

# Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης

Τόμ. 1 (2017)

7ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΔΙΔΑΧΗΣ ΚΑΙ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ Π.Τ.Δ.Ε.  
ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΨΥΧΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ



Υπό την αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων

7<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΧΑΡΙΣΜΑΤΙΚΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ»

ΤΟΜΟΣ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ

ISSN: 2529-1157

Σε Συνεργασία με την Ένωση Ελλήνων Φυσικών και την  
Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία  
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ DIVANICARAVEL  
15-18 Ιουνίου 2017

**Διδασκαλία των Μαθηματικών σε Δια-επιστημονικό (STEM) περιβάλλον, για ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων, κατάλληλη για παιδιά με και χωρίς Μαθησιακές Δυσκολίες**

ΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ

doi: [10.12681/edusc.1680](https://doi.org/10.12681/edusc.1680)

## Βιβλιογραφική αναφορά:

ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ Γ. (2019). Διδασκαλία των Μαθηματικών σε Δια-επιστημονικό (STEM) περιβάλλον, για ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων, κατάλληλη για παιδιά με και χωρίς Μαθησιακές Δυσκολίες. *Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης, 1*, 804–819. <https://doi.org/10.12681/edusc.1680>

**Τίτλος: «Διδασκαλία των Μαθηματικών σε Δια-επιστημονικό (STEM) περιβάλλον, για ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων, κατάλληλη για παιδιά με και χωρίς Μαθησιακές Δυσκολίες»**

**Γιάννης Νικολόπουλος**

Μαθηματικός - Ειδικός Παιδαγωγός, 8<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Κορυδαλλού (ΕΑΕ), Ετήσιο πρόγραμμα Ειδικής Αγωγής - ΕΚΠΑ και Επιμορφωτής Εκπαιδευτικών στην Ελληνογερμανική Αγωγή. [johnnikol@yahoo.gr](mailto:johnnikol@yahoo.gr)

**Εισαγωγή**

Τα Ελλείματα στα Μαθηματικά έχουν πολλές αιτίες, το ζητούμενο είναι πως θα τις αντιμετωπίσουμε. Η Έρευνα έδειξε ότι η διδασκαλία των μαθηματικών σε περιβάλλον STEM δηλαδή: Science, Technology, Engineering & Mathematics, αποτελεί θετική απάντηση γιατί στηρίζεται στην Δια-επιστημονική και Βιομαθητική Μάθηση. Η STEM διδασκαλία, είναι αποτελεσματική/αποδοτική στην ολιστική κατάκτηση εννοιών ή/και θεμάτων, επειδή οι βασικές ιδιότητες της γνώσης ευνοούν τις συνδεδεμένες έννοιες, περισσότερο από ότι τις σκόρπιες και ανεξάρτητες. Οι πρώτες (συνδεδεμένες) είναι καλύτερα οργανωμένες για μια μελλοντική ανάκληση στην γνωστική διαδικασία. Άρα αναγκαία η ολοκληρωτική αξιοποίηση της σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας. Οι ΤΠΕ (Τεχνολογία Πληροφοριών & Επικοινωνίας) στην εκπαίδευση προσέφεραν και προσφέρουν αρκετά, όμως είναι αναγκαίο να δούμε την σύγχρονη εξέλιξη και την αναβάθμισή τους σε Διδασκαλία STEM όπου και εκεί ο ρόλος των ΤΠΕ παραμένει σημαντικός. Ο συνδυασμός Άλγεβρας - Γεωμετρίας και Φυσικής - Χημείας με την υποστήριξη Λογισμικών, αξιοποιεί και συνδέει τις ανωτέρω επιστήμες.

*Λέξεις Κλειδιά: STEM, ΤΠΕ, Διεπιστημονική, Ελλείματα στα Μαθηματικά.*

**Abstract**

Mathematics deficits have many causes, the point is that we will deal with them. Research has shown that teaching mathematics in a STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) environment, is a positive response because it is based on Interdisciplinary and Experiential Learning. STEM teaching is effective/efficient in the holistic conquest of concepts and/or subjects, because the basic properties of knowledge favors related concepts more than scattered and independent. The first (associated) are better organized for a future recovery/recall in the cognitive process. It is therefore necessary to make full use of modern science and technology. Information and Communication Technology (ICT) in education has provided and offered a lot, but it is necessary to see their current evolution and upgrading to STEM Teaching where the role of ICT remains important. The combination of Algebra - Geometry and Physics - Chemistry with the support of Computer Programs, exploits and links the above sciences.

**Keywords:** *STEM, ICT, Interdisciplinary, Mathematics Deficits.*

**Οι Αιτίες των Μαθηματικών Ελλειμμάτων**

Τα Ελλείμματα στα Μαθηματικά έχουν πολλές αιτίες, που οφείλονται σε γενετικούς ή/και σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Όμως παρατηρούμε ένα κοινό γνώρισμα για όλα τα παιδιά: Παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα στην κατανόηση μαθηματικών εννοιών και την ικανότητα μαθηματικής σκέψης. Είναι μια από τις πιο παρεξηγημένες μαθησιακές δυσκολίες μιας και ο νους πολλών γονιών και εκπαιδευτικών πηγαίνει στην νοημοσύνη του παιδιού, γεγονός που δυσκολεύει τα πράγματα και αδικεί παντελώς τις δυνατότητες του παιδιού. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι κάθε παιδί έχει αδυναμίες αλλά και προτερήματα. Μια σύγχρονη διάκριση από τους (Price & Ansari, 2013) που διαχωρίζουν την ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑ σε δύο κατηγορίες την πρωτογενή και την δευτερογενή. Η πρωτογενής, φαίνεται να σχετίζεται με την μειωμένη, ελλιπή ανάπτυξη των μηχανισμών του εγκεφάλου για την επεξεργασία πληροφοριών αριθμητικών μεγεθών, ενώ η δευτερογενής αναφέρεται σε μαθηματικά ελλείμματα που προέρχονται από εξωτερικούς παράγοντες όπως η κακή διδασκαλία επίσης τα προβλήματα ελλειμματικής προσοχής, τα ζητήματα συμπεριφοράς και όχι μόνο. Έτσι, αν οι έρευνες κατατάσσουν την πρωτογενή στατιστικά σε ποσοστά που πλησιάζουν το 10%, εντούτοις από την πείρα μας και από μη σταθμισμένες μελέτες είναι βέβαιο ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό της τάξης το πολύ του 20% καταλαβαίνει και ενδιαφέρεται για τα Μαθηματικά. Με την «σε άτοπο απαγωγή» το τεράστιο ποσοστό που απομένει δηλαδή το 70% παρουσιάζει δυσκολίες που υπάγονται στην δευτερογενή δυσαριθμησία. Εδώ είναι και ο ρόλος των εκπαιδευτικών που δεν είναι ειδικοί αλλά τουλάχιστον σωστοί παιδαγωγοί. Τι εννοούμε; Ότι στα σχολεία μας φοιτούν κάθε χρόνο χιλιάδες μαθητές αλλά λίγοι από αυτούς είναι στα μαθηματικά 'σαΐνια', ενώ όλοι θέλουν και σχεδόν μπορούν να μάθουν Μαθηματικά.

Αν έχουν Πρωτογενή Δυσαριθμησία τότε σίγουρα ο γονιός κάτι θα γνωρίζει γιατί αυτό διαφαίνεται από το Δημοτικό και εδώ χρειάζεται ο μαθηματικός με ειδίκευση στην Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση (ΕΑΕ). Όμως η μεγάλη κατηγορία παιδιών που δυσκολεύονται, πρέπει να αναγνωρισθούν, και να προσδιορισθεί το μαθησιακό τους προφίλ. Με βάση το προφίλ τους πρέπει να κάνουμε στην τάξη «Διδασκαλία στην Πράξη». Δεν θέλει κόπο θέλει τρόπο και με αυτό τον τρόπο, με αυτή την μέθοδο θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε και να συνδιαλλαγούμε μαζί σας.

