

Αποσταθεροποίηση Παρανοήσεων των Μαθητών για την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας

I. Ιωάννου¹, X. Αγγελή²

¹ Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση/Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου,
ioannou.ioannis@ucy.ac.cy,

² Τμήμα Επιστημών Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, cangeli@ucy.ac.cy

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξέτασε τις παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (ΚΜΕ), και πώς θα μπορούσαν αυτές να αποσταθεροποιηθούν, αξιοποιώντας το θεωρητικό πλαίσιο της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου και το μοντέλο διδακτικού σχεδιασμού της Τεχνολογικής Χαρτογράφησης. Το τεχνολογικό εργαλείο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τη σχεδίαση των βασικών δραστηριοτήτων σε αυτή την μελέτη ήταν το MS ExcelTM. Συμμετείχαν διακόσιοι εξήντα τέσσερις μαθητές Β' τάξης Γυμνασίου, χωρισμένοι στην Πειραματική Ομάδα και την Ομάδα Ελέγχου. Στην αρχή της παρέμβασης οι μαθητές απάντησαν σε προ-πειραματικό δοκίμιο, και στο τέλος χορηγήθηκε το ίδιο δοκίμιο ως μετά-πειραματικό. Διενεργήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης ANCOVA και σύμφωνα με τα αποτελέσματα, υπήρξε διαφοροποίηση στην επίδοση των μαθητών στο μετά-πειραματικό δοκίμιο μεταξύ της Πειραματικής Ομάδας και της Ομάδας Ελέγχου, με την πειραματική ομάδα να έχει στατιστικά καλύτερες επιδόσεις. Με βάση τα αποτελέσματα, το θεωρητικό πλαίσιο της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου και η προσέγγιση της Τεχνολογικής Χαρτογράφησης, τα οποία καθοδήγησαν τη σχεδίαση της διδακτικής παρέμβασης, ήταν αποτελεσματικά για την αποσταθεροποίηση των παρανοήσεων των μαθητών σχετικά με την ΚΜΕ.

Λέξεις κλειδιά: παρανοήσεις στην Πληροφορική, διδακτική της Πληροφορικής, τεχνολογική παιδαγωγική γνώση περιεχομένου, τεχνολογική χαρτογράφηση

1. Εισαγωγή

Μια σειρά από έρευνες δείχνουν ότι οι μαθητές τείνουν να έχουν παρανοήσεις στα θέματα του αναλυτικού προγράμματος της Πληροφορικής, κυρίως σε θέματα που αφορούν τη διδασκαλία γλωσσών προγραμματισμού και των βασικών εννοιών Πληροφορικής (Putnam et al., 1986; Gal-Ezer & Zur, 2004; Dagdilelis, Satratzemi & Evangelidis, 2004; Ioannou & Angeli, 2013). Στην παρούσα μελέτη, οι συγγραφείς υιοθετούν το πλαίσιο της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (ΤΠΓΠ) και το μοντέλο διδακτικού σχεδιασμού της Τεχνολογικής Χαρτογράφησης (ΤΧ), όπως προτείνεται από τους Angeli και Valanides (2005; 2009), για επανασχεδίαση της διδασκαλίας της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (ΚΜΕ) αξιοποιώντας τις παιδαγωγικές δυνατότητες του MS Excel.

2. Παρανοήσεις Κεντρικής Μονάδας Επεξεργασίας (ΚΜΕ)

