την «Επιστήμη των Μηχανικών-engineering» ακριβώς γιατί τα υπολογιστικά συστήματα αλληλεπιδρούν με τον πραγματικό κόσμο εκτελώντας λειτουργίες για να λυθούν προβλήματα που τις περισσότερες φορές περιλαμβάνουν και τον σχεδιασμό της Μηχανικής

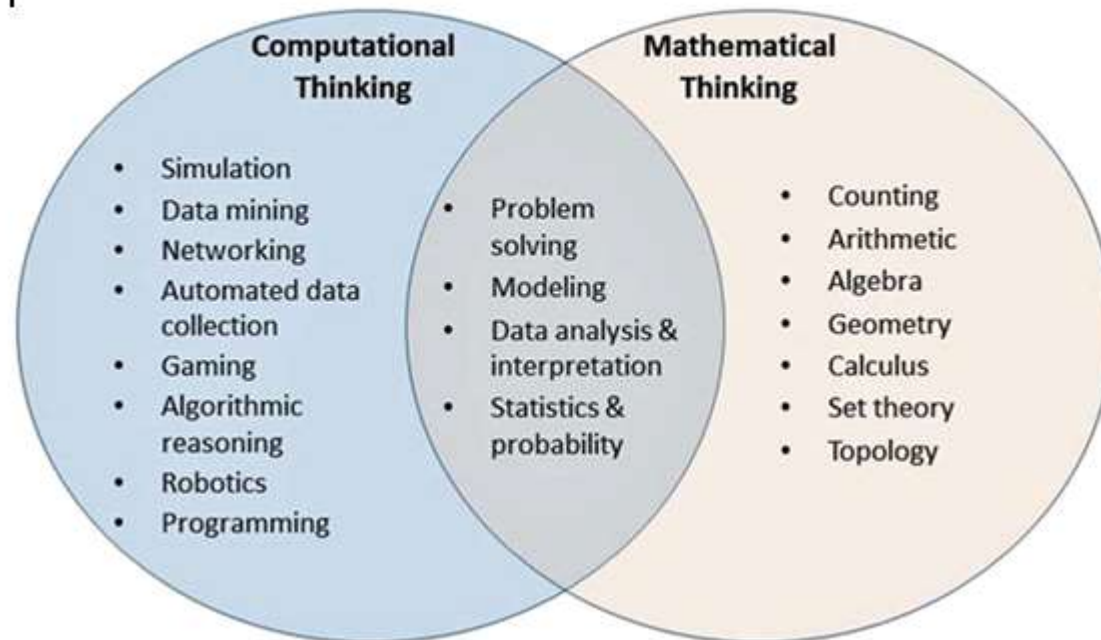
L'Heureux, J., Boisvert, D., Cohen, R. & Sanghera, K. 2012. IT problem solving: an implementation of computational thinking in information technology. Proceedings of the 13th annual conference on Information technology education. Calgary, Alberta, Canada: ACM.

# Η Υπολογιστική Σκέψη

## Η Υ.Σ. και άλλοι «τύποι» σκέψης

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. Educational Research Review, 22, 142-158.

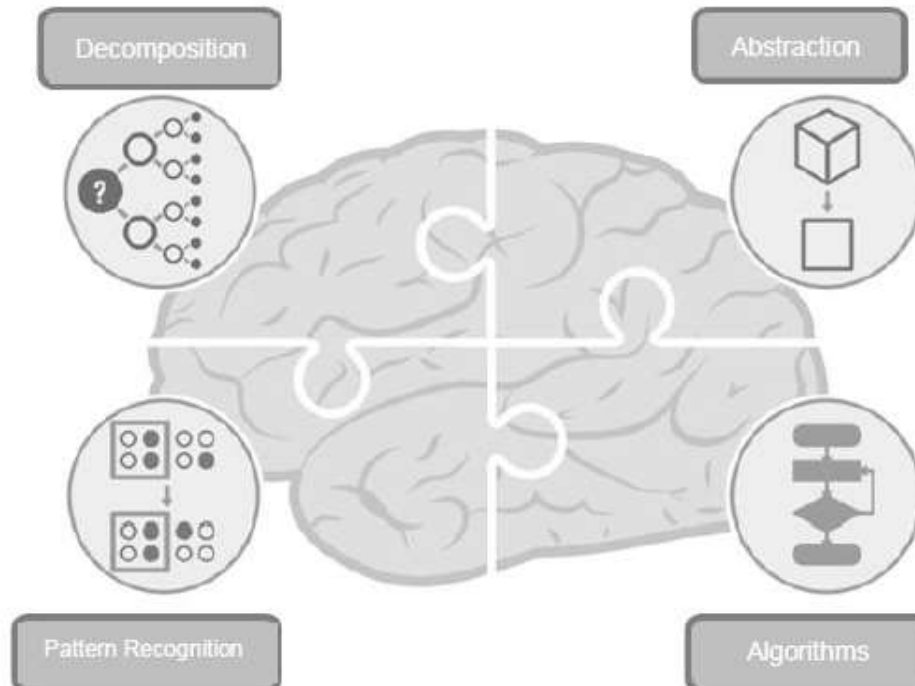
Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει τις κοινές έννοιες της Υ.Σ. και της Μαθηματικής σκέψης (Shute κ.α., 2017)



# Η Υπολογιστική Σκέψη

## Η Υ.Σ. ... συζήτηση για τον ορισμό της. Συνοπτικά

Τέσσερις βασικές «διαστάσεις» της Υπολογιστικής Σκέψης. Cansu S. K. & Cansu F.K (2019), An overview of Computational Thinking, International Journal of Computer Science Education in Schools-  
<http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>



## Η Υπολογιστική Σκέψη

### Η Υ.Σ. ... συζήτηση για τον ορισμό της. Συνέχεια σε Πρακτικές..

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.

Πίνακας: 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



# Η Υπολογιστική Σκέψη

## Η Υπολογιστική Σκέψη

### Λειτουργικοί Ορισμοί της Υπολογιστικής Σκέψης

*The International Society for Technology in Education (ISTE)* και *-Computer Science Teachers Association (CSTA)* (βλ. και

<https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/CompThinkingFlyer.pdf>; Bocconi, κ α.,2016) :

- 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

# The Computational Thinkers

## concepts



### Logic

Predicting & analysing



### Evaluation

Making judgements



### Algorithms

Making steps & rules



### Patterns

Spotting & using similarities



### Decomposition

Breaking down into parts



### Abstraction

Removing unnecessary detail



## approaches



### Tinkering

Changing things to see what happens



### Creating

Designing & making



### Debugging

Finding & fixing errors



### Persevering

Keeping going



### Collaborating

Working together

## Η Υπολογιστική Σκέψη

Πίνακας: Στάσεις που αναπτύσσονται με την Υ.Σ.

Αναφορά	Υ.Σ. Διαθέσεις
<u>Barr, Harisson &amp; Coney</u> (2011)	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Αυτοπεποθιση για εργασία με πολύπλοκα προβλήματα.</li><li>▶ Επιμονη για εργασία με διαφορετικού τύπου προβλήματα.</li><li>▶ Θετική στάση για την αντιμετώπιση των ασαφειών στα προβλήματα.</li><li>▶ Θετική στάση για την εργασία με ανοικτού τύπου προβλήματα.</li><li>▶ Θετική στάση για συνεργασία για την λύση προβλημάτων.</li></ul>
	Θετική στάση για:
Selby & Woollard, 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Δημιουργία τεχνουργημάτων.</li><li>▶ Δημιουργικότητα.</li><li>▶ Συνεργασία.</li></ul>
<u>Weintrop κ.α., 2016</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Αυτοπεποθιση για εργασία με πολύπλοκα προβλήματα.</li><li>▶ <u>Συνεργατικότητα</u>.</li><li>▶ Θετική στάση για την εργασία με ανοικτού τύπου προβλήματα.</li></ul>

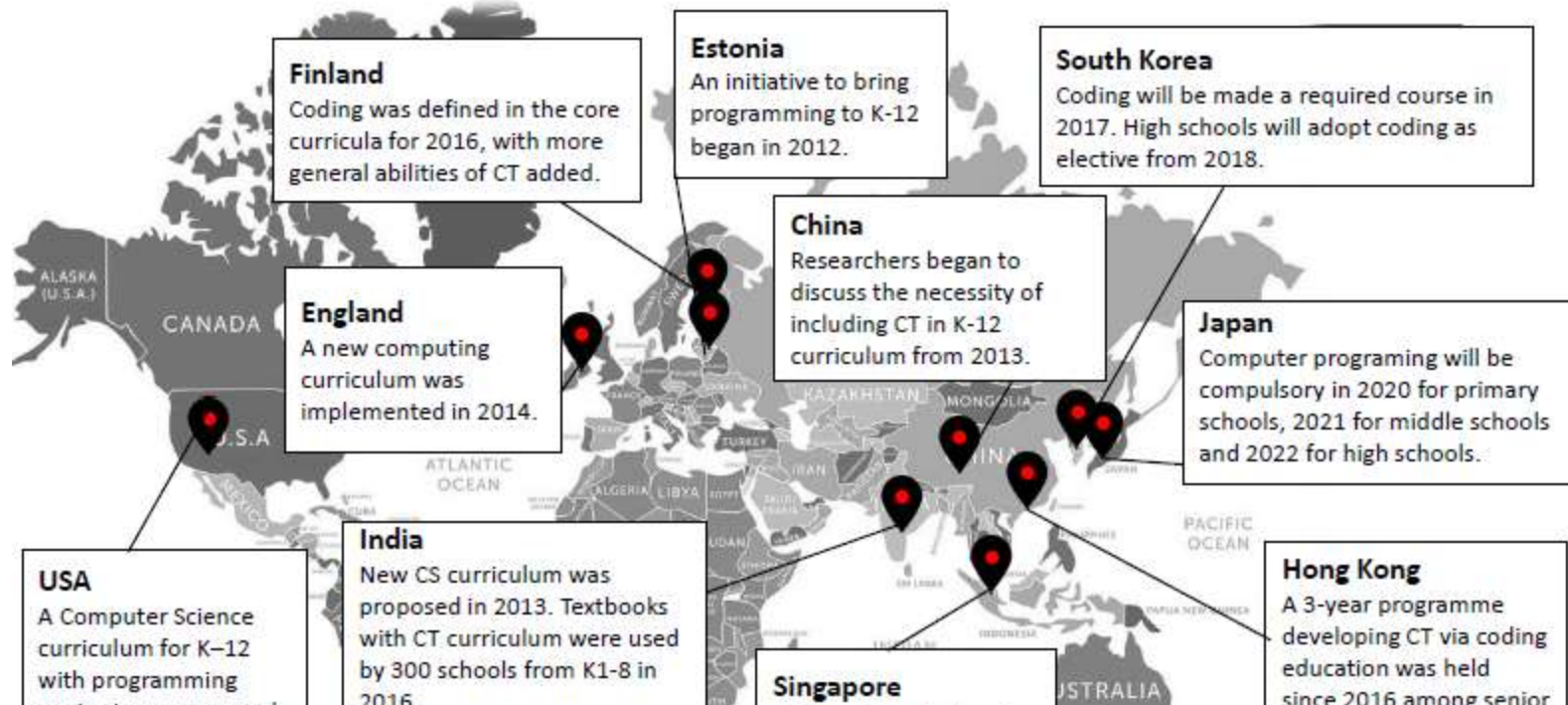
## Η Υπολογιστική Σκέψη

### Η Υ.Σ. στα αναλυτικά προγράμματα

Kong, S.C. (2017). CT and STEM Education.

<http://www.hkaect.org/hkaect-aect-2017/download/paper/KS3.pdf>

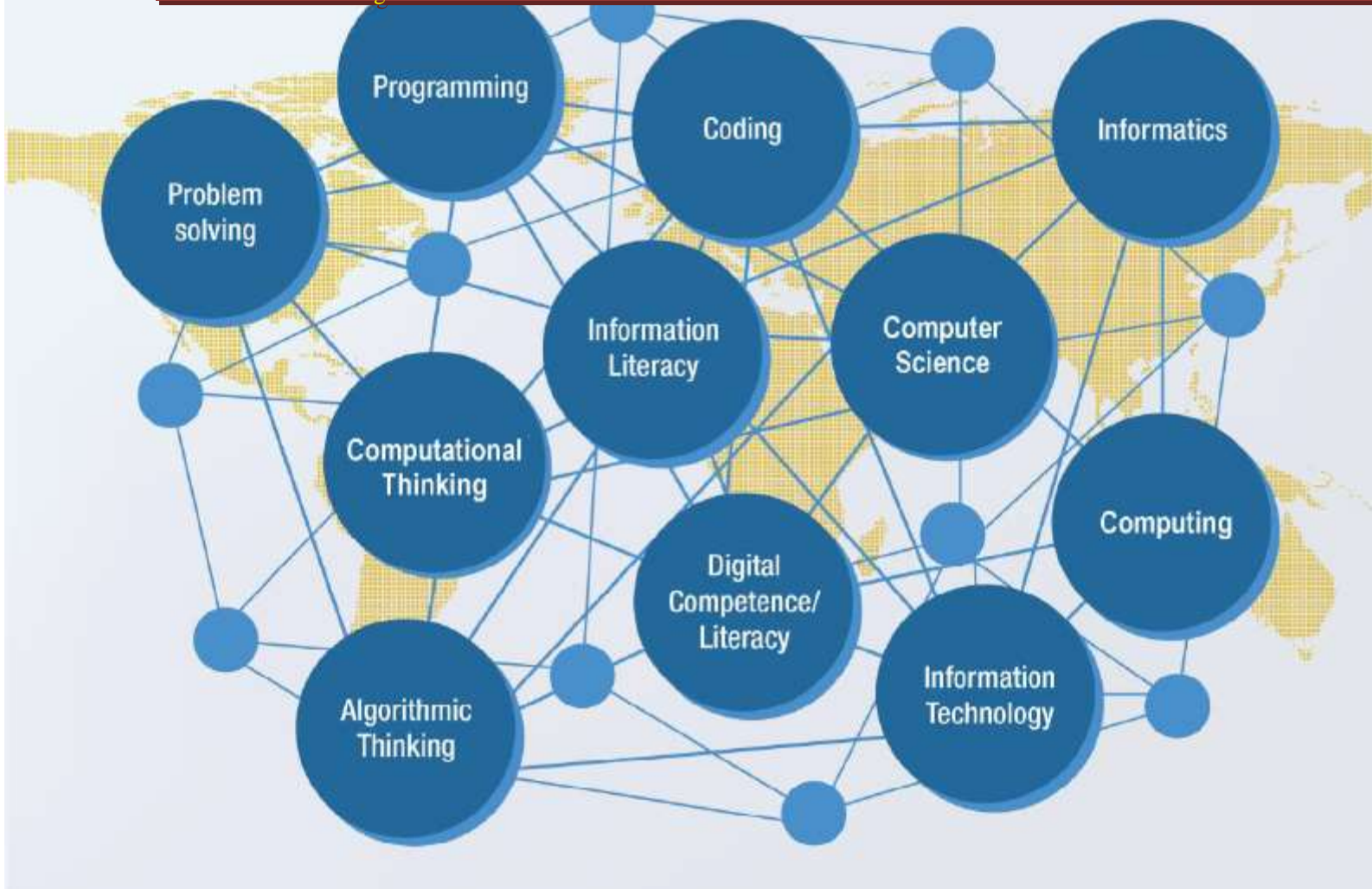
## Examples of CT Development





# Η Υπολογιστική Σκέψη

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



### Οι Έννοιες του Computing και του Computational και η Υ.Σ

Στην βιβλιογραφία υπάρχουν αντιφατικές απόψεις σχετικά με τους όρους **computing, computation και computational** ενώ τα ερευνητικά άρθρα άλλοτε χρησιμοποιούν αυτές τις έννοιες ως ισοδύναμες και άλλες φορές τις διαφοροποιούν.

Σύμφωνα με την Wing (2008) «**computing**» είναι το πεδίο που περιλαμβάνει την επιστήμη των υπολογιστών (Computer Science), το Computer Engineering, την Επιστήμη της Πληροφορίας και την Τεχνολογία της Πληροφορίας.

Οι Katehi κ.α.. (2009) συνδέουν το «computing» με την «σχεδίαση των Μηχανικών» και των εφαρμογών των μαθηματικών

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.

# Η Υπολογιστική Σκέψη

## Οι Έννοιες του Computing και του Computational και η Υ.Σ

Wing (2008) «**computing**» from the Open University course M269 *Algorithms, data structures and computability*

<http://www3.open.ac.uk/study/undergraduate/course/m269.htm>.

