

**Υπολογιστική Παιδαγωγική:**  
**Μια πρόταση εισαγωγής του STEM στην**  
**εκπαίδευση**  
**για την Διδακτική Μαθημάτων Ειδικότητας**  
**και την Παιδαγωγική επάρκεια**  
**στις Επιστήμες των Μηχανικών και τις Θετικές**  
**Επιστήμες**

**Ψυχάρης Σαράντος<sup>1</sup>, Καλοβρέκτης Κωνσταντίνος<sup>2</sup>, Κοτζαμπασάκη Ευαγγελία<sup>3</sup>,**  
**Ιατρού Παρασκευή<sup>5</sup>, Μοσχονησιώτης Στυλιανός<sup>6</sup>, Παλιούρας Αριστείδης<sup>7</sup>,**  
**Σταυρόπουλος Πολύδωρος<sup>8</sup>, Μουρκάκος Παναγιώτης<sup>9</sup>**

<sup>1</sup>Καθηγητής ΑΣΠΑΙΤΕ –E<sup>3</sup>STEM  
[spsycharis@gmail.com](mailto:spsycharis@gmail.com)

<sup>2</sup>Μεταδιδακτορικός Ερευνητής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας-E<sup>3</sup>STEM  
[kkalovr@uth.gr](mailto:kkalovr@uth.gr)

<sup>3</sup> Msc STEM-ΑΣΠΑΙΤΕ-E<sup>3</sup>STEM  
[evikotza@gmail.com](mailto:evikotza@gmail.com)

<sup>5</sup> Msc STEM ΑΣΠΑΙΤΕ-E<sup>3</sup>STEM  
[vivi.iatrou@gmail.com](mailto:vivi.iatrou@gmail.com)

<sup>6</sup> Msc STEM ΑΣΠΑΙΤΕ-E<sup>3</sup>STEM  
[smosmix@gmail.com](mailto:smosmix@gmail.com)

<sup>7</sup> Msc STEM ΑΣΠΑΙΤΕ-E<sup>3</sup>STEM  
[arispaliouras@gmail.com](mailto:arispaliouras@gmail.com)

<sup>8</sup> Msc STEM ΑΣΠΑΙΤΕ-E<sup>3</sup>STEM  
[sv1ahh@gmail.com](mailto:sv1ahh@gmail.com)

<sup>9</sup> Msc STEM ΑΣΠΑΙΤΕ-E<sup>3</sup>STEM  
[pan\\_mour@yahoo.com](mailto:pan_mour@yahoo.com)



Η εισαγωγή του STEM στην εκπαίδευση, ως επιστημολογική προσέγγιση, προκάλεσε πολλές συζητήσεις για τον τρόπο υλοποίησης στην σχολική και τριτοβάθμια εκπαίδευση αλλά και ως προς την φύση του επιστημολογικού περιεχομένου.

## Η αναζήτηση...

Συναφές με την εισαγωγή του STEM είναι και το θέμα της εισαγωγής της **Υπολογιστικής σκέψης** σε συνδυασμό με το **STEM**, της **επιστημολογίας των Μηχανικών (engineering pedagogy)** αλλά και της **μεθοδολογίας** που θα πρέπει να ακολουθηθεί -σε πρακτικό επίπεδο- για την **ολοκλήρωση της επιστημολογίας του STEM στο αναλυτικό πρόγραμμα μαθημάτων** όπως η **Διδακτική μαθημάτων ειδικότητας**» και σε προγράμματα επιμόρφωσης για απόκτηση της Παιδαγωγικής επάρκειας.

## Θα διερευνήσουμε τρέχουσες απόψεις ερευνητών..

- για την υπολογιστική σκέψη,
- την επιστημολογία των μηχανικών
- το STEM
- την υπολογιστική επιστήμη,
- την υπολογιστική παιδαγωγική,

## Θα προτείνουμε...

- την υιοθέτηση του υπολογιστικού πειράματος ως εργαλείου/ μεθοδολογίας υλοποίησης της Υπολογιστικής σκέψης και του computing στην επιστημολογία του STEM

## Θα παρουσιάσουμε....

- συνοπτικά-ένα διδακτικό σενάριο Υπολογιστικής Παιδαγωγικής - STEM για την δίοδο και το transistor

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ (Υ.Σ.) ΚΑΙ Η ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Jeanette Wing, Μάρτιος 2006,

