

Ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση της αποδεκτικότητας των Συστημάτων Μαθησιακής Τεχνολογίας

Π. Γεωργιακάκης¹ (geopet@softlab.ntua.gr), Κ. Σιασιιάκος¹
(siassiakos_K@ypan.gr), Α. Παπασαλούρος², (andpapas@softlab.ntua.gr),
Σ. Ρετάλης¹ (retal@unipi.gr)

¹Πανεπιστήμιο Πειραιώς
Τμήμα Διδακτικής της Τεχνολογίας και Ψηφιακών Συστημάτων
Καραολή & Δημητρίου 80
18534 Πειραιάς
Τηλ. : +30 210 414 2746
Fax: +30 210 414 2753

²Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Εργαστήριο Τεχνολογίας Λογισμικού
15780 Ζωγράφου
Τηλ.: +30 210 7722487
Fax: +30 210 7722519

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το άρθρο αυτό προτείνει ένα πλαίσιο για την ανάλυση των δυνατοτήτων και την αξιολόγηση της αποδεκτικότητας των Συστημάτων Μαθησιακής Τεχνολογίας ανοικτού κώδικα (Open Source, ΣΜΤ). Τα πιο διαδεδομένα ΣΜΤ επιλέχθηκαν προς εφαρμογή του πλαισίου. Ο σκοπός της αξιολόγησης είναι διπλός: να ερευνηθεί η χρησιμότητά τους και να ερευνηθεί η ποιότητά τους μέσα στο πλαίσιο χρήσης τους..

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Συστήματα Μαθησιακής Τεχνολογίας, Αξιολόγηση ευχρηστίας .

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Συστήματα Μαθησιακής Τεχνολογίας (ΣΜΤ) είναι πολύ διαδεδομένα στο χώρο της εκπαίδευσης. Τα ΣΜΤ, μέσα από μια ενοποιημένη διαπροσωπεία χρήστη, προσφέρουν υπηρεσίες όπως η δημιουργία και η διανομή εκπαιδευτικού υλικού, η επικοινωνία και η συνεργασία μεταξύ των συμμετεχόντων, η διαχείριση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, κ.α. [IEEE LTSC 2000]. Οι υπηρεσίες αυτές παρέχονται μέσα από εργαλεία ταξινομημένα σε ορισμένες ομάδες:

- **Διαχείρισης μαθημάτων**, η οποία περιέχει τα χαρακτηριστικά για τη δημιουργία, την προσαρμογή, τη διοίκηση και τον έλεγχο των μαθημάτων.

- **Διαχείρισης τάξης**, η οποία περιέχει τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα για τη διαχείριση των χρηστών, το χτίσιμο ομάδας, τις αναθέσεις εργασιών κ.λπ.
- **Εργαλείων επικοινωνίας**, η οποία περιέχει τα χαρακτηριστικά για τη σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, τη συνομιλία, τα φόρουμ συζήτησης, τον ήχο ή τη συνεδρίαση μέσω video, τις ανακοινώσεις και τις σύγχρονες συνεργασμικές λειτουργίες (π.χ. διαμεριζόμενοι πίνακες).
- **Εργαλείων σπουδαστών**, που υποστηρίζουν τους σπουδαστές στη διαχείριση και τη μελέτη των πόρων εκμάθησης, όπως ιδιωτικά και δημόσια σχόλια, κυρίως σημεία, σελιδοδείκτες, off-line μελέτη, καταγραφή της προσωπικής πορείας μέσα στο ΣΜΤ, μηχανών αναζήτησης κ.λπ.
- **Διαχείριση περιεχομένου**, που περιέχει τα χαρακτηριστικά για την δημιουργία, την παράδοση και τη διαχείριση αρχείων.
- **Εργαλείων αξιολόγησης**, που περιέχει τα χαρακτηριστικά για την διαχείριση on-line διαγωνισμών γνώσεων και test, παράδοση εργασιών, ασκήσεις αυτοαξιολόγησης κ.τ.λ.

Ο μεγάλος αριθμός των ΣΜΤ καθώς επίσης και οι ποικίλες ανάγκες των εκπαιδευτικών και των ιδρυμάτων, δημιουργούν την ανάγκη για την αναλυτική διερεύνηση ως προς τα χαρακτηριστικά γνωρίσματά τους στα πλαίσια της παιδαγωγικής, της ανοικτής μάθησης και της ευχρηστίας της εκπαιδευτικής σχεδίασης (instructional design). Διάφορες συγκριτικές αξιολογήσεις είναι διαθέσιμες στο World Wide Web, όπως αυτή του Edutech [<http://www.edutech.ch/lms/ev2.php>] ή του Marshall University's Center for Instructional Technology [<http://www.marshall.edu/it/cit/webct/compare/comparison.html>]. Οι αξιολογήσεις αυτές εστιάζουν συνήθως σε μια στείρα συγκριτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων που υποστηρίζονται από τα ΣΜΤ, καθώς επίσης και στη σύγκριση μεταξύ τους.