**Computing is the Automation of Abstractions**

**Abstractions**

**Automation**

1. Modeling
2. Human
3. Human + Machine
4. Systems of 1, 2, or 3

Computational Thinking focuses on the process of abstraction

- abstracting the problem domain
- operating in terms of multiple levels of abstraction
- defining the relationships between levels

guided by the following conditions:

1.1

1.2

1.3

1.4

1.5

1.6

1.7

1.8

1.9

1.10

1.11

1.12

1.13

1.14

1.15

1.16

1.17

1.18

1.19

1.20

1.21

1.22

1.23

1.24

1.25

1.26

1.27

1.28

1.29

1.30

1.31

1.32

1.33

1.34

1.35

1.36

1.37

1.38

1.39

1.40

1.41

1.42

1.43

1.44

1.45

1.46

1.47

1.48

1.49

1.50

1.51

1.52

1.53

1.54

1.55

1.56

1.57

1.58

1.59

1.60

1.61

1.62

1.63

1.64

1.65

1.66

1.67

1.68

1.69

1.70

1.71

1.72

1.73

1.74

1.75

1.76

1.77

1.78

1.79

1.80

1.81

1.82

1.83

1.84

1.85

1.86

1.87

1.88

1.89

1.90

1.91

1.92

1.93

1.94

1.95

1.96

1.97

1.98

1.99

2.00

2.01

2.02

2.03

2.04

2.05

2.06

2.07

2.08

2.09

2.10

2.11

2.12

2.13

2.14

2.15

2.16

2.17

2.18

2.19

2.20

2.21

2.22

2.23

2.24

2.25

2.26

2.27

2.28

2.29

2.30

2.31

2.32

2.33

2.34

2.35

2.36

2.37

2.38

2.39

2.40

2.41

2.42

2.43

2.44

2.45

2.46

2.47

2.48

2.49

2.50

2.51

2.52

2.53

2.54

2.55

2.56

2.57

2.58

2.59

2.60

2.61

2.62

2.63

2.64

2.65

2.66

2.67

2.68

2.69

2.70

2.71

2.72

2.73

2.74

2.75

2.76

2.77

2.78

2.79

2.80

2.81

2.82

2.83

2.84

2.85

2.86

2.87

2.88

2.89

2.90

2.91

2.92

2.93

2.94

2.95

2.96

2.97

2.98

2.99

3.00

3.01

3.02

3.03

3.04

3.05

3.06

3.07

3.08

3.09

3.10

3.11

3.12

3.13

3.14

3.15

3.16

3.17

3.18

3.19

3.20

3.21

3.22

3.23

3.24

3.25

3.26

3.27

3.28

3.29

3.30

3.31

3.32

3.33

3.34

3.35

3.36

3.37

3.38

3.39

3.40

3.41

3.42

3.43

3.44

3.45

3.46

3.47

3.48

3.49

3.50

3.51

3.52

3.53

3.54

3.55

3.56

3.57

3.58

3.59

3.60

3.61

3.62

3.63

3.64

3.65

3.66

3.67

3.68

3.69

3.70

3.71

3.72

3.73

3.74

3.75

3.76

3.77

3.78

3.79

3.80

3.81

3.82

3.83

3.84

3.85

3.86

3.87

3.88

3.89

3.90

3.91

3.92

3.93

3.94

3.95

3.96

3.97

3.98

3.99

4.00

4.01

4.02

4.03

4.04

4.05

4.06

4.07

4.08

4.09

4.10

4.11

4.12

4.13

4.14

4.15

4.16

4.17

4.18

4.19

4.20

4.21

4.22

4.23

4.24

4.25

4.26

4.27

4.28

4.29

4.30

4.31

4.32

4.33

4.34

4.35

4.36

4.37

4.38

4.39

4.40

4.41

4.42

4.43

4.44

4.45

4.46

4.47

4.48

4.49

4.50

4.51

4.52

4.53

4.54

4.55

4.56

4.57

4.58

4.59

4.60

4.61

4.62

4.63

4.64

4.65

4.66

4.67

4.68

4.69

4.70

4.71

4.72

4.73

4.74

4.75

4.76

4.77

4.78

4.79

4.80

4.81

4.82

4.83

4.84

4.85

4.86

4.87

4.88

4.89

4.90

4.91

4.92

4.93

4.94

4.95

4.96

4.97

4.98

4.99

5.00

5.01

5.02

5.03

5.04

5.05

5.06

5.07

5.08

5.09

5.10

5.11

5.12

5.13

5.14

5.15

5.16

5.17

5.18

5.19

5.20

5.21

5.22

5.23

5.24

5.25

5.26

5.27

5.28

5.29

5.30

5.31

5.32

5.33

5.34

5.35

5.36

5.37

5.38

5.39

5.40

5.41

5.42

5.43

5.44

5.45

5.46

5.47

5.48

5.49

5.50

5.51

5.52

5.53

5.54

5.55

5.56

5.57

5.58

5.59

5.60

5.61

5.62

5.63

5.64

5.65

5.66

5.67

5.68

5.69

5.70

5.71

5.72

5.73

5.74

5.75

5.76

5.77

5.78

5.79

5.80

5.81

5.82

5.83

5.84

5.85

5.86

5.87

5.88

5.89

5.90

5.91

5.92

5.93

5.94

5.95

5.96

5.97

5.98

5.99

6.00

6.01

6.02

6.03

6.04

6.05

6.06

6.07

6.08

6.09

6.10

6.11

6.12

6.13

6.14

6.15

6.16

6.17

6.18

6.19

6.20

6.21

6.22

6.23

6.24

6.25

6.26

6.27

6.28

6.29

6.30

6.31

6.32

6.33

6.34

6.35

6.36

6.37

6.38

6.39

6.40

6.41

6.42

6.43

6.44

6.45

6.46

6.47

6.48

6.49

6.50

6.51

6.52

6.53

6.54

6.55

6.56

6.57

6.58

6.59

6.60

6.61

6.62

6.63

6.64

6.65

6.66

6.67

6.68

6.69

6.70

6.71

6.72

6.73

6.74

6.75

6.76

6.77

6.78

6.79

6.80

6.81

6.82

6.83

6.84

6.85

6.86

6.87

6.88

6.89

6.90

6.91

6.92

6.93

6.94

6.95

6.96

6.97

6.98

6.99

7.00

7.01

7.02

7.03

7.04

7.05

7.06

7.07

7.08

7.09

7.10

7.11

7.12

7.13

7.14

7.15

7.16

7.17

7.18

7.19

7.20

7.21

7.22

7.23

7.24

7.25

7.26

7.27

7.28

7.29

7.30

7.31

7.32

7.33

7.34

7.35

7.36

7.37

7.38

7.39

7.40

7.41

7.42

7.43

7.44

7.45

7.46

7.47

7.48

7.49

7.50

7.51

7.52

7.53

7.54

7.55

7.56

7.57

7.58

7.59

7.60

7.61

7.62

7.63

7.64

7.65

7.66

7.67

7.68

7.69

7.70

7.71

7.72

7.73

7.74

7.75

7.76

7.77

7.78

7.79

7.80

7.81

7.82

7.83

7.84

7.85

7.86

7.87

7.88

7.89

7.90

7.91

7.92

7.93

7.94

7.95

7.96

7.97

7.98

7.99

8.00

8.01

8.02

8.03

8.04

8.05

8.06

8.07

8.08

8.09

8.10

8.11

8.12

8.13

8.14

8.15

8.16

8.17

8.18

8.19

8.20

8.21

8.22

8.23

8.24

8.25

8.26

8.27

8.28

8.29

8.30

8.31

8.32

8.33

8.34

8.35

8.36

8.37

8.38

8.39

8.40

8.41

8.42

8.43

8.44

8.45

8.46

8.47

8.48

8.49

8.50

8.51

8.52

8.53

8.54

8.55

8.56

8.57

8.58

8.59

8.60

8.61

8.62

8.63

8.64

8.65

8.66

8.67

8.68

8.69

8.70

8.71

8.72

8.73

8.74

8.75

8.76

8.77

8.78

8.79

8.80

8.81

8.82

8.83

8.84

8.85

8.86

8.87

8.88

8.89

8.90

8.91

8.92

8.93

8.94

8.95

8.96

8.97

8.98

8.99

9.00

9.01

9.02

9.03

9.04

9.05

9.06

9.07

9.08

9.09

9.10

9.11

9.12

9.13

9.14

9.15

9.16

9.17

9.18

9.19

9.20

9.21

9.22

9.23

9.24

9.25

9.26

9.27

9.28

9.29

9.30

9.31

9.32

9.33

9.34

9.35

9.36

9.37

9.38

9.39

9.40

9.41

9.42

9.43

9.44

9.45

9.46

9.47

9.48

9.49

9.50

9.51

9.52

9.53

9.54

9.55

9.56

9.57

9.58

9.59

9.60

9.61

9.62

9.63

9.64

9.65

9.66

9.67

9.68

9.69

9.70

9.71

9.72

9.73

9.74

9.75

9.76

9.77

9.78

9.79

9.80

9.81

9.82

9.83

9.84

9.85

9.86

9.87

9.88

9.89

9.90

9.91

9.92

9.93

9.94

9.95

9.96

9.97

9.98

9.99

10.00

10.01

10.02

10.03

10.04

10.05

10.06

10.07

10.08

10.09

10.10

10.11

10.12

10.13

10.14

10.15

10.16

10.17

10.18

10.19

10.20

10.21

10.22

10.23

10.24

10.25

10.26

10.27

10.28

10.29

10.30

10.31

10.32

10.33

10.34

10.35

10.36

10.37

10.38

10.39

10.40

10.41

10.42

10.43

10.44

10.45

10.46

10.47

10.48

10.49

10.50

10.51

10.52

10.53

10.54

10.55

10.56

10.57

10.58

10.59

10.60

10.61

10.62

10.63

10.64

10.65

10.66

10.67

10.68

10.69

10.70

10.71

10.72

10.73

10.74

10.75

10.76

10.77

10.78

10.79

10.80

10.81

10.82

10.83

10.84

10.85

10.86

10.87

10.88

10.89

10.90

10.91

10.92

10.93

10.94

10.95

10.96

10.97

10.98

10.99

11.00

11.01

11.02

11.03

11.04

11.05

11.06

11.07

11.08

11.09

11.10

11.11

11.12

11.13

11.14

11.15

11.16

11.17

11.18

11.19

11.20

11.21

11.22

11.23

11.24

11.25

11.26

11.27

11.28

11.29

11.30

11.31

11.32

11.33

11.34

11.35

11.36

11.37

11.38

11.39

11.40

11.41

11.42

11.43

11.44

11.45

11.46

11.47

11.48

11.49

11.50

11.51

11.52

11.53

11.54

11.55

11.56

11.57

11.58

11.59

11.60

11.61

11.62

11.63

11.64

11.65

11.66

11.67

11.68

11.69

11.70

11.71

11.72

11.73

11.74

11.75

11.76

11.77

11.78

11.79

11.80

11.81

11.82

11.83

11.84

11.85

11.86

11.87

11.88

11.89

11.90

11.91

11.92

11.93

11.94

11.95

11.96

11.97

11.98

11.99

12.00

12.01

12.02

12.03

12.04

12.05

12.06

12.07

12.08

12.09

12.10

12.11

12.12

12.13

12.14

12.15

12.16

12.17

12.18

12.19

12.20

12.21

12.22

12.23

12.24

12.25

12.26

12.27

12.28

12.29

12.30

12.31

12.32

12.33

12.34

12.35

12.36

12.37

12.38

12.39

12.40

12.41

12.42

12.43

12.44

12.45

12.46

12.47

12.48

12.49

12.50

12.51

12.52

12.53

12.54

12.55

12.56

12.57

12.58

12.59

12.60

12.61

12.62

12.63

12.64

12.65

12.66

12.67

12.68

12.69

12.70

12.71

12.72

12.73

12.74

12.75

12.76

12.77

12.78

12.79

12.80

12.81

12.82

12.83

12.84

12.85

12.86

12.87

12.88

12.89

12.90

12.91

12.92

12.93

12.94

12.95

12.96

12.97

12.98

12.99

13.00

13.01

13.02

13.03

13.04

13.05

13.06

13.07

13.08

13.09

13.10

13.11

13.12

13.13

13.14

13.15

13.16

13.17

13.18

13.19

13.20

13.21

13.22

13.23

13.24

13.25

13.26

13.27

13.28

13.29

13.30

13.31

13.32

13.33

13.34

13.35

13.36

13.37

13.38

13.39

13.40

13.41

13.42

13.43

13.44

13.45

13.46

13.47

13.48

13.49

13.50

13.51

13.52

13.53

13.54

13.55

13.56

13.57

13.58

13.59

13.60

13.61

13.62

13.63

13.64

13.65

13.66

13.67

13.68

13.69

13.70

13.71

13.72

13.73

13.74

13.75

13.76

13.77

13.78

13.79

13.80

13.

Η Υ.Σ και η έννοια της αφαίρεσης

(<https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/computing-and-ict/introduction-computational-thinking/content-section-0>) με την αφαιρετική διαδικασία δημιουργούμε μαθηματικά μοντέλα για τα πραγματικά φαινόμενα για να καταλήξουμε στην «αυτοματοποίηση» της αφαίρεσης.

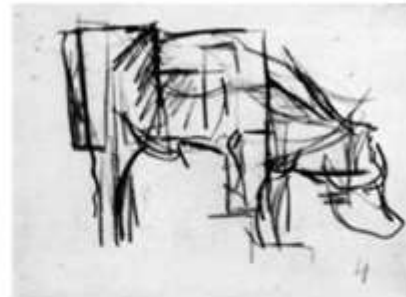
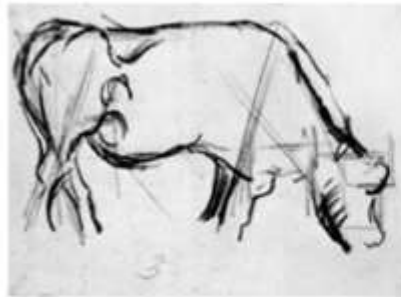
Η Wing συζητά την αφαιρετική διαδικασία και διακρίνει δυο είδη αφαίρεσης, την αφαίρεση ως μοντελοποίηση και την αφαίρεση ως «περιληπτική απόδοση».



# 1. Η Επιστήμη των Υπολογιστών-Ε.Υ.. Η Υπολογιστική Σκέψη

## Η Υ.Σ και η έννοια της αφαίρεσης

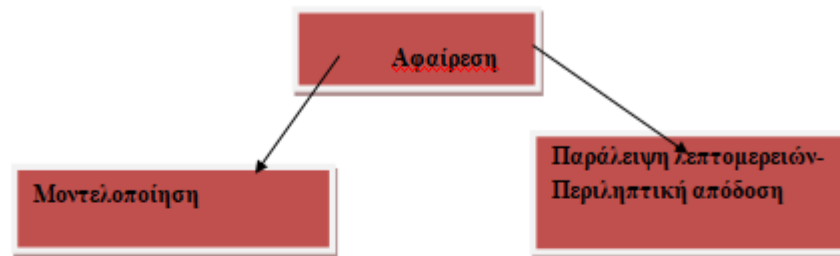
Ο Τζοβαν Ντέσμπονγκ ζωγράφισε τις παρακάτω εικόνες



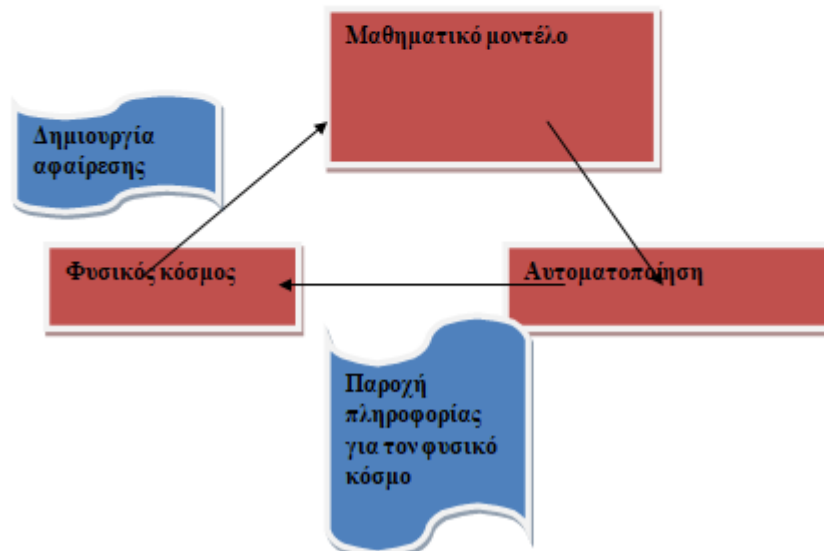
οι οποίες απεικονίζουν την ίδια οντότητα με τέσσερις «αφαίρέσεις».

# Η Υπολογιστική Σκέψη

## Η Υ.Σ και η έννοια της αφαίρεσης



Εικόνα: οι συνιστώσες της αφαίρεσης



## Η Υπολογιστική Σκέψη

### Οι Έννοιες του Computing και του Computational και η Υ.Σ

(Jona κ.α.,2014) « το computation» είναι μια θεμελιώδης συνιστώσα των γνωστικών περιοχών του STEM, όταν αυτές δημιουργούν εφαρμογές για πραγματικά προβλήματα.

Υπολογισιμότητα» (computability) -μελετά το εάν μπορεί να λυθεί, και κατά πόσο αποδοτικά μπορεί να λυθεί-αλγοριθμικά- κάποιο υπολογιστικό πρόβλημα σε ένα υπολογιστικό μοντέλο(Διαλέξεις Νικολόπουλος Σταύρος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, <http://www.cs.uoi.gr/~stavros/BSc-DAA-Algorithms/DAA-01.0-Introduction.pdf>).

Κάθε γνωστική περιοχή του STEM έχει πλέον ένα **computational –υπολογιστικό τμήμα**, για παράδειγμα μιλά με για Computational Engineering, Bioinformatics κλπ.

### **Η ΔΙΑΦΟΡΑ**

Η βιο-πληροφορική αφορά την συλλογή και ανάλυση πληροφορίας σχετικά με την Βιολογία, ενώ η Υπολογιστική Βιολογία αφορά την προσομοίωση βιολογικών συστημάτων και διαδικασιών».

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

Jona, K., Wilensky, U., Trouille, L., Horn, M. S., Orton, K., Weintrop, D., & Beheshti, E. (2014). Embedding computational thinking in science, technology, engineering, and math (CT-STEM). In future directions in computer science education summit meeting, Orlando, FL

## Οι Έννοιες του Computing και του Computational και η Υ.Σ

Οι Pedaste & Palts (2017)

«Υπολογιστική μάθηση- computational learning» ως μια επαναληπτική και αλληλεπιδραστική διαδικασία ανάμεσα στους εκπαιδευόμενους και στο **μοντέλο του υπολογισμού(computation)**...πως ;

Pedaste,M., & Palts,T.(2017). Tasks for Assessing Skills of Computational Thinking. The 2017 ACM Conference

### Οι Έννοιες του Computing και του Computational και η Υ.Σ

Σύμφωνα με τους (Weintrop κ.α., 2016), «η μεταφορά υπολογιστικών(computational) εργαλείων και πρακτικών στα μαθήματα των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών, δίνει στους εκπαιδευόμενους μια πιο ρεαλιστική άποψη για αυτές τις γνωστικές περιοχές, ενώ από παιδαγωγική άποψη η νοηματοδοτούμενη χρήση των **υπολογιστικών** εργαλείων μπορεί να οδηγήσει σε βαθύτερη κατανόηση και μάθηση (National Research Council 2011a, b).

