

Εκπαιδευτικό Λογισμικό: Μια πρόταση για την εξασφάλιση της ποιότητάς του

Π.Πιντέλας

Σύνοψη

Στόχος της εργασίας αυτής είναι να συμβάλει προς την κατεύθυνση της ποιοτικής αναβάθμισης του εκπαιδευτικού λογισμικού μέσα από μία πρώτη πρόταση για την εισαγωγή ενός Προγράμματος Εξασφάλισης Ποιότητας (ΠΕΠ) κατά την φάση της ανάπτυξης του. Η έλλειψη από διεθνή στάνταρτ, το νεαρό του αντικειμένου, η εμπλοκή πολλών γνωστικών αντικειμένων και σύγχρονων τεχνολογιών της πληροφορικής, και η ανάγκη για εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο θα βοηθήσει και δεν θα βλάψει την εκπαίδευση, επιβάλλουν την ανάγκη για ποιοτική ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού. Προς τον στόχο αυτό η εργασία αντλεί επιστημονική γνώση από την Τεχνολογία Λογισμικού και τις μεθόδους αξιολόγησης εκπαιδευτικού λογισμικού για να τεκμηριώσει την ανάγκη ποιοτικού ελέγχου και να παρουσιάσει σε δύο επίπεδα λεπτομέρειας την δομή ενός Προγράμματος Εξασφάλισης Ποιότητας το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν οδηγός για παραπέρα εκλέπτυνση.

1. Εισαγωγή

Το εκπαιδευτικό λογισμικό έχει ήδη εισβάλλει στην εκπαιδευτική διαδικασία όλων των βαθμίδων αφού έκανε πριν μερικά χρόνια πρώτα την είσοδο του στην επαγγελματική κατάρτιση. Επειδή μεταξύ άλλων δεν υπάρχει ακόμη ομοφωνία στην επιστημονική κοινότητα για το τι ακριβώς είναι και πώς ορίζεται το *εκπαιδευτικό λογισμικό* θα ξεκινήσουμε παραθέτοντας τους διάφορους τύπους εκπαιδευτικού λογισμικού όπως αυτοί εμφανίζονται μέχρι στιγμής στην διεθνή βιβλιογραφία. Στη συνέχεια θα ορίσουμε το εκπαιδευτικό λογισμικό όπως εμείς (και αρκετοί άλλοι συνάδελφοι) το αντιλαμβανόμαστε και θα διερευνήσουμε την κατάσταση γύρω από την ύπαρξη διεθνών στάνταρτ. Ατυχώς η κατάσταση στον χώρο αυτό, παρά τις προσπάθειες που έχουν ήδη ξεκινήσει, δεν είναι ακόμα ώριμη. Υπάρχουν βέβαια κάποιες κατευθυντήριες γραμμές που μπορούν να οριοθετήσουν κάποιες γενικές απαιτήσεις και προδιαγραφές και οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε ποιοτικό εκπαιδευτικό λογισμικό, αρκεί να ενταχθούν σε ένα συστηματικό πλαίσιο ανάπτυξης και ελέγχου της ποιότητας του λογισμικού παράλληλα με την φ«ση της ανάπτυξης του. Στη συνέχεια εξετάζουμε σύντομα τους διάφορους τύπους και μεθόδους αξιολόγησης εκπαιδευτικού λογισμικού για να προχωρήσουμε στην τεκμηρίωση της ανάγκης του ποιοτικού ελέγχου του. Ορίζουμε την ποιότητα, τις μετρικές και άλλα χαρακτηριστικά όπως αυτά έχουν μελετηθεί στα πλαίσια της Τεχνολογίας Λογισμικού και για τα οποία έχουμε στη διάθεση μας κάποια γενικά στάνταρτ. Τέλος, προτείνουμε μια δομή και τα περιεχόμενα για ένα Πρόγραμμα Εξασφάλισης Ποιότητας (ΠΕΠ). Παρότι η εργασία επικεντρώνεται στην εξασφάλιση της ποιότητας του εκπαιδευτικού λογισμικού

κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του, η προτεινόμενη δομή του ΠΕΠ εντάσσει και τον ποιοτικό έλεγχο υπάρχοντος εκπαιδευτικού λογισμικού.

2. Τύποι Λογισμικού στην Εκπαίδευση

Το λογισμικό το οποίο διατίθεται για χρήση στα σχολεία μπορεί να διακριθεί σε δυο βασικές κατηγορίες. Λογισμικό γενικού σκοπού το οποίο χρησιμοποιείται σαν εργαλείο διδασκαλίας με την έννοια της επέκτασης των εποπτικών μέσων (είτε εντάσσεται στα πλαίσια της εισαγωγής της πληροφορικής στα σχολεία), και σε εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο έχει σχεδιασθεί ειδικά για να ικανοποιήσει παιδαγωγικούς, διδακτικούς και μαθησιακούς στόχους. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει λογισμικό όπως Word, Excel, PowerPoint και Access το οποίο δεν το θεωρούμε εκπαιδευτικό λογισμικό και για αυτό το λόγο δεν θα αναφερόμαστε σε τέτοιο λογισμικό στην συνέχεια αυτής της εργασίας. Η δεύτερη κατηγορία είναι αυτή η οποία μας ενδιαφέρει και με την οποία θα ασχοληθούμε στην συνέχεια. Τυπικό παράδειγμα εκπαιδευτικού λογισμικού μπορεί να θεωρηθεί το λογισμικό που αναπτύσσεται για λογαριασμό του ΥΠΕΠΘ στα πλαίσια των έργων Σειρήνες, Ναυσικά κλπ [13].

Στη βιβλιογραφία [1] το εκπαιδευτικό λογισμικό γενικά διαχωρίζεται στις εξής κατηγορίες ή τύπους: *tutorial*, *drill and practice*, *simulation*, *problem solving*, και *educational games*. Κάποιο λογισμικό μπορεί φυσικά να εντάσσεται σε περισσότερες από μία κατηγορίες ενώ κάποιο άλλο, οι εγκυκλοπαίδειες για παράδειγμα, δεν εντάσσεται σε καμία κατηγορία.

Tutorial

Αυτού του τύπου το λογισμικό κατά κανόνα ομοιάζει περισσότερο με ηλεκτρονικό βιβλίο το οποίο παρουσιάζει νέες ιδέες και επιδεξιότητες μέσω υπερμεσικής πληροφορίας, ερωτήσεων, και προβλημάτων. Κατά κανόνα επαναλαμβάνει τον κύκλο πληροφορία, ερώτηση, ανάδραση. Στην ιδανική περίπτωση ένα tutorial λογισμικό θα πρέπει να προσαρμόζει το διδακτικό υλικό στις ιδιαίτερες ανάγκες και ικανότητες του μαθητή. Κάτι τέτοιο υποδηλώνει την παρουσία μέσα στο λογισμικό μοντέλων μαθητή, μοντέλων διδακτικών στρατηγικών, και παραπέμπει σε ιδιαίτερη κατηγορία εκπαιδευτικού λογισμικού το οποίο αναφέρεται σαν *Έμπειρο Εκπαιδευτικό Λογισμικό* (Intelligent Tutoring System - ITS) [2].

