ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2000)

2ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Επιτάχυνση η διευκόλυνση; Μια εξέταση της επίδρασης ενός λογιστικού φύλλου στην επίλυση προβλημάτων συνάφειας

Ηλίας Καρασαββίδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Καρασαββίδης Η. (2025). Επιτάχυνση η διευκόλυνση; Μια εξέταση της επίδρασης ενός λογιστικού φύλλου στην επίλυση προβλημάτων συνάφειας. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 046–054. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8237

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 18/01/2026 21:01:45

Επιτάχυνση η διευκόλυνση; Μια εξέταση της επίδρασης ενός λογιστικού φύλλου στην επίλυση προβλημάτων συνάφειας

Δρ. Ηλίας Καρασαββίδης
Email: ikaras@phl.uoc.gr

Περίληψη
Δύο από τις πιο γενικά αποδεκτές απόψεις στη βιβλιογραφία είναι ότι η χρησιμοποίηση του ΗΥ σε μια μαθησιακή δραστηριότητα έχει ως αποτέλεσμα (α) την ταχύτερη και (β) την ευκολότερη ολοκλήρωση της. Παρά το γεγονός ότι πολύ συχνά διάφοροι ερευνητές επικαλούνται τις απόψεις αυτές για να ερμηνεύσουν την κατά κανόνα θετική επίδραση των ΗΥ στη μάθηση, δεν υπάρχουν έρευνες που να έχουν προχωρήσει σε σχετική διεξοδική διερεύνηση. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη μελέτη αυτού του ζητήματος. Ειδικότερα, εξετάζεται το εάν η επίλυση προβλημάτων συνάφειας από 15χρονους μαθητές επιτυγχάνεται ταχύτερα και ευκολότερα με τη χρήση ενός λογιστικού φύλλου σε σχέση με μια πιο παραδοσιακή προσέγγιση με μολύβι και χαρτί. Είκοσι μαθητές τρίτης γυμνασίου χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των δέκα όπου κάθε μαθητής στη μία ομάδα διδάχτηκε ατομικά από τη δασκάλα του να επιλύει μια σειρά από προβλήματα συνάφειας με μολύβι και χαρτί ενώ κάθε μαθητής στην άλλη ομάδα διδάχτηκε ατομικά να τα επιλύει με ένα λογιστικό φύλλο. Αναφορικά με το χρόνο, τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι, ενώ γενικά η χρήση του λογιστικού φύλλου επέφερε ούτε ταχύτερη επίλυση των προβλημάτων ούτε την κάλυψη περισσότερης ύλης, ο χρόνος που απαιτήθηκε για την επίλυση προβλημάτων στην ομάδα όπου χρησιμοποιήθηκε το λογιστικό φύλλο συρρικνώθηκε σημαντικά, με αποτέλεσμα το χρονικό πλεόνασμα που προέκυψε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλες μαθησιακές δραστηριότητες. Αναφορικά με τη διευκόλυνση, τα δεδομένα έδειξαν ότι η χρήση του λογιστικού φύλλου δεν συνεπάγεται και ευκολότερη επίλυση των προβλημάτων από τους μαθητές. Τέλος, γίνεται αναφορά στο θέμα των δυνατοτήτων που προσφέρονται από τον ΗΥ και των δυνατοτήτων που τελικά γίνονται αξιοποιούνται από τους μαθητές με την εξέταση των μοτίβων συμπεριφοράς των μαθητών στις δύο ομάδες.
Λέξεις Κλειδιά: επίδραση ΗΥ στη μάθηση, λογιστικό φύλλο, επίλυση προβλημάτων, προβλήματα συνάφειας, ταχύτερη εκτέλεση μαθησιακών δραστηριοτήτων, γνωστική επιβάρυνση

Abstract
Two main views can be identified in the literature concerning the influence of computers on the performance of a task: (a) the use of the computer accelerates task performance and (b) the use of the computer facilitates task performance due to the alleviation of cognitive load. Despite their obviousness and logical plausibility, they have never actually been put to any stringent test. The present paper aims to ascertain the validity of these views. More specifically, the study focuses on whether learning to solve correlational problems with the aid of a computer spreadsheet is faster and easier compared to learning to solve the same problems with more traditional means such as paper and pencil. One group of twenty grade ten students was divided into two groups of ten. Students in the first group were tutored by their Geography teacher in how to solve correlational problems with paper and pencil while students in the second group were tutored by the same teacher in how to solve correlational problems with a computer spreadsheet. Regarding time, results indicated no significant differences between the groups. What is noteworthy, however, is the fact that considerably less time was devoted to the construction of scattergraphs in the computer spreadsheet condition because a rapid production was possible, so that the resulting time surplus could be used for other important learning activities. With respect to ease, however, the data did not confirm the belief that the employment of the computer spreadsheet would take over part of the cognitive burden thereby making problem solving easier. Finally, the issue of opportunities afforded by the computers vs. opportunities taken is discussed, followed by an illustration of an interesting case from our data.
Keywords: computer spreadsheet, problem solving, correlational reasoning, computer accelerated task performance, computer alleviation of cognitive load

Εισαγωγή

Στο αντικείμενο του συνεδρίου τίθενται ορισμένα σημαντικά ερωτήματα αναφορικά με τις Νέες Τεχνολογίες Πληροφορικής και τη θέσητους στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία. Σε

ένα από αυτά τα ερωτήματα γίνεται λόγος για «*το εάν και κατά πόσο συμβάλλουν στο να μαθαίνουμε καλύτερα και γρηγορότερα*». Η παρούσα εισήγηση αποσκοπεί στο να δώσει ορισμένες απαντήσεις στο ερώτημα αυτό μέσα από μια εμπειρική διερεύνηση.