National Research Council (2011a) Learning science through computer games and simulations. The National Academies Press, Washington, DC

National Research Council. (2011b) Report of a workshop of pedagogical aspects of computational thinking. The National Academies Press, Washington, DC

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

### Υ.Σ. και Διδακτική των Επιστημών

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. 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.

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

## CT Skills & Modeling/ Simulation

Categories of CT practices in STEM (Weintrop et al., 2016):

<b>Data Practices</b>	<b>Modeling &amp; Simulation Practices</b>	<b>Computational Problem Solving Practices</b>	<b>Systems Thinking Practices</b>
Collecting Data	Using CT models to understand a concept	Preparing problems for CT solutions	Integrating a complex system as a whole
Creating Data			
Manipulating Data	Constructing CT models	Programming	Understanding the relationships within a system
Analyzing Data	Assessing CT models	Choosing effective CT tools	Thinking in levels
Visualizing Data	Designing CT models	Developing monocular CT solutions	Communicating information about a system
	Using CT models to find and test solutions	Assessing different approaches/ solutions to a problem	Defining systems and managing complexity
		Creating CT abstractions	
		Troubleshooting and debugging	

## Η Επιστήμη των Υπολογιστών (Ε.Υ.) στην Εκπαίδευση- Η Παιδαγωγική της Ε.Υ.

# CT Skills & Modeling/ Simulation

Data Practices (Weintrop et al., 2016):

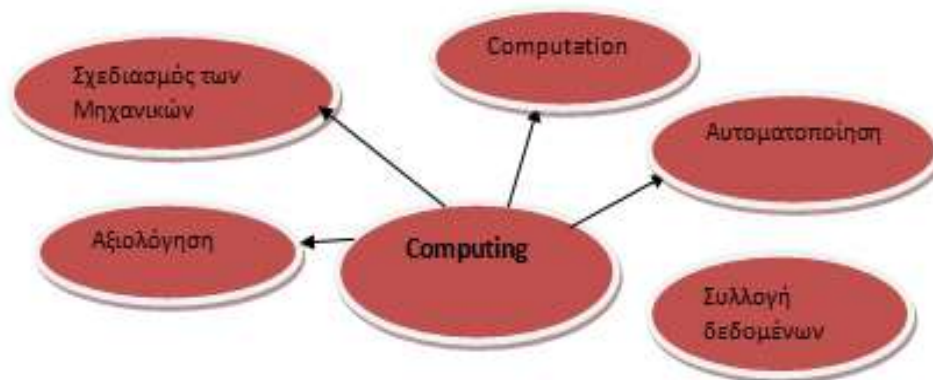
Data Practices	Descriptions	Egs
Collecting Data	<ul style="list-style-type: none"><li>Propose systemic data collection protocols</li><li>Articulate how the protocols can be automated with CT tools</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Decide on what and how the data should be collected</li><li>Propose to collect rainfall on a daily/ weekly/ annual basis</li></ul>
Creating Data	<ul style="list-style-type: none"><li>Define CT procedures</li><li>Run simulations</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Set/ add conditions for the simulation, eg. if no. of wolf&gt;0 and no. of sheep =0, wolf will die</li></ul>
Manipulating Data	<ul style="list-style-type: none"><li>Sorting, filtering, cleaning, normalizing, joining separate datasets</li><li>Manipulate datasets with CT tools</li><li>Reshaping dataset to be a more useful configuration for further investigation</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Sort data from ascending order</li><li>Find out the highest/ lowest rainfall and present separately for easier referencing</li></ul>
Analyzing Data	<ul style="list-style-type: none"><li>Look for patterns and anomalies</li><li>Define rules to categorize data</li><li>Identifying trends and correlations</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Generalize rules from data</li></ul>
Visualizing Data	<ul style="list-style-type: none"><li>Use conventional visualizations or interactive displays to present data</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Graphs and charts</li></ul>



# Η Υπολογιστική Σκέψη

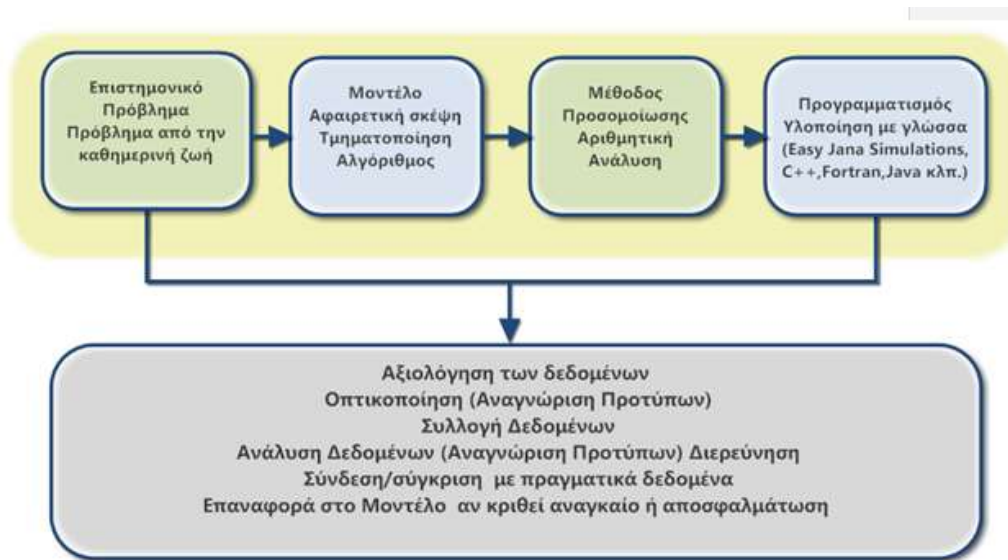
## Οι Έννοιες του Computing και του Computational και η Υ.Σ

Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση για τους όρους «Computing-Computation» δίνεται από τον Chande(2015) που απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα.



# Η Υπολογιστική Επιστήμη

Το Παράδειγμα Επίλυσης Προβλήματος με χρήση της Υπολογιστικής Επιστήμης-Υπολογιστικού πειράματος, και των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (Landau κ α., 2008). Το Υπολογιστικό Πείραμα



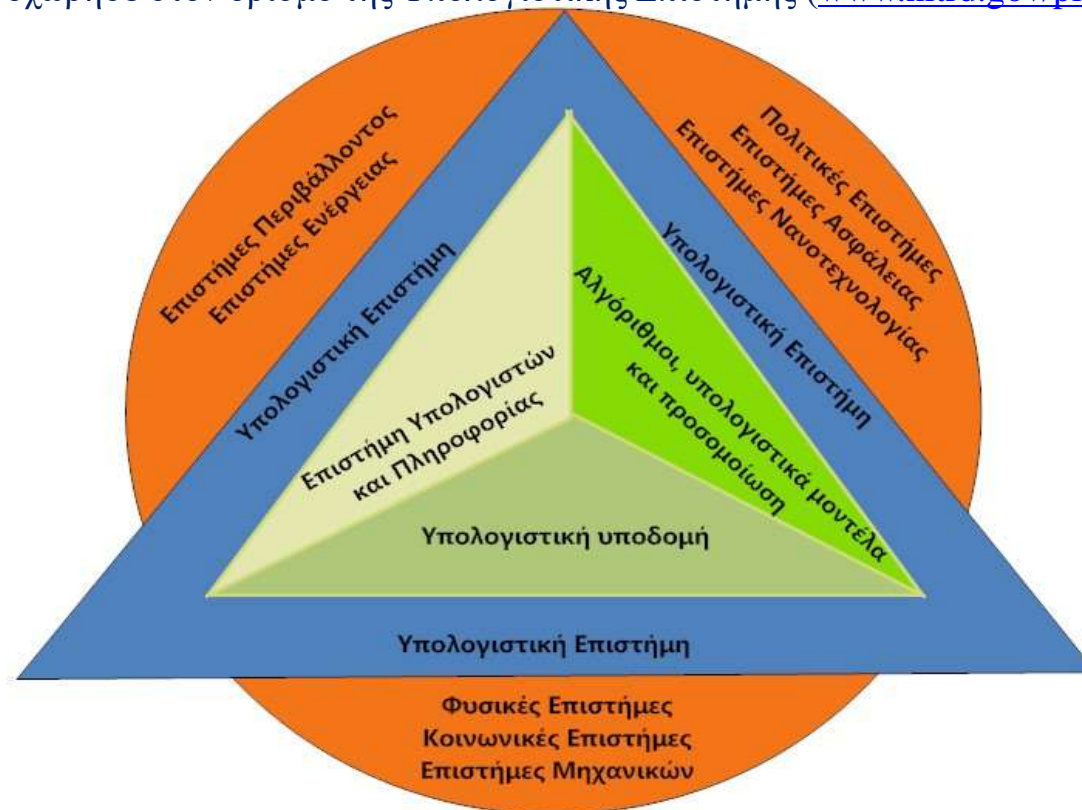
### Τα δεδομένα που έχουμε είναι:

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, 2005, page 16 –and is considered to be “one of the five college majors on the rise” (Fischer and Gleen, “5 College Majors on the Rise”, The Chronicle of Higher Education, 2009). (<https://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/nstc/committees/costem>).

Παράλληλα, η νέα τάση διεθνώς είναι η ολοκλήρωση της γνωστικής περιοχής «Υπολογιστική Επιστήμη» με άλλες επιστήμες και στη χρήση του «Υπολογιστικού Πειράματος» ως μια τρίτης συνιστώσας της Επιστήμης, μαζί με την Θεωρία και το Φυσικό Πείραμα. Επιπλέον, η τάση για την ολοκλήρωση του STEM με την διδακτική, προτρέπει να αναπτυχθεί ο λεγόμενος «Υπολογιστικός» τρόπος σκέψης (Υ.Σ.) μέσω του υπολογιστικού Πειράματος όπου τα δεδομένα που θα επεξεργάζονται οι εκπαιδευόμενοι θα είναι πραγματικά δεδομένα, καθιστώντας ισοδύναμη τη σχέση του Υπολογιστικού Πειράματος με το φυσικό πείραμα.

# Η Υπολογιστική Επιστήμη

President's Information Technology Advisory Committee (PITAC) –στις ΗΠΑ, αναγνωρίζοντας τις αποκλίνουσες συνιστώσες της Υπολογιστικής Επιστήμης, που καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα από τους αλγορίθμους, το λογισμικό, την αρχιτεκτονική, τις εφαρμογές κλπ., προχώρησε στον ορισμό της Υπολογιστικής Επιστήμης ([www.nitrd.gov/pitac/reports/](http://www.nitrd.gov/pitac/reports/)).



## Η Υπολογιστική Επιστήμη

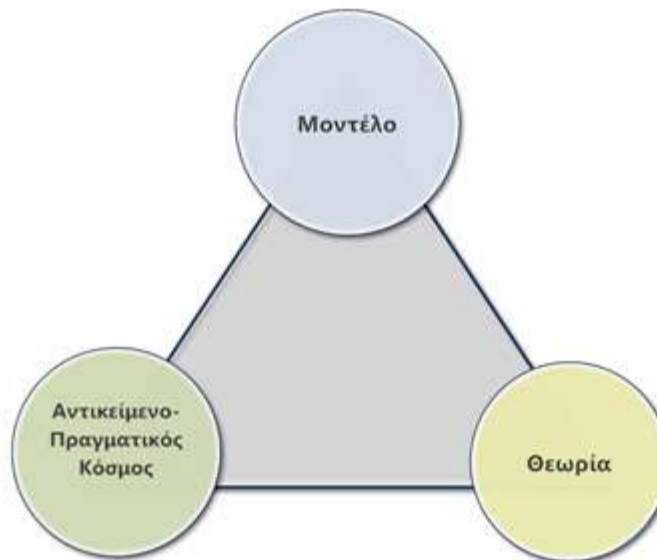
Πολλές από τις ενέργειες που πραγματοποιούνται στο φυσικό εργαστήριο είναι αντίστοιχες με αυτές που εμφανίζονται στις προσομοιώσεις (*Introduction to Computer Simulation Methods* by [Harvey Gould](#), [Jan Tobochnik](#), and [Wolfgang Christian](#), [Addison-Wesley](#), 2006). Συχνά οι προσομοιώσεις των μοντέλων που έχουμε δημιουργήσει με Η/Υ αναφέρονται και ως υπολογιστικά πειράματα εξαιτίας και των αναλογιών που παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα (Ψυχάρης, 2009, 2010).

Φυσικό Εργαστήριο	Υπολογιστική Προσομοίωση
Φυσικό Δείγμα	Μοντέλο
Φυσικές Συσκευές	Πρόγραμμα στον Η/Υ
Ρύθμιση των Συσκευών	Έλεγχος του Προγράμματος
Μετρήσεις	Υπολογισμοί
Ανάλυση των Δεδομένων	Ανάλυση των Δεδομένων

# Η Υπολογιστική Επιστήμη

## Οι λειτουργίες του μοντέλου

Το μοντέλο είναι ο ενδιάμεσος «πράκτορας» ανάμεσα στα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου και ενός συστήματος από βασικές αρχές (θεωρία).



## Οι λειτουργίες του μοντέλου

from the Open University course M269 *Algorithms, data structures and computability*  
<http://www3.open.ac.uk/study/undergraduate/course/m269.htm>

### 2.1 Models

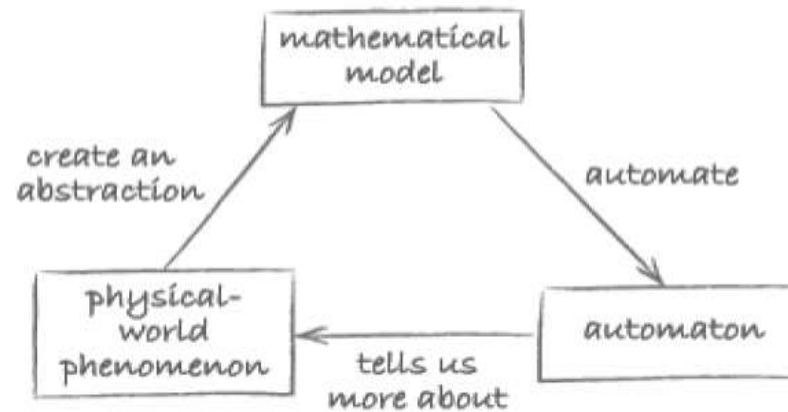
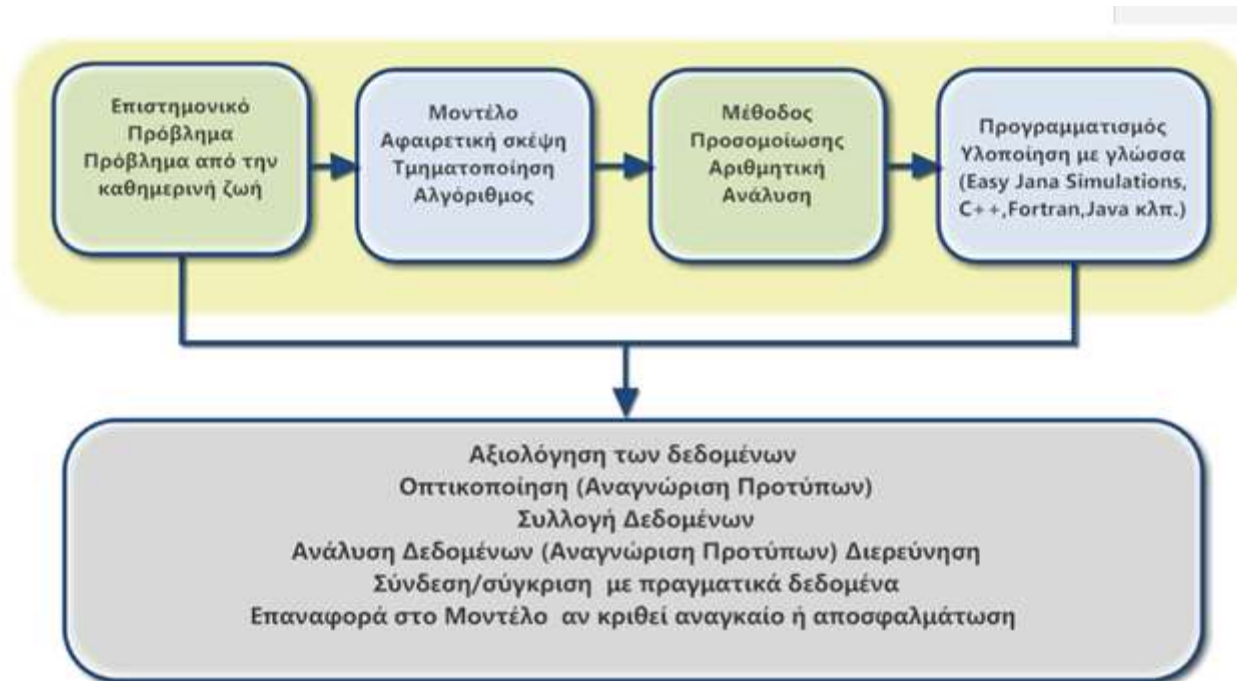


Figure 5 Abstraction and automation

## Το παράδειγμα επίλυσης προβλήματος με χρήση της Υπολογιστικής Επιστήμης-Υπολογιστικού Πειράματος, και των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση - Το Υπολογιστικό

Πείραμα Landau RH, Paez J, Bordeianu C. (2008) A survey of computational physics introductory computational science. Princeton University Press, New Jersey





### Η Υπολογιστική Παιδαγωγική(Computational Pedagogy)

Στο άρθρο των (Yasar κ α.,,2016) εμφανίζονται οι όροι computing και computational και οι συγγραφείς δηλώνουν ότι «η Υπολογιστική Παιδαγωγική(Computational Pedagogy) είναι το ενδογενές αποτέλεσμα της ολοκλήρωσης του computing, των Μαθηματικών, , της Επιστήμης και της Τεχνολογίας» και θα προσθέταμε και της Μηχανικής.