Τα Ελλείμματα των Μαθηματικών έχουν κύρια βάση την Δυσαριθμησία, αλλά δεν είναι αμελητέος και ο ρόλος της Δυσλεξίας, ειδικά μάλιστα όσο ανεβαίνουμε στην ακαδημαϊκή κλίμακα που τα προβλήματα αλλά και οι εκφράσεις πλεονάζουν σε σχέση με τις απλές πράξεις του δημοτικού, εδώ ο ρόλος της Δυσλεξίας αυξάνει/δυναμώνει. Η επιστημονική αρθρογραφία έφτασε μάλιστα να αναφέρει σαφέστατα: «Δυσλεξία και Δυσαριθμησία στα Μαθηματικά» (Ashcraft & Faust, 1994). Είναι κατανοητό ότι η ικανότητα της ανάγνωσης είναι πολύ σημαντική στην αποκωδικοποίηση της εκφώνησης ενός μαθηματικού προβλήματος, έτσι ώστε να μπορέσουν τα παιδιά να κατανοήσουν τα δεδομένα και τα ζητούμενα. Κατόπιν, αφού στηριχθούν στις μαθηματικές γνώσεις και λύσουν το πρόβλημα, οφείλουν να διατυπώσουν την μαθηματική απάντηση. Άρα από άποψη γλώσσας, έχουμε αρχικά ανάγνωση και αποκωδικοποίηση της εκφώνησης και στη συνέχεια διατύπωση λύσης. Οι έρευνες δείχνουν ότι η Δυσαριθμησία συνυπάρχει με: Δυσλεξία σε ποσοστό 60-70% (Barbarese et al., 2005) και με Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής με ή χωρίς Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ) με ποσοστό πάνω από 20% (Gross - Tsur et al. 1996,

McGlaughlin, Knoop & Holliday, 2005), παρόλα αυτά το ζητούμενο είναι πως θα τις αντιμετωπίσουμε.

### Με τι Εκπαιδευτική Παρέμβαση θα Αντιμετωπίσουμε τις ΜΔΜ;

Η κατάκτηση των μαθηματικών αλλά και γενικότερα των θετικών μαθημάτων πρέπει να στηριχτεί στην «Διδασκαλία της Πράξης». Μια σχεδιασμένη «δραστηριότητα» εισάγει το παιδί στην μαθησιακή έρευνα και μετατρέπει την γνώση σε «παιχνίδι», ενώ ο βιωματικός χαρακτήρας μιας «δραστηριότητας» βοηθάει τους μαθητές στη λύση αλλά κυρίως τους επιτρέπει να διαπιστώσουν τον ρόλο και τη χρησιμότητα κάθε καινούργιας γνώσης στην ζωή.

Η αξιοποίηση των ΤΠΕ μπορεί αποτελεσματικά να συμβάλει την διαδικασία μάθησης. Η προσπάθεια, μέσα από την εικόνα (Video), τις διαφάνειες (Power Point), για την συγκέντρωση όλων των maximum οπτικών και ακουστικών δυνατοτήτων είναι καθοριστική στην ολοκλήρωση μιας εκπαιδευτικής δράσης. Είναι αναγκαίο να βοηθήσουμε, τα εν λόγω παιδιά για βελτίωση της ακαδημαϊκής τους επίδοσης, με διαφορετικούς δρόμους διδασκαλίας. Άρα χρησιμοποιούμε την πολύ-αισθητηριακή διδασκαλία και για να εντοπίσουμε πιο μέρος της ανταποκρίνεται περισσότερο σε κάθε παιδί. Η οπτική διδασκαλία σε συνδυασμό μάλιστα με την ακουστική δίνει διεξόδους σε πολλά παιδιά.

Γλώσσα, Ήχος



Εικόνα, Σχήμα



Η Μνήμη Εργασίας (working memory), είναι σημαντικός παράγοντας για την γνώση και την κατάκτηση των Μαθηματικών και γενικά των Θετικών Επιστημών. Διαπιστώνεται συνήθως πρόβλημα/έλλειμμα στην μνήμη εργασίας στα παιδιά με ΔΑΦ με ΔΕΠ-Υ όπως και στα παιδιά με Μ.Δ. ενώ δεν αποκλείεται, να παρατηρούμε πολύ καλό σκληρό δίσκο, δηλαδή τη Μακρόχρονη Μνήμη (Νικολόπουλος, 2015).

Η βάση της Εκπαιδευτικής μας Παρέμβασης στηρίζεται στη σαφή τοποθέτηση ότι: **Τα νευρωνικά κυκλώματα που έχουν σχέση με την αντίληψη, σχηματίζουν συναπτικές συνδέσεις σταθερές, ενώ τα νευρωνικά κυκλώματα που έχουν σχέση με την μνήμη έχουν συναπτικές συνδέσεις που αλλάζουν ισχύ με την μάθηση (Kandel, 2008).** Άρα είναι κατανοητό, ότι μπορούμε να βελτιώσουμε την Μνήμη με εργαλείο την Μάθηση.

Η Έρευνα έδειξε ότι η διδασκαλία των Μαθηματικών σε περιβάλλον STEM δηλαδή: Science, Technology, Engineering & Mathematics, αποτελεί μια θετική

απάντηση γιατί στηρίζεται στην δια-επιστημονική προσέγγιση και έχει αφετηρία ερωτήματα από την καθημερινή ζωή και την πράξη. Η STEM διδασκαλία είναι αποτελεσματική στην ολιστική κατάκτηση εννοιών ή/και θεμάτων, επειδή οι βασικές ιδιότητες της γνώσης ευνοούν τις συνδεδεμένες έννοιες, περισσότερο από ότι τις ανεξάρτητες έννοιες. Οι πρώτες (συνδεδεμένες) έννοιες είναι καλύτερα οργανωμένες για μια μελλοντική ανάκληση και ανάκτηση στην γνωστική διαδικασία (Honey et al., 2014) και αποτελεί υποστήριξη σε Ελλείμματα της Μνήμης Εργασίας.

Επίσης τα προγράμματα STEM βασίζονται στη μάθηση μέσω project-based learning. Μία από τις πιο δημιουργικές προσεγγίσεις της Διδασκαλίας STEM είναι και η μάθηση στηριγμένη σε Project. Μέσω αυτής της μεθόδου, οι εκπαιδευτικοί χρησιμεύουν απλά ως οδηγοί μονοπατιών, ενώ οι μαθητές επιχειρούν να λύσουν προβλήματα και να καταλήξουν σε συμπεράσματα ακολουθώντας επιπλέον δικά τους μονοπάτια. Καθώς οι σπουδαστές χρησιμοποιούν τις γνώσεις τους, την εφαρμόζουν στο έργο που τους έχει ανατεθεί και κάνουν νέες σκέψεις, θα βελτιώσουν δεξιότητες για να προχωρήσουν. Η μάθηση βάσει Project επιτρέπει στους μαθητές να ενισχύσουν τις δεξιότητες κριτικής σκέψης, να εμπλακούν βαθιά σε ένα έργο και να καλλιεργήσουν την μάθηση μέσα από ομαδοσυνεργατική δράση. (<http://edu.stemjobs.com/stem-and-special-education/>).

Έτσι η δημιουργικότητα που καλλιεργείται στα Project καθώς και η βελτίωση ικανοτήτων και δεξιοτήτων κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, δίνει λύσεις σε πολλά θέματα τόσο κατανόησης όσο και μη αποφυγής των θετικών μαθημάτων και ειδικά των μαθηματικών. Η εκπαίδευση STEM προσφέρει στους σπουδαστές μία από τις καλύτερες ευκαιρίες να κατανοήσουν τον κόσμο ολιστικά, παρά σε κομμάτια. Έτσι η διδασκαλία STEM καταργεί τα παραδοσιακά εμπόδια που δημιουργούνται μεταξύ των τεσσάρων κλάδων, ενσωματώνοντάς τα σε ένα συνεκτικό μοντέλο διδασκαλίας και εκμάθησης (Lantz, 2009).

### **Διδασκαλία σε περιβάλλον Δια-επιστημονικό για Ευφυείς Μαθητές**

Είναι διαδεδομένη η άποψη ότι πρέπει να βρούμε, και να αξιοποιήσουμε μεθόδους διδακτικής ώστε τα παιδιά που αντιμετωπίζουν Μαθησιακές Δυσκολίες να συνδέσουν ενότητες, να διατηρήσουν-ανακαλέσουν από την Μακρόχρονη Μνήμη καταχωρημένες έννοιες που συσχετίζονται θεματικά. Έχει αποδειχθεί ότι η εν λόγω διδασκαλία δεν περιορίζεται στα παιδιά με Ελλείμματα στα Μαθηματικά αλλά βοηθάει αφάνταστα και τα Ευφυή παιδιά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα που ανέδειξε η διερεύνηση της πτώσης των επιδόσεων στις Πανελλαδικές Εξετάσεις 2017 στα Μαθηματικά είναι η αρίστευση των παιδιών που συνδύασαν Φυσική και Μαθηματικά. Ως γνωστόν τα θέματα ήταν πολλά και με υψηλές απαιτήσεις, όμως κυριάρχησε η συζήτηση για την αποτυχία του Δ θέματος. Ένα σημαντικό ερώτημα του εν λόγω θέματος ήταν η Τριγωνομετρία που δεν διδάσκεται στην Γ' λυκείου. «Συγκεκριμένα, η διόρθωση των γραπτών στο θέμα  $\Delta_1$  ανέδειξε την ουσιαστική άγνοια του ορισμού της δύναμης με ρητό εκθέτη από τους μαθητές, καθώς και την αδυναμία επίλυσης της εξίσωσης  $\eta \mu x + \sigma \nu x = 0$ ». Θεωρήθηκε μάλιστα 'εκτός ύλης ή ύλη περασμένων ετών'. Έχουμε όμως μια έρευνα σε νομούς της Μακεδονίας σε αριστεύσαντες μαθητές/τριες όπου στο ερώτημα πώς απέδωσαν ή πώς κατάφεραν να