Η ΚΜΕ είναι μια πολύπλοκη ηλεκτρονική συσκευή στην οποία γίνονται οι περισσότεροι υπολογισμοί, γι' αυτό και συνήθως αποκαλείται ως ο “εγκέφαλος” του υπολογιστή. Η διδασκαλία της ΚΜΕ παρουσιάζει δυσκολίες στην κατανόηση εξαιτίας της δυσκολίας στην αποτελεσματική αναπαράσταση του τρόπου λειτουργίας της (Ioannou & Angeli, 2013). Παρόλο, που μπορούμε να δούμε και να αγγίξουμε το κύκλωμα της ΚΜΕ, δεν μπορούμε να δούμε τα εσωτερικά κυκλώματα τα οποία την αποτελούν. Οι μαθητές συνήθως πιστεύουν ότι η ΚΜΕ είναι ο πύργος του υπολογιστή ή και η οθόνη, τα οποία είναι υπεύθυνα για την επεξεργασία των δεδομένων. Αυτές οι παρανοήσεις συνήθως ενισχύονται από τον τρόπο διδασκαλίας και τη σχηματική αναπαράσταση η οποία υπάρχει στα σχολικά βιβλία (Jimoyiannis & Komis, 2003). Με βάση έρευνες που έχουν γίνει (Rogalski & Vergnaud, 1987), αποδεικνύεται, ότι οι μαθητές δεν έχουν αναπτύξει αποτελεσματικά νοητικά μοντέλα για τον Η/Υ και τον τρόπο λειτουργίας του. Οι μαθητές επίσης έχουν δυσκολία στο να αντιληφθούν ότι τα δυαδικά ψηφία που αναπαριστούν τα δεδομένα σχετίζονται με την ύπαρξη ή όχι ηλεκτρισμού στα κυκλώματα του υπολογιστή (Ioannou & Angeli, 2013).

3. Σκοπός της Μελέτης

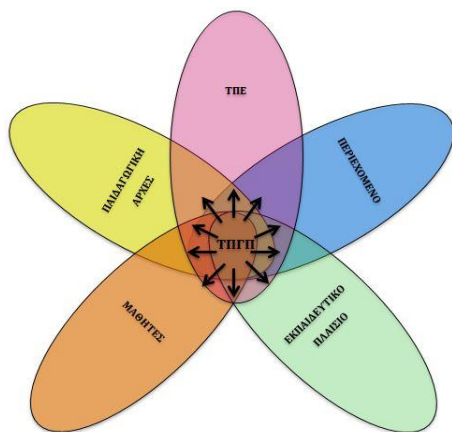
Η Πληροφορική ως γνωστικό αντικείμενο είναι ένα σχετικά νέο αντικείμενο στον τομέα της εκπαίδευσης και καθιερώθηκε ως ανεξάρτητο επιστημονικό πεδίο τη δεκαετία του 1980 (Komis et al., 2002). Βιβλιογραφικές αναφορές στο πεδίο Διδακτικής της Πληροφορικής, οι οποίες να επικεντρώνονται στην εξέλιξη της και στα σχετικά προγράμματα σπουδών άρχισαν να εμφανίζονται μόλις την τελευταία δεκαετία (Theodorou, Bellou & Mikropoulos, 2014). Στην πλειοψηφία τους, οι έρευνες ασχολούνται κυρίως με την περιγραφή διδακτικών διευθετήσεων σχετικών με την επιστήμη της Πληροφορικής και τον προγραμματισμό, ενώ ένα μικρό κομμάτι ασχολείται με εμπειρικές μελέτες σχετικές με διδακτικές παρεμβάσεις που στόχο έχουν τη μελέτη θεμάτων της Πληροφορικής στην εκπαίδευση ως ανεξάρτητο γνωστικό αντικείμενο (Randolph et al., 2008). Μέσα από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι η διδασκαλία της ΚΜΕ αντιμετωπίζει δυσκολίες και συχνά δημιουργεί παρανοήσεις στους μαθητές. Δεν έχουν εντοπιστεί αντίστοιχες διδακτικές παρεμβάσεις με ενσωμάτωση της τεχνολογίας που να αποσκοπούν στην αποτελεσματική διδασκαλία και την εξάλειψη των σχετικών παρανοήσεων. Για να καλυφθεί αυτό το κενό, οι συγγραφείς περιγράφουν τις προσπάθειές τους σχετικά με τη σχεδίαση του θέματος της ΚΜΕ με ενσωμάτωση της τεχνολογίας. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει κατά πόσο το θεωρητικό πλαίσιο της ΤΠΓΠ και οι δυνατότητες που αυτό μας δίνει μπορούν να συμβάλουν στην αποτελεσματική σχεδίαση του μαθήματος της ΚΜΕ, και στην εξάλειψη των σχετικών παρανοήσεων.

4. Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου

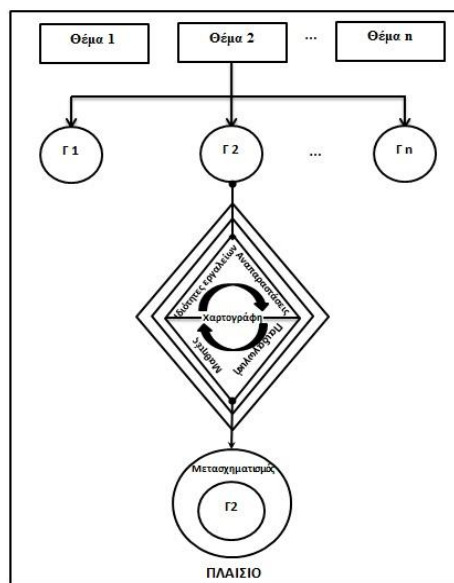
Στην παρούσα μελέτη υιοθετείται το μετασχηματιστικό μοντέλο της ΤΠΓΠ, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1α, το οποίο προτάθηκε από τους Angeli και Valanides (2005; 2009) και ορίζει την ΤΠΓΠ ως ένα μοναδικό και ξεχωριστό σώμα γνώσης. Στο μοντέλο αυτό το περιεχόμενο, η παιδαγωγική, οι μαθητές, η τεχνολογία και το πλαίσιο στο οποίο λαμβάνει χώρα η διδασκαλία θεωρούνται σημαντικά στοιχεία για την ανάπτυξη της ΤΠΓΠ. Η ΤΠΓΠ προκύπτει από πέντε διαφορετικά σώματα γνώσης, δηλαδή, γνώση περιεχομένου, παιδαγωγική γνώση, γνώση των αντιλήψεων των μαθητών, γνώση του εκπαιδευτικού πλαισίου, και γνώση των ΤΠΕ (Angeli & Valanides, 2005; 2009). Τα συνολικά αποτελέσματα πολλών ερευνητικών προσπαθειών δικαιολογούν την υιοθέτηση της μετασχηματιστικής θεώρησης της ΤΠΓΠ και υποστηρίζουν την άποψη ότι η ΤΠΓΠ μπορεί να αναπτύσσεται και να αξιολογείται ως ιδιαίτερη μορφή γνώσης και όχι ως απλό αθροιστικό αποτέλεσμα άλλων επιμέρους μορφών γνώσης (Archambault & Barnett, 2010; Graham, 2011). Η μετασχηματιστική θεώρηση της ΤΠΓΠ ορίζεται ως οι τρόποι με τους οποίους η γνώση για τεχνολογικά εργαλεία και για τις δυνατότητές τους, η παιδαγωγική γνώση, το περιεχόμενο της διδασκαλίας και η γνώση για τους μαθητές και το περιβάλλον της διδασκαλίας αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Συμβάλλουν επίσης, στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αποφασίζουν πώς ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο διδασκαλίας, που είναι δύσκολο κατανοητό από τους μαθητές και, δύσκολο να αναπαρασταθεί από τους εκπαιδευτικούς, μπορεί να μετασχηματιστεί και να διδαχθεί με τεχνολογικά εργαλεία με τρόπους που το καθιστούν προσιτό για τους μαθητές και που αναδεικνύουν την προστιθέμενη αξία της τεχνολογίας.

Πιο αναλυτικά, η ΤΠΓΠ ορίζεται ως οι γνώσεις και οι δεξιότητες που σχετίζονται με:

1. Εντοπισμό περιεχομένου για το οποίο η ενσωμάτωση των ΤΠΕ μπορεί να αναδείξει την προστιθέμενη μαθησιακή αξία των ΤΠΕ.
2. Εντοπισμό κατάλληλων αναπαραστάσεων για το μετασχηματισμό του περιεχομένου της διδασκαλίας σε μορφή που να είναι παιδαγωγικά αποτελεσματική.
3. Εντοπισμό διδακτικών στρατηγικών, που είναι δύσκολο ή αδύνατο να υλοποιηθούν με άλλα μέσα.
4. Επιλογή τεχνολογικών εργαλείων με κατάλληλες τεχνικές δυνατότητες προς υποστήριξη των σημείων 2 και 3.
5. Ενσωμάτωση των δραστηριοτήτων που βασίζονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με κατάλληλες μαθητοκεντρικές στρατηγικές στην τάξη.



