

Αξιολόγηση Βασισμένη σε Ειδικούς Προγραμμάτων ΑεξΑΕ ως προς τον Ανθρώπινο Παράγοντα: Μια Προσέγγιση Πλαισίου

Καρούλης Αθανάσης, Ταρνανάς Ιωάννης, και Πομπόρτσης Ανδρέας

Τμήμα Πληροφορικής – Αριστοτέλειο Παν/μιο Θεσσαλονίκης

PO Box 888 – 54.124 Θεσσαλονίκη

karoulis@csd.auth.gr, ioannist@psy.auth.gr, apombo@csd.auth.gr

Περίληψη

Η εργασία αυτή περιγράφει την αξιολόγηση βασισμένη σε ειδικούς (expert-based) περιβαλλόντων Ανοικτής και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης (ΑεξΑΕ). Η εργασία ασχολείται κυρίως με τους τομείς της Επικοινωνίας Ανθρώπου – Υπολογιστή (Human-Computer Interaction – HCI) και του Ανθρώπινου Παράγοντα (Human Factors – HF), αλλά κυρίως με τη συνέργεια αυτών των δύο στο πεδίο της ΑεξΑΕ. Η περισσότερο υποσχόμενη προσέγγιση για την εφαρμοσμένη αξιολόγηση της ΑεξΑΕ είναι αυτή που επιχειρεί να προσαρμόσει τις ιδέες της έρευνας της σχετικής με την Κατανεμημένη Γνωστικότητα ⁽¹⁾ (distributed cognition) με ένα τρόπο που να είναι ιδιαίτερα εύχρηστος για τους σχεδιαστές λογισμικού. Αν και το πλαίσιο της Κατανεμημένης Γνωστικότητας εμπεριέχει πλείστες περιπτώσεις και ερμηνείες κατάλληλες για σχεδιαστές λογισμικού, δεν έχει χρησιμοποιηθεί μέχρι τώρα σαν πλαίσιο για την αξιολόγηση γνωστικής εργασίας, η οποία *διαμοιράζεται* ανάμεσα σε ανθρώπους και τεχνητά, *πορεύεται* δια μέσου του χρόνου και *διαχέεται* στους άυλους πόρους της ΑεξΑΕ. Έτσι, η βασική συνεισφορά αυτής της εργασίας είναι, αφ' ενός να παρουσιάσει τις σύγχρονες ερευνητικές τάσεις στο πεδίο και αφ' ετέρου να διακρίνει τις δυσκολίες και να προτείνει δρόμους για την επικείμενη έρευνα στο περίπλοκο αυτό πεδίο που συνδυάζει την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, την Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή και τον Ανθρώπινο Παράγοντα σε μια νέα ολιστική προσέγγιση.

Λέξεις - κλειδιά

Αξιολόγηση (Evaluation), Ευχρηστία (Usability), Ευμάθεια (Learnability), Ανθρώπινος Παράγοντας (Human Factors), Κατανεμημένη Γνωστικότητα (Distributed Cognition).

Εισαγωγή

Οι περισσότεροι σύγχρονοι οργανισμοί ξοδεύουν μεγάλα ποσά για εκπαίδευση και κατάρτιση του προσωπικού τους, με προφανή στόχο να αυξήσουν την αποδοτικότητα του ανθρώπινου δυναμικού τους. Βασική τάση στην ανάγκη αυτή είναι η χρήση εναλλακτικών μορφών εκπαίδευσης και κατάρτισης, όπως εκπαίδευση υποστηριζόμενη από υπολογιστή (computer based training – CBT), από απόσταση εκπαίδευση (distance learning) ή κάποια άλλη παραλλαγή που περιέχει την παράμετρο της τεχνολογίας και η οποία ταιριάζει καλύτερα στην υπό μελέτη περίπτωση.

Από την άλλη μεριά, η σύγχρονη έρευνα στον τομέα του Ανθρώπινου Παράγοντα (Human Factors) ενδιαφέρεται για συμμετοχικές και συνεργατικές προσεγγίσεις στο σχεδιασμό και τη χρήση συστημάτων που βασίζονται σε υπολογιστές. Η συνεργασία ανάμεσα σε ερευνητές και χρήστες στο πεδίο αυτό ξεκίνησε με την πρωτοποριακή εργασία των Donald Norman (Norman, 1986) και Alan Newel (Card et al., 1983), και θεμελίωσε το πέρασμα από την ιδέα του *Ανθρώπινου Παράγοντα* (Human Factors) σαν παθητικού παρατηρητή στην ιδέα του *Ανθρώπινου Άγοντα* (Human Actors), όπου δημιουργούνται μοντέλα για διαδράσεις ανάμεσα σε ανθρώπους, τεχνητά (artifacts) και τα περιβάλλοντα στα οποία λαμβάνει χώρα η διάδραση (Preece, et al., 1994). Το είδος αυτό της πολιτισμικά σημαντικής, διεπιστημονικής, και χρηστοκεντρικής έρευνας πάνω στους πόρους και στον έλεγχο των διαδικασιών σχεδιασμού και χρήσης, συνεισέφερε τελικά σημαντικά σε αυτό που ονομάζεται στις μέρες μας “η σκανδιναβική προσέγγιση στο σχεδιασμό συστημάτων” (Ericsson and Smith, 1991).

⁽¹⁾ Η απόδοση του παγκοσμίως επικρατήσαντος όρου «distributed cognition» στα ελληνικά δεν είναι ακόμα καθορισμένη. Στο χώρο της ψυχολογίας αποδίδεται σαν «διαμοιραζόμενη συνείδηση», όμως αντ' αυτού προτιμάται σε αυτή την εργασία ο όρος «κατανεμημένη γνωστικότητα» που είναι πιο κοντά στην πληροφορική ορολογία.

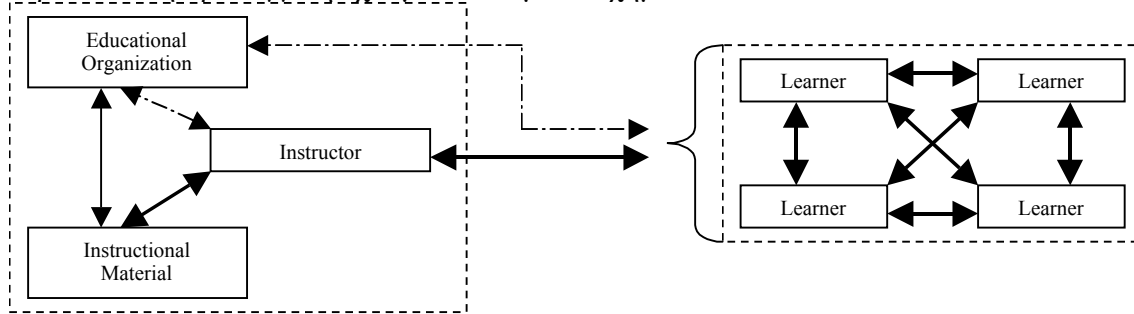
Το Κανάλι Επικοινωνίας

Πέρα από τη θεωρητική θεμελίωσή της σαν επιστημονικό πεδίο, η ΑεξΑΕ ακόμα υποφέρει από τις παιδικές ασθένειές της: την απομόνωση του σπουδαστή και την επακόλουθη αδράνειά του και την απώλεια ενδιαφέροντος. Πολλές λύσεις προτάθηκαν, με διαφορετικούς βαθμούς επιτυχίας, όμως σε τελική ανάλυση οι ρίζες του προβλήματος βρίσκονται σε ένα θέμα που σχεδόν κάθε ερευνητής του πεδίου υποδεικνύει: η μετάβαση από την παραδοσιακή τάξη στο από απόσταση αντίστοιχό της, διέρρηξε την προσωπική επαφή ανάμεσα στα συμμετέχοντα μέλη και οδήγησε στην απομόνωση του σπουδαστή. Η απομόνωση αυτή με τη σειρά της αποκόπτει και τις υπόλοιπες κοινωνικές διαδράσεις ανάμεσα σε διδάσκοντα και διδασκόμενο, αλλά και ανάμεσα στους ίδιους τους διδασκόμενους. Όμως η διάδραση ανάμεσα στα μέλη μιας μαθησιακής κοινότητας έχει αποδειχθεί ως υψίστης σημασίας σε κάθε εκπαιδευτικό περιβάλλον και δεν πρέπει να υποτιμάται. Κάποιο επικοινωνιακό κανάλι πρέπει συνεπώς να διατηρηθεί και να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες. Αν θέλουμε να το διατυπώσουμε με όρους των επιστημονικών τομέων που εμπλέκονται, θα λέγαμε ότι το επικοινωνιακό αυτό κανάλι είναι η σύντηξη του Ανθρώπινου Παράγοντα, της ΑεξΑΕ και της Επικοινωνίας Ανθρώπου-Υπολογιστή (HCI). Ο Grudin (1990) περιγράφει την αλλαγή εστίασης στο HCI από τον μεμονωμένο χρήστη που χρησιμοποιεί τον μεμονωμένο υπολογιστή προς ομάδες ατόμων που επικοινωνούν με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Οι Rogers και Ellis (1994) υποστηρίζουν ότι η παραδοσιακή ανάλυση αναγκών (task analysis) δεν είναι πλέον αποδοτική στο σχεδιασμό και τη μοντελοποίηση εξ αποστάσεως περιβαλλόντων και υποστηρίζουν ότι ένα καταλληλότερο σημείο αναφοράς είναι το εμπλεκόμενο δίκτυο ανθρώπων και τεχνημάτων. Στην προσέγγιση αυτή το κέντρο βάρους εστιάζει στο μετασχηματισμό των πληροφοριακών αναπαραστάσεων, όπως αυτές αναπαράγονται μέσα στο δίκτυο, αλλά και το πώς αυτές οι διαμοιραζόμενες αναπαραστάσεις χρησιμοποιούνται για το συγχρονισμό της μάθησης μέσα στο επικοινωνιακό κανάλι. Αυτή, η γνωστή σαν *Κατανεμημένη Γνωστικότητα* (*distributed cognition*) προοπτική, χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια σειρά δραστηριοτήτων από την πλοήγηση διαστημοπλοίων έως στην επίλυση παιδικών puzzles (Hutchins and Palen, 1993), ενώ επίσης η Κατανεμημένη Γνωστικότητα συζητάται σαν παράμετρος μιας θεωρίας που μπορεί να γεφυρώσει το ερευνητικό χάσμα ανάμεσα στην τεχνολογικά υποστηριζόμενη συνεργατική εργασία (computer supported co-operative work – CSCW), την ΑεξΑΕ (Open and Distance Learning – ODL) και την Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή (Human-Computer Interaction – HCI) (Nardi, 1996). Όμως, παρά τους ισχυρισμούς αυτούς και παρά το γεγονός ότι η Κατανεμημένη Γνωστικότητα προοπτικά είναι ιδιαίτερα σχετική με τη θεωρία και το σχεδιασμό στην Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή, οι ιδέες της δεν έχουν μέχρι τώρα τύχει της ανάλογης προσοχής στην κοινότητα του HCI.