Οι συγγραφείς επίσης δηλώνουν ότι η υπολογιστική μοντελοποίηση και προσομοίωση - Computational Modeling and Simulation (CMST)-μπορεί να βελτιώσει την τεχνολογική Παιδαγωγική γνώση (TPACK) –Technological Pedagogical Content Knowledge. Αυτό το άρθρο είναι το πρώτο-εξ όσων γνωρίζουμε- που μιλά για **Υπολογιστική Παιδαγωγική** και θεωρεί **την «Υπολογιστική»** ως αποτέλεσμα της ολοκλήρωσης του «computing», των Μαθηματικών, της Επιστήμης και της Τεχνολογίας και θα προσθέταμε και την σχεδίαση της Μηχανικής.

Yasar, 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.

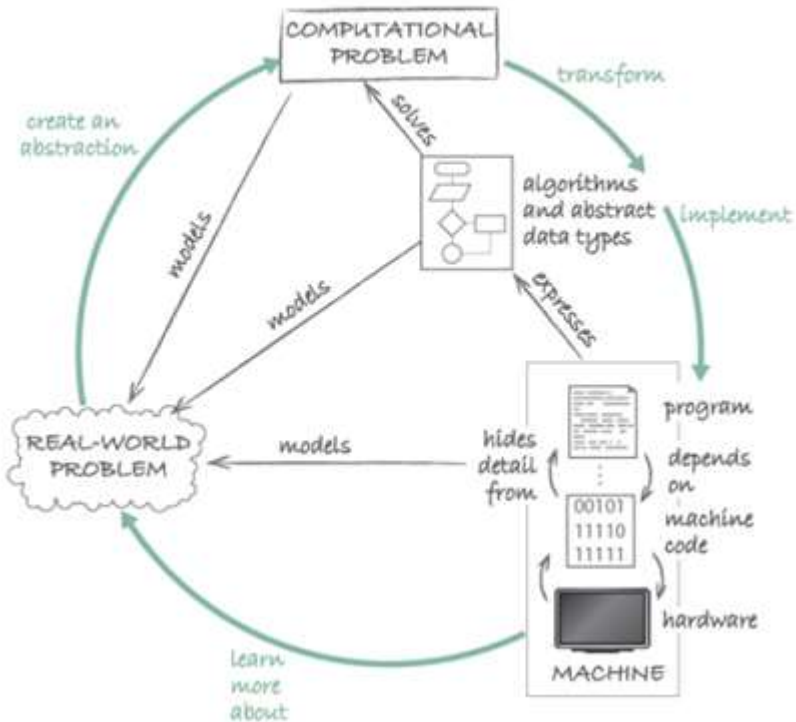
# Η Υπολογιστική Επιστήμη

## «Το Υπολογιστικό Πρόβλημα»

from the Open University course M269 *Algorithms, data structures and computability*

<http://www3.open.ac.uk/study/undergraduate/course/m269.htm>

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η σύνδεση της Υπολογιστικής Σκέψης με την αφαιρετική διαδικασία και το Υπολογιστικό πρόβλημα.



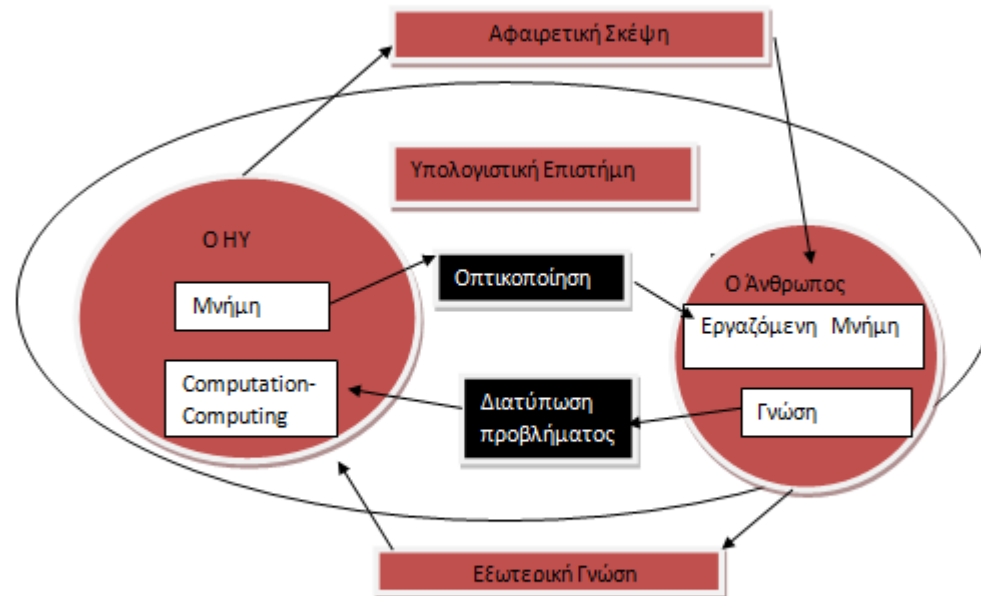
### Η Υ.Ε. «ολοκληρώνει»...

(Yasar κ α.,2016) : η Υ.Ε. είναι η ολοκλήρωση του «computing», των Μαθηματικών, της Επιστήμης ,της Τεχνολογίας και της σχεδίασης της Μηχανικής

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.

# Η Υπολογιστική Σκέψη

## Η Υπολογιστική Επιστήμη



Εικόνα: Η Υπολογιστική επιστήμη ως υπεράνω του computing (Pedaste & Palts, 2017).

### Η Υπολογιστική Επιστήμη Από το TRACK στο CPACK

(Taub κ.α.,2015): «η Υπολογιστική Επιστήμη»-Computational Science- είναι ένα αναπτυσσόμενο επιστημονικό πεδίο που περιλαμβάνει τον σχεδιασμό υπολογιστικών μοντέλων επιστημονικών φαινομένων συνδυάζοντας την εκάστοτε Επιστήμη, την Επιστήμη των Υπολογιστών (computer science) και τα εφαρμοσμένα Μαθηματικά με σκοπό να λύσει πολύπλοκα επιστημονικά προβλήματα».

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

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.

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.

### To CPACK

(Yasar,2018; Yaşar κ.α.,2016;Yasar,2017;Yasar & Maliekal,2014): το μοντέλο TRACK θα πρέπει να αντικατασταθεί από το μοντέλο CPACK(το πρώτο C αναφέρεται στο Computational-Υπολογιστικό). Το μοντέλο CPACK προέρχεται από τον μετασχηματισμό του TRACK ώστε να συμπεριλάβει α) την Υπολογιστική Επιστήμη και β) την διεπιστημονική προσέγγιση.

Οι παραπάνω συγγραφείς, στα συνέδρια της SITE (Society for Information Technology and Teacher Education) το 2014 και το 2015 παρουσίασαν το μοντέλο CPACK, ενώ οι (Yasar κ.α.,2015) πήραν το βραβείο TRACK!

Yaşar, O. and R. Landau. (2003). “Elements of Computational Science and Engineering Education.” *SIAM Review*, 45, pp. 787-805.

Yaşar, O. and Maliekal, J. (2014a). “Computational Pedagogy: A Modeling and Simulation Approach.” *IEEE Comp. in Sci & Eng*, 16 (3), 78-88.

Yaşar, O. and Maliekal, J. (2014b). “Computational Pedagogy Approach to STEM Teaching and Learning.” In M. Searson & M. Ochoa (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2014* (pp. 131-139). Chesapeake, VA: AACE.

Yaşar, O. (2017). The essence of computational thinking. *Computing in Science & Eng.*, 19 (4); 74-82.

Yaşar, O., Veronesi, P., Maliekal, J., Little, L., Vattana, S., and Yeter, I. (2016). *Computational Pedagogy: Fostering a New Method of Teaching*. *Comp in Education*, 7(3), 51-72. Received a Best Paper Award at America Society of Engineering Education (ASEE) Annual Conference in 2016, New Orleans, LA.

Yaşar, O. (2018). A new perspective on computational thinking. *Comm. of the ACM*, In Press.

### Το CPACK

Η προσέγγιση του CPACK είναι διεπιστημονική και περιγράφεται από την δήλωση του Αριστοτέλη, «το όλο είναι μεγαλύτερο από τα μέρη του», ή την Ψυχολογία Gestalt « το όλο είναι διαφορετικό από το άθροισμα των μερών του», οπότε το όλο έχει την δική του οντολογία, ανεξάρτητη από τα μέρη του (Koffka, 1935).

Το CPACK δίνει την δική του επιστημολογία, αξιοποιώντας την Υπολογιστική Επιστήμη οδηγώντας σε νέα παιδαγωγική που δεν ανήκει στα Μαθηματικά, την Επιστήμη των Υπολογιστών και στις Επιστήμες (Swanson, 2002, Little, 2003, Yaşar & Landau, 2003; Yaşar & Maliekal, 2014a,b), την Υπολογιστική Παιδαγωγική. Η παιδαγωγική στο CPACK δεν είναι ανεξάρτητο τμήμα(ένας κύκλος) όπως στο TPACK, αλλά προκύπτει εγγενώς όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt psychology*. New York: Harcourt, Brace & World.

Swanson, Charles. (2002). “A Survey of Computational Science Education.”

<http://cssvc.ecsu.edu/krell/Computational%20Science%20Education%20Survey%20Paper.htm>.

Little, L. (2003). “The computational science major at SUNY Brockport.” *FGCS*, 19, pp. 1285-1292

## Σχήμα: Η Υπολογιστική Παιδαγωγική-το μοντέλο CPACK Το CPACK

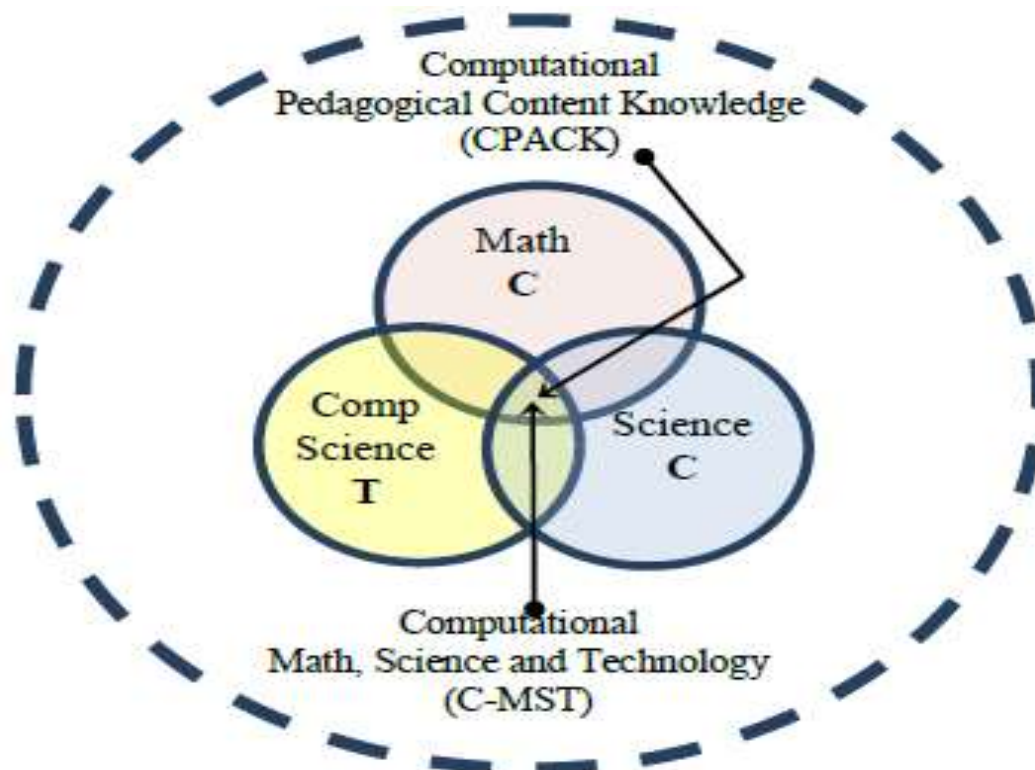


Figure 3: CPACK framework. While pedagogy is a separate domain in TPACK, it shows up inherently here as an outcome of interdependencies of computing, math, science and technology.



# Τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Η Επιστημολογία της Μηχανικής»-Παιδαγωγική της Μηχανικής

## Η Επιστημολογία των Μηχανικών(Engineering Epistemology) Οι Πρακτικές, οι Εγκάρσιες Ιδέες και οι Σημαντικές Ιδέες Υποβάθρου

### Διαστάσεις για την Σχολική Εκπαίδευση σύμφωνα με το NGSS, (2013)

Διαστάσεις για την Σχολική Εκπαίδευση σύμφωνα με το NGSS, (2013)		
<b>Πίνακας 1:</b> Οι διαστάσεις της Σχολικής Εκπαίδευσης σύμφωνα με το NGSS (2013)		Αξιοσημείωτες και επιμέρους γνωστικών περιοχών.
<b>Διάσταση 1</b>	Πρακτικές	Η Διερευνητική μέθοδος ως Επιστημονική διαδικασία
<b>Διάσταση 2</b>	Οι εγκάρσιες/διεπιστημονικές έννοιες (Crosscutting Concepts)	Οι εγκάρσιες έννοιες ή οι Μεγάλες Ιδέες (Crosscutting Concepts/Big Ideas) Οι έννοιες αυτές περιέχονται σε πολλές γνωστικές περιοχές και συνδέουν έννοιες από διάφορες γνωστικές περιοχές.
<b>Διάσταση 3</b>	Σημαντικές ιδέες, ιδέες υποβάθρου μιας γνωστικής περιοχής (Disciplinary Core Ideas)	

# Τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Η Επιστημολογία της Μηχανικής»-Παιδαγωγική της Μηχανικής

## Τα Γνωστικά αντικείμενα του STEM- Η Επιστημολογία των Μηχανικών(Engineering Epistemology)

### Οι Πρακτικές, οι Εγκάρσιες Ιδέες και οι Σημαντικές Ιδέες Υποβάθρου

Σύμφωνα με την NRC (2012a,b) οι επτά

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

- 1) μοτίβα/pattern
- 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

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

## Τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Η Επιστημολογία της Μηχανικής»-Παιδαγωγική της Μηχανικής

### Τα Γνωστικά αντικείμενα του STEM- Η Επιστημολογία των Μηχανικών(Engineering Epistemology)

### Τα Γνωστικά αντικείμενα του STEM και η Επιστημολογία τους- Η Τεχνολογία

Kroes & Van de Poel (2009), μπορούν να αποδοθούν **δύο 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»(artefacts)

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

# Τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Η Επιστημολογία της Μηχανικής»-Παιδαγωγική της Μηχανικής

## Η Μηχανική (Epistemology of Engineering)

Η γνωστική περιοχή των Μηχανικών μπορεί να διαιρεθεί στο περιεχόμενο (engineering content) και στον σχεδιασμό (engineering design) (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 λύσουν προβλήματα και όταν οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται με τον σχεδιασμό αναπτύσσουν συγκεκριμένες δεξιότητες και τύπους σκέψεων, όπως η αναλυτική και συνθετική σκέψη».

### **Μηχανική –Επιστήμες**

**οι Επιστήμονες ενδιαφέρονται περισσότερο με το «τι είναι» ,ενώ οι Μηχανικοί με το «τι θα μπορούσε να είναι, και που μπορεί να αξιοποιηθεί».**

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

# Τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Η Επιστημολογία της Μηχανικής»-Παιδαγωγική της Μηχανικής

## Η Μηχανική (Epistemology of Engineering)

### **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).

Grubbs, M., & Strimel, G.(2015). Engineering Design: The Great Integrator, Journal of STEM Teacher Education, Vol (50).

Jonassen, D. H. (2011). Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments. New York, NY: Routledge.

# Τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Η Επιστημολογία της Μηχανικής»-Παιδαγωγική της Μηχανικής

## Η Μηχανική (Epistemology of Engineering)

### **Κατηγοριοποίηση προβλημάτων(Grubbs & Strimel, 2015)**

Grubbs, M., & Strimel, G.(2015). Engineering Design: The Great Integrator, Journal of STEM Teacher Education, Vol (50).

### **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.

# Τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Η Επιστημολογία της Μηχανικής»-Παιδαγωγική της Μηχανικής

## Η Μηχανική (Epistemology of Engineering)

### Κατηγοριοποίηση προβλημάτων(Grubbs & Strimel, 2015)

Grubbs, M., & Strimel, G.(2015). Engineering Design: The Great Integrator, Journal of STEM Teacher Education, Vol (50).

#### 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 με ποιο τρόπο θα αξιοποιούνται αυτά τα δεδομένα.

## Η Επιστημολογία του STEM

### **Οι τρεις διαφορετικές διδακτικές στρατηγικές υλοποίησης του STEM.**

**η silo** : εστιάζει στην διδασκαλία των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων τα οποία διδασκονται με διακριτό (Morrison,2006).

**η «ενταγμένη σε πλαίσια»(embedded)**.Στη στρατηγική αυτή η γνώση περιεχομένου προκύπτει από την εμπλοκή σε πραγματικές καταστάσεις μέσω της επίλυσης προβλήματος και αντίστοιχων τεχνικών ενώ το πρόβλημα εντάσσεται σε κοινωνικά,πολιτιστικά και λειτουργικά πλαίσια (Chen, 2001).**Συζήτηση για την «αποτελεσματικότητα» της στρατηγικής αυτής λόγω του πιθανού κινδύνου να θεωρήσουν οι εκπαιδευόμενοι αποσπασματικά την γνώση**

**η «ολοκληρωμένη»(integrated) διδακτική στρατηγική-ενσωμάτωση του STEM-** στο εκπαιδευτικό υλικό και τις μαθησιακές δραστηριότητες.