θυμούνται την Τριγωνομετρία που δεν την διδάχθηκαν στη Γ' λυκείου, είναι γεγονός ότι η Τριγωνομετρία δεν διατρέχει συνολικά τα Μαθηματικά όπως άλλα κεφάλαια, έδωσαν την εξής απάντηση: «Συνδέσαμε την μισοξεχασμένη γνώση της περσινής Τριγωνομετρίας με την φετινή ύλη της Φυσικής στο κεφάλαιο των Ταλαντώσεων και έτσι καταφέραμε με άνεση να λύσουμε το  $\Delta_1$  θέμα» (Θωμαΐδης, 2017). Αποδεικνύεται στην πράξη; 1. Η σύνδεση Φυσικής - Μαθηματικών, 2. Η σύνδεση ομοειδών εννοιών, 3. Η δυνατότητα ανάκλησης από την Μακρόχρονη Μνήμη συνδεδεμένων εννοιών.

### **Έλλειψη Καθηγητών & Δασκάλων στη Διδασκαλία STEM**

Είναι γεγονός ότι στην Ελλάδα υπάρχει πληθώρα καθηγητών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Πληροφορική, Μηχανολογία & Μαθηματικά, όμως είναι ελάχιστοι όσοι μπορούν να συνδυάσουν την διδασκαλία των ανωτέρω μαθημάτων ή την πλειοψηφία αυτών. Εδώ θα επισημάνουμε ότι ενώ υπάρχει έλλειψη καθηγητών που να διδάσκουν STEM συγχρόνως η συνεργατική και διεπιστημονική εκπαίδευση στο επίπεδο των διδασκόντων υπολείπεται σήμερα και την αγνοούσαμε μέχρι πρόσφατα. Σαν επεξήγηση των ανωτέρω σημειώνουμε ότι π.χ. ο εκπαιδευτικός STEM είναι αναγκαίο να γνωρίζει Μαθηματικά, Φυσική, και Πληροφορική ειδάλλως θα πρέπει ο εν λόγω Μαθηματικός που σαφώς γνωρίζει Φυσική ή και αντίστροφα ο Φυσικός που γνωρίζει Μαθηματικά να έχει πλήρη συνεργασία και κοινή παρουσίαση θεμάτων με τον εκπαιδευτικό της Πληροφορικής.

Το Scientix οργανώνει μια σειρά από δωρεάν Webinars. Πρόκειται για Web-based σεμινάρια, διαλέξεις ή παρουσιάσεις που διενεργούνται μέσω του Διαδικτύου και στις οποίες δίνεται η δυνατότητα στους συμμετέχοντες να αλληλοεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο με τον παρουσιαστή ή τους παρουσιαστές, απαντώντας σε ερωτήσεις ή ακόμα και θέτοντας τις δικές τους. Τα σεμινάρια απευθύνονται σε οποιονδήποτε ενδιαφέρεται για τη διδασκαλία STEM στην Πρωτοβάθμια αλλά και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Ενδεικτικά θέματα που αναπτύχθηκαν μέχρι στιγμής είναι ρομποτική, προσομοιώσεις η ανακαλυπτική μάθηση κ.τ.λ. Είναι αναγκαίο να αξιοποιήσουμε τα συγκεκριμένα σεμινάρια και σαν άτομα αλλά και σαν εκπαιδευτική κοινότητα.

Δεν είναι μόνο ζήτημα η έλλειψη καθηγητών διδασκαλίας STEM, υπάρχει επίσης η ανάγκη για εργατικό δυναμικό υψηλής ειδίκευσης που να καλύπτει τις απαιτήσεις των τομέων της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών, έχει μάλιστα γίνει έρευνα και το συμπέρασμα είναι ότι θα υπάρχει έλλειψη εργαζομένων επιστημονικά εκπαιδευμένων STEM το 2025 της τάξης του 8% (Opening Minds to STEM Careers). Βέβαια αυτές οι εκτιμήσεις μέσα σε ένα παγκόσμιο και πανευρωπαϊκό περιβάλλον, ενώ δεν αποκλείεται να ανατραπούν πολλά από τα ερευνητικά δεδομένα.

Η εκπαίδευση και οι δεξιότητες, καθώς και τα βασικά μαθηματικά, συνδέονται επίσης με την ανάπτυξη και την πρόοδο των εθνών και των ατόμων. Το σχολικό επίτευγμα στους τομείς αυτούς γίνεται τότε ένας βασικός παράγοντας στην κατανόηση και την πρόβλεψη τόσο της ατομικής όσο και της εθνικής προόδου. Την τελευταία δεκαετία, το ακρωνύμιο STEM έχει αναπτύξει ευρεία αποδοχή στους

κύκλους εκπαίδευσης και πολιτικής των ΗΠΑ. Οι υπεύθυνοι και αρμόδιοι στις επιχειρήσεις, την κυβέρνηση και ο ακαδημαϊκός κόσμος υποστηρίζει ότι η εκπαίδευση στα θέματα STEM είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της ικανότητας καινοτομίας των Ηνωμένων Πολιτειών. Αυτά τα ζητήματα θα έπρεπε να απασχολούν και την χώρα μας.

### **Οι Δια-Επιστήμονες και η Διδασκαλία STEM**

Οι επιστήμονες στην Αρχαιότητα δεν ήταν αποκλειστικά μαθηματικοί, ή μόνο φυσικοί, αλλά συγχρόνως φιλόσοφοι, αστρονόμοι, παιδαγωγοί, μαθηματικοί, φυσικοί, χημικοί, γεωλόγοι κ.τ.λ. Επίσης στην Αναγέννηση, στον Διαφωτισμό και στη συνέχεια όπου είχαμε την μεγάλη άνοδο των θετικών επιστημών, οι μεγάλοι επιστήμονες είχαν σφαιρικές θετικές γνώσεις, ήταν Δια-Επιστήμονες. Οι εν λόγω Δια-Επιστήμονες έβλεπαν/έψαχναν το διάστημα (αστρονομία), την καθημερινή γήινη πραγματικότητα όπως (φυσική-χημεία-γεωλογία), επίσης τις φιλοσοφικές διαστάσεις της Επιστήμης και της Παιδαγωγικής και δεν εξέταζαν τα φαινόμενα μεμονωμένα/αποσπασμένα. Αντιμετώπιζαν π.χ. στα μαθηματικά την συνάρτηση σαν Εξέλιξη, σαν Κίνηση, σαν Λειτουργία εξ ου και ο όρος function.

Μπορούμε να πούμε, ότι ο Βάκων, ο Γαλιλαίος, ο Καρτέσιος, ο Νεύτων κ.ά. ήταν βασικά Στοχαστές-Ερευνητές-Φιλόσοφοι-Αστρονόμοι και Μαθηματικοί αντίστοιχα σαν τον Επίκουρο, τον Ηράκλειτο τον Αρχιμήδη κ.ά. Εδώ να σταθούμε λίγο στον Αρχιμήδη, κατά πολλούς τον μεγαλύτερο μαθηματικό του αρχαίου κόσμου που επίσης ήταν φιλόσοφος, αστρονόμος, φυσικός, μηχανικός. Πάνω από όλα ήταν πολύ πρακτικός και όλες του τις «σκέψεις-ανακαλύψεις» τις εφάρμοζε στην πράξη στη ζωή. Αφήσαμε από τους αρχαίους τελευταίο τον μεγάλο στοχαστή Αριστοτέλη για τον λόγο ότι υπήρξε στην ουσία ο θεμελιωτής της σύγχρονης δια-επιστημονικής μελέτης. Βέβαια ο Αριστοτέλης μελέτησε την ύλη επειδή πίστευε σε αντίθεση με τον δάσκαλό του Πλάτωνα πως είναι υπαρκτή και δεν ήταν αντανάκλαση της ιδέας. Κατά την διαλεκτική ο Αριστοτέλης δεν αμφέβαλλε για την πραγματικότητα του εξωτερικού κόσμου και αυτό είναι από εκπαιδευτική άποψη το ουσιαστικό.

