

# Μαθηματικά και Χημεία: Μια Διεπιστημονική/Διαθεματική Προσέγγιση με τη Χρήση ΤΠΕ

Ε. Κοντογούρη<sup>1</sup>, Σ. Κοτρέτσου<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Μαθηματικός, Med, 5<sup>ο</sup> ΓΕΛ Ιλίου  
evikont5@gmail.com

<sup>2</sup>Χημικός, PhD, Med, Δ/ντρια ΓΕΛ Ανδρίτσαινας  
skotretsou@sch.gr

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη διεπιστημονική/διαθεματική διδακτική προσέγγιση των μαθημάτων των Μαθηματικών και της Χημείας με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού και στα πρώτα αποτελέσματα για την ανάδειξη τάσεων που προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία των ευρημάτων. Συγκεκριμένα, η προσέγγιση αφορά στα Μαθηματικά τις παραγράφους «Η συνάρτηση  $f(x)=ax+\beta$ », «Ακολουθίες» και «Αριθμητική πρόοδος» Α΄ Λυκείου και στη Χημεία το κεφάλαιο «ταξινόμηση οργανικών ενώσεων-ομόλογες σειρές» Β΄ Λυκείου. Η χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού επιχειρεί μια διεπιστημονική/διαθεματική διδακτική σύνδεση δυο διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων με σκοπό την ανάπτυξη ενεργητικής, συμμετοχικής και διερευνητικής μάθησης μέσω της καθοδηγούμενης ανακάλυψης.

Τα αποτελέσματα της έρευνας, αν και το δείγμα ήταν μικρό, ανέδειξαν θετικές τάσεις ως προς τη χρήση διεπιστημονικών/διαθεματικών προσεγγίσεων των Μαθηματικών και της Χημείας με τη βοήθεια εκπαιδευτικού λογισμικού με τον περιορισμό ότι το ζητούμενο από το γνωστικό αντικείμενο που είναι διαφορετικό από το κύριο (γνωστικό αντικείμενο) να είναι σχετικά απλό.

**Λέξεις κλειδιά:** Μαθηματικά, Χημεία, Τ.Π.Ε., διεπιστημονικότητα, διαθεματικότητα, ομόλογες σειρές, ακολουθίες, αριθμητική πρόοδος.

## 1. Εισαγωγή

Τα σύγχρονα ελληνικά προγράμματα σπουδών επηρεασμένα από τις επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις και ακολουθώντας τις διεθνείς και ευρωπαϊκές τάσεις στην εκπαίδευση, έχουν ενσωματώσει νέους τρόπους και μεθοδολογίες διαθεματικής προσέγγισης της γνώσης (Λιοναράκης, 2001). Ως αποτέλεσμα, επήλθε μια εκπαιδευτική καινοτομία, η οποία, μεταξύ άλλων, στοχεύει στην ανάπτυξη της ενεργητικής, της συμμετοχικής και της διερευνητικής μάθησης μέσω της καθοδηγούμενης ανακάλυψης (Ματσαγγούρας, Ευθυμίου, Μπαζίγιου, Μπαράτση, Πετρέσκου & Σχίζα, 2011).

Έτσι, στην παρούσα έρευνα επιχειρήθηκε να συνδεθούν οι επιστήμες των Μαθηματικών και της Χημείας και συγκεκριμένα, να ανακαλύψουν οι μαθητές εφαρμογές των

Μαθηματικών Α' Τάξης Λυκείου από τα γνωστικά πεδία «ευθεία», «ακολουθίες» και στη Χημεία Β' Τάξης Λυκείου, στο ευρύτερο πεδίο «Υδρογονάνθρακες». Η σύνδεση έγινε με τη βοήθεια και τη χρήση του μαθηματικού εκπαιδευτικού λογισμικού Geogebra. Διερευνήθηκε ο βαθμός εμπλοκής των μαθητών στο μάθημα, το κατά πόσον η γνώση είναι καλά εγκατεστημένη σε σχέση με εκείνη άλλων μαθητών που δεν διδάχθηκαν τα αντίστοιχα κεφάλαια με αυτόν τον τρόπο, και τέλος, το εάν η διασύνδεση φαινομενικά άσχετων μεταξύ τους κεφαλαίων διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων προσφέρεται για πειραματισμό στο σχεδιασμό μιας διδασκαλίας ή δημιουργεί εμπόδια στη μάθηση. Αρχικά, θα παρουσιαστεί το θεωρητικό πλαίσιο και η διδακτική προσέγγιση, στη συνέχεια το μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας, το δείγμα, τα εργαλεία έρευνας και ανάλυσης και τέλος θα περιγραφούν τα αποτελέσματα, τα συμπεράσματα, η συζήτηση και οι προτάσεις για επέκταση της έρευνας.

