

Αντιλαμβανόμενο Γνωστικό Φορτίο από την Ενσωμάτωση της Τεχνολογίας στη Μαθησιακή Διαδικασία: Εφαρμογή στην Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών Δημοτικής Εκπαίδευσης

Χαρούλα Αγγελή
Λέκτορας Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας
Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου
Λευκωσία, Κύπρος
cangeli@ucv.ac.cy

Νίκος Βαλανίδης
Αναπληρωτής Καθηγητής της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών
Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου
Λευκωσία, Κύπρος
nichri@ucv.ac.cy

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή εξέτασε κατά πόσο η χρήση εργαλείων του Διαδικτύου, όπως το *Filamentality*, και η συχνότητα με την οποία χρησιμοποιείται το Διαδίκτυο και το συγγραφικό πακέτο του *Hyperstudio* επηρεάζουν τις αντιλήψεις τεταρτοετών φοιτητών/τριών του Τμήματος Επιστημών της Αγωγής του Πανεπιστημίου Κύπρου για το γνωστικό φορτίο που επιβάλλει η προσπάθεια ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στη μαθησιακή διαδικασία, όπως μετρήθηκε με ένα ερωτηματολόγιο που απαντήθηκε στο τέλος του εξαμήνου. Με ένα άλλο ερωτηματολόγιο διαπιστώθηκε ότι οι φοιτητές/τριες είχαν θετικές στάσεις για την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη μαθησιακή διαδικασία. Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι, μετά το στατιστικό συνυπολογισμό της επίδρασης των μεταβλητών χρήση του Διαδικτύου και χρήση του *Hyperstudio* ως συσχετιζόμενων μεταβλητών, το αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο ήταν στατιστικά μικρότερο ($F = 4.32, p < .05$) για την ομάδα που διδάχτηκε και αξιοποίησε το εργαλείο *Filamentality*, ενώ μόνο η μεταβλητή χρήση του Διαδικτύου βρέθηκε να διαφέρει στατιστικά μεταξύ των δύο ομάδων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο, ενσωμάτωση της ΤΕΠ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενσωμάτωση της Τεχνολογίας της Επικοινωνίας και της Πληροφορίας (ΤΕΠ) στη Πανεπιστημιακή εκπαίδευση αποτελεί, σύμφωνα με τους ειδικούς, επιτακτικό ζητούμενο (Green, 1998), αφού είναι διαπιστωμένο ότι τα Πανεπιστήμια δεν έχουν καλύψει με επιταχυνόμενα βήματα την απαραίτητη απόσταση. Τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι οι Πανεπιστημιακοί δεν αξιοποιούν με συστηματικό και συνεχή τρόπο τις τεχνολογικές δυνατότητες για αναβάθμιση των προγραμμάτων σπουδών και των διδακτικών τους προσεγγίσεων (Caffarella & Zinn, 1999). Οι Massy και Zemsky (1995) υποστηρίζουν ακόμα ότι οι προσπάθειες ενσωμάτωσης της ΤΕΠ στο Πανεπιστημιακό επίπεδο επιδιώκουν κυρίως την αξιοποίηση των τεχνολογιών ως εργαλείων

ενίσχυσης της αποδοτικότητας των παραδοσιακών προσεγγίσεων. Η τάση αυτή αποκαλύπτεται με τους τρόπους με τους οποίους αξιοποιείται ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (ΗΥ) και οι δυνατότητές του (α) για ηλεκτρονική επεξεργασία εγγράφων, (β) για ανάρτηση πληροφοριών στο Διαδίκτυο, και (γ) για ηλεκτρονική επικοινωνία με αξιοποίηση των δυνατοτήτων του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Αντίθετα, υπάρχουν περιορισμένες εφαρμογές του ΗΥ ως εργαλείου για την καλλιέργεια των νοητικών δεξιοτήτων των φοιτητών/τριών και υποστήριξης της προσπάθειάς τους για την οικοδόμηση ή την αναδόμηση των γνωστικών τους δομών.

Προβάλλει επομένως επιτακτική η ανάγκη για εντατικοποίηση των προσπαθειών για ουσιαστική ενσωμάτωση της ΤΕΠ στη μαθησιακή διαδικασία. Η ανάγκη αυτή καθίσταται επιτακτικότερη για τα Παιδαγωγικά Τμήματα των Πανεπιστημίων, αφού οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί μπορούν να ενεργήσουν καταλυτικά για διάχυση της απαραίτητης τεχνολογίας και γνώσης. Με βάση αυτή την προοπτική, στα πλαίσια της προϋπηρεσιακής εκπαίδευσης εκπαιδευτικών δημοτικής εκπαίδευσης, επιχειρήθηκε να μελετηθούν τρόποι ενσωμάτωσης της ΤΕΠ σε ένα μάθημα για σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο. Έτσι, προσεγγίσαμε την ενσωμάτωση της τεχνολογίας από τη γνωστική άποψη με στόχο την υποβοήθηση των νοητικών ικανοτήτων των φοιτητών/τριών και της εννοιολογικής τους ανάπτυξης. Η προσπάθειά μας αυτή καθοδηγήθηκε από τρεις βασικές παραδοχές. Αρχικά, επιδιώξαμε την αξιοποίηση εύκολα προσβάσιμων και ανέξοδων τεχνολογιών που θα ήταν δυνατό να αξιοποιηθούν στο Δημοτικό Σχολείο. Αποφασίσαμε, επίσης, ότι έπρεπε να αξιοποιήσουμε τον όγκο των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στο Διαδίκτυο και να καθοδηγήσουμε τους φοιτητές/τριες να επιδιώξουν με συντονισμένες προσπάθειες να εντοπίσουν πηγές πληροφοριών που σχετίζονται με τη διδασκαλία της επιστήμης στο Δημοτικό Σχολείο. Οι πληροφορίες αυτές έπρεπε τελικά να αξιοποιηθούν για το σχεδιασμό διδακτικών δραστηριοτήτων με αξιοποίηση του Hyperstudio, που είναι ένα συγγραφικό πακέτο υπερμέσων.