**Εισαγωγή του όρου** Computational Thinking, in the Journal of the Association for Computing Machinery(ACM).

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**

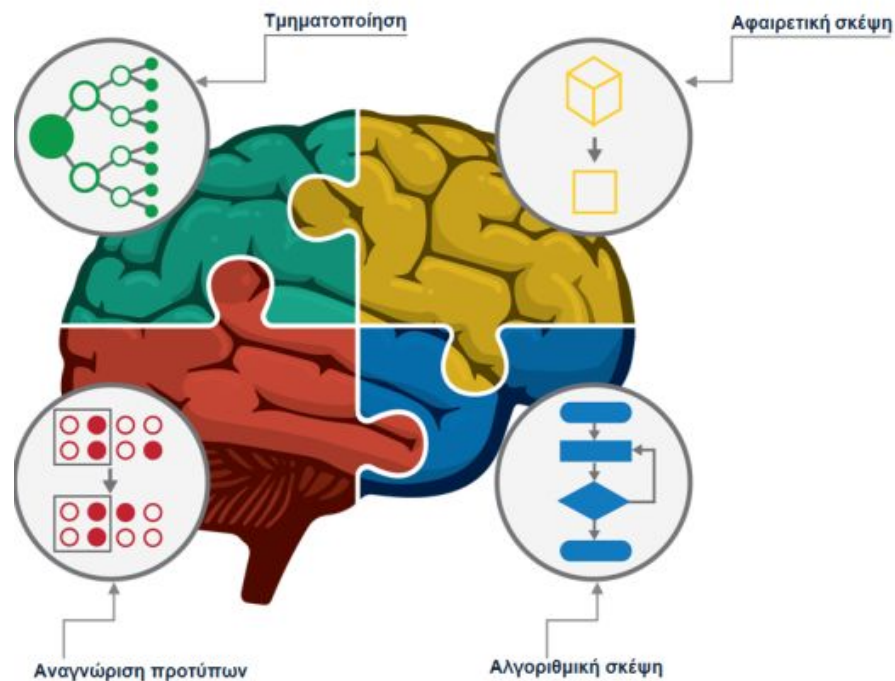
Wing (2008) →

η ΥΣ «**δένει**» **την Μαθηματική σκέψη με την «Μηχανική»- engineering** δίνοντας έμφαση στον σχεδιασμό συστημάτων που θα βοηθήσουν την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων  
Πεποίθηση ότι η ΥΣ είναι **ανεξάρτητη του μαθήματος** και συνδέεται με την επίλυση προβλήματος

# Οπτική εικόνα των διαστάσεων της Υ.Σ

- 1 • Η ικανότητα να σκεφτόμαστε **αλγοριθμικά**.
- 2 • Η ικανότητα να σκεφτόμαστε με όρους **διάσπασης** του προβλήματος.
- 3 • Η ικανότητα να **γενικεύουμε** και να χρησιμοποιούμε πρότυπα
- 4 • Η ικανότητα να σκεφτόμαστε **αφαιρετικά** με την επιλογή των αναπαραστάσεων.
- 5 • Η ικανότητα να **αξιολογούμε** ένα μοντέλο

Η Υπολογιστική Σκέψη →



## ΠΑΓΩΓΙΚΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ (ENGINEERING EDUCATION)

*Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε στην σύγχρονη κοινωνία είναι πολυδιάστατα και πολλά από αυτά απαιτούν για την λύση τους την «ολοκλήρωση» πολλών εννοιών από τα γνωστικά αντικείμενα του STEM*

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

Σύμφωνα με την Shirey(2017) η «Μηχανική» μπορεί να διαιρεθεί σε «περιεχόμενο της Μηχανικής» και σε «σχεδιασμό με την Μηχανική»

*( the discipline of engineering can be divided into engineering content and engineering design).*

## Το περιεχόμενο της «Μηχανικής»

Το περιεχόμενο προκύπτει από την τομή της Επιστήμης (Φ.Ε.) των Μαθηματικών και της ανάγκης να χρησιμοποιηθούν εργαλεία με τα οποία οι Μηχανικοί μπορούν να σχεδιάσουν λύσεις για συγκεκριμένα προβλήματα τα οποία θα υπόκεινται σε συγκεκριμένους περιορισμούς (Shirey, 2017)»

## Ο «σχεδιασμός της Μηχανικής»

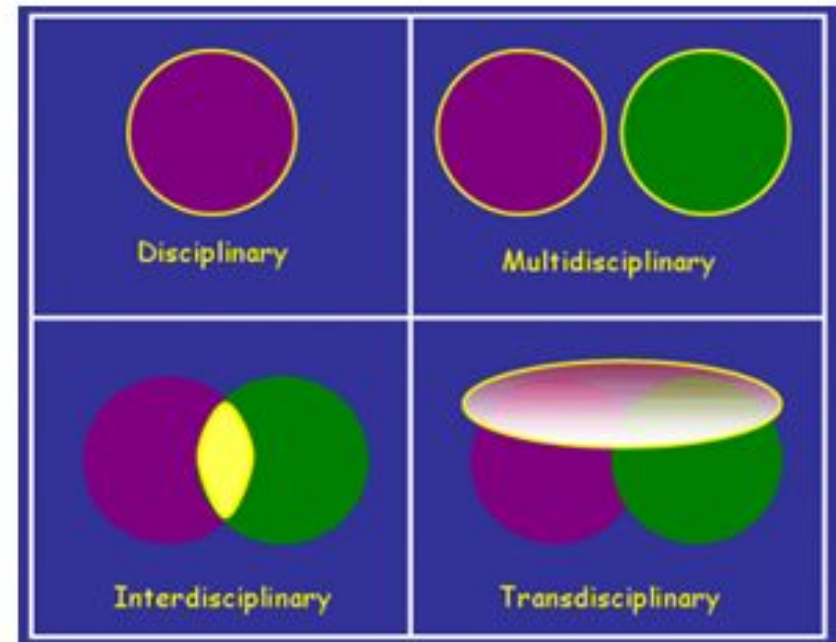
Ο «σχεδιασμός των Μηχανικών» είναι η διαδικασία ενός επαναληπτικού κύκλου (iterative cycle) ορισμού προβλημάτων, ιδεών για την επίλυση προβλήματος, συλλογής, επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων, μεθόδων βελτιστοποίησης, και επικοινωνίας των λύσεων και μπορεί να αξιοποιηθεί διδακτικά στο πλαίσιο της

# Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ STEM

## ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΤΗΤΑ

## ΔΙΑ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΤΗΤΑ

Η ιδέα ενός «ολοκληρωμένου» αναλυτικού προγράμματος (Α.Π) βασίσθηκε στις αρχές του εποικοδομητισμού (βλ. π.χ.. Satchwell & Loerr, 2002) και προέρχεται επίσης και από το γεγονός ότι τα προβλήματα του πραγματικού κόσμου δεν διαχωρίζονται σε μεμονωμένες γνωστικές περιοχές, όπως αυτές διδάσκονται στην σχολική εκπαίδευση», αλλά η επίλυσή τους απαιτεί την «ολοκλήρωση» γνωστικών περιοχών (Ψυχάρης κ.α., 2018).





## ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΤΗΤΑ

*Σύμφωνα με μια άποψη, το επιστημολογικό περιεχόμενο του STEM εδράζεται στην διεπιστημονική (interdisciplinary) προσέγγιση διδασκαλίας (Wang et al., 2011).*

*«Η «διεπιστημονική προσέγγιση ακολουθεί αθροιστική λογική και συσχετίζει μεμονωμένους παράγοντες από διάφορους επιστημονικούς κλάδους. Η διεπιστημονική προσέγγιση χρησιμοποιεί την συνθετική αντίληψη, άλλες οπτικές θεωρήσεις και αποδέχεται εναλλακτικές θεωρήσεις» (Αποστολίδου, 2004).*

# Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ STEM

## ΔΙΑ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΤΗΤΑ

Με την ανάπτυξη της συστημικής επιστήμης προτάθηκε και ο όρος δια-επιστημονική προσέγγιση (transdisciplinary approach) ως επιστημολογική προσέγγιση για την ολοκλήρωση του STEM στην εκπαίδευση.

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 τους αντικειμένου, ενώ επιχειρούν να «καταλάβουν» τις πολυπλοκότητες του «όλου» προβλήματος και όχι τμήματα αυτού (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017, Ψυχάρης κ.α., 2018).

# Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ STEM

## ΔΙΑ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΤΗΤΑ

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**.

- Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, υπάρχουν δυο τρόποι ένταξης του STEM στα αναλυτικά προγράμματα: η ολοκλήρωση πλαισίου (context integration) και η ολοκλήρωση περιεχομένου (content integration) (Roehrig et al, 2012).

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, υπάρχουν δυο τρόποι ένταξης του STEM στα αναλυτικά προγράμματα:

- ❑ η ολοκλήρωση πλαισίου (**context integration**)
- ❑ και η ολοκλήρωση περιεχομένου (**content integration**) (Roehrig et al, 2012).

# Ολοκλήρωση πλαισίου (**context integration**)

Στην ολοκλήρωση πλαισίου η εστίαση γίνεται σε ένα από τα γνωστικά αντικείμενα του STEM και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται δραστηριότητες από άλλα γνωστικά αντικείμενα για να κάνουν περισσότερο κατανοητό και συναφές το περιεχόμενο από το πρώτο γνωστικό αντικείμενο

(Roehrig et al, 2012).

### Ολοκλήρωση περιεχομένου (content integration)

Η Ολοκλήρωση περιεχομένου (Content integration) εστιάζει στην ένωση (merging of the content fields) σε μια μοναδική δραστηριότητα αναλυτικού προγράμματος ώστε να «μελετηθούν» τα φαινόμενα ως «μεγάλες ιδέες» από πολλαπλές γνωστικές περιοχές (Roehrig et al, 2012).

Επειδή η προσέγγιση αυτή πρέπει να βρει συσχετίσεις και να αναδειχθεί η «μεγάλη ιδέα» ως ολότητα θεωρούμε ότι συνδέεται με την **δια-επιστημονική προσέγγιση** (Ψυχάρης κ.α.,2018).

Στην προσέγγιση αυτή η εστίαση είναι πάνω στην «μεγάλη ιδέα», όπου οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται:

I.στην δόμηση των εννοιών από τα τέσσερα γνωστικά αντικείμενα,

II.χρησιμοποιούν το engineering design,

III.κατά την διάρκεια της ενότητας του μαθήματος σχεδιάζουν και υλοποιούν μια κατασκευή.