## 2. Θεωρητικό Πλαίσιο

Με τον όρο διαθεματικότητα ή διαθεματική διαδικασία, όρος γενικότερος της διεπιστημονικότητας, εννοούμε ένα σύνολο εκπαιδευτικών προσεγγίσεων που στοχεύουν στην ενοποίηση της σχολικής γνώσης και υπηρετούν τη σύγχρονη παιδαγωγική σύμφωνα με την οποία η μάθηση δεν περιλαμβάνει μόνο μετάδοση γνώσεων αλλά αλληλεπίδραση με τους παράγοντες του περιβάλλοντος (Ματσαγγούρας, 2002; Τριανταφύλλου, Μπελεσιώτης & Αλεξανδρής, 2008). Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) μπορούν να υποστηρίξουν επιτυχώς σήμερα τις εκπαιδευτικές αλλαγές με σκοπό να αναπτύξουν οι μαθητές γνώσεις και δεξιότητες απαραίτητες μέσα από διεπιστημονικές-διαθεματικές μεθόδους μάθησης, οι οποίες καλλιεργούν την κριτική σκέψη. Ιδιαίτερα σημαντικές θεωρούνται οι Τ.Π.Ε. στις σύγχρονες τάσεις διδασκαλίας των Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, καθώς τα μαθησιακά αποτελέσματα των παραδοσιακών μεθόδων καταγράφονται αρνητικά (Κοτρέτσου, 2014). Η αξιοποίηση των Τ.Π.Ε ενδυναμώνει τις διαθεματικές προσεγγίσεις (Σταυλιώτη-Καρατζά & Αλαχιώτης, 2007; Χριστοφόρου, Κουρουνιώτης, Μπιζιά, & Ναρδή, 2009). Είναι γνωστό από έρευνες ότι τα Μαθηματικά και η Χημεία είναι δυο γνωστικά αντικείμενα που θεωρούνται από τους μαθητές δύσκολα, δεν είναι αρεστά σ' αυτούς και θεωρούν ότι δεν σχετίζονται μεταξύ τους (Aspetsberger & Aspetsberger 2003; Bruckler & Stilinovic, 2007; Hansen, 2008; Papotnilk, 2009). Η χρήση του διερευνητικού λογισμικού ως εργαλείου αναπαράστασης, διερεύνησης, πειραματισμού, αναζήτησης και οικοδόμησης της γνώσης έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) σε συνδυασμό με τα Μαθηματικά (Σωτηρόπουλος & Μπακαλίδης, 1998). Η έρευνα για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών έχει εντοπίσει δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην κατανόηση της έννοιας της συνάρτησης (Gagatsis & Shiakalli, 2004; Σωτηρόπουλος & Μπακαλίδης, 2001), οι οποίες όμως ξεπερνιούνται με τη χρήση νέων τεχνολογιών (Abua-Naja, 2008; Lagrange, 2005; Χριστοφόρου κ.α., 2009).

### 3. Η Διδακτική Προσέγγιση

Η διδακτική προσέγγιση περιλαμβάνει δύο φάσεις. Η πρώτη φάση αφορά τη διδασκαλία του κεφαλαίου «ταξινόμηση οργανικών ενώσεων-ομόλογες σειρές» για το μάθημα της Χημείας Β΄ Λυκείου. Δόθηκαν στους μαθητές οι συντακτικοί τύποι κορεσμένων και ακόρεστων Υδρογονανθράκων ταξινομημένων ανά κατηγορία. Μετρήθηκαν οι Άνθρακες και τα Υδρογόνα των Υδρογονανθράκων ανά κατηγορία και με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού λογισμικού σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα σημεία στο επίπεδο. Διαπιστώθηκε ότι τα σημεία ανήκουν στην ευθεία με εξίσωση  $\psi=2x$  ή σε παράλληλη μετατόπισή της, ανάλογα με την κατηγορία των υδρογονανθράκων και προέκυψε ο Γενικός Μοριακός Τύπος κάθε ομόλογης σειράς των Υδρογονανθράκων, αφού χρησιμοποιήθηκε για τη μεταβλητή ο συμβολισμός που χρησιμοποιείται στις ακολουθίες. Στη συνέχεια, αξιοποιήθηκαν οι γραφικές παραστάσεις για την εύρεση του αριθμού των ατόμων Υδρογόνου για συγκεκριμένο αριθμό ατόμων Άνθρακα με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού λογισμικού και έγινε επαλήθευση και σύγκριση με τους συντακτικούς τύπους των αντίστοιχων Υδρογονανθράκων. Η δεύτερη φάση αφορά τη διδασκαλία των κεφαλαίων της ευθείας και των ακολουθιών για τα Μαθηματικά της Α΄ Λυκείου. Δόθηκαν στους μαθητές συγκεκριμένοι Συντακτικοί Τύποι Ομόλογων σειρών των Υδρογονανθράκων, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν ως παράδειγμα στην παράγραφο των αριθμητικών προόδων, ώστε να εξαχθεί ο Γενικός Μοριακός Τύπος και αυτό συνδέθηκε με τις μετατοπίσεις ευθειών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η σύνδεση των δύο επιστημονικών πεδίων που επιχειρείται στην παρούσα εργασία, δεν εμφάνισε το πρόβλημα της σύγχυσης λόγω χρήσης διαφορετικού συμβολισμού που παρουσιάζεται σε άλλες εργασίες (Bruckler & Stilinovic, 2007), καθώς ο συμβολισμός που χρησιμοποιείται στα αντίστοιχα κεφάλαια Χημείας και Μαθηματικών είναι παρεμφερής.

#### 3.1 Πρώτη Φάση: «Ταξινόμηση Οργανικών Ενώσεων – Ομόλογες Σειρές»

Η πρώτη φάση περιλαμβάνει επτά δραστηριότητες. Στην πρώτη δραστηριότητα οι μαθητές δημιούργησαν την ευθεία με εξίσωση  $f(x)=ax+b$  με τη βοήθεια δύο δρομέων. Στη δεύτερη τους δόθηκε φύλλο εργασίας με βάση το οποίο έγραψαν τον αριθμό Ανθράκων και Υδρογόνων συγκεκριμένων Υδρογονανθράκων υπό μορφή διατεταγμένων ζευγών, τα οποία σχεδιάστηκαν ως σημεία στο επίπεδο (τρίτη δραστηριότητα). Πειραματιζόμενοι με τους δρομείς βρήκαν την εξίσωση της ευθείας που διέρχεται από τα σημεία αυτά. Στην τέταρτη δραστηριότητα διαπιστώθηκε ότι αν  $a_n$  είναι ο αριθμός των ατόμων των Υδρογόνων που αντιστοιχούν σε  $n$  άτομα Άνθρακα, σε ένα αλκάνιο, τότε,  $a_n=2n+2$  και έγινε η σύνδεση με τις ακολουθίες. Προέκυψε εύκολα (από την εξίσωση της ευθείας και τον τύπο της ακολουθίας) ότι ο γενικός μοριακός τύπος για τα αλκάνια είναι ο  $C_nH_{2n+2}$ . Η πέμπτη και έκτη δραστηριότητα αφορούσαν τα αλκένια και τα αλκίνια αντίστοιχα και ήταν όμοιες των δραστηριοτήτων 2 και 3 για τα αλκάνια. Στην έβδομη ζητήθηκε από τους μαθητές, με τη βοήθεια των γραφι-

κών παραστάσεων, να υπολογίσουν τα Υδρογόνα του βουτανίου, του βουτενίου και του βουτινίου και έγινε επαλήθευση με βάση τους Γενικούς Μοριακούς Τύπους.