Δεν θεωρούμε σωστό ότι σε ένα tutorial λογισμικό η πληροφορία πρέπει να παρουσιάζεται σε σειριακή μορφή όπως αναφέρεται σε κάποια βιβλιογραφία [3]. Αυτό ήταν μάλλον αποτέλεσμα των τεχνολογικών περιορισμών των πρώτων πολυμεσικών εφαρμογών και της μορφής που είχαν σαν ηλεκτρονικό βιβλίο.

Drill and Practice

Ένα καλό λογισμικό αυτού του τύπου πρέπει να προσφέρει στον μαθητή απεριόριστη πρακτική άσκηση, να παρέχει συνεχή ανάδραση, να εξηγεί πώς να βρεθεί η σωστή απάντηση σε ένα πρόβλημα, και να περιλαμβάνει και ένα υποσύστημα παρακολούθησης της προόδου του μαθητή. Πρέπει να προσδιορίζει τις προαπαιτούμενες γνώσεις, να προσαρμόζει τις ασκήσεις και τις επεξηγήσεις του στις ανάγκες του κάθε μαθητή βασιζόμενο στην ανταπόκριση του μαθητή, και να παρέχει εύχρηστο σύστημα λεξιλογίου και βιβλιογραφικής

αναφοράς. Η ιδανική περίπτωση και πάλι παραπέμπει σε Έμπειρο Εκπαιδευτικό Λογισμικό.

Simulation

Αυτού του τύπου το λογισμικό χρησιμοποιείται για την προσομοίωση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων οι οποίες χαρακτηρίζονται από κάποιο βαθμό επικινδυνότητας (π.χ. πειράματα Χημείας), έχουν υψηλό κόστος, είναι δύσκολα ή μη πρακτικά για κάποιο λόγο. Έτσι, το λογισμικό δημιουργεί μια κατά το δυνατόν ρεαλιστική προσομοίωση ενός πραγματικού συστήματος ή φαινομένου με ασφαλή, φθηνό και αποτελεσματικό τρόπο μέσω του οποίου ο μαθητής αποκτά εμπειρία και γνώση.

Problem Solving

Το λογισμικό αυτού του τύπου παρέχει ένα περιβάλλον μέσω του οποίου βοηθά τον μαθητή να βελτιώσει τις ικανότητες του στην επίλυση προβλημάτων. Το περιβάλλον μπορεί να περιέχει ή και να μην περιέχει κάποια προσομοίωση ενός φαινομένου του πραγματικού κόσμου. Το λογισμικό πρέπει να δίνει στον μαθητή τη δυνατότητα να δημιουργήσει ή να αναλύσει παραλλαγές του προβλήματος μέσω αλλαγών των δεδομένων του προβλήματος. Να περιλαμβάνει επεξηγηματικές γραφικές απεικονίσεις των δραστηριοτήτων του μαθητή στην προσπάθεια του για επίλυση του προβλήματος, να τον υποστηρίζει στην κατανόηση αλγοριθμικών μεθόδων, και να τον αποθαρρύνει από προσεγγίσεις τύπου trial-and-error.

Educational Games

Το λογισμικό του τύπου εκπαιδευτικό παιχνίδι εκμεταλλεύεται τον ενθουσιασμό, την υποκίνηση, και την προσοχή του μαθητή στο παιχνίδι για να του μεταφέρει γνώση, εμπειρία και ικανότητες. Προσφέρεται ιδιαίτερα για συνεργατική μάθηση. Στοιχεία εκπαιδευτικού παιχνιδιού είναι σημαντικό να υπάρχουν και στους υπόλοιπους τύπους εκπαιδευτικού λογισμικού. Είναι σημαντικό το εκπαιδευτικό παιχνίδι να ενθαρρύνει την επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων και να αποθαρρύνει κάθε άλλη χρήση που συνήθως σχετίζεται με τα ειδικά πολυμεσικά effects του παιχνιδιού.

3. Εκπαιδευτικό Λογισμικό: Προδιαγραφές και πρότυπα (στάνταρτ)

Σαν εκπαιδευτικό λογισμικό χαρακτηρίζουμε το λογισμικό για εκπαίδευση μέσω υπολογιστή το οποίο ικανοποιεί πλήρως τις διδακτικές, παιδαγωγικές, γνωστικές και τεχνολογικές απαιτήσεις για τις οποίες σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε. Αν και υπάρχουν και άλλοι ορισμοί [4], ο παραπάνω θεωρούμε ότι είναι ο πληρέστερος.

Η εκπαίδευση μέσω υπολογιστή, και κατά επέκταση και το εκπαιδευτικό λογισμικό, περιλαμβάνει και όλες τις σύγχρονες τεχνολογίες πληροφορικής όπως είναι το διαδίκτυο, η εικονική πραγματικότητα, και οι νεώτερες εξελίξεις της τεχνητής νοημοσύνης.

Δεν θα αναφερθούμε στις απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιεί κάποιο λογισμικό ώστε