# Η ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ (Υ.Ε.)

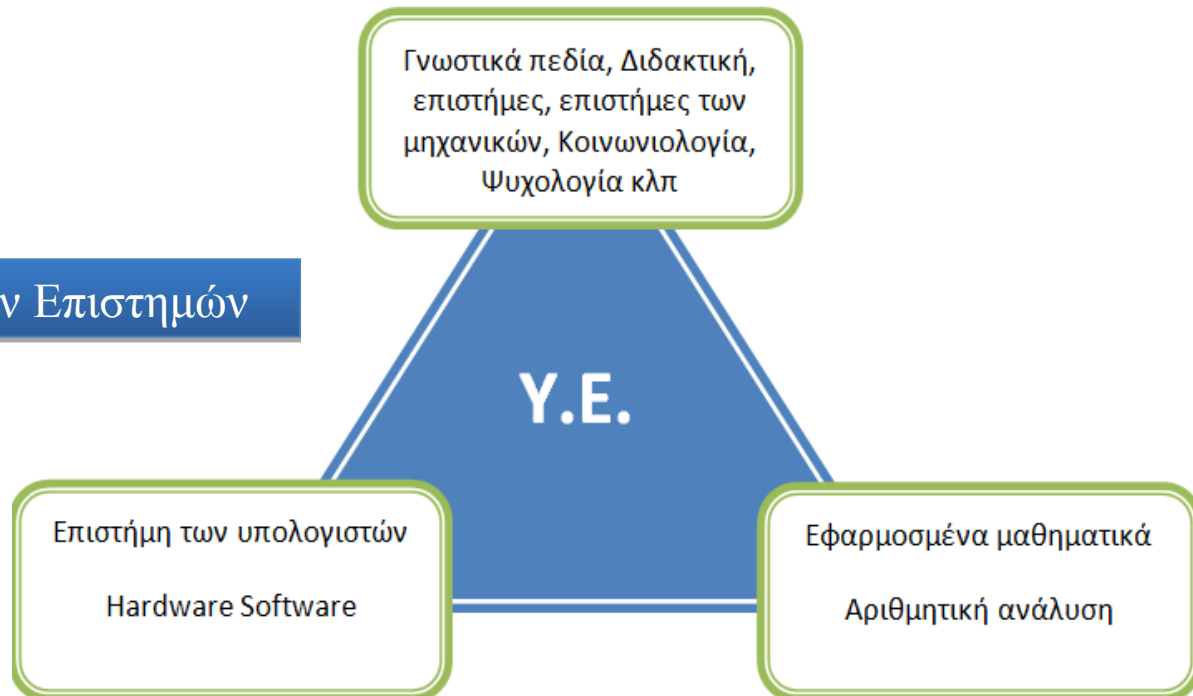
Η Υ.Ε. ορίζεται ως η επιστήμη που περιλαμβάνει τρεις περιοχές:

I.τη μαθηματική μοντελοποίηση φαινομένων,

II.τις αριθμητικές μεθόδους για επιστημονικούς υπολογισμούς και οπτικοποίηση και

III.την γνωστική περιοχή που επιχειρεί να μελετήσει (Yasar κ.α., 2006).

Η Υ.Ε. ως τομή τριών Επιστημών





## Η ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ (Υ.Ε.)

Τα παραπάνω οδήγησαν στην έννοια της υπολογιστικής προσέγγισης και του υπολογιστικού πειράματος (Υ.Π) όπου το μοντέλο, η προσομοίωση και το υπολογιστικό πείραμα παίρνουν τη θέση του «κλασικού» πειράματος  
(Landau et al., 2008)

Μια από τις βασικές αρχές / μεθοδολογίες αυτού του επιστημονικού πεδίου είναι ο μετασχηματισμός ενός φυσικού φαινομένου από το επίπεδο της αφαίρεσης (σύνδεση με την Υ.Σ.) στο επίπεδο του μοντέλου (σύνδεση με την Υ.Σ.) και στη συνέχεια στο μετασχηματισμό σε ένα υπολογιστικό μοντέλο το οποίο θα κριθεί για την επαλήθευση, αποτίμηση και την εγκυρότητά του (σύνδεση με την συλλογή και ανάλυση δεδομένων, την εύρεση μοτίβο στα δεδομένα κλπ).

Συνοψίζοντας:

Η έννοια  
της υπολογιστικής προσέγγισης και  
του υπολογιστικού πειράματος

Με τον όρο υπολογιστική προσέγγιση-υπολογιστικό πείραμα στις επιστήμες εννοούμε την **μεθοδολογία που θεωρεί τα πειράματα με υπολογιστή ως βασικό εργαλείο της επιστήμης** και της διδασκαλίας σε όλα τα επίπεδα της εκπαιδευτικής και διδακτικής ακολουθίας (Hjorth-Jensen, 2007).

Τα δεδομένα ενός υπολογιστικού πειράματος προέρχονται όχι από το φυσικό εργαστήριο αλλά από έναν «εικονικό» κόσμο, αλλά είναι ισοδύναμα με αυτά που θα προέρχονταν από τον φυσικό κόσμο.

# ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ (SIMULATION MODEL)



*Το παράδειγμα επίλυσης προβλήματος με χρήση της Υπολογιστικής Επιστήμης-Υπολογιστικού πειράματος, και των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση  
(Landau et al., 2008; Psycharis, 2015, Ψυχάρης κ.α., 2018)*

# ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ (SIMULATION MODEL)

Στην βιβλιογραφία το μοντέλο θεωρείται η βάση της επιστημονικής αιτιολόγησης (π.χ.. Nersessian, 1999) εξαιτίας των βασικών λειτουργιών του, όπως: η «απλοποίηση» πολύπλοκων φαινομένων (π.χ. Gilbert, 2008); η «υποστήριξη» της εξήγησης «όμοιων» φαινομένων (e.g. Windschitl et al., 2008) - σύνδεση με την Υ.Σ. λόγω της αναγνώρισης προτύπων, η δυνατότητα να στηρίζονται γενικεύσεις και η δυνατότητα υποστήριξης οπτικοποίησης αφηρημένων εννοιών (π.χ. Clement, 2008).