### **3.2 Δεύτερη Φάση: «Ευθεία - Ακολουθίες»**

Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει πέντε δραστηριότητες. Στην πρώτη δραστηριότητα προβλήθηκε PowerPoint που εξηγούσε τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων Άνθρακα και Υδρογόνου στο σχηματισμό των Υδρογονανθράκων. Συζητήθηκε το τι θα άλλαζε στο μόριο ενός υδρογονάνθρακα με την προσθήκη ενός ακόμη ατόμου Άνθρακα και των αντίστοιχων ατόμων Υδρογόνου. Στη δεύτερη δραστηριότητα μετά από κατάλληλα ερωτήματα διαπιστώθηκε ότι η συνάρτηση με ανεξάρτητη μεταβλητή τον αριθμό των ατόμων του Άνθρακα και εξαρτημένη τον αριθμό των ατόμων του Υδρογόνου είναι αριθμητική πρόοδος. Στην τρίτη σχεδιάστηκε η ευθεία που διέρχεται από τα σημεία της γραφικής παράστασης της παραπάνω προόδου και πρόκυψε ο Γενικός Μοριακός Τύπος των αλκανίων. Στη τέταρτη επαναλήφθηκαν (εν συντομία) τα βήματα των δραστηριοτήτων 2 και 3. Διαπιστώθηκε ότι προέκυψε ευθεία παράλληλη στην αρχική. Το ίδιο έγινε και με τα αλκίνια. Έτσι, το παράδειγμα στάθηκε αφορμή για συζήτηση επί της παράλληλης μετατόπισης ευθειών. Στην πέμπτη ζητήθηκε από τους μαθητές να βρουν τρόπο να σχεδιασθεί η ακριβής γραφική παράσταση της συνάρτησης για τους κορεσμένους υδρογονάνθρακες, δηλαδή τα μεμονωμένα σημεία αντί ολόκληρης της ευθείας. Η δραστηριότητα συνεχίστηκε από τους μαθητές ως εργασία για το σπίτι. Όλοι ενεπλάκησαν ιδιαίτερα ενεργά.

## **4. Η Έρευνα**

Αν και το δείγμα της έρευνας ήταν μικρό κάναμε την παρακάτω στατιστική ανάλυση με σκοπό τη διερεύνηση και την ανάδειξη τάσεων ως προς το αν η χρήση νέων τεχνολογιών αυξάνει το βαθμό εμπλοκής των μαθητών στο μάθημα, εάν με τη χρήση ΤΠΕ η γνώση που αποκτάται είναι καλύτερα εγκατεστημένη και εάν η διεπιστημονική/διαθεματική προσέγγιση διαφόρων ζητημάτων εξυπηρετεί και προσφέρεται για το σχεδιασμό μιας διδασκαλίας ή αν δημιουργεί εμπόδια στη μάθηση. Το δείγμα αποτελούσαν 22 μαθητές ενός σχολείου στους οποίους εφαρμόστηκε η διδασκαλία, η οποία περιγράφεται στην πρώτη φάση, στο μάθημα της Χημείας και 22 μαθητές άλλου σχολείου στους οποίους εφαρμόστηκε η διδασκαλία της δεύτερης φάσης, στο μάθημα των Μαθηματικών. Τα ευρήματα από τα ερωτήματα που αφορούσαν την ικανότητα ανάκλησης των αποκτηθέντων γνώσεων συγκρίθηκαν με αυτά που είχαν προκύψει από προηγούμενη χρονιά σε τμήμα 24 μαθητών του δεύτερου σχολείου που δεν είχαν δει τη σύνδεση των διαφόρων γνωστικών πεδίων και αντικειμένων με χρήση ΤΠΕ, είχαν όμως την ίδια διδάσκουσα με το τμήμα στο οποίο εφαρμόστηκε η διδασκαλία αυτή. Τα εργαλεία έρευνας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ερωτηματολόγια, ο ημιδομημένες συνεντεύξεις, η μέθοδος της παρατήρησης και τέλος τεστ αξιολόγησης.

## 5. Παρουσίαση-Ανάλυση των Βασικών Αποτελεσμάτων

### 5.1 Από την Επεξεργασία των Ερωτηματολογίων

Τα ερωτήματα στα οποία κλήθηκαν να απαντήσουν οι μαθητές φαίνονται στην πρώτη στήλη των δύο παρακάτω πινάκων (πίνακας 1 και πίνακας 2). Στους πίνακες, επίσης, παρουσιάζεται η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση.