Το άρθρο αυτό προτείνει μία νέα προσέγγιση στην αξιολόγηση ΣΜΤ που δεν επικεντρώνεται μόνο σε λειτουργικά χαρακτηριστικά, αλλά κυρίως σε ζητήματα ευχρηστίας των επιμέρους λειτουργικών χαρακτηριστικών μέσα στο πλαίσιο χρήσης τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Εισάγεται η έννοια του κριτηρίου της «υψηλής παιδαγωγικής απόδοσης εκτέλεσης των λειτουργιών» ενός ΣΜΤ, που είναι διαφορετικό κριτήριο από αυτό της «υψηλής τεχνικής απόδοσης εκτέλεσης των λειτουργιών». Επίσης, διαφοροποιείται η έννοια της «υποκειμενικής ικανοποίησης των χρηστών από την επαφή τους με το σύστημα». Δεν εξετάζονται μόνο θέματα αισθητικής αλλά και ικανοποίησης προτιμήσεων και εκπαιδευτικών στόχων ανά είδος χρήστη (εκπαιδευτή, και εκπαιδευόμενο).

Δεν αρκεί να αποφανθούμε ότι η λειτουργία «Προσθήκη Εκπαιδευτικού Υλικού» είναι εύχρηστη από λειτουργική άποψη (ακολουθώντας μία από τις τυπικές μεθόδους αξιολόγησης ευχρηστίας). Πρέπει η λειτουργία αυτή να είναι εύχρηστη κι από παιδαγωγική σκοπιά. Δηλαδή, όταν ο διδάσκοντας προσθέσει ένα αρχείο σημειώσεων να γίνεται αυτόματη ενημέρωση του εκπαιδευόμενου (εφόσον ο δεύτερος έχει επιλέξει αυτό να γίνεται). Η λειτουργική αυτή προδιαγραφή -η οποία είναι πλέον προδιαγραφή ευχρηστίας- είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με μια απαίτηση από την παιδαγωγική θεώρηση του διδάσκοντα ο οποίος θέλει να ενημερώνει τους εκπαιδευόμενους για το υλικό που διανέμει, το οποίο μπορεί να αφορά συγκεκριμένες εκπαιδευτικές δραστηριότητες [Gagne et al. 1994]. Τυπική διαφοροποίηση της ευχρηστίας ως προς τη λειτουργική και παιδαγωγική σκοπιά είναι οι «συνεδρίες ασύγχρονης συζήτησης» (web discussion forum). Είναι πιθανό ένα τέτοιο εργαλείο σε ένα ΣΜΤ (π.χ. του WebCT) να βρεθεί ότι έχει υψηλού βαθμού ευχρηστίας σύμφωνα με τα κριτήρια του Nielsen. Όμως, όταν ένας χρήστης απαντά σε ένα μήνυμα ενός άλλου χρήστη, ο δεύτερος δεν ενημερώνεται. Έτσι δεν υπάρχει ενημέρωση των χρηστών, ενώ θα μπορούσε να στέλνεται ένα μήνυμα μέσω ηλεκτρονικού

ταχυδρομείου (π.χ. στη μορφή μηνύματος αναφοράς, βλ. “e-mail digest”). Το να είναι ο εκπαιδευόμενος ενήμερος για το τι συμβαίνει σε μία ασύγχρονη συζήτηση είναι πολύ σημαντικό για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητά της [Goodyear 2000].

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται το προτεινόμενο πλαίσιο αφού γίνει μια αναλυτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών των ΣΜΤ. Στη συνέχεια δίνονται τα αποτελέσματα από μία πιλοτική εφαρμογή του πλαισίου αυτού για ΣΜΤ ανοικτού κώδικα τα οποία κεντρίζουν ολοένα και περισσότερο το ενδιαφέρον των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων. Λόγω της ανωριμότητας του προτεινόμενου πλαισίου και του περιορισμένου χρόνου για τη διεξαγωγή της μελέτης αξιολόγησης ευχρηστίας των ΣΜΤ, δόθηκε μεγάλη έμφαση στην ανάλυση της αποτελεσματικότητας του προτεινόμενου πλαισίου. Έτσι, η παράγραφος 4 περιέχει συμπεράσματα που συνάγονται από την εφαρμογή του πλαισίου.

2. ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΠΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΣΜΤ

2.1 Οι προϋποθέσεις αποδοχής ενός ΣΜΤ

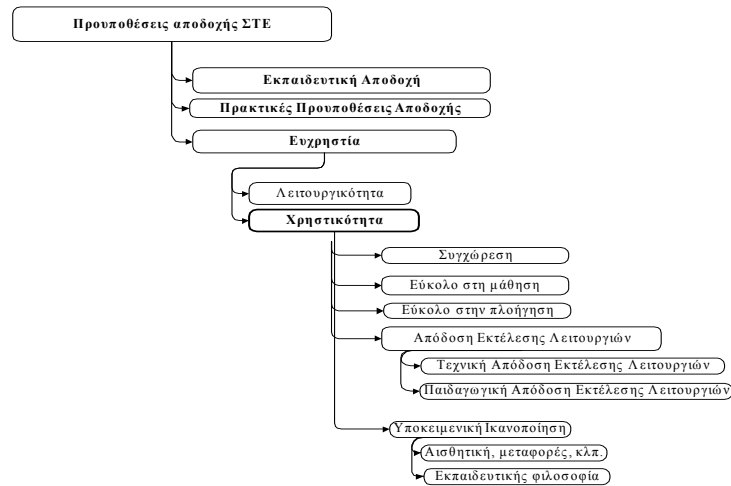
Τα ΣΜΤ, αποτελούν πολύπλοκα συστήματα υπερκειμένου με εκτεταμένη και σύνθετη δομή πλοήγησης προκειμένου να παρουσιάσουν το περιεχόμενο και τα εργαλεία εκμάθησης που παρέχουν. Αυτή η πολυπλοκότητα είναι σήμερα κοινά αποδεκτή ως πρόβλημα με αποτέλεσμα να προτείνονται διάφορες τεχνικές και μέθοδοι που χρησιμοποιούνται προκειμένου να διαχειριστούν αυτή τη δομική και σημασιολογική πολυπλοκότητα [Squires & Preece, 1999, Lowe & Hall 1999].

Η πρόταση που περιγράφεται στην προκείμενη εργασία βασίζεται στο πλαίσιο του Σχήματος 1. Μέσω του προτεινόμενου πλαισίου υποστηρίζουμε ότι για να γίνει τελικώς αποδεκτό από ένα ίδρυμα ένα συγκεκριμένο ΣΜΤ πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις, οι οποίες βασίζονται σε κοινά αποδεκτά κριτήρια αξιολόγησης. Υπάρχουν πέντε βασικοί άξονες αποδοχής:

1. Η **Εκπαιδευτική Αποδοχή** που σχετίζεται με την ευρύτερη αποδοχή ενός συγκεκριμένου ΣΜΤ από την εκπαιδευτική κοινότητα. Αυτό κυρίως το κριτήριο δείχνει την από παιδαγωγικής άποψης ποιότητα του συστήματος με βάση κάποιες συγκεκριμένες μελέτες που διεξάγονται και το τι λέγεται από «στόμα σε στόμα» στην ακαδημαϊκή κοινότητα.
2. Οι **Πρακτικές Προϋποθέσεις Αποδοχής** ενός ΣΜΤ είναι κριτήρια που μπορούν στην πλειονοψία τους να ελεγχθούν εύκολα (π.χ. κόστος, πολυγλωσσία, κοκ).
3. Η **Λειτουργικότητα** η οποία ασχολείται με το πλήθος των λειτουργιών που υποστηρίζει το κάθε ΣΜΤ.
4. Η **Χρηστικότητα** που καλύπτει την ποιότητα κάθε μίας λειτουργίας από τεχνική και παιδαγωγική σκοπιά.
5. Η **Υποκειμενική ικανοποίηση** των χρηστών από την επαφή τους με το σύστημα.

