ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2017)

5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

Διαθεματική προσέγγιση της γραμμικής συνάρτησης

Παρασκευή Ιατρού

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ιατρού Π. (2022). Διαθεματική προσέγγιση της γραμμικής συνάρτησης. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 160–170. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4077

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 18/01/2026 19:43:10

Διαθεματική προσέγγιση της γραμμικής συνάρτησης

Ιατρού Παρασκευή
vivi.iatrou@gmail.com
ΠΜΣ «Διδακτική στις Φυσικές Επιστήμες, στην Πληροφορική και την Υπολογιστική Επιστήμη, τα Μαθηματικά και την Επιστήμη των Μηχανικών», Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία δημιουργήθηκε στα πλαίσια μεταπτυχιακού προγράμματος και αποτελεί ένα παράδειγμα εφαρμογής του STEM (Science, technology, engineering) στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση με τη μέθοδο του υπολογιστικού πειράματος. Στην πρότασή μας παρουσιάζεται μια διδακτική προσέγγιση της γραμμικής συνάρτησης εφαρμόζοντας διασυνδέσεις μεταξύ των μαθηματικών, της φυσικής, της μηχανικής και της πληροφορικής αλλά και την εφαρμογή της σε προβλήματα της καθημερινής ζωής. Η πολύπλευρη αντιμετώπιση ενός γνωστικού αντικειμένου, η ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε όλα τα βήματα της διδασκαλίας χρησιμοποιώντας τον υπολογιστικό τρόπο σκέψης και η επιλογή δραστηριοτήτων γενικότερου ενδιαφέροντος, ενισχύουν το ενδιαφέρον των μαθητών, διασυνδέουν τις έννοιες, και βελτιώνουν την αποτελεσματικότητα της παρέμβασής μας.

Λέξεις κλειδιά: STEM, υπολογιστική σκέψη, υπολογιστικό πείραμα, γραμμική συνάρτηση.

Εισαγωγή

Οι εκπαιδευτικές πρακτικές που συναντάμε μέχρι σήμερα, τουλάχιστον στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, έχουν περιορισμένη ή εστιασμένη εφαρμογή σε επιμέρους τομείς των γνωστικών αντικειμένων χωρίς να τα συνδυάζουν μεταξύ τους ώστε να μπορούν να αποτελέσουν έναν ενιαίο κορμό πάνω στον οποίο μπορούμε να δομήσουμε την όποια εκπαιδευτική μας παρέμβαση (Πατρινόπουλος, 2006). Επιστημολογικοί, ψυχολογικοί, παιδαγωγικο-διδακτικοί και κοινωνικο-οικονομικοί λόγοι καθιστούν επίκαιρα και προτιμητέα τα διαθεματικά προγράμματα σπουδών. Η διαθεματικότητα έχει πολλές εκφάνσεις και αναφέρεται σε τρόπους επιλογής και οργάνωσης της διδακτέας γνώσης που δεν ακολουθούν τις πρακτικές των παραδοσιακών αναλυτικών προγραμμάτων με τα διακριτά και αυτοτελώς διδασκόμενα μαθήματα. (Ματσαγκούρας, 2003) Αντιθέτως, όμως, τα περισσότερα μαθήματα διδάσκονται χωρίς την ανάδειξη των μεταξύ τους διασυνδέσεων, με αποτέλεσμα εκτός των άλλων να είναι περιορισμένο το ενδιαφέρον των μαθητών, αποσπασματική η προσέγγιση των γνώσεων και οι μαθητές να αποθαρρύνονται από το να ασχοληθούν με τις επιστήμες.

Σε μια προσπάθεια διερεύνησης της δυνατότητας διασύνδεσης των εννοιών, κατά τη διδασκαλία, των μαθηματικών, της φυσικής, της μηχανικής, της τεχνολογίας με τη χρήση του υπολογιστικού πειράματος, προτείνουμε την ενδεικτική διδασκαλία της μελέτης της γραμμικής συνάρτησης, δομημένη με βάση τις αρχές του STEM. Ώστε να αντιμετωπισθεί όχι μονο διαθεματικά αλλά με εγκάρσια διε-επιστημονικότητα(transdisciplinary)-διαεπιστημονικό τρόπο η γνώση.

Το STEM έχει χρησιμοποιηθεί ως γενικός όρος για κάθε περίπτωση, πολιτική, πρόγραμμα, ή πρακτική που περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα πεδία των κλάδων του STEM (Bybee, 2010a). Για τους περισσότερους, το STEM αντιστοιχεί στο ότι δίνεται έμφαση μόνο στις επιστήμες και τα μαθηματικά, ενώ παραβλέπεται ότι τα προϊόντα της τεχνολογίας και της μηχανικής επηρεάζουν τόσο πολύ την καθημερινή ζωή. Μια αληθινή προσέγγιση STEM θα

Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράτιτσης, Χ. Παναγιωτακόπουλος (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 160-170, Ανώτατη Σχολή ΠΑΙδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, 21-23 Απριλίου 2017.ISSN 2529-0924, ISBN 978-618-83186-0-1.

πρέπει να συμπεριλαμβάνει την μηχανική και τις κατασκευές αλλά και να βελτιώσει τη χρήση των τεχνολογιών από τους μαθητές με διαεπιστημονικό τρόπο (Bybee, 2010b).