**Πίνακας 1.** Ερωτήματα και στατιστικά από τη βαθμολόγησή τους από το μάθημα της Χημείας (1<sup>η</sup> φάση)

Descriptive Statistics					
	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
Το Μάθημα ήταν Ενδιαφέρον	22	2,00	5,00	4,5000	,85912
Ενδιαφέρουσα σύνδεση Χημείας με Μαθηματικά	22	3,00	5,00	4,5909	,66613
Ενδιαφέρον για σύνδεση με άλλα μαθήματα	22	1,00	5,00	4,4545	1,05683
Κατανόηση του Μαθήματος Χημεία (X)	22	2,00	5,00	4,5000	,85912
Βαθμός Δυσκολίας 1 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	1,00	2,00	1,0455	,21320
Βαθμός Εμπλοκής 1 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	4,00	5,00	4,8636	,35125
Βαθμός Δυσκολίας 2 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	1,00	2,00	1,0455	,21320
Βαθμός Εμπλοκής 2 <sup>ης</sup> X	22	3,00	5,00	4,0909	,68376
Βαθμός Δυσκολίας 3 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	1,00	2,00	1,4091	,50324
Βαθμός Εμπλοκής 3 <sup>ης</sup> X	22	5,00	5,00	5,0000	,00000
Βαθμός Δυσκολίας 4 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	1,00	5,00	2,5455	1,18431
Βαθμός Εμπλοκής 4 <sup>ης</sup> X	22	1,00	5,00	3,2727	1,24142
Βαθμός Δυσκολίας 5 <sup>ης</sup> και 6 <sup>ης</sup> Δραστ/τας X	22	1,00	2,00	1,5455	,50965
Βαθμός Εμπλοκής 5 <sup>ης</sup> και 6 <sup>ης</sup> X	22	3,00	5,00	4,7727	,52841
Βαθμός Δυσκολίας 7 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	1,00	2,00	1,0455	,21320
Βαθμός Εμπλοκής 7 <sup>ης</sup> X	22	4,00	5,00	4,8636	,35125

## Descriptive Statistics

	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
Το Μάθημα ήταν Ενδιαφέρον	22	2,00	5,00	4,5000	,85912
Ενδιαφέρουσα σύνδεση Χημείας με Μαθηματικά	22	3,00	5,00	4,5909	,66613
Ενδιαφέρον για σύνδεση με άλλα μαθήματα	22	1,00	5,00	4,4545	1,05683
Κατανόηση του Μαθήματος Χημεία (X)	22	2,00	5,00	4,5000	,85912
Βαθμός Δυσκολίας 1 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	1,00	2,00	1,0455	,21320
Βαθμός Εμπλοκής 1 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	4,00	5,00	4,8636	,35125
Βαθμός Δυσκολίας 2 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	1,00	2,00	1,0455	,21320
Βαθμός Εμπλοκής 2 <sup>ης</sup> X	22	3,00	5,00	4,0909	,68376
Βαθμός Δυσκολίας 3 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	1,00	2,00	1,4091	,50324
Βαθμός Εμπλοκής 3 <sup>ης</sup> X	22	5,00	5,00	5,0000	,00000
Βαθμός Δυσκολίας 4 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	1,00	5,00	2,5455	1,18431
Βαθμός Εμπλοκής 4 <sup>ης</sup> X	22	1,00	5,00	3,2727	1,24142
Βαθμός Δυσκολίας 5 <sup>ης</sup> και 6 <sup>ης</sup> Δραστ/τας X	22	1,00	2,00	1,5455	,50965
Βαθμός Εμπλοκής 5 <sup>ης</sup> και 6 <sup>ης</sup> X	22	3,00	5,00	4,7727	,52841
Βαθμός Δυσκολίας 7 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	22	1,00	2,00	1,0455	,21320
Βαθμός Εμπλοκής 7 <sup>ης</sup> X	22	4,00	5,00	4,8636	,35125
Valid N (listwise)	22				

*Πίνακας 2. Ερωτήματα και στατιστικά από τη βαθμολόγησή τους από το μάθημα των Μαθηματικών (2<sup>η</sup> φάση)*

## Descriptive Statistics

	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
Το Μάθημα ήταν Ενδιαφέρον	22	2,00	5,00	3,9545	,95005

Ενδιαφέρουσα σύνδεση Μαθ/κών με Χημεία	22	1,00	5,00	3,6818	1,35879
Ενδιαφέρον για σύνδεση με άλλα μαθήματα	22	1,00	5,00	3,7727	1,34277
M					
Κατανόηση του Μαθήματος Μαθηματικά (M)	22	3,00	5,00	4,5000	,74001
Βαθμός Δυσκολίας 1 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας M	22	1,00	1,00	1,0000	,00000
Βαθμός Εμπλοκής 1 <sup>ης</sup> M	22	5,00	5,00	5,0000	,00000
Βαθμός Δυσκολίας 2 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας M	22	1,00	3,00	1,5909	,73414
Βαθμός Εμπλοκής 2 <sup>ης</sup> M	22	3,00	5,00	4,5909	,66613
Βαθμός Δυσκολίας 3 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας M	22	1,00	2,00	1,3636	,49237
Βαθμός Εμπλοκής 3 <sup>ης</sup> M	22	4,00	5,00	4,7727	,42893
Βαθμός Δυσκολίας 4 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας M	22	1,00	4,00	1,5909	,85407
Βαθμός Εμπλοκής 4 <sup>ης</sup> M	22	2,00	5,00	4,4545	,85786
Βαθμός Δυσκολίας 5 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας M	22	4,00	5,00	4,9545	,21320
Βαθμός Εμπλοκής 5 <sup>ης</sup> M	22	4,00	5,00	4,9091	,29424
Valid N (listwise)	22				

Τα κελιά που είναι γραμμοσκιασμένα στους παραπάνω πίνακες αφορούν στον βαθμό εμπλοκής των μαθητών στις δραστηριότητες που απαιτούσαν χρήση Η/Υ. Η δραστηριότητα 1 που έχει τον μέγιστο βαθμό εμπλοκής στο μάθημα των μαθηματικών αποτελεί εξαίρεση, διεξήχθη με τη βοήθεια PowerPoint και διερευνήθηκε περαιτέρω με συνέντευξη.