Από τα παραπάνω δεν είναι δύσκολο να αναγνωρίσει κανείς στις κύριες λειτουργίες του μοντέλου, τις βασικές διαστάσεις της Υ.Σ., όπως τεκμηριώνεται και από τους Brennan & Resnick (2012), όπου αυτές σχετίζονται με τις «υπολογιστικές» - computational έννοιες, τις υπολογιστικές πρακτικές και τις υπολογιστικές «προοπτικές» στην επίλυση προβλημάτων.

# Η ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ (COMPUTATIONAL PEDAGOGY)

Ο σκοπός μας τώρα είναι να επιχειρήσουμε μια σύνθεση όλων αυτών, να δημιουργήσουμε **ένα πρότυπο, να εντάξουμε το STEM στην εκπαίδευση ως Υπολογιστική Παιδαγωγική**, υιοθετώντας την προσέγγιση της ένταξης του STEM **ως περιεχόμενο που στηρίζεται στην δια-επιστημονικότητα.**

*Το μοντέλο –με την αφαιρετική του δομή-συνδέεται με την Υ.Σ. μόνο ως προς την επαγωγική διάσταση της διδασκαλίας. Για να αποσαφηνίσουμε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σύμφωνα με τον Yasar (2013), οι υπολογιστικές μοντελοποιήσεις και προσομοιώσεις μας παρέχουν αρχικά μια παραγωγική (deductive) παιδαγωγική προσέγγιση, καθώς μας παρέχουν αρχικά ένα θέμα-ενότητα σε ένα απλοποιημένο πλαίσιο και στη συνέχεια οι εκπαιδευόμενοι «προχωρούν βαθύτερα» καθώς αυξάνεται το ενδιαφέρον τους*

Χρησιμοποιεί τους χώρους υποθέσεων, πειραματισμού και γενίκευσης

Ο χώρος της γενίκευσης συνδέεται προφανώς με την αναγνώριση προτύπων.

# Η πρότασή μας, που ενσωματώνει την Υ.Ε., την Παιδαγωγική των Μηχανικών και την επιστημολογία (δια-επιστημονική) του STEM

Οι χώροι του Υπολογιστικού Πειράματος	Τα στάδια - χαρακτηριστικά της ανακαλυπτικής / διερευνητικής Μάθησης (Asay & Orgill, 2010; Pathway Project, <a href="http://pathway.ea.gr/">http://pathway.ea.gr/</a> )	Διαστάσεις της Υ.Σ.- Παιδαγωγική των Μηχανικών
Ο χώρος των Υποθέσεων	Ερώτηση	<p><b>Διαστάσεις Υ.Σ.:</b> Παραγωγική μορφή του μοντέλου</p> <p><b>Παιδαγωγική των Μηχανικών:</b> Επίδειξη τεχνουργήματος μηχανικής σχεδίασης</p>
Ο χώρος του Πειράματος	<p>Συλλογή δεδομένων (απόδειξη)</p> <p>Ανάλυση</p> <p>Εξήγηση</p>	<p><b>Διαστάσεις Υ.Σ.:</b> Έλεγχος –επαγωγικά- του μοντέλου. Αλγοριθμική διαδικασία, τμηματοποίηση του προβλήματος, αποσφαλμάτωση ανάλογα με το αν τα δεδομένα είναι συμβατά με την βιβλιογραφία</p> <p><b>Παιδαγωγική των Μηχανικών:</b> Στον χώρο του πειράματος πραγματοποιείται και ο σχεδιασμός και η κατασκευή, γίνεται ο έλεγχος των υλικών σε σύνδεση με τις έννοιες που αναπτύσσονται κατά την διάρκεια του μαθήματος κλπ.</p>
Ο χώρος των Προβλέψεων	<p>Σύνδεση</p> <p>Επικοινωνία</p> <p>Αναστοχασμός</p>	<p><b>Διαστάσεις Υ.Σ.:</b> Αναγνώριση προτύπων, αναγνώριση μαθηματικών προτύπων και μοτίβο σε δεδομένα</p> <p><b>Παιδαγωγική των Μηχανικών:</b> Τμήματα της σχεδίασης ελέγχονται για χρήση σε άλλες κατασκευές.</p>

γνωστική περιοχή της υπολογιστικής επιστήμης με την προσθήκη της υπολογιστικής σκέψης και της επιστημολογίας των μηχανικών