Σε πιο συγκεκριμένους όρους, οι παραδοσιακές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις χρησιμοποιούν έντυπο υλικό και διαλέξεις σαν το βασικό εργαλείο διαμοιρασμού γνώσης. Στις διαδικτυακές παραλλαγές τους το ανηρητημένο (on-line) δημοσιευμένο υλικό παίζει τον ίδιο ρόλο. Όμως και στις δύο παραλλαγές πρέπει να εγκαθιδρυθεί ένα επικοινωνιακό κανάλι για να μπορέσει ο σπουδαστής να έχει πρόσβαση στην προσφερόμενη γνώση. Έτσι μπορούμε να ισχυριστούμε ότι ομοιότητες και διαφορές της παραδοσιακής εκπαίδευσης και της ΑεξΑΕ προκύπτουν από το γεγονός της προσφοράς γνώσης, αλλά και από τη μέθοδο διαμοιρασμού. Ο ορισμός συνεπώς που ακολουθείται εδώ δηλώνει ότι *το επικοινωνιακό κανάλι είναι οι τρόποι, οι μέθοδοι και τα εργαλεία που υλοποιούν την επικοινωνιακή διάδραση ανάμεσα στους συμμετέχοντες και το εκπαιδευτικό περιβάλλον*. Η εξήγηση αυτών των εννοιών θα διαφανεί στα επόμενα σχήματα.

Στα επόμενα, το σύνολο των δεικτικών γραμμών αποτελεί το επικοινωνιακό κανάλι, ενώ τα παραλληλόγραμμα το εκπαιδευτικό περιβάλλον. Το πάχος της κάθε γραμμής δηλώνει την ισχύ της διάδρασης, μια παχύτερη δηλαδή γραμμή δηλώνει μια ισχυρότερη αλληλεπίδραση.

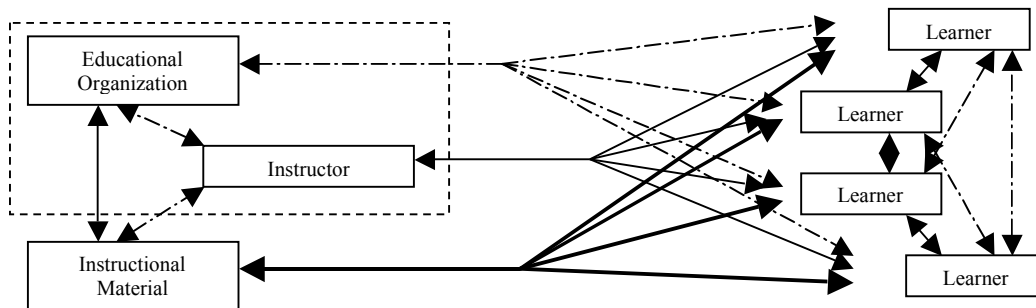
Στην παραδοσιακή προσέγγιση έχουμε το επόμενο σχήμα:



Σχήμα 1: Το παραδοσιακό επικοινωνιακό κανάλι.

Ο διδάσκων ανήκει στον εκπαιδευτικό οργανισμό και έχει ισχυρή επίδραση στο εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο μάλιστα σε μεγάλο ποσοστό παράγεται από τον ίδιο (διαλέξεις, ασκήσεις, σημειώσεις κλπ), καθώς και από τον εκπαιδευτικό οργανισμό (έντυπο υλικό κλπ). Η “τάξη” έρχεται σε επαφή με με το μαθησιακό υλικό μέσω του διδάσκοντα, ενώ συγχρόνως οι διδασκόμενοι διατηρούν ισχυρή κοινωνική επαφή μεταξύ τους, διευκολύνοντας έτσι την ανταλλαγή γνώσης και μετα-γνώσης.

Στην περίπτωση όμως που υφίσταται φυσική απόσταση ανάμεσα στους συμμετέχοντες, όπως στην περίπτωση εξ αποστάσεως περιβαλλόντων, το ανωτέρω σχήμα διαφοροποιείται σημαντικά:



Σχήμα 2: Το ΑεξΑΕ επικοινωνιακό κανάλι.

Η ιδέα της τάξης με τη συνήθη έννοια δεν είναι πλέον παρούσα, λόγω του φαινομένου της εξατομίκευσης (individualization) που εμφανίζεται σε όλες τις μορφές της ΑεξΑΕ. Επιπροσθέτως, η ιδέα του διδάσκοντος είναι επίσης κατά πολύ ασθενέστερη, άλλωστε αυτός πλέον αποκαλείται “καθηγητής-σύμβουλος” σύμφωνα με την ορολογία του ΕΑΠ (ΕΑΠ, 1999). Οι διδασκόμενοι έρχονται σε άμεση επαφή κυρίως με το μαθησιακό υλικό, ενώ ο καθηγητής-σύμβουλος υποχωρεί σε ένα πιο υποστηρικτικό ρόλο και ουσιαστικά ο ρόλος του διαχέεται σε αυτόν του μάνατζερ και του “καταλύτη γνώσης” μάλλον παρά του διευθύνοντα (Squires & McDougall, 1994). Συγχρόνως, η διάσπαση της τάξης στα στοιχεία της (τους διδασκόμενους) οδηγεί στην εξατομικευμένη διάδραση ανάμεσα στον καθηγητή-σύμβουλο και κάθε διδασκόμενο, η οποία όμως είναι επίσης σημαντικά ασθενέστερη.

Είναι πλέον ευρέως παραδεκτό ότι γνώση και μάθηση ενυπάρχουν και συμβαίνουν σε συγκεκριμένα μαθησιακά επεισόδια (e.g. Brown et al., 1989, Laurillard, 1993). Η εγκατεστημένη (situated) όψη της μάθησης υπονοεί ότι τα αποτελέσματα της μάθησης με χρήση πληροφορικής και επικοινωνιακής τεχνολογίας εξαρτώνται από το πλαίσιο που διαδραματίζονται, με όλα τα συστατικά του μαθησιακού περιβάλλοντος (ανθρώπους και τεχνήματα) να αλληλεπιδρούν και να συνεισφέρουν στη μαθησιακή διαδικασία. Σύμφωνα με αυτή τη θεώρηση, η προσπάθεια των τρίτης γενιάς ΑεξΑΕ περιβαλλόντων είναι εδώ και καιρό προσανατολισμένη στην αναβάθμιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ καθηγητή-συμβούλου και διδασκόμενων, αλλά και μεταξύ των διδασκόμενων σε ένα επίπεδο που να πλεονεκτεί έναντι του υπάρχοντος. Έτσι το επικοινωνιακό κανάλι φαίνεται να αποτελεί ίσως το πιο σημαντικό συστατικό της ΑεξΑΕ, και η αέναη και ισχυρή παρουσία του πρέπει να διατηρείται με κάθε κόστος. Τα πρώτα σημεία σε αυτή την κατεύθυνση

είναι ικανοποιητικά: πράγματι, μια εφαρμόσιμη λύση φαίνεται να είναι η Τηλεματική (όλες οι μορφές ηλεκτρονικής επικοινωνίας). Για πολλούς παροχείς ΑεξΑΕ η Τηλεματική είναι γεγονός και συχνά παρουσιάζεται σαν ένα βιώσιμο υποκατάστατο της πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνίας, αν όχι σαν πανάκεια για την ΑεξΑΕ ειδικότερα, αλλά και την εκπαίδευση γενικότερα (Mugler & Landbeck, 2000).

Η Εκπαιδευτική Αξιολόγηση

Πολλοί συγγραφείς εξέφρασαν την ελπίδα ότι ο εποικοδομητισμός (constructivism) θα οδηγήσει σε καλύτερο εκπαιδευτικό λογισμικό και κατ' επέκταση σε καλύτερη μάθηση (πχ. Papert 1993, Jonassen, 1994). Υποστηρίζουν την ανάγκη ανοικτών (open-ended), διερευνητικών (exploratory) και αυθεντικών (authentic) μαθησιακών περιβαλλόντων, στα οποία οι μαθητευόμενοι μπορούν να αναπτύξουν γνώση και μάθηση που να έχει νόημα στα πλαίσια του ατόμου. Η τάση που εγκαινίασαν αυτοί οι συγγραφείς είχε σαν αποτέλεσμα την πρόταση κανόνων και κριτηρίων για:

- την ανάπτυξη εποικοδομητικού τύπου λογισμικού (πχ. Rieber, 1992, Cunningham et al., 1993, Honebein et al., 1993, Driscoll, 1994, Grabinger & Dunlap, 1995, Savery & Duffy, 1995, Duffy & Cunningham, 1996, Grabinger, 1996, Squires, 1996, Hannafin & Land, 1997, Grabinger et al., 1997)
- και τον καθορισμό νέων παιδαγωγικών (πχ. Guest, 1990, Hill, 1990, Edwards, 1990, Davis, 1990, Laurillard, 1992, Watson, 1992).

Ένα επαναλαμβανόμενο θέμα αυτών των κανόνων και οδηγιών είναι ότι η μάθηση πρέπει να είναι αυθεντική, τόσο σε γνωστικό όσο και σε συμβατικό επίπεδο. Ένας από τους ισχυρισμούς του εποικοδομητισμού είναι ότι η μάθηση είναι μια προσωπική διαδικασία, εξαρτώμενη από την ιδιοσυγκρασία του ατόμου που χαρακτηρίζεται από το ότι τα άτομα εξελίσσουν γνώση και μάθηση με διατύπωση και επεξεργασία εννοιών (Piaget, 1952), γεγονός το οποίο οδηγεί τελικά στα πέντε κοινωνιο-εποικοδομητικά μαθησιακά κριτήρια (Squires & Preece, 1999) που πρέπει να πληρούνται για να χαρακτηριστεί ένα μαθησιακό επεισόδιο σαν κοινωνιο-εποικοδομητικό: αξιοπιστία (credibility) στη δομή του περιβάλλοντος, περιπλοκότητα (complexity) αντίστοιχη με την πραγματικότητα, δυνατότητα απόκτησης και κατοχής (ownership) ιδεών, συνεργατικότητα (collaboration) και πρόγραμμα (curriculum), τόσο σε επίπεδο περιεχομένου όσο και σε επίπεδο διδασκόντων.

