

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2003)

2ο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής



**Μελέτη των αναπαραστάσεων μαθητών του
Ενιαίου Λυκείου για τη ροή δεδομένων και το ρόλο
των βασικών μονάδων του υπολογιστή**

Αθανάσιος Τζιμογιάννης, Βασίλης Κόμης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Τζιμογιάννης Α., & Κόμης Β. (2025). Μελέτη των αναπαραστάσεων μαθητών του Ενιαίου Λυκείου για τη ροή δεδομένων και το ρόλο των βασικών μονάδων του υπολογιστή. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 073–085. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/7840>

Μελέτη των αναπαραστάσεων μαθητών του Ενιαίου Λυκείου για τη ροή δεδομένων και το ρόλο των βασικών μονάδων του υπολογιστή

Αθανάσιος Τζιμογιάννης
ΤΕΠΑΕΣ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
ajimoyia@rhodes.aegean.gr

Βασίλης Κόμης
ΠΤΝ, Πανεπιστήμιο Πατρών
komis@upatras.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας πιλοτικής έρευνας, η οποία αφορά στη διερεύνηση των αναπαραστάσεων μαθητών της Α' τάξης Ενιαίου Λυκείου σχετικά με τη διαδρομή που ακολουθούν τα δεδομένα, από και προς τις βασικές μονάδες του υπολογιστή κατά την υλοποίηση βασικών εργασιών (πληκτρολόγηση, αποθήκευση, επαναφορά, εκτύπωση). Από τα αποτελέσματά μας προκύπτει ότι η πλειονότητα των μαθητών του δείγματος δεν έχει αναπτύξει επαρκείς αναπαραστάσεις για το ρόλο και τη λειτουργία των βασικών μονάδων του υπολογιστή. Επιπρόσθετα, αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες στο να κατανοήσουν τον τρόπο διακίνησης δεδομένων και επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων μονάδων του υπολογιστή.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Αναπαραστάσεις, μονάδες υπολογιστή, Ενιαίο Λύκειο

Εισαγωγή

Ο τεχνολογικός αλφαριθμητισμός, η κατανόηση βασικών εννοιών της Πληροφορικής και η ανάπτυξη σχετικών δεξιοτήτων θεωρούνται σήμερα τμήμα του πυρήνα των βασικών γνώσεων, αντίστοιχης σπουδαιότητας με την ανάγνωση, τη γραφή, τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες (ACM, 1997, Unesco/IFIP, 2000). Στη χώρα μας οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) αποτελούν γνωστικό αντικείμενο, στα πλαίσια του μαθήματος της Πληροφορικής, σε όλα τα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Γυμνάσιο, Λύκειο, ΤΕΕ). Σύμφωνα με το Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής (ΥΠΕΠΘ, 1997), η διδασκαλία της Πληροφορικής δεν έχει ως στόχο την κατάρτιση των μαθητών σε ζητήματα τεχνολογικού χαρακτήρα, αλλά αποτελεί αντικείμενο γενικής παιδείας και στοχεύει

- στην κατανόηση *βασικών εννοιών* και στην απόκτηση *διαχρονικών γνώσεων* στην Πληροφορική
- στην ανάπτυξη *διαχρονικών δεξιοτήτων* χρήσης του υπολογιστή
- στην καλλιέργεια *δεξιοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα* (έκφραση και διερεύνηση ιδεών, δημιουργικότητα, μοντελοποίηση λύσεων, διαθεματική προσέγγιση της γνώσης, πειραματισμός και ανίχνευση λαθών)
- στην καλλιέργεια *δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου* (κριτική και αναλυτική σκέψη, συνθετική ικανότητα)
- στην απόκτηση *ευρύτερης παιδείας και κουλτούρας* γύρω από την Πληροφορική.

Οι αναπαραστάσεις των μαθητών για το ρόλο και τη λειτουργία των βασικών μονάδων του υπολογιστή επηρεάζουν καθοριστικά τους τρόπους και τις μεθόδους που χρησιμοποιούν για την επίλυση προβλημάτων μέσω υπολογιστή. Η διδακτική εμπειρία δείχνει ότι, παρότι οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης χρησιμοποιούν ευρέως υπολογιστή (κυρίως παιχνίδια και Διαδίκτυο), αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες στην κατανόηση του ρόλου των βασικών μονάδων του. Συχνά αντιμετωπίζουν τη μηχανή ως μαύρο κουτί. Πολλές παρανοήσεις και δυσκολίες εφαρμογής των προγραμματιστικών δομών (δομή ελέγχου, δομές επανάληψης, διαδικασίες, συναρτήσεις κ.λ.π.) για την επίλυση προβλημάτων προγραμματισμού έχουν ως

αφετηρία τις ανεπαρκείς αναπαραστάσεις των μαθητών για τη μηχανή (Τζιμογιάννης, 2003).

Η διδασκαλία της Πληροφορικής στο Λύκειο έχει πλέον μια ιστορία έξι ετών. Θεωρούμε ότι τα αρχικά προβλήματα της εισαγωγής του μαθήματος (Τζιμογιάννης, 2001, 2002α) έχουν, σε μεγάλο βαθμό, περιοριστεί και το υφιστάμενο εκπαιδευτικό περιβάλλον επιτρέπει τη διερεύνηση των παραγόντων που σχετίζονται με τη διδασκαλία της Πληροφορικής. Στο πλαίσιο αυτό, κρίθηκε σκόπιμη η μελέτη των αναπαραστάσεων που έχουν οι μαθητές του Ενιαίου Λυκείου για το ρόλο και τη λειτουργία των βασικών μονάδων του υπολογιστή. Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης αυτής αφορούν:

- Στη ροή δεδομένων μεταξύ των βασικών μονάδων του υπολογιστή κατά την εκτέλεση βασικών εργασιών (πληκτρολόγηση, αποθήκευση, επαναφορά, εκτύπωση)
- Στις αναπαραστάσεις των μαθητών για το ρόλο της Κεντρικής Μονάδας Επεξεργασίας (ΚΜΕ), της κύριας μνήμης (RAM) και της περιφερειακής (βοηθητικής) μνήμης
- Στη συνολική αντίληψη για τη λειτουργία του υπολογιστικού συστήματος.

Θεωρητικό πλαίσιο

Κάθε δραστηριότητα που σχετίζεται με ένα τεχνολογικό μέσο ορίζεται από τρεις παραμέτρους: μια *δράση*, το *σκοπό* που πρέπει να υλοποιηθεί και τις *συνθήκες* πραγματοποίησης. Οι έρευνες της γνωστικής ψυχολογίας αναδεικνύουν τη σύνθετη μορφή κάθε δραστηριότητας που σχετίζεται ή συμπεριλαμβάνει τεχνολογικά μέσα (Rabardel, 1995). Αυτή εξαρτάται από το έργο που πρέπει να πραγματοποιηθεί, την αντίληψη που έχει οικοδομήσει το υποκείμενο πάνω σε αυτό, τους γενικούς και τους επιμέρους σκοπούς για την πραγματοποίησή του και τις αντιλήψεις που σχηματίζει σχετικά με τα αντικείμενα που θα χρησιμοποιήσει.