**πείραμα με την προσθήκη της artifact κατασκευής, της υπολογιστικής σκέψης και της επιστημολογίας των μηχανικών**

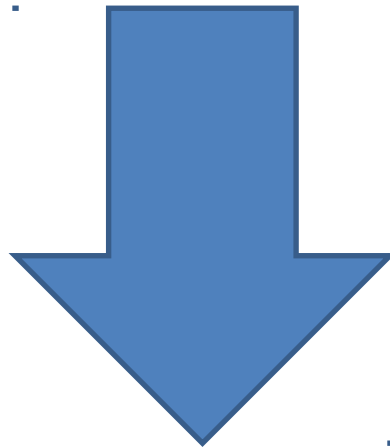




# Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ

## ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΠΟ ΤΑ ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΤΟΥ STEM

Δίοδος και Τρανζίστορ

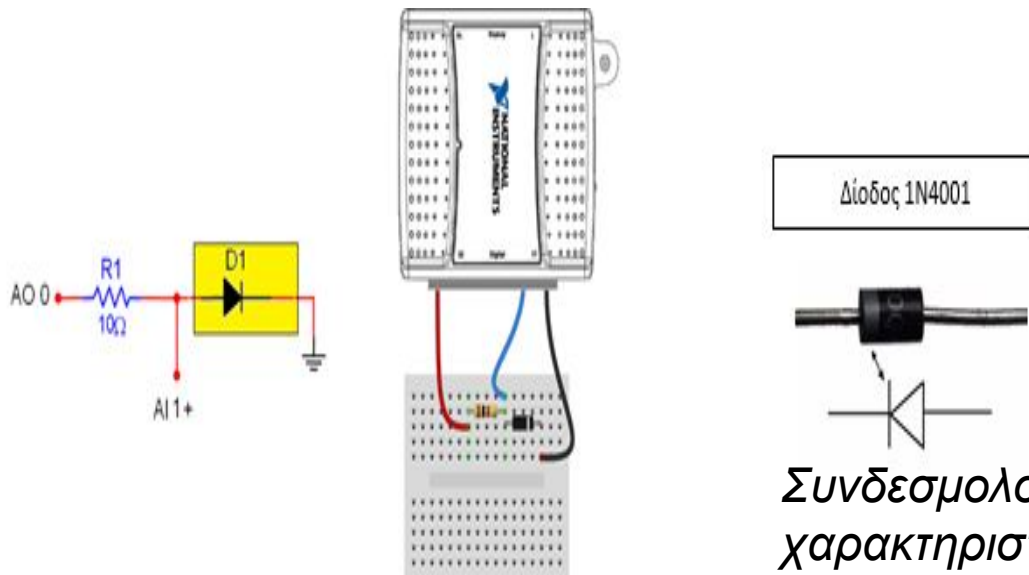


Συζήτηση με άλλα φαινόμενα

Αξιοποίηση video

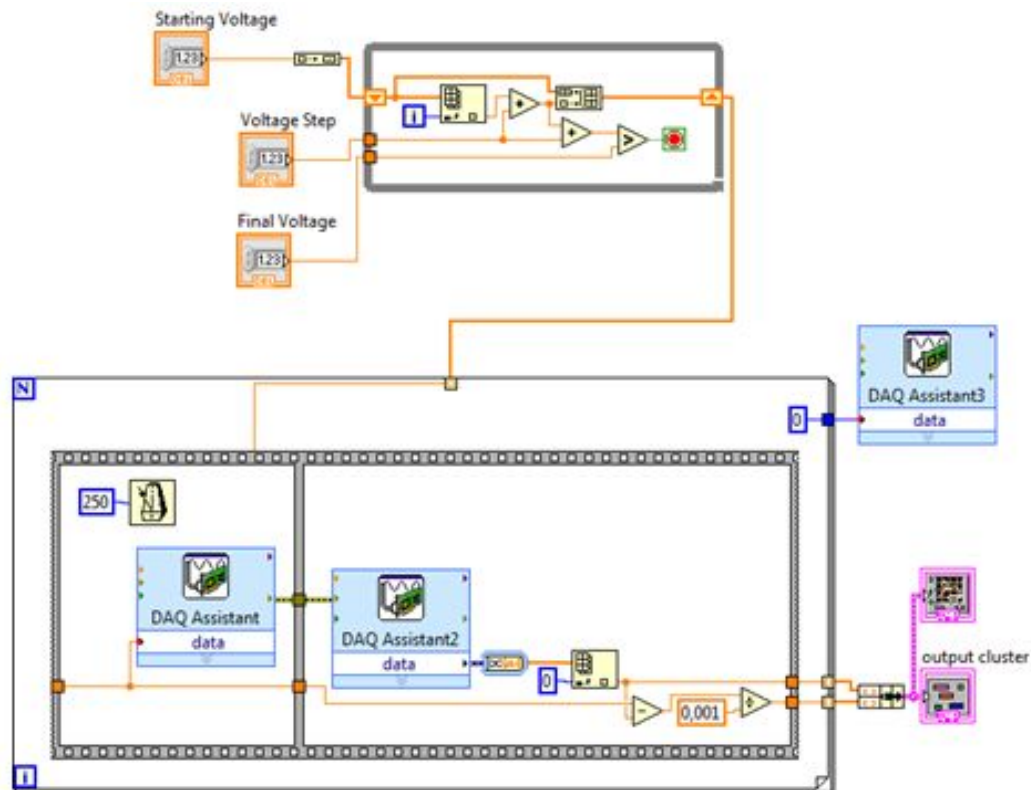
**Βήμα 1<sup>ο</sup>:** Για τη συλλογή δεδομένων οι μαθητές χρησιμοποιούν την μονάδα DAQ 6008. Εξηγούμε στους μαθητές τις εισόδους και εξόδους της συσκευής η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως σύστημα συλλογής των δεδομένων (data acquisition system) **στοιχείο της προσέγγισης κατά STEM.**

