

# Το Υπολογιστικό Πείραμα με τη βοήθεια Γνωστικών Εργαλείων σε Ανακαλυπτικές και Κατασκευαστικές Προσεγγίσεις STEM

Δρ Κορρές Κωνσταντίνος

Δρ Διδακτικής Θετικών Επιστημών με Νέες Τεχνολογίες  
Επιστημονικός συνεργάτης Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε., Ε.Κ.Π.Α.

[korres.konstantinos@gmail.com](mailto:korres.konstantinos@gmail.com)

[www.kkorres.mysch.gr](http://www.kkorres.mysch.gr)

## Στόχοι της παρουσίασης

- Παρουσίαση της μεθοδολογίας του υπολογιστικού πειράματος σε ανακαλυπτικές/κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM
- Διερεύνηση του τρόπου αξιοποίησης των υπολογιστικών γνωστικών εργαλείων στις ανακαλυπτικές/κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM
- Αποτελέσματα ερευνών σχετικών με τα πλεονεκτήματα της χρήσης υπολογιστικών γνωστικών εργαλείων στη μάθηση των αντικειμένων STEM
- Παράδειγμα ανακαλυπτικής/κατασκευαστικής προσέγγισης STEM με τη μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος, στη διδασκαλία του προσεγγιστικού υπολογισμού της στιγμιαίας ταχύτητας (Excel, Mathematica, Matlab ή Octave και Geogebra).

## Εισαγωγή

- Τα υπολογιστικά περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να υποστηρίξουν την κατασκευαστική και τη διερευνητική μάθηση (constructive and inquiry based learning) (Scardamalia & Bereiter 1991, Fund, 2007).
- Τα υπολογιστικά γνωστικά ή νοητικά εργαλεία (cognitive tools or mindtools), μπορούν να αξιοποιηθούν στα πλαίσια της διερευνητικής και ανακαλυπτικής μάθησης (inquiry based and discovery learning), ως διανοητικοί συνεργάτες των μαθητών, για τη δημιουργία μιας «γνωστικής σκαλωσιάς» (scaffolding) προς την «ουσιαστική μάθηση» (meaningful learning) (Korres, 2018, 2007, Jonassen, 2000).
- Στις προσεγγίσεις STEM χρησιμοποιούνται κυρίως προσεγγίσεις ανακαλυπτικής/κατασκευαστικής μάθησης:
  - α) Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων, με προβλήματα προερχόμενα από τα αντικείμενα του STEM.
  - β) Οι μαθητές χρησιμοποιούν υπολογιστικά γνωστικά εργαλεία σε όλες τις φάσεις των δραστηριοτήτων ανακαλυπτικής/κατασκευαστικής μάθησης.

## Οι προσεγγίσεις STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics approaches)

- Οι προσεγγίσεις STEM ενσωματώνουν έννοιες που συνήθως διδάσκονται σε ξεχωριστά μαθήματα σε διαφορετικές τάξεις και υποστηρίζουν την εφαρμογή της γνώσης σε πραγματικές καταστάσεις.
- Ένα μάθημα σε μια τάξη STEM περιστρέφεται γύρω από την επίλυση πραγματικών προβλημάτων (problem solving) και υποστηρίζει τη μάθηση μέσω ερευνητικής εργασίας (project based learning).
- Οι προσεγγίσεις STEM υποστηρίζουν την εγκάρσια δια-επιστημονικότητα (transdisciplinary approach), όπου προκειμένου να μελετηθούν προβλήματα σε ένα από τα αντικείμενα του STEM, χρησιμοποιούνται μέθοδοι από ένα ή περισσότερα από τα υπόλοιπα αντικείμενα του STEM.
- Από τη διεπιστημονική (interdisciplinary) προσέγγιση STEM, όπου ένα θέμα μελετάται από τις επιστήμες του STEM με τις επιμέρους μεθόδους της κάθε επιστήμης, έχουμε τη δια-επιστημονική (transdisciplinary) προσέγγιση STEM, όπου για την επίλυση ενός πραγματικού προβλήματος μεταφέρεται εμπειρία από τις επιστήμες του STEM και παράγεται μία νέα μεθοδολογία επίλυσης.

## Οι προσεγγίσεις STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics approaches)

- Η εκπαίδευση STEM θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί ως μία ξεχωριστή κατηγορία ή να ενσωματωθεί σε σχεδόν οποιοδήποτε θέμα και επίπεδο.
- Στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών μπορούν να εφαρμοσούν άμεσα προσεγγίσεις STEM, χρησιμοποιώντας γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία.
- Για παράδειγμα, προκειμένου να μελετήσουμε την έννοια της στιγμιαίας ταχύτητας στα προβλήματα κινήσεων της Φυσικής, μπορούμε να δημιουργήσουμε μία επαναληπτική διαδικασία μέσω ενός αλγορίθμου υλοποιημένου σε μία γλώσσα προγραμματισμού (For  $i = 1$  to  $n$ , do... ή Repeat ..... until ....) με την οποία να υπολογίζεται το όριο του  $\Delta x / \Delta t$ , καθώς το  $\Delta t$  τείνει στο 0. Στη συνέχεια μπορούμε να εισάγουμε την έννοια της παραγώγου συνάρτησης και να ερμηνεύσουμε το πρόσημο και το ρυθμό μεταβολής της στιγμιαίας ταχύτητας μέσω της κλίσης της εφαπτόμενης ευθείας.

## Οι προσεγγίσεις STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics approaches)

- Στα μαθήματα των Κοινωνικών Επιστημών ή των Τεχνών (STEAM) μπορούν επίσης να εφαρμοστούν προσεγγίσεις STEM οι οποίες χρησιμοποιούν γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία.
- Για παράδειγμα σε ένα μάθημα Κοινωνικών Επιστημών, στο οποίο διδάσκεται η Βιομηχανική Επανάσταση, οι μαθητές μπορούν να σχεδιάσουν τη δική τους γραμμή συναρμολόγησης, χρησιμοποιώντας εργαλεία χαρτογράφησης εννοιών ή εργαλεία δυναμικής μοντελοποίησης.  
Στη συνέχεια μπορούν να δημιουργήσουν με τα χέρια τους (hands on) μία γραμμή συναρμολόγησης, προγραμματίζοντας μία αυτοματοποιημένη διαδικασία ή αξιοποιώντας ηλεκτρονικούς αισθητήρες.

## Γνωστικά ή νοητικά εργαλεία

- Τα γνωστικά ή νοητικά εργαλεία είναι περιβάλλοντα μάθησης και ηλεκτρονικά εργαλεία τα οποία έχουν αναπτυχθεί ή προσαρμοστεί ώστε να λειτουργούν ως «διανοητικοί συνεργάτες» των μαθητών, προκειμένου να ενεργοποιήσουν και να υποστηρίξουν την κριτική σκέψη και τη μάθηση ανώτερης τάξης (Jonassen (2000).
- Τα γνωστικά εργαλεία είναι γενικεύσιμα υπολογιστικά εργαλεία, τα οποία έχουν απλό, δυναμικό φορμαλισμό και είναι εύκολο να τα μάθει κανείς (Jonassen, 2000).
- Δεν είναι εργαλεία με μηχανιστικό χειρισμό (fingertip tools) (Perkins, 1993).
- Αναδιοργανώνουν (ριζικά ανασυγκροτούν) τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές σκέφτονται (Pea, 1985) και στόχος τους είναι να ενεργοποιήσουν και να διευκολύνουν τη γνωστική διαδικασία (Kommers, Jonassen & Mayes, 1992).
- Υποστηρίζουν, καθοδηγούν και επεκτείνουν τις διαδικασίες σκέψης των χρηστών τους (Derry, 1990).

## Τα υπολογιστικά εργαλεία βελτιώνουν τη μάθηση στην Εκπαίδευση STEM;

- Η συζήτηση σχετικά με το εάν τα ηλεκτρονικά περιβάλλοντα βελτιώνουν τις μαθησιακές επιδόσεις συνεχίζεται.  
Υπάρχουν αποτελέσματα μελετών σύμφωνα με τα οποία:
  - Η μάθηση με βάση τις προσομοιώσεις δεν βελτιώνει σημαντικά τα αποτελέσματα των δοκιμασιών των εκπαιδευομένων  
(Reamon & Sheppard, 1997, Regan & Sheppard, 1996).
  - Δεν αποδεικνύονται σημαντικές διαφορές μεταξύ της διδασκαλίας που βασίζεται στην προσομοίωση και της αφηγηματικής διδασκαλίας  
(Carlsen & Andre, 1992).
  - Αποδεικνύονται σημαντικά πλεονεκτήματα της μάθησης με βάση την προσομοίωση  
(Chang et al., 2008, Colaso et al., 2002, Luo, Stravers & Duffin, 2005).
  - Σε νεότερες έρευνες αποδεικνύεται ότι η χρήση υπολογιστικών γνωστικών εργαλείων οδηγεί σε σημαντική βελτίωση της απόδοσης των μαθητών σε δοκιμασίες που περιλαμβάνουν ερμηνεία των αποτελεσμάτων και εφαρμογή διαδικασιών και βελτίωση των ποιοτικών πτυχών του μαθήματος (ενεργητική συμμετοχή των μαθητών, κοινωνική αλληλεπίδραση κλπ)  
(Korres, 2018, Korres & Kyriazis, 2010, Kyriazis, Psycharis & Korres, 2009, Korres, 2007).