Μεθοδολογία

Μετά από σχεδόν τρεις δεκαετίες που οι τεχνολογίες πληροφόρησης και επικοινωνιών (ΤΠΕ) κυριαρχούν στην εκπαίδευση, κυρίως ως υποστηρικτικά εργαλεία άλλων μαθημάτων ή αυτόνομα γνωστικά αντικείμενα, σήμερα μετεξελίσσονται και διευρύνουν την επίδρασή τους, μέσα από τις διαδικασίες της υπολογιστικής σκέψης (Computational thinking). Θα μπορούσαμε να ορίσουμε την υπολογιστική σκέψη ως μια διανοητική διαδικασία που εμπλέκεται στην μορφοποίηση ενός προβλήματος και την έκφραση των λύσεων του, με τέτοιο τρόπο ώστε ένας υπολογιστής -άνθρωπος ή μηχανή – να μπορεί να το διεκπεραιώσει αποτελεσματικά. (Wing J. , 2014) .

Όπως αναφέρει η ίδια, «η υπολογιστική σκέψη είναι ένα είδος αναλυτικής σκέψης. Μοιράζεται με τη μαθηματική σκέψη τους γενικούς τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαμε να προσεγγίσουμε την επίλυση ενός προβλήματος. Μοιράζεται με τον τρόπο σκέψης των μηχανικών τους γενικούς τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαμε να προσεγγίσουμε το σχεδιασμό και την αξιολόγηση μεγάλων, πολύπλοκων συστημάτων που λειτουργούν στο πλαίσιο των περιορισμών του πραγματικού κόσμου. Μοιράζεται με την επιστημονική σκέψη τους γενικούς τρόπους με τους οποίους μπορούμε να προσεγγίσουμε την κατανόηση των διαδικασιών υπολογισμού, την ευφυΐα, το πνεύμα και την ανθρώπινη συμπεριφορά.» (Wing, 2008)

Η εκπαιδευτική πρότασή μας έχει δομηθεί με τη μέθοδο του υπολογιστικού πειράματος που αποτελεί βασικό εργαλείο της υπολογιστικής σκέψης (Psycharis, 2015). Αρχικά οι χώροι είχαν ορισθεί ως δύο, χώρος υποθέσεων και χώρος πειραμάτων (Klahr & Dunbar, 1988). Σήμερα για την πιο ολοκληρωμένη εκπαιδευτική προσέγγιση έχει προστεθεί και ο χώρος των προβλέψεων (Psycharis, 2015).

Αν επιχειρούσαμε να κάνουμε μια αντιστοίχιση της μεθόδου του υπολογιστικού πειράματος με της διερευνητικής- ανακαλυπτικής μάθησης, αυτή θα μπορούσε να ήταν:

- Χώρος υποθέσεων → έναυσμα, προϋπάρχουσες γνώσεις, διατύπωση υποθέσεων.
- Χώρος πειραμάτων → πειραματισμός, διατύπωση θεωρίας.
- Χώρος προβλέψεων → εφαρμόζω, γενικεύω.

Σε αυτή την εργασία δουλέψαμε στηριζόμενοι σε αυτή την αντιστοίχιση, η επιλογή έγινε γιατί όπως αναφέρεται «Η εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία δεν οδηγεί τους μαθητές απλώς στη γνώση, αλλά τους ασκεί σε έναν ορθολογικό και δημιουργικό τρόπο σκέψης. Η γνώση προκύπτει ως συμπέρασμα μιας πειραματικής διαδικασίας και όχι με την απομνημόνευση, προ διατυπωμένων από άλλους, περιγραφών και ορισμών. Γενικότερα, τους καθοδηγεί να συνηθίσουν στην εφαρμογή μιας κριτικής και αποδεικτικής διαδικασίας, με αντίστοιχα βήματα, σε κάθε περίπτωση προβληματισμού στην καθημερινή ζωή.» (Καλκάνης, και συν., 2014).

Οι προσδοκόμενοι στόχοι με την εφαρμογή του προτεινόμενου σεναρίου είναι οι μαθητές να μπορούν:

- να αναγνωρίζουν την γραμμική συνάρτηση $f(x)=\alpha x+\beta$ μέσα από τη γραφική της παράσταση,
- να περιγράφουν την μεταβολή της γραφικής παράστασης όταν μεταβάλλονται οι παράμετροι,
- να διακρίνουν τις μεταβλητές από τους σταθερούς όρους,
- να αντιπαραβάλλουν τη γραμμική σε σχέση με άλλες μορφές συναρτήσεων,

- να επιλύουν σχετικά προβλήματα στα μαθηματικά, στη φυσική και σε άλλα γνωστικά αντικείμενα,
- να επαληθεύουν τα αποτελέσματά τους με χρήση του λογισμικού OCTAVE,
- να χρησιμοποιούν το λογισμικό OCTAVE παράγοντας σχετικό κώδικα,
- να συμμετέχουν ενεργά στις ομάδες τους και να συζητούν μεταξύ τους τις πιθανές λύσεις,
- να χρησιμοποιούν τον υπολογιστικό τρόπο σκέψης για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής.