Οι αναπαραστάσεις, που σχηματίζει ο χρήστης για το τεχνολογικό μέσο που χρησιμοποιεί, εξαρτώνται, αφενός, από τις λειτουργίες και τις αναδράσεις του στις δράσεις του χρήστη και, αφετέρου, από τα έργα και τις πράξεις που ο χρήστης στοχεύει να υλοποιήσει με το μέσο αυτό (Lévy, 1995). Ο Du Boulay (1989) αναφέρει χαρακτηριστικά ότι «...*ακόμη και αν δεν γίνει καμία παρουσίαση τού τι συμβαίνει στο εσωτερικό του υπολογιστή, οι μαθητές δημιουργούν το δικό τους μοντέλο...*».

Όπως παρατηρεί ο Παπαμιχαήλ (1994), παρότι τα διάφορα ρεύματα που εξετάζουν τις διαδικασίες της μάθησης αναπτύσσονται σε διαφορετικούς δρόμους, τα ερωτήματα που θέτουν έχουν στην πλειονότητά τους κάποιες κοινές αναφορές: Ποιες είναι οι αυθόρμητες γνώσεις του μαθητευόμενου αναφορικά με έναν δεδομένο εννοιολογικό τομέα; Πώς και από ποια θεωρητικά ή πραγματιστικά στοιχεία οργανώνονται οι γνώσεις αυτές; Με βάση τον παραπάνω γενικό προβληματισμό το βασικό ερευνητικό ερώτημα αυτής της έρευνας επικεντρώνεται στο πώς αναπαριστάται και οικοδομείται γνωστικά το σύνολο του πληροφορικού συστήματος από τους μαθητές.

Στο γενικότερο πλαίσιο, γίνεται η υπόθεση ότι ο μαθητής, που χρησιμοποιεί τις ΤΠΕ μέσα σε ένα θεσμοθετημένο πλαίσιο (το σχολείο) και έχει δεχθεί μαθήματα πληροφορικού αλφαριθμητισμού, δεν θεωρεί πλέον το πληροφορικό σύστημα ως ένα ανομοιογενές και ασυνάρτητο σύνολο υλικού και λογισμικού, αλλά δημιουργεί *αναπαραστάσεις* και *εννοιολογικά δίκτυα* που θα του επιτρέψουν να το χρησιμοποιήσει, αποτελεσματικά ή μη, στη συνέχεια (Κόμης, 2002). Τα επιμέρους ερωτήματα που ανακύπτουν είναι:

1. Πως εξελίσσεται η αναπαράσταση της λειτουργίας του πληροφορικού συστήματος στους μαθητές;
2. Πως διαμορφώνεται η αναπαράσταση της μνήμης και των δύο εκφάνσεών της (κύρια και βοηθητική - προσωρινή και μόνιμη);
3. Πως διαμορφώνεται η αναπαράσταση της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (ΚΜΕ) και των περιφερειακών μονάδων;
4. Πως διαμορφώνεται η αναπαράσταση του αρχείου από τους μαθητές-χρήστες; Μπορούν οι μαθητές να διακρίνουν τις έννοιες του αρχείου δεδομένων και του προγράμματος;
5. Πως οικοδομείται ένα συνεπές μοντέλο λειτουργίας του μέσου (υλικό, λογισμικό), το οποίο να είναι, κατά το δυνατόν, σύμφωνο με το αντίστοιχο των ειδικών;

Τα μοντέλα και οι αντιλήψεις των μαθητών για το πληροφορικό σύστημα εισάγουν πρόσθετα γνωστικά εμπόδια στο να κατανοήσουν το επίπεδο λεπτομέρειας, το οποίο απαιτείται για να περιγραφεί, για παράδειγμα, μια διαδικασία σε μια γλώσσα προγραμματισμού. Η έρευνα έχει αποδείξει ότι οι μαθητές δεν έχουν αναπτύξει αποτελεσματικά νοητικά μοντέλα για τον υπολογιστή και τη λειτουργία του κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος (Bonar and Soloway 1985, Rogalski and Vergnaud 1987). Στη χώρα μας έχουν μελετηθεί οι νοητικές αναπαραστάσεις μαθητών για έννοιες της Πληροφορικής (Κομής, 1993, Κόμης, 1994), οι παρανοήσεις και οι δυσκολίες επίλυσης προβλημάτων προγραμματισμού (Τζιμογιάννης και Κόμης, 1999, 2000). Σε έρευνα των Γρηγοριάδου και Κανίδη (2002) έχουν μελετηθεί οι αντιλήψεις μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την οργάνωση και τη λειτουργία της μνήμης των υπολογιστών και έχουν καταγραφεί δυσκολίες στη διάκριση μεταξύ μόνιμης και προσωρινής αποθήκευσης. Ανάλογες δυσκολίες έχουν καταγραφεί ακόμη και σε φοιτητές Πληροφορικής (Grigoriadou and Kanidis, 2001). Σε παλαιότερη έρευνα βρέθηκε ότι οι μαθητές του γυμνασίου αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση της λειτουργίας της οθόνης και του πληκτρολογίου του υπολογιστή (Κρεμμυδάς και Σπηλιωτοπούλου, 1999).

Η διδακτική μας εμπειρία δείχνει ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες δυσκολίες στην οικοδόμηση ενός αποτελεσματικού μοντέλου για την κύρια μνήμη. Η κατ' αρχήν η οικοδόμηση ενός γενικού σχήματος για την έννοια της μνήμης δεν φαίνεται δύσκολη, καθώς βασίζεται, κυρίως, στην αναλογία της με την ανθρώπινη μνήμη. Όμως, η διάκριση ανάμεσα στη μνήμη εργασίας και στη μνήμη αποθήκευσης δεν είναι προφανής για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι μαθητές δεν μπορούν να οικοδομήσουν εύκολα επαρκείς νοητικές αναπαραστάσεις για μονάδες (όπως η κύρια μνήμη) που δεν αποτελούν αντικείμενο άμεσης παρατήρησης, ενώ μπορούν να παρατηρηθούν μόνο τα αποτελέσματα της λειτουργίας τους. Αντίθετα, οι βοηθητικές μνήμες (δισκέτα, CD-ROM) έχουν, σε μεγάλο βαθμό, φυσική υπόσταση και είναι πιο εύκολα κατανοητές από τους μαθητές.