Όπως τονίζουν οι Young, et al., (1990) τέτοιες προϋποθέσεις προκαλούν την ανάκληση γνωστών μοντέλων τύπου GOMS (στόχοι – goals, δράσεις – operations, μέθοδοι – methods, κριτήρια επιλογής – selection rules) (Card et al., 1983, Kieras & Polson, 1985). Ο έλεγχος της διάδρασης σε αυτά τα μοντέλα επιτυγχάνεται κατά μεγάλο ποσοστό μέσω γνωστικών δομών, εσωτερικές για κάθε χρήστη. Η ονομαζόμενη επεξεργαστική διαδικασία ανακαλεί ορατά αντικείμενα σχετικά με την ανα χείρας διεργασία και στο εκτελεστικό στάδιο επιλέγονται κατάλληλες διεργασίες που σχετίζονται με τα επιλεγθέντα αντικείμενα. Η παρατήρηση αυτή ώθησε μια αλληλουχία προσπαθειών στη μοντελοποίηση αυτού που αποκλήθηκε “διάδραση οθόνης – display-based interaction”. Όμως όλες οι σχετικές θεωρητικές προσεγγίσεις προσπαθούσαν να χαρακτηρίσουν τη διάδραση οθόνης σε σχέση με μια διάδραση ανάμεσα σε πληροφορία που είναι εξωτερική του χρήστη και τη γνώση που ο χρήστης προσθέτει στη διάδραση. Με αυτή την έννοια, μπορούν να θεωρηθούν ότι αποτελούν μοντέλα που αντανakλούν στοιχεία της προσέγγισης της Κατανεμημένης Γνωστικότητας.

Εκτός από τη δουλειά του Zhang στην ΑεξΑΕ (Zhang & Norman, 1994), έχουν υπάρξει λίγες διακεκριμένες προσπάθειες για να χρησιμοποιηθούν οι ιδέες της Κατανεμημένης Γνωστικότητας για να εξηγήσουν φαινόμενα του HCI. Οι Scaife and Rogers (1996) αναλύουν γραφικές αναπαραστάσεις σαν φόρμες εξωτερικής γνωστικότητας (external cognition) και τονίζουν τη σημασία της συνειδητοποίησης του ότι τα χαρακτηριστικά αυτών των αναπαραστάσεων επηρεάζουν τη σκέψη και την αιτιολόγηση. Όμως δεν αναφέρουν καμιά περίπτωση δράσης ή διάδρασης. Ο Monk (1999) σημειώνει ότι αυτά τα μοντέλα διάδρασης μέσω οθόνης αντιπροσωπεύουν μόνο ένα είδος διάδρασης. Εξελίσσοντας ένα πλαίσιο ταξινόμησης διαφορετικών διαδραστικών μοντέλων, ο Monk αποδεικνύει ότι τα μοντέλα γραφικών αναπαραστάσεων δεν είναι ικανά να μοντελοποιήσουν συγκεκριμένους τύπους διαδράσεων, όπως για παράδειγμα η διάδραση

σε καθοδηγούμενες διασυνδέσεις. Μιας και ο έλεγχος της διάδρασης ανατίθεται ολοκληρωτικά στο σύστημα σε αυτά τα μοντέλα, δεν θα μπορούσε να δομηθεί μια αλάνθαστη διάδραση σε ένα μοντέλο που περιέχει κρυφές διαδρομές. Για να αποφευχθούν λάθη διαδρομής σε αυτά τα συστήματα, η μνήμη του χρήστη η σχετική με τα αποτελέσματα προηγούμενων δράσεων πρέπει επίσης να παίζει ρόλο στον έλεγχο της διάδρασης. Επίσης για να συμπεριληφθεί ένα ευρύτερο φάσμα διαδραστικών στυλ, χρειάζεται μια πιο γενική προσέγγιση για το ρόλο της πληροφορίας της οθόνης στην υποστήριξη της διάδρασης, και μάλιστα μια προσέγγιση που να μπορεί να εκτείνεται σε μια περιοχή διαδραστικών στυλ. Το Μοντέλο Πόρων που περιγράφεται στη συνέχεια στοχεύει να το πετύχει αυτό με μια πιο σκεπτικιστική χρήση των ιδεών της Κατανεμημένης Γνωστικότητας. Η έρευνα τώρα του Ανθρώπινου Παράγοντα στον εκπαιδευτικό τομέα διερευνά την οπτική αναζήτηση των μενού του υπολογιστή και των μορφών της οθόνης. Τα μοντέλα αυτά παρέχουν λεπτομερείς και εμπειρικά πιστοποιημένες ερμηνείες των εμπλεκόμενων αντιληπτικών, γνωστικών, και κινητικών διεργασιών (Kieras, 1988). Όμως υπάρχουν κάποιες γνωστές δυσκολίες στην αξιολόγηση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων εν γένει, όπως η δυσκολία να προβλέψει κανείς τη διαδρομή που θα ακολουθήσει κάθε μαθητευόμενος στην εργασία του με το εκπαιδευτικό λογισμικό (Tselios et al., 2001), ή το γεγονός ότι τέτοια περιβάλλοντα συνήθως επεκτείνονται όσο χρησιμοποιούνται (Hoyles, 1993). Παρ' όλα αυτά, εν γένει συνηθίζεται να μελετάται η ευχρηστία ενός εκπαιδευτικού λογισμικού σε συνάρτηση με την εκπαιδευτική του αξία. (Squires & Preece, 1999, Tselios et al., 2001, Georgiadou & Economides, 2000).

Όμως το πρόβλημα της αξιολόγησης του εκπαιδευτικού λογισμικού σε σχέση με τον Ανθρώπινο Παράγοντα φαίνεται να απασχολεί πολλούς από τους ασχολούμενους με το HCI. Είναι σημαντικό να γνωρίζει κανείς αν το λογισμικό χρησιμοποιείται όπως σχεδιάστηκε να χρησιμοποιείται. Αν χρησιμοποιείται διαφορετικά απ' ό,τι σχεδιάστηκε, τότε είναι σημαντικό να ανακαλυφθεί αν αυτή η χρήση είναι συμβατή με την κρατούσα πρακτική στο πεδίο. Η περισσότερα υποσχόμενη προσέγγιση για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού Ανθρώπινου Παράγοντα είναι αυτή που επιχειρεί να προσαρμόσει τις ιδέες της έρευνας της Κατανεμημένης Γνωστικότητας με ένα τρόπο που να είναι χρήσιμος για τους σχεδιαστές HCI. Η προσέγγιση αυτή περιγράφεται σαν *Μοντέλο Κατανεμημένων Πόρων Πληροφοριών (Distributed Information Resources Model)* ή Μοντέλο Πόρων για συντομία. Το Μοντέλο Πόρων λαμβάνει σοβαρά υπ' όψιν του την ιδέα που προτάθηκε στο HCI από τον Suchman (1987), ότι διάφοροι τύποι πληροφορίας μπορούν να χρησιμεύσουν σαν πόροι για δράση καθώς και ότι ένα σύνολο αφηρημένων δομών πληροφορίας μπορεί να διαμοιραστεί ανάμεσα σε ανθρώπους και τεχνουργήματα. Το Μοντέλο Πόρων εισάγει επίσης την ιδέα της διαδραστικής στρατηγικής και περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο διαφορετικές στρατηγικές διάδρασης εξερευνούν διαφορετικές δομές πληροφορίας και πόρους σαν αφηρημένα για δράση. Με αυτή την έννοια το Μοντέλο Πόρων αποτελεί μοντέλο του HCI σύμφωνα με το πως το αντιλαμβάνεται η Κατανεμημένη Γνωστικότητα. Όμως ουσιαστικά το μοντέλο αυτό εφαρμόζεται μόνο σε περιστατικά μεμονωμένης εκπαιδευτικής αλληλεπίδρασης μάλλον παρά σε συνεργατικά περιβάλλοντα (Wright et al., 1997). Ο στόχος της συνεχιζόμενης έρευνας στο πεδίο είναι να εφαρμοστεί το Μοντέλο Πόρων σε εφαρμογές συνεργατικής από απόσταση εκπαίδευσης, όπου οι πόροι πραγματικά διαμοιράζονται ανάμεσα στους συμμετέχοντες. Με τον τρόπο αυτό ελπίζεται ότι θα διερευνηθεί η αξία του Μοντέλου Πόρων σαν ένα πλαίσιο γεφύρωσης στην έρευνα ανάμεσα στο HCI, την ΑεξΑΕ και τη Συνεργατική Μάθηση Υποστηριζόμενη από Υπολογιστή (Computer Supported Cooperative Work – CSCW).

Αξιολογήσεις βασισμένες σε ειδικούς (expert-based) και αξιολογήσεις με χρήστες (user-based ή empirical)

Οι ευρύτερα εφαρμοζόμενες μεθοδολογίες αξιολόγησης είναι οι με ειδικούς και οι εμπειρικές (με χρήστες), σύμφωνα με την ταξινόμηση των περισσότερων ερευνητών στο χώρο (πχ. Preece et al., 1994, Lewis & Rieman, 1994). Οι αξιολογήσεις με ειδικούς είναι μια σχετικά οικονομική και αποδοτική διαμορφωτική (πριν από την ολοκλήρωση του προϊόντος) αξιολόγηση που μπορεί να εφαρμοστεί ακόμα και σε σχέδια ή πρωτότυπα του συστήματος μέχρι το σχεδόν έτοιμο για διανομή προϊόν. Η βασική ιδέα είναι να παρουσιάζονται διεργασίες (tasks) που υποστηρίζονται από το

σύστημα σε μια διεπιστημονική ομάδα ειδικών που παίζουν το ρόλο χρηστών και προσπαθούν να ανακαλύψουν προβλήματα και δυσλειτουργίες στο σχεδιασμό.

Όμως, σύμφωνα με τους Lewis & Rieman (1994) «δεν μπορείς να πεις πραγματικά πόσο καλή είναι η δουλειά σου, χωρίς να βάλεις ανθρώπους να τη χρησιμοποιήσουν». Η φράση αυτή εκφράζει την πλατειά πεποίθηση ότι η εμπειρική αξιολόγηση είναι τελικά αναπόφευκτη. Γιατί τότε δεν χρησιμοποιούνται αποκλειστικά εμπειρικές προσεγγίσεις αλλά συνεχίζεται η έρευνα και για τις βασισμένες σε ειδικούς; Όπως θα φανεί στη συνέχεια, η αποδοτικότητα των εμπειρικών μετριάζεται ισχυρά από τους πόρους που καταναλώνουν και από κάποια άλλα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν, ενώ από την άλλη μεριά οι με ειδικούς αξιολογήσεις έχουν εν τω μεταξύ ωριμάσει αρκετά ώστε να αποτελούν μια καλή εναλλακτική λύση.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα στις εμπειρικές αξιολογήσεις είναι η προκατάληψη (bias) στις απαντήσεις των χρηστών. Ο Κατερέλος (2001, σ. 445) αναφέρει τέσσερα βασικά προβλήματα: την αδυναμία των ατόμων να λένε «όχι», τη συμμόρφωσή τους με την κοινή λογική, τα «αθώα ψεμματάκια» και το φαινόμενο του επισκιασμού των επομένων ερωτήσεων ανάλογα με τις απαντήσεις που δόθηκαν στις προηγούμενες.