Για την προσομοίωση της συνάρτησης χρησιμοποιούμε το ελεύθερο λογισμικό ανοιχτού κώδικα OCTAVE. Το OCTAVE χρησιμοποιεί μια υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού, που προορίζεται κυρίως για αριθμητικούς υπολογισμούς. Παρέχει δυνατότητες επίλυσης γραμμικών και μη γραμμικών προβλημάτων και για την εκτέλεση άλλων αριθμητικών προβλημάτων. Επίσης, παρέχει εκτεταμένες δυνατότητες γραφικών για την απεικόνιση και το χειρισμό των δεδομένων. Η γλώσσα του OCTAVE είναι σε αρκετά σημεία παρόμοια με του MATLAB. Το πλεονέκτημα του OCTAVE έναντι του MATLAB είναι ότι διατίθεται δωρεάν, λειτουργεί άμεσα μέσω διαδικτύου χωρίς να είναι απαραίτητη η εγκατάστασή του και είναι συμβατό με τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα. (Eaton, 2012).

Προσπαθήσαμε σε όλες τις δραστηριότητες που γίνονται με χρήση του OCTAVE, οι μαθητές να μπορούν να παράγουν τον κώδικα που απαιτείται για την επίλυση των προβλημάτων και τον έλεγχο των μεταβλητών όχι μόνο για να μάθουν τον κώδικα αλλά μέσω αυτού να αποκτήσουν έναν αλγοριθμικό τρόπο σκέψης τον οποίο να τον χρησιμοποιούν για την επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος.

Η εφαρμογή

Η παρέμβαση μας είναι σχεδιασμένη για μαθητές της Α λυκείου οι οποίοι στα μαθηματικά έχουν διδαχθεί την έννοια της συνάρτησης, στη φυσική έχουν διδαχθεί την έννοια της δύναμης και τον υπολογισμό του βάρους, ενώ για τη χρήση του λογισμικού δεν απαιτείται να έχουν γνώσεις προγραμματισμού, παρά μόνο μια βασική εξοικείωση με τον υπολογιστή. Για την εφαρμογή της παρέμβασης, οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των δύο ή τριών, με κάθε ομάδα να έχει στη διάθεσή της υπολογιστή. Αυτή η επιλογή έγινε γιατί «η ενεργοποίηση και αυθεντικοποίηση της μαθητικής συμμετοχής, που επιφέρει η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία οδηγεί άμεσα στη βελτίωση της σχολικής μάθησης και της κοινωνικής συμπεριφοράς. Διαπίστωση που επιβεβαιώνεται και από τη διδακτική έρευνα.» (Ματσαγκούρας, 2008). Ως χώρος εφαρμογής προτείνεται ή το εργαστήριο υπολογιστών ή η χρήση του κινητού εργαστήριου υπολογιστών του σχολείου.

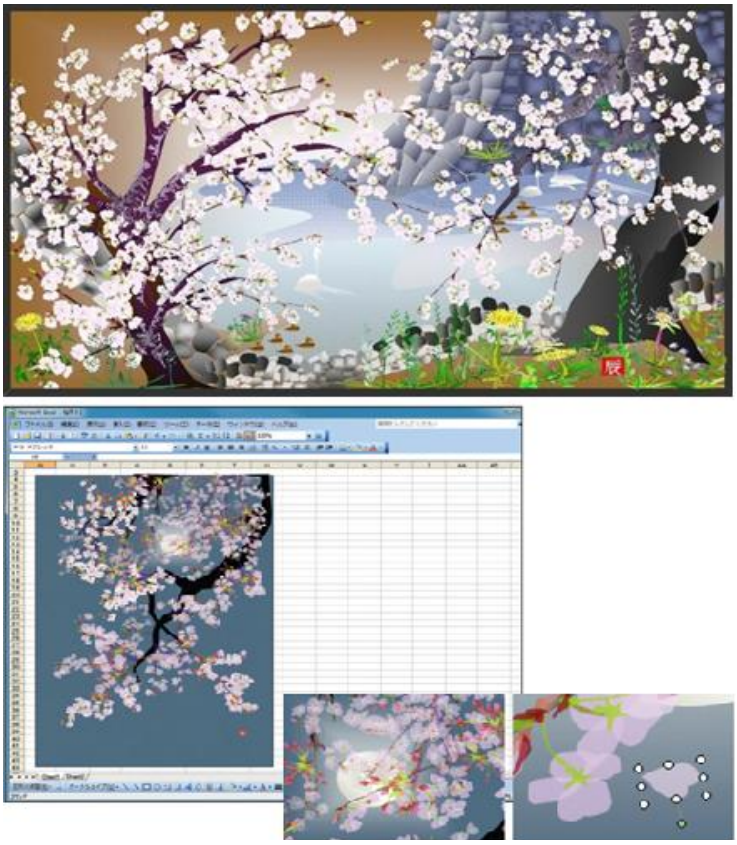
Σενάριο: Η γραμμική συνάρτηση f(x)= ax+β, μια STEM προσέγγιση.

Χώρος υποθέσεων → έναυσμα, προϋπάρχουσες γνώσεις, διατύπωση υποθέσεων.

Χρησιμοποιώντας ένα πίνακα ζωγραφικής του Ιάπωνα καλλιτέχνη Hatsuo Horiuchi, ο οποίος συνθέτει γραφικές παραστάσεις συναρτήσεων που κατασκευάζει στο Excel για να δημιουργήσει τα έργα του, προσπαθούμε να προκαλέσουμε το ενδιαφέρον αλλά και ερωτήματα προς διερεύνηση από τους μαθητές.