να χαρακτηρίζεται σαν εκπαιδευτικό μια και δεν το επιτρέπει ο χώρος. Είναι ατυχές ότι δεν υπάρχουν ακόμη ώριμα διεθνή στάνταρτ για το εκπαιδευτικό λογισμικό. Υπάρχουν όμως διεθνείς οργανισμοί όπως το IEEE LTSC P1484 (Learning Technology Standards Committee), το οποίο έχει δημιουργήσει ομάδες εργασίας μερικές από τις οποίες έχουν προχωρήσει σημαντικά στον προσδιορισμό στάνταρτ. Τέτοιες ομάδες, για παράδειγμα είναι η ομάδα για μοντέλο μαθητή (P1484.2), η ομάδα αρχιτεκτονικού μοντέλου (P1484.1), η ομάδα εργαλείων, πρακτόρων και επικοινωνίας (P 1484.7) κλπ. Έτσι, αναμένουμε πολύ σύντομα να έχουμε στη διάθεση μας ένα σύνολο από στάνταρτ τα οποία θα μας βοηθήσουν να αναπτύσσουμε εκπαιδευτικό λογισμικό. Στο μεσοδιάστημα, και αναφορικά με τον Ελλαδικό χώρο, υπάρχουν κάποιες εξελίξεις γύρω από το εκπαιδευτικό λογισμικό, μέσω των οποίων έχει καταγραφεί ένας σημαντικός αριθμός απαιτήσεων εκπαιδευτικού λογισμικού που είναι άμεσα χρησιμοποιούμενες. Το ΥΠΕΠΘ μέσω του προγράμματος ΟΔΥΣΣΕΙΑ, και σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών [13] και το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο [4], έχει καθορίσει απαιτήσεις για ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού. Οι απαιτήσεις αυτές διαχωρίζονται σε τεχνολογικές, παιδαγωγικές, εκπαιδευτικές (instructional), γνωστικού περιεχομένου, διαπροσωπείας χρήστη-υπολογιστή κλπ. Ακόμη, το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο έχει ξεκινήσει την υπηρεσία πιστοποίησης εκπαιδευτικού λογισμικού στην οποία γίνεται ο ποιοτικός έλεγχος του λογισμικού που πρόκειται να διατεθεί για σχολική χρήση. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με βάση αναλυτικά και εκτεταμένα ερωτηματολόγια τα οποία επεξεργάζεται ομάδα ειδικών και τα οποία στην ουσία είναι ένα μεγάλο σύνολο απαιτήσεων που εφόσον τα ικανοποιεί το ελεγχόμενο λογισμικό θα του δίνει, κατά κάποιο τρόπο, πιστοποιητικό ποιοτικού ελέγχου.

Μια άλλη κατηγορία λογισμικού είναι το λογισμικό για σύγχρονη και ασύγχρονη ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση (ODL-Open and Distance Learning). Αν και αυτού του τύπου η εκπαίδευση (κατά κανόνα τριτοβάθμια ή κατάρτισης) είναι στην διεθνή πρακτική για πολλά χρόνια, ενώ πρόσφατα χρησιμοποιείται και στις άλλες βαθμίδες. Εκεί οι απαιτήσεις και τα στάνταρτ είναι διαφορετικά και κυρίως αναφέρονται στον τρόπο συγγραφής του διδακτικού υλικού. Στον Ελλαδικό χώρο το Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ) χρησιμοποιεί προδιαγραφές οι οποίες αναφέρονται στον τρόπο συγγραφής του διδακτικού υλικού σε μορφή κατάλληλη για ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση.

Τελικά, μπορούμε να πούμε ότι ήδη υπάρχει ένα ικανοποιητικό και λειτουργικό σύνολο απαιτήσεων στην διάθεση των σχεδιαστών εκπαιδευτικού λογισμικού το οποίο εκτιμάμε ότι δεν θα απέχει πολύ από τα διεθνή στάνταρτ όταν αυτά οριστικοποιηθούν.

4. Αξιολόγηση ΕΛ

Ο όρος "αξιολόγηση" ΕΛ υποδηλώνει την εξαγωγή ενός συμπεράσματος για το ΕΛ. Ένας καλύτερος ορισμός θα μπορούσε να αναφέρεται στην "ανακάλυψη του πώς λειτουργεί ένα εκπαιδευτικό λογισμικό" μέσω παρατήρησης και μετρήσεων της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας. Όπως θα δούμε στη συνέχεια και ο ορισμός αυτός, όπως και άλλοι που συναντώνται στην βιβλιογραφία [5], δεν μας βοηθάει στο να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε ένα σωστό εκπαιδευτικό λογισμικό.

Ένα εκπαιδευτικό λογισμικό δεν μπορεί να αξιολογηθεί σαν ένα αυτόνομο πακέτο λογισμικού. Η αξιολόγηση του πρέπει να γίνεται σε σχέση με κάποιο υπάρχον ή στοχευόμενο εκπαιδευτικό περιβάλλον μέσα στο οποίο το λογισμικό θα λειτουργεί.

4.1 Τύποι αξιολογικής

Έχουν αναφερθεί διάφοροι τύποι αξιολόγησης οι οποίοι συνήθως κατατάσσονται στις εξής τέσσερις κατηγορίες, *predictive, interpretative, formative* και *summative*.

Η Predictive προσέγγιση ενδιαφέρεται να αξιολογήσει την ποιότητα του λογισμικού και τις δυνατότητες χρήσης του μέσα στην τάξη πριν δοθεί για χρήση στους μαθητές. Αυτός ο τύπος αξιολόγησης γίνεται κατά κανόνα από τους εκπαιδευτικούς ή από οργανισμούς που είναι υπεύθυνοι για αγορές εκπαιδευτικού λογισμικού για τα σχολεία. Η Predictive αξιολόγηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συνδυασμό με την διαδικασία ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού όταν η ανάπτυξη αυτή γίνεται μέσω κάποιου αυξητικού μοντέλου ή κάποιου μοντέλου πρωτοτυποποίησης. Αν και στην βιβλιογραφία θεωρείται [6,7] ότι η Predictive αξιολόγηση δεν συνδέεται με το διδακτικό περιεχόμενο, αλλά αναφέρεται στα τεχνικά χαρακτηριστικά του λογισμικού, δεν συμφωνούμε με αυτό διότι απλά έχει να κάνει με το κατά πόσον προβλέπονται ερωτήσεις επί του περιεχομένου στις οποίες απαντά ο αξιολογητής εκπαιδευτικός ή όχι (εφόσον για παράδειγμα η αξιολόγηση γίνεται μέσω λίστας ερωτήσεων).

Η Interpretative αξιολόγηση ενδιαφέρεται για την αξιολόγηση της παρατηρούμενης χρήσης του λογισμικού από τους μαθητές. Η αξιολόγηση αυτού του τύπου συνδέεται άμεσα με το διδακτικό περιεχόμενο (γνωστικό αντικείμενο) του υπό αξιολόγηση εκπαιδευτικού λογισμικού. Και η Interpretative αξιολόγηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά την διαδικασία ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού που αναφέρθηκε παραπάνω.

Η Formative αξιολόγηση ενδιαφέρεται να παρακολουθεί την υλοποίηση των τεχνολογικών, διδακτικών παιδαγωγικών και άλλων στόχων (αλλά όχι των αντίστοιχων απαιτήσεων και προδιαγραφών) ενός εκπαιδευτικού λογισμικού κατά την διάρκεια των φάσεων υλοποίησής του. Δεν στοχεύει στο να μετρήσει την αποτελεσματικότητα του αναπτυσσόμενου εκπαιδευτικού λογισμικού αλλά να εντοπίσει τις απαραίτητες διορθωτικές παρεμβάσεις ώστε το λογισμικό να μην αποκλίνει από τους αρχικούς του στόχους.