Ειδικότερα, η έρευνα αυτή ασχολήθηκε με τις στάσεις των φοιτητών/τριών για τις νέες τεχνολογίες και την ανάγκη για ενσωμάτωσή τους στη διδασκαλία και μάθηση και κατά πόσο η χρήση εργαλείων του Διαδικτύου, όπως το Filamentality, και η συχνότητα με την οποία χρησιμοποιείται το Διαδίκτυο και το συγγραφικό πακέτο του Hyperstudio έχουν επίδραση στο αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο, όπως αυτό γίνεται αντιληπτό από τους φοιτητές/τριες.

ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΙ ΑΝΤΙΑΜΒΑΝΟΜΕΝΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΠΟΥ ΕΠΙΒΑΛΛΕΙ Η ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΤΕΠ

Η έννοια του γνωστικού φορτίου αποτελεί θεμελιώδη έννοια για το εγχείρημα ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στην εκπαίδευση. Το γνωστικό φορτίο αντιπροσωπεύει τη νοητική προσπάθεια που αναλαμβάνεται από τη βραχυπρόθεσμη μνήμη (εργαζόμενη μνήμη) σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (Cooper, 1990). Η θεωρία του γνωστικού φορτίου υποστηρίζει ότι οι περιορισμοί της βραχυπρόθεσμης μνήμης αποτελούν κύριο εμπόδιο για τη μάθηση και προτείνει διαδικασίες για βελτίωση του σχεδιασμού της διδασκαλίας με γνώμονα τους περιορισμούς της βραχυπρόθεσμης μνήμης (Sweller, 1994). Με βάση αυτή τη θεώρηση, οι διδακτικές δραστηριότητες δημιουργούν δύο είδη γνωστικού φορτίου στην εργαζόμενη μνήμη των ατόμων-μαθητών, του εξωγενούς και του ενδογενούς. Το ενδογενές γνωστικό φορτίο σχετίζεται άμεσα με τη δυσκολία του περιεχομένου της διδασκαλίας και είναι αδύνατη η τροποποίησή του με διδακτικούς σχεδιασμούς. Αντίθετα όμως το εξωγενές γνωστικό φορτίο σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά του μαθησιακού περιβάλλοντος ή με τους τρόπους με τους οποίους σχεδιάζεται και υλοποιείται μία διδακτική δραστηριότητα και επομένως είναι ευκολότερο να μεταβληθεί. Είναι φυσικά αποδεκτό ότι σε κάθε περίπτωση που το γνωστικό φορτίο υπερβαίνει τα όρια των νοητικών δυνατοτήτων του ατόμου, τότε η μάθηση παρεμποδίζεται, αφού είναι αδύνατη η επεξεργασία των διαθέσιμων

πληροφοριών. Κάθε προσπάθεια που αποβλέπει στον περιορισμό ή την ελαχιστοποίηση του εξωγενούς γνωστικού φορτίου συμβάλλει ουσιαστικά στην αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα της επιχειρούμενης διδακτικής προσέγγισης, αφού το συνολικό γνωστικό φορτίο περιορίζεται στα όρια των νοητικών δυνατοτήτων των ατόμων-μαθητών.

Το αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο αναφέρεται στη συνολική νοητική προσπάθεια που το άτομο θεωρεί ότι καταβάλλει για την καλύτερη διεκπεραίωση μιας μαθησιακής δραστηριότητας σε ορισμένο χρονικό διάστημα και δεν αναφέρεται στη νοητική του προσπάθεια σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η νοητική προσπάθεια αναφέρεται στους νοητικούς πόρους που το άτομο δεσμεύει ή επενδύει για την ολοκλήρωση μίας εργασίας και όχι στο χρόνο που απαιτείται για τη διεκπεραίωσή της.

Είναι φανερό ότι η προσπάθεια ενσωμάτωσης της τεχνολογίας σε συγκεκριμένο μάθημα δημιουργεί πρόσθετο γνωστικό φορτίο. Το πρόσθετο γνωστικό φορτίο πηγάζει από τα τεχνολογικά εργαλεία που οι μαθητές πρέπει να μάθουν τη χρήση τους (ενδογενές γνωστικό φορτίο) και από τους τρόπους με τους οποίους τα εργαλεία αυτά θα ενσωματωθούν στη διδασκαλία (εξωγενές γνωστικό φορτίο). Στην περίπτωση που τα άτομα τα οποία εμπλέκονται στη διαδικασία αυτή δεν είναι ώριμοι αλλά αρχάριοι χρήστες της τεχνολογίας, τότε η ενσωμάτωση της τεχνολογίας δημιουργεί υπερβολικές απαιτήσεις στις νοητικές προσπάθειές τους για επεξεργασία του όγκου των πληροφοριών που συνοδεύει τις προσπάθειες αυτές.

Στην έρευνα αυτή, επιδιώξαμε την ενσωμάτωση ή την αποφυγή ενσωμάτωσης γνωστικών εργαλείων στο μαθησιακό περιβάλλον, ώστε να διαφοροποιείται το εξωγενές γνωστικό φορτίο που σχετίζεται με την τεχνολογία. Ο περιορισμός ή η αύξηση του εξωγενούς γνωστικού φορτίου θα μπορούσε να επηρεάσει κατά αντιστρόφως ανάλογο τρόπο τις δυνατότητες των ατόμων για επεξεργασία των απαραίτητων πληροφοριών. Δεν υποστηρίζεται βεβαίως ότι τα γνωστικά αυτά εργαλεία μεταβάλλουν τη δυσκολία του προβλήματος, αλλά υποστηρίζεται ότι τα εργαλεία αυτά βοηθούν τα άτομα να οργανώσουν με αποτελεσματικότερο και αποδοτικότερο τρόπο τις πληροφορίες που θα αποτελέσουν αντικείμενο των μηχανισμών σκέψης τους. Σε τελευταία ανάλυση, υποστηρίζεται ότι κάθε ελάττωση του εξωγενούς γνωστικού φορτίου αυξάνει το υπολειπόμενο μέγεθος της εργαζόμενης μνήμης που μπορεί να ενεργοποιηθεί στη μαθησιακή διαδικασία, αφού είναι γνωστό ότι η βραχυπρόθεσμη μνήμη (εργαζόμενη μνήμη) έχει σημαντικά περιορισμένη χωρητικότητα και διάρκεια.