Παρουσιάζουμε τον πίνακα (Σχήμα 1) και αφήνουμε τους μαθητές να τον παρατηρήσουν. Αφού οι μαθητές τον παρατηρήσουν ως ενιαίο σύνολο και συζητήσουμε τις παρατηρήσεις τους, βαθμιαία, με διαδοχικές μεγεθύνσεις τους καθοδηγούμε να προσέξουν και τις

λεπτομέρειες, αναζητώντας μοτίβα (patterns) που επαναλαμβάνονται σε διαφορετικές θέσεις. Στη συνέχεια δείχνουμε και τη δεύτερη εικόνα που παρουσιάζει ένα μέρος του πίνακα μέσα στο Excel με το οποίο δημιουργήθηκε και εστιάζουμε στις ιδιαιτερότητες της τεχνοτροπίας του καλλιτέχνη. Με αυτή τη διαδικασία θέλουμε να βοηθήσουμε τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες αφαιρετικής σκέψης πηγαίνοντας από το μέρος στο όλο και αντίστροφα αναζητώντας τα «στοιχεία» που δομούν τον πίνακα.
Ο συνδυασμός των παραστάσεων που δημιουργούνται με το Excel με το αισθητικό αποτέλεσμα, επιτρέπει τη διατύπωση ερωτημάτων για το πως εργάστηκε ο καλλιτέχνης για να δημιουργήσει αυτό το έργο.



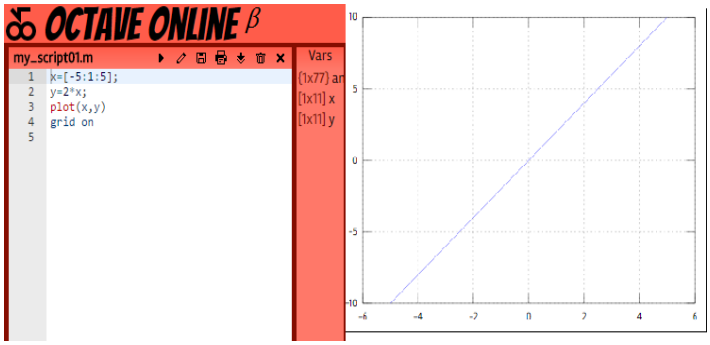
Σχήμα 1: Ζωγραφική με χρήση του Excel (Horiuchi, 2006)

Παράλληλα, με το OCTAVE δημιουργούμε και προβάλλουμε δισδιάστατες ή τρισδιάστατες γραφικές απεικονίσεις διαφόρων εξισώσεων, εστιάζοντας στην παρατήρηση των μεταβολών τους όταν αλλάζουμε τις παραμέτρους και το σχολιασμό αυτών. Η χρήση των γραφικών αναπαραστάσεων που δημιουργούνται επιτρέπει τη διαμόρφωση προβληματισμού για τη συσχέτιση των μαθηματικών σχέσεων με αυτές.

Εστιάζοντας στη συνάρτηση $f(x) = \alpha x + \beta$, συζητάμε για τη μορφή που μπορεί να έχει η γραφική της παράσταση και προσπαθούμε να διαπιστώσουμε κατά πόσο μπορούν να την εφαρμόζουν. Να σημειώσουμε ότι οι μαθητές την έχουν διδαχθεί αρχικά στα μαθηματικά

της Β΄ γυμνασίου χωρίς να έχουν εμβαθύνει στη γραφική αναπαράσταση της, σε σχέση με τη μεταβολή των παραμέτρων.

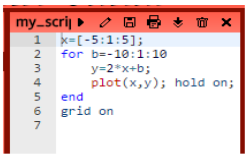
Οι μαθητές με τους υπολογιστές χρησιμοποιούν το λογισμικό OCTAVE online. Επειδή είναι η πρώτη φορά που το χρησιμοποιούν, δίνουμε οδηγίες για τις βασικές λειτουργίες του προγράμματος. Επίσης τους καθοδηγούμε για το πως συντάσσουμε ένα απλό πρόγραμμα, πως ορίζουμε τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής x, πως γράφουμε μία συνάρτηση και τη χρήση της εντολής plot για τη δημιουργία της γραφικής παράστασης. Προτρέπουμε τους μαθητές να δημιουργήσουν μερικές παραστάσεις, για παράδειγμα τις y = 2x, y = -3x, y = 2x + 2 ή όποια άλλη θέλουν, που αντιστοιχεί στην συνάρτηση f(x) = αx + β, για να παρατηρήσουν τις γραφικές παραστάσεις που προκύπτουν. Το σχήμα 2 μας δείχνει τον κώδικα που πρέπει να γράψουμε για τη συνάρτηση y = 2x και την αντίστοιχη γραφική παράσταση. Αντίστοιχα εργαζόμαστε και για τις υπόλοιπες.

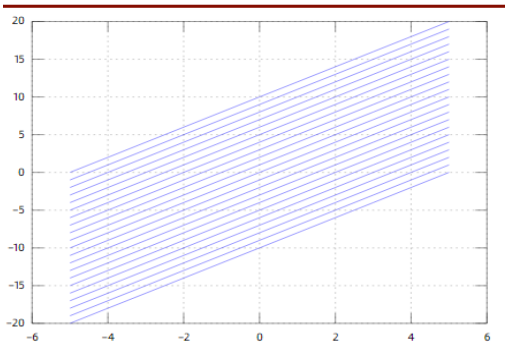


Σχήμα 2: Απεικόνιση οθόνης του OCTAVE

Με βάση τις αναπαραστάσεις αναμένουμε οι μαθητές να διαπιστώσουν ότι κάθε μια από αυτές τις εξισώσεις, έχει για γραφική παράσταση μία ευθεία. Ως αναμενόμενο ερώτημα προκύπτει πως μεταβάλλεται η γραφική παράσταση όταν αλλάζουν οι παράμετροι.