Εικόνα 1α: Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (Angeli & Valanides, 2009)



Εικόνα 1β: Μοντέλο Διδακτικού Σχεδιασμού για την ανάπτυξη της ΤΠΓΠ (Angeli & Valanides, 2009)

5. Τεχνολογική Χαρτογράφηση (TX)

Το μοντέλο διδακτικού σχεδιασμού (ΜΔΣ) (Εικόνα 1β), προτείνεται στη βιβλιογραφία ως ένα μεθοδολογικό πλαίσιο για την προετοιμασία εκπαιδευτικών στο σχεδιασμό μαθημάτων με ενσωμάτωση των ΤΠΕ με στόχο την ανάπτυξη της ΤΠΓΠ των εκπαιδευτικών (Angeli & Valanides, 2009). Αρχικά οι εκπαιδευτικοί εντοπίζουν θέματα τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερες δυσκολίες στη διδασκαλία τους. Στη συνέχεια, οριοθετούν το περιεχόμενο διδασκαλίας μαζί με τους γνωσιολογικούς στόχους συνυπολογίζοντας τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών. Έπειτα ασχολούνται με την επαναληπτική διαδικασία λήψης απόφασης προκειμένου να σκεφθούν πώς να μετασχηματίσουν το περιεχόμενο με την τεχνολογία με αναπαραστάσεις οι οποίες κατανοούνται ευκολότερα από τους μαθητές. Για να μπορούν να το επιτύχουν αυτό (πάνω μέρος του ρόμβου στην Εικόνα 2), πρέπει να προσαρμόσουν αυτές τις αναπαραστάσεις για τις συγκεκριμένες ανάγκες των μαθητών. Στη συνέχεια, (κάτω μέρος του ρόμβου στην Εικόνα 2) πρέπει να αποφασίσουν πώς θα χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία και τις δυνατότητες που αυτή παρέχει για να μετασχηματίσουν τις υπάρχουσες παιδαγωγικές πρακτικές. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται TX, δηλαδή η TX είναι η συστηματική διαδικασία με την οποία ο/η εκπαιδευτικός εντοπίζει συγκεκριμένες σχέσεις μεταξύ του περιεχομένου της διδασκαλίας, των τεχνολογικών δυνατοτήτων της τεχνολογίας και της παιδαγωγικής, σε σχέση με τις αντιλήψεις των μαθητών.

6. Μεθοδολογία

6.1 Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν 264 μαθητές Β' Γυμνασίου, χωρισμένοι στην Πειραματική Ομάδα, στην οποία συμμετείχαν 151 άτομα (57,2%) και στην Ομάδα Ελέγχου, με 113 άτομα (42,8%). Είχαν βασικές δεξιότητες χρήσης Η/Υ, όπως επεξεργασία κειμένου και χρήση διαδικτύου, ενώ δεν είχαν καθόλου γνώσεις υπολογιστικών φύλλων. Αρχικά έγινε επιλογή των σχολείων και των εκπαιδευτικών που θα συμμετείχαν στην έρευνα. Συμμετείχαν 4 εκπαιδευτικοί στην Πειραματική Ομάδα, και 4 στην Ομάδα Ελέγχου, όλοι τους με διδακτική εμπειρία πέραν των δώδεκα ετών. Επιμορφώθηκαν σε προηγούμενο στάδιο από τους συγγραφείς αυτής της μελέτης στη σχεδίαση θεμάτων τα οποία δημιουργούν παρανοήσεις στους μαθητές ή και που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη διδασκαλία τους. Στο πλαίσιο αυτό, είχαν σχεδιάσει αντίστοιχη διδασκαλία με ενσωμάτωση της τεχνολογίας καθοδηγούμενοι από το θεωρητικό πλαίσιο της ΤΠΠΠ και την ΤΧ, το οποίο αξιολογήθηκε από τους συγγραφείς και στη συνέχεια διδάχθηκε σε στυλ μικροδιδασκαλίας.