Θεωρητικό Πλαίσιο

Σε γενικές γραμμές, αποτελεί κοινή διαπίστωση το γεγονός ότι η εισαγωγή των ΗΥ σε διάφορα αντικείμενα του αναλυτικού προγράμματος στη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών είναι επιτυχημένη, έχοντας πάντα ως μέτρο την επίδοση των μαθητών. Οι σχετικές μετα-αναλύσεις πρωτογενών ερευνών δείχνουν μια μέτρια πλην όμως σημαντική συνεισφορά των ΗΥ στην επίδοση μαθητών που διδάσκονται ένα αντικείμενο με ΗΥ σε σχέση με μαθητές που διδάσκονται το ίδιο αντικείμενο με περισσότερο παραδοσιακούς τρόπους (π.χ. Kulik, 1994; Christmann, Badgett & Lucking, 1997). Στη σχετική βιβλιογραφία μπορούν να εντοπιστούν δύο κυρίως απόψεις σχετικά με το πως οι ΗΥ επιδρούν θετικά στη μάθηση.

Σύμφωνα με την πρώτη άποψη, *με τη χρήση του ΗΥ παράγεται περισσότερο έργο σε λιγότερο χρόνο*. Αναλυτικότερα, εκτελείται περισσότερη εργασία, σε λιγότερο χρόνο και με λιγότερη προσπάθεια, όπως π.χ. η κατασκευή γραφημάτων ή εκτέλεση απαιτητικών υπολογισμών (βλ. Vockell & Van Deusen, 1989; Tall, 1993). Επιπλέον, το αποτέλεσμα είναι κομψότερο και πολύ πιο ακριβές, π.χ. μια γραφική παράσταση που κατασκευάζεται με τον ΗΥ είναι ποιοτικά αρτιότερη από μια αντίστοιχη που κατασκευάζεται με μολύβι και χαρτί (βλ. Perkins, 1985; Pea, 1985). Το βασικό επιχείρημα είναι ότι η χρήση του ΗΥ αυξάνει την ενεργητική συμμετοχή του μαθητή στο εκτελούμενο μαθησιακό έργο, απαλλάσσοντας τον από χρονοβόρες και επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες (Vockell & Van Deusen, 1989). Αυτό το επιχείρημα ενισχύεται και από μετα-αναλύσεις οι οποίες δείχνουν ότι σε τάξεις όπου χρησιμοποιούνται ΗΥ η ύλη τείνει να καλύπτεται σε μικρότερο χρονικό διάστημα (Kulik, 1994).

Σύμφωνα με τη δεύτερη άποψη *η χρήση του ΗΥ κάνει μια σειρά από βαρετές, κοπιώδεις και επαναλαμβανόμενες μαθηματικές ενέργειες ευκολότερες* (όπως π.χ. υπολογισμοί, κατασκευή γραφικών παραστάσεων κτλ). Από ψυχολογική σκοπιά, το κύριο επιχείρημα έγκειται στο ότι τα γνωστικά εργαλεία μας υποβοηθούν να υπερβούμε τους περιορισμούς της ανθρώπινης νόησης. Σε γενικές γραμμές, υπάρχει στη βιβλιογραφία σχετική συναίνεση ως προς το ότι οι περιορισμένες δυνατότητες της ανθρώπινης νόησης συμπληρώνονται και ενισχύονται από τις δυνατότητες του υπολογιστή (βλ. Salomon, 1985; Perkins, 1985; Pea, 1987; Lajoie, 1993). Ειδικότερα, υποστηρίζεται ότι ο ΗΥ αναλαμβάνει κάποιο μέρος της γνωστικής ενέργειας που απαιτείται για την εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών, όπως π.χ. την εκτέλεση ενός υπολογισμού, με συνέπεια ο μαθητής να απαλλάσσεται από σημαντική γνωστική επιβάρυνση έχοντας με τον τρόπο αυτό τη δυνατότητα να επικεντρωθεί ολοκληρωτικά σε ενδεχομένως περισσότερο ουσιαστικές δραστηριότητες, όπως για παράδειγμα η κατανόηση σύνθετων και αφηρημένων εννοιών. Συνεπώς, η χρήση του ΗΥ έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η ευκολία με την οποία επιτελείται μια δραστηριότητα (βλ. σχετικά Salomon, 1992; Tall, 1993; Pea, 1987; 1993; Lajoie, 1993).

Σκοπός έρευνας

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν πολλοί μελετητές οι οποίοι, προκειμένου να ερμηνεύσουν την ευνοϊκή επίδραση του ΗΥ στη μάθηση, επικαλούνται το γεγονός ότι η χρήση του επιτρέπει την ταχύτερη και ευκολότερη εκτέλεση ενός μαθησιακού έργου, δεν υπάρχουν από όσο γνωρίζουμε έρευνες οι οποίες να πιστοποιούν τις απόψεις αυτές. Παρότι πιστεύεται γενικά ότι *η θετική συνεισφορά των ΗΥ στη μάθηση μπορεί να αποδοθεί, άμεσα ή έμμεσα, είτε στην ταχύτερη εκτέλεση ενός μαθησιακού έργου είτε στην ελάφρυνση του μαθητή από ενέργειες ρουτίνας, δεν έχει υπάρξει μέχρι σήμερα μια συστηματική και παράλληλα διεξοδική διερεύνηση του θέματος*. Κατά συνέπεια, οι απόψεις αυτές συνιστούν ατεκμηρίωτες παραδοχές το status των οποίων εκλαμβάνεται, για ευνόητους λόγους, ως αυταπόδεικτο και προφανές. Σκοπός της

παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των δύο αυτών παραδοχών. *Ειδικότερα, η έρευνα αποσκοπεί στο να μελετήσει το εάν η ενσωμάτωση του ΗΥ στην εκτέλεση μιας μαθησιακής δραστηριότητας (α) επιφέρει ταχύτερη εκτέλεση της και κατ' επέκταση οδηγεί σε κάλυψη περισσότερης ύλης και (β) συνεπάγεται την ευκολότερη εκτέλεση της μέσω της μειωμένης γνωστικής επιβάρυνσης του μαθητή,* δεδομένης της επιφόρτισης του ΗΥ με το γνωστικό αυτό βάρος.