### **Εξειδίκευση καταμερισμός ή Συνολική Γνώση;**

Στις μέρες μας επικρατεί η εξειδίκευση και πολύ σωστά οι επιστήμονες, οι τεχνικοί ασχολούνται με την βελτίωση/τελειοποίηση ενός μηχανήματος με ένα εξελιγμένο microchip ή μιας ιατρικής εγχείρησης π.χ. μέσω Computer στον εγκέφαλο. Είναι βέβαιο ότι είναι πολύ αποτελεσματικός ο ειδικός σήμερα από ότι ένας γιατρός που στα χωριά ξεκινούσε από την παθολογία, πήγαινε στην ορθοπεδική και όταν χρειαζόταν έκανε και χρέη μαιευτήρα. Τι έχει χαθεί όμως στις μέρες μας; Η επιστροφή από το ειδικό/μερικό στο γενικό. Ο κοινωνικός καταμερισμός και η αέναη εξειδίκευση, είναι η σύμφυτη εξέλιξη του καπιταλισμού, όμως δημιουργεί την απομόνωση, την μονομέρεια και τον περιορισμό της ολιστικής ανάπτυξης του εγκεφάλου. Αυτή η επιλογή προέκυψε από την οικονομία κλίμακας και εφαρμόστηκε παντού και φυσικά στις Επιστήμες. Είπαμε και προηγούμενα ότι είναι μια εξέλιξη θετική αλλά μέσα της ενυπάρχει το σπέρμα της καταστροφής. Εξαιτίας του μεγάλου όγκου εργασίας που μπορεί να παραχθεί, αστοί οικονομολόγοι έγιναν υπέρμαχοι του καταμερισμού εργασίας, καθώς θεωρούσαν πως το να υπάρχει πλήθος φτηνά

αμειβόμενων εργατών οι οποίοι παρήγαγαν μεγάλη ποσότητα μιας συγκεκριμένης και μη εξειδικευμένης εργασίας, για παράδειγμα την συναρμολόγηση συνεχώς ταυτοσήμων εξαρτημάτων, θα εξαλειφτεί ή θα περιορισθεί η ανάγκη για την μακρόχρονη εκπαίδευση ενός πλήρως καταρτισμένου τεχνίτη, μειώνοντας το συνολικό κόστος και αυξάνοντας το συνολικό κέρδος για την επιχείρηση ή/και για το αστικό κράτος όπως διατυπώνει στο βιβλίο του: «Έρευνα για τη φύση και τις αιτίες του πλούτου των εθνών» (Σμιθ, 1776). Βέβαια στον αντίποδα, ο Μαρξ ισχυρίστηκε πως η αύξηση του βαθμού εξειδίκευσης της εργασίας θα οδηγήσει σε εργάτες με εργασιακές ικανότητες φτωχές/περιορισμένες και έλλειψη ενθουσιασμού για την εργασία τους. Περιέγραψε μάλιστα την διαδικασία αυτή ως την διαδικασία της αποξένωσης, όπου οι ολοένα και περισσότερο εξειδικευμένοι εργάτες που εκτελούν επαναληπτικά την ίδια μονότονη εργασία, αποξενώνονται πλήρως από την διαδικασία παραγωγής και το αντικείμενο που παράγουν, έτσι πνευματικά και φυσικά γίνονται όλο και περισσότερο μέρος αυτής της μηχανής που χειρίζονται. Ποιος έχει δικαιωθεί σήμερα; Κάποιοι θα πουν ο Σμιθ αλλά έλα που αυτοί οι εργαζόμενοι του καταμερισμού που δεν χρειάζονται εκπαίδευση και που ο Μαρξ είπε ότι θα εξελιχθούν σε μέρος της μηχανής, σήμερα μπορούν να αντικατασταθούν από τα ρομπότ. Γιατί ένα ρομπότ μπορεί να λειτουργήσει κάτω από τον απευθείας έλεγχο ενός υπολογιστή. Τα ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να κάνουν εργασίες οι οποίες είτε είναι δύσκολες ή επικίνδυνες, επίσης χρησιμοποιούνται για να εκτελέσουν εργασίες ταχύτερα και φθηνότερα από τους ανθρώπους. Έτσι, χρησιμοποιούνται από μεγάλες και σύγχρονες παραγωγικές μονάδες στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων κάποιου προϊόντος με μειωμένο κόστος. Προσοχή η ανωτέρω επιχειρηματολογία δεν μπορεί να ερμηνευθεί ότι «ο ερευνητής/μελετητής των Μαθηματικών που θα παρακάμψει την σύνδεση των δράσεων του με τις Φυσικές Επιστήμες μετατρέπεται σε ρομπότ σαν τον εργάτη του καπιταλιστικού καταμερισμού εργασίας». Απλά θέλουμε να τονίσουμε ότι η μονομέρεια είναι αρνητική γιατί δεν θα δώσει τα υψηλότερα δυνατά αποτελέσματα. Στην συγκεκριμένη εισήγηση επειδή ασχολούμαστε με την ‘ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων’ σε παιδιά που είναι αναγκαίο να συνδυάσουν, να κατανοήσουν και να απομνημονεύσουν έννοιες δια-επιστημονικές που συσχετίζονται και ανακαλούνται με ευχέρεια από την Μακρόχρονη Μνήμη, δηλαδή τον «σκληρό δίσκο».

Οπότε προκύπτουν τα εξής ερωτήματα: Τι εκπαιδευτικού επιπέδου και επίσης προσανατολισμού εργαζόμενους τεχνίτες ή/και μηχανικούς χρειάζεται η σημερινή κοινωνία και πρέπει να δημιουργήσει η σύγχρονη παιδεία; Είναι η STEM διδασκαλία μια απάντηση; Ας δούμε εκτός από το Θεωρητικό-Παιδαγωγικό και το Ωφελιμιστικό και Επαγγελματικό μέλλον των παιδιών που στην τεράστια πλειοψηφία τους είναι παιδιά εργαζόμενων ή μισο-εργαζόμενων γονιών και δεν σπουδάζουν για χόμπι αλλά για να εισέλθουν στην παραγωγική διαδικασία.

Εδώ ακριβώς και ο ρόλος των Καθηγητών ειδικά μάλιστα των Θετικών Επιστημών, που ορθώς τα τελευταία χρόνια έχουν καλύψει το κενό των Αρμοδίων για την ενημέρωση του Επαγγελματικού Προσανατολισμού των παιδιών με πολύπλευρες δράσεις. Να σημειώσουμε ότι μία από τις πρώτες και καθοριστικές ερωτήσεις που κάνουν τα παιδιά είναι ποια επαγγέλματα έχουν μέλλον. Πέρα από το αβέβαιο περιβάλλον στο οποίο ζούμε, που δεν επιτρέπει μακροχρόνιες προβλέψεις υπάρχει και μία άλλη ιδιαιτερότητα. Αυτά που ισχύουν στις άλλες χώρες δεν ισχύουν και στην

Ελλάδα (Στρατηγάκης, 2017). Πολύ σωστές οι απόψεις περί αβεβαιότητας και ιδιαιτερότητας του επαγγελματικού μέλλοντος της Ελλάδας. Στο άρθρο του κ. Στρατηγάκη στην εφημερίδα 'Ναυτεμπορική' υπάρχει ο κατωτέρω πίνακας που δείχνει τα επαγγέλματα με τις Ελλείψεις στις 28 χώρες της Ευρώπης. Όπου φαίνεται ότι τα επαγγέλματα STEM δεν έχουν στην Ελλάδα μέλλον. Για την ακρίβεια ότι έχουμε πληθώρα τεχνιτών και επιστημόνων με κατάρτιση STEM, οπότε τα νέα παιδιά πρέπει να στραφούν αλλού. Είναι έτσι ή δεν είναι αυτή η πραγματικότητα σε μια χώρα που αγνοείται η έκφραση: «Διδασκαλία STEM»;

<b>Πίνακας 1: Τα 5 επαγγέλματα με τις μεγαλύτερες ελλείψεις στην ΕΕ-28</b>	
<b>Επάγγελμα</b>	<b>Κράτη που δεν έχουν έλλειψη</b>
Επαγγελματίες STEM	Δανία, Εσθονία, <b>Ελλάδα</b> , Κύπρος και Φινλανδία
Ειδικοί Πληροφορικοί	Φινλανδία
Ιατροί	<b>Ελλάδα</b> , Ολλανδία, Βέλγιο, Σουηδία και Ηνωμένο Βασίλειο
Νοσηλευτικό Προσωπικό	<b>Ελλάδα</b> , Ισπανία, Λεττονία, Λιθουανία, Πορτογαλία, Ολλανδία και Βέλγιο
Εκπαιδευτικοί	Βέλγιο, <b>Ελλάδα</b> , Ισπανία, Λεττονία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Ουγγαρία, Πορτογαλία και Ηνωμένο Βασίλειο
Πηγή: cedefop Επεξεργασία: Στράτος Στρατηγάκης	