Η στρατηγική αυτή προκύπτει από την διαπίστωση ότι τα προβλήματα του πραγματικού κόσμου λύνονται μέσω της αξιοποίησης εννοιών από πολλές γνωστικές περιοχές πολλών γνωστικών περιοχών αλλά και των αλληλεπιδράσεων των μεθοδολογιών αυτών μεθοδολογιών αυτών .**Η «ολοκληρωμένη» στρατηγική διαχωρίζεται επιστημολογικά στην πολυεπιστημονική (multidisciplinary) και την διεπιστημονική(interdisciplinary) προσέγγιση.**

Chen, M. (2001). A potential limitation of *embedded*-teaching for formal learning. In . Moore & K. Stenning (Eds.), *Proceedings of the Twenty-Third Annual Conference of the*

Morrison, J. (2006). STEM education monograph series: Attributes of STEM education. Teaching Institute for Essential Science. Baltimore, MD.



# Η Επιστημολογία του STEM

## Η Επιστημολογία του STEM

### Η ολοκληρωμένη προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος STEM.Μια πρώτη θεώρηση

Σύμφωνα με τους (Tsupros κ.α,2009), «η εκπαίδευση STEM είναι μια **διεπιστημονική προσέγγιση** στη μάθηση, όπου οι αυστηρές ακαδημαϊκές έννοιες συνδυάζονται με πραγματικά προβλήματα και όπου οι εκπαιδευόμενοι εφαρμόζουν τις επιστήμες, την τεχνολογία, τις επιστήμες των Μηχανικών και τα μαθηματικά σε πλαίσια που συνδυάζουν την σχολική εκπαίδευση, την τοπική κοινότητα/κοινωνία, την εργασία εργασίας, και την παγκόσμια επιχειρηματική ανάπτυξη ώστε να αναπτυχθεί η STEM εγγραμματοσύνη και η ανταγωνιστική νέα οικονομία».

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. Pennsylvania: Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach at Carnegie Mellon University and The Intermediate Unit 1 Center for STEM Education.

## Η Επιστημολογία του STEM

### Η ολοκληρωμένη προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος STEM.Μια πρώτη θεώρηση

Σύμφωνα με τον Morrison (2006), το STEM είναι ένα «**meta-discipline**» (Kaufman κ.α., 2003), δηλαδή αφορά την δημιουργία μιας γνωστικής περιοχής που βασίζεται στην «ολοκλήρωση» άλλων γνωστικών περιοχών σε μια νέα «ολότητα», ενώ ως «meta-discipline» περιέχει έννοιες που συχνά συγκρούονται μεταξύ τους.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11

Kaufman, D., Moss, D. & Osborn, T. (2003). *Beyond the Boundaries: A Trans-disciplinary Approach to Learning and Teaching*. Westport Connecticut: Praeger, pp. 6-7.

# Η Επιστημολογία του STEM

## Η Επιστημολογία του STEM

### Η ολοκληρωμένη προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος STEM

Θεωρούμε ότι το περιεχόμενο STEM είναι η εστίαση στις λεγόμενες «εγκάρσιες» ιδέες που αναφέραμε σε προηγούμενη ενότητα.

#### **Διατηρώντας**

**τις σημαντικές ιδέες, ιδέες υποβάθρου μιας γνωστικής περιοχής(Disciplinary Core Ideas).**

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

# Η Επιστημολογία του STEM

## Η Επιστημολογία του STEM

### Η ολοκληρωμένη προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος STEM. Μονοεπιστημονική, Πολυεπιστημονική, Διεπιστημονική, Δια-επιστημονική(Δια-επιστημονική) προσέγγιση της πραγματικότητας/έρευνας και STEM

Σύμφωνα με τους (Toomey κ α, 2015), η διεπιστημονικότητα αναλύει, συνθέτει και ενορχηστρώνει τις διασυνδέσεις ανάμεσα στις γνωστικές περιοχές με ένα συντεταγμένο και συνεκτικό τρόπο.

Η διεπιστημονικότητα δεν είναι απλά έρευνα σε μια ή περισσότερες γνωστικές περιοχές, ούτε η «πρόσθεση» μεθοδολογιών για να απαντηθεί ένα ερώτημα.

Αντίθετα είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για να απαντηθεί ένα ερώτημα όπου αναγνωρίζουμε τους περιορισμούς που υπάρχουν εξαιτίας του ότι έχουμε «τεμαχίσει» τις Επιστήμες.

Toomey, A. H., Markusson, N., Adams, E., & Brockett, B. (2015). Inter- and transdisciplinary research: A critical perspective. Submitted to Global Sustainable Development Report Chapter 7 Policy Brief. Retrieved from: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/612558-Inter-%20and%20Trans-disciplinary%20Research%20-%20A%20Critical%20Perspective.pdf>

# Η Επιστημολογία του STEM

## Η Επιστημολογία του STEM

### Η ολοκληρωμένη προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος STEM. Μονοεπιστημονική, Πολυεπιστημονική, Διεπιστημονική, Δια-επιστημονική(Δια-επιστημονική) προσέγγιση της πραγματικότητας/έρευνας και STEM

Επίσης, Σύμφωνα με τον (Ρόκος,1993), η διεπιστημονική προσέγγιση «εκφράζει σχέσεις και αλληλεπιδράσεις των στοιχείων τα οποία συγκροτούν και/ή συναποτελούν συγκεκριμένες "οντότητες" ή τμήματα/μέρη των υπό διερεύνηση προβλημάτων και τέλος, υπαινίσσεται διαδικασίες οργανικών "ολοκληρώσεων" (integrations) -και όχι μηχανιστικών αθροίσεων- και αλληλεπιδράσεων των ειδικών προσεγγίσεων και μεθοδολογιών των ειδικών επιστημόνων μιας Διεπιστημονικής ομάδας με βάση τις σχετικές θεμελιώδεις έννοιες οι οποίες διατρέχουν τα αντίστοιχα επιστημονικά πεδία».

Ρόκος,Δ.(1993).Η Διεπιστημονικότητα στην Ολοκληρωμένη Προσέγγιση και Ανάλυση της Ενότητας της Φυσικής και της Κοινωνικοοικονομικής Πραγματικότητας.  
[http://environ.survey.ntua.gr/files/keimena/rokos\\_d.pdf](http://environ.survey.ntua.gr/files/keimena/rokos_d.pdf)

# Η Επιστημολογία του STEM

## Η Επιστημολογία του STEM

Η ολοκληρωμένη προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος STEM. Μονοεπιστημονική, Πολυεπιστημονική, Διεπιστημονική, Δια-επιστημονική(Δια-επιστημονική) προσέγγιση της πραγματικότητας/έρευνας και STEM

Η άποψή μας είναι ότι στην διεπιστημονική προσέγγιση επιχειρείται η απάντηση ενός ερευνητικού ερωτήματος με αξιοποίηση μεθοδολογιών των επιμέρους γνωστικών περιοχών όχι με αθροιστικό τρόπο αλλά με αλληλεπιδράσεις μεθοδολογιών, και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε νέα γνωστική περιοχή, εξαιτίας ακριβώς αυτής της αλληλεπίδρασης.

# Η Επιστημολογία του STEM

## Η Επιστημολογία του STEM

Η ολοκληρωμένη προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος STEM. Μονοεπιστημονική, Πολυεπιστημονική, Διεπιστημονική, Δια-επιστημονική(Δια-επιστημονική) προσέγγιση της πραγματικότητας/έρευνας και STEM

*Με την ανάπτυξη της συστημικής επιστήμης προτάθηκε και ο όρος δια-επιστημονική προσέγγιση(transdisciplinary approach).*

*Στην δια-επιστημονική προσέγγιση οι επιστήμονες συνεισφέρουν με την εμπειρία τους αλλά εργάζονται «έξω» από την γνωστική τους περιοχή, τις γνώσεις και την μεθοδολογία του γνωστικού, ενώ επιχειρούν να «καταλάβουν» τις πολυπλοκότητες του «όλου» προβλήματος και όχι τμήματα αυτού (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017).*

Ψυχάρης, Σ. & Καλοβρέκτης, Κ. (2017). Διδακτική & Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM & ΤΠΕ. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα. ISBN 9789604187065

# Η Επιστημολογία του STEM

## Η Επιστημολογία του STEM

### Η ολοκληρωμένη προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος STEM. Μονοεπιστημονική, Πολυεπιστημονική, Διεπιστημονική, Δια-επιστημονική(Δια-επιστημονική) προσέγγιση της πραγματικότητας/έρευνας και STEM

*Η συστημική, δια-επιστημονική προσέγγιση, ακολουθεί ένα ολιστικό, συνδυαστικό μοντέλο με δια-επιστημονική αναφορά (transdisciplinary) σύμφωνα με το οποίο το όλο είναι ποιοτικά διαφορετικό από το άθροισμα των στοιχείων του. Η συστημική επιστημολογία επιχειρεί την πανοραμική θέαση (όλον και επιμέρους στοιχεία) σε συνδυασμό με εστίαση στο συγκεκριμένο(Αποστολίδου, 2004).*

*Η δια-επιστημονική προσέγγιση δίνει επίσης έμφαση στην εξέταση συσχετισμών και όχι μεμονωμένων φαινομένων, προσπαθεί να υπερβεί την απομόνωση της εξειδίκευσης, εμμένοντας στις αλληλοσυνδεόμενες διαδικασίες.*



## Η Επιστημολογία του STEM

### Η ολοκληρωμένη προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος STEM. Μονοεπιστημονική, Πολυεπιστημονική, Διεπιστημονική, Δια-επιστημονική(Δια-επιστημονική) προσέγγιση της πραγματικότητας/έρευνας και STEM

*Ο Jean Piaget χρησιμοποίησε αυτό τον όρο 1972 και το 1987 έγινε το πρώτο παγκόσμιο συνέδριο σχετικά με την δια-επιστημονικότητα στο οποίο συζητήθηκε η διαφορά της διεπιστημονικότητας(Interdisciplinarity) και δια-επιστημονικότητας (Transdisciplinarity) (Piaget, 1972; Nicolescu, 1986; Nicolescu, 1993); Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017; Ψυχάρης, Καλοβρέκτης & Κοτζαμπασάκη, 2018).*

Piaget, J., (1972). L' épistémologie des relations interdisciplinaires, in L'interdisciplinarité- Problèmes d'enseignement et de recherche dans les universités, OCDE, Paris

Nicolescu, B. (1986). Science as Testimony, in Proceedings of the Science and the boundary of knowledge: the prologue of our cultural past, (Venice, March 3-7, 1986), Paris, UNESCO, pp9-30

Nicolescu, B. (1993). Towards transdisciplinary education. International Conference "education of the Future", Memorial de America Latina, Sao Paulo, Brazil, October 4-8. CERN Libraries SCAN-9409310, Geneva.

Ψυχάρης, Σ. & Καλοβρέκτης, Κ. (2017). Διδακτική & Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM & ΤΠΕ. Θεσσαλονίκη: Γζιόλα. ISBN 9789604187065

Ψυχάρης Σ, Κοτζαμπασάκη, Ε., Καλοβρέκτης, Κ. (2018). Υπολογιστική Σκέψη, Επιστημολογία των Μηχανικών και Υπολογιστική Παιδαγωγική: Μια πρόταση εισαγωγής του STEM στην εκπαίδευση. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ & ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ Σχολή Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. ISSN 2585-2310, τεύχος 1, 2018

# Τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Η Επιστημολογία της Μηχανικής»-Παιδαγωγική της Μηχανικής

## Η Επιστημολογία του STEM

### Προσεγγίσεις ολοκλήρωσης του STEM

**Η ολοκλήρωση περιεχομένου** εστιάζει στην «ένωση» (merging of the content fields) σε μια μοναδική δραστηριότητα αναλυτικού προγράμματος ώστε να «μελετηθούν» οι «μεγάλες ιδέες/εγκάρσιες» από πολλαπλές γνωστικές περιοχές (Roehrig et al., 2012; Moore 2014a, Moore 2014b).

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

Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., Siverling, E. A., & Mathis, C. A. (2014a). Engineering to enhance STEM integration efforts, American Society for Engineering Education Annual Conference.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H.-H., Tank, K. M., Glancy, A.W., & Roehrig, G. H. (2014b). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into practice*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.

# Τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Η Επιστημολογία της Μηχανικής»-Παιδαγωγική της Μηχανικής

## Η Επιστημολογία του STEM

### Προσεγγίσεις ολοκλήρωσης του STEM

#### Η ολοκλήρωση περιεχομένου

**Παράδειγμα** είναι ο σχεδιασμός μιας μεθόδου για τον καθαρισμό του νερού σε μολυσμένες λίμνες. **Οι μεγάλες ιδέες(εγκάρσιες) είναι η αιτία/αποτέλεσμα της μόλυνσης και η έννοια του συστήματος.**

Ο σχεδιασμός της Μηχανικής περιλαμβάνει την εφαρμογή πρακτικών και από την Επιστήμη, όπως η ανάλυση δεδομένων για το pH, το επίπεδο αζώτου κλπ.

Οι πρακτικές των Μαθηματικών που εμπλέκονται θα μπορούσαν να είναι π.χ. (χωρίς περιορισμό και για άλλες πρακτικές) η μοντελοποίηση (σε άμεση σχέση με τις αντίστοιχες έννοιες από την Βιολογία ,την Χημεία και την Φυσική) και οι αιτιολογήσεις που βασίζονται στην αφαιρετική σκέψη και στα δεδομένα.

# Η Επιστημολογία του STEM

## Η Επιστημολογία του STEM

### Προσεγγίσεις ολοκλήρωσης του STEM

**Σχολιασμός:** Ανεξάρτητα από την μέθοδο ολοκλήρωσης(περιεχομένου ή πλαισίου), ο «συνδυασμός» περιεχομένου από πολλές γνωστικές περιοχές δεν είναι εύκολο καθήκον. Το σημαντικό είναι να εξασφαλισθούν οι θεμελιώδεις έννοιες κάθε γνωστικής περιοχής και αυτές δεν θα πρέπει να χαθούν σε αυτή την ολοκλήρωση. (Glancy κ α., 2014). Με βάση αυτό, ο Williams (2011) πρότεινε αντί για τον όρο ολοκλήρωση να χρησιμοποιείται ο όρος αλληλεπίδραση ανάμεσα στις γνωστικές περιοχές του STEM, ενισχύοντας διεπιστημονικές προσεγγίσεις αλλά σεβόμενοι και το πλαίσιο κάθε γνωστικής περιοχής.

#### STEM

STEM=Εφαρμογή της ανακαλυπτικής/διερευνητικής/επαγωγικής παιδαγωγικής στρατηγικής σε συνδυασμό με τον σχεδιασμό της Μηχανικής για να λυθεί ένα πραγματικό πρόβλημα το οποίο στηρίζεται στις «εγκάρσιες» ιδέες και σε ιδέες υποβάθρου μιας γνωστικής περιοχής εφαρμόζοντας την προσέγγιση περιεχομένου με διεπιστημονική ή διαεπιστημονική προσέγγιση και διατηρώντας τις έννοιες κάθε γνωστικής περιοχής.

# Η Επιστημολογία του STEM

## Η Υπολογιστική Σκέψη και η Επιστημολογία του STEM

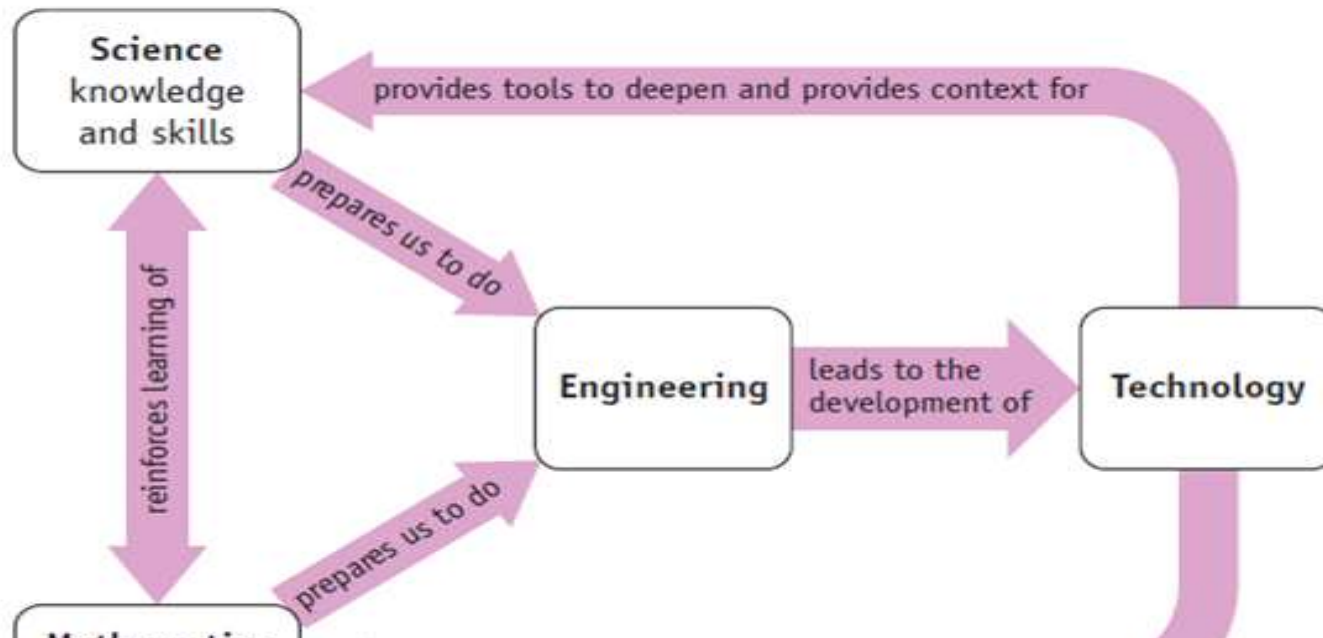
Η Υ.Σ. θα μπορούσε να είναι το «μέσο-αγωγός» που θα ενώσει τις πρακτικές των γνωστικών περιοχών του STEM, ενισχύοντας την άποψη της «εκπαίδευσης STEM».

