

Η ολοκληρωμένη διεπιστημονική προσέγγιση του STE(A)M

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

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 **πού 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 εκπαίδευσης 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 στην φυσική τους ζωή τα εφόδια για να ζήσουν με επαρκείς πόρους;

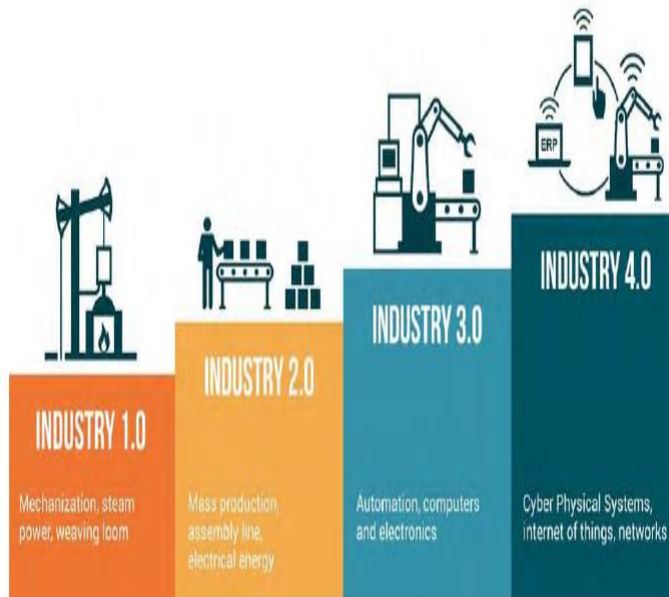
B) Μπορούμε να δομήσουμε **νέα αναλυτικά προγράμματα**-στην Σχολική και την Πανεπιστημιακή Εκπαίδευση- που θα βασίζονται σε νέου τύπου ικανότητες;

Γ) Μπορούμε να οριοθετήσουμε-και με βάσει 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)

Οι μαρτυρίες για έναν μη αντιστρεπτό Το βέλος του χρόνου δείχνει στο Industry 4.0

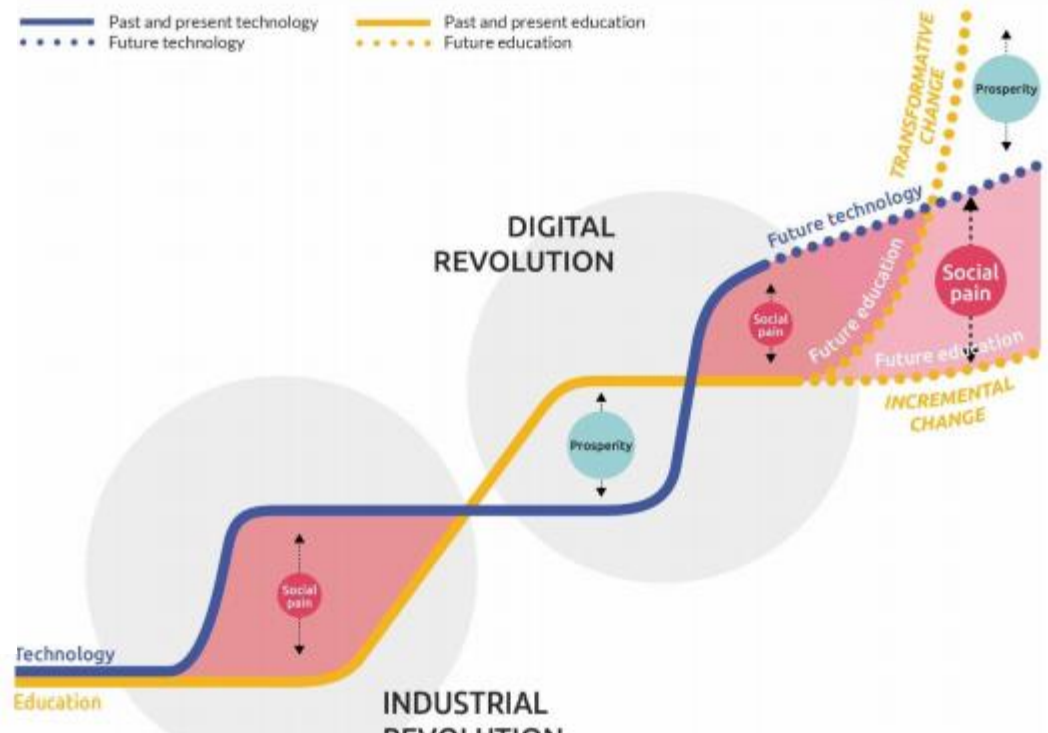
•OECD FUTURE OF EDUCATION AND SKILLS 2030 OECD Learning Compass 2030 A SERIES OF CONCEPT NOTES

•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



Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση

S

T

E

M

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

1. Computational Thinking-
Computing-Computational
Science

2.Οι Εγκάρσιες έννοιες-Τα
συννοριακά αντικείμενα

3. Οι Επιστημολογίες του
Ακρωνυμίου

5. Οι Διδακτικές
Στρατηγικές- Η
Αξιολόγηση

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η Υπολογιστική Σκέψη

Computational thinking

Decomposition



Abstraction



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

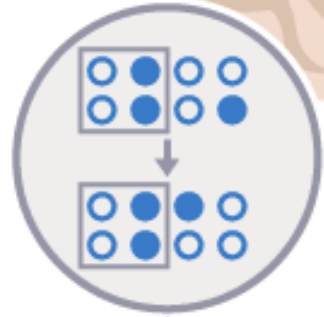
- ms.1 Using Computational Models to Understand a Concept
- ms.2 Using Computational Models to Find and Test Solutions
- ms.3 Assessing Computational Models
- ms.4 Designing Computational Models
- ms.5 Constructing Computational Models

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



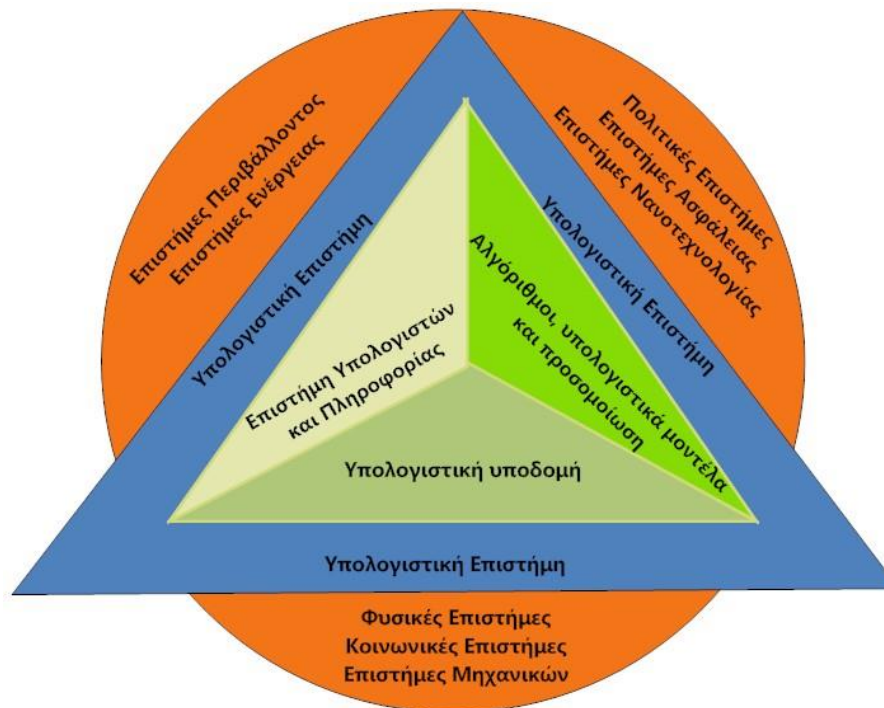
Pattern recognition

Algorithms



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

Ο τρίτος δρόμος για την Επιστημονική Γνώση

Θεωρείται ότι υπάρχουν δυο διαδρομές για την απόκτηση της Επιστημονικής Γνώσης:

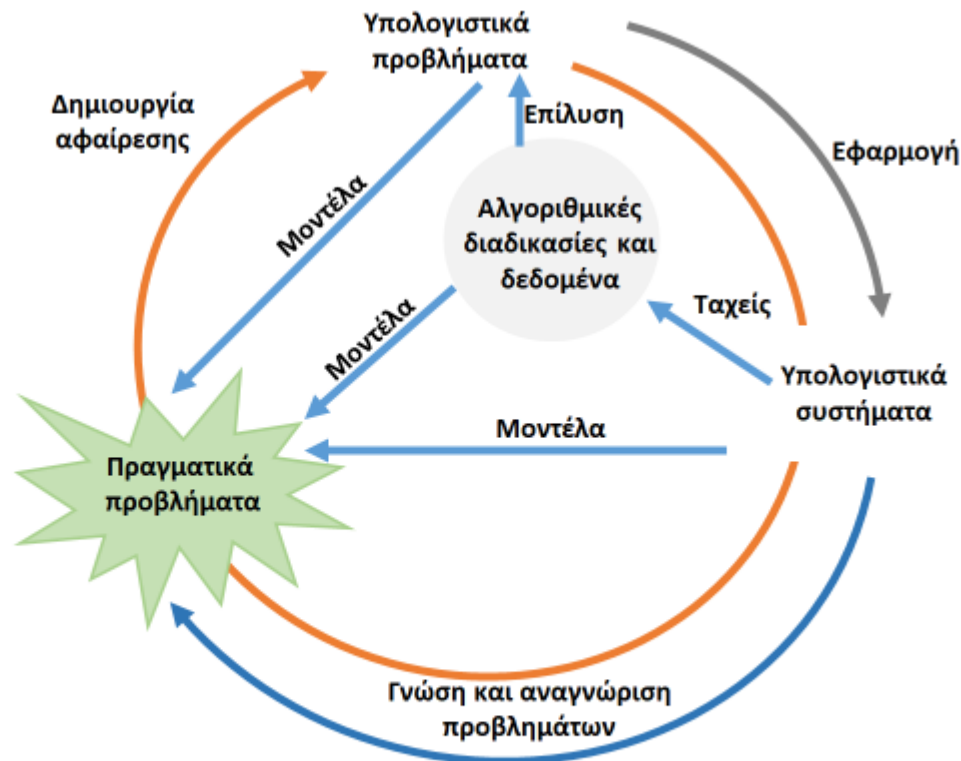
- α) οι παρατηρήσεις, οι πειραματικές μετρήσεις και η πληροφορία από τις αισθήσεις και
- β) η θεωρία και οι επαγωγικές υποθέσεις -που συνδυάζονται με την Μαθηματική Γλώσσα. Έτσι οι παρατηρήσεις και η θεωρία αποτελούν τις δυο «κολώνες- θεμελιώσεις».

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»;

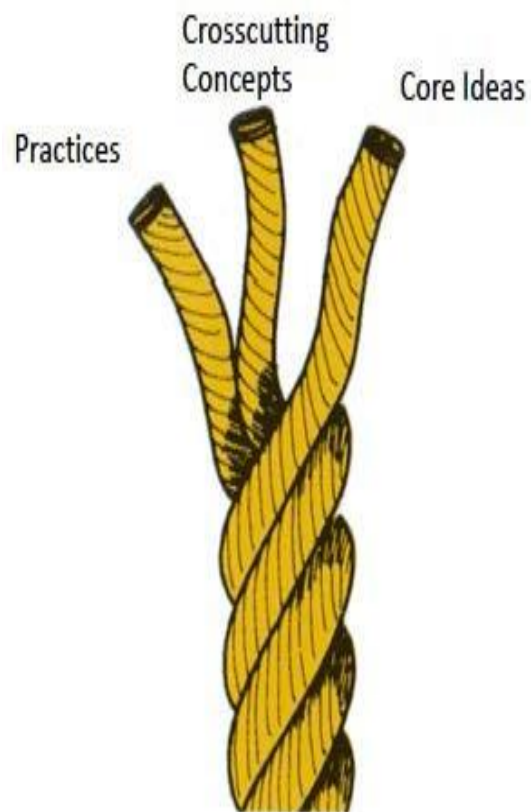
Η απάντηση των σύγχρονων Επιστημόνων και Μηχανικών είναι «ΝΑΙ», μέσω μιας νέας γνωστικής περιοχής, της Υπολογιστικής Επιστήμης. Η Υπολογιστική Επιστήμη(Computational Science) είναι «η χρήση υπολογιστικών αλγορίθμων ώστε να «μεταφερθούν» τα μαθηματικά μοντέλα που αναπαριστούν την συμπεριφορά του Φυσικού 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

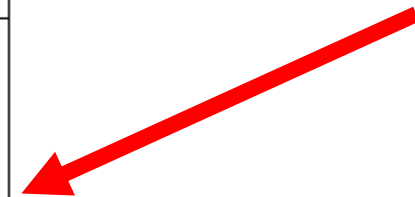
Η Υπολογιστική Επιστήμη και η «ολιστική/ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM»- ένα καθιερωμένο(;) μοντέλο-Pedaste & Palts (2017)



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

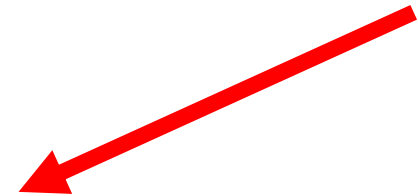
3) Κλίμακες, αναλογίες και ποσότητες

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

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».

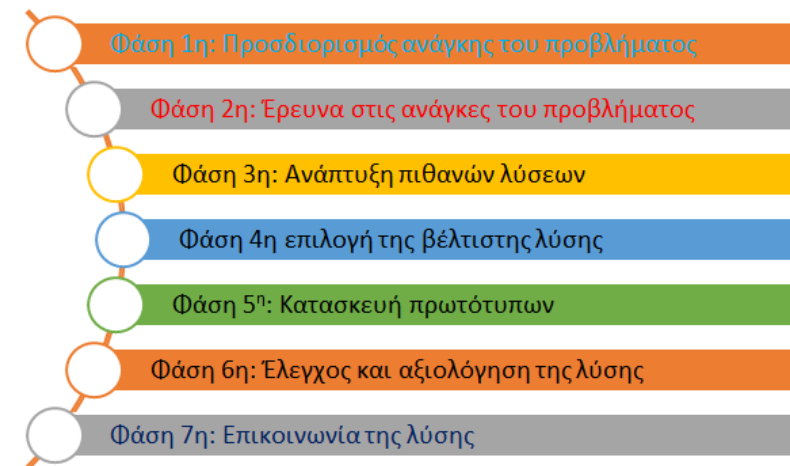
Στην βιβλιογραφία υπάρχει εκτενής συζήτηση, σχετικά με την «ολοκλήρωση STEM», η οποία εστιάζεται **στο αν υπάρχει μια «φύση»(nature) του STEM** ως διακριτή και ξεχωριστή από την «φύση» των επιμέρους γνωστικών περιοχών του ακρωνυμίου(e.g., Bryan & Guzey,2020; Akerson et al., 2018).

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;

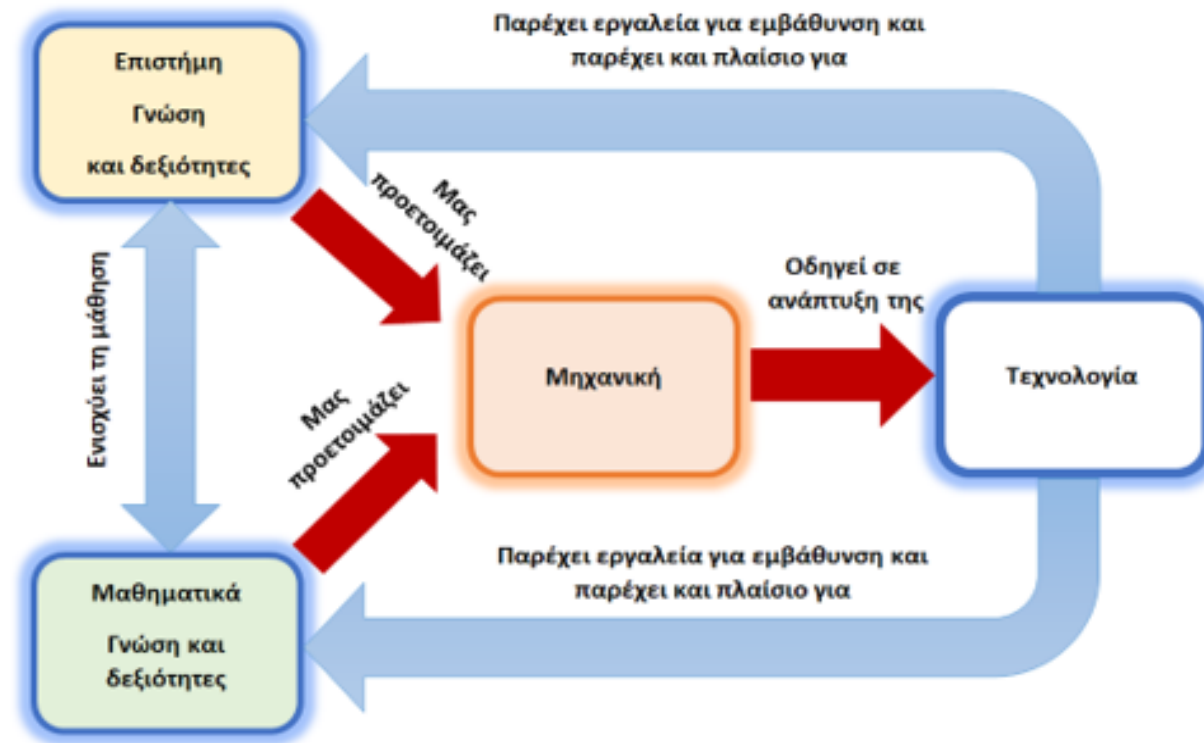
Πρόκληση: Εύρεση των συνοριακών αντικειμένων που διασχίζουν τις γνωστικές περιοχές και αν αυτά: αλλάζουν χρονικά; Μπορούν να οδηγήσουν σε νέες γνωστικές περιοχές(π.χ. Υπολογιστική Βιολογία, Βιο-πληροφορική)

Ο δρόμος για την ολιστική προσέγγιση. Η επιστημολογία των γνωστικών περιοχών του STEAM

Η γνωστική περιοχή των Μηχανικών περιλαμβάνει το **περιεχόμενο** (engineering content) (έννοιες από τις Επιστήμες) και τον **σχεδιασμό** (engineering design) (Shirey, 2017). Οι (Katehi et. al. ,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»*.