Ο ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ ΩΣ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ

Τα γνωστικά ή νοητικά εργαλεία (Jonassen, 2000) εμπλέκουν τα άτομα σε νοητικές διεργασίες για ανάλυση και κριτική αντιμετώπιση του περιεχομένου της διδασκαλίας καθώς και στην οργάνωση και αναπαράσταση της γνώσης τους. Τα εργαλεία αυτά περιλαμβάνουν εφαρμογές που σχετίζονται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και οι οποίες μπορούν να μελετηθούν σε μικρό σχετικά χρόνο, όπως οι βάσεις δεδομένων, τα λογιστικά φύλλα, οι μηχανές αναζήτησης πληροφοριών, τα συγγραφικά πακέτα υπερμέσων και άλλα. Για το σκοπό της παρούσας έρευνας, το ενδιαφέρον μας περιορίστηκε σε γνωστικά εργαλεία σκόπιμης αναζήτησης πληροφοριών και σε εργαλεία οικοδόμησης της γνώσης.

Εργαλεία Αναζήτησης Πληροφοριών

Χωρίς αμφιβολία, ο Παγκόσμιος Ιστός παρέχει ποικιλία πολλών θεμάτων και πολλές δυνατότητες για εξερεύνησή τους. Είναι όμως επίσης εύκολο για τα άτομα να αποπροσανατολίζονται και να μη συνειδητοποιούν το σημείο του υπερχώρου στο οποίο βρίσκονται και τα διαδοχικά κομβικά σημεία τα οποία τους οδήγησαν στο σημείο αυτό. Το

κυριότερο όμως πρόβλημα, από μαθησιακή άποψη, έγκειται στον υπερβολικό όγκο πληροφοριών που εντοπίζεται στο Διαδίκτυο με αποτέλεσμα τα άτομα να αδυνατούν να συνθέσουν και να ενσωματώσουν τις πληροφορίες αυτές στις γνωστικές τους δομές. Ο Jonassen (2000) υποστηρίζει ότι το "εκπαιδευτικό μυστικό" για την αξιοποίηση του Διαδικτύου είναι η σκόπιμη και συστηματική προσπάθεια. Μόνο αν τα άτομα έχουν ξεκάθαρο σκοπό, μία συγκεκριμένη πρόθεση, τότε είναι δυνατό να επικεντρώσουν την προσοχή τους και να επινοήσουν διαδικασίες αναζήτησης εκείνων μόνο των πληροφοριών που τους είναι απαραίτητες για ικανοποίηση του σκοπού τους. Κατάλληλα εργαλεία για το σκοπό αυτό αποτελούν οι μηχανές αναζήτησης πληροφοριών. Μία μηχανή αναζήτησης πληροφοριών θεωρείται γνωστικό εργαλείο, διότι ενεργοποιεί την κριτική σκέψη, αφού τα άτομα υποχρεώνονται σε συνεχή και κριτική αξιολόγηση των πληροφοριών που εντοπίζονται καθώς και της αξίας τους για την οικοδόμηση ή την αναπαράσταση των ιδεών των ατόμων.

Επιπρόσθετα, τα διάφορα εργαλεία του Διαδικτύου, όπως το εργαλείο *Filamentality* [www.kn.pacbell.com/wired/fil] συμβάλλουν στη διαφοροποίηση του γνωστικού φορτίου που επιβάλλεται με την αναζήτηση πληροφοριών από το Διαδίκτυο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δυνατότητα που παρέχεται για τη δημιουργία ιστοσελίδας για την καταχώρηση και οργάνωση των αποτελεσμάτων της εξερεύνησης του Διαδικτύου με τη δημιουργία ενός Hotlist ή/και ενός Scrapbook. Το Hotlist αποτελεί κατάλογο με κομβικές συνδέσεις που περιέχουν πληροφορίες καταχωρημένες σε κείμενο, οι οποίες είναι οργανωμένες σε κατηγορίες και υποκατηγορίες ανάλογα με το περιεχόμενό τους. Στο Scrapbook αντίθετα περιέχεται κατάλογος με κομβικές συνδέσεις που περιέχουν πληροφορίες σε διάφορες μορφές, όπως εικόνες, ήχοι και ταινίες οι οποίες σχετίζονται με το υπό εξέταση θέμα. Τα άτομα μπορούν να αξιοποιήσουν ένα Hotlist για μελετήσουν ένα θέμα και στη συνέχεια να καταφύγουν σε ένα Scrapbook για να διερευνήσουν οπτικές, ακουστικές ή εικονικές πτυχές του θέματος που τις θεωρούν σημαντικές. Οι πληροφορίες που περιέχονται σε ένα Hotlist και σε ένα Scrapbook μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν σε ένα συγγραφικό πακέτο υπερμέσων, όπως το Hyperstudio, και να αξιοποιηθούν για σχεδιασμό διδακτικών προσεγγίσεων.