Όπως μπορεί πολύ εύκολα να παρατηρήσει κανείς, οι δραστηριότητες που διεξήγοντο με τη βοήθεια Η/Υ είχαν μεγαλύτερο μέσο όρο εμπλοκής των μαθητών από τις υπόλοιπες (με την εξαίρεση που προαναφέρθηκε). Στη συνέχεια διερευνήθηκε η συσχέτιση μεταξύ βαθμού εμπλοκής και βαθμού δυσκολίας. Ενδεικτικά, παρατίθενται οι πίνακες 3 και 4, ο ένας από το μάθημα της Χημείας και ο άλλος από το μάθημα των Μαθηματικών. Ο πρώτος για δραστηριότητα χωρίς χρήση Η/Υ και ο δεύτερος για δραστηριότητα με χρήση Η/Υ.

**Πίνακας 3.** Συσχέτιση μεταξύ βαθμού δυσκολίας και εμπλοκής από το μάθημα της Χημείας (1<sup>η</sup> φάση) για δραστηριότητα χωρίς χρήση Η/Υ.

### Correlations

		Βαθμός Δυσκολίας 2 <sup>ης</sup> Δραστ/τας X	Βαθμός Εμπλο- κής 2 <sup>ης</sup> X
Βαθμός Δυσκολίας 2 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας X	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1  22	-,030  22
Βαθμός Εμπλοκής 2 <sup>ης</sup> X	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,030  22	1  22

**Πίνακας 4.** Συσχέτιση μεταξύ βαθμού δυσκολίας και εμπλοκής από το μάθημα των Μαθηματικών (2<sup>η</sup> φάση) για δραστηριότητα με χρήση H/Y.

#### Correlations

		Βαθμός Δυ- σκολίας 5 <sup>ης</sup> Δραστ/τας M	Βαθμός Ε- μπλοκής 5 <sup>ης</sup> M
Βαθμός Δυσκολίας 5 <sup>ης</sup> Δραστηριότητας M	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1  22	-,069  22
Βαθμός Εμπλοκής 5 <sup>ης</sup> M	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,069  22	1  22

Αντίστοιχοι πίνακες προέκυψαν και για τις υπόλοιπες συσχετίσεις μεταξύ βαθμού εμπλοκής και βαθμού δυσκολίας, από όπου έγινε φανερό ότι δε συσχετίζονται μεταξύ τους (συντελεστές συσχέτισης που βρίσκονται πλησιέστερα στο μηδέν από ότι στο 1 ή το -1), τουλάχιστον στις συγκεκριμένες διδακτικές προσεγγίσεις. Το θέμα διερευνήθηκε περαιτέρω στη συνέντευξη.

Τέλος, διερευνήθηκε η συσχέτιση μεταξύ των ερωτημάτων του πρώτου μέρους των ερωτηματολογίων. Για το μάθημα της Χημείας προέκυψε ότι οι μεταβλητές ανά συνδυασμό ζευγών είναι ισχυρά θετικά συσχετισμένες μεταξύ τους με επίπεδο σημαντικότητας 0,001 για τις ακόλουθες συσχετίσεις: (ενδιαφέρον μάθημα) - (ενδιαφέρουσα σύνδεση Χημείας με Μαθηματικά), (ενδιαφέρον μάθημα) - (κατανόηση του μαθήμα-



τος), (ενδιαφέρουσα η σύνδεση Χημείας με Μαθηματικά) – (κατανόηση του μαθήματος) με σ.σ. 0,957, 0,806 και 0,79 αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες συσχετίσεις ήταν ελαφρώς ασθενέστερες, αλλά και πάλι ισχυρές και θετικές. Αντίστοιχα συμπεράσματα προέκυψαν και για τα Μαθηματικά.

## 5.2 Οι Συνεντεύξεις

Αρχικά διερευνήθηκε ο λόγος για τον οποίο η πρώτη δραστηριότητα στο μάθημα των Μαθηματικών είχε τον ανώτερο βαθμό εμπλοκής 5. Οι απαντήσεις συνοψίζονται στις ακόλουθες δύο: «αισθάνθηκα ανακούφιση που δεν θα κάναμε σκέτα μαθηματικά, αλλά και κάτι άλλο που καταλαβαίνω», «μου φάνηκε περίεργο, αλλά μπορούσα να το κάνω». Οι πιο δυνατοί μαθητές απάντησαν επίσης ότι τους ενδιέφερε η σύνδεση μεταξύ των δύο αντικειμένων. Ακολούθως, διερευνήθηκε ο λόγος για τον οποίο ο βαθμός εμπλοκής των μαθητών στις δραστηριότητες που διεξήγοντο με τη χρήση Η/Υ ήταν αυξημένος σε σχέση με τις υπόλοιπες δραστηριότητες. Οι περισσότερες από τις απαντήσεις που δόθηκαν ήταν ότι φαίνονταν εξαρχής πιο εύκολες, πιο ενδιαφέρουσες και ήταν απόλυτα κατανοητό το ποιο ήταν το ζητούμενο. Ακόμα, είπαν ότι η ίδια η φύση της δραστηριότητας απαιτούσε την ενεργό εμπλοκή τους. Όταν τους επισημάνθηκε ότι σε κάποιες δυσκολεύτηκαν, η απάντηση (και στα δύο τμήματα) ήταν ότι ανεξάρτητα από τη δυσκολία που συνάντησαν, στην αρχή θεώρησαν ότι ήταν απλές. Μάλιστα, όπως ανέφεραν, όσο διαπίστωναν τη δυσκολία, τόσο περισσότερο προσπαθούσαν.