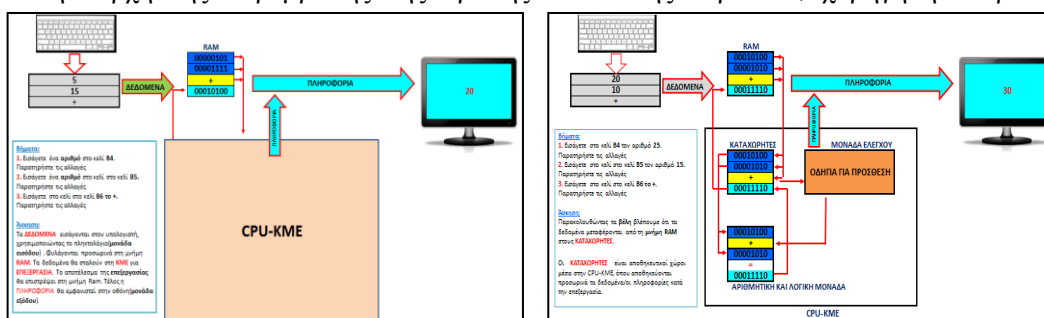
6.2 Διδακτική Παρέμβαση

Για τη διδασκαλία των μαθησιακών στόχων δημιουργήθηκαν τέσσερις δραστηριότητες με το MS Excel. Η συνολική διάρκεια της παρέμβασης ήταν δύο διδακτικές περιόδους. Στην αρχική δραστηριότητα (Εικόνα 2α) οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά και τους ζητήθηκε να καταχωρήσουν αριθμητικά δεδομένα και μια μαθηματική έκφραση σε προκαθορισμένα κελιά. Στα δεξιά, οι μαθητές παρατήρησαν τη μετατροπή των δεδομένων στην αντίστοιχη δυαδική μορφή και το MS Excel οπτικοποίησε με ένα προσομοιωμένο τρόπο την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων στη μνήμη RAM. Τα δεδομένα μεταφέρονταν από τη μνήμη RAM στον επεξεργαστή για επεξεργασία, και τέλος επιστρέφονταν πίσω στη μνήμη RAM σαν πληροφορίες, πριν μεταφερθούν σε μορφή πληροφορίας σε μια συσκευή εξόδου όπως την οθόνη. Ο βασικός σκοπός αυτής της δραστηριότητας ήταν να εισαγάγει τους μαθητές σε ένα καινούργιο τρόπο διδασκαλίας της ΚΜΕ, ανακαλώντας τη γνώση από προηγούμενη διδασκαλία για τη μνήμη RAM. Στη συνέχεια οι μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, και εργάστηκαν συνεργατικά σε δραστηριότητες οι οποίες σχεδιάστηκαν επίσης στο MS Excel (Εικόνα 2β). Αυτές οι δραστηριότητες βοήθησαν τους μαθητές να κατανοήσουν γραφικά τον ρόλο και τον τρόπο λειτουργίας της Μονάδας Ελέγχου, της Μονάδας Αριθμητικών και Λογικών Πράξεων και των Καταχωρητών της ΚΜΕ. Στο τέλος, εκπρόσωπος από κάθε ομάδα παρουσίασε και επεξήγησε στην ολομέλεια της τάξης τον τρόπο λειτουργίας αυτών των κυκλωμάτων της ΚΜΕ. Στη διάρκεια της δεύτερης διδακτικής περιόδου, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στο ρόλο του χρονιστή της ΚΜΕ και τα κύρια χαρακτηριστικά της. Οι μαθητές εργάστηκαν σε δύο ομάδες, και αναζήτησαν στο διαδίκτυο, μετά από καθοδήγηση από τους εκπαιδευτικούς τους, πληροφορίες για το ρόλο και τα χαρακτηριστικά του χρονιστή. Εκπρόσωπος από κάθε ομάδα παρουσίασε στην ολομέλεια της τάξης τα ευρήματά της. Η διδασκαλία των μαθητών της Ομάδας Ελέγχου έγινε με

παραδοσιακή μετωπική διδασκαλία. Ο/η εκπαιδευτικός, αξιοποίησε παρουσίαση η οποία δημιουργήθηκε με το λογισμικό MS PowerPoint™, και παρουσίασε στους μαθητές τις διδακτικές έννοιες, έκανε αναφορές σε παραδείγματα και απάντησε σε απορίες και ερωτήματα των μαθητών.

6.3 Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων

Στην αρχή της παρέμβασης της πρώτης διδακτικής περιόδου, χορηγήθηκε προ-



Εικόνα 2α: Μετατροπή δεκαδικών αριθμών σε αντίστοιχους δυαδικούς και προσωρινή αποθήκευση στη μνήμη RAM.

Εικόνα 2β: Ρόλος και Λειτουργία των Καταχωρητών με το MS Excel.