Εργαλεία Οικοδόμησης της Γνώσης

Τα εργαλεία οικοδόμησης της γνώσης, όπως τα υπερμέσα, είναι εργαλεία με τα οποία τα άτομα εμπλέκονται ενεργά σε διαδικασίες σχεδιασμού και αναπαράστασης της γνώσης, όπως αυτή γίνεται κατανοητή από τα ίδια τα άτομα. Το Hyperstudio, για παράδειγμα, είναι ένα πολύ γνωστό συγγραφικό πακέτο υπερμέσων που χρησιμοποιείται ευρύτατα από εκπαιδευτικούς και μαθητές για την κοινοποίηση των ιδεών τους με ένα είδος εικονικής επικοινωνίας όπου συνυπάρχουν πληροφορίες σε μορφή κειμένου, γραφικών, ήχου και ταινιών. Από θεωρητική άποψη, τα συγγραφικά πακέτα υπερμέσων έχουν τα χαρακτηριστικά του οικοδομισμού του Papert (1990), ο οποίος υποστηρίζει ότι τα άτομα πρέπει απαραίτητα να εμπλέκονται σε διαδικασίες οικοδόμησης της γνώσης. Ο Perkins (1986) θεωρεί επίσης ότι η θεμελιακή παραδοχή του οικοδομισμού στηρίζεται στη γνώση ως σχεδιασμός που προϋποθέτει ότι τα άτομα πρέπει να εμπλέκονται σε διαδικασίες σχεδιασμού διδακτικών προσεγγίσεων και υλικών, και όχι απλά να επεξεργάζονται και να ερμηνεύουν δεδομένα και πληροφορίες που παρουσιάζονται από τους εκπαιδευτικούς.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σε ένα μάθημα, το οποίο απέβλεπε στην αξιολόγηση σύγχρονων προσεγγίσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο, είχαν εγγραφεί 41 τεταρτοετείς φοιτητές/τριες που, με βάση τις εγγραφές, ήταν κατανεμημένοι σε δύο ομάδες για εργαστηριακή άσκηση. Το μάθημα περιελάμβανε μία δίωρη εβδομαδιαία διάλεξη και μία εβδομαδιαία εργαστηριακή εργασία διάρκειας 90 λεπτών. Οι κύριοι στόχοι του μαθήματος ήταν η εξοικείωση και εξάσκηση των

φοιτητών/τριών σε σύγχρονες τάσεις της διδακτικής της Επιστήμης στο Δημοτικό Σχολείο και η προσπάθεια να κατανοηθούν και να αξιοποιηθούν οι σχέσεις επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας. Επιδιώκταν επίσης η κατανόηση της επιστήμης ως συνεχούς κοινωνικής δραστηριότητας και όχι ως ανενεργού γνώσης ασύνδετων δεδομένων και πληροφοριών.

Κατά τη διάρκεια του εξαμήνου πραγματοποιήθηκαν 13 δίωρες διαλέξεις και 13 εργαστηριακές συναντήσεις. Στις διαλέξεις συμμετείχε το σύνολο των φοιτητών/τριών, ενώ στις εργαστηριακές συναντήσεις οι φοιτητές/τριες ήταν χωρισμένοι σε δύο ομάδες με βάση τις εγγραφές. Σε πέντε εργαστηριακές συναντήσεις, οι φοιτητές/τριες μελέτησαν τις δυνατότητες και τη χρήση της τεχνολογίας αλλά και τρόπους ενσωμάτωσής της στη διδασκαλία. Οι συναντήσεις αυτές δεν είχαν προγραμματιστεί από την αρχή αλλά πραγματοποιήθηκαν όταν οι φοιτητές/τριες ένοιωθαν ότι ήθελαν βοήθεια για τα αντίστοιχα θέματα της τεχνολογίας που θα αξιοποιούσαν στις εργασίες που ανέλαβαν. Στις άλλες οκτώ συναντήσεις, οι φοιτητές/τριες είχαν συνηθισμένη εργαστηριακή εργασία για θέματα του αναλυτικού προγράμματος της Επιστήμης του Δημοτικού Σχολείου.

Για τους σκοπούς της έρευνας, οι ερευνητές εντόπισαν αρχικά 100 ιστοσελίδες στο Διαδίκτυο οι οποίες είχαν σχέση με **την επιστημονική και τεχνολογική εγγραμματοσύνη** που πρέπει να καλλιεργείται στο Δημοτικό Σχολείο. Στη συνέχεια, έγινε επιλογή 50 ιστοσελίδων με τυχαίο τρόπο οι οποίες αξιολογήθηκαν με βάση μία δέσμη κριτηρίων που περιελάμβανε την ακρίβεια και το εύρος των παρεχομένων πληροφοριών αλλά και την άμεση σχέση τους με την καθημερινή ζωή. Ο κατάλογος των ιστοσελίδων και τα κριτήρια αξιολόγησής τους αναρτήθηκαν σε ιστοσελίδα η οποία κοινοποιήθηκε στους φοιτητές/τριες. Ο κάθε φοιτητής/τρια έπρεπε στη συνέχεια (α) να επιλέξει ένα θέμα από το αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού Σχολείου, (β) να εντοπίσει και να αξιολογήσει ιστοσελίδες με πληροφορίες για το θέμα αυτό και (γ) να σχεδιάσει μία διδακτική προσέγγιση διάρκειας 80 λεπτών με κατάλληλη ενσωμάτωση της τεχνολογίας. Το θέμα της διδασκαλίας έπρεπε να σχετίζεται με την επιστήμη στο Δημοτικό Σχολείο και να απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας 7-12 ετών. Οι φοιτητές/τριες καθοδηγήθηκαν να σχεδιάσουν τις διδακτικές τους προσεγγίσεις με βάση αρχές των θεωριών μάθησης που υιοθετούν μαθητοκεντρικές προσεγγίσεις και αποδέχονται την ενεργό συμμετοχή των ατόμων-μαθητών στην οικοδόμηση της γνώσης τους. Για την υλοποίηση των προδιαγραφών αυτών ζητήθηκε επίσης από τους φοιτητές/τριες να ενσωματώσουν στη διδακτική τους προσέγγιση το συγγραφικό πακέτο του Hyperstudio αξιοποιώντας τις δυνατότητές του και τη συνεπαγόμενη προστιθέμενη διδακτική του αξία.