Στη συνέχεια ερευνήθηκε ο λόγος για τον οποίο οι περισσότεροι μαθητές θεωρούσαν ότι η διεπιστημονική/διαθεματική προσέγγιση έκανε το μάθημα περισσότερο ενδιαφέρον. Οι περισσότεροι από τους δυνατούς μαθητές είπαν ότι θεωρούν σημαντικό να γνωρίζουν τις εφαρμογές των όσων μαθαίνουν και ότι μαθαίνουν και οι ίδιοι πώς να συνδυάζουν γνώσεις και να ανιχνεύουν τις μεταξύ τους σχέσεις. Τέλος, καθώς τον χαμηλότερο βαθμό εμπλοκής τον είχε η 4<sup>η</sup> δραστηριότητα στο μάθημα της Χημείας (1<sup>η</sup> φάση), η οποία επίσης είχε και από τους μεγαλύτερους βαθμούς δυσκολίας, όταν συζητήθηκε το θέμα με τους μαθητές, προέκυψε ότι όταν απαιτούνται γνώσεις από το άλλο επιστημονικό πεδίο, τις οποίες δεν κατέχουν κάποιοι μαθητές ή τις έχουν ξεχάσει, νομίζουν ότι δεν θα μπορέσουν να ανταπεξέλθουν.

## 5.3 Τα Τεστ Αξιολόγησης

Με τα τεστ έγινε έλεγχος των γνώσεων που είχαν αποκτηθεί στα διάφορα πεδία του γνωστικού αντικειμένου των Μαθηματικών και που αξιοποιήθηκαν στη διδασκαλία της δεύτερης φάσης. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με εκείνα τμήματος της ίδιας τάξης της προηγούμενης χρονιάς που είχε την ίδια διδάσκουσα, δεν είχε όμως κάνει τη σύνδεση των δύο γνωστικών πεδίων με χρήση Τ.Π.Ε. Τα δύο τμήματα είχαν τον ίδιο σχεδόν μέσο όρο στο μάθημα της Άλγεβρας της Α΄ τάξης (13,9 και 14,1 αντίστοιχα) και ίδιο σχεδόν συντελεστή μεταβολής. Το τεστ που χρησιμοποιήθηκε και τις

δύο χρονιές ήταν το ίδιο και χρησιμοποιήθηκε ως τμήμα διαγνωστικού για τη Β΄ τάξη μετά από προηγηθείσα επανάληψη. Οι νέοι μέσοι όροι που προέκυψαν από το τεστ ήταν 14,3 και 12,4 αντίστοιχα.

## **6. Συμπεράσματα**

Η παραπάνω στατιστική ανάλυση ενισχύει την άποψη ότι με τη χρήση Τ.Π.Ε.: α) αυξάνεται ο βαθμός εμπλοκής στο μάθημα, β) ο βαθμός εμπλοκής είναι ανεξάρτητος του βαθμού δυσκολίας, εξαρτάται όμως από την αρχική εκτίμηση για τη δυσκολία και από την παρακίνηση του ενδιαφέροντος, γ) η διεπιστημονική/διαθεματική προσέγγιση προκαλεί το ενδιαφέρον του μαθητή και καλό θα ήταν να αποφεύγεται (τουλάχιστον στα πρώτα μαθήματα) η σύνδεση με γνώσεις άλλου πεδίου που έχουν δυσκολέψει πολύ τον μαθητή, ενώ είναι πιθανόν να συσχετίζεται ισχυρά και θετικά με το ενδιαφέρον του μαθητή για το μάθημα και την κατανόσή του μαθήματος, δ) η γνώση είναι καλύτερα εγκατεστημένη, όπως φάνηκε από τους μέσους όρους στα τεστ αξιολόγησης, όταν η διδασκαλία γίνεται με χρήση Τ.Π.Ε., (ίσως επειδή αυξάνεται ο βαθμός εμπλοκής).

## **7. Συζήτηση - Προτάσεις**

Από τα αποτελέσματα της έρευνας μας καθώς το δείγμα ήταν μικρό έχουμε ενθαρρυντικές ενδείξεις ως προς τη χρήση διαθεματικών προσεγγίσεων των Μαθηματικών και της Χημείας με τη βοήθεια εκπαιδευτικού λογισμικού με τον περιορισμό ότι το ζητούμενο από το γνωστικό αντικείμενο που είναι διαφορετικό από το κύριο (γνωστικό αντικείμενο) να είναι σχετικά απλό. Συγκεκριμένα, ενισχύεται η άποψη ότι αυξάνεται ο βαθμός εμπλοκής στο μάθημα και η γνώση είναι καλύτερα εγκατεστημένη ενώ παράλληλα αυξάνεται και το ενδιαφέρον του μαθητή. Οι αδύναμοι μαθητές αισθάνθηκαν ανακούφιση που δεν θα έκαναν «σκέτα» μαθηματικά, ενώ οι πιο δυνατοί μαθητές θεώρησαν ενδιαφέρονσα τη σύνδεση μεταξύ των δύο αντικειμένων. Σ' αυτό βοήθησε πολύ η χρήση του H/Y αφού στις αντίστοιχες δραστηριότητες οι μαθητές παρουσίασαν μεγαλύτερο μέσο όρο εμπλοκής από τις υπόλοιπες, καθώς εξασφαλίζονταν η ενεργός συμμετοχή τους και ήταν πιο ενδιαφέρουσες. Σε έρευνες που διεξήχθησαν στο παρελθόν (Aspetsberger & Aspetsberger, 2003; Hansen, 2008) αναφέρεται ότι οι μαθητές επειδή δεν έχουν μάθει να σκέφτονται συνδυαστικά σε διεπιστημονικές/διαθεματικές προσεγγίσεις προσπαθούν να ξεχωρίσουν τα γνωστικά αντικείμενα όταν εκπονούν τις δραστηριότητες και αυτή η δυσκολία ήταν μεγαλύτερη όσο περισσότερα ήταν τα γνωστικά αντικείμενα (Bruckler & Stilinovic, 2007). Ωστόσο, στην παρούσα έρευνα, οι μαθητές δεν δυσκολεύτηκαν ιδιαίτερα ενδεχομένως επειδή η διαθεματική προσέγγιση αφορούσε δυο γνωστικά αντικείμενα και όχι περισσότερα.