Παλαιότερα ο Maier (1931) έβαλε ανθρώπους να λύσουν το πρόβλημα των δύο σκοινιών που κρέμονται από το ταβάνι, αρκετά μακριά όμως για να μπορέσει κανείς να τα πιάσει συγχρόνως. Τους ζήτησε να δέσουν τις άκρες τους. Μια λύση είναι να δέσει κανείς κάποιο βάρος στο ένα, να το θέσει σε αιώρηση, να πιάσει το άλλο και να περιμένει να έρθει κοντά το αιωρούμενο. Αποδείχθηκε δύσκολο πρόβλημα και λίγοι χρήστες βρήκαν αυτή ή κάποια άλλη λύση. Κάποιες φορές, όσο οι άνθρωποι δούλευαν με το πρόβλημα, ο Maier “τυχαία” χτυπούσε το ένα από τα σκοινιά και το έθετε σε κίνηση. Τα δεδομένα έδειξαν ότι τότε οι άνθρωποι έβρισκαν πιο εύκολα τη λύση. Το σημείο ενδιαφέροντος για εμάς είναι ότι όταν ο Maier τους ρωτούσε πως λύσαν το πρόβλημα, σχεδόν κανείς δεν έλεγε “όταν χτυπήσατε το σκοινί και το θέσατε σε αιώρηση μου έδωσε την ιδέα”, αλλά έδιναν διάφορες άλλες αληθοφανείς εξηγήσεις, αν και ο Maier ήξερε ότι δεν ήταν έτσι. Το συμπέρασμα είναι ότι οι άνθρωποι πολλές φορές δεν θέλουν ή απλά δεν μπορούν να σου πούν την αλήθεια, καθώς είναι πολύ συχνές οι περιπτώσεις όπου αυτοί απλά δεν συνειδητοποιούν όλες τις διαστάσεις του προβλήματος.

Ο επόμενος πίνακας συνοψίζει τις βασικές διαφορές των εμπειρικών και των με ειδικούς αξιολογήσεων.

Πίνακας 1: Σύγκριση εμπειρικών αξιολογήσεων και αξιολογήσεων με ειδικούς

	Αξιολογήσεις με ειδικούς	Εμπειρικές Αξιολογήσεις
Υπέρ	<ul style="list-style-type: none"> • Οικονομικές μέθοδοι • Γρήγορες • Εφαρμόζονται νωρίς στο σχεδιαστικό κύκλο • Εύκολη προετοιμασία και διεξαγωγή • Εφαρμόσιμες σε όλα τα στάδια • Αποτιμούν τη σοβαρότητα του προβλήματος • Καλός παράγοντας απόδοσης/κόστους 	<ul style="list-style-type: none"> • Αποκαλύπτουν προβλήματα πραγματικών χρηστών • Υποδεικνύουν σχεδόν όλα τα προβλήματα • Αποτελεσματικές, ακόμα και σε περίπλοκες διασυνδέσεις • Άμεση περιγραφή του προβλήματος • Απαραίτητες αν θέλουμε έγκυρα αποτελέσματα
Κατά	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν αποκαλύπτουν όλα τα προβλήματα • Χρειάζονται έμπειροι αξιολογητές • Δυσκολία στην πρόταση λύσεων • Συχνά χάνεται η εικόνα του “όλου” • Οι αξιολογητές συχνά ξεχνούν ότι παίζουν το ρόλο του χρήστη • Ειδικοί του HCI αλλά και ειδικοί του υπό εξέταση τομέα είναι απαραίτητοι 	<ul style="list-style-type: none"> • Δύσκολες και ακριβές στην υλοποίηση • Εφαρμόζονται μετά από ένα συγκεκριμένο στάδιο ολοκλήρωσης • Χρειάζονται αντιπροσωπευτικούς χρήστες • Δυσκολία στην ανεύρεση των χρηστών • Οι χρήστες συνήθως δεν συμφωνούν για τη σοβαρότητα των προβλημάτων • Οι χρήστες μπορεί να είναι προκατειλημένοι

Στην εργασία αυτή το κέντρο βάρους είναι οι αξιολογήσεις με ειδικούς. Μια τέτοια αξιολόγηση του Ανθρώπινου Παράγοντα σχετική με εκπαιδευτικό λογισμικό έγινε ήδη με βασικό άξονα την προσέγγιση της Κατανεμημένης Γνωστικότητας από μια διεπιστημονική ομάδα ειδικών (Williams, 1993). Πολλά από τα μειονεκτήματα της εφαρμογής αυτής της θεωρίας είναι κοινά με άλλες αξιολογητικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στο HCI, ειδικά αυτών που βασίζονται σε Ευρετικούς Κανόνες (heuristics). Ένα πλεονέκτημα της Κατανεμημένης Γνωστικότητας σχετικά με

τον πολλές φορές μεγάλο όγκο δεδομένων είναι ότι η θεωρία βοηθάει να εστιάσει κανείς στο σωστό σημείο στα δεδομένα με την έμφαση που δίνει στην εμπειρία του ειδικού και την επιλογή αντιπροσωπευτικών καταστάσεων των διαδικασιών. Ένα δεύτερο πρόβλημα είναι ότι ίσως κανείς δεν μπορεί να καταγράψει τα δεδομένα με το μέσο που επιθυμεί. Βέβαια, στις περισσότερες περιπτώσεις αυτό δεν ισχύει. Σε εργαστηριακά τεστ για παράδειγμα, στη διάρκεια του κύκλου κατασκευής, είναι απίθανο οι χρήστες ή οι ειδικοί να αρνηθούν να καταγραφούν οι συμπεριφορές τους με κάποιο μέσο. Η έμφαση της Κατανεμημένης Γνωστικότητας στην εμπειρία του ειδικού βοηθάει επίσης στην κατεύθυνση της απόκτησης της εμπιστοσύνης. Η τελευταία δυσκολία είναι το ότι η μέθοδος είναι χρονοβόρα, όπως όλες οι αναλυτικές μέθοδοι, ακόμα και αυτές που βασίζονται στην καταγραφή με βίντεο. Είναι ένα πρόβλημα που συναντάται σε όλες τις εταιρείες που χρησιμοποιούν το HCI, όπου η προσπάθεια “να βγει το προϊόν” είναι σημαντική. Η θεωρία δίνει τα μέσα για τη μείωση του χρόνου ανάλυσης. Η θεωρία και η γνώση στο πεδίο βοηθούν στον προσδιορισμό του σωστού βάθους ανάλυσης για την απόκτηση της κατάλληλης ποσότητας πληροφορίας σε εύλογο χρόνο. Μια ανάλυση της κατανομής της γνωστικής εργασίας στο επικοινωνιακό κανάλι στη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, δίνει ενδείξεις της γνωστικότητας που είναι εσωτερική στο άτομο. Τέλος, αυτή η προσέγγιση είναι ευέλικτη, με την έννοια ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικά στάδια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, και με διαφορετικές διαμορφώσεις του συστήματος (Pew & Mavor, 1998).

Προσαρμογή στο Διαδίκτυο

Σύμφωνα με τον Marchionini (1990), η χρήση υπερμέσων και το Διαδίκτυο επιτρέπουν στους χρήστες πρόσβαση σε αχανείς ποσότητες πληροφορίας διαφορετικού τύπου, έλεγχο πάνω στις διαδικασίες μάθησης και αλληλεπίδραση με τον υπολογιστή και τους άλλους μαθητευομένους. Μια πιλοτική έρευνα στο πανεπιστήμιο Cornell (Fitzelle & Trochim, 1996) είχε σαν βασικό ερευνητικό ερώτημα, το αν το Διαδίκτυο μπορούσε να αυξήσει την εντύπωση των μαθητών ότι μαθαίνουν. Τα ερευνητικά αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φοιτητές θεωρούσαν ότι ένας διαδικτυακός τόπος βοηθούσε σημαντικά τη μάθηση του εκπαιδευτικού περιεχομένου. Η αντίληψη των σπουδαστών για την επίδοσή τους στο μάθημα ελέγχθηκε επίσης και ως προς τις παραμέτρους της ευχαρίστησης και του ρυθμού της μάθησης, με παρόμοια αποτελέσματα.

Κάθε διαδικτυακό εκπαιδευτικό πρόγραμμα είναι ένα συνεργατικό περιβάλλον από μόνο του, που επιτρέπει στους χρήστες να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν με όλες τις συμμετέχουσες οντότητες, έτσι, σύμφωνα και με την κοινή λογική, η γνώση διαμοιράζεται ανάμεσα στους χρήστες, το περιβάλλον και τα τεχνήματα, εμπεριεχομένων των υπολογιστών, στη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας (Brown et al., 1989, Salomon, 1996). Ο διαμοιρασμός της γνωστικότητας οδηγεί τους σπουδαστές να δημιουργούν τις δικές τους αρχές που χρησιμοποιούν για να μάθουν.

Η Ester (1995), σε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικής με Μάθηση Υποστηριζόμενη από Υπολογιστή (Computer Assisted Instruction – CAI) και τα μαθησιακά στυλ, βρήκε ότι το CAI μπορεί να αυξήσει σημαντικά τις επιτυχίες των σπουδαστών και τη διάθεσή τους, ενώ παράλληλα μειώνει τους εκπαιδευτικούς χρόνους. Μια μετα-ανάλυση των επιδράσεων του CAI σχετική με την ακαδημαϊκή επίδοση φοιτητών των Khalili και Shashaani (1994) βρήκε ότι σε 151 συγκριτικές δημοσιευθείσες μελέτες, η χρήση του CAI αύξησε την επίδοση των σπουδαστών στις εξετάσεις κατά ένα μέσο όρο 0.38. Οι Kulik et al. (1991) επίσης, εξετάζοντας ένα μεγάλο αριθμό ερευνών, βρήκαν ότι μαθήματα βασισμένα σε υπολογιστή παράγουν αύξηση της επίδοσης κατά 20% κατά μέσο όρο περισσότερο. Προσομοιώσεις, διδασκαλία με αλληλεπιδραστικό βίντεο, προγράμματα υπερμέσων, πίνακες ανακοινώσεων και δίκτυα βρέθηκαν επίσης ικανά να αυξήσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα (Cronin & Cronin, 1992, Khalili & Shashaani, 1994, Schlechter & Kolosh, 1992). Το συμπέρασμα έως εδώ είναι ότι υπάρχει αρκετή έρευνα που να υποστηρίζει ότι η εκπαιδευτική τεχνολογία μπορεί συχνά να ενισχύσει τη μάθηση.