πειραματικό δοκίμιο για να ελεγχθούν οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών για την ΚΜΕ. Το ίδιο δοκίμιο, χορηγήθηκε στο τέλος της παρέμβασης ως μετά-πειραματικό για να ελεγχθεί ο βαθμός κατανόησης των διδακτικών εννοιών και εξάλειψης των παρανοήσεων. Το δοκίμιο δημιουργήθηκε από τους συγγραφείς και αποτελείται από δέκα ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής σχετικές με τις αντιλήψεις των μαθητών για την ΚΜΕ. Συγκεκριμένα, είχε ερωτήσεις σχετικές με το ρόλο, τη λειτουργία και τα βασικά χαρακτηριστικά των βασικών κυκλωμάτων της ΚΜΕ. Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογήθηκε με δέκα μονάδες και η διάρκεια του ήταν δέκα λεπτά.

6.4 Διαδικασία Σχεδίασης Μαθησιακού Υλικού

Το μαθησιακό υλικό σχεδιάστηκε από τους συγγραφείς με βάση την καθοδήγηση του πλαισίου της ΤΠΓΠ και της ΤΧ. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στις τεχνικές δυνατότητες του MS Excel, και πως αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για τη δημιουργία κατάλληλων αναπαραστάσεων για εξάλειψη των παρανοήσεων των μαθητών για την ΚΜΕ. Αρχικά επιλέχθηκε το θέμα της ΚΜΕ για σχεδίαση, ένα θέμα με βάση τη βιβλιογραφία το οποίο παρουσιάζει δυσκολίες στη διδασκαλία και που δημιουργεί παρανοήσεις στους μαθητές. Στη συνέχεια έγινε συσχετισμός του θέματος με τους ενδεικτικούς διδακτικούς στόχους, βασισμένοι στις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και οι οποίες θα πρέπει να εξεταστούν για να ελεγχθεί κατά πόσο έχουν εξαλειφθεί οι παρανοήσεις. Ακολούθως, αποφασίστηκε ο τρόπος σχεδιασμού της ΚΜΕ με την χρήση του MS Excel, και τις δυνατότητες που αυτό παρέχει σε αναπαραστάσεις, οι οποίες είναι κατανοητές από τους μαθητές. Τέλος, αποφασίστηκαν οι κατάλληλες παιδαγωγικές προσεγγίσεις που θα μπορούσαν να

εφαρμοστούν ως προς την ενσωμάτωση των δραστηριοτήτων με το Ms Excel στην τάξη.

7. Αποτελέσματα

Για να ελεγχθεί κατά πόσο η διδακτική παρέμβαση βοήθησε στην αποσταθεροποίηση των παρανοήσεων των μαθητών σχετικά με την ΚΜΕ, διενεργήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης ANCOVA. Για την επίδοση των μαθητών στο μετά-πειραματικό δοκίμιο η ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p=0.05$) μεταξύ της Πειραματικής Ομάδας ($MO=72.97$, $TA=15.09$) και της Ομάδας Ελέγχου ($MO=61.92$, $TA=12.99$). Η μεταβλητή τύπος διδασκαλίας χρησιμοποιήθηκε ως ανεξάρτητη μεταβλητή, η επίδοση στο προ-πειραματικό δοκίμιο ως συμμεταβλητή, και η επίδοση στο μετά-πειραματικό δοκίμιο ως εξαρτημένη μεταβλητή. Η συμμεταβλητή δεν ήταν στατιστικά σημαντική, $F(1, 261) = 3365.88$, $P < 0.01$, $\eta^2 = 0.93$, δείχνοντας ότι οι μαθητές με υψηλότερες επιδόσεις στο προ-πειραματικό δοκίμιο δεν είχαν καλύτερες επιδόσεις στο μετά-πειραματικό δοκίμιο από τους μαθητές με χαμηλότερες επιδόσεις στο προ-πειραματικό δοκίμιο. Τα αποτελέσματα επίσης έδειξαν ότι, μετά την αφαίρεση της επίδρασης της συμμεταβλητής στην εξαρτημένη μεταβλητή, οι διαφορές στην επίδοση στο μετά-πειραματικό δοκίμιο μεταξύ των δύο ομάδων ήταν στατιστικά σημαντικές, $F(1, 261) = 435.41$, $P < 0.01$, $\eta^2 = 0.63$ με τις επιδόσεις της Πειραματικής Ομάδας να υπερéχουν της Ομάδας Ελέγχου.

8. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι το θεωρητικό πλαίσιο της ΤΠΓΠ και οι δυνατότητες που δίνει, συνέβαλαν θετικά στην αποτελεσματική επανασχεδίαση του μαθήματος της ΚΜΕ, αφού με βάση τις μετρήσεις οι παρανοήσεις των μαθητών αποσταθεροποιήθηκαν σε σημαντικό βαθμό. Οι συμμετέχοντες στην Πειραματική Ομάδα, είχαν σημαντικά υψηλότερες επιδόσεις στο μετά-πειραματικό δοκίμιο σε σχέση με αυτούς της Ομάδας Ελέγχου. Συνάμα, το MS Excel και οι παιδαγωγικές του δυνατότητες μπορούν να αξιοποιηθούν στον επανασχεδιασμό και άλλων θεμάτων Πληροφορικής τα οποία αντιμετωπίζουν παρόμοιες δυσκολίες με την ΚΜΕ, όπως είναι η διδασκαλία της μνήμης RAM, η αναπαράσταση δεδομένων στη γλώσσα του υπολογιστή κτλ.. Επιπρόσθετα, το παραγόμενο υλικό θα μπορεί να αξιοποιηθεί και από άλλους εκπαιδευτικούς Πληροφορικής. Θεωρείται όμως απαραίτητο όπως η παρούσα έρευνα επεκταθεί περαιτέρω και σε άλλα θέματα Πληροφορικής, ούτως ώστε οι ερευνητές να μελετήσουν εις βάθος τη χρησιμότητα και την αξιοπιστία του θεωρητικού πλαισίου της ΤΠΓΠ και την ΤΧ προτού καταλήξουν σε γενικά συμπεράσματα.

Βιβλιογραφία

- Angeli, C., & Valanides N. (2005). Preservice teachers as ICT designers: An instructional design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 21(4), 292–302.
- Angeli, C. & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT–TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52(1), 154–168.
- Archambault, L. M. & Barnett, J., H. (2010). Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework. *Computers & Education*, 52(1), 1656-168.
- Dagdilelis, V., Satratzemi, M. & Evangelidis, G. (2004). Introducing secondary education to algorithms and programming. *Education and Information Technologies*, 9(2), 159–173.
- Gal-Ezer, J. & Zur, E. (2004). The efficiency of algorithms—misconceptions. *Computers & Education*, 42(3), 215-226.
- Graham, C., R. (2011). Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 57, 1953–1960.
- Ioannou, I. & Angeli, C. (2013). Teaching computer science in secondary education: A technological pedagogical content knowledge perspective. In *Proceedings of the 8th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 1-7). ACM.
- Jimoyiannis, A. & Komis, V. (2003). Study of representations of students Lyceum for the data flow and the role of the basic units of computer. *2nd Panhellenic Conference with International Participation “Didactics of Informatics”*, 73-82.
- Komis, V. Gregoriadou, M., Jimoyiannis, A., Kordaki, M. & Politis, P. (2002). Didactic of Informatics: From Empirical Researches to the Establishment of the Scientific Field. At A. Demetrakopoylou (ed.), *Proceedings of the 3rd Conference in ETPE. “ICT in Education”* (Volume A’, pp. 217-218). Rhodos 26-29 September 2002. Rhodos: University of Aegean.
- Putnam, R. T., Sleeman, D., Baxter, J. A., & Kuspa, L. K. (1986). A summary of misconceptions of high school Basic programmers. *Journal of Educational Computing Research*, 2(4), 459-472.
- Randolph, J., J., Julnes, G., Lehman, S. & Sutinen, E. (2008). A Methodological Review of Computer Science Education Research. *Journal of Information Technology Education*, 7, 135-162.

- Rogalski, J. & Vergnaud, G. (1987). Didactique de l'informatique et acquisitions cognitives en programmation. *Psychologie Française*, 32 (2), 267-273.
- Theodorou, A., Bellou, I. & Mikropoulos, A., T. (2014). Didactic of Informatics in Greece: Literature Review. *Proceedings of the 7th Conference in ETPE "Didactic of Informatics"*. Rethymno 3-5 October 2014. Rethymno: University of Crete