## Τα υπολογιστικά εργαλεία βελτιώνουν τη μάθηση στην Εκπαίδευση STEM;

- Στο report D'Angelo C., Rutstein D., Harris C., Haertel G., Bernard, R. , Borokhovski E. (2014). *Simulations for STEM Learning: Systematic Review and Meta-Analysis*. Report Overview. SRI Education and Bill & Melinda Gates Foundation, έγινε ανασκόπηση των επιπτώσεων και του ρόλου των προσομοιώσεων που είναι βασισμένες σε υπολογιστή στη μάθηση στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση (K-12) στους τομείς του STEM.
- Εξετάστηκαν ποσοτικές και ποιοτικές ερευνητικές μελέτες.
- 59 μελέτες που ανέφεραν effect sizes ή δεδομένα για τον υπολογισμό των effect sizes συμπεριλήφθηκαν στη μετα-ανάλυση.
- Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι, συνολικά, οι διδασκαλίες βασισμένες στις προσομοιώσεις έχουν θετικότερα αποτελέσματα συγκριτικά με τις διδασκαλίες στις οποίες δεν υπήρχαν προσομοιώσεις.
- Επίσης, οι προσομοιώσεις με βελτιώσεις (πρόσθετη υποστήριξη της διαδικασίας της μάθησης – scaffolding για τους μαθητές και ορισμένα είδη ανατροφοδότησης) έχουν θετικότερη επίδραση από τις προσομοιώσεις χωρίς βελτιώσεις.
- Οι μελέτες που περιελήφθησαν στη μετα-ανάλυση ήταν κυρίως στις Φυσικές Επιστήμες, επομένως υπάρχει ανάγκη για ερευνητικές μελέτες υψηλής ποιότητας για τις προσομοιώσεις σε άλλους τομείς του STEM στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση (K-12).

## Τα υπολογιστικά εργαλεία βελτιώνουν τη μάθηση στην Εκπαίδευση STEM;

- Στο άρθρο Belland B. R., Walker, A. E., Ju Kim N., Lefler M. (2017). “Synthesizing Results From Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education: A Meta-Analysis”. *Review of Educational Research*, 87, (2), p.p. 309– 344, γίνεται ανασκόπηση 144 πειραματικών μελετών (333 αποτελέσματα) σχετικά με τα αποτελέσματα υποστήριξης της μάθησης βασισμένης στους υπολογιστές (computer-based scaffolding) για όλο το φάσμα των μαθητευομένων STEM (πρωτοβάθμια εκπαίδευση έως εκπαίδευση ενηλίκων) σε προγράμματα σπουδών που είναι επικεντρωμένα στην επίλυση προβλήματος.
- Τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης έδειξαν ότι υπάρχει μία σταθερά θετική επίδραση της υποστήριξης της μάθησης βασισμένης στους υπολογιστές (computer-based scaffolding) στα γνωστικά αποτελέσματα σε διαφορετικά πλαίσια χρήσης, σε διαφορετικά χαρακτηριστικά υποστήριξης της μάθησης και διαφορετικά επίπεδα αξιολόγησης.

## Το υπολογιστικό πείραμα (Computational experiment)

- Η μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος (computational experiment), όπως αναπτύχθηκε από τον Sloot (1994), περιλαμβάνει τις παρακάτω τρεις κύριες φάσεις:
  - 1) Η φάση της μοντελοποίησης: Στη φάση αυτή αναπτύσσεται ένα αφηρημένο μοντέλο που αντιστοιχεί στο φαινόμενο που θέλουμε να μελετήσουμε.
  - 2) Η φάση της προσομοίωσης: Στη φάση αυτή εφαρμόζονται οι μαθηματικές μέθοδοι επίλυσης του μοντέλου. Η φάση αυτή είναι ουσιαστικά μια πειραματική μέθοδος με σκοπό τη βελτιστοποίηση του συστήματος που μελετάμε αλλά και την ανάλυση της ευαισθησίας του, τον έλεγχο των υποθέσεων σχετικά με το σύστημα και την εκτίμηση ή την πρόβλεψη της εξέλιξης του συστήματος.
  - 3) Η υπολογιστική φάση: Η φάση αυτή αναφέρεται στην υλοποίηση αλγορίθμων και αριθμητικών τεχνικών και στη συνέχεια στη συγγραφή κώδικα σε κάποια γλώσσα για την επίλυση και «οπτικοποίηση» της προσομοίωσης.
- Οι Shunn και Klahr (1995) και οι Klahr και Dunbar (1988), προκειμένου να περιγράψουν την ανακαλυπτική μάθηση ως ερευνητική εργασία, εισήγαγαν το *Χώρο υποθέσεων* (*Hypothesis space*) και το *Χώρο πειραμάτων* (*Experiment space*).
- Οι Van Joolingen και De Jong (1997) επέκτειναν το μοντέλο των Klahr και Dunbar, εισάγοντας διαφορετικές υπο-περιοχές στο Χώρο υποθέσεων και πρότειναν μία ταξινόμια (taxonomy) προκειμένου να περιγράψουν λειτουργίες αναζήτησης σε κάθε χώρο.

## Το υπολογιστικό πείραμα (Computational experiment)

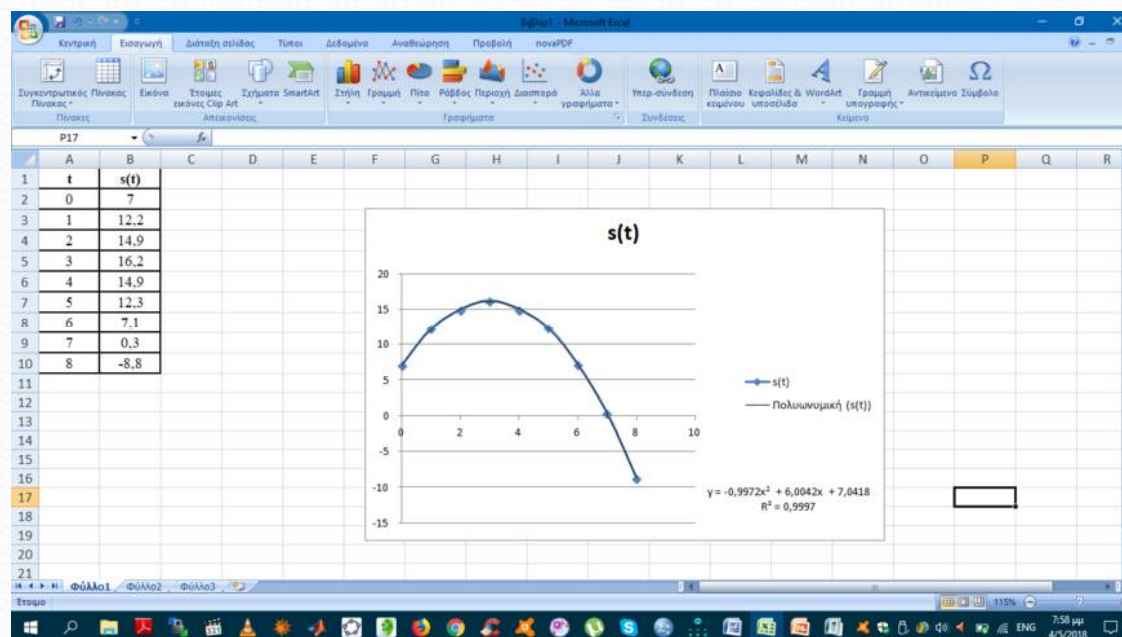
- Στο σχεδιασμό και την υλοποίηση εφαρμογών με τη μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος, μπορούμε να δημιουργήσουμε τους χώρους (Kyriazis, Psycharis & Korres, 2009):
  - α) Χώρος υποθέσεων (*Hypotheses space*), όπου οι εκπαιδευόμενοι σε συνεργασία με τον εκπαιδευτικό, αποφασίζουν, ξεκαθαρίζουν και διατυπώνουν τις υποθέσεις του προβλήματος ή των προβλημάτων ή της επιστημονικής περιοχής υπό μελέτη.
  - β) Χώρος πειραμάτων (*Experiments space*), όπου το υπολογιστικό πείραμα πραγματοποιείται, ο οποίος περιλαμβάνει ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές δραστηριότητες, μέσω των οποίων οι εκπαιδευόμενοι, μέσω της συζήτησης και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης (μεταξύ εκπαιδευομένων και μεταξύ εκπαιδευτικού και εκπαιδευομένων), κατασκευάζουν ενεργητικά τη γνώση και διατυπώνουν συμπεράσματα, γενικεύσεις αποτελεσμάτων και λύσεις των προβλημάτων ή θεμάτων υπό διαπραγμάτευση.
  - γ) Χώρος προβλέψεων (*Predictions space*), όπου τα αποτελέσματα, τα συμπεράσματα ή οι λύσεις που διατυπώθηκαν στο χώρο πειραμάτων ελέγχονται με τις αναλυτικές (μαθηματικές) (analytic – mathematical) λύσεις του προβλήματος/προβλημάτων ή της αναλυτικής διαπραγμάτευσης της θεματικής περιοχής που μελετάμε, ώστε να ελεγχθεί η εγκυρότητα τους (*credibility*).