Στον τομέα τώρα της αξιολόγησης διαδικτυακών μαθημάτων, η εκπαιδευτική ψυχολογία παρέχει αρκετές θεωρητικές αρχές για την εφαρμογή στην ανάπτυξη και την αξιολόγηση διαδικτυακής εκπαιδευτικής τεχνολογίας. Οι Milheim και Martin (1991) ερευνώντας τον μαθησιακό έλεγχο μέσω της θεωρίας επεξεργασίας της πληροφορίας (informational processing theory), τονίζουν ότι ο μαθησιακός έλεγχος είναι μια σημαντικότερη παράμετρος στην εξέλιξη της παιδαγωγικής των

διαδικτυακών τόπων. Γενικά θεωρείται πλεονέκτημα η αύξηση του μαθησιακού ελέγχου από μέρους του μαθητευομένου, καθώς παράλληλα αυξάνει τη σχετικότητα αυτών που μαθαίνονται, τις προσδοκίες επιτυχίας και τη γενική ικανοποίηση, παράγοντες που οδηγούν σε αυξημένη παρακίνηση (Keller & Knorr, 1987). Η έρευνα αυτή έδωσε ιδιαίτερο βάρος στον έλεγχο του ρυθμού μάθησης από το σπουδαστή σαν αυξητικό παράγοντα στην υπάρχουσα θεωρία. Ένας από τους ισχυρισμούς του εποικοδομητισμού είναι ότι οι μαθητευόμενοι κατευθύνουν τη μάθησή τους είτε μόνοι τους, είτε μέσω συνεργατικών εμπειριών. Αυτό υπαινίσσεται ότι ο μαθητευόμενος πρέπει να ανακαλύψει τα δικά του μονοπάτια στη μάθηση, μια φιλοσοφία που άμεσα υποδεικνύει τα υπερμέσα και πολλά διαδικτυακά εκπαιδευτικά συστήματα (Murray, 1997). Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, ομάδες συζητήσεων και διαδικτυακοί πλοηγητές επίσης υποστηρίζουν αυτή την προσέγγιση ενεργοποιώντας τους σπουδαστές να ψάξουν για πληροφορία και να συζητήσουν διάφορα θέματα με άλλους σπουδαστές, διάσπαρτους γύρω από την υφήλιο. Έτσι κανείς μπορεί να εξάγει ότι η συνεργατική και αλληλεπιδραστική φύση του Διαδικτύου υποστηρίζει τη μάθηση με την έννοια της αυξημένης παρακίνησης του σπουδαστή.

Από την άλλη μεριά είναι επίσης συνηθισμένο ότι οι μαθητευόμενοι μπορεί να εξάγουν λάθος συμπεράσματα ή να δημιουργήσουν ένα λανθασμένο νοητικό μοντέλο (mental model) του πεδίου που μελετούν. Όμως οι ερευνητές του HCI κατανοούν σημαντικά καλύτερα το τεχνούργημα, καθώς αυτό, σε αντιδιαστολή με το χρήστη, καθορίζει τους τελεστές που μπορεί ο χρήστης να εφαρμόσει για να πετύχει το στόχο του και συχνά παίζει κεντρικό ρόλο στη διατήρηση κάποιας βοήθειας στη διάρκεια της διεργασίας. Είναι χρονοβόρο να ελέγχει κανείς τη συνεδρία με χρήστες, επίσης είναι ακριβό να εξοπλίσει κανείς ένα εργαστήριο ευχρηστίας. Υπάρχουν ερευνητές που συνιστούν τρόπους να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα, κυρίως με τη μετακίνηση των εργαστηρίων αυτών προς τους χρήστες και τους ειδικούς (Catledge & Pitkow, 1995). Με τη χρήση του Διαδικτύου σαν εργαστήριο ευχρηστίας, μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών και ειδικών. Για να επιτευχθεί αυτό, χρειάζονται εργαλεία που να μπορούν να παρακολουθούν και να καταγράφουν τις ενέργειες του χρήστη, αλλά και να επιτρέπουν στους ειδικούς να στέλνουν την ανάδρασή τους για τη διασύνδεση. Προφανώς ένα τέτοιο κατάλληλο περιβάλλον είναι το Διαδίκτυο. Δημιουργώντας διασυνδέσεις σε HTML και συλλαμβάνοντας τις ενέργειες του χρήστη στις html σελίδες, συλλαμβάνεται συγχρόνως και η δράση του χρήστη αλλά και η γνωστική του κατάσταση έως ένα βαθμό.

Από τον “Ανθρώπινο Παράγοντα” στον “Ανθρώπινο Άγοντα”

Οι αξιολογήσεις βασισμένες σε ειδικούς είναι καλά παγιωμένες στο χώρο του HCI. Η Γνωστική Περιδιάβαση (Cognitive Walkthrough) (Polson et al., 1992) και οι παραλλαγές της (Rowley & Rhoades, 1992, Karoulis et al., 2000), η Ευρετική Αξιολόγηση (Heuristic Evaluation) (Nielsen & Molich, 1990) και οι παραλλαγές της (Nielsen, 1993) και η Επίσημη Επιθεώρηση Ευχρηστίας (Formal Usability Inspection) (Kahn & Prail, 1994) είναι οι πιο συνηθισμένες προσεγγίσεις.

Η γνωστική μοντελοποίηση σε σχέση με τις υπολογιστικές τεχνολογίες ανέκυψε σαν ένα αποτελεσματικό μέσο για την κατασκευή προβλεπτικών μοντέλων σχεδιασμού και κατασκευής για ανθρώπους που αλληλεπιδρούν με υπολογιστικά συστήματα (Preece, et al., 1994). Τα Γνωστικά Μοντέλα (Cognitive Models) επιτρέπουν να αξιολογηθούν θέματα της διασύνδεσης ως προς την ευχρηστία τους με το να κάνουν προβλέψεις βασισμένα στην Ανάλυση Διεργασιών (Task Analysis) και βασιζόμενα σε παγιωμένες αρχές της ανθρώπινης ικανότητας και επίδοσης. Τα Γνωστικά Μοντέλα μπορούν να προβλέψουν θέματα επίδοσης, όπως χρόνοι ολοκλήρωσης εργασιών, βασιζόμενα στις προδιαγραφές της διασύνδεσης και της υπό μελέτη διεργασίας. Η Γνωστική Μοντελοποίηση μπορεί συνεπώς να μειώσει την ανάγκη της εμπειρικής αξιολόγησης, τουλάχιστον νωρίς στο σχεδιαστικό κύκλο. Τα Γνωστικά Μοντέλα μπορούν επίσης να αποκαλύψουν την υποκείμενη δομή επεξεργασίας που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι για να ολοκληρώσουν τη διεργασία, γεγονός το οποίο με τη σειρά του μπορεί να βοηθήσει στο σχεδιασμό και την κατασκευή καλύτερων διασυνδέσεων και καλύτερων τεχνικών αλληλεπίδρασης, οι οποίες εξυπηρετούν βέλτιστα την πορεία της επεξεργασίας για τη διεργασία που οι άνθρωποι θέλουν να ολοκληρώσουν. Όταν χρησιμοποιούνται σε αρχιτεκτονικές όπως το EPIC (executive process-interactive control, Kieras, 1988), ACT-R/PM (atomic components of thought with rational analysis and

perceptual/motor enhancements, Anderson & Garisson, 1995), ή το EPIC-Soar (η αρχιτεκτονική Soar με προσθήκες από το EPIC), τα Γνωστικά Μοντέλα επίσης συνεισφέρουν στο όραμα του Allen Newell για μια ενοποιημένη θεωρία της Γνωστικότητας (Card et al., 1983). Όμως σε τελική ανάλυση, μεθοδολογίες για την εφαρμογή των γνωστικών αρχιτεκτονικών στην πρόβλεψη θεμάτων της ανθρώπινης επίδοσης και της ευμάθειας ακόμα δημιουργούνται (Kirschenbaum et al., 1996).

Η Ευρετική Αξιολόγηση (Heuristic Evaluation) (Nielsen & Molich, 1990) και η επίσημη Επιθεώρηση Ευχρηστίας (Formal Usability Inspection) (Kahn & Prail, 1994) είναι μεθοδολογίες βασισμένες σε κριτήρια ή ευρετικούς κανόνες, κανόνες δηλαδή που προέκυψαν από την εφαρμογή στην πράξη και αποδείχθηκαν σωστοί. Έτσι, το επόμενο σημείο στοχασμού είναι η κατάλληλη λίστα κριτηρίων ή ευρετικών κανόνων για να αξιολογηθεί το περιβάλλον. Όπως ήδη αναφέρθηκε, ένα κατάλληλο εργαλείο είναι η κοινωνιο-εποικοδομητική άποψη της εκπαίδευσης. Κάποιες έρευνες στο χώρο (πχ. Kordaki et al., 2000) βασίζονται στην εποικοδομητική άποψη ανοικτών περιβαλλόντων μάθησης, γνωστών και ως μικρόκοσμοι (Papert, 1980). Οι Kordaki et al. (2000) συνοψίζουν παραθέτοντας μια λίστα ευρετικών κανόνων ευμάθειας, ως ακολούθως:

- α1 Το σύστημα διευκολύνει την ενεργητική διάδραση του χρήστη;
- α2 Είναι δυνατός ο καθορισμός από το χρήστη προσωπικών στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων;
- α3 Υπάρχουν διαθέσιμα εργαλεία, ανάλογα με τον τρόπο που μαθαίνουν οι συγκεκριμένοι χρήστες και ανάλογα με το γνωστικό τους επίπεδο;
- α4 Τα διαθέσιμα εργαλεία είναι μεταβλητής διαφάνειας, έτσι ώστε να είναι δυνατή η έκφραση διαφοροποιήσεων ανάμεσα στους σπουδαστές, αλλά και οι εσωτερικές διαφοροποιήσεις κάθε σπουδαστή;
- α5 Υποστηρίζει το περιβάλλον πειραματισμού με την αποκτηθείσα γνώση;
- α6 Υπάρχουν πολλαπλές αναπαραστάσεις και περισσότερες της μιας λύσεις που οι μαθητές να μπορούν να εξερευνήσουν;
- α7 Είναι η ανάδραση του συστήματος ικανοποιητική αλλά και η ενημέρωση για την πρόοδο των εργασιών, έτσι ώστε ο μαθητής να μπορεί να αναθεωρήσει τις στρατηγικές του;
- α8 Υπάρχει δυνατότητα ο μαθητής να αποτιμά τις δραστηριότητές του μόνος του;

Οι συγγραφείς ισχυρίζονται ότι οι ευρετικοί κανόνες ευχρηστίας της διασύνδεσης κατά Nielsen δεν συγκρούονται με τους ανωτέρω ευρετικούς κανόνες ευμάθειας, οι οποίοι ουσιαστικά προκύπτουν απ' ευθείας από τις βασικές αρχές της ΑεξΑΕ.