Τέλος, συχνά οι μαθητές αποδίδουν ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά στον υπολογιστή έχοντας την αντίληψη ότι είναι "νοητικός γίγαντας" ή ότι έχει "κρυμμένη νοημοσύνη" (Pea, 1986, Taylor, 1990). Σε πολλές περιπτώσεις, η γλώσσα που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί ενισχύει τις ανθρωπομορφικές αντιλήψεις των μαθητών για τον υπολογιστή, όπως για παράδειγμα

«Με την εντολή αυτή ο υπολογιστής θεωρεί ότι ...»

«Έτσι, είναι σαν να του λες (του υπολογιστή) ότι ...».

Μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας

Το δείγμα

Η έρευνα αυτή έχει πιλοτικό χαρακτήρα και έγινε σε δύο Λύκεια της πόλης των Ιωαννίνων. Πραγματοποιήθηκε σε χρονική απόσταση περίπου 4 μηνών από τη διδασκαλία των αντικειμένων σχετικά με το υλικό και τη λειτουργία του υπολογιστή στο σχολείο. Το δείγμα περιελάμβανε 80 μαθητές (42 αγόρια, 38 κορίτσια) της Α' τάξης με μέσο όρο ηλικίας 15.7 έτη. Η επιλογή τους έγινε τυχαία. Οι μαθητές του δείγματος παρακολουθούσαν κατά το τρέχον σχολικό έτος το μάθημα επιλογής «Εφαρμογές Πληροφορικής».

Το 71.3% των μαθητών δήλωσε ότι διαθέτει προσωπικό υπολογιστή στο σπίτι και το 37.5% σύνδεση στο Διαδίκτυο. Τέλος, το 90% δήλωσε ότι έχει πρόσβαση σε υπολογιστή εκτός του σχολείου και χρησιμοποιεί συνήθως παιχνίδια και Διαδίκτυο (46.3%), μόνο παιχνίδια (23.8%), μόνο Διαδίκτυο (10%), γλώσσες προγραμματισμού (7.5%) και επεξεργασία κειμένου (2.5%).

Το ερωτηματολόγιο

Η έρευνα διεξήχθη με τη μορφή ανώνυμου γραπτού ερωτηματολογίου που περιελάμβανε 45 ερωτήσεις, οι οποίες ήταν ανοικτού τύπου, πολλαπλής επιλογής ή πιο σύνθετα έργα. Στην εργασία αυτή αναλύονται επτά έργα τα οποία αφορούν:

- στη διαδρομή που ακολουθούν τα δεδομένα από το πληκτρολόγιο προς τον υπολογιστή
- στη διαδρομή που ακολουθούν τα δεδομένα μιας εντολής από το ποντίκι προς τον υπολογιστή
- στη διαδρομή των δεδομένων ενός κειμένου που επαναφέρουμε από το σκληρό δίσκο
- στη διαδρομή των δεδομένων ενός κειμένου που στέλνεται για εκτύπωση
- στη διαδρομή των δεδομένων ενός κειμένου που αποθηκεύουμε στη δισκέτα
- στα δεδομένα που εμφανίζονται στην οθόνη
- στην έννοια του υλικού (hardware).

Με τα έργα αυτά επιχειρήθηκε να διερευνηθεί:

1. Ποιες είναι οι αντιλήψεις και οι αναπαραστάσεις τους σχετικά με τη διαδρομή που ακολουθούν τα δεδομένα κατά την υλοποίηση βασικών εργασιών στον υπολογιστή (πληκτρολόγηση, αποθήκευση, επαναφορά, εκτύπωση).
2. Ποιες αναπαραστάσεις έχουν διαμορφώσει για το ρόλο της ΚΜΕ και της μνήμης RAM.
3. Κατά πόσο οι μαθητές κατανοούν τη λειτουργία και την επικοινωνία των βασικών μονάδων του υπολογιστή.

Περιγραφική Ανάλυση

Έργο Ε1. Πληκτρολογείς ένα κείμενο στον υπολογιστή σου. Τα δεδομένα μεταβιβάζονται στη συνέχεια ...

Το έργο αυτό στοχεύει στη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τη διαδρομή που ακολουθούν τα δεδομένα όταν πληκτρολογούμε ένα κείμενο. Οι απαντήσεις των μαθητών δίνονται στον Πίνακα 1. Περισσότεροι από 1 στους 2 μαθητές του δείγματος (51.9%) γνωρίζουν ότι τα δεδομένα που δίνονται από το πληκτρολόγιο μεταβιβάζονται στη συνέχεια στη μνήμη RAM (και στην οθόνη). Περίπου 1 στους 3

μαθητές (34.18%) θεωρεί ότι τα δεδομένα, μετά την πληκτρολόγησή τους, μεταβιβάζονται στην ΚΜΕ. Οι υπόλοιποι μαθητές θεωρούν, τέλος, ότι η μεταβίβαση των δεδομένων γίνεται στην οθόνη ή στον σκληρό δίσκο.

Πίνακας 1. Ροή δεδομένων από το πληκτρολόγιο

α/α	Απάντηση	Συχνότητα (N=80)	Ποσοστό %
1	στην οθόνη	3	3.80
2	στο σκληρό δίσκο	8	10.13
3	στη μνήμη RAM	19	24.05
4	στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας	27	34.18
5	στη μνήμη RAM και στην οθόνη	22	27.85

Έργο E2. Δίνεις με το ποντίκι μια εντολή στον υπολογιστή σου. Αυτή ακολουθεί τη διαδρομή ...

Πίνακας 2. Ροή δεδομένων από το ποντίκι

α/α	Απάντηση	Συχνότητα (N=80)	Ποσοστό %
1	Ποντίκι → Οθόνη → ΚΜΕ → Μνήμη RAM	1	1.25
2	Ποντίκι → Οθόνη → Μνήμη RAM → ΚΜΕ	6	7.50
3	Ποντίκι → Μνήμη RAM → ΚΜΕ	0	0.00
4	Ποντίκι → Μνήμη RAM → ΚΜΕ → Οθόνη	18	22.50
5	Ποντίκι → ΚΜΕ → Μνήμη RAM → Οθόνη	48	60.00
6	Ποντίκι → ΚΜΕ → Μνήμη RAM	7	8.75

Το έργο αυτό απαιτεί από τους μαθητές την οικοδόμηση επαρκών αναπαραστάσεων σχετικά με τη διαχείριση λογισμικού από τη μηχανή και την εκτέλεση ενός προγράμματος. Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 2, υπάρχουν τρεις ομάδες αναπαραστάσεων σχετικά με τη διαδικασία αυτή. Η μεγαλύτερη ομάδα μαθητών (68.75%) θεωρεί ότι η εντολή του ποντικιού μεταβιβάζεται στη συνέχεια στην ΚΜΕ, ενώ το 8.75% θεωρεί ότι μεταβιβάζεται και στην οθόνη. Το 22.5% των μαθητών έχει οικοδομήσει επαρκείς αναπαραστάσεις, δηλαδή ότι η εντολή του ποντικιού αφορά σε τμήμα του λογισμικού (προγράμματος) που είναι ενεργό και βρίσκεται στην μνήμη RAM. Όμως, θεωρούν ότι τα δεδομένα της εντολής μεταβιβάζονται στη συνέχεια στην οθόνη, αναφερόμενοι πιθανώς στα αποτελέσματά της. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι κανένας μαθητής δεν επέλεξε τη διαδρομή Ποντίκι → Μνήμη RAM → ΚΜΕ.