Η Summative αξιολόγηση ενδιαφέρεται για την αποτελεσματικότητα υλοποίησης των αρχικών στόχων μετά την υλοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού.

Τόσο η Formative όσο και η Summative αξιολόγηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο για την παρακολούθηση της υλοποίησης και την επαβεβαίωση της υλοποίησης αντίστοιχα των αρχικών στόχων, αλλά και των συνολικών απαιτήσεων του εκπαιδευτικού λογισμικού. Οι δύο αυτοί τύποι αξιολόγησης κάνουν κατά κανόνα χρήση των ίδιων τεχνικών αξιολόγησης [6]. Η Formative αξιολόγηση επομένως χρησιμοποιείται να πιστοποιήσει ότι το εκπαιδευτικό λογισμικό και το αντίστοιχο υλικό του ικανοποιούν τις ανάγκες του χρήστη (μαθητή, καθηγητή, προγράμματος σπουδών ή όλων αυτών). Αντίστοιχα η Summative αξιολόγηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελεγχθεί η καταλληλότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού για συγκεκριμένες λειτουργίες (εξομοιώσεις, παιχνίδια, κατασκευές κλπ) ή κατηγορίες χρηστών (μαθητές, καθηγητές, διευθυντές), ή για να

συγκριθεί το εκπαιδευτικό λογισμικό με κάποιο άλλο.

4.2 Μέθοδοι αξιολόγησης

Στην παρούσα εργασία δεν θα αναφερθούμε σε τεχνικές αξιολόγησης που σχετίζονται με την χρησιμότητα του συστήματος (λογισμικού και υλικού), την αντίληψη του χρήστη για το σύστημα, και το αποτέλεσμα της χρήσης του συστήματος. Τέτοιες τεχνικές όπως παρατήρηση, μέτρα αυτό-αναφοράς, συνεντεύξεις, ψυχομετρικά τεστ κλπ [6] είναι έξω από τα ενδιαφέροντα αυτής της εργασίας.

Οι αρχικές μέθοδοι υλοποίησης της αξιολόγησης όπως *Reviews mi Software Evaluation Forms*, απέτυχαν να συνοπλογίσουν και την σημασία του περιεχομένου (γνωστικού αντικειμένου) και έτσι δίνουν την θέση τους σε άλλες νεότερες μεθόδους όπως *Frameworks*, *Heuristics* και *Field Studies*.

Τα frameworks στοχεύουν στην υποβοήθηση του έργου των αξιολογητών με την κατηγοριοποίηση του λογισμικού (drill and practice, simulation, tutorial, game, programming language, spreadsheet, CAD/CAM, κλπ.), την περιγραφή των ρόλων τους οποίους το λογισμικό στοχεύει να ικανοποιήσει (π.χ. εκπαιδευτής, εκπαιδευόμενος, εργαλείο, αναπλήρωση του εκπαιδευτικού κλπ), και περιγραφή του λογισμικού με βάση το περιβάλλον λειτουργίας του (και κατηγοριοποίηση του είδους: πολυμεσικό, υπερμεσικό, διαδικτυακό, CD-ROM κλπ.).

Τα Heuristics περιλαμβάνουν κριτήρια αξιολόγησης τα οποία στοχεύουν στην αξιολόγηση χαρακτηριστικών του λογισμικού όπως η ορατότητα της κατάστασης λειτουργίας του λογισμικού από τον χρήστη και η συνέπεια στην ορολογία ή τα στάνταρτ [6].

Τα Field Studies αναφέρονται στον πιλοτικό έλεγχο του λογισμικού από τους σπουδαστές κάτω από τον έλεγχο εξειδικευμένων εκπαιδευτικών και με βάση ένα συγκεκριμένο πλάνο ελέγχου [8].

5. Ανάγκη για Ποιοτικό έλεγχο στο ΕΛ ή Ποιότητα και Ποιοτικός Έλεγχος

Τίθεται το ερώτημα του πώς εξασφαλίζεται ότι ένα λογισμικό για εκπαίδευση μέσω υπολογιστή ικανοποιεί τον ορισμό του εκπαιδευτικού λογισμικού που δόθηκε προηγουμένα; Εάν το λογισμικό έχει ήδη αναπτυχθεί την απάντηση θα την δώσει η αξιολόγηση του λογισμικού. Βεβαίως σε μια τέτοια περίπτωση η αξιολόγηση δεν μπορεί βελτιώσει το λογισμικό. Το μόνο που κάνει είναι να καταγράψει τα θετικά και τα αρνητικά στοιχεία του λογισμικού, σε σχέση με τους αρχικούς του στόχους, και να προτείνει την εισαγωγή ή απόρριψη της χρήσης του στο σχολικό περιβάλλον. Εάν το λογισμικό πρόκειται να αναπτυχθεί, τότε την απάντηση στο ερώτημα την δίνει ένα καλά σχεδιασμένο Πλάνο Ποιοτικού Ελέγχου (ΠΠΕ) στο οποίο κεντρικό ρόλο παίζει η αξιολόγηση. Το ΠΠΕ εντάσσεται στο Πρόγραμμα Εξασφάλισης Ποιότητας (ΠΕΠ) μιας επιχείρησης. Η αξιολόγηση δεν πρέπει να θεωρείται σαν μια αυτόνομη διαδικασία αλλά σαν μέρος ενός συνόλου διαδικασιών για την εξασφάλιση της ποιότητας του λογισμικού ώστε αυτό να χαρακτηριστεί τελικά σαν εκπαιδευτικό λογισμικό.

5.1 Εξασφάλιση Ποιότητας

Τι σημαίνει όμως **ποιότητα** στο εκπαιδευτικό λογισμικό; Για να το διερευνήσουμε αυτό πρέπει να ψάξουμε πρώτα το τι σημαίνει και πώς ορίζεται η ποιότητα γενικότερα. Μερικοί από τους πιο διαδεδομένους ορισμούς της ποιότητας είναι: "η συλλογή των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων του προϊόντος που σχετίζονται με τη δυνατότητα του να εκπληρώνει τις ζητούμενες ανάγκες των πελατών", "η συλλογή των χαρακτηριστικών σχεδιασμού, κατασκευής και συντήρησης, δια μέσου των οποίων το προϊόν κατά τη χρήση του θα εκπληρώσει τις προσδοκίες των πελατών", "η συμμόρφωση με τυποποιημένες προδιαγραφές που περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά του προϊόντος και έχουν βασιστεί στις ανάγκες και προσδοκίες των πελατών". Ο κοινός παρανομαστής των ορισμών είναι η *ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη* [9].