Μέθοδος Έρευνας

Συλλογιστική

Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού απαιτείται ο προσδιορισμός των ακολούθων παραμέτρων: (α) ενός κριτηρίου με βάση το οποίο να συγκριθεί το εάν η χρήση του ΗΥ επιφέρει την ταχύτερη και ευκολότερη εκτέλεση μιας μαθησιακής δραστηριότητας, (β) μια μαθησιακή δραστηριότητα στα πλαίσια της οποίας να γίνει η σύγκριση και (γ) μια υπολογιστική εφαρμογή η οποία να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση της μαθησιακής δραστηριότητας.

Αναφορικά με την πρώτη παράμετρο, ζητούμενο είναι ένα κριτήριο σε αντιδιαστολή με το οποίο να μπορεί να διακριβωθεί το εάν η αξιοποίηση του ΗΥ στην εκτέλεση μιας μαθησιακής δραστηριότητας καθιστά ταχύτερη και ευκολότερη. Τέτοιο κριτήριο μπορεί να αποτελεί η χρήση μιας άλλης πιο παραδοσιακής γνωστικής ΄΄τεχνολογίας΄΄ όπως για παράδειγμα μολύβι και χαρτί. Παρότι στη βιβλιογραφία οι συγκρίσεις ομάδων μαθητών που χρησιμοποιούν ΗΥ με ομάδες μαθητών που χρησιμοποιούν πιο παραδοσιακά μέσα είναι συνήθεις, ελάχιστες μελέτες έχουν προχωρήσει σε διεξοδική εξέταση σε μικρο-επίπεδο με εστίαση στη διαδικασία και όχι στην επίδοση (βλ. σχ. Derry et al., 1993; Woodruff, 1995; Pauli, 1995).

Αναφορικά με τη δεύτερη παράμετρο, με βάση το ότι ένας από τους πρωταρχικούς σκοπούς της εκπαίδευσης είναι το να καταστήσει τους μαθητές ικανούς να λύνουν προβλήματα, εστιαστήκαμε στην επίλυση προβλημάτων. Επιπλέον, βασιζόμενοι στο ότι μια από τις σημαντικότερες κατηγορίες προβλημάτων που συναντούνται τόσο εντός όσο και εκτός σχολείου είναι τα προβλήματα συνάφειας, επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή την συγκεκριμένη κατηγορία προβλημάτων υιοθετώντας μια εννοιοποίηση που αναπτύχθηκε από τους Ross & Cousins (1993α) και Cousins & Ross (1993).

Τέλος, αναφορικά με την τρίτη παράμετρο, δεδομένης της ευρείας χρήσης του ΗΥ για επίλυση προβλημάτων στα διάφορα αντικείμενα του Αναλυτικού Προγράμματος, ιδιαίτερα δε σε μαθήματα όπως τα Μαθηματικά και η Φυσική, εστιαστήκαμε στο λογιστικό φύλλο, μια υπολογιστική εφαρμογή η οποία έχει προσελκύσει σημαντικά το ερευνητικό ενδιαφέρον (βλ. Dibiase, 1996; Lambrecht, 1993; Mokros & Tinker, 1987; Tall, 1993) ενώ παράλληλα έχει χρησιμοποιηθεί και στα πλαίσια της επίλυσης προβλημάτων συνάφειας (Cousins & Ross, 1993).

Σχέδιο έρευνας

Συνοψίζοντας, για να εξεταστεί το εάν η ενσωμάτωση του ΗΥ στην εκτέλεση μιας μαθησιακής δραστηριότητας (α) την επιταχύνει και (β) τη διευκολύνει, χρησιμοποιήθηκε το εξής σχέδιο έρευνας:

Α΄ ομάδα: επίλυση προβλημάτων συνάφειας με μολύβι και χαρτί (ΜΧ)

Β΄ ομάδα: επίλυση προβλημάτων συνάφειας με λογιστικό φύλλο (ΛΦ)

Για τον καλύτερο έλεγχο της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας σε μικρο-επίπεδο, επιλέξαμε να πραγματοποιηθεί η διδασκαλία όχι σε επίπεδο τάξης αλλά σε επίπεδο μαθητή, όπου κάθε μαθητής διδάσκεται ατομικά από το δάσκαλο το πώς να επιλύει προβλήματα συνάφειας, διαδικασία που επαναλαμβάνεται για κάθε ένα από τους υπόλοιπους μαθητές των δύο ομάδων.

Υποκείμενα

Δέκα μαθητές τρίτης γυμνασίου (8 αγόρια, 2 κορίτσια) συμμετείχαν στην πρώτη ομάδα (ΜΧ), ενώ δέκα άλλοι μαθητές της ίδιας τάξης (6 αγόρια, 4 κορίτσια) συμμετείχαν στη δεύτερη ομάδα (ΛΦ). Όλοι οι μαθητές φοιτούσαν στο Διεθνές Σχολείο Eerde, ένα ιδιωτικό σχολείο στην κεντροδυτική περιοχή της Ολλανδίας. Οι μισοί περίπου από τους μαθητές επί του συνόλου ήταν Ολλανδοί, ενώ οι υπόλοιποι ήταν διαφόρων εθνικοτήτων. Οι μαθητές συμμετείχαν εθελοντικά στη μελέτη αφού προηγουμένως ενημερώθηκαν σχετικά από τη δασκάλα τους και εξέφρασαν ενδιαφέρον για συμμετοχή.