Η έρευνά μας ενίσχυσε την άποψη ότι η συγκεκριμένη διεπιστημονική/διαθεματική προσέγγιση με τη χρήση Τ.Π.Ε έκανε το μάθημα περισσότερο ενδιαφέρον καθώς οι περισσότεροι από τους δυνατούς μαθητές είπαν ότι θεωρούν σημαντικό να γνωρίζουν

τις εφαρμογές των όσων μαθαίνουν και ότι μαθαίνουν και οι ίδιοι πώς να συνδυάζουν γνώσεις και να ανιχνεύουν τις μεταξύ τους σχέσεις. Κάποιοι από τους αδύναμους μαθητές είπαν ότι έτσι ενδέχεται να απαιτηθούν γνώσεις από πεδίο που κατέχουν και έτσι να μπορούν να συμμετέχουν ενεργά στο μάθημα χωρίς να μπαίνουν στο περιθώριο, ακούγοντας απλά θεωρίες που δεν μπορούν να κατανοήσουν. Ανάλογα αποτελέσματα έδειξαν αντίστοιχες έρευνες καθώς οι μαθητές θεωρούν ότι το μάθημα γίνεται περισσότερο κατανοητό όταν εμπλέκονται ενεργά μέσα από διαθεματικές ενότητες ιδιαίτερα όταν στις δραστηριότητες υπάρχουν γραφικές παραστάσεις και όχι θεωρίες (Aspetsberger & Aspetsberger, 2003). Για όλα τα παραπάνω καθοριστικό ρόλο έπαιξε η χρήση των Τ.Π.Ε.

Μια άλλη θετική τάση που ανέδειξε η έρευνά μας αφορά τη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών και το γεγονός ότι η γνώση που αποκτήθηκε ήταν καλύτερα εγκατεστημένη, πράγμα που επιβεβαιώνει η βιβλιογραφία (Γιατράς & Σάλτα, 2014; Κοτρέτσου & Κοντογούρη, 2014).

Τα πρώτα θετικά ευρήματα της έρευνας μας οδηγούν στη σκέψη για επέκταση της διδακτικής εφαρμογής σε μεγαλύτερο δείγμα με σκοπό να προκύψουν αξιόπιστα στατιστικά ευρήματα, τα οποία θα παρουσιάσουμε σε μελλοντική εργασία μας αξιοποιώντας και τα παρακάτω βιβλιογραφικά δεδομένα, σύμφωνα με τα οποία δύο είναι οι κρίσιμες παράμετροι επιτυχίας των διαθεματικών προσεγγίσεων στο σχολείο. Η πρώτη σχετίζεται με την εμπλοκή και ενεργό συμμετοχή όχι μόνο των μαθητών αλλά και των γονέων, των φορέων και των επαγγελματικών χώρων της περιοχής καθώς και ο συνδυασμός με εκπαιδευτικές επισκέψεις και συνεργασίες σχολείων. Έτσι, προτείνουμε σχεδιασμό διαθεματικών προσεγγίσεων με τέτοιο τρόπο ώστε να διευρύνονται οι συνεργασίες με στόχο την αποτελεσματική μάθηση και τη χρήση εργαλείων web 2.0 (Aspetsberger & Aspetsberger, 2003; Jarvis, 2009; Καρβουνίδης & Δουληγέρης, 2010). Η δεύτερη παράμετρος είναι ο χρόνος. Στη βιβλιογραφία έχει καταγραφεί ότι τα προγράμματα αποτελεσματικών διαθεματικών προσεγγίσεων θα πρέπει να έχουν διάρκεια μεγαλύτερη από 2 χρόνια καθώς απαιτείται χρόνος για να αποκτήσουν εμπειρία τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές (Jarvis, 2009). Γι' αυτό, προτείνουμε τη συνέχιση και επέκταση σε μεγαλύτερο δείγμα της συγκεκριμένης διδακτικής προσέγγισης και εκ νέου καταγραφή και σύγκριση των αποτελεσμάτων.

## Αναφορές

### Ξενόγλωσσες

Aspetsberger, B. & Aspetsberger, K. (2003). Making Mathematics more attractive using new technology for experiments in cross-curriculum projects. In E. Mansfield (Ed.), *160 Annual International Conference on Technology in Collagiate Mathematics* (pp. 15-19). Chicago: Addison-Wesley.

- Abu-Naja, M. (2008). The effect of graphic calculators on Negev Arab pupils' learning of the concept of families of functions. *Research in Mathematics Education*, 10(2), 183-202.
- Bruckler, F. M. & Stilinovic, V. (2008). Graph theory as a method of improving chemistry and mathematics curricula. In B. Sriraman, C. Michelsen, A. Beckman & V. Freiman (Eds.), *2o International Symposium on Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences* (pp. 117-126). Odense: Center for Science and Mathematics Education.
- Hansen, S.H. (2008). Challenges for interdisciplinary teaching of mathematics and the sciences in upper secondary school. In B. Sriraman, C. Michelsen, A. Beckman & V. Freiman (Eds.), *2o International Symposium on Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences* (pp. 173-180). Odense: Center for Science and Mathematics Education.
- Gagatsis, A. & Shiakalli, M. (2004). Ability to translate from one representation of the concept of function to another and mathematical problem solving. *Education Psychology*, 24(5), 645-657.
- Jarvis, T. (2009). Promoting creative science cross-curricular work through an in-service programme. *SSR*, 90(332), 39-46.
- Lagrange, J.B. (2005). Curriculum, classroom practices, and tool design in the learning of functions through technology-aided experimental approaches. *International Journal of Computers for mathematical Learning*, 10, 143-189.
- Papotnik, A. (2009). Strategy of cross curricular connection at technology education as a factor of modern school. *Problems of Education in the 21<sup>st</sup> Century*, 14, 77-83.