Χώρος πειραμάτων → πειραματισμός, διατύπωση θεωρίας.





Σχήμα 3: Γραφική παράσταση παράλληλων ευθειών

Με την πειραματική διαδικασία, με χρήση υπολογιστή, θέλουμε να ανακαλύψουν οι μαθητές πως μεταβάλλεται η γραφική παράσταση της συνάρτησης f(x)= αx+β όταν αλλάζουν οι τιμές των α και β.

Δραστηριότητα 1:

<u>Το α παραμένει σταθερό και το β μεταβάλλεται.</u>

Εξηγούμε στους μαθητές πώς δουλεύει η εντολή for, όχι μόνο για να δείξουμε την επαναληπτική δομή της εντολής αλλά, γιατί θέλουμε αντιληφθούν την επαναληπτικότητα των δομών στον τρόπο σκέψης.

Αφού ορίσουμε πρώτα την μεταβλητή μας x, μετά ορίζουμε την παράμετρο β, έτσι ώστε να παίρνει τιμές μέσα στα όρια

μελέτης που θέλουμε. Η εντολή for επιτρέπει τη δημιουργία βρόχου, δηλαδή μιας επαναληπτικής διαδικασίας κατά την οποία το β παίρνει διαδοχικές τιμές στα όρια πού έχουμε θέσει. Η διαδικασία που επαναλαμβάνεται οριοθετείται από τις εντολές for και end. Οι εντολές φαίνονται στην σχήμα 3.

Με αυτό το μικρό πρόγραμμα οι μαθητές θα διαπιστώσουν ότι όταν μεταβάλλεται το β και το α παραμένει σταθερό οι ευθείες που προκύπτουν είναι μεταξύ τους παράλληλες.

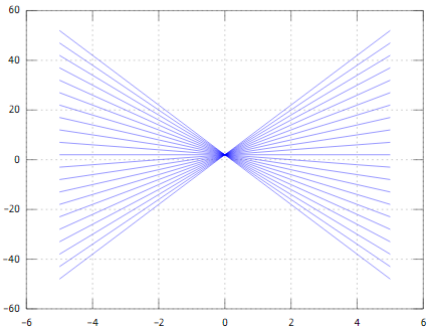
Δραστηριότητα 2

Το β παραμένει σταθερό και το α μεταβάλλεται.

Οι μαθητές με βάση το προηγούμενο παράδειγμα δημιουργούν τον αντίστοιχο κώδικα που επιτρέπει την μεταβολή του α με το β σταθερό θέλοντας να βεβαιωθούμε ότι έχουν καταλάβει την έννοια της επαναληπτικότητας και του αλγοριθμικού τρόπου σκέψης. Στην σχήμα 4 παρουσιάζεται ο σχετικός κώδικας για την συνάρτηση y= αx+2.

Συζητάμε με τους μαθητές τι συμβαίνει τώρα στην γραφική παράσταση, εστιάζοντας στο ότι όλες οι ευθείες διέρχονται από ένα σημείο.

```
x=[-5:1:5];
for a=-10:1:10
    y=a*x+2;
    plot(x,y); hold on;
end
grid on
```



Σχήμα 4: Γραφική παράσταση f(x)= αx+2

Δραστηριότητα 3

Το β είναι ίσο με 0 και οι ειδικές περιπτώσεις α = -1, α = 1.

Ζητάμε από τους μαθητές να γράψουν τον κώδικα για την περίπτωση της συνάρτησης f(x) = αx ώστε να αποδείξουν ότι η γραφική παράσταση της συνάρτησης είναι μία ευθεία η οποία διέρχεται από την αρχή των αξόνων.

Στην συνέχεια τους ζητάμε το σχεδιασμό, στο OCTAVE, των γραφικών παραστάσεις των y = - x, y = x, δηλαδή για α -1 και 1. Με αυτόν τον τρόπο θέλουμε να αποδείξουν ότι πρόκειται για τις γραφικές παραστάσεις των διχοτόμων των γωνιών δευτέρου, τετάρτου τεταρτημόριου και πρώτου, τρίτου τεταρτημόριου αντίστοιχα.

Σχετικές θέσεις δύο ευθειών (Διατύπωση θεωρίας)

Θέτουμε προς συζήτηση, στις ομάδες. το ερώτημα: αν έχουμε δύο ευθείες ποιες είναι οι χαρακτηριστικές περιπτώσεις των σχετικών τους θέσεων. Για να απαντήσουν στο ερώτημα θα βοηθηθούν από τις γραφικές παραστάσεις από τις εικόνες 3,4. Οι αναμενόμενες απαντήσεις είναι:

1. Αν οι ευθείες έχουν το ίδιο α και το ίδιο β θα ταυτίζονται γιατί ουσιαστικά μιλάμε για την ίδια ευθεία.
2. Αν οι ευθείες έχουν το ίδιο α και διαφορετικό β θα είναι παράλληλες.(σχήμα 3)
3. Αν οι ευθείες έχουν διαφορετικό α θα τέμνονται.(σχήμα 4)

Χώρος προβλέψεων → εφαρμόζω, γενικεύω.