Διδακτικά Υλικά-Λογισμικό

Μέσα από μια πιλοτική αξιολόγηση με τρία συνολικά υποκείμενα, επιλέχθηκαν επτά προβλήματα συνάφειας από μια ομάδα τέτοιων προβλημάτων που είχαν αναπτυχθεί από τους Brash et al. (1991) για τις ανάγκες των ερευνών των Ross & Cousins (1993a; 1993b) στα πλαίσια του μαθήματος της Γεωγραφίας. Κάθε πρόβλημα περιλάμβανε (α) μια μικρή ιστορία στην οποία δύο χαρακτήρες διαφωνούσαν για μια προβληματική κατάσταση και (β) ένα πίνακα με σχετικά δεδομένα. Το πρόβλημα μπορούσε να λυθεί με την εξεύρεση της υφιστάμενης σχέσης δύο ή περισσότερων μεταβλητών. Η προσέγγιση επίλυσης του προβλήματος ήταν γραφική και ουσιαστικά περιλάμβανε την κατασκευή ενός διαγράμματος σκεδασμού με την συνακόλουθη μελέτη της γραμμής παλινδρόμησης. Το μιλιμετρέ χαρτί, η υδρόγειος σφαίρα και ένας γεωγραφικός χάρτης του Καναδά αποτέλεσαν τα υπόλοιπα διδακτικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην πρώτη ομάδα (ΜΧ).

Στη δεύτερη ομάδα (ΛΦ), το λογιστικό φύλλο που χρησιμοποιήθηκε, τόσο για την κατασκευή γραφημάτων όσο και για τον υπολογισμό δεικτών συνάφειας, ήταν το Excel της Microsoft. Για την κατασκευή γραφημάτων χρησιμοποιήθηκε ο Graph Wizard, ένα εύχρηστο σχετικά εργαλείο που παρέχει το πρόγραμμα και επιτρέπει την εύκολη παραγωγή πολλών ειδών γραφικών παραστάσεων. Για τον υπολογισμό του δείκτη συνάφειας και μερικής συνάφειας, επειδή η χρήση του έτοιμου εργαλείου του προγράμματος, του Function Wizard, κρίθηκε ιδιαίτερα περίπλοκη σε σχετική πιλοτική διερεύνηση με δύο υποκείμενα, χρησιμοποιήθηκαν δύο μακροεντολές που κατασκευάστηκαν με τη Visual Basic, οι οποίες και καθοδηγούσαν το μαθητή στην εισαγωγή δεδομένων και στην επιλογή των δεικτών.

Λειτουργικοποίηση-Όργανα μέτρησης

Η ταχύτητα με την οποία ολοκληρώνεται η επίλυση προβλημάτων συνάφειας, λειτουργικοποιήθηκε ως ο χρόνος που αφιερώθηκε στην επίλυση των προβλημάτων αυτών. Επίσης, συνυπολογίστηκε και ο συνολικός αριθμός προβλημάτων που επιλύθηκαν. Από την άλλη πλευρά, η ευκολία με την οποία πραγματοποιείται η επίλυση προβλημάτων συνάφειας λειτουργικοποιήθηκε ως η αντιλαμβανόμενη εκ μέρους των μαθητών δυσκολία επίλυσης των προβλημάτων αυτών. Κατά συνέπεια, χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες μεταβλητές: (α) ο χρόνος που αφιερώθηκε στην επίλυση προβλημάτων, (β) ο αριθμός των προβλημάτων που επιλύθηκαν και (γ) η αντιλαμβανόμενη δυσκολία επίλυσης των προβλημάτων αυτών από πλευράς μαθητών.

Για τον υπολογισμό του χρόνου που απαιτήθηκε για την επίλυση ενός προβλήματος σε κάθε ομάδα, χρησιμοποιήθηκαν οι βιντεοκασέτες της κάθε διδασκαλίας. Επιπρόσθετα, για το κάθε πρόβλημα και στις δυο ομάδες υπολογίστηκε ο χρόνος που αφιερώθηκε στις ακόλουθες φάσεις επίλυσης του: ανάγνωση, σχεδιασμός λύσης, κατασκευή του γραφήματος και συζήτηση των αποτελεσμάτων με την συνακόλουθη εξαγωγή συμπερασμάτων. Παράλληλα, προσδιορίστηκε μέσα από τις βιντεοσκοπήσεις ο αριθμός των προβλημάτων που επιλύθηκε σε κάθε ομάδα.

Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της αντιλαμβανόμενης δυσκολίας επίλυσης (εκτιμούμενης γνωστικής επιβάρυνσης) των προβλημάτων προσαρμόστηκε από τον Paas (1993) και περιλάμβανε ερωτήσεις αναφορικά με το πόσο απαιτητικό ήταν νοητικά το πρόβλημα, δηλαδή πόση νοητική προσπάθεια απαιτήθηκε. Το όργανο αποτελείται από μια 9-

βάθμια κλίμακα η οποία κυμαινόταν από «πολύ εύκολο» (τιμή 1) έως «πολύ δύσκολο» (τιμή 9). Μετά από την ολοκλήρωση ενός προβλήματος ζητήθηκε από τους μαθητές να αναφέρουν πόση νοητική προσπάθεια έπρεπε να καταβάλλουν για την επίλυση του, τόσο συνολικά ως πρόβλημα, όσο και για τις ακόλουθες επί μέρους όψεις του: (α) κατασκευή γραφήματος, (β) επιλογή περιπτώσεων, (γ) εύρεση του είδους της συνάφειας και (δ) εξαγωγή συμπεράσματος.

Διαδικασία έρευνας

Μετά από σχετική επικοινωνία με το σχολείο, η δασκάλα της Γεωγραφίας έδειξε ενδιαφέρον για συμμετοχή στην έρευνα και πληρώθηκε ανά ώρα συμμετοχής της σε αυτήν.