Είναι τα παραπάνω στοιχεία σωστά ή όχι; Τα στοιχεία που επεξεργάστηκε ο αξιόλογος συνάδελφος είναι από την πηγή cedefop (προήλθαν από έρευνα της ΕΛΣΤΑΤ) δεν αμφισβητούνται είναι σωστά αλλά ο τρόπος της έρευνας και κατά αντιστοιχία η έρευνα είναι σε αμφισβήτηση. Γιατί δεν υπάρχουν ειδικοί STEM στην Ελλάδα και όσοι υπάρχουν είναι ελάχιστοι. Τότε τι τρέχει; Όταν λέμε Επιστήμονες και Επαγγελματίες STEM εννοούμε τον τεχνίτη ή τον επιστήμονα που συνδυάζει (Science, Technology, Engineering & Mathematics) όχι τον κλασσικό μαθηματικό που διδάσκει Πυθαγόρειο ή Παράγωγο στο σχολείο, όχι τον Μηχανικό που ξέρει να Σιδερώνει την οικοδομή ή να αξιολογεί την Ενεργειακή κατανάλωση των οικιακών συσκευών, αλλά αυτούς που συνδέουν όλη την παραπάνω γκάμα! Είναι αλήθεια ότι υπάρχουν καταρτισμένοι στους επιμέρους τομείς που εύκολα, αν υπήρχε από την Εκπαιδευτική Κοινότητα η πρωτοβουλία συνεργασίας με την Βιομηχανική Κοινότητα, τότε θα έσμιγε το δυναμικό των διαθέσιμων και αξιόλογων ατόμων και θα είχαμε γρήγορα και καλά αποτελέσματα. Ένα πράγμα χρειάζεται να καταλάβουμε, ότι είναι αναγκαίο να σμίξει η Εκπαίδευση με την Παραγωγή, όχι μόνο στο Πανεπιστήμιο αλλά και στην Δευτεροβάθμια.

### **STEM διδασκαλία είναι τα Arduino, Lego...;**

Τι γίνεται με το περιβάλλον STEM στην Ευρώπη; Προσπάθειες για Διεπιστημονικές Προσεγγίσεις των Θετικών Επιστημών και Σύνδεση της Επιστήμης με την Παραγωγή. Τι γίνεται όμως με το STEM στην Ελλάδα; Άλλη μια συνειδητή «παρανόηση» ή/και «επιστημονική» μετεξέλιξη, αποτελεί η πλειοψηφία των

ασχολούμενων στην Ελλάδα με εκπαίδευση STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics), που έχουν μονομέρεια, αποκλειστικό προσανατολισμό στην ρομποτική και μάλιστα σε πολύ παιδικό επίπεδο.

Η φράση "εκπαίδευση STEM" είναι συντομογραφία για μια πνευματική και πρακτική δραστηριότητα που είναι τόσο περίπλοκη όσο και σημαντική. Με ότι μαθαίνουν οι μαθητές στις θετικές επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά σε όλη την διάρκεια της σχολικής τους εκπαίδευσης K-12 (12χρονη Εκπαίδευση) διαμορφώνουν την πνευματική τους ανάπτυξη και τις ευκαιρίες για μελλοντική μελέτη και εργασία και επιλογές για καριέρα, καθώς και την ικανότητά τους να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με την ζωή τους αλλά και τα γενικότερα πολιτικά ζητήματα (Honey et al., 2014). Αυτή είναι η άποψη και η εφαρμογή των Εκπαιδευτικών/Παιδαγωγών στις ΗΠΑ. Ποια είναι στην Ελλάδα; Από μια θετική εισήγηση στο 2ο Συνέδριο Εκπαιδευτικής Καινοτομίας θα διαβάσουμε τα ακόλουθα: «Τελευταία, αυξήθηκε πολύ η χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Scratch, ενώ αυξάνεται ραγδαία και η χρήση μικροελεγκτών, όπως ο μικροελεγκτής Arduino, σε εφαρμογές Ρομποτικής, Αυτοματισμών, Πληροφορικής και Ηλεκτρονικής»... επίσης ... “οι δυνατότητες της γλώσσας Scratch και της πλατφόρμας Arduino αλλά και η πρόταση για σύζευξή τους, με στόχο την εφαρμογή τους στο Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών ως έναν εναλλακτικό τρόπο διεξαγωγής των πειραματικών μετρήσεων και ως απαραίτητο εργαλείο σε ερευνητικές εργασίες γενικότερα” (Γιάννακας et al., 2016). Θα τεθεί έτσι το ερώτημα: Δεν είναι STEM η ρομποτική; Σαφέστατα είναι πλευρά της STEM Διδασκαλίας και τα Lego, όπως και τα Arduino, όμως είναι η αρχική εργαστηριακή ενασχόληση για να προσελκύσουμε τα παιδιά και στη συνέχεια θα φροντίσουμε να τα οδηγήσουμε στο σύνολο των θετικών επιστημών.

### **Ποια πρέπει να είναι η STEM διδασκαλία;**

Μελετητές/Ερευνητές της εκπαίδευσης/διδασκαλίας STEM περιέγραψαν διάφορες λειτουργίες και πλευρές. Πρότειναν θέματα/διαδικασίες που πρέπει να επιλέγουμε σαν εκπαιδευτικά σενάρια ώστε οι μαθητές να αναπτυχθούν για να γίνουν:

- «Λύτες προβλημάτων», ώστε να μπορούν να καθορίσουν ερωτήματα και προβλήματα, να σχεδιάσουν έρευνες για τη συλλογή δεδομένων, να οργανώσουν δεδομένα, να καταλήξουν σε συμπεράσματα και στη συνέχεια να εφαρμόσουν αυτή την γνωστική κατάκτηση σε νέες και καινοφανείς καταστάσεις.
- «Πρωτοπόροι», να χρησιμοποιούν δημιουργικά τις έννοιες και τις αρχές της επιστήμης, των μαθηματικών και της τεχνολογίας, εφαρμόζοντάς τις στη διαδικασία σχεδιασμού μηχανικής-ρομποτικής.
- «Εφευρέτες», να αναγνωρίσουν τις ανάγκες της κοινωνίας και να σχεδιάσουν δημιουργικά, να δοκιμάσουν, να επανασχεδιάσουν και στη συνέχεια να εφαρμόσουν λύσεις (μηχανική διαδικασία).
- «Αυτοδύναμοι», ικανοί να χρησιμοποιούν την πρωτοβουλία και επίσης να αποκτήσουν και να αναπτύξουν αυτοπεποίθηση, ώστε να θέσουν ατζέντες έργων και να εργαστούν μέσα σε χρονικά καθορισμένα πλαίσια.

- «Λογικοί στοχαστές» ώστε να εφαρμόσουν λογικές διαδικασίες σκέψης της επιστήμης, των μαθηματικών και του σχεδιασμού της μηχανικής στην καινοτομία και την εφεύρεση (Morrison, 2006).

### Από το ειδικό στο γενικό και τανάπαλιν

Υπάρχουν διαφοροποιήσεις στην διδασκαλία ακόμη και από κεφάλαιο σε κεφάλαιο, αλλά υπάρχουν ενοποιητικές έννοιες και ενότητες. Για παράδειγμα, η κατανόηση της Γεωμετρίας και της Στερεομετρίας συνδέεται με καλή απόδοση στην Μηχανική, επίσης όποιος έχει κατανοήσει την λογική των εξισώσεων στην Άλγεβρα, αντιλαμβάνεται ότι ανάμεσα: στα Αντιδρώντα  $\rightarrow$  στα Προϊόντα η χημική εξίσωση παρουσιάζει στα 2 μέλη ισοτομικότητα. Στη βαθμίδα του λυκείου αντίστοιχα η συνολική ορμή ενός μονωμένου συστήματος σωμάτων διατηρείται σταθερή:  $\vec{P}$  (αρχικό) =  $\vec{P}$  (τελικό).

Επίσης η «αφηρημένη» έννοια της Συνάρτησης  $\psi = \mathbf{a} \cdot \mathbf{x}$  παίρνει σάρκα και οστά στη σύνδεσή της με τις Φυσικές Επιστήμες, είτε είναι ο Νόμος του Ohm:  $V = R \cdot I$  είτε ο Νόμος της Βαρύτητας:  $B = m \cdot g$ . Αντίστοιχα η  $F(\mathbf{x}) = \mathbf{a} \cdot \mathbf{x}^2$  και η  $S = \frac{1}{2} g t^2$ . Εδώ μάλιστα είναι αναγκαίο να επιμείνουμε στην διαφοροποίηση των μεταβλητών  $\mathbf{S}$  &  $\mathbf{t}$ , από τις σταθερές  $\frac{1}{2}$  &  $\mathbf{g}$ . Γίνετε μάλιστα κατανοητό ότι η συνάρτηση δεν έχει μόνο εξαρτημένη μεταβλητή και ανεξάρτητη αλλά επίσης μεταβλητές και σταθερές. Σταθερές, που μοιάζουν με μεταβλητές, όπως η  $\mathbf{g}$ .