# Η Επιστημολογία του STEM

## STEAM (STEM + Art)

### Οι «πρακτικές» της Τέχνης και οι Πρακτικές της Επιστήμης και της Μηχανικής-

Εικόνα: η εκπαίδευση STEM εισάγοντας αλληλεπιδραστικά την μεθοδολογία της Τέχνης



## STEAM (STEM + Art)

### Εισαγωγή

Μια ολόκληρη βιομηχανία επίσης, η λεγόμενη creative industry/δημιουργική βιομηχανία, αξιοποιεί την συνδεσιμότητα της Τέχνης με τα γνωστικά αντικείμενα του STEM, και τομείς όπως

η Υπολογιστική Γεωμετρία, η Υπολογιστική Άλγεβρα και η Υπολογιστική Αρχιτεκτονική κλπ, είναι στο κέντρο του ενδιαφέροντος των ατόμων που ασχολούνται με την Τέχνη.

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Σύνθεση προσεγγίσεων της πραγματικότητας και προσεγγίσεων ολοκλήρωσης του STEM-

### Εισαγωγή

Συνθέτοντας όλες τις προηγούμενες ενότητες προτείνουμε ένα «καθιερωμένο πρότυπο»(standard model) για την εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών.

Το μοντέλο αυτό υλοποιεί ένα υπολογιστικό πείραμα στην εκπαίδευση με πραγματικά δεδομένα τα οποία ο εκπαιδευόμενος θα αναλύει (αφού πρώτα τα παράγει!) ακολουθώντας την επιστημονική ανακαλυπτική/διερευνητική/επαγωγική παιδαγωγική στρατηγική και τον σχεδιασμό της Μηχανικής, με την προσέγγιση πλαισίου όπου θα δημιουργεί τεχνουργήματα με την αξιοποίηση της Τεχνολογίας.

**Η Υπολογιστική Παιδαγωγική** έχει ως θεμελιώδες στοιχείο την δόμηση του μοντέλου κατά την επαγωγική διαδικασία ώστε να ενσωματώνει την αφαιρετική σκέψη καθώς ο εκπαιδευόμενος «συλλέγει» δεδομένα για να προχωρήσει στην ανακάλυψη (Yasar,2013).



## Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

Το μοντέλο που προτείνουμε έχει πολλά κοινά με το μοντέλο Computational Pedagogical Content Knowledge (CPACK) των Yasar κ.α. (2016).

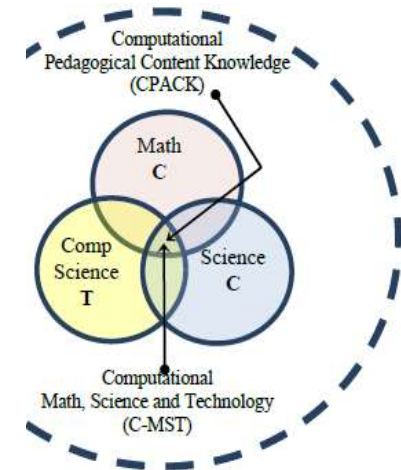
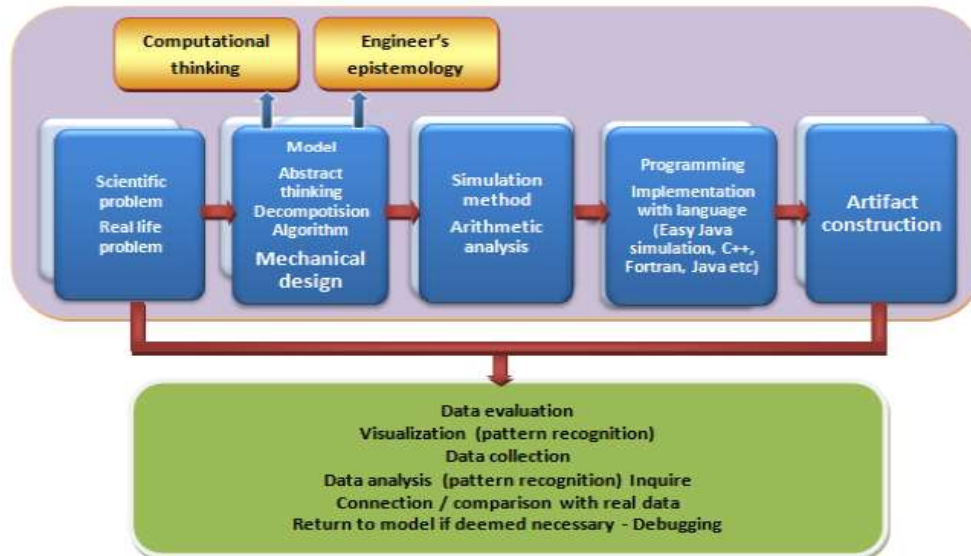
Επεκτείναμε το μοντέλο TPACK- Technological Pedagogical Content Knowledge-εισάγοντας την Υ.Ε και ολοκληρώνοντας το CPACK με την επιστημολογία (διεπιστημονικής, δια-επιστημονική) της εκπαίδευσης STEM(

Yasar, 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. Psycharis, S. (2016a). ‘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., (2016b). ‘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. (2018). Computational Thinking, Engineering Epistemology and STEM Epistemology: A primary approach to Computational Pedagogy (ICL, 2018 Accepted for publication

Ψυχάρης Σ, Κοτζαμπασάκη,Ε., Καλοβρέκτης,Κ.(2018). Υπολογιστική Σκέψη, Επιστημολογία των Μηχανικών και Υπολογιστική Παιδαγωγική: Μια πρόταση εισαγωγής του STEM στην εκπαίδευση. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ & ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ Σχολή Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας,ISSN 2585-2310,τεύχος 1,2018

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος, της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM



CPACK framework. While pedagogy is a separate component in CPACK, it shows up inherently here as an outcome of and technology.

Πίνακας : Η Υπολογιστική Παιδαγωγική

Οι χώροι Υπολογιστικού Πειράματος	Τα στάδια -χαρακτηριστικά της ανακαλυπτικής/διερευνητικής Μάθησης (Asay&Orgill, 2010;	Διαστάσεις της Υ.Σ.- Παιδαγωγική των Μηχανικών
Ο χώρος Υποθέσεων των	Ερώτηση	<ul style="list-style-type: none"> <li>Διαστάσεις Υ.Σ.: Παραγωγική μορφή του μοντέλου</li> <li>Παιδαγωγική των Μηχανικών: Επίδειξη τεχνουργήματος μηχανικής σχεδίασης</li> </ul>
Ο χώρος Πειράματος	Σύλλογή δεδομένων(απόδειξη), Ανάλυση, Εξήγηση	<ul style="list-style-type: none"> <li>Διαστάσεις Υ.Σ.: Έλεγχος-επαγωγικά-του μοντέλου. Αλγοριθμική διαδικασία, τιματοποίηση του προβλήματος,αποσφαλμάτωση ανάλογα με τα δεδομένα είναι συμβατά με την βιβλιογραφία</li> <li>Παιδαγωγική των Μηχανικών: Στον χώρο του πειράματος πραγματοποιείται και ο σχεδιασμός και η κατασκευή, γίνεται ο έλεγχος των υλικών κλπ.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Διαστάσεις Υ.Σ.:</li> </ul>

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Βιβλιογραφικές αναφορές για τα παραπάνω

- Psycharis, S. (2016). ‘The Impact of Computational Experiment and Formative Assessment in Inquiry Based Teaching and Learning Approach in STEM Education” *Journal of Science Education and Technology*, v25 n2 p316-326 Apr 2016 <https://eric.ed.gov/?id=EJ1092976>  
•<https://doi.org/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. pp. 282-293 (12 pages)*  
•
- Psycharis, S. ,Kalia, M.(2017). The Effects of Computer Programming on high school students' problem solving, reasoning skills and self-efficacy in Mathematics; ,*Instructional Science*, 45(5), 583-602 [10.1007/s11251-017-9421-5](https://doi.org/10.1007/s11251-017-9421-5), Impact factor: 1,690
- Psycharis,S.,Kalovrektis,K.,Sakelalridi,E.,&Korres,K.,Mastorodimos,D.(2017).Unfolding the Curriculum: Physical Computing, Computational Thinking and Computational Experiment in STEM’s Transdisciplinary Approach. *European Journal of Engineering Research and Science (EJERS)*,  
•<https://doi.org/10.24018/ejers.2018.0.CIE.639>  
•<http://www.ejers.org/index.php/ejers/article/view/639/0>
- Psycharis, S (2018) 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.
- Psycharis, S., & Kotzampasaki, E.(2019). The impact of a STEM Inquiry Game Learning scenario on Computational Thinking and Computer self-confidence. *EURASIA, Eurasia J. Math. Sci. & Tech. Ed. EURASIA J. Math., Sci Tech. Ed 2019;15(4):em1689.*  
DOI:10.1007/s11251-019-03334-1

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

### Παράδειγμα. Τα μαγικά-μυστήρια τρίγωνα

Η Υπολογιστική σκέψη μαζί με τα Μαθηματικά και την Τέχνη περιλαμβάνεται σε πολλές γκαλερί και μουσεία.

Για παράδειγμα, το περίφημο Balak Ram Θεώρημα (**Balak Ram. Common Factors. Jour. Indian Mathematical Club, 1 (1909), 39–43.** μπορεί να εξηγήσει «μυστήριες»

κανονικότητες και «υλοποιήθηκε» στο Κέντρο σύγχρονης τέχνης

Baltic([www.balticmill.com](http://www.balticmill.com)), στην Μ. Βρετανία, στον εορτασμό για 100 χρόνια λειτουργίας του που αφιερώθηκε στον αριθμό δέκα (10)(

[https://static01.nyt.com/images/blogs/wordplay/posts/Triangle\\_Mysteries\\_Behrends\\_Humble.pdf](https://static01.nyt.com/images/blogs/wordplay/posts/Triangle_Mysteries_Behrends_Humble.pdf)).

Οργανώθηκε ένα παιχνίδι που μπορούσαν να παίξουν και οι οικογένειες που πήγαν με τα παιδιά τους, ενώ το θέμα αφορούσε το θέμα «τι είναι τυχαιότητα». Σκοπός της δραστηριότητας αυτής είναι οι εκπαιδευόμενοι να αναπτύξουν ικανότητες Υπολογιστικής Σκέψης μέσα από ένα παιχνίδι, ενώ μπορεί να συνδεθεί με πολλούς στόχους του Bloom(από την ανάλυση έως την κατασκευή).

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

### Παράδειγμα. Τα μαγικά-μυστήρια τρίγωνα

**Διδακτική δραστηριότητα:** Οι κανόνες (αλγόριθμος) του παιχνιδιού ήταν:

1. Ξεκινάμε με τρία διαφορετικά χρώματα και τα βάζουμε με οποιαδήποτε σειρά θέλουμε σε μια σειρά που μπορεί να δεχτεί 10 μπαλάκια. Έστω ότι βάζουμε τα 10 μπαλάκια όπως στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα:** Μια σειρά με 10 μπαλάκια τα οποία μπορούν να έχουν μόνο τρία χρώματα

2. Στη συνέχεια βάζουμε 9 μπαλάκια στη δεύτερη σειρά με τον εξής κανόνα: όταν δυο διαδοχικά μπαλάκια στην πάνω σειρά είναι διαφορετικά, τότε βάζουμε ανάμεσά τους το τρίτο διαφορετικό χρώμα, ενώ όταν είναι ίδια χρώματα, τότε βάζουμε το ίδιο χρώμα.

Έτσι καταλήγουμε στην παρακάτω εικόνα|

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

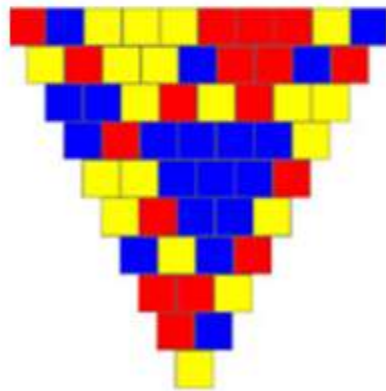
## Παραδείγματα

### Παράδειγμα. Τα μαγικά-μυστήρια τρίγωνα



Εικόνα: Η πρώτη σειρά με τα δέκα μπαλάκια και η δεύτερη σειρά με τα εννέα, η οποία δημιουργήθηκε σύμφωνα με τον παραπάνω κανόνα.

Συνεχίζοντας με τον ίδιο τρόπο καταλήγουμε στην παρακάτω εικόνα που στην τελευταία γραμμή έχει μόνο ένα μπαλάκι.



Εικόνα: Η πρώτη σειρά με τα δέκα μπαλάκια ,η δεύτερη σειρά με τα εννέα κ.ο.κ και η τελευταία σειρά με ένα μπαλάκι δημιουργήθηκε σύμφωνα με τον παραπάνω

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

**Παράδειγμα. Διαδίκτυο των πραγμάτων και το πρόβλημα: «The Art Gallery Problem»**( <https://wild.maths.org/art-gallery-problem>).

Το πρόβλημα αυτό προτάθηκε το 1973 από τον Μαθηματικό Victor Klee και το 1978 ,ο Μαθηματικός , S. Fisk έδωσε μια πολύ ελκυστική λύση.

Το πρόβλημα περιλαμβάνει πολλές διαστάσεις της Υπολογιστικής σκέψης, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση σε σχολικό επίπεδο του Internet of Things με αξιοποίηση και της πλατφόρμας Arduino.

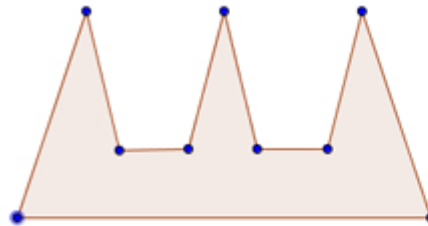
Έστω ότι σας δίνεται το παρακάτω σχήμα που έχει μια γκαλερί τέχνης η οποία περιέχει ανεκτίμητης αξίας περιεχόμενα και τα οποία πρέπει να προστατευθούν από φρουρούς οι οποίοι πρέπει να έχουν συνολικά μια πλήρη εικόνα της γκαλερί. Το ερώτημα είναι πόσους φρουρούς χρειαζόμαστε.



# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος, της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

Παράδειγμα. Διαδίκτυο των πραγμάτων και το πρόβλημα: «The Art Gallery Problem»( <https://wild.maths.org/art-gallery-problem>)



Αν υποθέσουμε ότι το δάπεδο είναι επίπεδο και είναι ένα απλό πολύγωνο που δεν περιέχει οπές(απλά συνεκτικός χώρος) που περιορίζεται από ευθύγραμμα τμήματα που δεν τέμνονται μεταξύ τους.

Οι φρουροί επιθεωρούν και παραμένουν στις θέσεις τους που είναι οι κορυφές του πολυγώνου.

Διαισθητικά καταλαβαίνουμε ότι ο αριθμός των φρουρών εξαρτάται από τον αριθμό των κορυφών του πολυγώνου. Αν  $N$  είναι ο αριθμός των κορυφών, με την επιχειρηματολογία του Fisk προκύπτει ότι δεν χρειαζόμαστε περισσότερους από  $N/3$  φρουρούς, ενώ η απόδειξη προχωρά για κάθε  $N$  και για οποιοδήποτε επίπεδο σχήμα που ικανοποιεί τις παραπάνω συνθήκες.

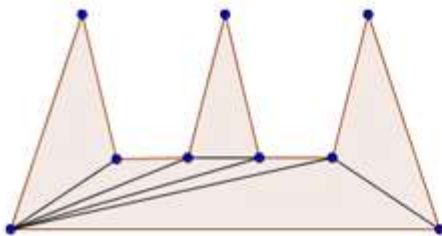


# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

**Παράδειγμα. Διαδίκτυο των πραγμάτων και το πρόβλημα: «The Art Gallery Problem»( <https://wild.maths.org/art-gallery-problem>).**

Η απόδειξη στηρίζεται στην έξυπνη παρατήρηση ότι μπορούμε να τριγωνοποιήσουμε τον χώρο συνδέοντας τις κορυφές με ευθύγραμμα τμήματα.(βλ. το παρακάτω σχήμα).



# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

**Παράδειγμα. Διαδίκτυο των πραγμάτων και το πρόβλημα: «The Art Gallery Problem»( <https://wild.maths.org/art-gallery-problem>).**

Η επιτυχία του Fisk ήταν να μετασχηματίσει το πρόβλημα σε ένα πρόβλημα χρωμάτων ως εξής.

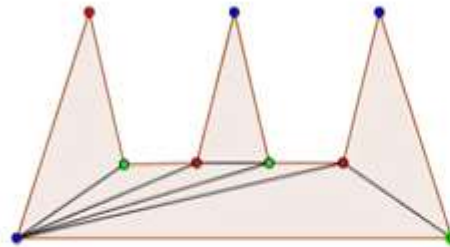
Ας βάλουμε χρώματα στις κορυφές(τρία διαφορετικά χρώματα) με τέτοιο τρόπο ώστε σε κάθε τρίγωνο να μην υπάρχουν δυο ίδια χρώματα. Στη συνέχεια , επιλέξτε ένα χρώμα, π.χ το κόκκινο, και συμπληρώστε με χρώματα τις άλλες κορυφές. Θα παρατηρήσετε ότι χρειάζεσθε 3 φρουρούς(3 κόκκινες κορυφές).

**Έννοιες που εμπλέκονται:** τριγωνοποίηση, απλά συνεκτικοί τόποι, ιδιότητες πολυγώνων, υπέρυθρη ακτινοβολία, επικοινωνία αισθητήρων, **διαδίκτυο των πραγμάτων**

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

Παράδειγμα. Διαδίκτυο των πραγμάτων και το πρόβλημα: «The Art Gallery Problem»( <https://wild.maths.org/art-gallery-problem>).