Αρχικά η δασκάλα εισήχθηκε στην έννοια της συνάφειας και της δόθηκαν οι ορισμοί βασικών εννοιών και σχετικά παραδείγματα. Ακολούθησε περιγραφή των επτά επιλεγμένων προβλημάτων για τη διδασκαλία με επεξήγηση του στόχου, της διαδικασίας επίλυσης και των κύριων εννοιών που θα έπρεπε να κατακτήσει ο μαθητής με κάθε πρόβλημα. Δεν της δόθηκαν συγκεκριμένες διδακτικές οδηγίες, αλλά της ζητήθηκε να διδάξει τα προβλήματα όπως θα το έκανε συνήθως, εάν αυτά υποτεθεί ότι αποτελούσαν μια τυπική ενότητα του Αναλυτικού Προγράμματος του μαθήματος της Γεωγραφίας που δίδασκε στο σχολείο. Για να υποβοηθηθεί η δασκάλα, έγινε αρχικά μια πιλοτική εφαρμογή με δύο υποκείμενα, όπου υπήρξε η δυνατότητα πειραματισμού αναφορικά με τη διδακτική προσέγγιση που θα ακολουθούσε. Η διαδικασία προετοιμασίας της δασκάλας διήρκεσε συνολικά περίπου είκοσι πέντε ώρες. Για την προετοιμασία της δασκάλας προκειμένου να διδάξει με το λογιστικό φύλλο, απαιτήθηκαν δέκα έξι περίπου ώρες στις οποίες συμπεριλαμβανόταν μια πιλοτική αξιολόγηση με δύο υποκείμενα. Ιδιαίτερο βάρος δόθηκε στην εξοικείωση της δασκάλας με το Microsoft Excel καθώς επίσης και με το λειτουργικό σύστημα Windows 95 της Microsoft.

Στη διάρκεια της διδασκαλίας, η δασκάλα καθόταν δίπλα στον μαθητή, ανάθετε το πρώτο πρόβλημα, ο μαθητής το διάβαζε, ακολουθούσε συζήτηση σχετικά με το πως μπορούσε να λυθεί, εν συνεχεία ο μαθητής προχωρούσε στη λύση του και τέλος ακολουθούσε εκ νέου συζήτηση αναφορικά με τα αποτελέσματα. Μετά την ολοκλήρωση του προβλήματος, η δασκάλα ανέθετε το επόμενο πρόβλημα στο μαθητή, με τη διαδικασία αυτή να συνεχίζεται για τρεις περίπου ώρες με ένα μικρό ενδιάμεσο 15΄ διάλειμμα. Η μόνη διαφοροποίηση για την ομάδα ΛΦ ήταν ότι αντί για μολύβι και χαρτί χρησιμοποιήθηκε ο ΗΥ και το Excel κατά τη διδασκαλία των προβλημάτων.

Ο ερευνητής ήταν παρών στη διάρκεια της διδασκαλίας τόσο για τη βιντεοσκόπηση της όσο για την επίδοση του τεστ της αντιλαμβανόμενης δυσκολίας (γνωστικής επιβάρυνσης) των προβλημάτων.

Ανάλυση δεδομένων

Για να διαπιστωθεί το εάν η χρήση του λογιστικού φύλλου επιτάχυνε την επίλυση προβλημάτων συνάφειας, συγκρίθηκαν οι χρόνοι που απαιτήθηκαν για την επίλυση των προβλημάτων τόσο συνολικά, όσο και στις επί μέρους φάσεις εντός κάθε προβλήματος. Ακολούθως, για να διαπιστωθεί το εάν η χρήση του λογιστικού φύλλου διευκόλυνε γνωστικά την επίλυση των προβλημάτων συνάφειας και εάν ναι σε ποιές φάσεις, συγκρίθηκε η αντιλαμβανόμενη δυσκολία (γνωστική επιβάρυνση) των προβλημάτων μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων.

Αποτελέσματα

Ταχύτερη εκτέλεση;

Ο χρόνος που χρειάστηκαν οι μαθητές να λύσουν τα προβλήματα συνάφειας στην ΜΧ ομάδα ήταν 24.20 ώρες ενώ ο αντίστοιχος χρόνος στην ΛΦ ομάδα ήταν 24.56 ώρες. Οι δύο αυτοί χρόνοι δεν διαφέρουν σημαντικά (ΜΧ: ΜΟ: 8714,2΄΄ -ΤΑ: 435,14΄΄ ΛΦ: ΜΟ: 8849,9΄΄ - ΤΑ: 511,17΄΄, t-τιμή: .063, df: 18, p: .531). Επιπλέον, ο αριθμός των προβλημάτων που λύθηκε

στις δύο ομάδες ήταν ο ίδιος. Ιδιαίτερης προσοχής χρήζει η κατανομή του χρόνου σε κάθε φάση της επίλυσης, όπως αυτή δίνεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1

Κατανομή του χρόνου σε κάθε φάση επίλυσης του προβλήματος στις δύο ομάδες

Φάση	ΜΧ	ΛΦ
Ανάγνωση προβλήματος	11%	10%
Σχεδιασμός Λύσης	17%	18%
Κατασκευή Γραφικής Παράστασης	39%	13%
Εξαγωγή Συμπερασμάτων	33%	59%

Όπως φαίνεται στον πίνακα, το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου στην ομάδα ΜΧ (39%) αφιερώθηκε στην κατασκευή της απαιτούμενης γραφικής παράστασης. Αντίθετα, στην περίπτωση της ομάδας ΛΦ, ο χρόνος που αφιερώθηκε στην κατασκευή της γραφικής παράστασης ήταν μόλις το 1/8 του συνολικού χρόνου (13%). Επίσης είναι άξιο προσοχής το ότι στην ομάδα του ΛΦ αφιερώθηκε περίπου ο διπλάσιος χρόνος για συζήτηση των αποτελεσμάτων και εμπέδωσης των σχετικών εννοιών.

Όπως είναι αναμενόμενο, οι διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά το χρόνο που αφιερώθηκε στη φάση της κατασκευής των γραφικών παραστάσεων είναι στατιστικώς σημαντικές για την συντριπτική πλειοψηφία των προβλημάτων και για λόγους συντομίας οι αντίστοιχοι πίνακες δεν παρατίθενται αναλυτικά εδώ (βλ. σχετικά Karasavvidis, 1999).