Στην μελέτη του όγκου στερεού, υγρού ή αερίου, έχουμε μια βιωματική-υλική δράση όπου οι Θετικές Επιστήμες από την αρχαιότητα ενδιαφέρθηκαν ιδιαίτερα για την έννοια. Ωστόσο όλες οι μετρήσεις για τον όγκο ενός στερεού ανάγονται στη Γεωμετρία. Έτσι μετρώντας τον όγκο ενός βότσαλου με ογκομετρικό σωλήνα, επί της ουσίας μετράμε τον όγκο της ποσότητας νερού που «ανέβηκε» με το βύθισμα του βότσαλου και η ποσότητα αυτή νερού έχει το κυλινδρικό σχήμα του δοχείου. Για τη Φυσική η συνώνυμη έννοια που αναφέρεται σε «υλικό σώμα» είναι «όγκος του σώματος» και συνιστά πρωταρχική ιδιότητα. Η μέτρηση βασίζεται στην παραδοχή ότι με τη βύθιση του αντικειμένου στο νερό ο όγκος τόσο του νερού όσο και του αντικειμένου παραμένει ίδιος και: όγκος νερού + όγκος πέτρας = όγκος του συνόλου «νερό και βυθισμένη πέτρα» (Κασσέτας, 2011). Σε συνδυασμό με ΤΠΕ η παραπάνω μελέτη είναι STEM! Εδώ να τονίσουμε ότι συνδυάζουμε Φυσική με Στερεομετρία δύο θετικές επιστήμες με βαθιές ρίζες μέσα στην καθημερινότητα, ο συνδυασμός τους αναπτύσσει Δεξιότητες πέρα από τις καθαρές εκπαιδευτικές γνώσεις.

Το ‘διακριτό’ και το ‘συνεχές’ στα Μαθηματικά, εμφανίζεται διαρκώς στη φύση, στη ζωή, στην επιστήμη είναι το αντίστοιχο του ‘σώματος’ και του ‘κύματος’, στην θεωρία της Κβαντομηχανικής, όπου όχι μόνο το φως αλλά όλα τα συστατικά της ύλης (πρωτόνιο, νετρόνιο, ηλεκτρόνιο, κ.τ.λ.) είναι σωματίο (διακριτό) και κύμα (συνεχές). Προσδιορίζουμε στα μαθηματικά την ‘συμβίωση και διαμάχη’ μεταξύ ‘συνεχούς’ και ‘διακριτού’ από την ονομαζόμενη χαρακτηριστική συνάρτηση (characteristic function) η οποία στη Θεωρία Συνόλων δηλώνει ότι ένα στοιχείο ανήκει ή όχι σε ένα σύνολο. Είναι ακριβώς το αντίστοιχο της Μαθηματικής Λογικής, του ζεύγους αληθές-ψευδές (Βουγιουκλής, 2017). Η κατανόηση μιας σημαντικής θεωρίας των Μαθηματικών δένει στη σύνδεσή της με τις Φυσικές Επιστήμες και η

γραφική επεξεργασία ολοκληρώνεται με τον Προγραμματισμό. Επίσης με τον όρο «μαθηματικά» αναφερόμαστε εν γένει σε ένα ευρύ πεδίο εννοιών που αρχίζει από το στοιχειώδες γεγονός διαπίστωσης της ύπαρξης ή όχι ενός πράγματος που αποτελεί κατά ειρωνική συγκυρία την βασική λογική της άλγεβρας του Boole η οποία χρησιμοποιείται στη λειτουργία των Η/Υ – και φτάνει μέχρι την αντίληψη του άπειρου μαθηματικού κόσμου (Παπαδάτος, 2011). Η ανάπτυξη του Διαφορικού και Ολοκληρωτικού Λογισμού ήρθε να συνδέσει την Άλγεβρα με την Γεωμετρία και η Συνάρτηση να αποτελέσει τη γέφυρα ανάμεσα στην αφηρημένη και στη βιωματική γνώση. Έτσι η Πληροφορική έρχεται αρωγός και προάγει την κατανόηση της συνάρτησης, π.χ. με την GeoGebra (Geo-metry & Al-Gebra).

### **Χρήση ΤΠΕ και STEM στην αντιμετώπιση Μαθησιακών Δυσκολιών**

Από τις Μαθησιακές Δυσκολίες θα σταθούμε στην έρευνα παιδιού με ΔΕΠ-Υ που κυριαρχεί ποσοτικά σε σχέση με άλλες Διαταραχές και Ελλείμματα. Είναι η κατεξοχήν διαταραχή που παρατηρούμε μέσα από την έρευνα και την βιβλιογραφική ανασκόπηση ότι έχει αισθητή βελτίωση με την χρήση της πολυαισθητηριακής διδασκαλίας χωρίς να είναι η μοναδική.

Η Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής με ή χωρίς Υπερκινητικότητα έχει ως κυρίαρχα χαρακτηριστικά την Απροσεξία που περιορίζει την ικανότητα του παιδιού στην συλλογή πληροφοριών και επίσης την Παρορμητικότητα που δυσκολεύει το παιδί για σαφή/ενδεδειγμένη μελέτη και απάντηση. Στην παρούσα ανακοίνωση στηρίζομαστε σε ακριβή μελέτη περίπτωσης παιδιού με ΔΕΠ-Υ με σαφείς διαγνώσεις από Κ.Ε.Δ.Δ.Υ. αλλά επιπλέον και από αξιόλογα Ιδιωτικά Ιδρύματα. Στο παιδί εφαρμόσαμε διετή Εκπαιδευτική Παρέμβαση στηριγμένη στην Βιωματική Διδασκαλία και στο Διδακτικό Σενάριο. Ως σενάριο νοείται η περιγραφή μιας διδασκαλίας σε εστιασμένο γνωστικό αντικείμενο, με συγκεκριμένους διδακτικούς σκοπούς και στόχους, καθώς και συγκεκριμένες διδακτικές αρχές και πρακτικές. Πάντα στην διδασκαλία εφαρμόσαμε τα ακριβή βήματα και είδαμε απτά θετικά αποτελέσματα. Το συγκεκριμένο παιδί έχει επιλεγεί γιατί παρουσίαζε τις εξής αδυναμίες και προτερήματα: Ελλείμματα στα Μαθηματικά, Ελλείμματα στην Ανάγνωση, ικανοποιητική Μνήμη Εργασίας, Έντονη περιπλάνηση του νου (mind-wandering), Περιορισμένη Εστίαση (focus), Έντονο Στρες (άγχος) στα τεστ των Μαθηματικών και Υψηλό Δείκτη Νοημοσύνης. Εδώ να σημειώσουμε ότι η ΔΕΠ-Υ αφορά κυρίαρχα τις επιτελικές/εκτελεστικές λειτουργίες του εγκεφάλου.

Οι εν λόγω Επιτελικές Λειτουργίες (Executive Functions) αναφέρονται σε μία ετερογενή έννοια που αποτελείται από πολλαπλές υπό-δεξιότητες, υπεύθυνες για τη διαχείριση (ρύθμιση, έλεγχο) των γνωστικών διαδικασιών. Οι υπό-δεξιότητες αυτές περιλαμβάνουν κατά τον Baron: Τον Σχεδιασμό (planning), την Μνήμη Εργασίας (working memory), τον Έλεγχο της Παρεμβολής (interference control), την Αναστολή Αντίδρασης (inhibition), την Συντήρηση Προσοχής (sustained attention), την Επιλεκτική Προσοχή (selective attention), επίσης την Γνωστική/Νοητική ευελιξία (cognitive flexibility) και την Ευφράδεια (fluency) (Κανάρη, 2016). Αφού λοιπόν ε-

ντοπίσουμε το προφίλ του παιδιού και τσεκάρουμε με ακρίβεια ποιες από τις παραπάνω υποδεξιότητες μειονεκτούν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εκείνα τα μοντέλα ή συνδυασμούς δράσεων που θα αντιμετωπίσουν τις μειονεξίες.