Ενώ για τη λειτουργικότητα μας αρκεί μια απλή καταγραφή των λειτουργιών, για τη χρηστικότητά τους πρέπει κάθε μία από αυτές να εξεταστεί ως προς το κριτήριο της **Υψηλής απόδοσης εκτέλεσής της**. Πιο συγκεκριμένα, τα ΣΜΤ υποστηρίζουν την επίτευξη ορισμένων στόχων μέσα από την εκτέλεση λειτουργιών. Είναι προφανές ότι όλα τα ΣΜΤ δεν ικανοποιούν τους ίδιους στόχους με τον ίδιο τρόπο τόσο σε επίπεδο υλοποίησης (οπότε μας ενδιαφέρουν μετρικές όπως απόδοση, ταχύτητα, κλπ) όσο και σε επίπεδο παιδαγωγικής απόδοσης. Η ερώτηση είναι εδώ, πόσο καλά ικανοποιούνται οι διάφορες μη λειτουργικές απαιτήσεις σε επίπεδο επικοινωνίας ανθρώπου μηχανής και σε επίπεδο παιδαγωγικής. Έτσι το κριτήριο διακρίνεται σε:

- **υψηλή τεχνική απόδοση εκτέλεσης των λειτουργιών.** Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να γίνεται επιθεώρηση χαρακτηριστικών ευχρηστίας (usability inspection), αφού στην πράξη πρόκειται για μια διαδικασία επιθεώρησης από ειδικούς των χαρακτηριστικών της διεπιφάνειας σύμφωνα με ευρετικούς κανόνες (όπως ελαχιστοποίηση του μνημονικού φορτίου του χρήστη, διατήρηση συνέπειας σε ολόκληρη την διεπιφάνεια, παροχή ανάδρασης, κ.α. [Nielsen 2000]).
- **υψηλή παιδαγωγική απόδοση εκτέλεσης των λειτουργιών,** που αφορά το πόσο καλά ικανοποιούνται οι ανάγκες των μαθητών και καθηγητών.



Σχήμα 1. Τα κριτήρια του πλαισίου αξιολόγησης

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα εργαλεία τηλε-συνεργασίας των ΣΜΤ. Η παιδαγωγική απόδοση του Fle3 είναι διαφορετική από αυτή του Blackboard. Αν και τα δύο εργαλεία υποστηρίζουν την οικοδόμηση της μάθησης στην ομάδα, το συνεργατικό αναστοχασμό καθώς και την ενεργή συμμετοχή στη δημιουργία πόρων(artifacts) μέσα από μαθησιακές δραστηριότητες. Όμως τα 2 αυτά εργαλεία υποστηρίζουν διαφορετικά σενάρια χρήσης για το διαμοιρασμό αρχείων και την «κράτηση» προσωπικών σημειώσεων. Επίσης, αν και τα δύο επιτρέπουν στο χρήστη να προσθέσει ένα είδος απάντησης στο web forum (π.χ. διαφωνία, συμφωνία), εντούτοις χρησιμοποιείται διαφορετική σημειολογία, η επιλογή της οποίας είναι πολύ κρίσιμη από παιδαγωγική άποψη και μπορεί να αποτελέσει κριτήριο απόρριψης ή όχι ενός ΣΜΤ. [Ovsiannikov et al. 1999].

Πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό της ευχρηστίας είναι η **Υποκειμενική ικανοποίηση** των χρηστών από την επαφή τους με το σύστημα. Τυπικά, ένα ΣΜΤ πρέπει να έχει ευχάριστη αισθητική, η οποία είναι το αποτέλεσμα της σωστής χρήσης του χρωματικού κώδικα, τη γραφική αναπαράσταση και την ποιότητα ζωτικότητας, τα διακριτικά τυπογραφικών στοιχείων κ.λ.π. Όμως, η υποκειμενική ικανοποίηση ανά είδος χρήστη (εκπαιδευτή και εκπαιδευόμενου) εξαρτάται από τους περιορισμούς που βάζει το σύστημα σε σχέση με τους εκπαιδευτικούς στόχους κάθε χρήστη, οι οποίοι σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον μπορεί να έχουν πολύ αρνητικό αντίκτυπο στη μαθησιακή αποτελεσματικότητα. Για παράδειγμα, ενώ στο Fle3 (και σε άλλα ΣΜΤ) ο χρήστης πολύ εύκολα μπορεί να δει ποιος άλλος χρήστης είναι online (από οποιοδήποτε σημείο της διαπροσωπείας) ώστε να τον καλέσει σε σύγχρονη επικοινωνία και συνεργασία, στο Blackboard

και WebCT αυτό δεν προσφέρεται παρά μόνο όταν ο χρήστης επιλέξει τη σύγχρονη επικοινωνία. Στη δεύτερη περίπτωση ο χρήστης πρέπει να έχει στόχο να συνεργαστεί - συνομιλήσει σε πραγματικό χρόνο ενώ στην πρώτη περίπτωση η σύγχρονη επικοινωνία μπορεί να ξεκινήσει χωρίς ιδιαίτερο προγραμματισμό αλλά και μόνο επειδή έτυχε να είναι online κάποιος άλλος χρήστης. Είναι προφανές ότι η «υποκειμενική ικανοποίηση» εξαρτάται από την απόδοση του συστήματος είτε σε τεχνικά είτε σε παιδαγωγικά θέματα.