Η εξασφάλιση της ποιότητας είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις μετρήσεις, ενώ σαν μέτρηση ορίζεται η διαδικασία με την οποία αριθμοί ή σύμβολα αντιστοιχίζονται σε ιδιότητες οντοτήτων του πραγματικού κόσμου έτσι ώστε να τις περιγράφουν σύμφωνα με καθορισμένους κανόνες. Δεν μετράμε το λογισμικό, αλλά ιδιότητες του λογισμικού. Η εξασφάλιση ποιότητας και η χρήση μετρήσεων έδωσε μεγάλη ώθηση στη βιομηχανία τις τελευταίες δεκαετίες. Οι βασικές λειτουργίες του προγράμματος εξασφάλισης ποιότητας στη μαζική παραγωγή υλικών προϊόντων είναι ο καθορισμός των χαρακτηριστικών που θα μετρηθούν και των επιθυμητών ορίων, ο καθορισμός των διαδικασιών μέτρησης, ο εντοπισμός και η απόρριψη των προϊόντων που δεν ικανοποιούν τις ποιοτικές προδιαγραφές και η βελτίωση της διαδικασίας παραγωγής ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός των προϊόντων που απορρίπτονται.

Αν και οι βασικές αρχές της εξασφάλισης ποιότητας λογισμικού είναι ίδιες με την εξασφάλιση ποιότητας κάθε άλλου προϊόντος, το πρόβλημα στο λογισμικό έγκειται στην έλλειψη μετρήσιμων στόχων και διαδικασιών μέτρησης. Δεν είναι εύκολο να μετρήσουμε την *συντηρησιμότητα*, την *επεκτασιμότητα*, την *μεταφερσιμότητα* ή την *αξιοπιστία* του λογισμικού.

Η εξασφάλιση ποιότητας έχει προταθεί σαν θεραπεία στην γνωστή 'χρόνια πάθηση' του λογισμικού (γνωστή και σαν 'κρίση') μέσα από διεθνή στάνταρτ όπως το ISO9000 [10], το CMM [11] και άλλα. Αυτά καθορίζουν πως πρέπει να εφαρμοστεί ένα πρόγραμμα εξασφάλισης ποιότητας στη διαδικασία παραγωγής λογισμικού, αν και αφήνουν αρκετά ανοικτά θέματα. Ενθαρρύνουν την εφαρμογή μετρήσεων, αλλά δεν προτείνουν συγκεκριμένες λύσεις για τις μετρήσεις. Βασικό πρόβλημα στην εξασφάλιση ποιότητας λογισμικού είναι η έλλειψη δυνατότητας άμεσης μέτρησης χαρακτηριστικών για τα οποία να υπάρχει απτή αντίληψη τι ακριβώς επιθυμούμε να μετρήσουμε. Έχουμε αντίληψη του τι σημαίνει φιλικό user interface αλλά πως το μετράμε;

Επειδή η έννοια 'ποιότητα λογισμικού' είναι αρκετά αφηρημένη ώστε να μπορούν να τεθούν μετρήσιμοι στόχοι, έγινε φανερό η ανάγκη επιμερισμού της 'ποιότητας' σε χαρακτηριστικά τα οποία θα συνθέτουν την ποιότητα. Αυτά ονομάζονται 'ποιοτικά χαρακτηριστικά' και ορίζονται σαν *τα χαρακτηριστικά τα οποία συνθέτουν την ποιότητα ενός προϊόντος, έχουν την ελάχιστη δυνατή επικάλυψη μεταξύ τους και είναι επαρκή για την σύνθεση της ποιότητας*. Δεδομένου ότι η 'ποιότητα' και οι ποιοτικοί 'παράγοντες' είναι εξαιρετικά αφηρημένες έννοιες, προτάθηκε από τον McCall [12] η τμηματοποίηση των

'παράγοντων' σε 'κριτήρια' που βρίσκονται σε χαμηλότερο επίπεδο αφαίρεσης και τα οποία μπορούν να μετρηθούν άμεσα με 'μετρικές'. Έτσι προέκυψε το μοντέλο παράγοντες- κριτήρια- μετρικές. Μερικοί από τους 11 παράγοντες ποιότητας που πρότεινε ο McCall είναι: ορθότητα, συντηρησιμότητα, μεταφερσιμότητα, ακεραιότητα και επαναχρησιμοποιησιμότητα. Για τους παράγοντες αυτούς προτάθηκαν 23 κριτήρια και 41 μετρικές.

Η διαδικασία διάσπασης της ποιότητας σε ποιοτικά χαρακτηριστικά και ο εντοπισμός των ποιοτικών χαρακτηριστικών που ενδιαφέρουν άμεσα κάποιο λογισμικό, με στόχο την αντιστοίχιση μετρικών για τον έλεγχο των επιθυμητών χαρακτηριστικών, είναι μια βασική διαδικασία κάθε προγράμματος εξασφάλισης ποιότητας. Δηλαδή, το περιεχόμενο του Προγράμματος Εξασφάλισης Ποιότητας (ΠΕΠ) είναι διαφορετικό για διαφορετικού τύπου εφαρμογές. Για παράδειγμα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία περιλαμβάνονται στο Π ΕΠ για ένα εκπαιδευτικό λογισμικό τύπου drill and practice δεν θα είναι ακριβώς τα ίδια με εκείνα που περιλαμβάνονται στο αντίστοιχο Π ΕΠ για ένα εκπαιδευτικό λογισμικό τύπου educational game.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στα εσωτερικά και εξωτερικά χαρακτηριστικά του λογισμικού (και κατ' επέκταση και του εκπαιδευτικού λογισμικού), χωρίς να χάνουμε αναφορά σε συγκεκριμένες μετρικές οι οποίες καταγράφονται αλλού [9].

Σαν εσωτερικά χαρακτηριστικά τον λογισμικού ορίζονται τα χαρακτηριστικά για τα οποία υπάρχει απτή και φυσική αντίληψη και άμεσος τρόπος μέτρησης τους (π.χ. γραμμές τεκμηρίωσης). Αυτά είναι χαρακτηριστικά τα οποία μετρούνται εύκολα, αλλά δεν προσφέρουν πληροφορίες υψηλού επιπέδου που σχετίζονται με την ποιότητα του λογισμικού. Σαν εξωτερικά χαρακτηριστικά ορίζονται τα χαρακτηριστικά με υψηλό επίπεδο αφαίρεσης τα οποία συνθέτουν την ποιότητα του λογισμικού (π.χ. μεταφερσιμότητα). Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι δύσκολο έως αδύνατο να μετρηθούν άμεσα.