## Τα γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM

### Υπολογιστικά φύλλα (Spreadsheets)

- Τα υπολογιστικά φύλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μία διαδικασία στην οποία οι μαθητές αναλύουν ανεξάρτητα μια προβληματική κατάσταση, αναγνωρίζοντας τις μεταβλητές και τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών και δημιουργούν συναρτήσεις και τύπους για τον υπολογισμό και το χειρισμό αυτών των μεταβλητών.
- Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό και την υλοποίηση προσομοιώσεων μοντέλων.

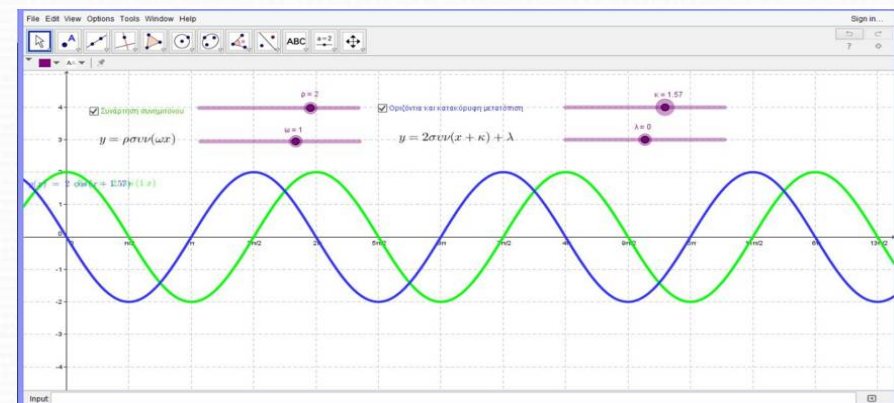
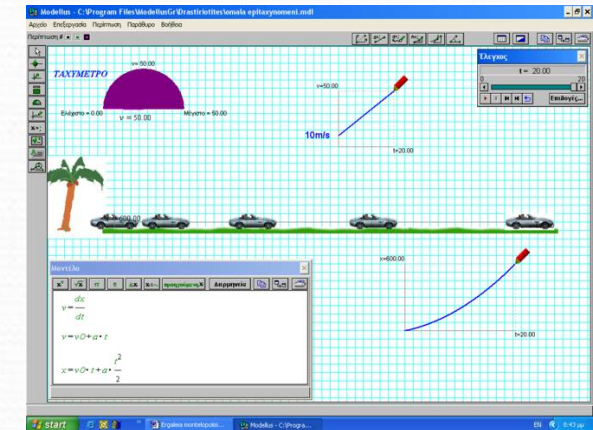
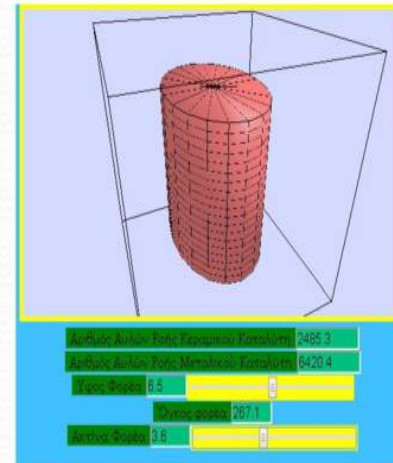
- Το Excel είναι το πιο γνωστό υπολογιστικό φύλλο.
- Το Excel μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εύρεση από τους μαθητές μέσω δοκιμών των εξισώσεων (μοντελοποίηση) οι οποίες προσαρμόζονται σε δεδομένα που έχουν προκύψει από μετρήσεις σε πραγματικά προβλήματα ή φαινόμενα (παλινδρόμηση - regression).



# Τα γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM

## Εργαλεία δυναμικής μοντελοποίησης

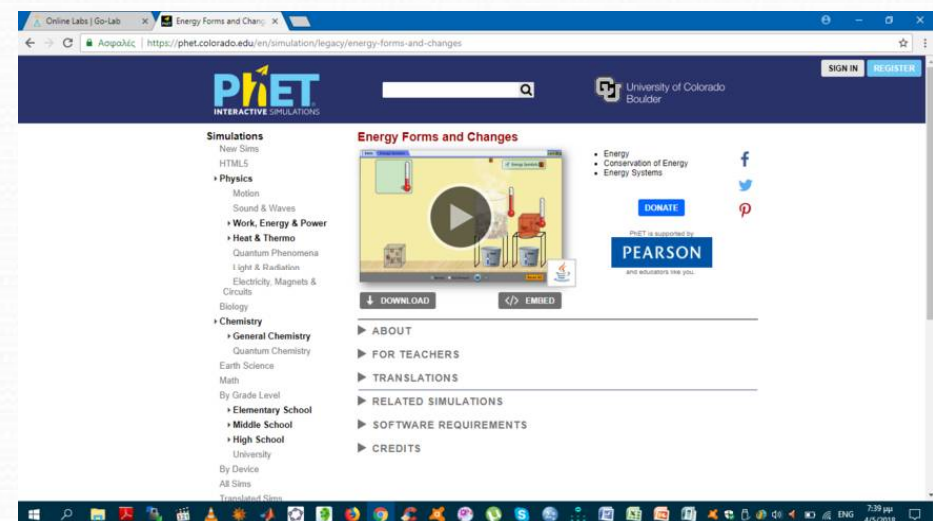
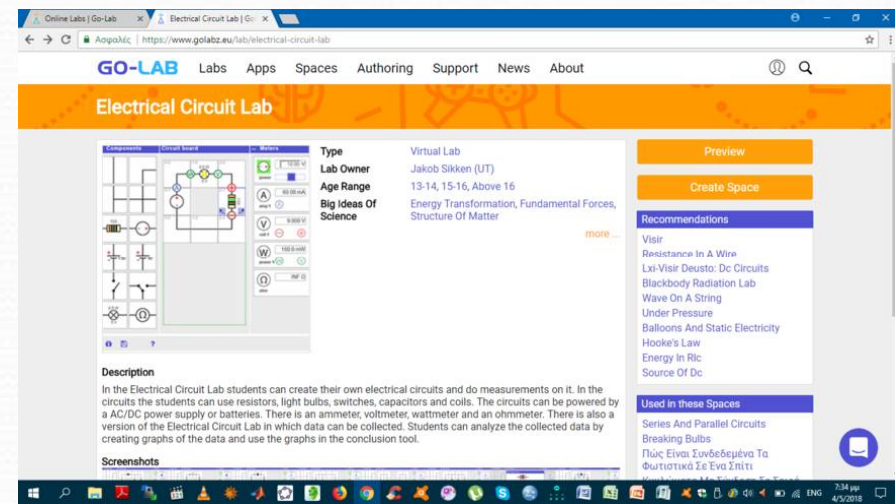
- Τα εργαλεία δυναμικής μοντελοποίησης χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν δυναμικά σχέσεις αλλά και για να κατασκευάσουν προσομοιώσεις μοντέλων δυναμικών συστημάτων.
- Easy Java Simulations (EJS): Δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να κατασκευάσουν προσομοιώσεις μοντέλων και να πειραματιστούν με αυτά τα μοντέλα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης στην ανάλυση και ερμηνεία πειραματικών δεδομένων.
- Modellus: Οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν προσομοιώσεις μοντέλων χρησιμοποιώντας παρουσιάσεις, γραφήματα και πίνακες τιμών.
- GeoGebra: Οι μαθητές μπορούν να δημιουργούν κατασκευές με σημεία, διανύσματα, ευθύγραμμα τμήματα, ευθείες, κωνικές τομές, επίσης μπορούν να χειρίζονται συναρτήσεις και να αλλάζουν δυναμικά τις παραπάνω κατασκευές.