2.2 Φάσεις εφαρμογής του πλαισίου αξιολόγησης της αποδοχής ενός ΣΜΤ

Το προτεινόμενο πλαίσιο αξιολόγησης της αποδοχής ενός ΣΜΤ μπορεί να εφαρμοστεί μόνο από ειδικούς. Οι φάσεις εφαρμογής του είναι δύο:

- **Προπαρασκευαστική φάση.** Στη φάση αυτή προσδιορίζονται τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ΣΜΤ υπό αξιολόγηση και δημιουργείται ένα πίνακας με αυτά ταξινομημένα στις ομάδες που έχουν ήδη προαναφερθεί (διαχείριση μαθήματος, αυτό-αξιολόγηση, κλπ). Προτείνεται να σημειώσουν οι υπεύθυνοι αξιολόγησης τη βαρύτητα της σημασίας της ευχρηστίας καθενός χαρακτηριστικού. Η βαρύτητα (σε τρεις βαθμίδες: Πολύ σημαντική, Σημαντική, Ουδέτερη) καθορίζεται από την παιδαγωγική αξιοποίησή του ΣΜΤ. Για παράδειγμα, εάν ένα ΣΜΤ χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση φοιτητών μέσα από παραδόσεις εργασιών, η αντίστοιχη λειτουργία θα πρέπει να χαρακτηριστεί ως πολύ σημαντική.
- **Φάση εκτέλεσης** όπου αφορά δύο στόχους α) να ανακαλύψουμε τι ένα ΣΜΤ μπορεί να προσφέρει, δηλ. ποια χαρακτηριστικά υποστηρίζει και ακολούθως να το ταξινομήσουμε στην κατάλληλη κατηγορία και β) να διευκρινίσουμε πόσο καλά υποστηρίζονται τα χαρακτηριστικά τους. Έτσι π.χ. μας ενδιέφερε εάν το εργαλείο προσθήκης ανακοινώσεων ενός ΣΜΤ, παρείχε τη δυνατότητα να αποστέλλεται ένα μήνυμα μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (ή μέσω SMS) στους εγγεγραμμένους χρήστες και ταυτόχρονα να προστίθεται η ανακοίνωση αυτή στα «Νέα» του μαθήματος αλλά και στα «Νέα» όλων των μαθημάτων (περίπτωση λειτουργίας “myΣΜΤ”). Οι ειδικοί εξετάζουν τις λειτουργίες που υποστηρίζει το ΣΜΤ και αφού ελέγξουν την πληρότητά τους επικεντρώνονται στο πόσο καλά υποστηρίζονται οι συγκεκριμένες λειτουργίες..

3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Προσπαθήσαμε να εφαρμόσουμε αυτό το πλαίσιο αξιολόγησης στην πράξη για 16 ΣΜΤ ανοικτού κώδικα (open-source): ATutor 1.3, Bazaar 7, Bodington, CHEF, Claroline 1.4, ClassWeb 2.0, CourseWork, Eledge 3.1, Fle3, Jones e-education V2003, KEWL 1.2, LON-CAPA 1.0, Manhattan Virtual Classroom 2.1, MimerDesk 1.5.3.1, Moodle 1.1, Whiteboard 1.0.2.. Μία πλήρης επισκόπηση όλων των προαναφερθέντων ΣΜΤ υπάρχει στο: [http://www.edutools.info/course/productinfo/]. Στη μελέτη αυτή αξιολόγησης συμμετείχαν τρεις (3) πολύ έμπειροι χρήστες και κατασκευαστές συστημάτων ΣΜΤ με ιδιαίτερη εμπειρία σε θέματα αξιολόγησης ευχρηστίας. Τα κριτήρια για την επιλογή των συγκεκριμένων συστημάτων από την ολότητα των ΣΜΤ στην αγορά είναι: α) ο βαθμός κατά τον οποίον έχουν υιοθετηθεί από εκπαιδευτικούς οργανισμούς και ιδρύματα καθώς και β) η διαθεσιμότητα των πόρων για την αξιολόγηση μας (on-line τεκμηρίωση, πρότυπα επίδειξης εκδόσεων των συστημάτων).