**Βήμα 2<sup>ο</sup>:** Οι μαθητές κατασκευάζουν το παρακάτω ηλεκτρικό κύκλωμα, και εξηγούν το ρόλο της αντίστασης R1 που θα χρησιμοποιηθεί για ως δεδομένο κατά τον προγραμματισμό σε περιβάλλον LabVIEW. Χρησιμοποιούν δίοδο με υλικό κατασκευής το Πυρίτιο (Τάση αποκοπής  $S_i=0,7V$ ), για παράδειγμα την δίοδο 1N4001.



Συνδεσμολογία για την παραγωγή της χαρακτηριστικής  $V-I$  σε δίοδο-*physical computing*

**Βήμα 3ο:** Οι μαθητές δημιουργούν το πρόγραμμα σε LabVIEW για την πειραματική μελέτη της χαρακτηριστικής όπως απεικονίζεται παρακάτω. Οι μαθητές μπορούν μέσω του κώδικα να ορίσουν το πεδίο τιμών της τάσης τροφοδοσίας του κυκλώματος ορίζοντας κβαντικά τις τιμές παραγωγής της τάσης τροφοδοσίας.

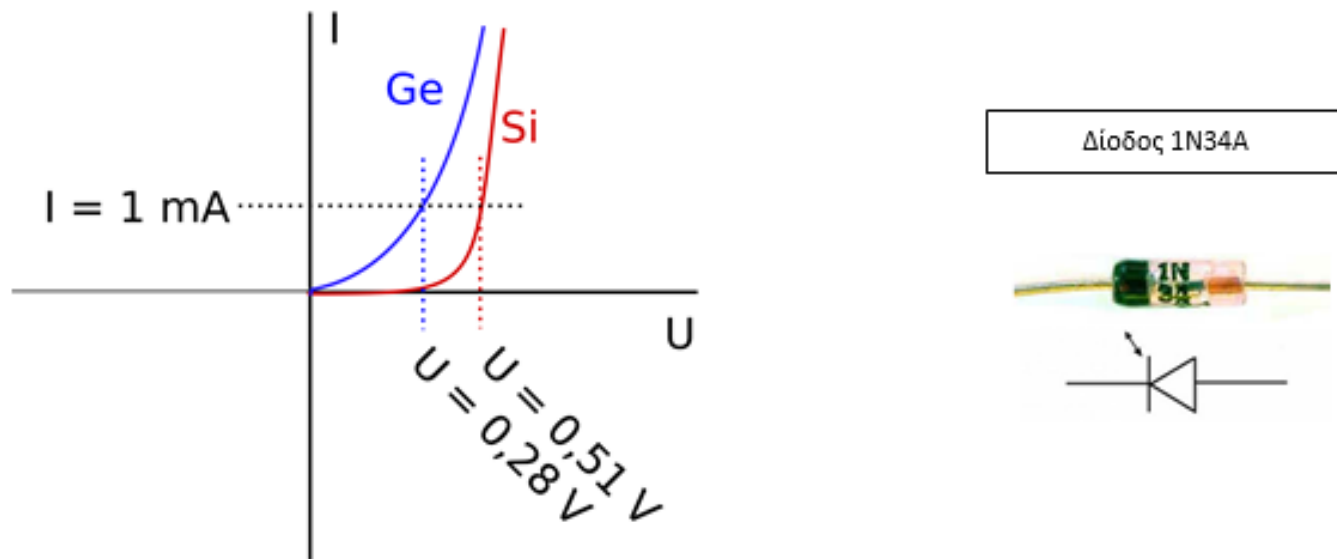


*Κώδικας Labview για την παραγωγή της χαρακτηριστικής V-I σε δίοδο*

**Βήμα 4ο:** Προτρέπουμε του μαθητές να συλλέξουν την οπτική παράσταση του γραφήματος εξόδου κατά τη διάρκεια του πειράματος ώστε να την ενσωματώσουν στο φύλλο εργασίας τους. **(χώρος πειράματος-συλλογή και ανάλυση δεδομένων)**

**Βήμα 5ο:** Προτρέπουμε του μαθητές να αποθηκεύσουν τα δεδομένο του παραγόμενου πίνακα (output cluster) και να δημιουργήσουν την χαρακτηριστικής V-I με το λογισμικό Excel

**Βήμα 6ο:** Προτρέπουμε τους μαθητές να επαναλάβουν τα βήματα 2 έως 4 χρησιμοποιώντας δίοδο με υλικό κατασκευής το Γερμάνιο ( $U_G=0,3V$ ), για παράδειγμα την δίοδο 1N34A.