# Τα γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM

## Εργαλεία δυναμικής μοντελοποίησης

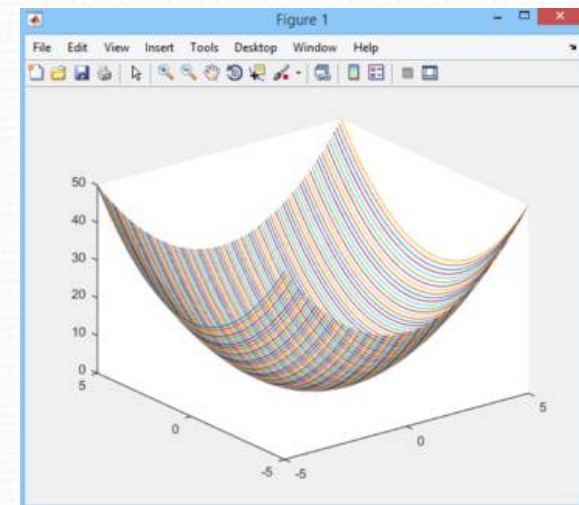
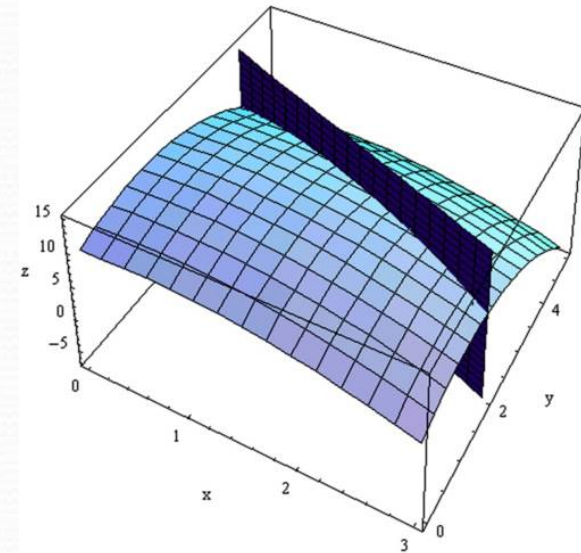
- Στο αποθετήριο Go-Lab  
( <https://www.golabz.eu/> )  
υπάρχουν απομακρυσμένα και εικονικά εργαστήρια  
για διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς όπως η Φυσική, η Αστρονομία, η Χημεία, η Βιολογία, η Γεωγραφία και τα Μαθηματικά  
και αρχεία δεδομένων από τους αντίστοιχους επιστημονικούς τομείς.
- Στο αποθετήριο Phet του Πανεπιστημίου University of Colorado Boulder  
( <https://phet.colorado.edu/> )  
υπάρχουν αλληλεπιδραστικές προσομοιώσεις για τα Μαθηματικά και τη Φυσική,  
όπου οι μαθητές εντάσσονται σε ένα διαδραστικό περιβάλλον παιχνιδιού  
και μαθαίνουν μέσα από την εξερεύνηση και την ανακάλυψη.



## Τα γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM

### Εργαλεία οπτικοποίησης (Visualization tools)

- Τα εργαλεία οπτικοποίησης είναι επίσης χρήσιμα στην οπτικοποίηση πειραμάτων, με την κατασκευή γραφικών παραστάσεων δεδομένων που συλλέχθηκαν από πειράματα και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με τις μεταβλητές και τις τιμές τους.
- Τα μαθηματικά λογισμικά όπως το Mathematica, το Maple, το Matlab ή το Octave χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν τις μαθηματικές σχέσεις στην επίλυση προβλημάτων, προκειμένου οι μαθητές να αναπαραστήσουν τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών και να μελετήσουν αλλαγές στις αναπαραστάσεις ανάλογα με τις αλλαγές στις παραμέτρους.





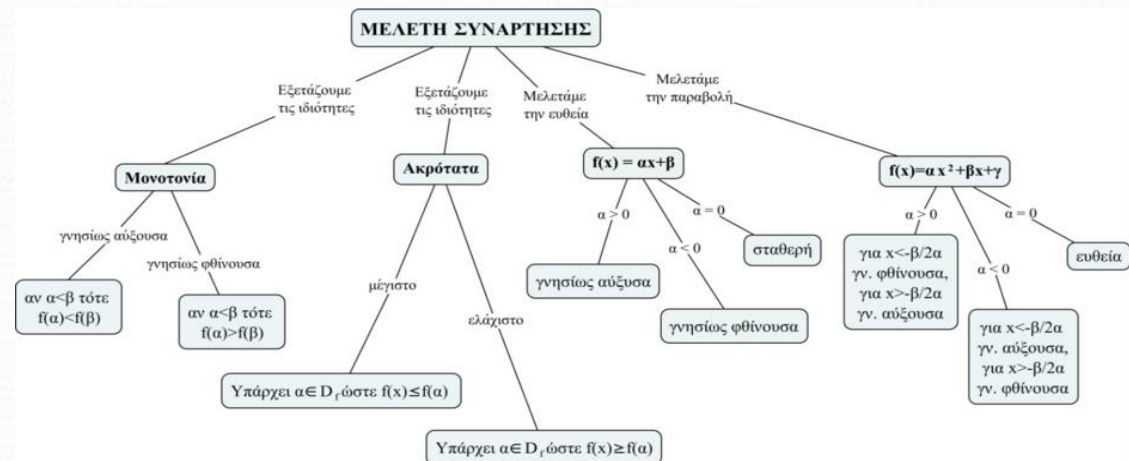
# Τα γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM

## Βάσεις δεδομένων (Databases)

- Οι βάσεις δεδομένων χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά σε δραστηριότητες που βασίζονται στη διερεύνηση και την ανακάλυψη, μετατρέποντας την παραδοσιακή προσέγγιση της παροχής πληροφοριών στους μαθητές από τον δάσκαλο σε μια ενεργητική προσέγγιση βασισμένη στην έρευνα που συνδυάζει αναζήτηση πληροφοριών, ανάλυση και συνδυασμό δεδομένων και κοινωνική διαπραγμάτευση για τη σημασία των εννοιών.

## Εργαλεία χαρτογράφησης εννοιών (Concept mapping tools)

- Τα εργαλεία χαρτογράφησης εννοιών, όπως το Cmap Tools, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καταιγισμό ιδεών (brainstorming) και για την ανακεφαλαίωση και τον αναστοχασμό (reflection).
- Σκοπός της χρήσης τους μέσω της αναπαράστασης των εννοιών και των σχέσεών τους είναι να προωθηθούν η δημιουργική σκέψη, οι μεταγνωστικές δεξιότητες, η αναπαράσταση πολλαπλών λύσεων και επιλογών και η δημιουργία γνωστικής σκαλωσιάς για έννοιες και ιδέες.



# Τα γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM

## Εργαλεία συνομιλίας (Conversation tools)

- Τα εργαλεία συνομιλίας περιλαμβάνουν τα εργαλεία σύγχρονης και ασύγχρονης επικοινωνίας (Synchronous and asynchronous Conferencing) καθώς και τα κοινωνικά δίκτυα (Social Networks).
- Ένας μεγάλος αριθμός από πλατφόρμες ή πύλες όπως οι Moodle, Blackboard, Edmodo, Course Sites μας παρέχουν αποτελεσματικά εργαλεία συζήτησης για σκοπούς επικοινωνίας και εργαλεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διερευνητικές και ανακαλυπτικές προσεγγίσεις μάθησης από απόσταση.

trigon\_functions: Σύνδεση... x MEΛΕΤΗ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚ... x +

https://korsstem.gnomio.com/mod/lesson/view.php?id=3

Korsstem You are currently using guest access (Log in)

NAVIGATION

- Home
- Site pages
- Current course
  - trigon\_functions
    - Participants
    - Θέμα 1
      - Σύνδεση με την πραγματικότητα / Θεωρία τριγωνομετρ...
      - News forum
    - Θέμα 2
    - Θέμα 3
  - Courses

**Σύνδεση με την πραγματικότητα / Θεωρία τριγωνομετρικών συναρτήσεων**

**Πρόβλημα: Μετρήσεις θερμοκρασιών**

Παρακάτω δίνεται ένας πίνακας με μετρήσεις θερμοκρασιών σε μία παρτίδα, ειδικότερα στο Ολυμπιακό στάδιο, ανά τακτά χρονικά διαστήματα (21.00, 03.00, 09.00, 15.00, ...) και ένα διάγραμμα αναπαράστασης των δεδομένων αυτών (διάγραμμα έσοδος\_εξόδου), στο οποίο έχει προσαρμοστεί μία καμπύλη. Παρατηρήστε το διάγραμμα και σκεφτείτε τα παρακάτω:

1) Η γραφική παράσταση των θερμοκρασιών ως προς το χρόνο έχει μέρη που επαναλαμβάνονται. Πώς λέγεται μία συνάρτηση της οποίας η γραφική παράσταση έχει μέρη που επαναλαμβάνονται;

2) Ποιες συναρτήσεις έχουν αντίστοιχο σχήμα με τη γραφική παράσταση των θερμοκρασιών ως προς το χρόνο;

Μετρήσεις θερμοκρασιών (C) στο Ολυμπιακό Στάδιο (Πηγή: www.sport.gr)