Έργο E3. Επαναφέρεις ένα κείμενο που είναι αποθηκευμένο στο σκληρό δίσκο του υπολογιστή σου. Τα δεδομένα ακολουθούν τη διαδρομή ...

Το 3^ο έργο αναφέρεται στη διαδικασία της επαναφοράς των δεδομένων ενός κειμένου από το σκληρό δίσκο. Αναδεικνύονται, και στο έργο αυτό, τρεις ομάδες αντιλήψεων σχετικά με τη διαδικασία επαναφοράς (Πίνακας 3). Η πλειονότητα των μαθητών (66.25%) θεωρεί ότι τα δεδομένα μεταφέρονται από το σκληρό δίσκο στην ΚΜΕ και, στη συνέχεια, στην οθόνη μέσω της μνήμης RAM. Περίπου 1 στους 5 μαθητές (21.25%) θεωρεί ότι τα δεδομένα μεταφέρονται από το σκληρό δίσκο στη μνήμη RAM και στη συνέχεια στην οθόνη (με ή χωρίς μεσολάβηση της ΚΜΕ). Τέλος, το 12.5%

πιστεύει ότι τα δεδομένα από το σκληρό δίσκο πηγαίνουν αρχικά στην οθόνη και στη συνέχεια μεταφέρονται στις άλλες μονάδες (ΚΜΕ ή RAM) του υπολογιστή.

Πίνακας 3. Ροή δεδομένων από το σκληρό δίσκο

α/α	Απάντηση	Συχνότητα (N=80)	Ποσοστό %
1	Σκληρός δίσκος → Οθόνη → ΚΜΕ → Μνήμη RAM	1	1.25
2	Σκληρός δίσκος → Οθόνη → Μνήμη RAM → ΚΜΕ	9	11.25
3	Σκληρός δίσκος → ΚΜΕ → Μνήμη RAM → Οθόνη	53	66.25
4	Σκληρός δίσκος → Μνήμη RAM → Οθόνη	6	7.50
5	Σκληρός δίσκος → Μνήμη RAM → ΚΜΕ → Οθόνη	11	13.75

Έργο Ε4. Στέλνεις για εκτύπωση το κείμενο που βλέπεις στην οθόνη του υπολογιστή σου. Τα δεδομένα ακολουθούν τη διαδρομή ...

Το έργο αυτό στοχεύει στη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών για τη ροή εξόδου των δεδομένων, κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης του κειμένου που εμφανίζεται στην οθόνη. Οι απαντήσεις των μαθητών δίνονται στον Πίνακα 4. Η πλειονότητα των μαθητών (73.75%) θεωρεί ότι τα δεδομένα ξεκινούν τη διαδρομή τους προς τον εκτυπωτή από την οθόνη. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η διαδρομή αυτή περιλαμβάνει επίσης την ΚΜΕ ή/και τη μνήμη RAM. Φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν έχουν κατανοήσει ότι η οθόνη αποτελεί μονάδα εξόδου η οποία εμφανίζει τμήμα των δεδομένων της μνήμης. Μόνο το 23.75% των μαθητών του δείγματος έχει οικοδομήσει επαρκή αντίληψη για τη διαδικασία, δηλαδή ότι τα δεδομένα προς εκτύπωση βρίσκονται στη RAM απ' όπου ξεκινούν τη διαδρομή τους. Οι περισσότεροι μαθητές της ομάδας αυτής θεωρούν ότι η ροή δεδομένων περιλαμβάνει την ΚΜΕ και στη συνέχεια τον εκτυπωτή. Τέλος, 2 μαθητές θεωρούν ότι τα δεδομένα ξεκινούν από την ΚΜΕ και στη συνέχεια οδηγούνται στον εκτυπωτή.

Πίνακας 4. Ροή δεδομένων προς τον εκτυπωτή

α/α	Απάντηση	Συχνότητα (N=80)	Ποσοστό %
1	Οθόνη → ΚΜΕ → Μνήμη RAM → Εκτυπωτής	34	42.50
2	Οθόνη → Μνήμη RAM → Εκτυπωτής	8	10.00
3	Οθόνη → ΚΜΕ → Εκτυπωτής	15	18.75
4	Οθόνη → Εκτυπωτής	2	2.50
5	ΚΜΕ → Εκτυπωτής	2	2.50
6	Μνήμη RAM → ΚΜΕ → Εκτυπωτής	15	18.75
7	Μνήμη RAM → Οθόνη → Εκτυπωτής	3	3.75
8	Μνήμη RAM → Εκτυπωτής	1	1.25

Έργο Ε5. Αποθηκεύεις στη δισκέτα σου το κείμενο που βλέπεις στην οθόνη του υπολογιστή σου. Τα δεδομένα ακολουθούν τη διαδρομή ...

Το έργο αυτό διερευνά τις αντιλήψεις των μαθητών για τη ροή εξόδου των δεδομένων, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στη δισκέτα ενός κειμένου που εμφανίζεται στην οθόνη. Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 5, η πλειονότητα των μαθητών του δείγματος (72.5%) εμφανίζει την ίδια παρανόηση με αυτή του προηγούμενου έργου: τα δεδομένα

ξεκινούν τη διαδρομή τους προς τη δισκέτα από την οθόνη, περνώντας ενδιάμεσα από την ΚΜΕ ή/και τη μνήμη RAM. Μόνο το 21.25% των μαθητών του δείγματος έχει οικοδομήσει επαρκείς αναπαραστάσεις για τη διαδικασία αυτή, δηλαδή ότι τα δεδομένα βρίσκονται στη μνήμη RAM απ' όπου και ξεκινούν τη διαδρομή τους. Το 17.5% των μαθητών θεωρεί ότι τα δεδομένα περνούν πρώτα από την ΚΜΕ και στη συνέχεια κατευθύνονται προς τη δισκέτα. Τέλος, το 6.25% των μαθητών θεωρεί ότι τα δεδομένα προς αποθήκευση ξεκινούν από την ΚΜΕ και στη συνέχεια μεταφέρονται στον οδηγό δισκέτας.