Σύνοψη. Ολιστική Εκπαίδευση STEAM



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

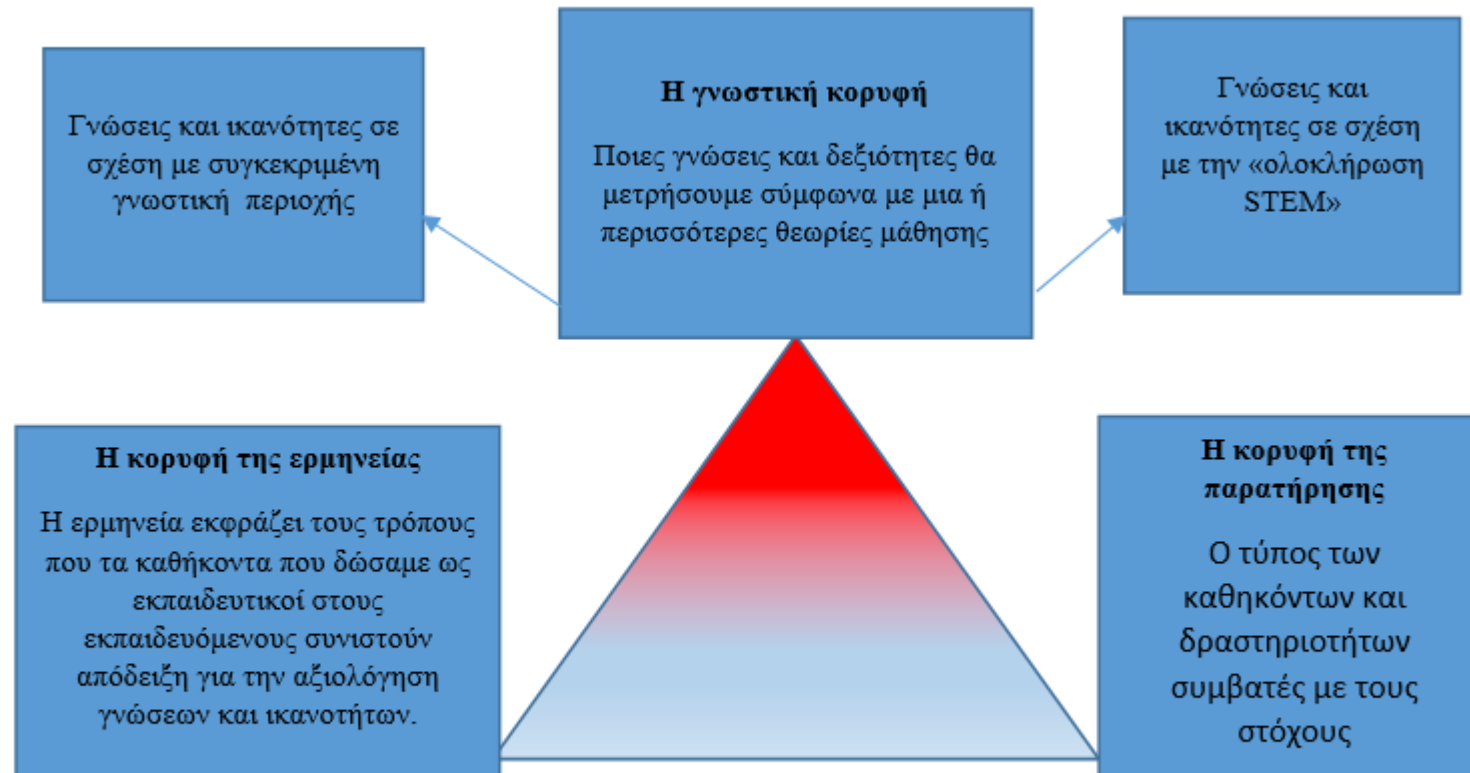
[illegible]

Πρακτικά Θέματα...

Η «διεπιστημονική αξιολόγηση»

Βασικά στοιχεία της αξιολόγησης

Η αξιολόγηση στο «Υπολογιστικό STEM»



Εικόνα: Το τρίγωνο της αξιολόγησης (NRC, 2001) με την πρόσθεση της αξιολόγησης

Πρακτικά Θέματα...

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
«μαθηματικοποίηση»
των σχέσεων μεταξύ
εννοιών

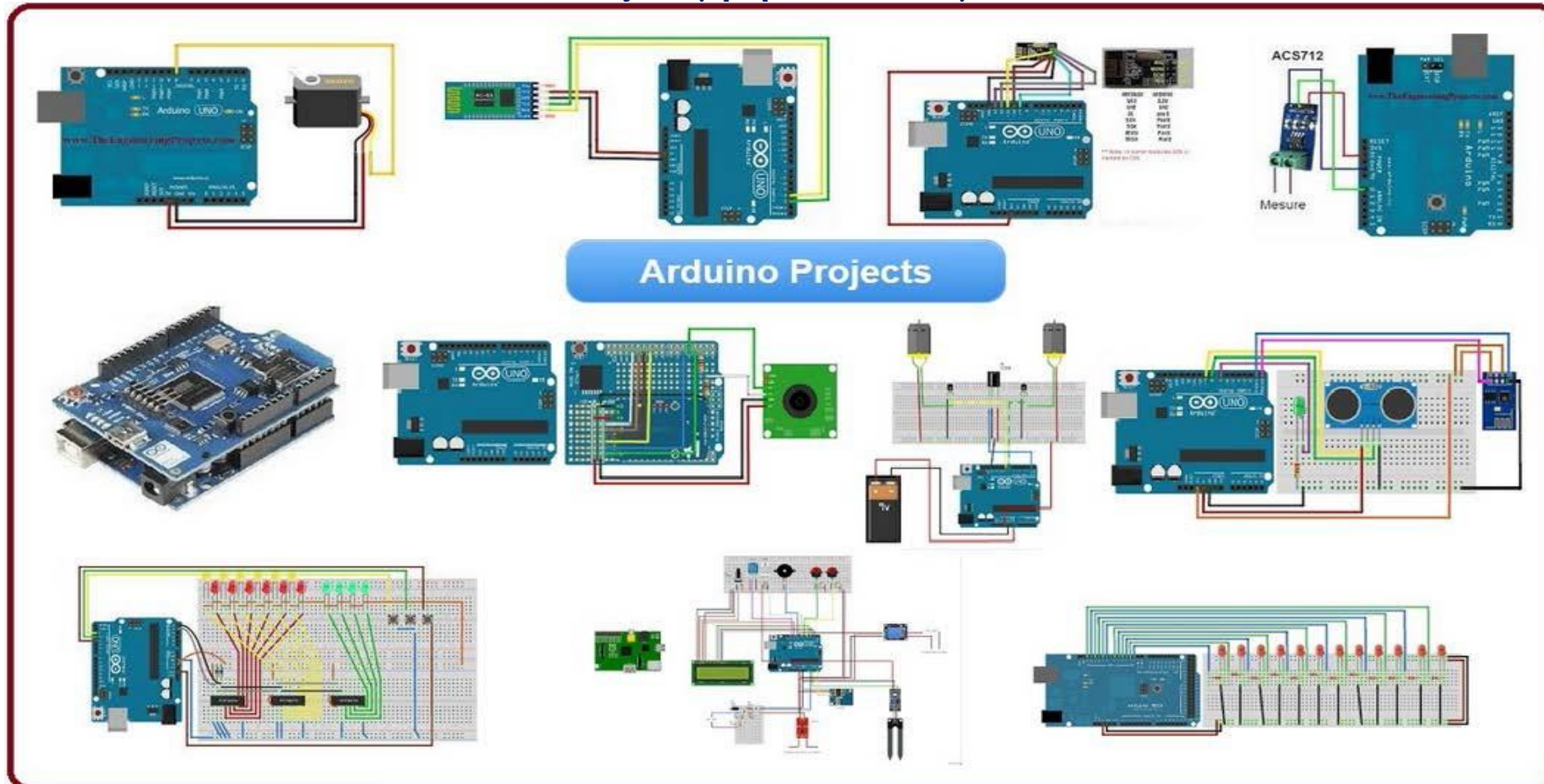
Εικόνα: Διαστάσεις της αξιολόγησης

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

Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων

Η αξιολόγηση στο «Υπολογιστικό STEM»



Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Σώστε τους πγκουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «Εκπαίδευσης STEM».