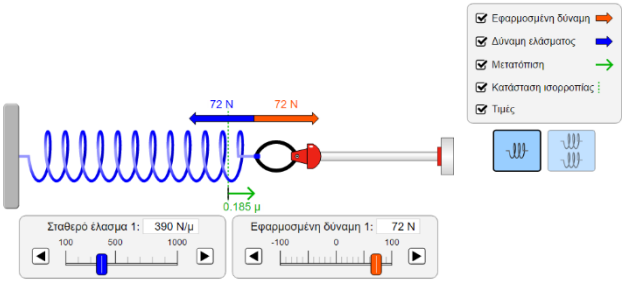
Δραστηριότητα 1

Το πρόβλημα

"Στο εργαστήριο φυσικής του σχολείου χρειαζόμαστε δυναμόμετρα για να μπορούμε να μετρήσουμε διάφορες δυνάμεις. Το πρόβλημα είναι ότι το ταμείο του σχολείου δεν έχει αρκετά χρήματα να διαθέσει ώστε να αγοράσουμε πλήρεις σειρές δυναμόμετρων. Ένας συμμαθητής σας πρότεινε αντί να αγοραστούν έτοιμα δυναμόμετρα να αγοράσουμε μόνο ελατήρια, που είναι φθηνά και να τα κατασκευάσουμε μόνοι μας.

Ο καθηγητής φυσικής συμφώνησε και ζήτησε πριν προχωρήσουμε στην αγορά των υλικών να κατανοήσουμε τη σχέση μεταξύ ασκούμενης δύναμης και παραμόρφωσης του ελατηρίου."

Για αυτό θα χρησιμοποιήσουμε αρχικά την προσομοίωση «Νόμος Χουκ» του Phet Colorado από το σύνδεσμο: https://phet.colorado.edu/el/simulation/hookes-law (σχήμα 5)



Σχήμα 5: Οθόνη του προγράμματος προσομοίωσης

Ζητάμε από τους μαθητές με βάση την προσομοίωση να κάνουν δοκιμές ώστε να συσχετίσουν την επιμήκυνση του ελατηρίου με την τιμή της εφαρμοζόμενης δύναμης, διατηρώντας αμετάβλητη τη σταθερά του ελατηρίου. Να δημιουργήσουν το διάγραμμα δύναμης - επιμήκυνσης του ελατηρίου χρησιμοποιώντας το OCTAVE. Στη συνέχεια να επαναλάβουν για άλλες τιμές της σταθεράς του ελατηρίου.

Ακολουθεί συζήτηση στις ομάδες , για τη σχέση αυτών των διαγραμμάτων με αυτά που δημιουργήθηκαν στα προηγούμενα βήματα.

Στόχος αυτής της διαδικασίας είναι οι μαθητές να αποδείξουν το νόμο του Hooke, ο οποίος μας δίνει τη γραμμική σχέση μεταξύ της δύναμης που ασκείται στα άκρα ενός ελατηρίου και της παραμόρφωσης του.

Με βάση την πληροφορία ότι για να μπορούμε να έχουμε αξιόπιστες μετρήσεις θα πρέπει η επιμήκυνση στα ελατήρια όταν μετράμε μια δύναμη να είναι μεταξύ των 5 και των 10 cm, ενώ οι δυνάμεις που συνήθως μετράμε είναι 4N, 8N, 10N, 15N, 20N, 30N, 50N και 100N. Οι μαθητές καλούνται να υπολογίσουν τη σκληρότητα των ελατήριων (K σταθερά ελατηρίου σε N/m) που πρέπει να αγοραστούν ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην τάξη.

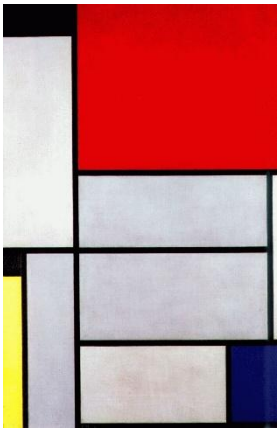
Σχήμα 6: Υλικά και διαδικασία δημιουργίας κλίμακας δυναμόμετρου

Αφού συγκεντρώσουμε τα υλικά οι μαθητές αναλαμβάνουν να κατασκευάσουν τα δικά τους δυναμόμετρα δημιουργώντας τις αντίστοιχες κλίμακες μέτρησης. Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν και ενδεικτικά βήματα της διαδικασίας φαίνονται στο σχήμα 6.

Για να οριστεί η κλίμακα μέτρησης θα χρησιμοποιηθούν βαρίδια γνωστής μάζας και θα μετρηθούν οι επιμηκύνσεις που προκαλούν στα ελατήρια. Από αυτή τη μέτρηση θα υπολογιστεί η σταθερά K του ελατηρίου, έπειτα χρησιμοποιώντας την αντίστοιχη γραμμική συνάρτηση θα δημιουργηθεί η κλίμακα για κάθε δυναμόμετρο. Δίνεται η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας 9,8 m/s^2

Προαιρετικές δραστηριότητες

Στα βήματα του Hatsuo Horiuchi. Σίγουρα είναι δύσκολο να δημιουργήσουμε ένα έργο όπως αυτά του Hatsuo Horiuchi, χρησιμοποιώντας το OCTAVE όμως μπορούμε να φτιάξουμε μικρά έργα τέχνης με τη βοήθεια της γραμμικής συνάρτησης .