Η ευρετική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε ως εξής: Κάθε αξιολογητής εξέτασε τα ΣΜΤ, χωρίς να έλθει σε επαφή με τους συναδέλφους του, με βάση το προτεινόμενο πλαίσιο αξιολόγησης.. Όταν ολοκληρώθηκε η συνεδρία αυτής της εξατομικευμένης αξιολόγησης, διεξήχθη μια συνάντηση με την συμμετοχή όλων των ειδικών, γεγονός που τους βοήθησε να ανταλλάξουν μεταξύ τους απόψεις και να συζητήσουν όλα τα ευρήματά τους.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αξιολόγηση ΣΜΤ είναι αρκετά δύσκολη αφού πρέπει να ληφθούν πολλοί παράγοντες υπόψη. Η στείρα απαρίθμηση των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων ενός ΣΜΤ, είναι ένα κριτήριο για τις δυνατότητές του αλλά δεν μπορεί παρά να είναι ένα επί μέρους κριτήριο για τη συγκριτική ανάλυση και την αξιολόγηση τους [Avouris et al. 2001, Grigoriadou and Papanikolaou 2000]. Η προτεινόμενη προσέγγιση εξετάζει την ευχρηστία των ΣΜΤ με βάση τις ιδιαιτερότητές τους τόσο από λειτουργική όσο και από παιδαγωγική σκοπιά.

Διεξαγάγαμε μια απλή μελέτη αξιολόγησης για να εξετάσουμε και να επικυρώσουμε το προτεινόμενο πλαίσιο. Αν και αυτή η μελέτη είχε τους περιορισμούς της χρήσιμα συμπεράσματα μπόρεσαν και εξήλθουν. Από την μελέτη μας προέκυψε ότι τα πιο αποδεκτά ΣΜΤ είναι το Jones e-education και το Moodle, με καλύτερο το δεύτερο. Καταλήξαμε επίσης στο συμπέρασμα ότι η πλειονότητα των επιλεγμένων ΣΜΤ χαρακτηρίζονται από έναν αποδεκτό βαθμό ευχρηστίας εργαλείων του σπουδαστή, και είναι λιγότερο των σχεδιαστών, και εκπαιδευτικών. Η αναπτυξιακή κοινότητα δεν έχει ακόμα βρει τις κατάλληλες διαπροσωπείες ώστε πιο δύσκολες λειτουργίες να γίνονται απλά και από χρήστες που είναι λίγο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, S. (1995). Teaching and learning on the World Wide Web. In R. Debreceeny & A. Ellis (Eds.). *Ausweb95: Innovation and Diversity*, Ballina, New South Wales:
- P. Avgeriou, A. Papasalouros, S. Retalis, E. Skordalakis (2003). "Towards a Pattern Language for Learning Management Systems", *Educational Technology & Society*, ISSN 1436-4522, Volume 6, Issue 2, pp. 11-24, 2003 (ISSN 1436-4522)
- Avouris, N.M., Tselios, N., & Tatakis E.C. (2001). Development and Evaluation of a Computer-based Laboratory teaching tool, *Journal of Computer Applications in Engineering Education*, vol. 9 (1), pp. 8-19, March 2001.
- Gagné, R., Briggs, L., & Wager, L. (1994). *Principles of instructional design*. Fort Worth, TX: HBJ College Publishers
- Grigoriadou, M. and Papanikolaou, K.A. (2000). Learning Environments on the Web: The Pedagogical Role of the Educational Material. *Themes in Education*, 1 (2), 2000.
- Harasim, L. (1999). A framework for online learning: The virtual-u. *Computer*, 44-49
- IEEE Learning Technology Standards Committee, "Draft Standard for Learning Technology Systems Architecture (LTSA)", November 2000.
- Lowe, D. & Hall, W. (1999). *Hypermedia & the Web: An Engineering Approach*, John Wiley & Sons Ltd.
- McConnell, D. *Implementing Computer Supported Cooperative Learning*, Kogan Page, 1994.
- Nielsen, J. (2000). *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity*, New Riders Publishing, Indianapolis
- Ovsiannikov I., Michael A., Arbib, A. and McNeill T. (1999). Annotation Technology, *International Journal of Human Computer Studies*, 50, pages 329-362, 1999
- Squires D., & Preece, J. (1999). Predicting quality in educational software: Evaluating for learning, usability and the synergy between them, *Interacting with Computers*, 11, pp. 467-483.