Ερώτηση: Που θα μπουν οι ανιχνευτές;

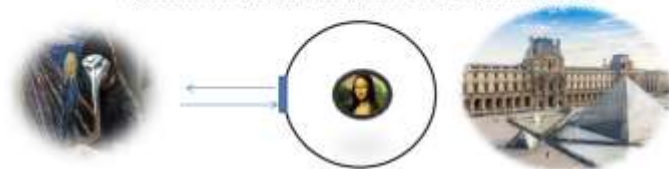
# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

Μπορείτε να αξιοποιήσετε το παρακάτω παράδειγμα για την προστασία ενός έργου τέχνης από το Μουσείο του Λούβρου όπου χρησιμοποιούνται αισθητήρες και πολύγωνα

### Εκπαιδευτική δραστηριότητα 1

Προστατεύω τον αγαπημένο μου πίνακα στο Λούβρο (Κ. Καλοβρέκτης)

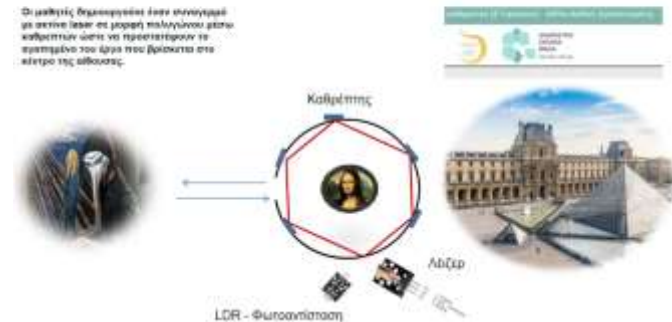


Το πλαίσιο του τεχνικού σχεδιασμού που προτείνει το Massachusetts Department of Education, (2006) περιλαμβάνει οκτώ φάσεις, τις εξής :

1. Προσδιορισμός ανάγκης ή προβλήματος
2. Έρευνα της ανάγκης ή του προβλήματος
3. Ανάπτυξη πιθανών λύσεων
4. Επιλογή της βέλτιστης πιθανής λύσης
5. Κατασκευή πρωτοτύπου
6. Έλεγχος και αξιολόγηση της λύσης
7. Επικοινωνία της λύσης
8. Επανασχεδιασμός

### Εκπαιδευτική δραστηριότητα 1

Προστατεύω τον αγαπημένο μου πίνακα στο Λούβρο (Κ. Καλοβρέκτης)



# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## **Παραδείγματα**

### **Παράδειγμα. Η μέτρηση της περιόδου με αξιοποίηση του Arduino και του Labview**

Σε αυτό το σενάριο θα αξιοποιήσουμε την πλατφόρμα Arduino και το λογισμικό Labview για να «μετρήσουμε» την περιοδικότητα ενός φαινομένου.

Το πρόβλημα αυτό εντάσσεται και στην Ανακαλυπτική/διερευνητική παιδαγωγική στρατηγική σύμφωνα με τις πρακτικές της Επιστήμης και της Μηχανικής ενώ μπορεί να θεωρηθεί ότι μελετά μια «εγκάρσια» ιδέα, αυτήν του μοτίβο στην οποία εντάσσεται και η περιδιοδικότητα. Επίσης υλοποιεί τις ταξινομίες της Υπολογιστικής Σκέψης (Weintrop κ α.,2016).

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

### Παράδειγμα. Η μέτρηση της περιόδου με αξιοποίηση του Arduino και του Labview

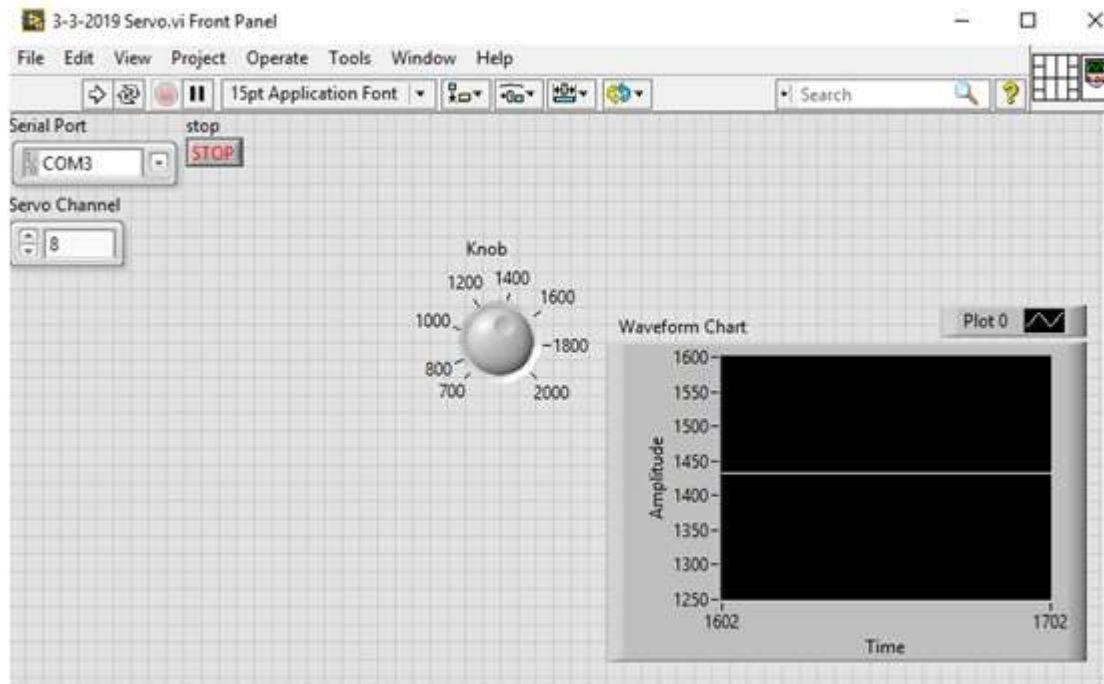
Ενώ η «εγκάρσια/διεπιστημονική» ιδέα είναι αυτή της περιόδου/μοτίβο, εν τούτοις το πρόβλημα μπορεί να συνδεθεί με το εξής;

Μπορείτε να σχεδιάσετε και να υλοποιήσετε μια κατασκευή η οποία θα ανάβει το φώς όταν ένα σύστημα περιστρέφεται με μια συγκεκριμένη περίοδο-συχνότητα; Μπορείτε να σκεφθείτε πως ένα περιστρεφόμενο σύστημα ανίχνευσης πιθανής κλοπής σε ένα μουσείο μπορεί να σχεδιασθεί έτσι ώστε να ανάβει το φώς στο χώρο επίβλεψης και αυτό να επαναλαμβάνεται με μια συγκεκριμένη συχνότητα;

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

**Παράδειγμα. Η μέτρηση της περιόδου με αξιοποίηση του Arduino και του Labview**



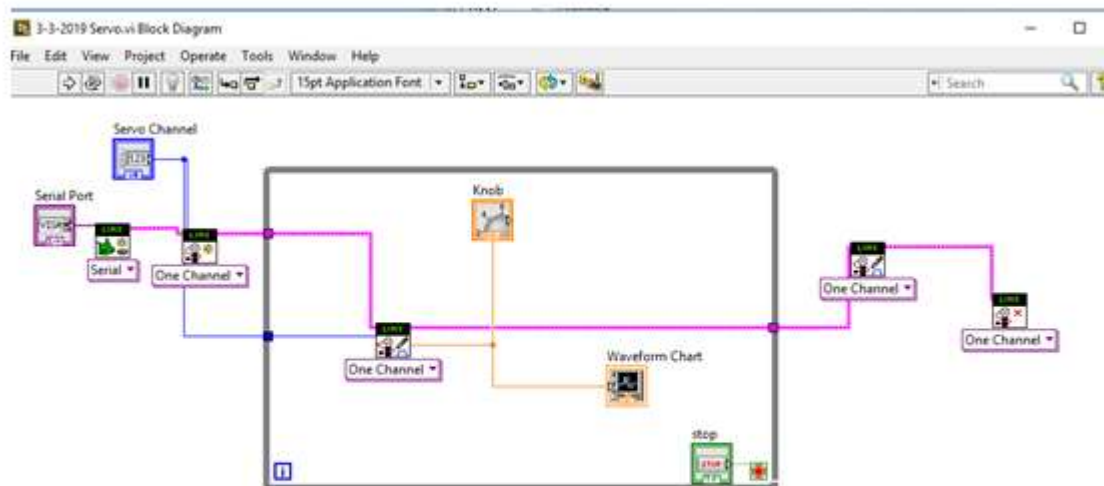
Εικόνα: η λειτουργία του servo στο Front Panel του LABVIEW

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

**Παράδειγμα. Η μέτρηση της περιόδου με αξιοποίηση του Arduino και του Labview**

Ο «κώδικας» του προγράμματος στο Block τμήμα εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα.



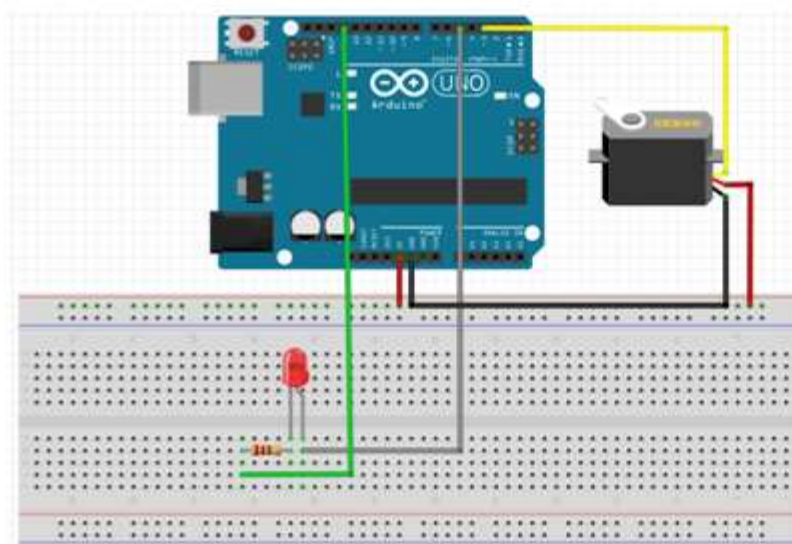
**Εικόνα: η λειτουργία του servo στο block διάγραμμα του LABVIEW**



# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

Παράδειγμα. Η μέτρηση της περιόδου με αξιοποίηση του Arduino και του Labview

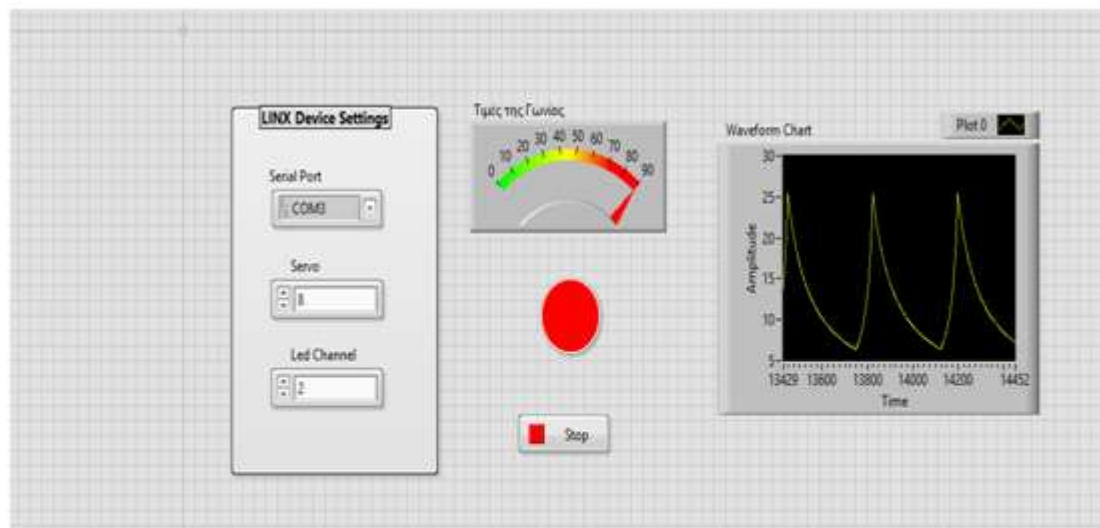


Εικόνα: το κύκλωμα

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

Παράδειγμα. Η μέτρηση της περιόδου με αξιοποίηση του Arduino και του Labview



Εικόνα: Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης στο Labview-Front Panel

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## **Παραδείγματα**

### **Παράδειγμα. Η μέτρηση της περιόδου με αξιοποίηση του Arduino και του Labview**

#### **Σχολιασμός της παραπάνω εφαρμογής**

Η παραπάνω εφαρμογή , όσον αφορά την Τεχνολογία, περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και την δημιουργία τεχνουργημάτων(βλ. και αντίστοιχη ενότητα, (Kroes & Van de Poel ,2009).

#### **Οι Επιστήμονες**

Στο παραπάνω παράδειγμα, οι Επιστήμονες θα μπορούσαν να θέσουν το ερώτημα «μπορεί να μετρηθεί και πως η περίοδος ενός περιστρεφόμενου συστήματος όταν αυτή περιστροφή επηρεάζει την ένταση του φωτός μιας διόδου; ».

#### **Οι Μηχανικοί**

Οι Μηχανικοί θα όριζαν το πρόβλημα. Έχετε ένα servo κινητήρα και θέλετε να σχεδιάσετε ένα σύστημα με αξιοποίηση του servo, όπου όταν αυξάνει η γωνία περιστροφής του να ανάβει το LED και όταν μειώνεται η γωνία περιστροφής του να σβήνει το LED.

Στη συνέχεια θα ρέπει να αναπτυχθεί ένα μοντέλο, δηλαδή να γραφούν οι μαθηματικές σχέσεις που θα εκφράζουν την ένταση του φωτός σε σχέση με την γωνία.

Στη συνέχεια θα πρέπει το μοντέλο να προσομοιωθεί.

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος, της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## **Παραδείγματα**

**Παράδειγμα. Σώστε τους πιγκουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «εκπαίδευσης STEM».**

(προσαρμογή από Schnittka, C. G., Bell, R. L., & Richards, L. G. (2010). Save the penguins: Teaching the science of heat transfer through engineering design. *Science Scope*, 34(3), 82–91.)

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## **Παραδείγματα**

**Παράδειγμα. Σώστε τους πιγκουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «εκπαίδευσης STEM».**

**Προσδιορισμός της ανάγκης ή του προβλήματος-Έρευνα της ανάγκης ή του προβλήματος**

Μπορείτε επίσης να επισκεφθείτε και το άρθρο  
«<https://www.kathimerini.gr/307837/article/epikairothta/kosmos/ypo-e3afanish-oi-pigkoyinoi>».

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

**Παράδειγμα. Σώστε τους πιγκουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «εκπαίδευσης STEM».**

### Προσδιορισμός της ανάγκης ή του προβλήματος- Έρευνα της ανάγκης ή του προβλήματος

Είναι γνωστό ότι η ενέργεια που χρησιμοποιούμε για να θερμάνουμε και να ψύξουμε τα σπίτια μας προέρχεται από εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα περισσότερα των οποίων χρησιμοποιούν καύσιμα ορυκτά. Η καύση των ορυκτών αυξάνει τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, γεγονός που συνδέεται με την αύξηση της «παγκόσμιας» θερμοκρασίας.

Καθώς η Γη θερμαίνεται, οι πάγοι λειώνουν και απομακρύνονται τα αυγά των πιγκουίνων όπως και τα νεογνά τους, δηλαδή καταστρέφεται το περιβάλλον ζωής και ανάπτυξης των πιγκουίνων.

Επίσης η επιφάνεια που καλύπτουν οι πάγοι έχει μειωθεί δραματικά(ειδικά στην Ανταρκτική).

**Το πρόβλημα που τίθεται στους εκπαιδευόμενους-μετά την εισαγωγή για το θέμα της κλιματικής αλλαγής- είναι το εξής:**

**Θέλουμε να κατασκευάσουμε σπιτάκια για τους πιγκουίνους ώστε να τους προστατεύουμε από την αύξηση της θερμοκρασίας.**

**Ανάπτυξη πιθανής/πιθανών λύσεων/πρωτότυπο/έλεγχος λύσης**

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## **Παραδείγματα**

**Παράδειγμα. Σώστε τους πιγκουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «εκπαίδευσης STEM».**

## Προσδιορισμός της ανάγκης ή του προβλήματος- Έρευνα της ανάγκης ή του προβλήματος

Οι Μηχανικοί καλούνται να αναπτύξουν πιθανές λύσεις, π.χ. τον περιορισμό(σύνδεσμος) της θερμότητας που χρειαζόμαστε για να ζεστάνουμε το σπίτι μας, περιορίζοντας έτσι τα καύσιμα ορυκτά και την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα. Ταυτόχρονα οι μαθητές εμπλέκονται στην έννοια «μεταφορά θερμότητας» (έννοια της Επιστήμης) μέσω των τριών μορφών της(ακτινοβολία-επαφή-ρεύματα)και στον σχεδιασμό της Μηχανικής καθώς θα σχεδιάσουν πειράματα για να ελέγξουν υλικά ενώ θα κατασκευάσουν πρωτότυπο και θα ελέγξουν και θα αξιολογήσουν την λύση τους.