Πίνακας 5. Ροή δεδομένων προς τη δισκέτα

a/a	Απάντηση	Συχνότητα (N=80)	Ποσοστό %
1	Οθόνη → ΚΜΕ → Μνήμη RAM → Οδηγός δισκέτας	32	40.00
2	Οθόνη → Μνήμη RAM → Οδηγός δισκέτας	12	15.00
3	Οθόνη → ΚΜΕ → Οδηγός δισκέτας	11	13.75
4	Οθόνη → Οδηγός δισκέτας	3	3.75
5	ΚΜΕ → Οδηγός δισκέτας	5	6.25
6	Μνήμη RAM → ΚΜΕ → Οδηγός δισκέτας	14	17.50
7	Μνήμη RAM → Οθόνη → Οδηγός δισκέτας	1	1.25
8	Μνήμη RAM → Οδηγός δισκέτας	2	2.50

Έργο E6. Το περιεχόμενο της οθόνης είναι ...

Πίνακας 6. Περιεχόμενο της οθόνης

a/a	Απάντηση	Συχνότητα (N=80)	Ποσοστό %
1	Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας που γίνεται στον επεξεργαστή	37	46.25
2	Ένα μέρος από το περιεχόμενο της μνήμης RAM	24	30.00
3	Ολόκληρο το περιεχόμενο της μνήμης RAM	5	6.25
4	Το περιεχόμενο του σκληρού δίσκου	10	12.50
5	Δεν γνωρίζω	4	5.00

Με το έργο αυτό στοχεύουμε στη διερεύνηση των απόψεων των μαθητών σχετικά με το τι αντιπροσωπεύει το περιεχόμενο της οθόνης του υπολογιστή. Στον Πίνακα 6 ταξινομούνται οι απαντήσεις των μαθητών του δείγματος. Μόλις 1 στους 3 μαθητές έχει επαρκή αναπαράσταση για το περιεχόμενο της οθόνης, ενώ το 6.25% θεωρεί ότι η οθόνη περιέχει ολόκληρο το περιεχόμενο της μνήμης RAM. Το 46.25% θεωρεί ότι η οθόνη περιέχει τα αποτελέσματα της επεξεργασίας που γίνεται στην ΚΜΕ και το 12.5% πιστεύει ότι η οθόνη περιλαμβάνει το περιεχόμενο του σκληρού δίσκου. Τέλος, 4 μαθητές απάντησαν ‘‘δεν γνωρίζω’’.

Έργο E7. Τι είναι το υλικό (hardware)

Το έργο αυτό ήταν ανοικτό, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους μαθητές να περιγράψουν με δικά τους, απλά λόγια τι είναι το υλικό του υπολογιστή. Στον Πίνακα 7 ταξινομούνται οι απαντήσεις τους.

Πίνακας 7. Απόψεις των μαθητών για το υλικό

α/α	Απάντηση	Συχνότητα (N=80)	Ποσοστό %
1	Δεν γνωρίζω	26	32.50
2	Οι περιφερειακές μονάδες και συσκευές	21	26.25
3	Τα καλώδια του Η/Υ	2	2.50
4	Το εσωτερικό στο κουτί του Η/Υ	1	1.25
5	Τα προγράμματα	2	2.50
6	Το υλικό κατασκευής του υπολογιστή	12	15.00
7	Ο σκληρός δίσκος	4	5.00
8	Σωστή απάντηση	12	15.00
9	Κάποια άλλη	0	0.00

Είναι χαρακτηριστικό ότι μόνο το 15% των μαθητών του δείγματος έδωσε σωστή απάντηση, ενώ περίπου 1 στους 3 απάντησε “δεν γνωρίζω”. Οι υπόλοιποι μαθητές περιορίζουν την έννοια του υλικού στις περιφερειακές μονάδες, στο σκληρό δίσκο, στα καλώδια ή στο εσωτερικό της κεντρικής μονάδας. 2 μαθητές θεωρούν ότι υλικό είναι τα προγράμματα του υπολογιστή. Τέλος, το 15% των μαθητών έδωσε ασαφείς απαντήσεις όπως

“Είναι το υλικό κατασκευής του υπολογιστή”

“Είναι το υλικό μέρος από το οποίο αποτελείται ο υπολογιστής”.

Παραγοντική Ανάλυση

Για την ανάλυση των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήσαμε επίσης τη μέθοδο της Παραγοντικής Ανάλυσης Πολλαπλών Αντιστοιχιών (Benzécri, 1992). Η μέθοδος αυτή θεωρείται κατάλληλη για τη στατιστική ανάλυση ποιοτικών δεδομένων, καθώς επιτρέπει

- να αναδειχθούν οι ομαδοποιήσεις των απαντήσεων των μαθητών, όπως αυτές αναδύονται μέσα από το ερωτηματολόγιο
- να έρθουν στο φως οι σχέσεις των επιμέρους ομάδων, που προκύπτουν από την ανάλυση με την εισαγωγή των μαθητών σε ομάδες, με βάση κάποια κριτήρια, όπως είναι το φύλο, το σχολείο φοίτησης, η κατοχή υπολογιστή, τα λογισμικά που χρησιμοποιούν συνήθως κ.λ.π..

Η ανάλυσή μας έγινε χρησιμοποιώντας το λογισμικό SPAD, έκδοση 5. Ως ενεργές μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν τα έργα E1, E2, E3 και E5 (κάθε έργο κωδικοποιείται με βάση τις απαντήσεις των μαθητών) και ως βοηθητικές μεταβλητές οι ερωτήσεις σχετικά με το φύλο, το σχολείο φοίτησης, την κατοχή προσωπικού υπολογιστή, τη χρήση υπολογιστών εκτός σχολείου και το είδος των λογισμικών που χρησιμοποιούνται.