Οι Squires και Preece (1999) προχωρούν ένα βήμα παρακάτω: δεν κάνουν συνδυασμό, αλλά προχωρούν σε σύντηξη με τους ευρετικούς κανόνες του Nielsen των πέντε κοινωνιο-εποικοδομητικών κριτηρίων για τη μάθηση (αξιοπιστία, περιπλοκότητα, δυνατότητα απόκτησης και κατοχής ιδεών, συνεργατικότητα και πρόγραμμα), παρέχοντας έτσι μια νέα λίστα, για την οποία ισχυρίζονται ότι αποτελεί ένα ευέλικτο εργαλείο για την προβλεπτική αξιολόγηση εκπαιδευτικών προϊόντων σχετικά με την ευχρηστία και την ευμάθειά τους συγχρόνως. Βασίζουν την άποψή τους αυτή ισχυριζόμενοι ότι η υποκείμενη κοινωνιο-εποικοδομητική θεωρία σχεδόν κάθε σύγχρονου εκαπιδευτικού περιβάλλοντος είναι σε μεγάλο βαθμό συμβατή με του ευρετικούς κανόνες του Nielsen. Έτσι οι συγγραφείς ολοκληρώνουν με τη λίστα των *ευρετικών κανόνων ευμάθειας* ως ακολούθως (Squires & Preece, 1999):

- Σύμπτωση ανάμεσα στα γνωστικά μοντέλα (mental models) του σχεδιαστή και του μαθητή.
- Εγγυηθείτε πιστότητα πλοήγησης.
- Παράσχετε κατάλληλα επίπεδα ελέγχου του χρήστη.
- Προστατέψτε από περιφερειακά γνωστικά λάθη.
- Κατανοητή και με νόημα συμβολική αναπαράσταση.
- Υποστηρίξτε προσαρμοζόμενες προσεγγίσεις για τη μάθηση.
- Χτίστε στρατηγικές για την αναγνώριση γνωστικών λαθών, τη διάγνωση και την ανάνηψη.
- Σύμπτωση με το αναλυτικό πρόγραμμα (curriculum).

Τέλος, μια έρευνα των Karoulis και Pombortsis (2002) σχετικά με ΑεξΑΕ περιβάλλοντα, καταλήγει σε μια πιο ευρεία και πρακτικά εφαρμόσιμη λίστα κριτηρίων, που περιέχει 10 άξονες με 53 κριτήρια, ως ακολούθως (εδώ παρατίθενται μόνο οι άξονες):

1. Περιεχόμενο
2. Προσαρμογή και ολοκλήρωση ΑεξΑΕ

3. Διασύνδεση με το χρήστη
4. Χρήση τεχνολογιών
5. Αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό υλικό
6. Υποστήριξη του σπουδαστή
7. Επικοινωνιακό κανάλι
8. Απόκτηση γνώσης
9. Εργασίες και μάθηση μέσω της πράξης
10. Αξιολόγηση και αυτοαξιολόγηση

Κάθε άξονας αναλύεται σε περαιτέρω κριτήρια, έτσι ώστε να είναι δυνατή η πρακτική εφαρμογή τους από τους αξιολογητές του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Τα κριτήρια του Nielsen υπάρχουν αυτούσια στον άξονα 3, ενώ δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στο επικοινωνιακό κανάλι (άξονας 7).

Μια τελείως διαφορετική προσέγγιση με συγκρίσιμους όμως στόχους είναι η στρατολόγηση ενός Γνωστικού Μοντέλου Ανθρώπινου Παράγοντα για την απ' ευθείας αλληλεπίδραση με τις εφαρμογές μέσω των διασυνδέσεών τους. Το βασικό μειονέκτημα είναι ότι το μοντέλο πρέπει τώρα να καθορίσει ένα νέο σετ περίπλοκων ενεργειών σχετικών με την οπτική επεξεργασία, το χειρισμό αντικειμένων, το σχεδιασμό ενεργειών και ούτω καθ' εξής, και σε ένα μεγαλύτερο επίπεδο λεπτομέρειας απ' ό,τι επιζητούν οι προηγούμενες προσεγγίσεις. Τα εν δυνάμει πλεονεκτήματα όμως της επέκτασης ενός Γνωστικού Μοντέλου κατ' αυτό τον τρόπο είναι σημαντικά:

- *Οικολογική εγκυρότητα (Ecological validity)*. Από τη φύση τους, οι προσομοιώσεις των διασυνδέσεων και οι προδιαγραφές είναι αφαιρετικές δομές, οι οποίες συχνά δίνουν προσοχή σε ασήμαντες λεπτομέρειες της πραγματικής διασύνδεσης. Οι πραγματικές διασυνδέσεις με το χρήστη εξουθενώνουν τις διαφοροποιήσεις στο χρόνο χρήσης, τις διαφοροποιήσεις στην προβλεψιμότητα και την αξιοπιστία των ενεργειών, και στην εμφάνιση συμβάντων που δεν ήθελε ο χρήστης, ανάμεσα σε άλλες συμπεριφορές, οι οποίες μπορεί ή μπορεί και να μην είναι σχετικές με τη δεδομένη εργασία. Η παράλειψη αυτών των προφυλάξεων όμως μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τα αποτελέσματα του Γνωστικού Μοντέλου. Μπορούμε να εμποδίσουμε αυτές τις ενστάσεις ελαττώνοντας την απόσταση ανάμεσα στα Γνωστικά Μοντέλα και τον πραγματικό κόσμο. Αν οι ερευνητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια πραγματική διασύνδεση αντί για μια προσομοίωση ή τις προδιαγραφές της, τότε μπορούν να προσθέσουν ένα ακόμα επίπεδο αμεσότητας στην αξιολόγηση της επίδοσης ενός Γνωστικού Μοντέλου Ανθρώπινου Παράγοντα (Hornof & Kieras, 1997).
- *Σχετικότητα με προβλήματα του πραγματικού κόσμου*. Οι στόχοι των Γνωστικών Μοντέλων συνήθως εμπεριέχουν την ανησυχία για την επίλυση προβλημάτων γενικού ενδιαφέροντος μάλλον, παρά την εστίαση σε προσεγγίσεις της βελτιστοποίησης του ίδιου του μοντέλου ή προβλήματα επίδοσης. Οι πραγματικές διασυνδέσεις με το χρήστη εύκολα παρέχουν πραγματικά προβλήματα, ενώ αντιθέτως, επιπρόσθετος σχεδιασμός και προσπάθεια ενσωμάτωσης είναι απαραίτητη για την προσομοίωση τέτοιων προβλημάτων σε μια προσομοίωση ή σε προδιαγραφές.
- *Εξωτερικά στάνταρ για σύγκριση*. Η εξέλιξη στα Γνωστικά Μοντέλα συχνά βοηθά για συγκρίσεις διαφορετικών μοντέλων του ίδιου προβλήματος. Σε κάποιες περιπτώσεις (πχ. η επίδοση του EPIC και του ACT-R/PM στις διεργασίες επιλογής των μενού (Hornof & Kieras, 1997)), είναι απ' ευθείας εφικτό να καθορίσει κανείς αν δύο συμβάντα του προβλήματος είναι ευθέως συγκρίσιμα. Όσο οι ερευνητές προχωρούν προς περισσότερο περίπλοκα προβλήματα σε πιο πλούσια περιβάλλοντα, ο καθορισμός αυτός γίνεται όλο και πιο δύσκολος, ειδικά αν τα αξιολογούμενα περιβάλλοντα διαφέρουν σημαντικά, για παράδειγμα μια ενεργητική προσομοίωση στη μια περίπτωση και μια συμβολική αναπαράσταση στην άλλη. Η δυσκολία αυτή μπορεί να απομονωθεί αν η περιβαλλοντική πληροφορία και οι διαδράσεις προέρχονται από την ίδια πηγή, για παράδειγμα μια πραγματική διασύνδεση.
- *Εξελικτική προσπάθεια*. Σε κάποια Γνωστικά Μοντέλα σημαντική προσπάθεια έχει αναλωθεί στην ανάπτυξη ρεαλιστικών σεναρίων χρήσης, είτε σαν στατικές αναπαραστάσεις, είτε σαν προσομοιώσεις. Δυστυχώς, πολλή από αυτή την προσπάθεια αναπαράγει λειτουργικότητα που υπάρχει ήδη σε κατάλληλη μορφή για τους χρήστες, είναι όμως απρόσιτη (πχ. προγραμματιστικά) σε ένα Γνωστικό Μοντέλο. Ο David Gray ισχυρίζεται ότι η μελέτη

αυτόματων επεξεργασιών που θα μπορούσαν να παράγουν ρεαλιστικά σενάρια χρήσης της διασύνδεσης σαν είσοδο στα μοντέλα, και η εγκυροποίησή τους, θα ήταν ένα σημαντικό βήμα στην έρευνα για την αξιολόγηση του Ανθρώπινου Παράγοντα (Gray et al., 2000).

Προβληματισμοί

Η βασική ερώτηση που παραμένει αναπάντητη σχετικά με την ευμάθεια του περιβάλλοντος, είναι αν οι ειδικοί μπορούν πράγματι να προβλέψουν τα προβλήματα που βιώνουν οι μαθητευόμενοι. Κάποιες έρευνες στον τομέα (πχ. Kordaki et al., 2000) ισχυρίζονται ότι ένας ειδικός αξιολογητής δεν μπορεί να προβλέψει την επίδοση του χρήστη, αν και μπορεί να αποτιμήσει ευρετικά την ευμάθεια του περιβάλλοντος, αλλά με μέτρια αποτελέσματα.