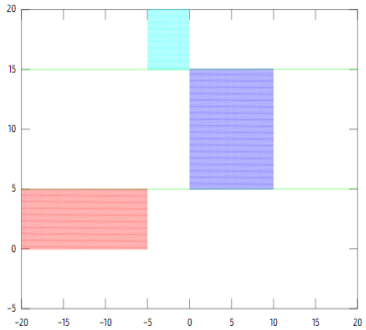


Σχήμα 7: Tableau I, Mondriaan 1921

my_scriptbodriar

```
x=-20:20;
y1=0.001*x+5 ;
plot(x,y1,'g-'); hold on;
x=-20:20;
y2=0.001*x+15;
plot(x,y2,'g-'); hold on;
x=-20:-5;
for a=0:0.1:5
    y=0.001*x+a;
    plot(x,y,'r-'); hold on;
end
x=-5:0;
for a=15:0.1:20
    y=0.001*x+a;
    plot(x,y,'c-'); hold on;
end
x=0:10;
for a=5:0.1:15
    y=0.001*x+a;
    plot(x,y,'b-'); hold on;
end
```

Σχήμα 8: Ο κώδικας του Octave



Σχήμα 9: Το έργο που δημιουργείται

Ένας από τους σημαντικότερους εκπροσώπους της μοντέρνας τέχνης και συνιδρυτής του κινήματος του νεοπλαστικισμού των αρχών του 20ου αιώνα ήταν ο Ολλανδός ζωγράφος Pieter Mondriaan. Ο Mondriaan είναι αρκετά γνωστός για τα έργα του με τους έγχρωμους γεωμετρικούς όγκους σε λευκό φόντο (σχήμα 7).

Με το OCTAVE μπορούμε να δημιουργήσουμε έργα με την τεχνοτροπία του Modriaan χρησιμοποιώντας τη γραμμική συνάρτηση. Προτρέπουμε τους μαθητές να ξεκινήσουν ακολουθώντας το κώδικα (σχήμα 8) που τους δίνεται και στη συνέχεια να προσπαθήσουν να προσθέσουν και άλλα σχήματα με κώδικα που θα δημιουργήσουν μόνοι τους .

Συμπεράσματα

Η επιλογή της προσέγγισης STEM έγινε γιατί όπως καταγράφεται από εκτεταμένη ανάλυση σχετικών ερευνών (Becker & Park, 2011) «οι ενοποιητικές προσεγγίσεις μεταξύ των μαθημάτων STEM έχουν θετικά αποτελέσματα στη μάθηση των μαθητών» επίσης για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, μελετητές (Asghar, Ellington, Rice, Johnson, & Prime, 2012) τονίζουν τη σημασία της ενοποιητικής, διεπιστημονικής προσέγγισης του STEM για την ενθάρρυνση των μαθητών να μάθουν για τον φυσικό κόσμο μέσα από την εξερεύνηση, έρευνα, και τις εμπειρίες επίλυσης προβλημάτων.

Μελέτες που έχουν γίνει (Psycharis, 2013a· Psycharis, 2013b· Psycharis, 2016) αποδεικνύουν τα θετικά αποτελέσματα της χρήσης του υπολογιστικού πειράματος στην δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια εκπαίδευση, γιατί μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση από τους μαθητές των εννοιών, ενισχύει τη μοντελοποίησή τους και βελτιώνει το επίπεδο της επιχειρηματολογίας που μπορούν να αναπτύξουν.

Για την παιδαγωγική αξιοποίηση του λογισμικού OCTAVE ερευνητές έχουν αποδείξει ότι διευκολύνει την επίτευξη υψηλότερου επιπέδου κατανόησης, μέσω των αναπαραστάσεων, δημιουργεί κίνητρα μάθησης για τους μαθητές, επιτρέπει στους μαθητές να το χρησιμοποιήσουν εκτός τάξης και να συνεργάζονται με τους συνομηλίκους τους. (Cataloglu, 2006)

Με την προτεινόμενη διαφοροποίηση στην εκπαιδευτική προσέγγιση, όχι μόνο δίνεται η δυνατότητα για μια λειτουργική διασύνδεση των διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων, αλλά και ενός διαφορετικού τρόπου σκέψης, του υπολογιστικού. Οι μαθηματικές σχέσεις συνδέονται άμεσα με τη φυσική και τη μηχανική, ενώ οι υπολογιστές δεν λειτουργούν μόνο ως πληροφοριακά εργαλεία αλλά, με την άμεση εμπλοκή των μαθητών σε διαδικασίες προγραμματισμού, μεταβολής των παραμέτρων και άμεσου ελέγχου των αποτελεσμάτων, αποκτούν τη δυναμική γνωστικών εργαλείων. Η εισαγωγή της υπολογιστικής επιστήμης στην εκπαίδευση πλέον θεωρείται, ως στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό λόγω της θετικής της επίδρασης. Όπως αναφέρεται (Wing, 2014) το 2012 η British Royal Society στην έκθεση της για την εκπαίδευση καταγράφει ότι η «υπολογιστική σκέψη» προσφέρει εναλλακτικούς δρόμους για την κατανόηση φυσικών και τεχνολογικών συστημάτων μέσω της πολυσχιδούς της επίδρασης στις διαδικασίες της ανθρώπινης σκέψης και προτείνει να δοθεί σε κάθε παιδί η δυνατότητα να την προσεγγίζει μέσα από το σχολείο. Αυτή η έκθεση επέδρασσε στη διαμόρφωση των εθνικών προγραμμάτων σπουδών του Ηνωμένου Βασίλειου που παρουσιάστηκαν το 2013, και προβλέπουν ότι οι μαθητές θα διδάσκονται στο σχολείο έννοιες της υπολογιστικής επιστήμης, ανάλογες κάθε φορά με το επίπεδό τους.