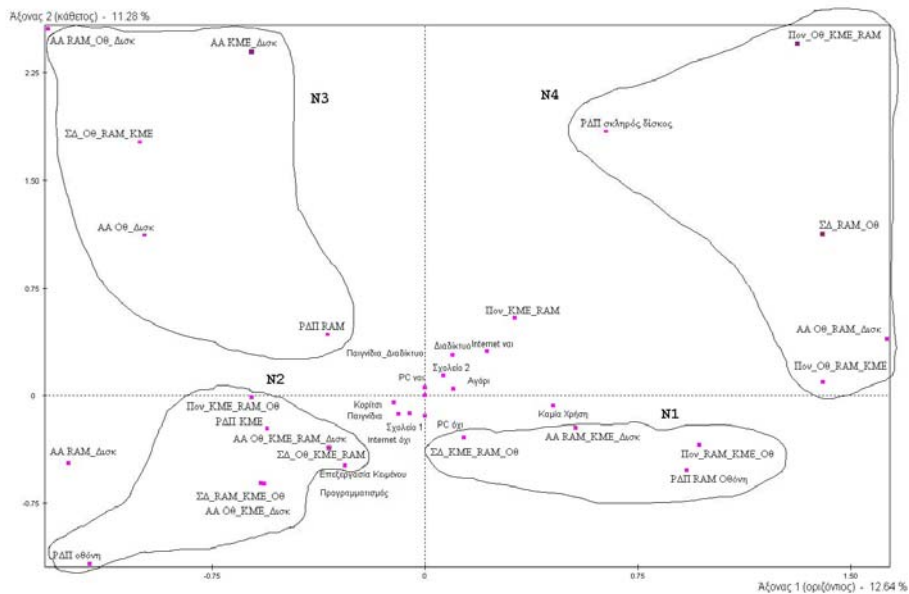
Ο Πίνακας 8 παρουσιάζει τις ιδιοτιμές και τους συντελεστές αδράνειας των πέντε πρώτων παραγόντων που αναδεικνύονται από την ανάλυσή μας. Όπως παρατηρούμε, οι δύο πρώτοι παράγοντες έχουν ποσοστό αδράνειας 12.64% και 11.28% αντίστοιχα, παρέχοντας συνεισφοράς το 23.92% της συνολικής πληροφορίας που προέρχεται από την ανάλυση.

Πίνακας 8. Τιμές παραμέτρων Παραγοντικής Ανάλυσης

Παράγοντας	Ιδιοτιμή	Συντελεστής αδράνειας	Σωρευτικό άθροισμα %
1	0.5056	12.64	12.64
2	0.4513	11.28	23.92
3	0.3941	9.85	33.77
4	0.3365	8.41	42.19
5	0.3130	7.82	50.01

Ο πρώτος παραγοντικός άξονας αναδεικνύει την αντίθεση ανάμεσα σε δύο ομάδες τιμών μεταβλητών. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από τις τιμές που αντιστοιχούν, εν γένει, στις επαρκείς προσεγγίσεις στα έργα E1, E2 και E3 και στις παρανοήσεις εκείνες που θεωρούν ότι η ροή δεδομένων από/προς τη μονάδα αποθήκευσης (έργα E3 και E5) γίνεται πάντα μέσω της ΚΜΕ. Η δεύτερη ομάδα αντιπροσωπεύει τους μαθητές, οι οποίοι θεωρούν, σε όλα τα έργα, ότι η ΚΜΕ μεσολαβεί πάντα στη διαδρομή των δεδομένων από και προς όλες τις μονάδες I/O (πληκτρολόγιο, ποντίκι, σκληρός δίσκος, δισκέτα) ή ξεκινάει από την οθόνη του υπολογιστή.

Ο δεύτερος άξονας φέρνει σε αντίθεση, από το ένα μέρος, τις τιμές που αντιστοιχούν σε διάφορες παρανοήσεις σχετικά με το ρόλο της ΚΜΕ και της μνήμης RAM στις διαδικασίες I/O και αυτές που θεωρούν ότι η ροή πληροφοριών κατά την είσοδο (ή έξοδο) ξεκινά από την οθόνη. Από την άλλη μεριά, τοποθετούνται οι επαρκείς προσεγγίσεις και οι παρανοήσεις που θεωρούν ότι η ΚΜΕ μεσολαβεί πάντα στη ροή δεδομένων από/προς τη μονάδα I/O.



Σχήμα 1: Παραγοντικό γράφημα των αντιλήψεων των μαθητών για τη λειτουργία των μονάδων του υπολογιστή

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται το παραγοντικό γράφημα τιμών στο επίπεδο που δημιουργείται από τους δύο πρώτους άξονες. Σ' αυτό προβάλλονται επίσης οι τιμές των βοηθητικών μεταβλητών, οι οποίες θεωρούνται ως συμπληρωματικές των μεταβλητών της ανάλυσης και τοποθετούνται κοντά στις ενεργές μεταβλητές (αυτές δηλαδή που έχουν επιλεγεί από τους ίδιους τους μαθητές).

Μπορούμε να διακρίνουμε στο Σχήμα 1 τέσσερις ομάδες τιμών μεταβλητών. Η πρώτη ομάδα (νέφος N1) αφορά στις τιμές που αντιστοιχούν στις επαρκείς απαντήσεις στα 4 έργα. Στην ομάδα αυτή τοποθετούνται οι μαθητές που δίνουν, κατά κανόνα, σωστή απάντηση στα έργα E1, E2 και E3 και εκείνοι που θεωρούν ότι η ροή δεδομένων περιλαμβάνει, μετά τη μονάδα I/O, την ΚΜΕ (έργα E3 και E5). Κοντά στο νέφος N1 τοποθετούνται οι μαθητές που δεν χρησιμοποιούν υπολογιστή εκτός του σχολείου και όσοι δεν διαθέτουν δικό τους υπολογιστή.

Η δεύτερη ομάδα (νέφος N2) αφορά στις τιμές που αντιστοιχούν στις παρανοήσεις, σχετικά με τη ροή πληροφοριών, όπου η κύρια ιδέα είναι ότι η ΚΜΕ μεσολαβεί άμεσα μεταξύ της μονάδας I/O που περιλαμβάνεται στη σχετική διαδικασία. Στην ομάδα αυτή τοποθετούνται επίσης οι μαθητές που θεωρούν στο έργο E1 ότι τα δεδομένα του κειμένου που πληκτρολογούμε μεταβιβάζονται στη συνέχεια στην οθόνη. Κοντά στο νέφος N2 τοποθετούνται τα κορίτσια, οι μαθητές που δεν έχουν σύνδεση με το Διαδίκτυο, οι μαθητές του 1^{ου} Σχολείου και οι μαθητές που ασχολούνται εκτός του σχολείου με προγραμματισμό, επεξεργασία κειμένου και παιχνίδια.

Η τρίτη ομάδα (νέφος N3) περιλαμβάνει, κατά βάση, διάφορες παρανοήσεις σχετικά με τη ροή δεδομένων κατά την αποθήκευση ενός αρχείου κειμένου. Στο νέφος N3 τοποθετούνται επίσης οι μαθητές που απαντούν επαρκώς στο έργο E1, δηλαδή ότι τα δεδομένα από το πληκτρολόγιο κατευθύνονται στη μνήμη RAM. Κοντά στο νέφος N3 τοποθετούνται οι μαθητές που έχουν δικό τους υπολογιστή και οι μαθητές που χρησιμοποιούν κυρίως παιχνίδια και Διαδίκτυο.