Αρ. μετρήσεων	Θερμοκρασία (C)	Χρόνος (min)
1	21.0	21.00
2	21.0	21.00
3	21.0	21.00
4	21.0	21.00
5	21.0	21.00
6	21.0	21.00
7	21.0	21.00
8	21.0	21.00
9	21.0	21.00
10	21.0	21.00
11	21.0	21.00
12	21.0	21.00
13	21.0	21.00
14	21.0	21.00
15	21.0	21.00
16	21.0	21.00
17	21.0	21.00
18	21.0	21.00
19	21.0	21.00
20	21.0	21.00
21	21.0	21.00
22	21.0	21.00
23	21.0	21.00
24	21.0	21.00
25	21.0	21.00
26	21.0	21.00
27	21.0	21.00
28	21.0	21.00
29	21.0	21.00
30	21.0	21.00
31	21.0	21.00
32	21.0	21.00
33	21.0	21.00
34	21.0	21.00
35	21.0	21.00
36	21.0	21.00
37	21.0	21.00
38	21.0	21.00
39	21.0	21.00
40	21.0	21.00
41	21.0	21.00
42	21.0	21.00
43	21.0	21.00
44	21.0	21.00
45	21.0	21.00
46	21.0	21.00
47	21.0	21.00
48	21.0	21.00
49	21.0	21.00
50	21.0	21.00
51	21.0	21.00
52	21.0	21.00
53	21.0	21.00
54	21.0	21.00
55	21.0	21.00
56	21.0	21.00
57	21.0	21.00
58	21.0	21.00
59	21.0	21.00
60	21.0	21.00
61	21.0	21.00
62	21.0	21.00
63	21.0	21.00
64	21.0	21.00
65	21.0	21.00
66	21.0	21.00
67	21.0	21.00
68	21.0	21.00
69	21.0	21.00
70	21.0	21.00
71	21.0	21.00
72	21.0	21.00
73	21.0	21.00
74	21.0	21.00
75	21.0	21.00
76	21.0	21.00
77	21.0	21.00
78	21.0	21.00
79	21.0	21.00
80	21.0	21.00
81	21.0	21.00
82	21.0	21.00
83	21.0	21.00
84	21.0	21.00
85	21.0	21.00
86	21.0	21.00
87	21.0	21.00
88	21.0	21.00
89	21.0	21.00
90	21.0	21.00
91	21.0	21.00
92	21.0	21.00
93	21.0	21.00
94	21.0	21.00
95	21.0	21.00
96	21.0	21.00
97	21.0	21.00
98	21.0	21.00
99	21.0	21.00
100	21.0	21.00

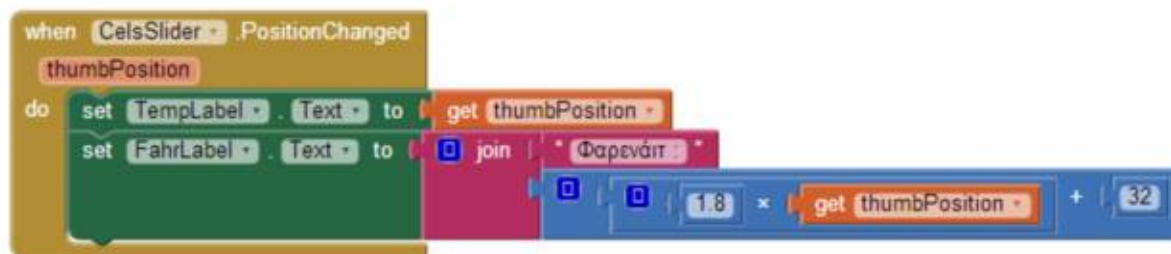
Θεωρία τριγωνομετρικών συναρτήσεων Δυναμικές αναπαραστάσεις

4:39 PM 1/14/2016

## Τα γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM

### Γλώσσες οπτικού προγραμματισμού

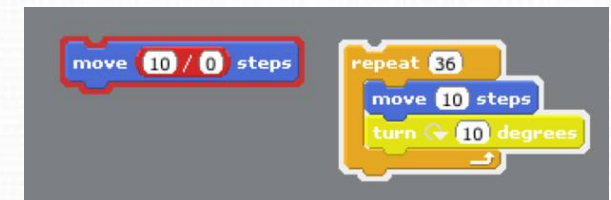
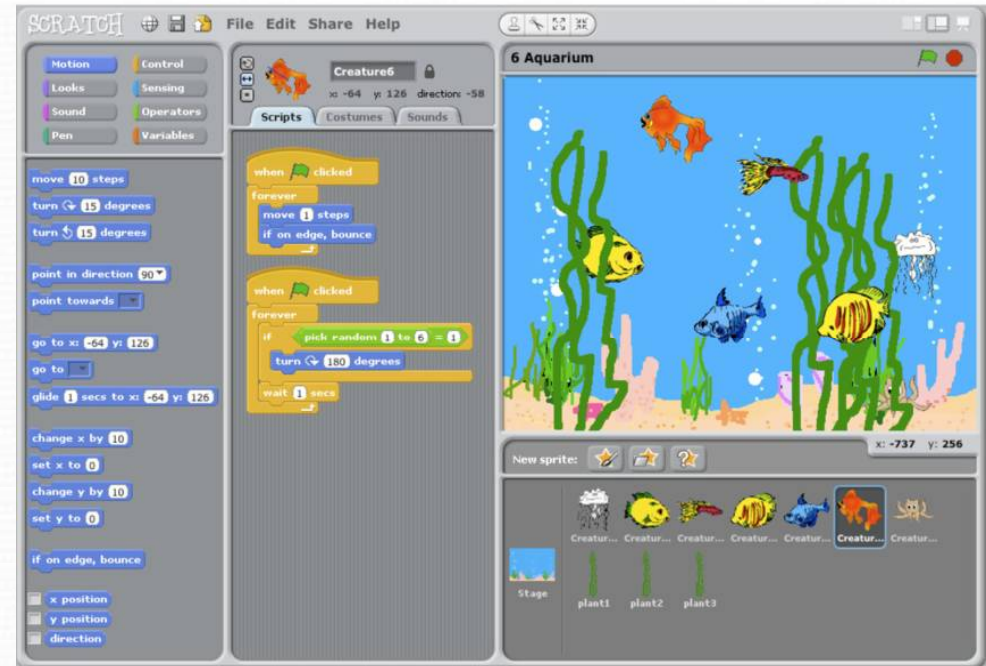
- Μια γλώσσα οπτικού προγραμματισμού (Visual Programming Language - VPL) είναι οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν προγράμματα χειριζόμενοι γραφικά τα στοιχεία του προγράμματος και όχι προσδιορίζοντάς τα με κείμενο.
- Το App Inventor for Android είναι μια διαδικτυακή εφαρμογή ανοιχτού κώδικα που δημιουργήθηκε αρχικά από την Google και τώρα υποστηρίζεται από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT).
- Χρησιμοποιεί ένα γραφικό περιβάλλον, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να μεταφέρουν και να αποθέτουν οπτικά αντικείμενα για να δημιουργήσουν μια εφαρμογή που μπορεί να τρέχει σε συσκευές Android.



# Τα γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM

## Γλώσσες οπτικού προγραμματισμού

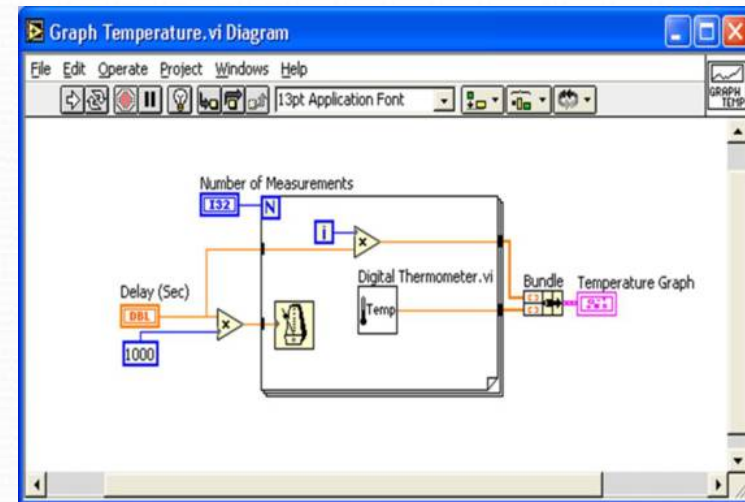
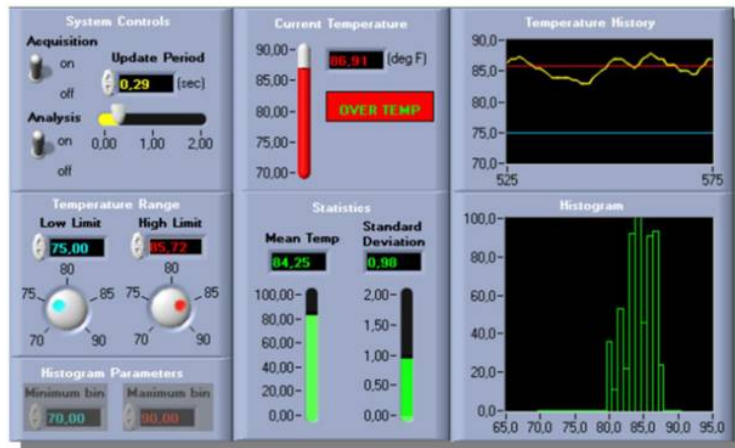
- Η γλώσσα Scratch είναι ένα περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού το οποίο επιτρέπει στους χρήστες (κυρίως ηλικίες 8 έως 16) να μάθουν προγραμματισμό ενώ εργάζονται σε προσωπικά έργα όπως κινούμενες ιστορίες και παιχνίδια.
- Η Scratch είναι πάντα «live» (ζωντανή). Οι χρήστες μπορούν να κάνουν κλικ σε μία εντολή ή τμήμα του προγράμματος οποιαδήποτε στιγμή για να δουν τι κάνει, μπορούν να αλλάξουν παραμέτρους ή να προσθέσουν τμήματα (blocks) σε ένα σενάριο ενώ εκτελείται.
- Η Scratch είναι “tinkerable”. Επιτρέπει στους χρήστες να πειραματιστούν με εντολές και αποσπάσματα κώδικα με τον τρόπο που κάποιος μπορεί να πειραματίζεται με μηχανικά ή ηλεκτρονικά εξαρτήματα .