(προσαρμογή από Schnittka et al., 2010)

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

Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Σώστε τους πιγκουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «Εκπαίδευσης STEM». Σχεδιασμός της Μηχανικής σε συνδυασμό με την Inquiry Based Instruction

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

Ανασκόπηση της τρέχουσας κατάστασης για το πρόβλημα και πιθανών λύσεων που έχουν ήδη δοθεί. Αναζήτηση ιδεών με χρήση του διαδικτύου, αναφορών σε περιοδικά κλπ.

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

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

Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Σώστε τους πικουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «Εκπαίδευσης STEM». Σχεδιασμός της Μηχανικής σε συνδυασμό με την Inquiry Based Instruction

Ανάπτυξη πιθανής/πιθανών λύσεων/πρωτότυπο/έλεγχος λύσης

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.

Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Σώστε τους πηγουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «Εκπαίδευσης STEM». Σχεδιασμός της Μηχανικής σε συνδυασμό με την Inquiry Based Instruction

Στους εκπαιδευόμενους (δίνονται τέσσερα υλικά: αλουμινόχαρτο, φελιζόλ, ξύλο, και χαρτόνι.(η ιδέα για τα υλικά προήλθε από την εργασία των μεταπτυχιακών φοιτητών ,στο ΠΜΣ STEM της ΑΣΠΑΙΤΕ ,Βλάχου Ευσταθία ,Ιατρού Παρασκευή, Καρεμφυλλάκη Μαρίνα και Τζανιδάκη Άννα όπου δημιουργήθηκε και η αντίστοιχη εφαρμογή με το λογισμικό LABVIEW).

ή μπορεί να τεθεί το ερώτημα

Εάν θέλουμε να διατηρήσουμε τα παγάκια εκτός ψυγείου για όσο το δυνατόν περισσότερο χρονικό διάστημα, θα τα τυλίγαμε με μάλλινο ύφασμα, με χαρτόνι, με πλαστικό, με αλουμινόχαρτο ή τοποθετώντας τα σε ένα ξύλινο κουτί;

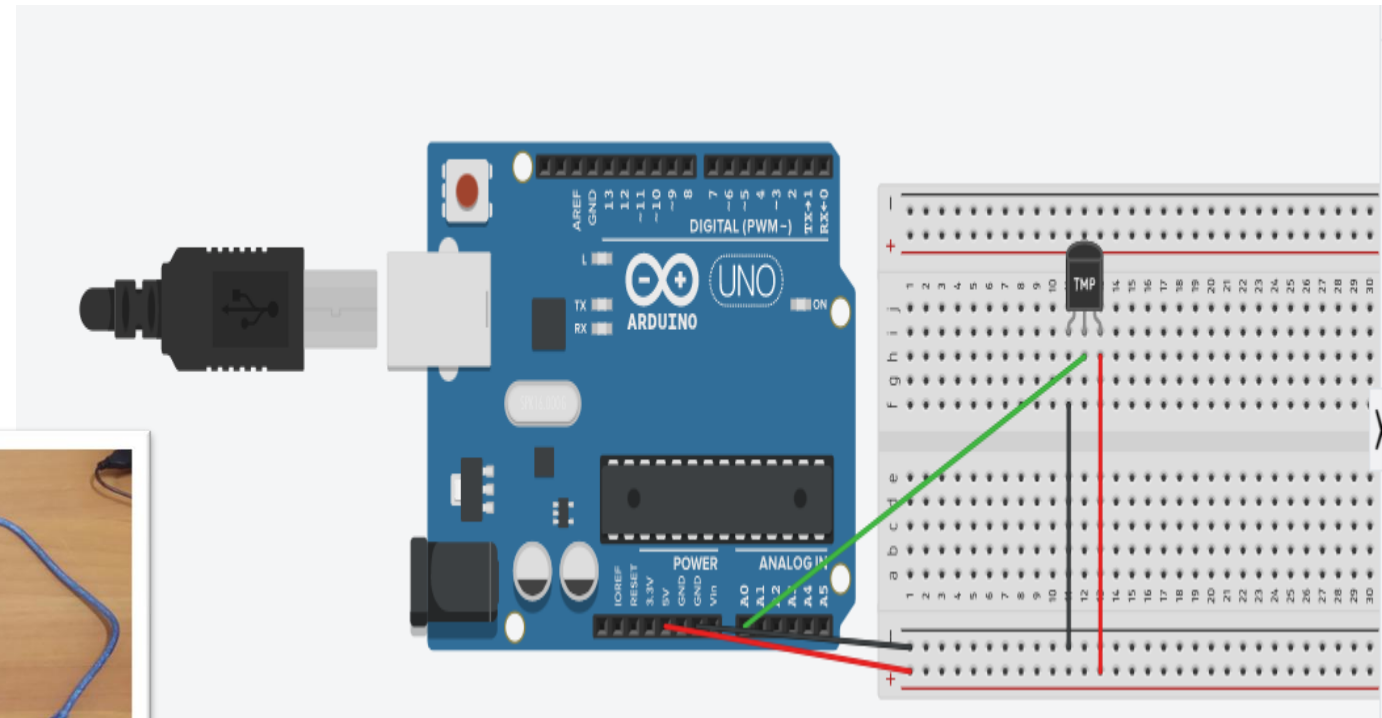
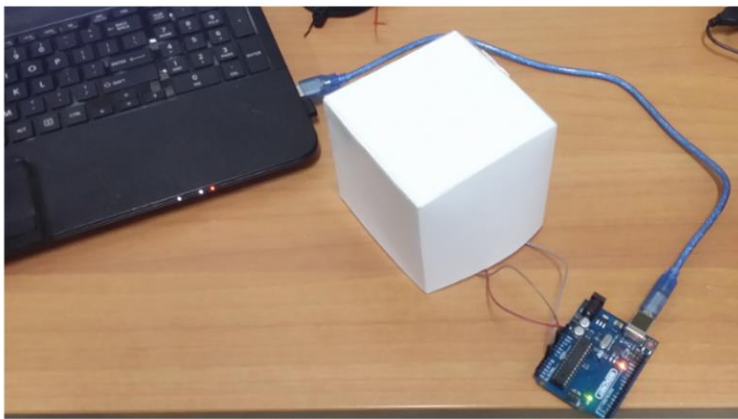
Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Σώστε τους πηγουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «Εκπαίδευσης STEM». Σχεδιασμός της Μηχανικής σε συνδυασμό με την Inquiry Based Instruction

Όργανα- Υλικά

- Χρονόμετρο
- Μαλλί
- Χαρτί
- Διαφανής μεμβράνη
- Αλουμινόχαρτο



Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Σώστε τους πηκκούνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «Εκπαίδευσης STEM». Σχεδιασμός της Μηχανικής σε συνδυασμό με την Inquiry Based Instruction

Τοποθετούμε τον αισθητήρα στο κέντρο του κάθε κουτιού και βάζουμε σε λειτουργία ένα σεσουάρ σε απόσταση 15 cm από κάθε σπιτάκι. Πως κάνουμε streaming?

Καταγράψτε τη τιμή της θερμοκρασίας μετά από 5 λεπτά.



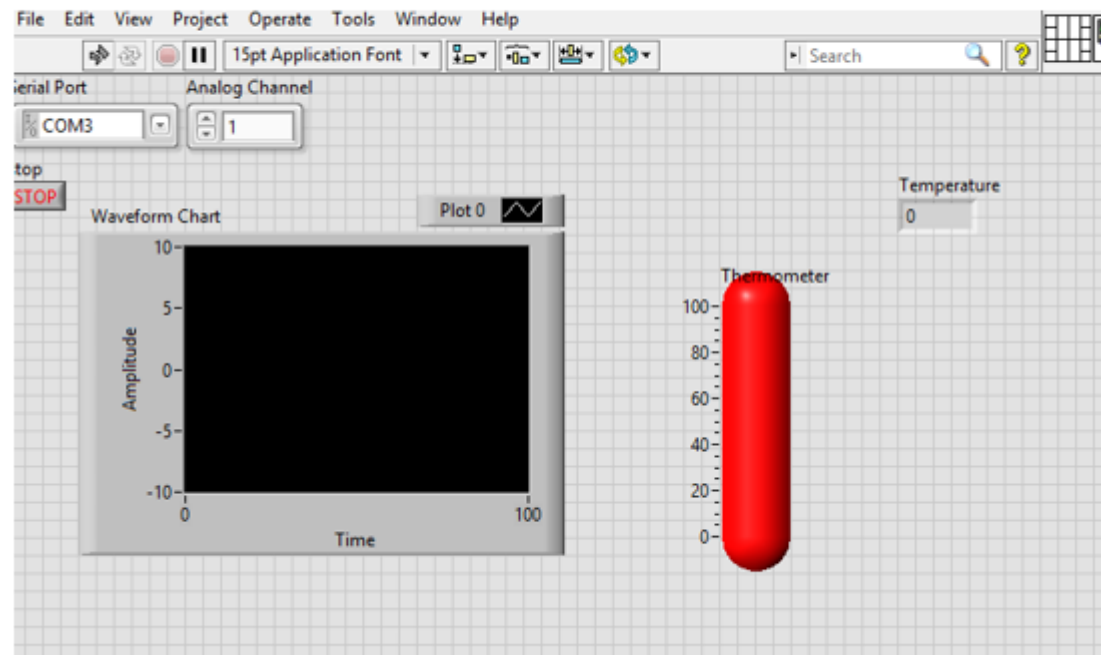
Σε ποιο κουτί η θερμοκρασία ανέβηκε περισσότερο και σε ποιο λιγότερο;

Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Σώστε τους πηγουίνους. Η διδασκαλία της μεταφοράς θερμότητας με αξιοποίηση του σχεδιασμού της Μηχανικής ως σενάριο «Εκπαίδευσης STEM». Σχεδιασμός της Μηχανικής σε συνδυασμό με την Inquiry Based Instruction

Εικόνα: το Front Panel διάγραμμα για την μέτρηση της θερμοκρασίας στο Labview



Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Διδασκαλία δημιουργίας σεισμών με το μοντέλο της Υπολογιστικής Παιδαγωγικής STEAM

Στο παράδειγμα αυτό θα χρειασθεί ο εκπαιδευόμενος να εμπλακεί στον σχεδιασμό της Μηχανικής αλλά και να κατασκευάσει ένα τεχνούργημα ενώ θα συλλέξει δεδομένα μέσω πραγματικού χρόνου. Επίσης θα χρησιμοποιηθεί το physical computing μέσω της πλατφόρμας Arduino. Το παράδειγμα αξιοποιεί το περιεχόμενο του ιστότοπου της Microsoft για την εκπαίδευση(https://www.microsoft.com/en-us/education/education_workshop/seismograph.aspx).

Αρχικά θα δοθεί ένα μη σαφώς δομημένο πρόβλημα στους εκπαιδευτικούς, με την εξής μορφή.

«Σε μια πόλη σχεδιάζεται η κατασκευή νέων πολυώροφων κτιρίων στα παράκτια της πόλης. Ο προτεινόμενος τόπος κατασκευής βρίσκεται κοντά στα όρια των τεκτονικών πλακών. Για την υλοποίηση θα πρέπει να διεξαχθεί μελέτη της σεισμικής δραστηριότητας στην περιοχή. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να κατασκευασθούν σειсмоγράφοι που θα συλλέγουν σε πραγματικό χρόνο τα δεδομένα της σεισμικής δραστηριότητας.

Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

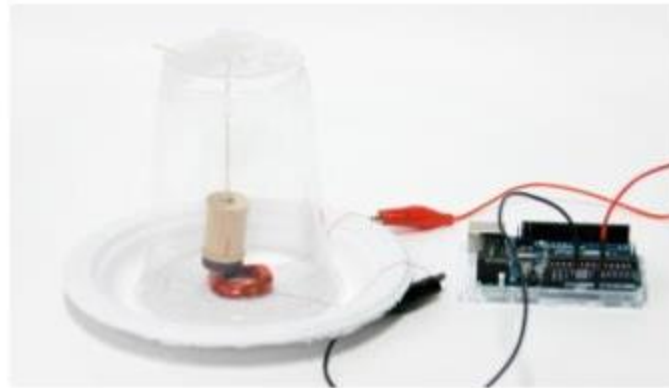
Διδασκαλία δημιουργίας σεισμών με το μοντέλο της Υπολογιστικής Παιδαγωγικής STEAM



Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Διδασκαλία δημιουργίας σεισμών με το μοντέλο της Υπολογιστικής Παιδαγωγικής STEAM

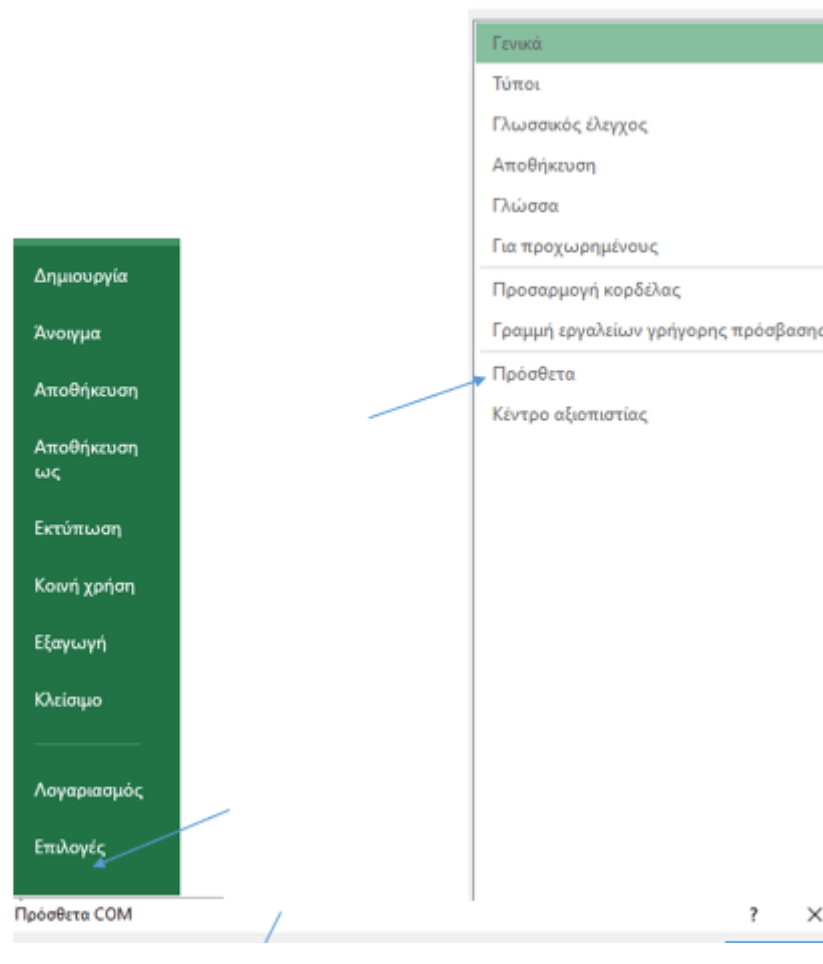


4 | Your seismograph is now connected to the microcontroller and ready to visualize data.

Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Διδασκαλία δημιουργίας σεισμών με το μοντέλο της Υπολογιστικής Παιδαγωγικής STEAM



Δημιουργία

Άνοιγμα

Αποθήκευση

Αποθήκευση ως

Εκτύπωση

Κοινή χρήση

Εξαγωγή

Κλείσιμο

Λογαριασμός

Επιλογές

Πρόσθετα COM

Γενικά

Τύποι

Γλωσσικός έλεγχος

Αποθήκευση

Γλώσσα

Για προχωρημένους

Προσαρμογή κορδέλας

Γραμμή εργαλείων γρήγορης πρόσβασης

Πρόσθετα

Κέντρο αξιοπιστίας

Πρόσθετα COM

Διαθέσιμα πρόσθετα:

- ☒ ExcelDataStreamerAddIn
- ☒ Inquire
- ☒ Microsoft Office PowerPivot for Excel 2013
- ☒ Power View

OK

Ακυρο

Προσθήκη...

Κατάργηση

1 | Plug the Arduino or micro:bit microcontroller into your computer's USB port

2 | Click the Data Streamer tab on the Excel ribbon

3 | Click Connect a Device to connect Excel to the microcontroller

4 | Start Data to begin streaming data into Excel

To connect your device, plug it into your computer via USB and then click "Connect a Device."

Once your device is connected, select "Start Data" to begin streaming data into Excel. If you do not click "Start Data" when your device is plugged in, you will not see any live data.

Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Παράδειγμα 4: Διδασκαλία δημιουργίας ανεμόμετρου και μέτρησης της ταχύτητας του ανέμου με το μοντέλο της Υπολογιστικής Παιδαγωγικής STEAM

Το σενάριο βασίζεται στο Analyzing wind speed with Anemometers το οποίο μπορείτε να βρείτε από την διεύθυνση <https://education.microsoft.com/en-us/hackingStem/lesson/683f344b>



1 | Draw a dashed line 5.5 cm up from the bottom of the cup, all the way around the circumference.



2 | Connect the dashes to make a solid line. Cut the cup on the line.

Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Παράδειγμα : Διδασκαλία δημιουργίας ανεμόμετρου και μέτρησης της ταχύτητας του ανέμου με το μοντέλο της Υπολογιστικής Παιδαγωγικής STEAM

Το σενάριο βασίζεται στο Analyzing wind speed with Anemometers το οποίο μπορείτε να βρείτε από την διεύθυνση <https://education.microsoft.com/en-us/hackingStem/lesson/683f344b>



Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Παράδειγμα : Διδασκαλία δημιουργίας ανεμόμετρου και μέτρησης της ταχύτητας του ανέμου με το μοντέλο της Υπολογιστικής Παιδαγωγικής STEAM

Υπολογισμός της ταχύτητας περιστροφής

Στην συνέχεια ο εκπαιδευτικός θα συζητήσει με τους μαθητές με ποιο τρόπο θα μπορούσε να υπολογισθεί η ταχύτητα περιστροφής σε ένα από τα χάρτινα ποτηράκια.

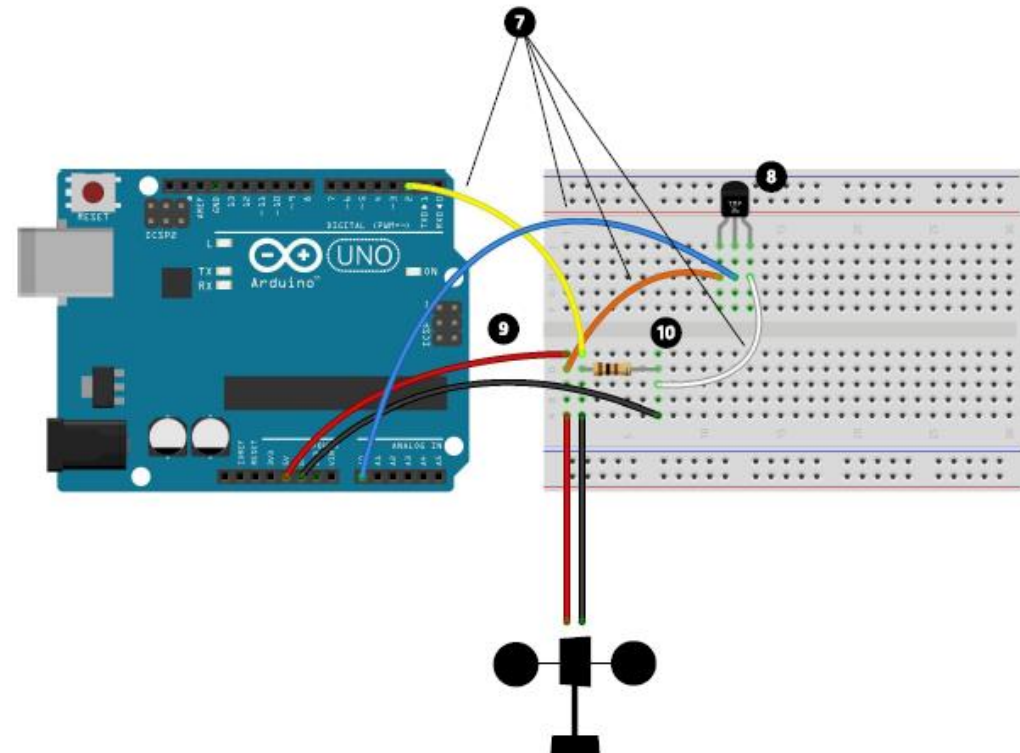
Οι εκπαιδευόμενοι θα μπορούσαν συνεργατικά- με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού- να εκτελέσουν τις παρακάτω ενέργειες.

1. Βάζουμε ένα διακριτό σημάδι σε ένα από τα ποτήρια
2. Αν φυσά στην αυλή του σχολείου τότε πάμε στην αυλή του σχολείου για να κάνουμε το πείραμα. Αν όχι, τότε χρησιμοποιούμε ένα πιστολάκι στεγνώματος μαλλιών ή έναν ανεμιστήρα. Με το χρονόμετρο μετράμε πόσες φορές πέρασε το σημάδι στο ποτήρι από ένα συγκεκριμένο σημείο και έτσι προσδιορίζουμε τον αριθμό των περιστροφών.
3. Προσδιορίζουμε τον αριθμό των περιστροφών/δευτερόλεπτο διαιρώντας το πλήθος των περιστροφών με το χρονικό διάστημα
4. Προσδιορίζουμε την περίμετρο ως το γινόμενο $\pi \cdot \text{διάμετρο}$, όπου η διάμετρος είναι το μήκος που έχει το καλαμάκι που συνδέει τα δυο ποτηράκια, και αν δεν έχουμε κάνει λάθος στο κόψιμο πρέπει να είναι 24cm.
5. Για να υπολογίσουμε την ταχύτητα περιστροφής(σε cm) πολλαπλασιάζουμε τον αριθμό των περιστροφών/δευτερόλεπτο με το μήκος της περιμέτρου
6. Στην συνέχεια μετατρέπουμε την ταχύτητα από cm/sec σε Km/h

Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Διδασκαλία δημιουργίας ανεμόμετρου με το μοντέλο της Υπολογιστικής Παιδαγωγικής STEAM



Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Διδασκαλία δημιουργίας ανεμόμετρου με το μοντέλο της Υπολογιστικής Παιδαγωγικής STEAM

Κωνσταντίνος Καλοβρέκτης – Σαράντος Ψυχάρης



Το έξυπνο σπίτι
στο Εργαστήριο Δεξιοτήτων

Εκπαίδευση STE(A)M

ΒΙΒΛΙΟ 2

ΕΛΛΗΝΟΕΚΔΟΤΙΚΗ



Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Παράδειγμα : Η έξυπνη γκαραζόπορτα

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 15η

Έξυπνη γκαραζόπορτα

Στη δραστηριότητα αυτή θα αυτοματοποιήσει την γκαραζόπορτα η οποία θα πρέπει να ανοίγει όταν ένα όχημα βρεθεί στην περιοχή ανίχνευσης του αισθητήρα απόστασης.

ΥΛΙΚΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Arduino UNO



Σερβοκινητήρας SG90



Καλώδια (αρσενικό – θηλυκό)



Πρόταση σημείου τοποθέτησης του σερβοκινητήρα στο οποίο θα πρέπει να κόψουμε ένα τμήμα ώστε να προσαρμόσουμε την τοποθέτηση του σερβοκινητήρα.

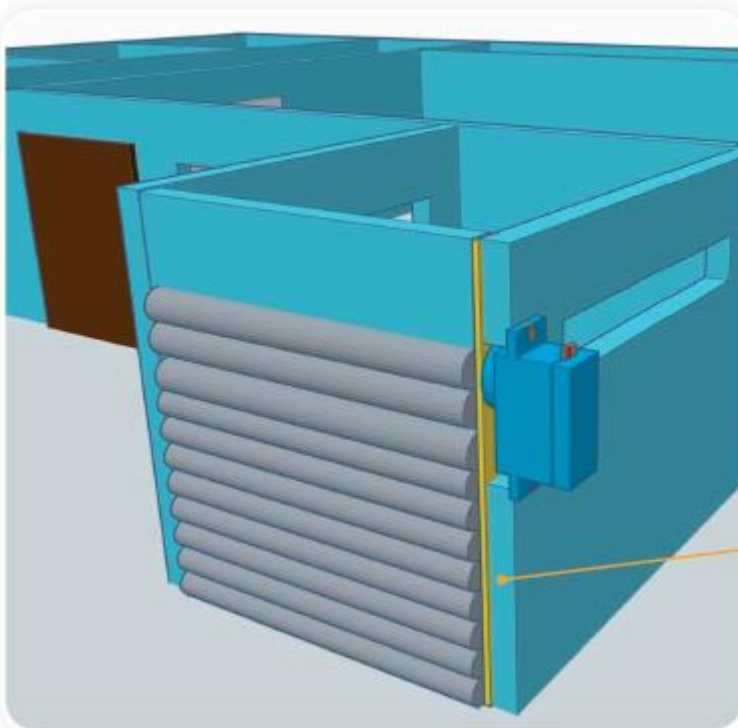


Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

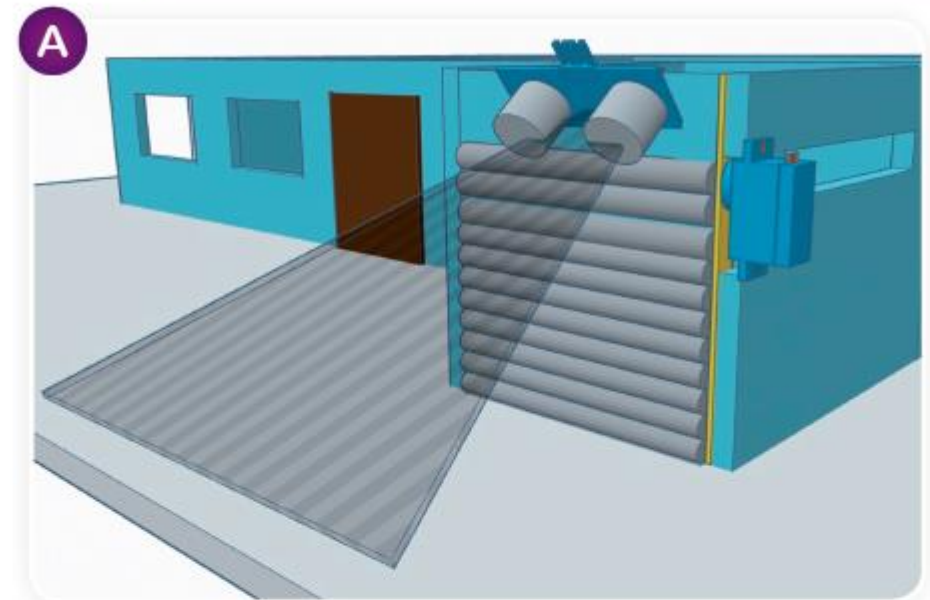
Παράδειγμα : Η έξυπνη γκαραζόπορτα

Πρόταση σημείου τοποθέτησης του σερβοκινητήρα όπου κατά την κίνηση του άξονα θα ανοίγει η γκαραζόπορτα.