Η τέταρτη ομάδα (νέφος N4) περιλαμβάνει, κατά βάση, τις παρανοήσεις που βασίζονται στην αντίληψη ότι η ροή δεδομένων κατά την είσοδο (ή έξοδο) ξεκινά από την οθόνη. Οι απαντήσεις της ομάδας αυτής δόθηκαν από ένα μικρό ποσοστό μαθητών, πράγμα που δηλώνεται από τη μεγάλη απόσταση των αντίστοιχων τιμών από την αρχή των αξόνων. Στο νέφος N4 ανήκουν επίσης οι μαθητές που απαντούν σωστά στο έργο E3 και εκείνοι που εμφανίζουν την παρανόηση ότι τα δεδομένα του κειμένου που πληκτρολογούμε μεταβιβάζονται στη συνέχεια στο σκληρό δίσκο. Κοντά σ' αυτό τοποθετούνται τα αγόρια, οι μαθητές του 2^{ου} Σχολείου, οι μαθητές που έχουν σύνδεση με το Διαδίκτυο και οι μαθητές που ασχολούνται μόνο με το Διαδίκτυο.

Από το παραγοντικό γράφημα φαίνεται ότι, σε γενικές γραμμές, οι μαθητές που δεν διαθέτουν ή δεν χρησιμοποιούν υπολογιστή εκτός του σχολικού περιβάλλοντος έχουν περισσότερο επαρκείς αναπαραστάσεις για τη ροή δεδομένων μεταξύ των μονάδων του υπολογιστή, σε αντίθεση με τους μαθητές εκείνους που ασχολούνται κυρίως με το Διαδίκτυο. Οι αναπαραστάσεις των μαθητών αυτών, που είναι αποτέλεσμα της συμβατικής διδασκαλίας στο σχολείο, φαίνεται να είναι πλησιέστερες προς αυτές των ειδικών. Το εύρημα αυτό δεν μπορεί να γενικευτεί. Παρουσιάζει όμως ιδιαίτερο ενδιαφέρον και πρόκειται να ερευνηθεί περαιτέρω ως προς τις δύο πτυχές του (κατοχή υπολογιστή και αποκλειστική χρήση του Διαδικτύου).

Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής προκύπτει ότι, η πλειονότητα των μαθητών του δείγματος δεν έχει οικοδομήσει επαρκείς αναπαραστάσεις για το ρόλο κάθε

μονάδας (ΚΜΕ, μνήμη RAM, μονάδες I/O), την επικοινωνία μεταξύ των μονάδων του υπολογιστή και τη ροή δεδομένων από και προς αυτές. Οι βασικές παρανοήσεις και δυσκολίες που έχουν καταγραφεί στη μελέτη αυτή είναι οι εξής:

1. Περισσότεροι από 2 στους 3 μαθητές θεωρούν ότι η οθόνη έχει δυνατότητες προσωρινής αποθήκευσης. Αποτελεί μονάδα καταχώρησης των δεδομένων του ενεργού αρχείου και αφετηρία της διαδρομής τους προς τον εκτυπωτή ή τον δίσκο αποθήκευσης. Οι μαθητές αυτοί δεν έχουν κατανοήσει το ρόλο της μνήμης RAM στο υπολογιστικό σύστημα. Αποδίδουν στην οθόνη τα χαρακτηριστικά μνήμης που είναι απαραίτητα, ώστε να είναι λειτουργικό το μοντέλο πληροφορικού συστήματος που έχουν αναπτύξει.
2. Αντίστοιχα υψηλά ποσοστά μαθητών θεωρούν ότι η ΚΜΕ αποτελεί μονάδα, η οποία μεσολαβεί πάντα στη ροή των δεδομένων κατά την υλοποίηση λειτουργιών, όπως είναι η πληκτρολόγηση κειμένου, η εισαγωγή εντολών από το ποντίκι, η αποθήκευση, η επαναφορά και η εκτύπωση αρχείου. Η παρανόηση αυτή ενισχύεται, ενδεχομένως, τόσο από τη διδασκαλία όσο και από τις σχηματικές παραστάσεις που χρησιμοποιούν τα σχολικά εγχειρίδια, στην προσπάθεια να τονιστεί η σημασία της ΚΜΕ στο υπολογιστικό σύστημα.
3. Σε μικρότερο βαθμό, οι μαθητές εμφανίζουν την αντίληψη της άμεσης ροής δεδομένων μεταξύ μονάδων I/O (π.χ. από το πληκτρολόγιο στην οθόνη, από το ποντίκι στην οθόνη, από τον σκληρό δίσκο στην οθόνη, από την οθόνη στον εκτυπωτή, από την οθόνη στον οδηγό δισκέτας) ή άλλες ανεπαρκείς αναπαραστάσεις.
4. Τέλος, η πλειονότητα των μαθητών του δείγματος δεν μπορεί να περιγράψει με απλά λόγια την έννοια του υλικού (hardware).

Παρότι οι περισσότεροι μαθητές του δείγματος διαθέτουν δικό τους προσωπικό υπολογιστή (71.3%) ή έχουν πρόσβαση σε υπολογιστή εκτός του σχολικού περιβάλλοντος (90%), φαίνεται ότι αυτό από μόνο του δεν βοηθά ώστε να διαμορφώσουν επαρκείς αναπαραστάσεις για το πληροφορικό σύστημα, τις λειτουργίες εισόδου/εξόδου και το ρόλο της ΚΜΕ και της μνήμης RAM. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι μαθητές που ασχολούνται κυρίως με το Διαδίκτυο εμφανίζουν, σε μεγάλο βαθμό, παρανοήσεις σχετικά με τη ροή δεδομένων και το ρόλο των μονάδων του υπολογιστή. Αντίθετα, οι μαθητές που δεν ασχολούνται με υπολογιστές εκτός του σχολείου έχουν συγκροτήσει περισσότερο επαρκείς αναπαραστάσεις για τη ροή δεδομένων, πράγμα που αποτελεί αποτέλεσμα της διδασκαλίας στο σχολικό περιβάλλον.