# Τα γνωστικά υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM

## Γλώσσες οπτικού προγραμματισμού

- Το LabVIEW είναι ένα δυνατό και ευέλικτο πρόγραμμα ανάπτυξης εφαρμογών σχεδιασμού και ανάλυσης που αναπτύχθηκε από την National Instruments.
- Η γραφική του φύση το καθιστά ιδανικό για εφαρμογές μετρήσεων, αυτοματισμού, ελέγχου οργάνων και ανάλυση δεδομένων.
- Παρέχει μια εκτεταμένη βιβλιοθήκη εικονικών εργαλείων (Virtual Instruments - VI's) και λειτουργιών, βιβλιοθήκες για συγκεκριμένες εφαρμογές, για λήψη δεδομένων, σειριακό έλεγχο δεδομένων, ανάλυση δεδομένων και είσοδο / έξοδο δεδομένων.



## Ανακαλυπτική και κατασκευαστική προσέγγιση STEM με τη μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος, στη διδασκαλία του προσεγγιστικού υπολογισμού της στιγμιαίας ταχύτητας

Πρόβλημα: Προσεγγιστικός υπολογισμός στιγμιαίας ταχύτητας

Ενότητα: Μέση και στιγμιαία ταχύτητα, Φυσική Α' Λυκείου

Χρονική διάρκεια: 2 δ.ω.

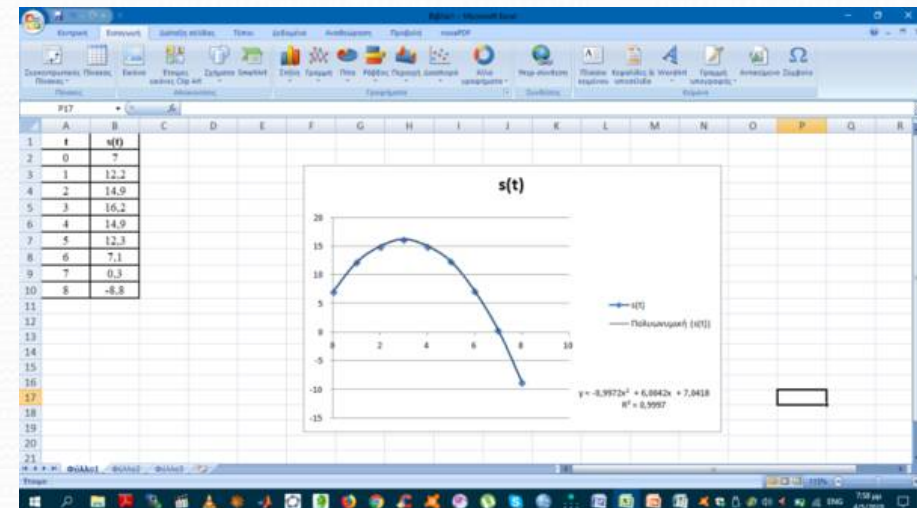
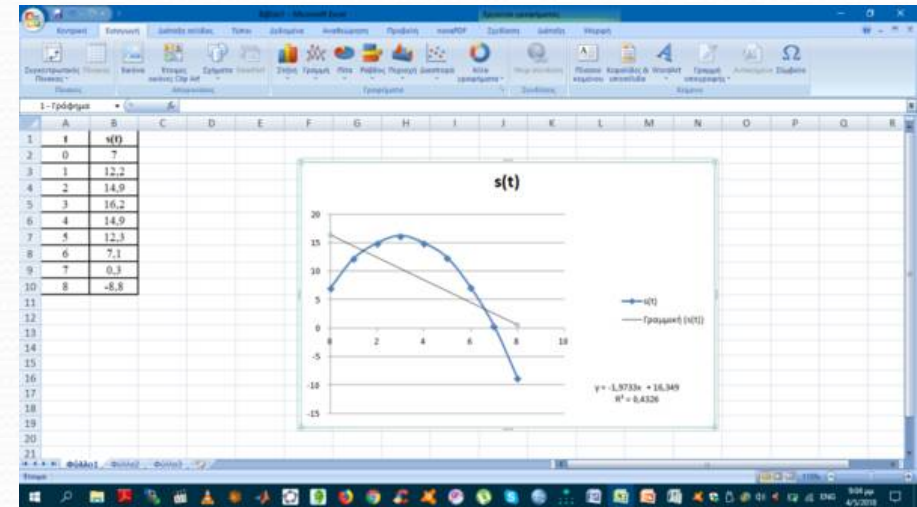
### Χώρος υποθέσεων

- Θεωρούμε ένα σώμα το οποίο κινείται κατά μήκος ενός άξονα και ως υποθέσουμε ότι  $x = x(t)$ , η συνάρτηση που δίνει τη θέση του σώματος τη χρονική στιγμή  $t$  (σε sec).  
Αν είναι  $A$  η θέση του σώματος τη χρονική στιγμή  $t_0$  και  $M$  η θέση του σώματος τη χρονική στιγμή  $t = t_0 + \Delta t$  (μετά από παρέλευση χρόνου  $\Delta t$ ), τότε η μετατόπιση του σώματος το χρονικό διάστημα από  $t_0$  έως  $t$  είναι ίση με  $\Delta x = x(t) - x(t_0)$ .
- Η μέση ταχύτητα του σώματος είναι:  $x(t) - x(t_0) / t - t_0$ .
- Όσο το  $t$  "πλησιάζει περισσότερο" (προσεγγίζει) το  $t_0$ , τόσο η μέση ταχύτητα του σώματος δίνει με καλύτερη προσέγγιση το ρυθμό μεταβολής της θέσης του σώματος κοντά στο  $t_0$ .
- Η στιγμιαία ταχύτητα του σώματος τη χρονική στιγμή  $t_0$  (συμβολίζουμε με  $v(t_0)$ ) ορίζεται ως:  $\Delta x / \Delta t = x(t) - x(t_0) / t - t_0$ , όταν το  $\Delta t$  «προσεγγίζει» ή «τείνει» στο 0.

# Ανακαλυπτική και κατασκευαστική προσέγγιση STEM με τη μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος, στη διδασκαλία του προσεγγιστικού υπολογισμού της στιγμιαίας ταχύτητας

## Χώρος πειραμάτων

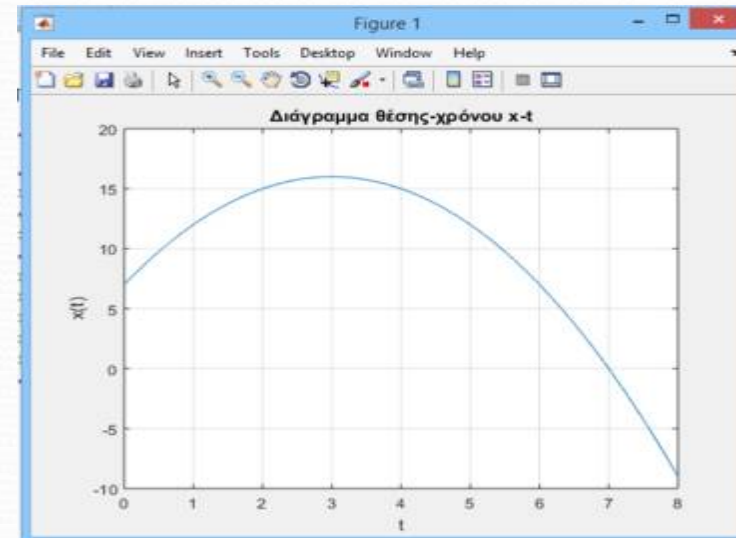
- Δίνουμε στους μαθητές το πρόβλημα:  
Θεωρούμε ένα σώμα το οποίο κινείται κατά μήκος ενός άξονα και  $x(t) = -t^2 + 6t + 7$ ,  $t \geq 0$  είναι η συνάρτηση θέσης του σώματος, όπου  $t =$  χρόνος (σε sec).
- Το Excel μπορεί να αξιοποιηθεί στην εύρεση της συνάρτησης θέσης από τους μαθητές μέσω δοκιμών των εξισώσεων (μοντελοποίηση) οι οποίες προσαρμόζονται σε δεδομένα (παλινδρόμηση - regression), τα οποία είτε προκύπτουν από μετρήσεις από τους ίδιους τους μαθητές με τη χρήση ενός τηλεκατευθυνόμενου αμαξιού και μιας κάμερας κινητού ή μέσω της αξιοποίησης του Tracker Video Analysis ή της αντίστοιχης εφαρμογής για κινητά VidAnalysis Free.