Ευκολότερη εκτέλεση;

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δίνονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2

Μέσος όρος αντιλαμβανόμενης δυσκολίας επίλυσης προβλήματος συνολικά

	ΜΧ		ΛΦ		Mann – Whitney U	p
Πρόβλημα 1 *Μ.Ο. (Τ.Α.)*	4.10	(1.73)	4.00	(2.05)	47.50	0.430
Πρόβλημα 2	2.70	(1.64)	3.60	(1.51)	31.50	0.087
Πρόβλημα 3	5.80	(1.81)	4.00	(1.63)	24.50	0.026
Πρόβλημα 4	2.10	(0.99)	2.50	(1.84)	49.50	0.499
Πρόβλημα 5	3.40	(1.78)	3.10	(2.18)	42.50	0.292
Πρόβλημα 6	2.90	(0.74)	3.20	(2.15)	46.50	0.393
Πρόβλημα 7	2.90	(1.37)	2.56	(1.42)	39.50	0.338

Κλίμακα αντιλαμβανόμενης δυσκολίας: 1 = πολύ εύκολο; 9= πολύ δύσκολο

Όπως φαίνεται στον πίνακα, με μόνη εξαίρεση το τρίτο πρόβλημα, σε κανένα άλλο πρόβλημα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην αντιλαμβανόμενη δυσκολία επίλυσης προβλημάτων συνάφειας.

Στον πίνακα 3 δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης που αφορούσαν την αντιλαμβανόμενη δυσκολία κατασκευής της γραφικής παράστασης σε κάθε πρόβλημα συνάφειας.

Πίνακας 3

Μέσος όρος αντιλαμβανόμενης δυσκολίας κατασκευής γραφικής παράστασης

	ΜΧ		ΛΦ		Mann – Whitney U	p
Πρόβλημα 1 *Μ.Ο. (Τ.Α.)*	2.80	(1.75)	3.60	(2.27)	38.00	0.188
Πρόβλημα 2	2.20	(1.93)	2.80	(1.32)	29.50	0.059
Πρόβλημα 3	2.30	(1.64)	2.60	(1.58)	42.50	0.300
Πρόβλημα 4	1.40	(0.52)	1.80	(1.03)	41.00	0.272
Πρόβλημα 5	2.20	(1.87)	2.40	(1.71)	46.50	0.393
Πρόβλημα 6	2.00	(1.25)	2.00	(1.15)	50.00	0.527
Πρόβλημα 7	1.90	(0.88)	1.67	(0.87)	38.00	0.340

Κλίμακα αντιλαμβανόμενης δυσκολίας: 1 = πολύ εύκολο; 9= πολύ δύσκολο

Όπως φαίνεται από τον πίνακα, δεν υφίστανται στατιστικώς σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων όρων των δύο ομάδων για κάθε πρόβλημα.

Συζήτηση

Το ζήτημα του χρόνου

Όπως προέκυψε από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, η χρήση του λογιστικού φύλλου στα πλαίσια της επίλυσης προβλημάτων συνάφειας δεν είχε ως αποτέλεσμα την ταχύτερη λύση προβλημάτων και κατά συνέπεια την κάλυψη περισσότερης ύλης. Με βάση τα δεδομένα της παρούσας έρευνας, *η άποψη ότι οι ΗΥ επιτρέπουν την ταχύτερη ολοκλήρωση μαθησιακών δραστηριοτήτων παραμένει, στη γενική της τουλάχιστο διατύπωση, ατεκμηρίωτη*. Από την άλλη πλευρά, μπορεί να υποστηριχθεί ότι στις περιπτώσεις όπου η επίδραση του ΗΥ είναι άμεση, όπως π.χ. στην κατασκευή μιας γραφικής παράστασης, *η άποψη ότι οι ΗΥ επιταχύνουν την εκτέλεση συγκεκριμένων μαθησιακών δραστηριοτήτων επιβεβαιώνεται απόλυτα*. Εξαιρετικής σημασίας κρίνεται το γεγονός ότι με την αξιοποίηση του ΗΥ ο χρόνος που απαιτείται για την κατασκευή ενός διαγράμματος σκεδασμού συρρικνώνεται σημαντικά, με αποτέλεσμα το χρονικό πλεόνασμα που προκύπτει να μπορεί να αξιοποιηθεί κατά βούληση για άλλους διδακτικούς σκοπούς.

Το ζήτημα της ευκολίας

Η αντίληψη ότι η χρήση του ΗΥ έχει ως αποτέλεσμα το να απαλλάσσεται ο μαθητής από βαρετές, χρονοβόρες και επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες, οι οποίες μόλις κατακτηθούν γνωστικά δεν έχουν να προσφέρουν τίποτα περαιτέρω στη μάθηση, δεν επιβεβαιώθηκε από τα δεδομένα της έρευνας, ούτε σε επίπεδο προβλήματος, ούτε και στη φάση της κατασκευής του γραφήματος, όπου και η αναμενόμενη άμεση συνεισφορά του ΗΥ θα ήταν η μέγιστη δυνατή. Συνεπώς, η άποψη ότι οι ΗΥ διευκολύνουν τη μάθηση, επιφορτιζόμενοι σημαντικό μέρος του υπό εκτέλεση γνωστικού έργου, δεν υποστηρίζεται από την παρούσα έρευνα. Αυτό είναι κάτι ιδιαίτερα αξιοσημείωτο, δεδομένου ότι, παρά το γεγονός ότι οι μαθητές της ομάδας του ΜΧ έπρεπε να σκεφτούν ενεργά για την κατασκευή κάθε σημείου της γραφικής παράστασης – σε αντίθετη με τους μαθητές της ΛΦ ομάδας όπου μερικά κλικ μόνο ήταν αρκετά – εντούτοις δεν ανέφεραν υψηλότερα επίπεδα γνωστικής επιβάρυνσης. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως ενδεικτικό του γεγονότος ότι οι μαθητές δεν θεωρούν αναγκαστικά μια δραστηριότητα που είναι ιδιαίτερα επίπονη και χρονοβόρα νοητικά δύσκολη (όπως η κατασκευή ενός γραφήματος σκεδασμού με μολύβι και χαρτί), στοιχείο που έχει αναφερθεί και από άλλες έρευνες (βλ. π.χ. Savelsberg, 1998).