Αντίστοιχα με τα εσωτερικά και εξωτερικά χαρακτηριστικά ορίζονται και οι εσωτερικές και εξωτερικές μετρικές μέσω των οποίων 'μετρούνται' τα χαρακτηριστικά. Οι εσωτερικές μετρικές δεν μας ενδιαφέρουν ιδιαίτερα στην εργασία αυτή μια και αναφέρονται εκτενώς στη βιβλιογραφία και δεν θα τις εξετάσουμε περισσότερο. Οι εξωτερικές μετρικές επειδή δεν μπορούν να βασιστούν σε μετρήσιμες φυσικών ποσοτήτων, βασίζονται σε 'έρευνες της γνώμης' των 'πελατών' βασισμένες κυρίως σε ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις.

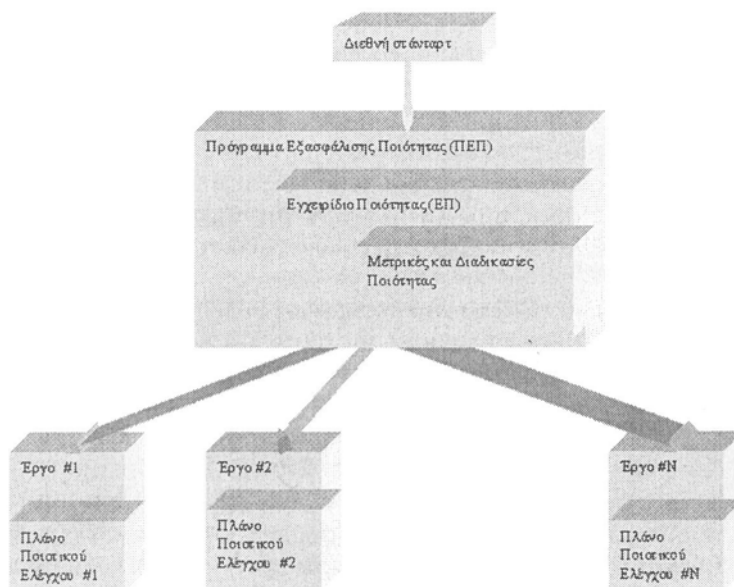
Έτσι, όσον αφορά το εκπαιδευτικό λογισμικό, οι διάφοροι τύποι αξιολόγησης του που αναφέρθηκαν στην αρχή της εργασίας ουσιαστικά συνιστούν τύπους εξωτερικών μετρικών.

Τίθενται επομένως τα ερωτήματα: ποιος είναι ο 'πελάτης' και ποια είναι τα προβλήματα των εξωτερικών μετρικών που αφορούν το εκπαιδευτικό λογισμικό. Στο μεν πρώτο ερώτημα η απάντηση είναι ότι πελάτης είναι ο σπουδαστής, ο εκπαιδευτικός και το πρόγραμμα σπουδών. Φυσικά αναφερόμαστε σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Στην περίπτωση της επαγγελματικής κατάρτισης μπορούμε να ορίσουμε τον 'πελάτη' αντίστοιχα. Στο δεύτερο ερώτημα, τα βασικά προβλήματα της μέτρησης της γνώμης του πελάτη με χρήση εξωτερικών μετρικών είναι πως τέτοιου είδους μετρήσεις βασίζονται σε υποκειμενικά δεδομένα και είναι αντικείμενο συχνών λαθών. Ένα άλλο πρόβλημα των εξωτερικών μετρικών είναι ότι απαιτούν έντονη συμμετοχή ανθρώπινου δυναμικού με αποτέλεσμα το αυξημένο κόστος. Από την άλλη πλευρά οι εξωτερικές μετρικές δίνουν αποτελέσματα που είναι άμεσα αξιοποιήσιμα μια και μετρούν απευθείας τα ζητούμενα εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του λογισμικού. Έτσι,

οι εξωτερικές μετρικές μπορούν να αποτελέσουν τον κορμό ενός Προγράμματος Εξασφάλισης Ποιότητας, με τις εσωτερικές μετρικές (οι οποίες μπορούν να είναι αυτοματοποιημένες - με τη βοήθεια προγραμματιστικών εργαλείων) να χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ποιότητας των τμημάτων του λογισμικού και τις εξωτερικές να μετρούν τα καθαρά ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτού.

5.2 Η δομή και τα περιεχόμενα του ΠΕΠ (Πρόγραμμα Εξασφάλισης Ποιότητας)

Ένα πλήρες πρόγραμμα εξασφάλισης ποιότητας διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες: στην εξασφάλιση ποιότητας διαδικασιών, στην εξασφάλιση ποιότητας πόρων και στην εξασφάλιση ποιότητας προϊόντων. Ο έμμεσος στόχος και των τριών κατηγοριών είναι η εξασφάλιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Ένα τέτοιο ΠΕΠ παρουσιάζεται διαγραμματικά στο Σχήμα 1 και χρησιμοποιεί κάποιο διεθνές στάνταρτ για να παρέχει οδηγίες για την εφαρμογή του ΠΕΠ. Το ΠΕΠ αποτελείται από τις δομές, τις δραστηριότητες, τις αρμοδιότητες, τις διαδικασίες, τους πόρους, τις μετρικές και τα εργαλεία μέτρησης (και αξιολόγησης) τα οποία χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν ότι τα έργα του εκπαιδευτικού λογισμικού που αναπτύσσονται θα ικανοποιούν τους ποιοτικούς παράγοντες οι οποίοι είναι επιθυμητοί από τον 'πελάτη'.



Σχήμα 1. Πρόγραμμα Εξασφάλισης Ποιότητας

Το *εγχειρίδιο ποιότητας* περιλαμβάνει τις συγκεκριμένες λεπτομέρειες του προγράμματος εξασφάλισης ποιότητας με αναφορά στις συγκεκριμένες μετρικές που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, αλλά και σε μια μέθοδο ερμηνείας των μετρικών αυτών (δηλαδή συσχέτιση των εσωτερικών ποιοτικών χαρακτηριστικών που μετρούν με τα εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του λογισμικού).

Το *Πλάνο Ποιοτικού Ελέγχου (ΠΠΕ)* είναι συγκεκριμένο για κάθε έργο (τύπο εκπαιδευτικού λογισμικού) και περιλαμβάνει εκείνα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά στην εξασφάλιση των οποίων επικεντρώνει το ενδιαφέρον του το συγκεκριμένο έργο. Επίσης περιλαμβάνει εκείνες τις διαδικασίες και μετρικές ελέγχου οι οποίες στοχεύουν στην εξασφάλιση της 'ελάχιστης αποδεκτής ποιότητας', όπως αυτή καθορίζεται από το εγχειρίδιο ποιότητας.