Έχει ήδη αναφερθεί ότι σε κάθε εργαστηριακή ομάδα φοιτητών/τριών αφιερώθηκαν πέντε συναντήσεις για μελέτη των τρόπων ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στη μαθησιακή διαδικασία. Η κάθε εργαστηριακή ομάδα εκπαιδεύτηκε τόσο στη χρήση και αξιοποίηση του συγγραφικού πακέτου του Hyperstudio όσο και στη χρήση και αξιοποίηση του Διαδικτύου. Ακόμα και σε όσες περιπτώσεις οι φοιτητές/τριες ήταν ενημερωμένοι για το συγγραφικό πακέτο του Hyperstudio και τις δυνατότητες του Διαδικτύου ένοιωθαν την ανάγκη για επιπρόσθετη καθοδήγηση. Για το λόγο αυτό, αφιερώθηκαν τρεις εργαστηριακές συναντήσεις για το συγγραφικό πακέτο του Hyperstudio και την προστιθέμενη διδακτική του αξία και δύο εργαστηριακές συναντήσεις για τις δυνατότητες και την αξιοποίηση του Διαδικτύου. Οι εργαστηριακές συναντήσεις για το Διαδίκτυο ήταν όμως σκόπιμα διαφοροποιημένες στις δύο εργαστηριακές ομάδες. Έτσι, η πρώτη ομάδα μελέτησε απλά τις στρατηγικές που οδηγούν σε αποτελεσματική διερεύνηση των πηγών του Διαδικτύου καθώς και τις διάφορες μηχανές αναζήτησης και την καταλληλότητά τους ανάλογα με το είδος των πληροφοριών που αναζητούνται, όπως εικόνες, ήχοι, ταινίες κλπ. Αντίθετα, η δεύτερη ομάδα ασχολήθηκε όχι μόνο με τα θέματα αυτά αλλά και με το εργαλείο του Διαδικτύου Filamentality και την αξιοποίησή του για την οργάνωση των πληροφοριών που εντοπίζονται. Συγκεκριμένα, ο κάθε φοιτητής/τρια δημιούργησε ένα Hotlist και ένα Scrapbook αξιοποιώντας τις δυνατότητες του Filamentality. Οι πληροφορίες που οι φοιτητές/τριες οργάνωσαν σε Hotlists και Scrapbooks

έπρεπε στη συνέχεια να αξιοποιηθούν για το σχεδιασμό των διδακτικών τους προσεγγίσεων με χρήση του συγγραφικού πακέτου Hyperstudio και σε συνδυασμό με άλλες δραστηριότητες.

Συλλογή Δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τρία ερωτηματολόγια. Στην αρχή του εξαμήνου, οι φοιτητές/τριες απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο για να διαπιστωθεί η συχνότητα με την οποία χρησιμοποιούσαν το Διαδίκτυο ή το συγγραφικό πακέτο του Hyperstudio. Οι ερωτήσεις περιείχαν μία κλίμακα τύπου Likert βαθμολογημένη από το 1 μέχρι το 5 (ποτέ, σπάνια, μερικές φορές, συχνά, πολύ συχνά). Οι φοιτητές/τριες απάντησαν επίσης σε ένα άλλο ερωτηματολόγιο με 15 ερωτήσεις της ίδιας μορφής που εξέταζε τις στάσεις τους απέναντι στην ΤΕΠ και την ανάγκη για ενσωμάτωσή της στη μαθησιακή διαδικασία. Οι ερωτήσεις αυτές ήταν βαθμολογημένες από το 1 μέχρι το 5 (διαφωνώ πολύ, διαφωνώ, αναποφάσιτος(η), συμφωνώ, συμφωνώ πολύ). Στο τέλος του εξαμήνου, οι φοιτητές απάντησαν σε ένα τρίτο ερωτηματολόγιο που μετρούσε το γνωστικό φορτίο, όπως ο κάθε φοιτητής/τρια το αντιλαμβάνονταν. Για τη μέτρηση του αντιλαμβανόμενου γνωστικού φορτίου χρησιμοποιήθηκε και πάλιν μία κλίμακα Likert βαθμολογημένη από το 1 μέχρι το 5 (πολύ μικρή νοητική προσπάθεια, μικρή νοητική προσπάθεια, ούτε μικρή ούτε μεγάλη νοητική προσπάθεια, μεγάλη νοητική προσπάθεια, πολύ μεγάλη νοητική προσπάθεια).

Το αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο που οφειλόταν στην τεχνολογία ήταν διαφορετικό για τις δύο εργαστηριακές ομάδες. Για την πρώτη ομάδα, το αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο μετρήθηκε με βάση (α) τη νοητική προσπάθεια που απαιτήθηκε για τη μελέτη των δυνατοτήτων του Hyperstudio, (β) τη νοητική προσπάθεια που απαιτήθηκε για έρευνα και εντοπισμό πληροφοριών από το Διαδίκτυο για τις εργασίες των φοιτητών και (γ) τη νοητική προσπάθεια που απαιτήθηκε για το σχεδιασμό διδακτικών δραστηριοτήτων με το συγγραφικό πακέτο του Hyperstudio. Με ανάλογο τρόπο, το αντιλαμβανόμενο νοητικό φορτίο για τη δεύτερη ομάδα μετρήθηκε με βάση τις τρεις αυτές παραμέτρους αλλά και τη νοητική προσπάθεια που απαιτήθηκε για την εκμύηση και ενσωμάτωση του Filamentality. Η μόνη διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων εντοπίζεται στη χρησιμοποίηση, από τη δεύτερη ομάδα, του Filamentality για την οργάνωση των πληροφοριών των φοιτητών/τριών σε Hotlists και Scrapbooks, ενώ η πρώτη ομάδα δεν εκπαιδεύτηκε και δε χρησιμοποίησε καθόλου το Filamentality.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των φοιτητών/τριών στις 15 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που αξιολογούσε τις στάσεις των φοιτητών/τριών για την ΤΕΠ και την ενσωμάτωσή της στη μαθησιακή διαδικασία. Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων και ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για το σύνολο των 41 φοιτητών/τριών ανεξάρτητα από τις εργαστηριακές τους ομάδες.