Ο «μύθος» της αύξησης παραγωγικότητας

Όπως φάνηκε από τα παραπάνω, κάποιες γενικά παραδεκτές απόψεις που τείνουμε να έχουμε αναφορικά με τη συνεισφορά των ΗΥ τόσο από άποψη ταχύτητας όσο και από άποψη ευκολίας δεν επαληθεύονται ερευνητικά. Είναι εξαιρετικά δύσκολο να μη γίνει παραδεκτό ότι η εμφάνιση του λογιστικού φύλλου επέφερε επαναστάσεις στην πρακτική π.χ. της Λογιστικής. Από την άλλη πλευρά, όντας στο ίδιο μήκος κύματος με τα ευρήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι πολλές παραδοχές που τείνουμε αυτόματα να κάνουμε αναφορικά με το θετικό αντίκτυπο της ενσωμάτωσης των ΗΥ στους εργασιακούς χώρους, κυρίως από τη σκοπιά της αύξησης της παραγωγικότητας, παραμένουν ατεκμηρίωτες, όταν λαμβάνεται υπόψη ο παράγοντας κόστος-αποτελεσματικότητα (βλ. π.χ. Gibbs, 1997).

Putting the mind in gears before putting the mouse in motion

Σε γενικές γραμμές θα πρέπει να τονιστεί ότι ο ΗΥ μας προσφέρει ορισμένες μοναδικές δυνατότητες, οι οποίες μας επιτρέπουν π.χ. την ταχύτατη και ακριβή παραγωγή γραφημάτων και εκτέλεση υπολογισμών που θα διαφορετικά ήταν ιδιαιτέρως χρονοβόροι και επίπονοι ή

ακόμα και αδύνατοι. Αυτό το γεγονός με τη σειρά του μας επιτρέπει να στραφούμε προς τις πιο δημιουργικές πλευρές της επίλυσης προβλημάτων, χωρίς να νοιαζόμαστε για το χρόνο και την εργασία που απαιτείται για την εφαρμογή τους. Όπως όμως φάνηκε από την παρούσα εργασία, στοιχείο που έχει εξάλλου τονιστεί επανειλημμένως στη βιβλιογραφία, οι δυνατότητες θα παραμείνουν θεωρητικές δυνατότητες εάν δεν αποτελέσουν αντικείμενο προσεκτικής εκμετάλλευσης. Το ότι ο ΗΥ μας τις παρέχει δεν είναι από μόνο του στοιχείο ικανό να έχει ευνοϊκή επίδραση σε μια μαθησιακή δραστηριότητα, δεδομένης της μεγάλης απόστασης που υπάρχει μεταξύ των δυνατοτήτων που μας προσφέρονται από τον ΗΥ και του εάν ή σε ποιο βαθμό αυτές αξιοποιούνται (Salomon & Perkins, 1996). Θα ολοκληρώσουμε με μια αναφορά σε ένα σύντομο παράδειγμα δυνατοτήτων που προσέφερε το λογιστικό φύλλο στους μαθητές και το πως αυτές «δεν» αξιοποιήθηκαν.

Στην ΜΧ ομάδα, οι μαθητές μετά την ανάγνωση του προβλήματος ήταν πολύ προσεκτικοί ως προς το τι είδους γραφική παράσταση θα κατασκευάσουν και ποιες μεταβλητές θα περιλαμβάνει. Αυτό συνέβαινε γιατί συνήθως η δασκάλα δεν τους εμπόδιζε να φτιάξουν ένα διαφορετικό γράφημα εάν το έκριναν απαραίτητο. Όταν μετά από αρκετό κόπο και ώρα συνειδητοποιούσαν ότι το γράφημα δεν ήταν το ενδεδειγμένο, απογοητεύονταν λέγοντας π.χ. «αυτό είναι άδικο! Έπρεπε να μου το είχες πει [προειδοποιήσει]» κτλ. Αυτή η ΄΄αρνητική΄΄ εμπειρία τους καθιστούσε ιδιαίτερα προσεκτικούς για τη συνέχεια. Αντίθετα, οι μαθητές της ομάδας ΛΦ μετά την ανάγνωση ενός προβλήματος ξεκινούσαν αμέσως να κατασκευάσουν μια γραφική παράσταση, χωρίς να σκεφτούν καθόλου το τι είδους γραφική παράσταση θα είναι αυτή και ποιες μεταβλητές θα περιλαμβάνει. Γνώριζαν ότι σε περίπτωση που το γράφημα που θα παραχθεί δεν είναι το κατάλληλο, θα μπορούσαν σε χρόνο dt και με την ίδια ευκολία να παράγουν ένα άλλο, διαφορετικό, γράφημα. Επομένως, οι μαθητές της ομάδας ΛΦ έδειχναν μια συμπεριφορά η οποία χαρακτηριζόταν από σημαντικές παραβλέψεις, ασαφή σχεδιασμό και ελλιπείς στόχους.