6. Ένα σχήμα ΠΠΕ

Έχουν ήδη αναφερθεί ποια πρέπει να είναι τα περιεχόμενα του Προγράμματος Εξασφάλισης Ποιότητας (ΠΠΕ). Το εγχειρίδιο ποιότητας μπορούμε να υποθέσουμε ότι είναι δομημένο με βάση κάποια κατηγοριοποίηση του λογισμικού όπως αυτή που αναφέρθηκε στην ενότητα τύποι λογισμικού. Για κάθε τύπο εκπαιδευτικού λογισμικού καταγράφονται τα εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να ικανοποιεί. Υπενθυμίζουμε ότι σαν τέτοια χαρακτηριστικά μπορούν να θεωρηθούν οι υψηλού επιπέδου τεχνολογικοί, παιδαγωγικοί, διδακτικοί και γνωσιολογικοί στόχοι τους οποίους πρέπει να ικανοποιεί (έως ένα βαθμό) κάθε εκπαιδευτικό λογισμικό.

Επιπλέον, για κάθε τύπο εκπαιδευτικού λογισμικού, το εγχειρίδιο ποιότητας, περιλαμβάνει ένα σύνολο απαιτήσεων οι οποίες κατηγοριοποιούνται σε τεχνικές, διδακτικές, παιδαγωγικές κλπ. Ταυτόχρονα, υπάρχει και ένα σύνολο κοινών απαιτήσεων για όλους τους τύπους του εκπαιδευτικού λογισμικού. Για κάθε τύπο εκπαιδευτικού λογισμικού και κατηγορία απαιτήσεων καταγράφονται οι εσωτερικές μετρικές (όπου υπάρχουν) και η ερμηνεία τους (η συσχέτιση τους με τα εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά που μετρούν). Έτσι, το εγχειρίδιο ποιότητας περιλαμβάνει και τον κατάλογο των ερωτηματολογίων αξιολόγησης ανά τύπο εκπαιδευτικού λογισμικού και κατηγορία στόχων, χαρακτηριστικών και απαιτήσεων μαζί με τις μετρικές. Ακόμη καταγράφονται οι τύποι αξιολόγησης με συνδέσεις στον κατάλογο ερωτηματολογίων, τους τύπους εκπαιδευτικού λογισμικού κλπ. Οι μετρικές χρησιμοποιούνται για τα εσωτερικά, τεχνικά κυρίως, χαρακτηριστικά του λογισμικού, και τα ερωτηματολόγια για τα παιδαγωγικά διδακτικά κλπ χαρακτηριστικά όπως και τα εξωτερικά χαρακτηριστικά.

Στη συνέχεια θα σκιαγραφήσουμε τα περιεχόμενα ενός πλάνου ποιοτικού ελέγχου (ΠΠΕ) για εκπαιδευτικό λογισμικό. Είναι προφανές ότι δεν είναι δυνατόν να δώσουμε κάποιο συγκεκριμένο ΠΠΕ μια και αυτό δεν είναι ούτε εφικτό ούτε σκόπιμο στα πλαίσια της παρούσης εργασίας. Η 'σκιαγράφηση' αυτή θα γίνει σαν μία διαδικασία βηματικής εκλέπτυνσης ξεκινώντας από το πλάνο πρώτου επιπέδου και συνεχίζοντας σε χαμηλότερα επίπεδα στα οποία προστίθενται περισσότερες λεπτομέρειες σε κάθε βήμα.

Η εκλέπτυνση μπορεί να συνεχιστεί σε περισσότερα επίπεδα (λίγα) με μεγαλύτερο βαθμό λεπτομέρειας και αναφορές σε αντίστοιχα σημεία του Προγράμματος Εξασφάλισης

Ποιότητας.

Πλάνο Πρώτου Επιπέδου

1. Οριοθέτησε τους γενικούς και ειδικούς στόχους του έργου με βάση τον τύπο ή τους τύπους του εκπαιδευτικού λογισμικού.
 2. Καθόρισε ένα μοντέλο ανάπτυξης το οποίο να επιτρέπει την εύκολη παρακολούθηση και τον έλεγχο της διαδικασίας ανάπτυξης του λογισμικού.
 3. Καθόρισε τα περιεχόμενα για ένα Πλάνο Ποιοτικού Ελέγχου (ΠΠΕ).
 4. Καθόρισε ένα Μηχανισμό ή μεθοδολογία Εφαρμογής (ΜΕ) του ΠΠΕ.
 5.
-

Πλάνο Δευτέρου Επιπέδου

Με βάση τους γενικούς και ειδικούς στόχους και τον τύπο του λογισμικού κατέγραψε τις γενικές απαιτήσεις

- 11 Τεχνικές/τεχνολογικές
 - 12 Παιδαγωγικές
 - 13 Κοινωνικές
 - 14 Τεκμηρίωση - υποστήριξη. Εδώ καταγράφονται απαιτήσεις όπως: "το λογισμικό πρέπει να συνοδεύεται από αναλυτικά εγχειρίδια για τον εκπαιδευτικό στα οποία καταγράφονται οι στόχοι, τα σενάρια χρήσης ...", "το σύστημα on-line βοήθειας για τον σπουδαστή πρέπει να ...", κλπ
 - 15 Διαχείριση της εκπαίδευσης (instructional management)
 - 16 Περιεχόμενο. Καταγράφονται οι απαιτήσεις για το περιεχόμενο του γνωστικού αντικείμενου του εκπαιδευτικού λογισμικού. Σε αυτό το επίπεδο μπορούμε να κάνουμε και κατηγοριοποίηση με βάση τις απαιτήσεις για: *βλέψη (scope), ακρίβεια και χειρισμό* του περιεχομένου καταγράφοντας απαιτήσεις όπως: "το διδακτικό υλικό παρέχεται σε μικρές γνωστικές ενότητες μεγέθους ...", "Το περιεχόμενο των ενοτήτων πρέπει να μην περιέχει λάθη ...", και "το διδακτικό υλικό πρέπει να είναι αντικειμενικό, χωρίς φυλετικούς υπαινιγμούς και..."
 - 17 ...
-

- 2.1 Λαμβάνοντας υπόψη και το μοντέλο ανάπτυξης (πιθανότατα κάποιο αυξητικό μοντέλο) προχώρησε σε μια πρώτη ανάλυση των εργασιών του έργου (πρώτο βήμα για work structure break down).
- 2.2 Σχεδίασε το χρονοδιάγραμμα του έργου με συγκεκριμένα ορόσημα.
- 2.3 Καθόρισε τα αυξητικά τμήματα ανά παραδοτέο πρωτότυπο.

2.4...