Ξυλάκι στο οποίο κολλάμε την πόρτα για να μετακινείται με την κίνηση του άξονα του σερβοκινητήρα!

Πρόταση σημείου τοποθέτησης του αισθητήρα υπερήχων για την ανίχνευση αντικειμένου.



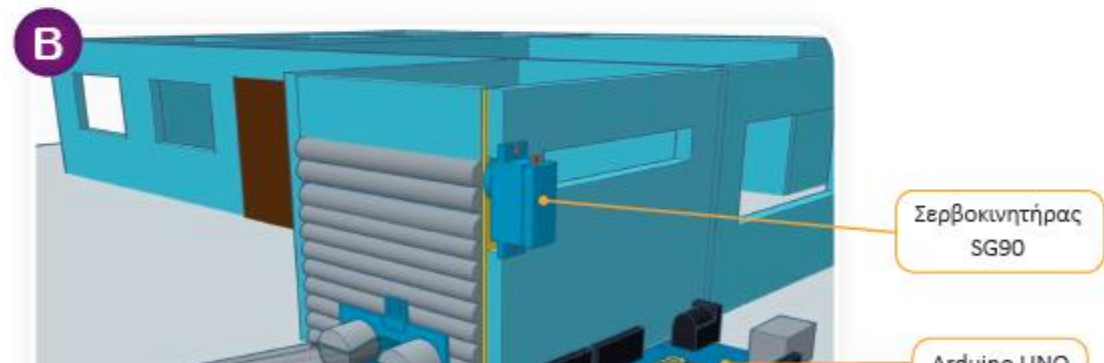
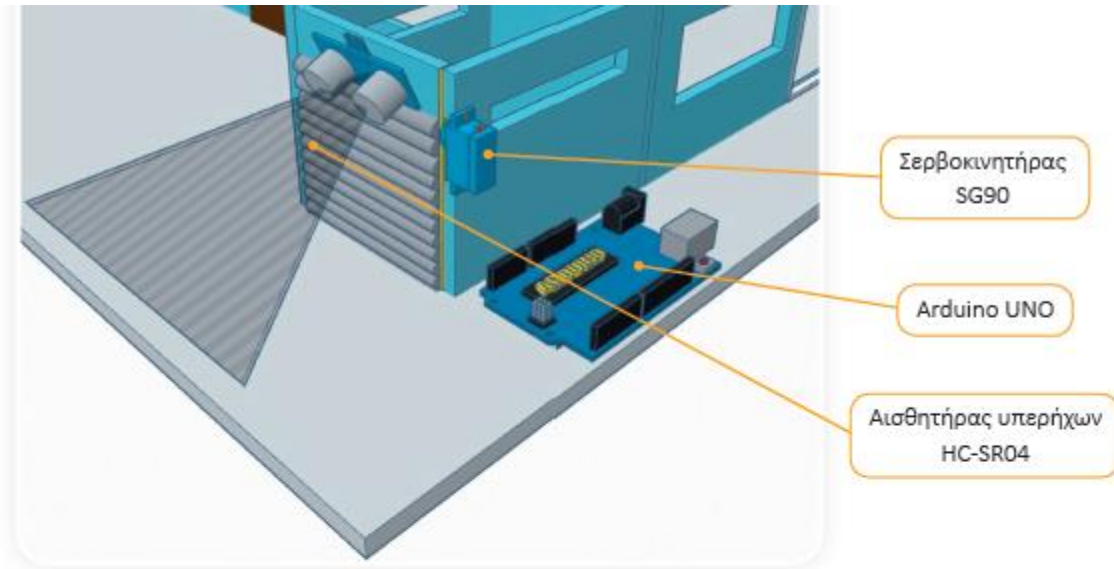
Τι θα πρέπει να προσέξεις στην κατασκευή σου ανάλογα με την επιλογή της θέσης Α ή Β που θα τοποθετήσεις τον αισθητήρα απόστασης;



Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

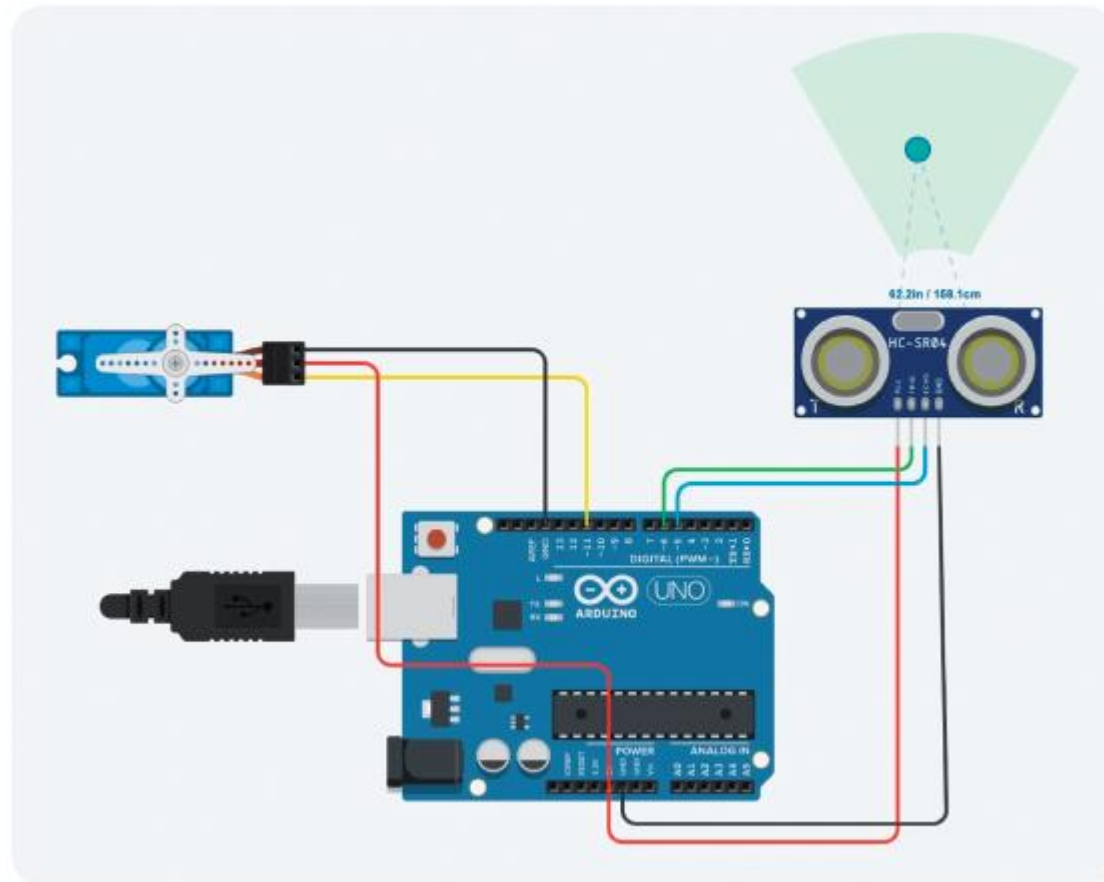
Παράδειγμα : Η έξυπνη γκαραζόπορτα Παιδαγωγικής STEAM



Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Παράδειγμα : Η έξυπνη γκαραζόπορτα



Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Παράδειγμα : Ο έξυπνος κάδος απορριμμάτων

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 16η

Έξυπνος κάδος απορριμμάτων

Στη δραστηριότητα αυτή θα αυτοματοποιήσεις ένα κάδο απορριμμάτων όπου όταν τον πλησιάσεις για να πετάξεις τα σκουπίδια σου, ανοίγει το καπάκι του!

ΥΛΙΚΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Arduino UNO



Σερβοκινητήρας SG90



Αισθητήρας υπερήχων HC-SR04



Καλώδια (αρσενικό – αρσενικό)

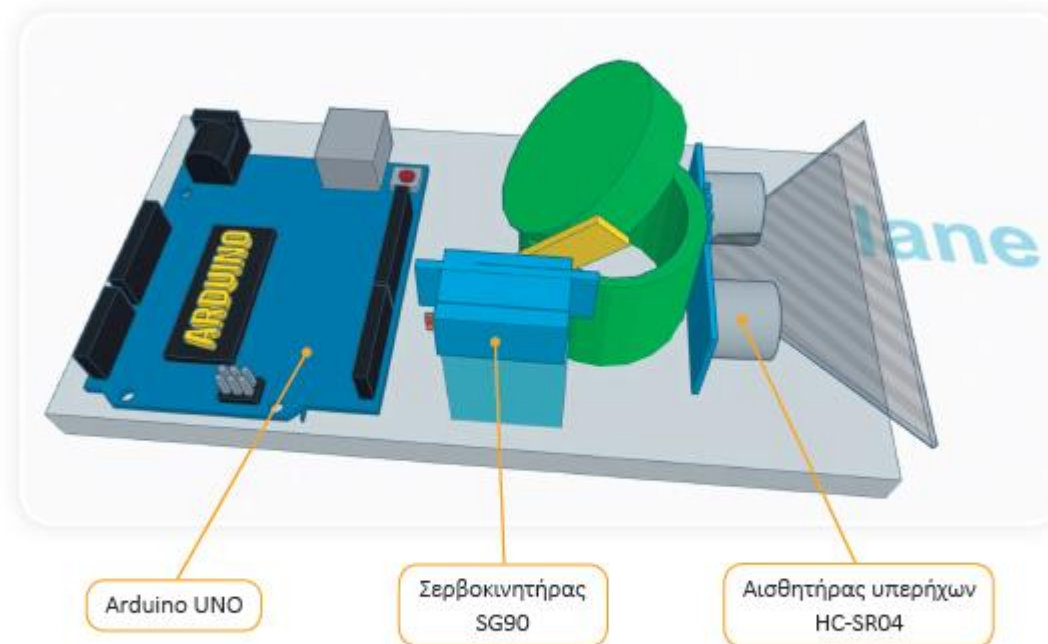


Πρακτικά Θέματα...

Συλλογή πραγματικών δεδομένων-Παραδείγματα

Παράδειγμα : Ο έξυπνος κάδος απορριμμάτων

Πρόταση σημείου τοποθέτησης του σερβοκινητήρα όπου κατά την κίνηση του άξονα θα ανοίγει ο κάδος.



Νέα «παραδείγματα» σε ΠΣ

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

Το φαινόμενο του μικρού κόσμου

1967: Στάνλεϊ Μίγκραμ Καθηγητής Social Psychology στο Harvard-θέλησε να μετρήσει το μέγεθος των κοινωνικών δικτύων μας-πόσους ανθρώπους έχουμε φίλους, πόσους γνωρίζουμε κλπ. Ταχυδρόμησε πακέτα σε 100 ανθρώπους στην Νεμπράσκα και στο Κάνσας ζητώντας να στείλουν στην συνέχεια το πακέτο σε ένα άτομο (ο στόχος) στην Μασσαχουσέτη.

Οι παραλήπτες δεν γνώριζαν που ζούσε ο παραλήπτης ενώ ο ερευνητής ζήτησε από τους 100 ανθρώπους να στείλουν το πακέτο γνωρίζοντας όχι την πόλη που ζούσε αλλά μόνο το μικρό όνομα, το επάγγελμα και άλλο στοιχεία.

Αποτέλεσμα. Τα πακέτα έφθασαν στους σωστούς αποδέκτες μετά από 5 προωθήσεις.

Νέα «παραδείγματα» σε ΠΣ

Η Υπολογιστική Επιστήμη και η

«ολιστική/ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM»-ένα καθιερωμέ

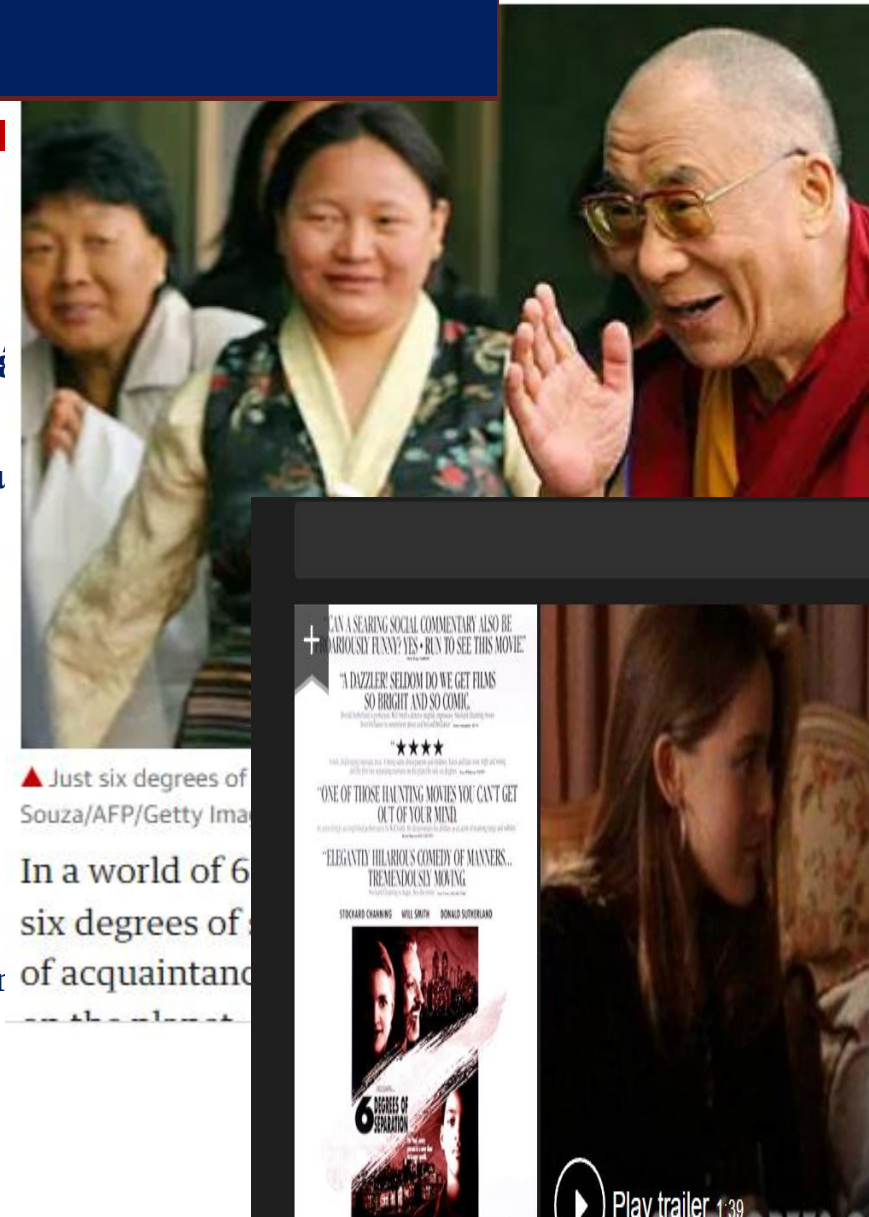
Ένα παράδειγμα σε πρωτόλεια μορφή από την Κοινωνιολογία που αργότερα έγι
Πληροφορική και θεατρική παράσταση

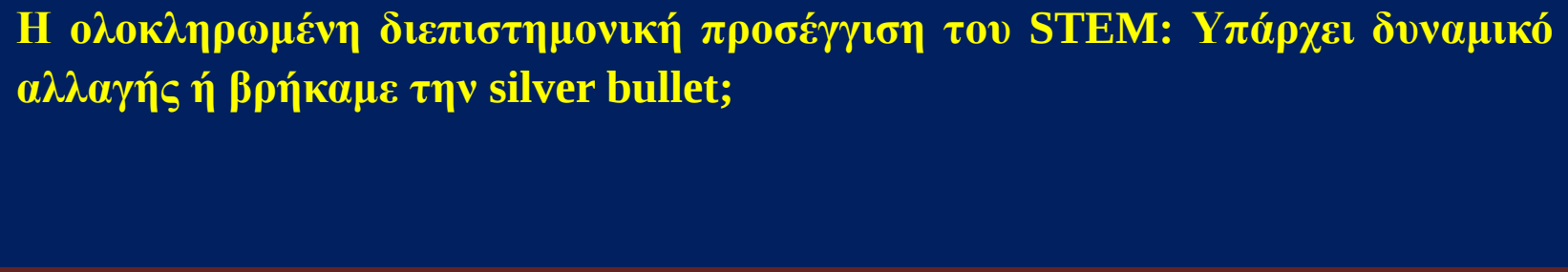
Το φαινόμενο του μικρού κόσμου

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

Η τα σμήνη πτηνών που ακολουθούν τον ηγέτη ..

Giorgio Parisi Nobel Prize 2021-"for groundbreaking contributions to our
physical systems." Ising Model etc





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-

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

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 STEAM integration. Hellenic and International Conference STE(A)M Educators and

Βιβλιογραφία

- 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>