Από το παράδειγμα αυτό φαίνεται η θετική επίδραση που μπορεί να έχει μια δυνατότητα που προσφέρει ο ΗΥ, εφόσον επιτρέπει στους μαθητές να πειραματίζονται άφοβα χωρίς να ενδιαφέρονται για το χρόνο ή την προσπάθεια που θα απαιτηθεί. Ταυτόχρονα όμως, το παράδειγμα αυτό είναι ενδεικτικό μιας «ανόητης» (mindless) προσέγγισης των προβλημάτων, όπου οι μαθητές ενεργούν δίχως να σκέφτονται. Αυτό πολλές φορές είχε ως αποτέλεσμα να παράγουν οι μαθητές με τη βοήθεια του λογιστικού φύλλου μια γραφική παράσταση σε λίγα δευτερόλεπτα αδυνατώντας όμως στη συνέχεια να την ερμηνεύσουν. Για να αποφύγει αυτή τη «δυσάρεστη» και «απρόβλεπτη» εξέλιξη η δασκάλα και για να διασφαλίσει το ότι οι μαθητές θα σκέφτονται προτού πιάνουν το ποντίκι, το απομάκρυνε από αυτούς ούτως ώστε να μην μπορούν να το φτάνουν. Υπήρξαν αρκετές περιπτώσεις όπου η δασκάλα «πάλευε» με τους μαθητές προσπαθώντας να τους αποσπάσει το ποντίκι, είτε προλαμβάνοντας την κατασκευή ενός γραφήματος είτε διακόπτοντας την. Σε αναλογία με την έκφραση “trigger happy”, η δασκάλα έλεγε συχνά σε ορισμένους μαθητές ότι είναι “mouse happy” προκειμένου να τους τονίσει τη σημασία του σχεδιασμού. Τέλος, η δασκάλα παράφρασε την έκφραση: “putting the mind in gears before putting the hand in motion” σε: “putting the mind in gears before putting the mouse in motion”, για να δώσει στους μαθητές να καταλάβουν το πόσο «ανόητα» ενεργούσαν σε πολλές περιπτώσεις.

Βιβλιογραφία

Brash, I., Cousins, J.B., Dickson, A., Harrington, L., Hogaboam-Gray, A., Martyn, J., Parker, D., Quinlan, G. & Ross, J. (1991). *Correlational reasoning materials for the grade 9/10 Canada course*. (Produced by the correlational reasoning executive committee). October 10, Computer Version.

Chistmann, E., Badgett, J. & Lucking, R. (1997). Microcomputer-based computer-assisted instruction within differing subject areas: a statistical deduction. *Journal of Educational Computing Research, 16,* 281-296.

Cousins, J.B. & Ross, J.A. (1993). Improving higher order thinking skills by teaching “with” the

computer: a comparative study. *Journal of Research on Computing in Education, 26*, 94-115.
Derry, S., Tookey, K. & Roth, B. (1993). The effects of collaborative interaction and computer tool use on the problem-solving processes of lower-ability students. *ERIC Document*, No: 374 776.
Dibiase, J. (1996). Teaching higher order mathematics through graphics programming. *Journal of Educational Computing Research*, *15*, 261-281.
Gibbs, W.W. (1997). Taking computers to task. *Scientific American, 7*, 64-71.
Karasavvidis, I. (1999). *Learning to solve correlational problems. A study of the social and material distribution of cognition*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Twente.
Kulik, J.A. (1994). Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction. In E.L. Baker & H. F. O'Neil jr. (Eds.), *Technology assessment in education and training* (pp. 9-33). Hilsdale, NJ: LEA.
Lajoie, S.P. (1993). Computer environments as cognitive tools for enhancing learning. In S.D. Lajoie & S.J. Derry (Eds.), Computers as cognitive tools *(pp. 261-288). LEA.*
Lambrecht, J.J. (1993). Applications software as cognitive enhancers. *Journal of Research on Computing in Education*, *25*, 506-520.
Mokros, J.R. & Tinker, R.F. (1987). The impact of microcomputer-based labs on children's ability to interpret graphs. *Journal of Research in Science Teaching, 24*, 369-383.
Paas, F. (1993). *Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Twente.
Pauli, C. (1995). Comparing collaborative problem solving processes: an analysis of the dialogues of student pairs solving mathematical word problems using a computer-based cognitive tool vs. working with paper and pencil. *Paper presented at the 6th EARLI conference*, *Nijmegen, August 26-31*.
Pea, R.D. (1985). Beyond amplification: using the computer to reorganize mental functioning. *Educational Psychologist, 20,* 167-182.
Pea, R.D. (1987). Integrating human and computer intelligence. In R.D. Pea & K. Sheingold (Eds.), *Mirrors of minds. Patterns of experience in educational computing* (pp. 128-146). Ablex Publishing Corporation.
Pea, R.D. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations* (pp. 47-87). NY: Cambridge University Press.
Perkins, D.N. (1985). The fingertip effect: how information-processing technology shapes thinking. *Educational Researcher*, 11-17.
Ross, J.A. & Cousins, J.B. (1993a). Patterns of student growth in reasoning about correlational problems. *Journal of Educational Psychology, 85,* 49-65.
Ross, J.A. & Cousins, J.B. (1993b). Enhancing secondary school students' acquisition of correlational reasoning skills. *Research in Science and Technological Education, 11,* 191-205.
Salomon, G. (1985). Information technologies: what you see is not (always) what you get. *Paper presented at the annual AERA meeting*, Chicago, March.
Salomon, G. (1992). Effects with and of computers and the study of computer-based learning environments. In E. De Corte, M.C. Linn, H. Mandl & L. Verschaffel (Eds.), *Computer-based learning environments and problem solving* (pp. 249-263). NY: Springer-Verlag (NATO ASI Series F, vol. 84).
Salomon, G. & Perkins, D. (1996). Learning in wonderland: what do computers really offer education? In S.T. Kerr (Ed.). *Technology and the future of schooling. 95th yearbook of the national society for the study of education, part II* (pp. 111-130). Chicago: The University of Chicago Press.
Savelsbergh, E. (1998). *Improving mental representations in physics problem solving*. Unpublished Doctoral dissertation: University of Twente.
Tall, D. (1993). Interrelations between mind and the computer: processes, images and symbols. In D.L. Ferguson, (Ed). *Advanced educational technology for mathematics and science* (pp. 385-413). NY: Springer-Verlag (NATO ASI Series F, Vol. 107).
Vockell, E. & van Deusen, R.M. (1989). *The computer and higher order thinking skills*. California: Mitchell Publishing inc.
Woodruff, E. (1995). The effects of computer mediated communications on collaborative discourse in knowledge-building communities. *Paper presented at the annual AERA conference*, San Francisco.