- 3.1 Κατέγραψε το σύνολο των' ελάχιστων κοινών απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιεί το συγκεκριμένο λογισμικό.
 - 3.2 Κατέγραψε τα εσωτερικά χαρακτηριστικά, τις αντίστοιχες μετρικές και την ερμηνεία τους.
 - 3.3 Κατέγραψε τα εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά.
 - 3.4 Για κάθε εξωτερικό χαρακτηριστικό κατέγραψε τον τύπο και το είδος της αξιολόγησης που πρέπει να γίνει. Π.χ predictive, interpretative, formative, summative ή συνδυασμοί.
 - 3.5 Καθόρισε τις μεθόδους υλοποίησης της αξιολόγησης: heuristics και field tests.
 - 3.6 ...
-

- 4.1 Καθόρισε μια ισόρροπη κατανομή των ρόλων των φορέων του έργου με βάση την εμπειρία τους.
 - 4.2 Διασφάλισε την μίξη των ομάδων ανάπτυξης με την συμμετοχή ειδικών της τεχνολογίας, του γνωστικού αντικείμενου, των παιδαγωγικών, των χρηστών κλπ.
 - 4.3 Όρισε την ομάδα ποιοτικού ελέγχου.
 - 4.4 Προετοίμασε το χρονοδιάγραμμα των ποιοτικών ελέγχων.
 - 4.5 Κατέγραψε τα αναμενόμενα αποτελέσματα των ελέγχων (αξιολόγησης) και τα ελάχιστα αποδεκτά όρια.
 - 4.6 Συσχέτισε αναμενόμενα αποτελέσματα ελέγχων (αξιολόγησης) με τα αυξητικά τμήματα των παραδοτέων πρωτοτύπων.
 - 4.7...
-

7. Συμπεράσματα

Είναι εύκολο να φανταστεί κανείς στο μέλλον την ύπαρξη ενός γενικευμένου Προγράμματος Εξασφάλισης Ποιότητας για εκπαιδευτικό λογισμικό. Στο ΠΕΠ αυτό μπορεί να υπάρχει ένα γενικευμένο Εγχειρίδιο Ποιότητας με τη μορφή μιας (ή περισσότερων) βάσης δεδομένων η οποία να συγκεντρώνει μέσα της όλες τις πληροφορίες που έχουν να κάνουν με την εξασφάλιση της ποιότητας και τις αντίστοιχες μετρικές και διαδικασίες. Το ΠΕΠ και το ΕΠ ενημερώνονται περιοδικά για κάθε νέα εξέλιξη στα στάνταρτ και τις μετρικές που έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με το εκπαιδευτικό λογισμικό. Εάν η βάση είναι δομημένη ανά τύπο εκπαιδευτικού λογισμικού, είναι σχετικά εύκολο να κατασκευάζεται ένα Πλάνο Ποιοτικού Ελέγχου για κάθε τύπο

λογισμικού.

Σήμερα βέβαια απέχουμε από μια τέτοια εικόνα. Πιστεύουμε όμως ότι η απόσταση δεν είναι τόσο μεγάλη όσο ίσως φαίνεται. Υπάρχει αρκετή τεχνογνωσία γύρω από απαιτήσεις, προδιαγραφές, τεχνολογία, τύπους και μεθοδολογίες αξιολόγησης εκπαιδευτικού λογισμικού, ενώ κάποια στάνταρτ έχουν ήδη εμφανιστεί. Έτσι, εκτιμάμε ότι όσον αφορά το εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού λογισμικού έχουμε αρκετά 'εργαλεία' πιστοποίησης στη διάθεση μας αρκεί να εφαρμόσουμε με μια συστηματική μεθοδολογία τη χρήση τους. Όσον αφορά δε τα εσωτερικά (τεχνικά - τεχνολογικά) χαρακτηριστικά και τις μετρικές τους, πέρα από τις ήδη υπάρχουσες μετρικές και μεθοδολογίες, μπορούμε να καταγράψουμε, αξιολογούμε και τελικά να υιοθετούμε τις αντίστοιχες επιστημονικές εξελίξεις από την τεχνολογία λογισμικού. Προς την κατεύθυνση αυτή η εργασία μας επιχειρεί μια πρώτη προσέγγιση ελπίζοντας να συμβάλει προς την κατεύθυνση της συστηματικής ανάπτυξης, της ποιοτικής αναβάθμισης και της πιστοποίησης του εκπαιδευτικού λογισμικού μέσα από μία πρώτη πρόταση για την εισαγωγή ενός Προγράμματος Εξασφάλισης Ποιότητας (ΠΕΠ) κατά την φάση της ανάπτυξης του.

Αναφορές

1. P. Pintelas, C. Zagouras and G. Manoussakis, Educational Software Evaluation, Technical Report TR-98-01, preliminary version, Dept of Mathematics, Univ. of Patras, p.29 November 1998.
2. A. Kameas and P. Pintelas, "The functional architecture and interacion model of a GENerator of Intelligent TutORing applications". Journal of Systems and Software, to appear (1998).
3. Evaluating Instructional Computer Courseware. Dept. of Library Studies & Educational Technology, School of Education. East Carolina Univ. <http://eastnet.educ.edu/schooofed/lset/6042/software.html>
4. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Γενικές Προδιαγραφές Εκπαιδευτικού Λογισμικού, Γραφείο Πιστοποίησης και Πολυμέσων. Ιούνιος 1998.
5. P. Pintelas, G. Manoussakis and C. Panagiotakopoulos, A study of Educational Software Evaluation Practices and Techniques, in preparation, p 37.
6. Knussen C., Tanner G.R., and Kibby M.R., An Approach to the Evaluation of Hypermedia, Computers Educ., Vol. 17, No 1, pp. 13-24, 1991.
7. Draper S.W., Brown M.I., Henderson P.P. and McAteer E., Integrative Evaluation: An Emerging Role for Classroom Studies of CAL, Computers Educ. Vol. 26, No 1-3, pp 17-32, 1996.
8. Educational Software Evaluation Exercises, http://129.7.160.115/CourseDocs/INST_6031/SE_site/
9. Μ. Ξένος, Μεθοδολογία Ελέγχου και Εξασφάλισης Ποιότητας Λογισμικού Βασισμένη στις Μετρικές Προϊόντος και στα εξωτερικά Ποιοτικά Χαρακτηριστικά του Λογισμικού, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, Πανεπ. Πατρών, 1996
10. ISO, Quality Management and Quality Assurance Standards, International Standard,

ISO/IEC9001, 1991.

11. Paulk M.C. et al., Capability Maturity Model, Version 1.1, IEEE Software, pp. 1827, 1993.

12. McCall J.A., Richards P.K. and Walters G.F., Factors in Software Quality, Vols I, II, III, US Rome Air Development Center Reports NTIS AD/A-049 014,015,055, 1977.

13. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών, <http://odysseia.cti.gr>