Παράγοντες θετικοί από την χρήση Η/Υ στα παιδιά με ΔΕΠ-Υ:

- Περιορίζεται η οπτική και ακουστική περιβαλλοντική αρνητική επίδραση, δηλαδή μειώνεται έως εξαφανίζεται η Ελλειμματική Προσοχή και επίσης ο αποπροσανατολισμός των παιδιών από το Μαθηματικό Πρόβλημα αφού λειτουργεί η προσήλωση στην οθόνη.
- Η ενασχόληση με τον Η/Υ και οι δραστηριότητες που περιλαμβάνουν λύσεις ασκήσεων ή γενικά απαντήσεων από τα παιδιά που την ορθότητα την κρίνει το Μηχάνημα ή εργασίες που γίνονται τετ α τετ ανάμεσα στον Καθηγητή και στο παιδί π.χ. οι εργασίες που γίνονται μέσω Edmodo δεν προβληματίζουν, δεν αγχώνουν το παιδί γιατί δεν υπάρχει η έκθεση του στην κοινή θέα των συμμαθητών, άρα δεν αντιμετωπίζει την αρνητική κριτική ή και τον χλευασμό.

Επίσης ένα βασικό πρόβλημα που έχουν να αντιμετωπίσουν οι χρήστες (εκπαιδευόμενοι και εκπαιδευτικοί) των ΤΠΕ στην Ειδική Αγωγή είναι: πώς μπορούν οι ΤΠΕ να αποδώσουν την αρμόζουσα αξία στην Εκπαιδευτική Εμπειρία και στην Βιομαθητική Διδασκαλία των μαθητών με ειδικές ανάγκες; Αυτή είναι η πραγματική εκπαιδευτική αξία των ΤΠΕ και όχι η χρήση τους σαν ένα ακόμη εργαλείο σε μαθησιακό περιβάλλον.

- Πότε, πώς και γιατί είναι σκόπιμο να χρησιμοποιούνται οι ΤΠΕ; Πώς μπορεί η χρήση τους να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις και τους ατομικούς στόχους των μαθητών με ειδικές ανάγκες;

Αυτά είναι σημαντικά θέματα που αντιμετωπίζουν όλες οι χώρες. Η ανάπτυξη σχετικών ηλεκτρονικών εκπαιδευτικών πόρων καλής ποιότητας, είναι ένα από τα καθήκοντα. Όμως, οι προσπάθειες να επεκταθεί η καλύτερη εφαρμογή των ΤΠΕ και να επιτευχθεί η νέα ποιότητα μάθησης δεν θα είναι επιτυχής, παρά μονάχα εφ' όσον βρεθούν καινούργιες θεωρίες της μάθησης που θα χρησιμοποιούν τις νέες τεχνολογίες. Χρειάζονται μέθοδοι χρήσης των ΤΠΕ σαν ένα παιδαγωγικό βοήθημα στη διδασκαλία όλων ανεξαιρέτως των μαθητών (EUROPEAN AGENCY FOR DEVELOPMENT IN SPECIAL NEEDS EDUCATION, 2001).

Οι αλλαγές που επέρχονται στο εκπαιδευτικό τοπίο θα έχουν επίδραση στην εκπαιδευτική εμπειρία όλων των μαθητών. Η πρόκληση σε σχέση με τις ΤΠΕ στην Ειδική Αγωγή είναι να εξασφαλίσει ότι όλα τα πιθανά πλεονεκτήματα από τις αλλαγές αυτές θα μπορούν να είναι διαθέσιμα σε όλους τους μαθητές με Ειδικές Ανάγκες. Οι ΤΠΕ σε οποιαδήποτε μορφή πρέπει να είναι διαθέσιμες σε κάθε μαθητή ούτως ώστε να υποστηρίζουν τις ατομικές τους ανάγκες μάθησης. Εντούτοις, η παροχή υποστήριξης δεν είναι πάντα κατάλληλη. Οι δομές στήριξης πρέπει να αναπτύσσονται, αλλά υπάρχει μεγάλη δυσκολία στην παροχή κατάλληλης εξατομικευμένης στήριξης στους μαθητές με ειδικές ανάγκες, όπως επίσης στους εκπαιδευτικούς και στους γονείς τους.

Σήμερα, 23 χρόνια μετά από την διακήρυξη της Σαλαμάνκα το 1994 στην Ισπανία (όπου η κατευθυντήρια αρχή στην οποία βασίζεται η/το συμφωνία-πλαίσιο σημαίνει, ότι τα σχολεία πρέπει να υποδέχονται όλα τα παιδιά, ανεξάρτητα από τις φυσικές, πνευματικές, κοινωνικές, συναισθηματικές, γλωσσικές ή/και άλλες ικανότητες τους) UNESCO όπου συμφώνησαν 92 κυβερνήσεις και 25 διεθνείς οργανισμοί), η πρόσβαση σε διάφορες μορφές ΤΠΕ μέσα στην εκπαίδευση αποτελεί μια πραγματικότητα για κάποιους μαθητές με Ειδικές Ανάγκες αλλά όχι για όλους.

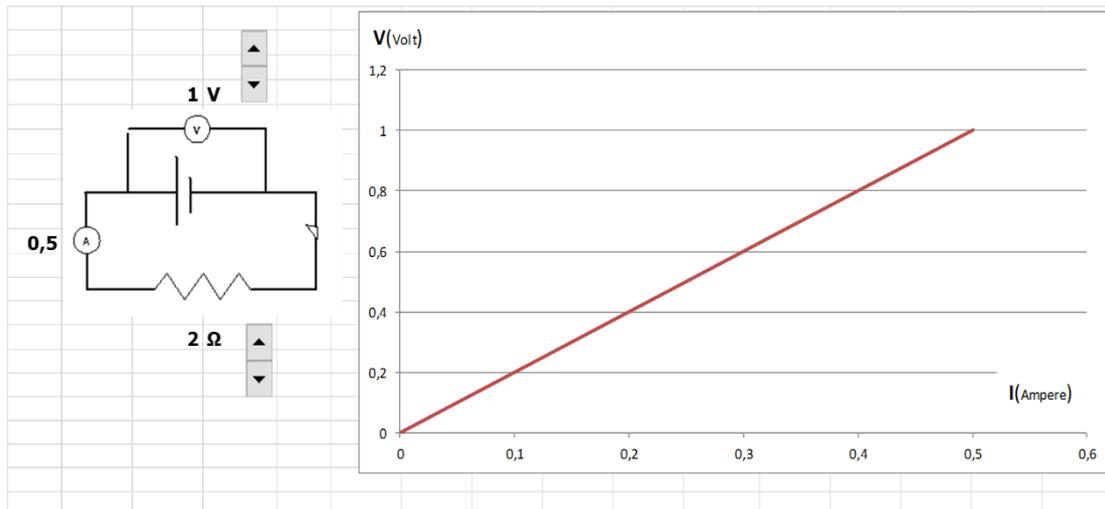
Η ισότητα στις ευκαιρίες πρόσβασης στις ΤΠΕ διαμέσου μιας κατάλληλης υποδομής, η στήριξη από ειδικούς των ΤΠΕ και η συνεργασία με έμπειρους εκπαιδευτικούς αποτελούν στόχους για την κατάκτηση των οποίων πρέπει να καταβληθεί μέγιστη προσπάθεια. Δυστυχώς, στα σημερινά σχολεία σε μεγάλο ποσοστό, έχουμε «τοποθετήσει» τον εκπαιδευτικό της Πληροφορικής συνήθως στη θέση του γραμματέα του σχολείου και έχουμε περιορίσει δημιουργικές πλευρές του από το βασικό εκπαιδευτικό του ρόλο.

Για παράδειγμα η χρήση του λογισμικού Excel στη διδασκαλία των μαθηματικών: Προγράμματα λογιστικού φύλλου (spreadsheets) όπως το Excel μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαίδευση των μαθητών με ποικίλους τρόπους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην μοντελοποίηση μαθηματικών σχέσεων, στην αναζήτηση μαθηματικών σχέσεων μεταξύ αριθμητικών δεδομένων, στη στατιστική επεξεργασία δεδομένων κ.ά. (Επιμορφωτικό υλικό για την εκπαίδευση των επιμορφωτών. Ειδικότητα ΠΕ03. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο).

Ακολουθούν τα παραδείγματα: Στο Πυθαγόρειο Θεώρημα και για τους συνδυασμούς των 10X10 πρώτων φυσικών αριθμών πόσα ζεύγη μπορούν να δώσουν αποτέλεσμα ακέραιο αριθμό. Άρα μόνο δυο τα ζεύγη (3,4) και (6,8) όπως φαίνεται στην εφαρμογή. Μια εφαρμογή του προγράμματος Excel στην καθημερινότητα της σχολικής ζωής.