## Ανακαλυπτική και κατασκευαστική προσέγγιση STEM με τη μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος, στη διδασκαλία του προσεγγιστικού υπολογισμού της στιγμιαίας ταχύτητας

### Χώρος πειραμάτων

- Ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν τη μέση ταχύτητα στο χρονικό διάστημα [1 sec, 5 sec] με τη βοήθεια ενός εργαλείου οπτικοποίησης (του Mathematica ή του Matlab ή του Octave), ορίζοντας τη συνάρτηση θέσης και να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματά τους. Στη συνέχεια ζητάμε από τους μαθητές να σχεδιάσουν τη γραφική παράσταση της συνάρτησης θέσης  $x(t)$ . Καθοδηγούμε τους μαθητές να παρατηρήσουν ότι αν και η μέση ταχύτητα του σώματος στο διάστημα [1 sec, 5 sec] είναι 0, το σώμα δεν είναι ακίνητο, εφόσον έχουμε αλλαγή της θέσης του.





# Ανακαλυπτική και κατασκευαστική προσέγγιση STEM με τη μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος, στη διδασκαλία του προσεγγιστικού υπολογισμού της στιγμιαίας ταχύτητας

## Χώρος πειραμάτων

- Στη συνέχεια ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν προσεγγιστικά τη στιγμιαία ταχύτητα του σώματος σε διάφορες χρονικές στιγμές με τη βοήθεια ενός εργαλείου οπτικοποίησης (του Mathematica ή του Matlab ή του Octave).
- Καθοδηγούμε τους μαθητές να δημιουργήσουν μία επαναληπτική διαδικασία (For i = 1 to n, do... ή Repeat ..... until ....) με την οποία υπολογίζεται το όριο του  $\Delta x / \Delta t$ , καθώς το  $\Delta t$  τείνει στο 0.
- Καθοδηγούμε τους μαθητές να παρατηρήσουν ότι η στιγμιαία ταχύτητα τη χρονική στιγμή  $t_0 = 2$  sec είναι 2 m / sec.
- Ομοίως ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν προσεγγιστικά τη στιγμιαία ταχύτητα τη χρονική στιγμή  $t_0 = 3$  sec και  $t_0 = 4$  sec.

```
Mathematica 11.0 - Wolfram Mathematica 11.0
File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Windows Help

In[1]:= S[t_] := -t^2 + 6*t + 7

In[2]:= t0 = 2
Out[2]= 2

In[3]:= S[t0]
Out[3]= 15

In[4]:= For[t = 1, t < 2, t = t + 0.1, Print["(S(t) - S(t0)) / (t - t0) =", (S[t] - S[t0]) / (t - t0)]]

(S(t) - S(t0)) / (t - t0) = 3
(S(t) - S(t0)) / (t - t0) = 2.9
(S(t) - S(t0)) / (t - t0) = 2.8
(S(t) - S(t0)) / (t - t0) = 2.7
(S(t) - S(t0)) / (t - t0) = 2.6
(S(t) - S(t0)) / (t - t0) = 2.5
(S(t) - S(t0)) / (t - t0) = 2.4
(S(t) - S(t0)) / (t - t0) = 2.3
(S(t) - S(t0)) / (t - t0) = 2.2
(S(t) - S(t0)) / (t - t0) = 2.1
```

```
Mathematica 11.0 - Wolfram Mathematica 11.0
File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Windows Help

In[1]:= Limit[(S[t] - S[t0]) / (t - t0), t -> t0]
General::ivar: 1.9999999999999999 is not a valid variable. >>
Out[1]= Limit[2., 2., -2]

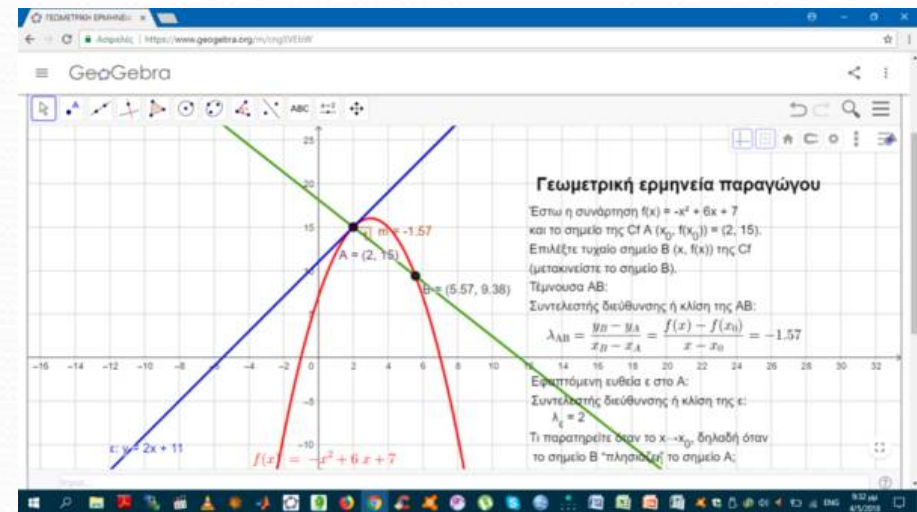
In[2]:= p = Table[{t, (S[t] - S[t0]) / (t - t0)}, {t, 1, 1.9, 0.1}];
TableForm[p, TableHeadings -> {None, {"t", "(S(t) - S(t0)) / (t - t0)"}, TableDirections -> Row]
ListPlot[p, AxesOrigin -> {0, 0}]

Out[2] TableForm=
(S(t) - S(t0)) / (t - t0) | t | 1. | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9
Out[2] ListPlot=
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
```

## Ανακαλυπτική και κατασκευαστική προσέγγιση STEM με τη μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος, στη διδασκαλία του προσεγγιστικού υπολογισμού της στιγμιαίας ταχύτητας

### Χώρος πειραμάτων

- Στη συνέχεια εισάγουμε την έννοια της παραγώγου συνάρτησης και ερμηνεύουμε το πρόσημο και το ρυθμό μεταβολής της στιγμιαίας ταχύτητας μέσω της κλίσης της εφαπτόμενης ευθείας.
- Τέλος ζητάμε από τους μαθητές να ερμηνεύσουν το πρόσημο της στιγμιαίας ταχύτητας τις διάφορες χρονικές στιγμές στις οποίες υπολογίσαμε τη στιγμιαία ταχύτητα.



## Ανακαλυπτική και κατασκευαστική προσέγγιση STEM με τη μεθοδολογία του υπολογιστικού πειράματος, στη διδασκαλία του προσεγγιστικού υπολογισμού της στιγμιαίας ταχύτητας

### Χώρος προβλέψεων

- Στο χώρο προβλέψεων μπορεί να δοθεί η ερμηνεία του προσήμου της στιγμιαίας ταχύτητας με αναλυτικές μεθόδους.
- Για παράδειγμα μπορεί να διατυπωθεί η ερώτηση στους μαθητές: «Τι σημαίνει θετική και τι αρνητική στιγμιαία ταχύτητα;» και μέσω συζήτησης να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι όταν όσο περνάει (αυξάνει) ο χρόνος ( $t > t_0$ ), το σώμα κινείται με φορά ώστε οι τιμές της συνάρτησης θέσης να αυξάνονται, (δηλαδή  $x(t) > x(t_0)$ ), η ταχύτητα είναι θετική. Αν το σώμα κινείται με αντίθετη φορά, η ταχύτητα είναι αρνητική.
- Στη συνέχεια να δοθεί ο πίνακας τιμών και οι γραφικές παραστάσεις της συνάρτησης θέσης και της στιγμιαίας ταχύτητας του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο, οι οποίες μπορούν να σχεδιαστούν με το Matlab ή με το Octave, για το χρονικό διάστημα  $[0, 9 \text{ sec}]$  και να τεθούν οι ερωτήσεις:
  - α) «Σε ποιο ή ποια διαστήματα η στιγμιαία ταχύτητα παίρνει θετικές τιμές και σε ποιο ή ποια διαστήματα αρνητικές τιμές;» και μέσω συζήτησης να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι στο διάστημα  $[0, 3]$  η στιγμιαία ταχύτητα είναι θετική, ενώ στο διάστημα  $[3, 9]$  είναι αρνητική.
  - β) «Αν η κίνηση του σώματος πραγματοποιείται στον οριζόντιο άξονα και τη χρονική στιγμή  $t = 1 \text{ sec}$  το σώμα κινείται προς τα αριστερά, τότε προς τα που κινείται το σώμα τις χρονικές στιγμές  $t = 2, 3$  και  $4 \text{ sec}$ ;» και μέσω συζήτησης να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι τη χρονική στιγμή  $t = 2 \text{ sec}$  το σώμα κινείται προς τα αριστερά, τη χρονική στιγμή  $t = 3 \text{ sec}$  είναι ακίνητο και τη χρονική στιγμή  $t = 4 \text{ sec}$  κινείται προς τα δεξιά.