Η διδασκαλία των βασικών εννοιών της Πληροφορικής σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης συνιστά ένα δύσκολο εγχείρημα, το οποίο εμφανίζει πολλές ιδιαιτερότητες (Τζιμογιάννης, 2002β). Στο πλαίσιο αυτό παρεμβαίνουν

- οι **πρωταρχικές αντιλήψεις** που έχουν οι μαθητές για τον υπολογιστή και τα πληροφορικά αντικείμενα, οι οποίες διαμορφώνονται στα πλαίσια του κοινωνικού περιβάλλοντος
- η **έλλειψη επαρκών αναπαραστάσεων** για τις βασικές μονάδες του υπολογιστικού συστήματος, το ρόλο τους και τη λειτουργία τους
- η **αρνητική στάση** που έχουν, συνήθως, οι μαθητές για τα περισσότερα αντικείμενα της επιστήμης της Πληροφορικής (αναπαράσταση δεδομένων, αρχιτεκτονική και τεχνολογία υπολογιστών, προγραμματισμός κ.λ.π.). Αυτή οφείλεται στις δυσκολίες που συναντούν στα εισαγωγικά μαθήματα και, σε μεγάλο βαθμό, στην ελκυστικότητα και την ευρύτερη επίδραση που έχουν τα σύγχρονα

τεχνολογικά περιβάλλοντα, όπως είναι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια και το Διαδίκτυο (Τζιμογιάννης, 2003).

Ο σχεδιασμός των **διδακτικών προσεγγίσεων** και του **εκπαιδευτικού υλικού** (βιβλία, εκπαιδευτικό λογισμικό κ.λ.π.) για τα μαθήματα της Πληροφορικής θα πρέπει να διερευνηθεί, σε όλη του την έκταση, λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω παράγοντες. Είναι απαραίτητο οι δύο αυτοί άξονες να αποτελέσουν αντικείμενο οργανωμένης μελέτης και έρευνας στη χώρα μας, έτσι ώστε τα σχετικά πορίσματα να βοηθήσουν ουσιαστικά στη διδακτική πράξη, με απώτερο στόχο οι ΠΠΕ να αποτελέσουν για τους μαθητές ένα αποτελεσματικό εργαλείο έρευνας και μάθησης σε όλο το φάσμα του Προγράμματος Σπουδών.

Βιβλιογραφία

- ACM (1997), ACM model high school computer science curriculum, <http://www.acm.org/education/hscur/index.html>
- Benzécri, J. P. (1992), Correspondence Analysis Handbook, New York: Marcel Dekker
- Bonar J. and Soloway E. (1985), Preprogramming knowledge: a major source of misconceptions in novice programmers, *Human-Computer Interaction*, 1, 133-161
- Du Boulay B. (1989), Some difficulties of learning to program, in E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds.), *Studying the novice programmer*, 283-299, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
- Grigoriadou M. and Kanidis E. (2001), Students approaches to the computer cache memory and their exploitation in the development of a Web based learning environment, *Proceedings of the 8th Panhellenic Conference in Informatics*, 472-481, Cyprus
- Komis V. (1993), Les nouvelles technologies de l'information et de la communication dans le processus d'apprentissage et application par l'étude de leurs représentations chez des élèves de 9 à 12 ans, Thèse de Doctorat, Université Paris 7, Décembre
- Lagrange J. (1992), Représentations mentales des données informatiques et difficultés d'acquisition chez des débutants en programmation, *EPI*, 67, 91-104 & 68, 119-138
- Lévy J. F. (1995), (sous la direction de), Pour une utilisation raisonnée de l'ordinateur dans l'enseignement secondaire, Paris, EPI - INRP
- Pair C. (1990), Programming, Programming Languages and Programming Methods, in T. R. G. Green (Ed.), *Psychology of Programming*, 9-19, London: Academic Press
- Pea R. D. (1986), Language-independent conceptual "bugs" in the novice programming, *Journal of Educational Computing Research*, 2(1), 25-36
- Rabardel P. (1995), Les hommes et les technologies, Approche cognitive des instruments contemporains, Armand Colin
- Rogalski J. and Vergnaud G. (1987), Didactique de l'informatique et acquisitions cognitives en programmation, *Psychologie Française*, 32 (2), 267-273
- Taylor J. (1990), Analysing novices analysing Prolog: What stories do novices tell about Prolog, *Instructional Science*, 19, 283-309
- Γρηγοριάδου Μ. και Κανίδης Ε. (2002), Αντιλήψεις μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την οργάνωση και τη λειτουργία της μνήμης των υπολογιστών, στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, Τόμος Α', 249-258, Ρόδος

- Κόμης Β. (1994), Ανάλυση και ανασχηματισμός των αναπαραστάσεων των μαθητών από 9 μέχρι 12 ετών πάνω στις νέες τεχνολογίες της πληροφορική, Σύγχρονη Εκπαίδευση, 77, 54-61
- Κόμης Β. (2002), Ερευνητικοί άξονες και μεθοδολογικά ζητήματα σχετικά με τη συγκρότηση του ερευνητικού πεδίου της Διδακτικής της Πληροφορικής, στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", Τόμος Α', 219-228, Ρόδος
- Κρεμμυδάς Π. και Σπηλιωτοπούλου Β. (1999), Οι αντιλήψεις των μαθητών για την οθόνη και το πληκτρολόγιο του Η/Υ, στο Π. Μιχαηλίδης, Α. Κόλλιας και Α. Μαργετουσάκη (επιμ.), Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση", 409-418, Ρέθυμνο
- Παπαμιχαήλ Γ. (1994), Η γνωστική εκπαίδευση στην πρώτη σχολική ηλικία, Οδυσσέας, Αθήνα
- Τζιμογιάννης Α. (2001), Στάσεις και απόψεις καθηγητών Πληροφορικής σχετικά με τη διδασκαλία του αντικειμένου στο Ενιαίο Λύκειο, στο Μ. Τζεκάκη (επιμ.), Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση", 389-397, Θεσσαλονίκη
- Τζιμογιάννης Α. (2002α), Η οριοθέτηση του διδακτικού συμβολαίου στην Πληροφορική. Μια διερεύνηση στο πλαίσιο του Ενιαίου Λυκείου, Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση", Ρέθυμνο (υπό έκδοση)
- Τζιμογιάννης Α. (2002β), Διδακτική Πληροφορικής, Προγράμματα Σπουδών και διδακτικές πρακτικές στο Ενιαίο Λύκειο, στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", Τόμος Α', 229-238, Ρόδος
- Τζιμογιάννης Α. (2003), Η διδασκαλία του Προγραμματισμού στο Ενιαίο Λύκειο: προς ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο με στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ: «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στη Διδακτική Πράξη», Σύρος (υπό έκδοση)
- Τζιμογιάννης Α. και Κόμης Β. (1999), Επίλυση προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον: η οικοδόμηση της δομής ελέγχου από τους μαθητές του Ενιαίου Λυκείου, στο Π. Μιχαηλίδης, Α. Κόλλιας και Α. Μαργετουσάκη (επιμ.), Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση», 243-249, Ρέθυμνο
- Τζιμογιάννης Α. και Κόμης Β. (2000), Η έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό: δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών του Ενιαίου Λυκείου, στο Β. Κόμης (επιμ.), Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», 103-114, Πάτρα
- ΥΠΕΠΘ (1997), Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.