		Το μήκος της μιας κάθετης πλευράς									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Το μήκος της άλλης κάθετης πλευράς	1	1,41	2,24	3,16	4,12	5,10	6,08	7,07	8,06	9,06	10,05
	2	2,24	2,83	3,61	4,47	5,39	6,32	7,28	8,25	9,22	10,20
	3	3,16	3,61	4,24	5,00	5,83	6,71	7,62	8,54	9,49	10,44
	4	4,12	4,47	5,00	5,66	6,40	7,21	8,06	8,94	9,85	10,77
	5	5,10	5,39	5,83	6,40	7,07	7,81	8,60	8,94	10,30	11,18
	6	6,08	6,32	6,71	7,21	7,81	8,49	9,22	10,00	10,82	11,66
	7	7,07	7,28	7,62	8,06	8,60	9,22	9,90	10,63	11,40	12,21
	8	8,06	8,25	8,54	8,94	9,43	10,00	10,63	15,03	12,04	12,81
	9	9,06	9,22	9,49	9,85	10,30	10,82	11,40	12,04	12,73	13,45
	10	10,05	10,20	10,44	10,77	11,18	11,66	12,21	12,81	13,45	14,14

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε την εφαρμογή (project) που σχεδιάσαμε και εφαρμόσαμε το έτος 2017 στο 1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Κερατσινίου. Οι καθηγητές κ. Στάικου Αγγελική (φυσικός) και ο κ. Νικολόπουλος Γιάννης (μαθηματικός-ειδικός παιδαγωγός) και προβλήθηκε αυτή η δράση σε βίντεο στο Συνέδριο. Ξεκινήσαμε με εφαρμογή του προγράμματος Excel, ως εργαλείο/βοήθημα στις Θετικές Επιστήμες. Εδώ συνδυάσαμε Μαθηματικά-Φυσική δηλαδή: Την Συνάρτηση  $\psi=a \cdot x$  και τον νόμο του Ohm ( $V=R \cdot I$ ).



Και στη συνέχεια περάσαμε σε μια εφαρμογή της GeoGebra, για την διαφορά της κλίσης στην γραφική παράσταση του δυναμικού των διαφορετικών αντιστατών.



Έτσι τα παιδιά με αυτή την διδασκαλία STEM κατανόησαν: 1. Ποσά Ανάλογα 2. Συνάρτηση Α' βαθμού, 3. Κλίση ευθείας και 4. Νόμος του Ohm σε κλειστό κύκλωμα.

### Συμπεράσματα

Καταρχάς ότι είναι καινούργιο συνήθως αντιμετωπίζεται με προβληματισμό και επιφυλάξεις, έτσι και η Διδασκαλία STEM όπως και παλαιότερα η Διδασκαλία ΤΠΕ. Πιθανώς, να μην δώσαμε απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματα, άλλωστε στο ξεκίνημα της εισήγησης αναφέρουμε ότι παρουσιάζουμε στο Συνέδριο αυτή την μέθοδο και θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε και συγχρόνως να συζητάμε μαζί σας. Αλλά

πιστεύουμε ότι έχουμε ανοικτά μυαλά, ακούμε και βλέπουμε όταν παρουσιάζεται κάτι νέο από χώρες που έχουν ανεπτυγμένη την επιστήμη και την τεχνολογία. Ακολουθώντας, το θέτουμε στην Πράξη για να βγάλουμε τα συμπεράσματά μας. Η Πληροφορική είναι μια σύγχρονη και με τεράστια ανάπτυξη επιστήμη που στην συμπόρευσή της με τα Μαθηματικά, την Φυσική, κ.τ.λ. δίνει λύσεις σε πολλά ζητήματα της Εκπαίδευσης. Έχει διαπιστωθεί ότι μια διπλή διδακτική δράση δηλαδή δύο κανάλια, όπου η διαδικασία οπτικής/εικονογραφικής πληροφορίας και ακουστικής/προφορικής πληροφορίας, ενισχύει την αφομοίωση της Διδασκαλίας. Με την εν λόγω, STEM διδασκαλία, υποστηρίζεται/ενισχύεται η περιορισμένη ικανότητα της μνήμης εργασίας, για την οποία γνωρίζουμε ότι μόνο ένα μικρό περιορισμένο ποσό των πληροφοριών (units) μπορεί να επεξεργαστεί ο εγκέφαλος, που προσλαμβάνει από τα παράθυρα των αισθήσεων χιλιάδες πληροφορίες κάθε μέρα τις επεξεργάζεται στην Εργαζόμενη Μνήμη και όσες κρίνει «θετικά» τις τοποθετεί στην Μακρόχρονη. Η δια-επιστημονική διδασκαλία ενισχύει το Ενδιαφέρον μαθητών/τριών και την Σύνδεση εννοιών στην Πράξη με θετικά εκπαιδευτικά αποτελέσματα. Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, τα παιδιά πρέπει να επιλέγουν το σχετικό υλικό, επίσης την οργάνωση των πληροφοριών σε παραστάσεις και ενσωμάτωση της νέας μάθησης στην προηγούμενη γνώση. Η ολιστική κατανόηση στην εκπαίδευση εννοιών, μέσα από την πράξη, που τις συναντάμε στην καθημερινότητα μειώνει ή εξαλείφει το χάσμα ανάμεσα στα “Αφηρημένα Μαθηματικά” και στα “Βιώματα της Ζωής”, ενώ συγχρόνως ενισχύει την ανάπτυξη των Μαθηματικών Δεξιοτήτων.

### **Βιβλιογραφικές Αναφορές:**

**Ashcraft, M. H., & Faust, M. W.** (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. *Cognition and Emotion* 8.

**Βουγιουκλής, Θ.** (2017). Συνεχές, Ράβδος, Διακριτό. Εισήγηση στο 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημολογίας, Διδακτική των Επιστημών: Ο Εκδημοκρατισμός της γνώσης. Καβάλα: Πρακτικά.

**Baron, I.** (2004). *Neuropsychological evaluation of the child*. Oxford: Oxford University Press.

**Barbaresi, W., Katusic, S., Colligan, R., Weaver, A., & Jacobsen, S.** (2005). Math learning disorder: incidence in a population-based birth cohort, 1976-82, Rochester, Minn. *Ambulatory Pediatrics*, 5.

**Γιάννακας, Γ.** (2016). Προγραμματισμός του MCU Arduino με Scratch & εφαρμογές στο Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Φ.Ε.) Πρακτικά 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο, για την Προώθηση της Εκπαιδευτικής Καινοτομίας.

**Gross-Tsur, T., Manor, O., & Shalev, R. V.** (1996). Developmental dyscalculia: prevalence and demographic features. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 38(1).

**Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H.** (2014). STEM Integration in K-12 Education. Committee on Integrated STEM Education; National Academy of Engineering; National Research Council. Printed in the United States of America.

**Θωμαΐδης, Γ.** (2017). Ο ρόλος των βασικών προαπαιτούμενων γνώσεων στην εξεταστέα ύλη της ανάλυσης. Τι αποδεικνύουν οι επιδόσεις των μαθητών στις Πανελλαδικές Εξετάσεις τα δύο τελευταία χρόνια. Πρακτικά στο 6<sup>ο</sup> Συνέδριο της ΟΕΦΕ Ηράκλειο.

**Lantz Jr., H. B.** (2009). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function? Retrieved from <http://www.currtechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle.pdf>.

**Kandel, E.** (2008). Αναζητώντας την Μνήμη. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

**Κανάρη, Κ.** (2016). Μαθηματικός Αλφαριθμητισμός και ΔΕΠ-Υ: ερευνητικά δεδομένα. Πρακτικά από το 6<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης και Ειδικής Αγωγής. <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/>

**Κασσέτας, Α.** (2011). Διδακτική της Φυσικής. <http://users.sch.gr/kassetas/index.htm>

**Morrison, J.**, (2006). TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education. National Academy Press, Washington, DC.

**Νικολόπουλος, Γ.** (2015). Διερεύνηση του Μαθησιακού Προφίλ και εφαρμογή της Βιωματικής Διδασκαλίας. Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης και Ειδικής Αγωγής. <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/>

**Παπαδάτος, Γ.** (2011). Ψυχοφυσιολογία. Λειτουργίες του Εγκεφάλου και Μαθηματικά. Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου.

**Παιδαγωγικό Ινστιτούτο**, (2006). Επιμορφωτικό Υλικό Κλάδος ΠΕ.03. <https://eclass.gunet.gr/modules/document/file.php/>

**Price, G. & Ansari, D.** (2013). Dyscalculia: Characteristics, Causes, and Treatments Numeracy Advancing Education in Quantitative Literacy. Volume 6.

**McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A.** (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4.

**McGlaughlin, S. M., Knoop, A. J., & Holliday, G. A.** (2005). Differentiating students with mathematics difficulty in college: mathematics disabilities vs. no diagnosis. *Learning Disability Quarterly*, 28.