Οι ομαδοσυνεργατικές διαδικασίες που προτείνονται με το συνεχή προβληματισμό και τη συζήτηση αυξάνουν την μαθησιακή αυτενέργεια των μαθητών και την αυτορρύθμιση στα πλαίσια των ομάδων και βελτιώνουν το μαθησιακό κλίμα. Όπως καταγράφεται ερευνητικά

(Freeman, et al., 2014) η ενεργή εμπλοκή των μαθητών στην πορεία τη μάθησής τους είναι καθοριστική στην απόδοσή τους στα γνωστικά αντικείμενα του STEM

Οι δραστηριότητες που παρουσιάζονται με τις διαφορετικές προσεγγίσεις τους και τις πολλαπλές αναπαραστάσεις των εννοιών ξεφεύγοντας από το ασκησιοκεντρικό περιβάλλον των σχολικών εγχειριδίων επιτρέπουν σε μαθητές με διαφορετικά μαθησιακά προφίλ, αφενός να ενεργοποιηθούν αφετέρου, να μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες. Η διασύνδεση των γνωστικών αντικειμένων και η εφαρμογή σε προβλήματα που έχουν την αίσθηση της καθημερινής ζωής αυξάνουν το ενδιαφέρον των μαθητών και επιτρέπουν τη δημιουργία σταθερών γνωστικών δομών.

Βέβαια, η εμπλοκή των γνωστικών αντικειμένων στο χώρο του σχολείου όπως προτείνεται μπορεί να παρουσιάζει προβλήματα ως προς την υλοποίηση της, όμως με τις κατάλληλες συνεργασίες μεταξύ των ειδικοτήτων και τα προσδοκόμενα θετικά αποτελέσματα της παρέμβασης πιστεύουμε ότι αυτά περιορίζονται. Η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια μιας διδασκαλίας, αυτής της μορφής, σε σχέση με μία συμβατική είναι μια παράμετρος προς εξέταση ειδικά στο στενό χρονικά σχολικό περιβάλλον, που ο εκπαιδευτικός έχει να διδάξει κάποια συγκεκριμένη ύλη με βάση το αναλυτικό πρόγραμμα και τις οδηγίες.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή μου Κο Σαράντο Ψυχάρη για την βοήθεια του στη δημιουργία αυτής της εργασίας.

Αναφορές

Horiuchi, H. (2006). Cherry Blossoms of Historical Castle site.

Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 85-126.

Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research,* 12(5), 23-37

Bybee, R. W. (2010a, 9). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. Eric institute of education sciences.

Bybee, R. W. (2010b). What Is STEM Education? *Science*, 329, σ. 996. doi: 10.1126/science.1194998

Cataloglu, E. (2006). Open source software in teaching physics: A case study on vector algebra and visual representations. TOJET: *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 68-74.

Eaton, J. W. (2012). GNU Octave and reproducible research. *Journal of Process Control*, 22(8), 1433-1438.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Jordt, Jordt, H., & Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the national academy of sciences,* 11(23), 8410-8415.

Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive science*, 12(1) 1-48.

Psycharis, S. (2013a). Exploring the Effects of the Computational Experiment Approach to the Epistemic Beliefs, the Motivation, the Use of Modeling Indicators and Conceptual Understanding in Three Different Computational Learning Environments. *Journal of education and training studies*, 1(1), 69-87 doi:10.11114/jets.v1i1.32

Psycharis, S. (2013b). Examining the effect of the computational models on learning performance, scientific reasoning, epistemic beliefs and argumentation: An implication for the STEM agenda. *Computers & Education*, 253-265.

Psycharis, S. (2015). The Impact of Computational Experiment and Formative Assessment in Inquiry Based Teaching and Learning Approach in STEM Education. *Journal of science education, and technology*, 25(2), 316-326. doi:10.1007/s10956-015-9595-z

Psycharis, S. (2016). Inquiry Based- Computational Experiment, Acquisition of Threshold Concepts and Argumentation in Science and Mathematics Education. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3).

Wing, J. (2014). Computational Thinking Benefits Society. Social issues in computing. Ανάκτηση από http://socialissues.cs.toronto.edu.

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences, 366(1881), σσ. 3717-3725.

Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπατσίμπα, Λ. (2006). *Φυσική Γ Γυμνασίου. Αθήνα*: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.

Καλκάνης, Γ. Θ., Γκικοπούλου, Ο., Καπότης, Ε., Γουσόπουλος, Δ., Πατρινόπουλος, Μ., Τσάκωνας, Π., . . . Δρόλαπας, Α. (2014). *Η Φυσική με Πειράματα Α΄ Γυμνασίου Βιβλίο Εκπαιδευτικού.* Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ» Υπουργείο Παιδείας & Θρησκευμάτων, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

Ματσαγκούρας, Η. (2003). *Διαθεματικότητα στη Σχολική Γνώση, Εννοιοκεντρική Αναπλαισίωση και Σχέδια Εργασίας.* Αθήνα: Γρηγόρη.

Ματσαγκούρας, Η. (2008). *Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση*. Αθήνα: Γρηγόρη.

Πατρινόπουλος, Μ. Α. (2006). *ΟΛΟκληρωμένο ΤΕΧΝΟλογικά και Μεθοδολογικά ΕκΠαιδευτικό Εργαστήριο*. Αθήνα.