Η συντριπτική πλειοψηφία των φοιτητών/τριών συμφώνησε απόλυτα με την ανάγκη για ενσωμάτωση της ΤΕΠ στη μαθησιακή διαδικασία και σχεδόν όλοι δήλωσαν αυτοπεποίθηση για να εκπαιδευτούν στη χρήση και αξιοποίηση της τεχνολογίας. Έδειξαν επίσης ενθουσιασμό στη σκέψη ότι θα είχαν τη δυνατότητα να ασχοληθούν με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στις διδακτικές τους προσεγγίσεις. Παρά το σκεπτικισμό με τον οποίο μερικοί φοιτητές/τριες αντιμετώπιζαν τη διδασκαλία με τη βοήθεια των ΗΥ, όλοι συμφωνούσαν για τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών για τη δημιουργία αποδοτικότερων και ελκυστικότερων μαθησιακών περιβαλλόντων. Υπήρχε ολοφάνερα ένα συνολικό θετικό κλίμα, θετικές στάσεις και ετοιμότητα για ενσωμάτωση της τεχνολογίας από την αρχή του εξαμήνου.

Πίνακας 1
Οι Αρχικές Στάσεις των Φοιτητών/τριών για την Τεχνολογία της Επικοινωνίας και της Πληροφορίας και την Ενσωμάτωσή της στη Μαθησιακή Διαδικασία (n=41)

Ερώτηση	Διαφωνώ πολύ %	Διαφωνώ %	Αναποφάσιστος %	Συμφωνώ %	Συμφωνώ πολύ %
Νοιώθω άνετα να μαθαίνω τις νέες τεχνολογίες	2.4	9.8	9.8	39.0	39.0
Η χρήση του ΗΥ αποτελεί μια δεξιότητα την οποία οι μαθητές πρέπει να αναπτύξουν	0.0	0.0	0.0	17.1	82.9
Ο ΗΥ με κάνει να νιώθω άγχος διότι αν κάτι πάει στραβά δε θα ξέρω τι να κάνω	19.5	53.7	12.2	9.8	4.9
Νιώθω άνετα να μάθω να χρησιμοποιώ τον ΗΥ με τις δυνατότητες που έχω	2.4	9.8	4.9	58.5	24.4
Η χρήση του ΗΥ στην εκπαίδευση με προβληματίζει	9.8	24.4	9.8	46.3	9.8
Η χρήση του ΗΥ στην εκπαίδευση με ενθουσιάζει	0.0	2.4	7.3	53.7	36.6
Η χρήση του ΗΥ στην εκπαίδευση με ενδιαφέρει	0.0	2.4	0.0	51.2	46.3
Η χρήση του ΗΥ στην εκπαίδευση με φοβίζει	26.8	41.5	14.6	14.6	2.4
Οι ΗΥ μου προκαλούν σύγχυση	34.1	48.8	7.3	9.8	0.0
Δε νομίζω ότι ο ΗΥ θα μου είναι χρήσιμος στο επάγγελμά μου	82.9	14.6	0.0	0.0	2.4
Το απολαμβάνω όταν μαθαίνω να χρησιμοποιώ τις νέες τεχνολογίες	0.0	2.4	12.2	39.0	46.3
Η χρησιμοποίηση του ΗΥ στην τάξη μου θα σημαίνει περισσότερη δουλειά για μένα	0.0	9.8	14.6	56.1	19.5
Πιστεύω ότι ο ΗΥ θα αλλάξει τον τρόπο που διδάσκω	0.0	2.4	9.8	56.1	31.7
Πιστεύω ότι ο ΗΥ θα επηρεάσει τον τρόπο που μαθαίνουν οι μαθητές μου	0.0	2.4	2.4	53.7	41.5
Ό,τι κάνει ο ΗΥ μπορώ να το κάνω εξίσου καλά με κάποιον άλλο τρόπο	7.3	68.3	22.0	2.4	0.0

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τα στατιστικά περιγραφικά δεδομένα για τη συχνότητα χρήσης του Διαδικτύου και του συγγραφικού πακέτου του Hyperstudio στην αρχή του εξαμήνου και πριν από τη συγκεκριμένη προσπάθεια. Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει τα στατιστικά περιγραφικά δεδομένα για το αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο που δημιουργείται, όταν οι φοιτητές χρησιμοποιούν τα εργαλεία αυτά για το σχεδιασμό διδακτικών δραστηριοτήτων.

Πίνακας 2
Στατιστικά Δεδομένα για τη Συχνότητα Χρήσης των Λογισμικών (n=41)

	Ομάδα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	n
Διαδίκτυο	1	4.48	0.75	21
	2	4.85	0.37	20
Hyperstudio	1	2.29	0.64	21
	2	2.70	0.57	20

Πίνακας 3
Στατιστικά Δεδομένα για το Αντιλαμβανόμενο Γνωστικό Φορτίο (n=41)

Ομάδα	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	<u>n</u>
1	10.00	1.70	21
2	8.55	1.23	20
Σύνολο	9.30	1.65	41

Οι φοιτητές/τριες της δεύτερης ομάδας φάνηκε ότι χρησιμοποιούσαν με μεγαλύτερη συχνότητα και το Διαδίκτυο και το συγγραφικό πακέτο του Hyperstudio, ενώ οι φοιτητές/τριες της πρώτης ομάδας ανέφεραν ότι αντιλαμβάνονταν μεγαλύτερο γνωστικό φορτίο όταν χρησιμοποιούσαν τα εργαλεία αυτά για το σχεδιασμό διδακτικών δραστηριοτήτων. Για να ελεγχθούν στατιστικά οι αρχικές αυτές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων, έγινε ανάλυση διακύμανσης με εξαρτημένη μεταβλητή το αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο και συσχετιζόμενες μεταβλητές τη συχνότητα χρήσης του Διαδικτύου και τη συχνότητα χρήσης του συγγραφικού πακέτου του Hyperstudio. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4
Ανάλυση Διακύμανσης του Αντιλαμβανόμενου Γνωστικού Φορτίου με Συσχετιζόμενες Μεταβλητές τη Συχνότητα Χρήσης του Διαδικτύου και του Hyperstudio (n=41)