Ένα άλλο θέμα που χρήζει περαιτέρω έρευνας είναι η ένσταση που τέθηκε από τους Spooler και Schröder (2001) σχετικά με τον ιδανικό αριθμό αξιολογητών. Οι ερευνητές αυτοί παραθέτουν τα αποτελέσματα από πρόσφατες έρευνες που θέτουν υπό αμφισβήτηση τον από παλιά κρατούμενο χονδρικό κανόνα του Jakob Nielsen (Nielsen & Molich, 1990), σχετικά με την Ευρετική Αξιολόγηση, όπως ορίστηκε από αυτόν και τον Molich. Το σημείο διαφωνίας είναι αν κανείς μπορεί πράγματι να βρει την πλειονότητα των προβλημάτων ευχρηστίας σε περίπλοκους διαδικτυακούς τόπους, επιστρατεύοντας ένα μικρό αριθμό αξιολογητών. Ο χονδρικός κανόνας του Nielsen, που αποκαλείται από τους Spooler και Schröder σαν «το άκρον άστον της αισιοδοξίας», υποστηρίζει ότι πέντε αξιολογητές μπορούν να αποκαλύψουν το 85% των προβλημάτων σε ένα διαδικτυακό τόπο, ανεξάρτητα από το μέγεθός του. Αντιθέτως, η έρευνα των Spooler και Schröder δείχνει ότι ο αριθμός των αξιολογητών αυξάνει γραμμικά με την αύξηση του μεγέθους του διαδικτυακού τόπου. Σαν σχόλιο σε αυτή την ένσταση, μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι, αφ' ενός ο Nielsen μιλάει για έμπειρους αξιολογητές, αφού η Ευρετική Αξιολόγηση είναι μέθοδος βασισμένη σε ειδικούς και έχει αποδειχθεί ότι οι απλοί χρήστες δεν αποδίδουν ικανοποιητικά, και αφ' ετέρου δεν είναι διεργασιοκεντρική (task based), όπως ήταν η έρευνα των Spooler και Schröder. Εν πάσει περιπτώσει, η ένσταση αυτή δεν μπορεί να αγνοηθεί, δεδομένου οι εκπαιδευτικοί τόποι στο Διαδίκτυο μπορούν να μεγαλώσουν πάρα πολύ σε μέγεθος, αφού οι χρήστες εκτελούν κυρίως διεργασίες μέσα σε αυτούς, γεγονός το οποίο φέρνει με τη σειρά του στο προσκήνιο τη γνωστική παράμετρο.

Μελλοντική έρευνα

Η αξιολόγηση βασισμένη σε ειδικούς, όπως παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία, δείχνει σημάδια ότι ίσως μπορεί να εφαρμοστεί και για την ολιστική αξιολόγηση ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Μπαίνουμε στην εποχή του «ολοκληρωμένης υπολογιστικότητας – ubiquitous computing», όπου τα υπολογιστικά περιβάλλοντα θα περιέχουν την πληροφορία σε μια πληθώρα τύπων και τρόπων. Τα περιβάλλοντα αυτά που καλούνται και «χώροι μέσων – media spaces» (Stults, 1988) και είναι εξελίξεις στην τεχνολογία της ολοκληρωμένης υπολογιστικότητας που εμπεριέχουν ήχο, βίντεο και διαδικτύωση. Αποτελούν το σημείο εστίασης ενός συνεχώς αυξανόμενου ακαδημαϊκού και βιομηχανικού ενδιαφέροντος. Όμως αυτό που ενδιαφέρει στα πλαίσια αυτής της εργασίας είναι η δυνατότητα ενός τέτοιου περιβάλλοντος για εφαρμογή στη διδακτική διαδικασία και στα πλαίσια της διαμοιραζόμενης συνεργατικής μάθησης.

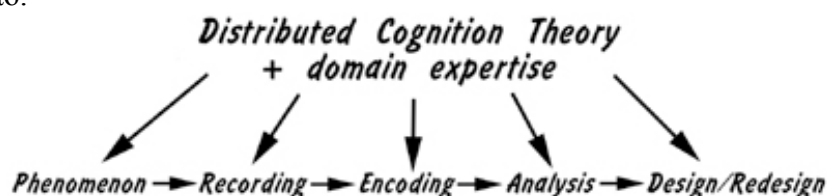
Οι σκέψεις αυτές βέβαια επεκτείνονται και στα ΑεξΑΕ περιβάλλοντα, όπου πλήθος εκπαιδευτικών και ιδιωτικών δεδομένων διαμοιράζεται στο δίκτυο, ανάμεσα στις συμμετέχουσες οντότητες. Η αξιολόγηση ενός τέτοιου περιβάλλοντος αποτελεί σίγουρα πρόκληση για τις προσεγγίσεις βασισμένες σε ειδικούς.

Συμπέρασμα

Οι δύο ρόλοι της αξιολόγησης βασισμένης σε ειδικούς στο HCI είναι η υποβοήθηση του σχεδιασμού και της ανάλυσης. Η Κατανεμημένη Γνωστικότητα είναι ένα θεωρητικό πλαίσιο που διαφέρει από την συνήθη Γνωστική Επιστήμη με το να μην επικεντρώνεται στον μεμονωμένο άνθρωπο σαν τη μονάδα ανάλυσης. Η Κατανεμημένη Γνωστικότητα αναγνωρίζει ότι στην συντριπτική πλειονότητα των περιπτώσεων η γνωστική εργασία δεν γίνεται σε απομόνωση μέσα

στα κεφάλια μας, αλλά *διαμοιράζεται* ανάμεσα στους ανθρώπους, ανάμεσα στα τεχνολογικά μέρη και δια μέσου του χρόνου. Αυτό έχει μια εγγενή προσέγγιση με τη φύση της ΑεξΑΕ, όπου οι συμπεριφορές που μας ενδιαφέρουν είναι η αλληλεπίδραση του όλου συνόλου μέσω του επικοινωνιακού καναλιού – το σύνολο των ανθρώπων και τεχνουργημάτων.

Αυτό που κάνει ένα σύστημα γνωστικό είναι η παρουσία διεργασιών εφαρμοζόμενων σε αντιπροσωπευτικές καταστάσεις που έχουν σαν αποτέλεσμα γνωστική εργασία. Ακολουθώντας τις αντιπροσωπευτικές αυτές καταστάσεις, μπορούμε να αποκαλύψουμε τις ειδικές γνωστικές διεργασίες που εμπλέκονται. Σε ένα σύστημα, αυτές οι αντιπροσωπευτικές καταστάσεις μπορεί να είναι άμεσα παρατηρήσιμες. Με τη μετατόπιση του ορίου της μονάδας ανάλυσης από το άτομο στο σύστημα διευκολύνεται η παρατήρηση αυτή. Όμως παραμένει ακόμα το δύσκολο έργο της απόφασης ποιές από τις παρατηρηθείσες αναπαραστάσεις είναι στην ουσία σχετικές με αντιπροσωπευτικές καταστάσεις για τη συγκεκριμένη γνωστική διεργασία. Η θεωρία και η εμπειρία στο πεδίο εργάζονται παράλληλα κατά τη διάρκεια της παρατήρησης για να βοηθήσουν τον αναλυτή να διακρίνει αυτές τις αντιπροσωπευτικές προς την εκτελούμενη διεργασία καταστάσεις. Όμως η μέθοδος αυτή ουσιαστικά εφαρμόζεται εδώ διαφορετικά απ' ότι στα άλλα επιστημονικά πεδία, και αυτό λόγω της καθοριστικής επιρροής της Κατανεμημένης Γνωστικής Θεωρίας. Το σχήμα 3 περιγράφει τη διαδικασία που εμπλέκεται στην ανάλυση ενός φαινομένου (Hutchins, et al., υπό έκδοση). Κάθε βήμα στην αναλυτική διαδικασία επηρεάζεται και από τη θεωρία και από την εμπειρία στο πεδίο.



Σχήμα 3: Επιρροή της Θεωρίας και της Εμπειρίας στον τομέα στη διαδικασία ανάλυσης.

Η Γνωστική Θεωρία είναι ακόμα μακριά από το τέλειο. Στην πραγματικότητα, τα τελευταία χρόνια ο δυναμισμός του κυρίως ρεύματος της Γνωστικής Θεωρίας έγινε εμφανής από την προσαρμογή του και την ενσωμάτωσή του στην πρόκληση της «ένωσης προς τα κάτω» και τις πρόσφατες αιτήσεις της πρόκλησης «της εγκατεστημένης δράσης από πάνω» (πχ., Zhang & Norman, 1994). Πιστεύουμε σθεναρά ότι η εφαρμοσμένη γνωστικότητα πρέπει τελικά να βασιστεί στην Γνωστική Θεωρία.

Αναφορές

- Anderson, T.D., and Garisson, D.R. (1995) Critical Thinking in Distance Education: Developing Critical Communities in an Audio Teleconferencing Context. *Higher Education*, 29, 183-199.
- Brown, J.S., Collins, A. and Duguid, P. (1989) Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18,1, 32-42
- Card, S.K., Moran, T.P. and Newell, A. (1983) *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.
- Catledge L D, and Pitkow J E. (1995). Characterizing Browsing Strategies in the World-Wide Web. *Computer Networks and ISDN Systems* 27, 1065-1073
- Cronin, M.W. & Cronin, K.A. (1992). A critical analysis of the theoretical foundations of interactive video instruction., *Journal of Computer-Based Instruction*, 19(2), 37-41.
- Cunningham, D., Duffy, T. M., & Knuth, R. (1993). Textbook of the future. In C. McKnight (ed.), *Hypertext: A Psychological Perspective*. London: Ellis Horwood Publications
- Davis, A. (1990) The computer: as a modern aid to reading? Developing pupil autonomy in learning with microcomputers. *Teachers Voices*, 15.
- Driscoll, M. P. (1994). *Psychology of Learning for Instruction*. Boston, MA: Allyn & Bacon
- Duffy, T. M., & Cunningham, D. J. (1996). Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In D. H. Jonassen (ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*. New York: Macmillan Library Reference USA.