## Συμπεράσματα

- Οι ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις είναι οι καταλληλότερες για το σχεδιασμό και την υλοποίηση προσεγγίσεων STEM.
- Τα υπολογιστικά γνωστικά εργαλεία μπορούν να υποστηρίξουν τις ανακαλυπτικές και κατασκευαστικές προσεγγίσεις STEM, προσφέροντας δυνατότητες στους μαθητές για εξερεύνηση και πειραματισμό, για εύρεση μέσω πειραματισμού των εξισώσεων που περιγράφουν κάποιο φαινόμενο (μοντελοποίηση), για διερεύνηση των μεταβολών ενός μεγέθους ανάλογα με τη μεταβολή των δεδομένων και πολλές άλλες δυνατότητες.
- Σύγχρονες έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση υπολογιστικών γνωστικών εργαλείων οδηγεί σε σημαντική βελτίωση της απόδοσης των μαθητών σε δοκιμασίες που περιλαμβάνουν ερμηνεία των αποτελεσμάτων και εφαρμογή διαδικασιών και βελτίωση των ποιοτικών πτυχών του μαθήματος (ενεργητική συμμετοχή των μαθητών, κοινωνική αλληλεπίδραση κλπ).

## Συμπεράσματα

➤ Σύγχρονες έρευνες, μετα-αναλύσεις, στα αντικείμενα του STEM έχουν δείξει ότι:

α) Οι διδασκαλίες βασισμένες στις προσομοιώσεις

έχουν θετικότερα αποτελέσματα συγκριτικά με τις διδασκαλίες στις οποίες δεν χρησιμοποιούνται προσομοιώσεις.

Οι προσομοιώσεις με πρόσθετη υποστήριξη της διαδικασίας της μάθησης (scaffolding) για τους μαθητές και ορισμένα είδη ανατροφοδότησης έχουν θετικότερη επίδραση από τις προσομοιώσεις χωρίς τα παραπάνω.

β) Υπάρχει μία σταθερά θετική επίδραση της υποστήριξης της μάθησης βασισμένης στους υπολογιστές (computer-based scaffolding)

στα γνωστικά αποτελέσματα

σε διαφορετικά πλαίσια χρήσης,

σε διαφορετικά χαρακτηριστικά υποστήριξης της μάθησης

και διαφορετικά επίπεδα αξιολόγησης

για όλο το φάσμα των μαθητευομένων STEM (πρωτοβάθμια εκπαίδευση έως εκπαίδευση ενηλίκων)

σε προγράμματα σπουδών που είναι επικεντρωμένα στην επίλυση προβλήματος.

## Βιβλιογραφικές αναφορές

- Belland B. R., Walker, A. E., Ju Kim N., Lefler M. (2017). “Synthesizing Results From Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education: A Meta-Analysis”. *Review of Educational Research*, 87, (2), 309– 344.
- Carlsen, O. & Andre, T. (1992). “Use of a microcomputer simulation and conceptual change text to overcome student preconceptions about electric circuits”. *Journal of Computer-Based Instruction*. v19. 105-109.
- Chang, K., Chen, L., Lin, Y. & Sung, T. (2008). “Effects of learning support in simulation-based physics learning”. *Computers & Education, Volume 51*.
- Colaso, V., Kamal, A., Saraiya, P., North, C., McCrickard, S., & Shaffer, C. (2002). “Learning and retention in data structures: A comparison of visualization, text, and combined methods”. In Paper presented at the *Proceedings of ED-MEDIA 2002 world conference on educational multimedia/hypermedia and educational telecommunications*.
- D’Angelo C., Rutstein D., Harris C., Haertel G., Bernard, R. , Borokhovski E. (2014). *Simulations for STEM Learning: Systematic Review and Meta-Analysis*. Report Overview. SRI Education and Bill & Melinda Gates Foundation.
- Derry, S. J. (1990). *Flexible cognitive tools for problem solving instruction*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston, April.
- Fund, Z. (2007). “The Effects of Scaffolded Computerized Science Problem-Solving on Achievement Outcomes: A Comparative Study of Support Programs”. *Journal of Computer Assisted Learning*, v.23, n.5.
- Guzdial, M. (1995). “Software-realized scaffolding to facilitate programming for science learning”. *Interactive Learning Environments*, 4(1), 1–44.

## Βιβλιογραφικές αναφορές

- Hartman, H. J. (2001). “Developing students’ metacognitive knowledge and strategies”. In H. J. Hartman (Ed.), *Metacognition in Learning and Instruction: Theory, Research, and Practice, Chapter 3*, pp. 33–68. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Jonassen D. H. (2000). *Computers as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking (2nd Edition)*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). “Dual space search during scientific reasoning”. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Kommers, P. A. M., Jonassen, D. H. & Mayes, T. M. (1992). *Cognitive tools for learning*. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.
- Korres K. (2018). “Students’ Attitudes towards Discovery Learning / Constructivistic Approach using Computers as Cognitive Tools in Higher Mathematics Education”. *EJERS, European Journal of Engineering Research and Science Special Issue: CIE 2017*.
- Korres, K. & Kyriazis, A. (2010). “Instructional Design using computers as cognitive tools in Mathematics and Science Higher Education”. *Contemporary Issues of Education*, 1 (1), p. 43–65. Papazissis Publications.
- Korres, K. (2007) (in Greek). *A teaching approach of Mathematics and Science courses using new technologies*. PhD Dissertation. Department of Statistics and Insurance Sciences, University of Piraeus.
- Kyriazis, A., Psycharis, S. & Korres, K. (2009). “Discovery Learning and the Computational Experiment in Higher Mathematics and Science Education: A combined approach”. *International Journal of Emerging Technologies in Learning of the International Association of Online Engineering, Volume 4, Issue 4* (doi:10.3991/ijet.v4i4.1044).
- Landau, R. H., Pæez, J. & Bordeianu, C. (2008). *A Survey of Computational Physics Introductory Computational Science*. Princeton University Press, Princeton and Oxford.

## Βιβλιογραφικές αναφορές

- Luo, W., Stravers, J. & Duffin, K. (2005). “Lessons Learned from Using a Web-based Interactive Landform Simulation Model (WILSIM) in a General Education Physical Geography Course”. *Journal of Geoscience Education*, v. 53, n. 5, p. 489-493.
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., and Eastmond, E. (2010). *The scratch programming language and environment*. ACM Trans. Comput. Educ. 10, 4, Article 16 (November 2010)
- Papert, S. (1990). “Introduction by Seymour Papert”. In I. Harel (Ed.), *Constructionist Learning*. Boston: MIT Laboratory.
- Pea, R. D. (1985). “Beyond amplification: using the computer to reorganize mental functioning”. *Educational Psychologist*, 20 (4).
- Perkins, D. N. (1993). “Person-plus: A distributed view of thinking and learning”. In G. Salomon (Ed.), *Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reamon, D. & Sheppard, S. D. (1997). “The Role of Simulation Software in an Ideal Learning Environment”. *ASME Design Engineering Technical Conferences*, Sacramento, CA.
- Regan, M. & Sheppard, S. (1996). Interactive multimedia courseware and the hands-on learning experience: An assessment. *Journal of Engineering Education*, 85, 123-131.
- Salomon, G. (1993). “On the nature of pedagogic computer tools. The case of the writing partner”. In S. J. Derry & S. P. Lajoie (1993), *Computers as Cognitive Tools*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1991) “Higher levels of agency for children in knowledge building: A challenge for the design of new knowledge media”. *Journal of the Learning Sciences*, 1(1), 37-68.



## Βιβλιογραφικές αναφορές

- Shunn, C. & Klahr, D. (1995). *A 4-space model for scientific discovery*. Paper presented at the AAAI Symposium Systematic Methods of Scientific Discovery, Menlo Park, CA.
- Sloot, P. (1994). *Lecture on Parallel Scientific Computing and Simulations*. CERN school on computing, Sopron, Hungary August 1994.
- Van Joolingen, W. R. and De Jong, T. (1997). An extended dual search space model of learning with computer simulations. *Instructional Science*, 25, 307-346.
- Κορρές Κ. (2015). «Η έννοια της παραγώγου συνάρτησης». Δειγματικό ψηφιακό σενάριο για τα Μαθηματικά Λυκείου. Πλατφόρμα «Αίσωπος», Ι.Ε.Π. ( <http://aesop.iep.edu.gr/node/21139> )