Διακύμανση	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>Signif.</u>
Intercept	118.87	1	118.87	60.73	.00
Χρήση Διαδικτύου	9.30	1	9.30	4.75	.036*
Χρήση Hyperstudio	1.60	1	1.60	0.82	.37
Ομάδες/Παρέμβαση	8.45	1	8.45	4.32	.045*
Λάθος	72.42	37	1.96		

* $p < 0.05$.

Η ανάλυση έδειξε ότι, μετά το στατιστικό συνυπολογισμό των αρχικών διαφορών μεταξύ των δύο ομάδων στις συχνότητες χρήσης του Διαδικτύου και του Hyperstudio, το αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο ήταν στατιστικά υψηλότερο για την πρώτη ομάδα ($F = 4.32$, $p < .05$). Από τις δύο συσχετιζόμενες μεταβλητές μόνο για τη χρήση του Διαδικτύου υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων ($F = 4.75$, $p < .05$) με μεγαλύτερη συχνότητα χρήσης από τους φοιτητές/τριες της δεύτερης ομάδας.

Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν τη μεγάλη επίδραση που μπορεί να έχει η εξοικείωση και η ικανότητα χρήσης ενός εργαλείου, που δημιουργείται με την αυξημένη συχνότητα της χρήσης του, στη μείωση του γνωστικού φορτίου κατά τις προσπάθειες ενσωμάτωσης του εργαλείου αυτού στη διδασκαλία. Οι φοιτητές/τριες που διδάχτηκαν και αξιοποίησαν το εργαλείο του Filamentality ανέφεραν ότι έμαθαν πολύ εύκολα να χρησιμοποιούν το εργαλείο αυτό και ότι γενικά αντιμετώπισαν μικρότερο γνωστικό φορτίο κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της εργασίας τους. Το αντιλαμβανόμενο γνωστικό αυτό φορτίο ήταν στατιστικά χαμηλότερο για τη δεύτερη ομάδα ακόμη και μετά το στατιστικό συνυπολογισμό των αρχικών διαφορών μεταξύ των δύο ομάδων αναφορικά με τη συχνότητα χρήσης του Διαδικτύου και του Hyperstudio. Αυτό υποδηλώνει ότι από μόνο του το εργαλείο Filamentality έχει δυνατότητες περιορισμού της νοητικής προσπάθειας που απαιτείται για τη διδακτική αξιοποίηση των πληροφοριών του Διαδικτύου.

Όταν οι φοιτητές/τριες της δεύτερης ομάδας προσδιόριζαν το αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο που αντιμετώπιζαν κατά την εκτέλεση της εργασίας τους, έντεκα από αυτούς θεωρούσαν ότι ήταν μικρότερο συγκριτικά με το αντιλαμβανόμενο γνωστικό φορτίο που θα αντιμετώπιζαν χωρίς την αξιοποίηση του Filamentality. Κατά την άποψή τους, το Filamentality είναι ένα εργαλείο που το έμαθαν με ευκολία και το οποίο τους βοήθησε να οργανώσουν τις πληροφορίες από την έρευνά τους σε κατηγορίες. Η κατηγοριοποίηση των πληροφοριών ήταν πολύ βοηθητική, αφού έτσι ήταν ευκολότερη η πρόσβαση στις πληροφορίες τη στιγμή που τους ήταν απαραίτητες. Οι υπόλοιποι εννέα φοιτητές/τριες συμφωνούσαν επίσης ότι το Filamentality είναι εύκολο και φιλικό για τους χρήστες και ότι η νοητική προσπάθεια που κατέβαλαν για την εκτέλεση των εργασιών τους ήταν πολύ μικρότερη από αυτή που θα κατέβαλλαν χωρίς την αξιοποίηση του Filamentality, επειδή όλες οι πληροφορίες ήταν ήδη οργανωμένες με συστηματικό τρόπο και ήταν εύκολο να ενσωματωθούν στο συγγραφικό πακέτο του Hyperstudio ή τις άλλες διδακτικές τους δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το μέγεθος του αντιλαμβανόμενου γνωστικού φορτίου που συνεπάγεται η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδασκαλία μπορεί να ρυθμίζεται με αποτελεσματικό τρόπο με την αξιοποίηση γνωστικών εργαλείων που υποβοηθούν τα άτομα να οργανώνουν με αποδοτικότερο τρόπο τις γνωστικές τους δραστηριότητες. Χωρίς αμφιβολία, οι φοιτητές/τριες που αξιοποίησαν το εργαλείο Filamentality κατέβαλαν μικρότερη νοητική προσπάθεια για την ολοκλήρωση των εργασιών τους σε σχέση με τους φοιτητές/τριες που δεν αξιοποίησαν το εργαλείο αυτό. Το εργαλείο Filamentality χρησιμοποιήθηκε ως γνωστικό εργαλείο για την οργάνωση των πληροφοριών και διευκόλυνε την ανάκληση και αξιοποίηση των πληροφοριών τη στιγμή που αυτές ήταν απαραίτητες για τους φοιτητές/τριες. Με τον τρόπο αυτό, περιορίστηκε το εξωγενές γνωστικό φορτίο που συνεπάγεται η προσπάθεια ενσωμάτωσης της τεχνολογίας της ΤΕΠ στη μαθησιακή διαδικασία.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Οι νέες τεχνολογίες και οι δυνατότητές τους δεν είναι δυνατό ή φρόνιμο να αγνοηθούν σε μελλοντικές προσπάθειες αναμόρφωσης των εκπαιδευτικών μας συστημάτων. Χωρίς αμφιβολία, τα Παιδαγωγικά Τμήματα των Πανεπιστημίων επωμίζονται τη σημαντική ευθύνη να ενσωματώσουν τις νέες τεχνολογίες στα προγράμματα προϋπηρεσιακής εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών. Η προσπάθεια αυτή δεν αποτελεί εύκολο εγχείρημα, ενώ η απουσία ουσιαστικής ερευνητικής μαρτυρίας καθιστά δύσκολη τη συζήτηση για τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της ενσωμάτωσης της ΤΕΠ στη μαθησιακή διαδικασία. Αν η τεχνολογία θεωρηθεί ως απλό προσάρτημα για χάριν της θεωρητικής τεχνολογικής αναβάθμισης της διδασκαλίας, τότε δεν υπάρχει βάσιμη ελπίδα για ουσιαστικές αλλαγές στην εκπαιδευτική πρακτική. Αν όμως η τεχνολογία θεωρηθεί ως διδακτικό εργαλείο με προστιθέμενη διδακτική αξία σε συγκεκριμένες διδακτικές προσεγγίσεις, τότε υπάρχει η ευοίωνη προσδοκία ότι αυτή θα αποτελέσει συστατικό μέρος του μικρόκοσμου της σχολικής τάξης. Η θεωρία του γνωστικού φορτίου μπορεί από την