- ΕΑΠ – Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (1999). Βεργίδης, Δ., Λιοναράκης, Α., Λυκουργιώτης, Α. Μακράκης, Β. και Ματραλής, Χ. *Ανοικτή και εξ' Αποστάσεως Εκπαίδευση. Θεσμοί και Λειτουργίες. Τόμος Α'.* Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Edwards, A. (1990). The Computer: A modern aid to reading. Developing Pupil Autonomy in Learning with Microcomputers. *Teachers Voices*, 3.
- Ericsson, K. A., and Smith, J. (Eds.). (1991). *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits.* New York: Cambridge.
- Ester, D.P. (1995). CAI, lecture, and student learning style: the differential effects of instructional method, *Journal of Research on Computing in Education*, 27(4), 129-139.
- Fitzelle, G., and Trochim, W. (1996) *Survey Evaluation of Web Site Instructional Technology: Does it Increase Student Learning?* <http://trochim.human.cornell.edu/webeval/intro.htm>
- Georgiadou, E., and Economides, A. (2000) Evaluation Factors of Educational Software. *Proc. of IWALT 2000 conf.* 4-6 Dec 2000 Palmerston North, New Zealand, 113-116.
- Grabinger, R. S. (1996). Rich environments for active learning. In D. H. Jonassen (ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology.* New York:Macmillan Library Reference USA
- Grabinger, R. & Dunlap, J. C., (1995). Rich environments for active learning: A definition. *Association for Learning Technology Journal*, 2(3), 5-34
- Grabinger, R. S., Dunlap, J. C., & Duffield, J. A. (1997). Rich environments for active learning in action:problem-based learning. *Association for Learning Technolgy Journal* 5(2), 5-17.
- Gray, W. D., Schoelles, M. J. & Fu, W.T. (2000). Modeling a continuous dynamic task. *3rd International Conference on Cognitive Modeling*, Groningen, Netherlands.
- Grudin, J. (1990) The computer reaches out: The historical continuity of user interface design, In Chew, J.C., and Whiteside, J. (Eds.) *Empowering people: Proceedings of CHI '90.* ACM, pp. 261-266.
- Guest, G. (1990) Hannah is writing a lot. Developing Pupil Autonomy in Learning with Microcomputers. *Teachers Voices*, 15.
- Hannafin, M. J., & Land, S. M. (1997).The foundations and assumptions of technology-enhanced student centres learning environments. *Instructional Science*, 25, 167-202.
- Hill, J (1990) Children in Control: Attempts at fostering an autonomous attitude towards the computer work in the classroom. Developing Pupil Autonomy in Learning with Microcomputers. *Teachers Voices*, 2.
- Honebein, P. C., Duffy, T. M., and Fishman, B. J. (1993). Constructivism and the Design of Authentic Learning Environments: Context and Authentic Activities for Learning. In Duffy, T. M., Lowyck, J. and Jonassen, D. H. (eds.), *Designing Environments for Constructive Learning*, 87-108. Berlin: Springer-Verlag
- Hornof, A. J. & Kieras, D. E. (1997). Cognitive modeling reveals menu search is both random and systematic. *Human Factors in Computing Systems: Proceedings of CHI 97*, pp. 107}114. New York: ACM Press.
- Hoyles, C. (1993). Microworlds/ schoolworlds: The transformation of an innovation. In C. Keitel and K. Ruthven (Eds), *Learning from computers: Mathematics Educational Technology*, Berlin: Springer-Verlag, 1 -7.
- Hutchins, E. and Palen. L. (1993). Constructing Meaning from Space, Gesture, and Speech. In *Proceedings of NATO sponsored workshop on Discourse, Tools, and Reasoning: Situated Cognition and Technologically Supported Environments.* Lucca, Italy.
- Jonassen, D. H. (1994). Thinking technology: Toward a constructivist design model. *Educational Technology* 34(3), 34-37.
- Kahn, M., and Prail, A. (1994). Formal Usability Inspections. In Nielsen, J. and Mack, R.L. (edts) *Usability Inspection Methods*, 141-171. New York: John Wiley & Sons.
- Karoulis, A., Demetriades, S., Pombortsis, A. (2000 February) The Cognitive Graphical Jogthrough – An Evaluation Method with Assessment Capabilities. *Applied Informatics 2000 Conference Proceedings*, Innsbruck, Austria.

- Karoulis, A., and Pombortsis, A. (2002). Heuristic Evaluation of Web-Based ODL Programs. In Claude Ghaoui (ed.) *Usability Evaluation of On-Line Learning Programs*, 86-107, New York: IDEA.
- Κατερέλος, Ι.Δ., (2001) Η Άμεση Παρατήρηση, η Συνέντευξη και το Ερωτηματολόγιο. Στο Παπαστάμος Στ. *Εισαγωγή στην Κοινωνική Ψυχολογία. Α' τόμος*. Ελληνικά Γράμματα, 401-475.
- Keller, J. & Knopp, T. (1987). *Instructional theories in action: lessons illustrating theories and models*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum Associates.
- Khalili, A. & Shashaani, L. (1994). The effectiveness of computer applications: a meta-analysis, *Journal of Research on Computing in Education*, 27(1), 48-61.
- Kieras, D. E. (1988). Towards a practical GOMS model methodology for user interface design. In M. Helander (Ed.), *The handbook of human-computer interaction*. (135-158). Amsterdam: North-Holland.
- Kieras, D. E. and Polson, P. G. (1985) An approach to the formal analysis of user complexity. *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol. 22, 365-394.
- Kirschenbaum, S. A., Gray, W. D., & Young (1996). Cognitive architectures for human-computer interaction. *SIGCHI Bulletin*.
- Kordaki, M., Avouris, N., and Tselios, N. (2000, October). Tools and methodologies for evaluation of open learning environments. *Proceedings-CD of 2nd Panhellenic Conf. With International Participation «Information & Communication Technologies in Education»*, 371-381. Patras, Greece. (in Greek)
- Kulik C, Chen-Lin C., and Kulik., J. A. (1991). Effectiveness of computer based instruction: An updated analysis, *Computers and Human Behavior*, 7(1), pp. 75-4.
- Laurillard, D. M (1992). Learning through collaborative computer simulations. *British Journal of Educational Technology*, (2)164-171.
- Laurillard, D. M. (1993). *Rethinking University Teaching: A framework for effective use of educational technology*. Routledge: London.
- Lewis, C. and Rieman, J. (1994). *Task-centered User Interface Design - A practical introduction*, 1994. ftp.cs.colorado.edu/pub/cs/distribs/HCI-Design-Book
- Maier N.R.F. (1931). Reasoning in Humans: II. The Solution of a Problem and its Appearance in Consciousness. *Journal of Comparative Psychology*, 12 (1931), 181-194.
- Marchionini, G. (1990) Evaluating Hypermedia-Based Learning. In Jonassen, D.H and Mandl, H. (Edts.) *Designing Hypermedia for Learning*. NATO ASI Series, vol 67. Springer Verlag, 1990. pp.355-376.
- Milheim, W.D. & Martin B.L. (1991). Theoretical bases for the use of learner control: three different perspectives, *Journal of Computer-Based Instruction*, 18(3), 99-105.
- Monk, A.F. (1999) Modelling cyclic interaction. *Behaviour & Information Technology* Vol. 18(2) pp.127-139.
- Mugler, Fr., & Landbeck, R. (2000). Learning, memorisation and understanding among distance learners in the South Pacific, *Learning and Instruction*, Vol.10, Nr.2, Pergamon Press, 179-201
- Murray, J. H. (1997) *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*. The Free Press: New York.
- Nardi, B.A. (1996) *Context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction*. Cambridge: MIT Press.
- Nielsen, J., and Molich, R. (1990). Heuristic Evaluation of User Interfaces, *Proc. of Computer-Human Interaction Conference (CHI)*, Seattle, WA, 1-5 April, 249-256.
- Nielsen, J. (1993) *Usability Engineering*. Academic Press, San Diego.
- Nielsen, J. (2000) *Designing web usability: The practice of simplicity*. New Riders, Indianapolis.
- Norman, D.A. (1986). Cognitive engineering. In Norman, D. & Draper, S. (eds) *User Centered System Design* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Papert, S., (1980). *Mindstorm: Children, Computers and Powerful Ideas*. New York, Basic Books.
- Papert, S. (1993). *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. New York: Basic Books Inc.

- Pew, R. W., & Mavor, A. S. (1998). Modeling human and organizational behavior: Application to military simulations. *National Academy Press*. Washington, DC.
- Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. New York: International University Press.
- Polson, P.G., Lewis, C., Rieman, J. and Warton, C. (1992) Cognitive Walkthroughs: a Method for Theory-based Evaluation of User Interfaces. *International Journal of Man-Machine Studies*, 36, 741-773.
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., Carey, T., (1994) *Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley Publishing Company.
- Rieber, L. P. (1992). Computer-based microworlds: A bridge between constructivism and direct instruction. *Educational Technology Research and Development*, 40(1), 93-106.
- Rogers, Y. and Ellis, J. (1994) Distributed Cognition: an alternative framework for analysing and explaining collaborative working. *Journal of Information Technology*, Vol. 9 (2), pp. 119-128.
- Rowley, D. & Rhoades, D. (1992). The Cognitive Jogthrough: A Fast-Paced User Interface Evaluation Procedure. *Proceedings of ACM CHI '92, Monterey, California, May 3-7*, 389-395.
- Salomon, G. (1996). (ed.) *Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35(5), 31-38
- Scaife, M. and Rogers, Y. (1996), External cognition: How do graphical representations work? *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 45. pp. 185-213.
- Schlechter, T.M. & Kolosh, K.P. (1992). Computer-based simulation systems and role playing: an effective combination for fostering conditional growth, *Journal of Computer Based Instruction*, 19(4), 110-114.
- Spoole, J., and Schröder, W. (2001). Testing Web Sites: Five Users Is Nowhere Near Enough. *Proc. of ACM - CHI 2001*
- Squires, D. (1996). Can multimedia support constructivist learning? *Teaching Review*. 4(2),10-17
- Squires, D. & McDougall, A. (1994) *Choosing and Using Educational Software: A Teachers' Guide*. London: Falmer Press.
- Squires, D. and Preece, J. (1999) Predicting Quality in Educational Software: Evaluating for Learning, Usability, and the Synergy Between Them. *Interacting with Computers, The Interdisciplinary Journal of Human-Computer Interaction*, 11, 5, 467-483.
- Stults, R. (1988). The Experimental Use of Video to Support Design Activities. *Xerox PARC Technical Report SSL-89-19*, Palo Alto, California.
- Suchman, L.A. (1987) *Plans and situated actions: The problem of human computer interaction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tselios, N., Avouris, N & Kordaki, M. (2001, to appear). Task Modeling to Support Design and Evaluation of Open Problem Solving Environments. *Journal of Research in Information Technology*.
- Watson, D.M. (1992)The Computer in the Social Science Curriculum in Plomb, T.J. & Moonen, J. (eds.) *The International Journal for Educational Research*. Vol 17(1).
- Williams, K. E. (1993) Automating the cognitive task modeling process: An extension to GOMS for HCI. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Human-Computer Interaction Poster Sessions*. Abridged Proceedings (vol 3. p. 182).
- Wright, P.C., Fields, R.E. and Merriam, N.A. (1997) From formal models to empirical evaluation and back again. In P. Palanque, and F. Paterno (Eds.) *Formal methods in human-computer interaction*. Berlin: Springer pp. 283-314.
- Young, R.M., Howes, A. and Whittington J. (1990) A knowledge analysis of interactivity. In Diaper, D. Gilmore, D. Cockton G., and Shackel, B. *INTERACT '90. IFIP TC13 International Conference on Human-Computer Interaction*. Amsterdam: North Holland pp. 115-120.
- Zhang, J. and Norman, D.A. (1994) Representations in distributed cognitive tasks. *Cognitive Science* Vol. 18, pp. 87-122.