*Εικόνα 7: Σύγκριση διόδων-εξαγωγή συμπερασμάτων-χώρος πειράματος-αναγνώριση προτύπων(εκθετική μορφή)*

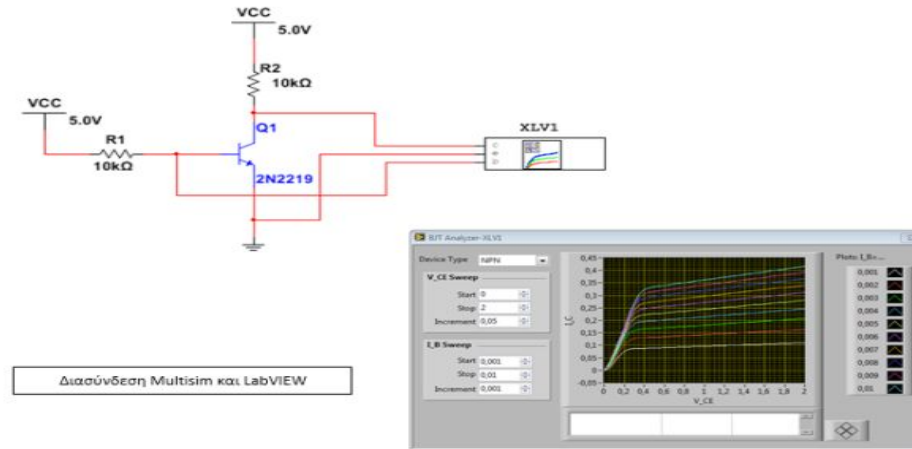
**Βήμα 7ο:** **Συμπεράσματα-γενίκευση-χώρος προβλέψεων.**

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ IC ΕΝΟΣ BJT ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ

**Βήμα 1ο:** Γίνεται επίδειξη του παρακάτω video για την αρχή λειτουργίας του transistor (Χώρος υποθέσεων) <https://www.khanacademy.org/science/in-class-12th-physics-india/in-in-semiconductors/modal/v/transistor-working-class-12-india-physics-khan-academy>.

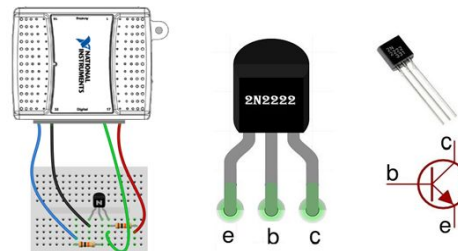
Εικονική ανακάλυψη της καμπύλης IC ενός BJT τρανζίστορ.

**Βήμα 2ο:** Για την εύρεση της καμπύλης IC οι μαθητές πραγματοποιούν την παρακάτω σχεδίαση με χρήση λογισμικού Multisim και LabVIEW.



**Εικόνα 8:** Χώρος πειράματος-κώδικας Labview

**Βήμα 3ο:** Οι μαθητές έχοντας κατανοήσει τη συνδεσμολογία της διάταξης κατασκευάζουν το παρακάτω κύκλωμα χρησιμοποιώντας την μονάδα DAQ 6008.



**Χώρος πειράματος – physical computing**

**Βήμα 4ο:** Τροποποιούν τον κώδικα του παραδείγματος της διόδου εισάγοντας μια ακόμη πηγή σταθερής τάσης.

**Βήμα 5ο:** Επαληθεύουν την παραγωγή της καμπύλης IC για το τρανζίστορ 2N2222.

Αρα, η ολοκληρωμένη εικόνα για την εισαγωγή του STEM στην εκπαίδευση πρέπει να λαμβάνει υπόψη της

A.την μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος,

B. την δια-επιστημονική προσέγγιση

C.και να υλοποιείται ως μεθοδολογία επίλυσης προβλήματος με την διερευνητική / ανακαλυπτική μάθηση (inquiry based learning) αξιοποιώντας τις διαστάσεις της Υ.Σ. και την Παιδαγωγική των Μηχανικών.

# Ωρα για δραστηριοποίηση...

Το πως μπορούν να υλοποιηθούν τα παραπάνω στο εκπαιδευτικό μας σύστημα είναι ένα πρόβλημα του οποίου η λύση μπορεί να είναι η δημιουργία STEM - Υ.Σ. – Μηχανικής σχεδίασης δραστηριοτήτων που θα συνοδεύουν τα νέα αναλυτικά προγράμματα και θα υιοθετήσουν τα υπολογιστικά μοντέλα (Υ.Ε.).

Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να δημιουργηθούν με βάση τις παρακάτω αρχές:

- 1.Δραστηριότητες Υ.Σ. για πραγματικά προβλήματα.**
- 2.Μεθόδους επίλυσης αυθεντικών προβλημάτων μέσω υπολογιστικών μοντέλων με διδακτική αναπλαισίωση.**
- 3.Εφαρμογές problem based learning και STEM για φαινόμενα αυθεντικά.**
- 4.Physical computing (Arduino, raspberry, Labview κλπ) και εφαρμογές μέσω κατάλληλων διδακτικών σχεδιασμών.**
- 5.Αξιοποίηση ΤΠΕ εργαλείων, αλλά σε συνδυασμό με το επιστημολογικό περιεχόμενο του STEM.**
- 6.Εξ αποστάσεως εκπαίδευση, αλλά σε συνδυασμό με το STEM, π.χ. απομακρυσμένα εργαστήρια κλπ**