άλλη να αξιοποιηθεί για την υποβοήθηση των προσπαθειών ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στη μαθησιακή διαδικασία και το σχεδιασμό ποιοτικά βελτιωμένων συνθηκών μάθησης. Με βάση τα αποτελέσματα της δικής μας προσπάθειας, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στα προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών πρέπει να σχεδιάζεται με συστηματικά και προσεκτικά βήματα. Στο βηματισμό αυτό πρέπει απαραίτητα να συνυπολογίζονται τα ακόλουθα: (α) τα τεχνολογικά μέσα ή εργαλεία που θα αξιοποιηθούν πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμα και χαμηλού κόστους, (β) η εκμάθηση και αξιοποίηση της χρήσης και των δυνατοτήτων τους δεν πρέπει να είναι δύσκολη, ώστε το συνολικό γνωστικό φορτίο από την ενσωμάτωση της τεχνολογίας να διατηρείται χαμηλό, (γ) η εκμάθηση της χρήσης των τεχνολογικών εργαλείων δεν πρέπει να αποτελεί την προτεραιότητα της διδακτικής προσέγγισης, αλλά οι προσπάθειες να επικεντρώνονται στις διαδικασίες ενσωμάτωσης της τεχνολογίας με τρόπο που να διευκολύνεται η επίτευξη επιθυμητών επιδιώξεων και (δ) οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρέπει να αποκτήσουν τα εφόδια για σχεδιασμό διδακτικών προσεγγίσεων με ενσωμάτωση της τεχνολογίας με τρόπους που θα διευκολύνουν τον έλεγχο του μεγέθους του εξωγενούς γνωστικού φορτίου, ώστε το συνολικό γνωστικό φορτίο να μην υπερβαίνει τις περιορισμένες δυνατότητες της εργαζόμενης μνήμης των ατόμων. Οι σχεδιασμοί αυτοί πρέπει να είναι προσεκτικοί και να αξιοποιούν τις αρχικές θετικές στάσεις των ατόμων για τις διαφημιζόμενες δυνατότητες των νέων τεχνολογιών και τα πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσής τους στη μαθησιακή διαδικασία. Ζητούμενο δεν αποτελεί η γενικόλογη θεώρηση των ουσιαστικών πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας ως διδακτικού μέσου με πολλαπλές δυνατότητες αλλά πότε και πώς η ενσωμάτωση της τεχνολογίας εμπεριέχει προστιθέμενη μαθησιακή αξία και υποστηρίζει την επίτευξη ουσιαστικών μαθησιακών επιδιώξεων. Απαιτούνται επομένως συντονισμένες ερευνητικές προσπάθειες για εντοπισμό και μελέτη των μεταβλητών που σχετίζονται με την προσπάθεια ενσωμάτωσης των τεχνολογιών ως εργαλείων διδασκαλίας και μάθησης. Οι προσπάθειες αυτές πρέπει να συνυπολογίζουν ανάμεσα σε πολλές άλλες παραμέτρους και τα πορίσματα ερευνών που επιχειρούν να αξιοποιήσουν τεχνολογικά εργαλεία και προσεγγίσεις για έλεγχο τόσο του αντιλαμβανόμενου γνωστικού φορτίου όσο και του πραγματικού γνωστικού φορτίου το οποίο συνεπάγεται η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδασκαλία, αφού η ΤΕΠ παρέχει δυνατότητες άμεσης μέτρησης του γνωστικού φορτίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cafarella, R. S., & Zinn, L. R. (1999), Professional development for faculty: A conceptual framework for barriers and supports. *Innovative Higher Education*, 23(4), 241
- Cooper, G. (1990), Cognitive load theory as an aid for instructional design. *Australian Journal of Educational Technology*, 6(2), 108-113
- Green, K. C. (1998), *1998 Campus Computing Survey*. [Online] Available: <http://www.campuscomputing.net/summaries/1998/index.html>
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking (2nd Ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall
- Massy, W. F., & Zemsky, R. (1995), *Using information technology to enhance academic productivity*. Presented at the 1995 CAUSE conference: [Online] Available: <http://www.educause.edu/nlii/keydocs/massy.html>
- Papert, S. (1990), Introduction by Seymour Papert. In I. Harel (Ed.), *Constructionist learning*. Boston: MIT Laboratory
- Perkins, D. N. (1986), *Knowledge as design*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Sweller, J. (1994), Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312