### **Ελληνικές**

- Γιατράς, Κ. & Σάλτα, Κ. (2014). Περιπλανήσεις στον κόσμο των Μαθηματικών, της Χημείας και της Τέχνης. *1ο Συνέδριο για τα Μαθηματικά στα Πρότυπα-πειραματικά Σχολεία-Δυνατότητες και προοπτικές*, Αθήνα, 1-10.
- Καρβουνίδης, Θ. & Δουληγέρης, Χ. (2010). Τεχνολογίες Κοινωνικής Δικτύωσης στις Εκπαιδευτικές τεχνολογίες και τον Σχεδιασμό. Στο Ν. Αλεξανδρή, Β. Μπελεσιώτης & Π. Βλάμος (Επιμ.), *14ο Πανελλήνιο Συνέδριο Πληροφορικής* (σσ. 151-161). Αθήνα: Ελληνική Εταιρεία Πληροφορικής.
- Κοτρέτσου, Σ.Ι. (2014). Διδακτικό σενάριο: Γιατί ο Ποπάυ έτρωγε σπανάκι; Στο Φ. Γούσιας (Επιμ.), *Συνέδριο «Η εκπαίδευση στην εποχή των ΤΠΕ»* (σσ. 420-427). Αθήνα: Επιστημονική Ένωση εκπαιδευτικών Α/θμιας για τη διάδοση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση

- Κοτρέτσου, Σ. & Κοντογούρη Ευανθία (2014). Το κυνήγι του κρυμμένου θησαυρού ως μαθησιακό εργαλείο σε σχολικά δίκτυα: Μελέτη περίπτωσης. Στο Κ. Κασιμάτη & Μ. Αργυρίου (Επιμ.), *5<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο «Διεθνείς και ευρωπαϊκές τάσεις στην εκπαίδευση. Οι επιρροές τους στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα»* (σσ. 59-60). Αθήνα: ΑΣΠΑΙΤΕ, ΕΕΜΑΠΕ.
- Λιοναράκης, Α. (2011). Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας και εξ αποστάσεως Σχολική Εκπαίδευση. Στο Θ. Παναγιωτακόπουλος (Επιμ.), *2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία* (σσ. 9-18). Πάτρα: Παν/μιο Πατρών-Εργαστήριο Η/Υ και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας.
- Ματσαγγούρας, Η. (2002). *Η Διαθεματικότητα στη σχολική γνώση: Εννοιοκεντρική αναπλαισίωση και σχέδια εργασίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρης.
- Ματσαγγούρας, Η., Ευθυμίου, Δ., Μπαζίγυ, Κ., Μπαράτση, Α., Πετρέσκου, Θ. & Σχίζα, Κ. (2011). *Η Καινοτομία των Ερευνητικών Εργασιών στο Νέο Λύκειο*. Αθήνα: Εκδόσεις ΟΕΔΒ.
- Σταυλιώτη-Καρατζά, Ε. & Αλαχιώτης, Σ. (2007). Εμπλουτισμός της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών του Γυμνασίου με την αποτελεσματική και διαθεματική αξιοποίηση του λογισμικού των Αγγλικών. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος & Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και νέες Τεχνολογίες στην εκπαίδευση»* (σσ. 304-312). Ιωάννινα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Σωτηρόπουλος, Π. & Μπακαλίδης, Γ. (2001). Από τις μεταβλητές στα μεγέθη ή το αντίστροφο; Μια διδακτική προσέγγιση της μελέτης της συνάρτησης  $\psi = \alpha x + \beta$  με εκπαιδευτικό λογισμικό. Στο Ν. Δαπόντες & Ν. Τζιμόπουλος (Επιμ.), *1<sup>ο</sup> Συνέδριο για την αξιοποίηση των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας στη διδακτική πράξη. «Εκπαιδευτικό λογισμικό και διαδίκτυο»* (σσ. 176-183). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων τεχνολογιών.
- Σωτηρόπουλος, Π. & Μπακαλίδης, Γ. (1998). Διαθεματική προσέγγιση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών με συνδυασμένη χρήση διερευνητικού λογισμικού. Η περίπτωση των νόμων του Kepler και της Μηχανικής του Newton, *15<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΜΕ «Τα Μαθηματικά στις νέες εκπαιδευτικές συνθήκες»* (σσ. 560-574). Αθήνα: Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία.
- Τριανταφύλλου, Α., Μπελεσιώτης, Β.Σ. & Αλεξανδρής, Ν. (2008). Έρευνα θέσεων καθηγητών για τη διδακτική αξιοποίηση της διαθεματικότητας στο Γυμνάσιο. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής*, Πάτρα, 529-534.
- Χριστοφόρου, Δ., Κουρουγιώτης, Χ., Μπιζά, Ε. & Ναρδή, Ε. (2009). Εναλλακτική μορφή διδασκαλίας των συναρτήσεων στη Β' Γυμνασίου με χρήση Νέων Τεχνολογιών. Στο Φ. Καλαβάση (Επιμ.), *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ερευνητών διδακτικής*

των μαθηματικών «Μαθηματική Εκπαίδευση και Οικογενειακές Πρακτικές» (σσ. 481-491). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

### Abstract

This text focuses on interdisciplinary teaching approach of mathematics and chemistry courses using educational software and on the results from the statistical analysis of the findings. Specifically, the approach involves the paragraphs "The function  $f(x) = ax + b$ ", "Sequences" and "Arithmetic Progression" of math lessons in A grade of lyceum and the section "Classification of organic compounds-homologous series" of Chemistry in second grade. The use of educational software attempts an interdisciplinary teaching link between two different disciplines in order to develop active, participatory and exploratory learning through guided discovery.

**Keywords:** Mathematics, Chemistry, ICT in Education, cross-curricular teaching, organic compounds, arithmetic progression, sequences.