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## **Παραδείγματα**

**Παράδειγμα. Σώστε τους πιγκουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «εκπαίδευσης STEM».**

### Διαφορά αγωγών και μονωτών θερμότητας. Η έναρξη του σχεδιασμού της Μηχανικής

Οι εκπαιδευόμενοι ελέγχουν υλικά και σκάφτονται πως θα τα χρησιμοποιήσουν για να φτιάξουν σπίτια για τους πιγκουίνους. Στους μαθητές δίνονται 6 κουτάκια από σόδα τα οποία είχαν βάλει στο ψυγείο την προηγούμενη νύχτα. Επίσης δίνονται 6 θερμόμετρα και πέντε υλικά: βαμβακερό ύφασμα, μάλλινο ύφασμα, χαρτί, πλαστικό περιτύλιγμα και κομμάτι αλουμινίου.



# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

**Παράδειγμα. Σώστε τους πιγκουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «εκπαίδευσης STEM».**

Διαφορά αγωγών και μονωτών θερμότητας. Η έναρξη του σχεδιασμού της Μηχανικής

Στη συνέχεια υλοποιούμε τον χώρο του πειράματος, όπου θα πάρουμε δεδομένα. Στο σημείο αυτό υλοποιούμε την μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος και τον σχεδιασμό της Μηχανικής αλλά και την επιστημολογία περιεχομένου STEM όπου αναπτύσσεται η κατασκευή ταυτόχρονα με την διδασκαλία των εννοιών (μονωτής, αγωγός, μετάδοση θερμότητας).

Arduino -LABVIEW.

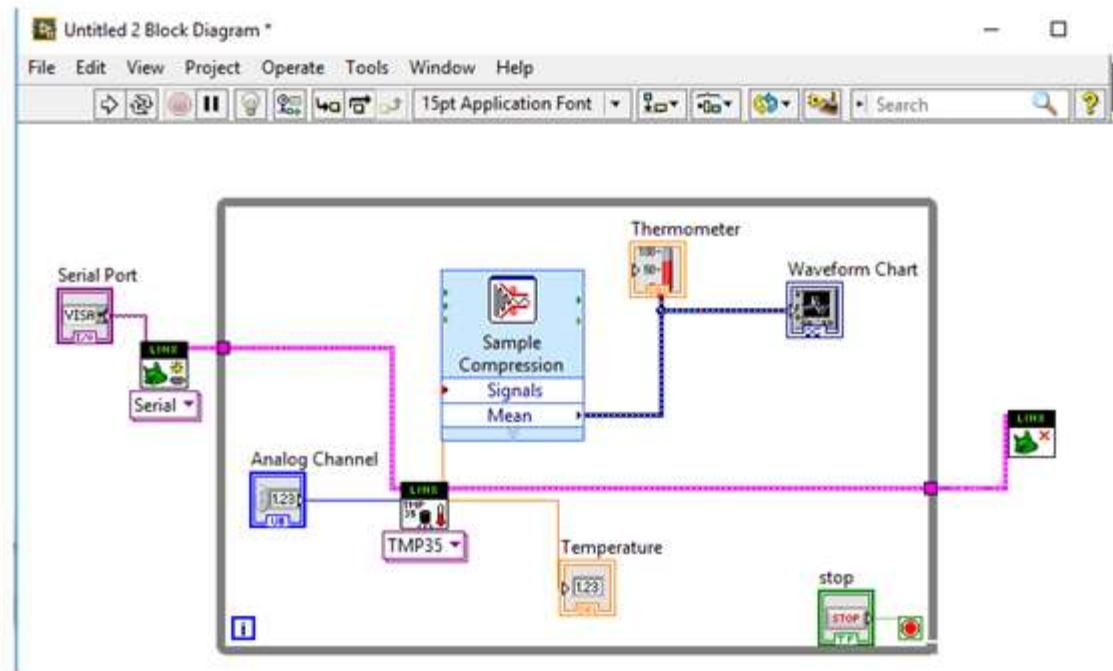
# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## Παραδείγματα

**Παράδειγμα. Σώστε τους πιγκουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «εκπαίδευσης STEM».**

Διαφορά αγωγών και μονωτών θερμότητας. Η έναρξη του σχεδιασμού της Μηχανικής

Εικόνα: το Block διάγραμμα για την μέτρηση της θερμοκρασίας στο Labview



# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## STEAM (STEM + Art)

### Παραδείγματα

#### **Παράδειγμα. Τα διαγράμματα Voronoi στην Τέχνης και την Αρχιτεκτονική**

Αν κάποιος επισκεφθεί την Φρανκφούρτη και το ξενοδοχείο WesternGate γνωστό και ως Marriott Hotel θα παρατηρήσει την παρακάτω εικόνα, η οποία αντιστοιχεί σε Voronoi διαγράμματα.

Αυτή η κατασκευή έχει προκύψει συνεργατικά από τον συνδυασμό υπολογιστικού σχεδιασμού, της μηχανικής και τεχνικών προσομοίωσης (βλ. Agkathidis & Brown,2013).

Agkathidis,A.&Brown,A.(2013). Tree-Structure Canopy: A Case Study in Design and Fabrication of Complex Steel Structures using Digital Tools. International Journal of Architectural Computing

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος, της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## STEAM (STEM + Art)

### Παραδείγματα

**Παράδειγμα. Τα διαγράμματα Voronoi στην Τέχνη και την Αρχιτεκτονική**

**Εικόνα:** Tree-Structure Canopy in Frankfurt. (Photography by Eibe Sönnecken).



# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος, της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## STEAM (STEM + Art)

### Παραδείγματα

#### **Παράδειγμα. Τα διαγράμματα Voronoi στην Τέχνη και την Αρχιτεκτονική**

Τα διαγράμματα Voronoi επινοήθηκαν από τον Ρώσο Μαθηματικό Georgi Voronoi (1868-1908) αλλά είχαν χρησιμοποιηθεί ήδη από τον Καρτέσιο και άλλους νωρίτερα. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι τον Σεπτέμβριο του 1853, ξέσπασε χολέρα στο Λονδίνο στην περιοχή του Soho, σκοτώνοντας το 10% του πληθυσμού. Οι ιατροί θεωρούσαν ότι αυτό προήλθε από τον μολυσμένο αέρα που ερχόταν από τους υπονόμους.

Ο Φυσικός John Snow πρότεινε μια διαφορετική θεωρία, αιτιολογώντας με αυτήν ότι η μόλυνση προήλθε από μολυσμένο νερό. Η θεωρία του John Snow προερχόταν από τα Μαθηματικά και συγκεκριμένα από τα Voronoi διαγράμματα. (<https://plus.maths.org/content/uncovering-cause-cholera>). Ας υποθέσουμε ότι έχουμε έναν αριθμό σημείων, όπως για παράδειγμα τις αντλίες νερού στο Λονδίνο που παρατήρησε ο Snow.

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## STEAM (STEM + Art)

### Παραδείγματα

#### **Παράδειγμα. Τα διαγράμματα Voronoi στην Τέχνης και την Αρχιτεκτονική**

Στα Voronoi διαγράμματα δίνονται  $n$  σημεία και με την διαδικασία που ακολουθείται διαιρείται το επίπεδο σε  $n$  περιοχές, κάθε μια από τις οποίες σχετίζεται με το συγκεκριμένο σημείο. Η περιοχή κάθε σημείου αποτελείται από τα σημεία του επιπέδου τα οποία είναι εγγύτερα στο συγκεκριμένο σημείο, σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο σημείο. (βλ.π.χ. Barequet κ α.,2002). **Μια κλασσική εφαρμογή των διαγραμμάτων Voronoi είναι το λεγόμενο πρόβλημα του ταχυδρομείου.** Ο ταχυδρόμος έχει να δώσει παραδώσει ένα γράμμα που έλαβε από κάποιον πολίτη και επιλέγει το πλησιέστερο ταχυδρομείο σε αυτόν βάσει του Voronoi διαγράμματος του οποίου τα σημεία είναι τα ταχυδρομεία της περιοχής. Τα διαγράμματα Voronoi έχουν χρησιμοποιηθεί στην κρυσταλλογραφία, τη γεωγραφία, την μετεωρολογία, την βιολογία, τα μαθηματικά, την επιστήμη των υπολογιστών κλπ Μια πολύ περιγραφή των εφαρμογών των διαγραμμάτων Voronoi βρίσκεται στην αναφορά (Okabe κ.α.,1992).

Okabe, ,A., Boots,B.,&, Sugihara,K.(1992). , Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams, Wiley, New York, 1992

[Barequet ,G., Dickerson , M., Drysdale,S.\(2002\).Point site Voronoi diagrams, Discrete Applied Mathematics, v.122 n.1-3, p.37-54, 15 October 2002 \[doi>10.1016/S0166-218X\(01\)00320-1\]](#)

# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

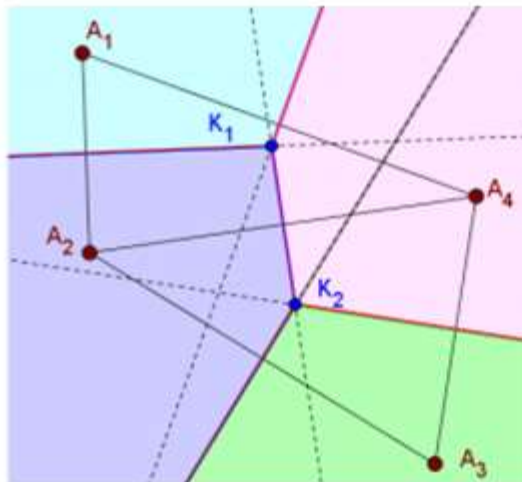
## STEAM (STEM + Art)

### Παραδείγματα

Παράδειγμα. Τα διαγράμματα Voronoi στην Τέχνης και την Αρχιτεκτονική

Εικόνα: Διάγραμμα Voronoi για τέσσερα σημεία

|



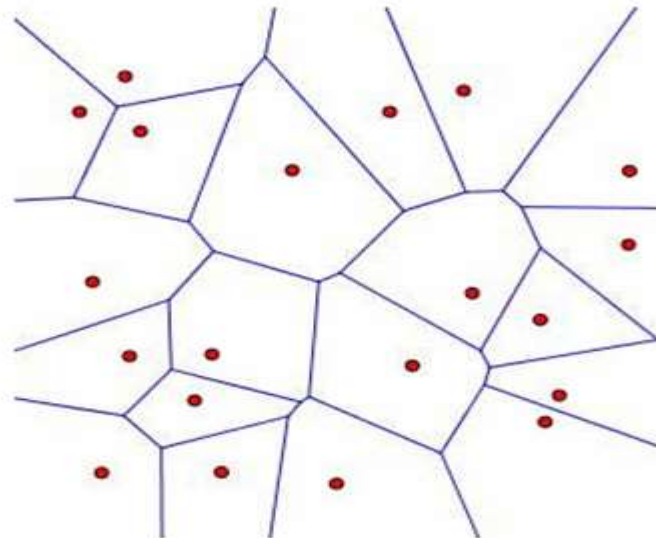
# Η Υπολογιστική Παιδαγωγική ως Ενοποιημένη Εικόνα του Υπολογιστικού πειράματος ,της Υπολογιστικής Σκέψης και της Επιστημολογίας του STEM

## STEAM (STEM + Art)

### Παραδείγματα

**Παράδειγμα. Τα διαγράμματα Voronoi στην Τέχνης και την Αρχιτεκτονική**

Με όμοιο τρόπο βρίσκουμε το διάγραμμα Voronoi για 20 σημεία.





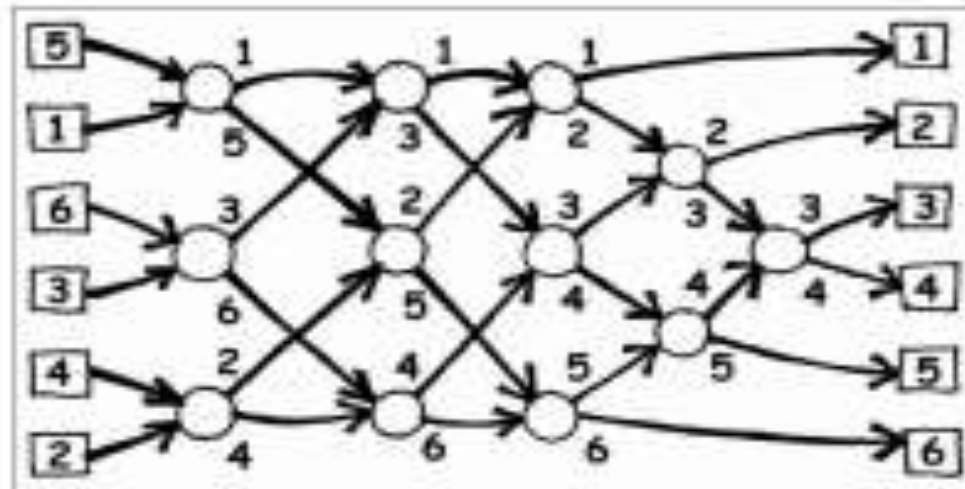
## Η Υπολογιστική Σκέψη

### STEAM (STEM + Art)

#### Παραδείγματα

#### Παράδειγμα. Δρομολόγηση πακέτων

Typical example is the sorting network (Bell et al., 2012), where a layout like the one in Figure 6 is drawn on the pavement. Students hold numbers and are positioned in the squares on the left. They then move in the direction of the arrows. Bell, T., Rosamond, F., & Casey, N. (2012). Computer Science Unplugged and Related Projects in Math and Computer Science Popularization. In H. L. Bodlaender, R. Downey, F. V. Fomin, & D. Marx (Eds.). *The Multivariate Algorithmic Revolution and Beyond* (pp. 398–456). Springer Berlin Heidelberg.



## Η Υπολογιστική Σκέψη

### STEAM (STEM + Art)

#### Παραδείγματα

#### Παράδειγμα. Δρομολόγηση πακέτων

Στα αριστερά κουτάκια μπαίνουν τυχαίοι αριθμοί οι οποίοι μέσω του αλγορίθμου που μπορεί και να γίνει παιχνίδι για παιδιά του δημοτικού- θα πρέπει να καταλήξουν στην σωστή σειρά(αύξουσα) στα κουτάκια δεξιά (OUT). Οι μαθητές βάζουν τυχαίους αριθμούς στα αριστερά κουτάκια ή κάθε παιδί μπαίνει στο τετράγωνο κρατώντας έναν αριθμό. Τα παιδιά κινούνται κατά μήκος των γραμμών(βελάκια) και προχωρούν μέχρι να φθάσουν στον κύκλο, ενώ περιμένον να φθάσει το άλλο παιδάκι σύμφωνα με τον αλγόριθμο.

Ο αλγόριθμος βασίζεται στο ότι η πιο μικρή τιμή προχωρεί στ' αριστερά και η άλλη στα δεξιά για να φθάσει στον κόμβο(κύκλο).

[https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2014/12/unplugged-08-sorting\\_networks\\_greek.pdf](https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2014/12/unplugged-08-sorting_networks_greek.pdf)).

# Η Υπολογιστική Σκέψη

## STEAM (STEM + Art)

### Παραδείγματα

### Το ανεμόμετρο-Δεδομένα από μετεωρολογικό σταθμό

<https://www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop/anemometer.aspx>

## What you'll need



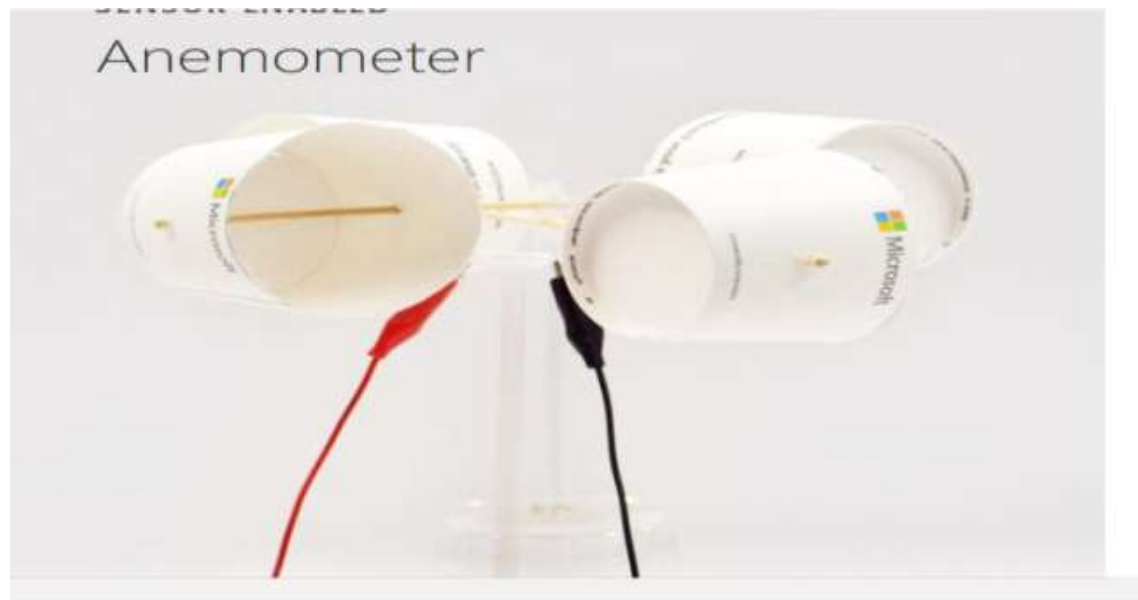
## Η Υπολογιστική Σκέψη

### STEAM (STEM + Art)

#### Παραδείγματα

#### Το ανεμόμετρο-Δεδομένα από μετεωρολογικό σταθμό

<https://www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop/anemometer.aspx>



## Η Υπολογιστική Σκέψη

### STEAM (STEM + Art)

#### Παραδείγματα

**Το ανεμόμετρο-Δεδομένα από μετεωρολογικό σταθμό**

**Το πρόβλημα...Μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου με το ανεμόμετρο για απόφαση σχετικά με την θέση εγκατάστασης ανεμογεννητριών**

# Η Υπολογιστική Σκέψη

## STEAM (STEM + Art)

### Παραδείγματα

### Το ανεμόμετρο-Δεδομένα από μετεωρολογικό σταθμό

<https://www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop/anemometer.aspx>

