

Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΜΑΘΗΣΗΣ

Δημήτρης Καλαμαράς

Παρουσίαση του 7^{ου} κεφαλαίου του βιβλίου της Μαρίας Κορδάκη
«Εκπαιδευτική Τεχνολογία και Διδακτική της Πληροφορικής Ι»

Οι δυνατότητες των Τεχνολογιών Πληροφορικής (ΤΠ) και η μάθηση

Ο Ηλεκτρονικός Υπολογιστής (Η/Υ) είναι μοναδικό εργαλείο για κατασκευή γραφικών παραστάσεων, εποπτείας αποτελεσμάτων, διαχείρισης και τροποποίησης κατασκευών από το μαθητή. Θεωρείται σημαντικός για την γνωστική ανάπτυξη των μαθητών και για αυτό το λόγο ορισμένα περιβάλλοντα λογισμικού έχουν χαρακτηριστεί και «γνωστικά».

Ο Η/Υ είναι ένα εκφραστικό αλληλεπιδραστικό μέσο που παρέχει τη δυνατότητα «δραστήριας μάθησης» ενώ στα παραδοσιακά αδρανή συστήματα (μολύβι-χαρτί) υπάρχει απόσταση των ενεργειών από τις μαθηματικές τους σημασίες. Οι διαφορές δυναμικών-αδρανών συστημάτων μάθησης οδηγούν σε διαφορετικούς τρόπους μάθησης. Τα δυναμικά συστήματα, δηλαδή οι υπολογιστές, υποβοηθούν την αυτο-έκφραση και την σύνδεση εικονικής με συμβολική πληροφορία.

Τα περιβάλλοντα Η/Υ με τις πολλαπλές αναπαραστάσεις που διαθέτουν, διευκολύνουν την δημιουργία πλούσιων γνωστικών εμπειριών αυξάνοντας την άμεση εκφραστικότητα του μαθητή. Αυτός ο διαμεσολαβητικός ρόλος του Η/Υ συναρτάται από τις συμβολικές αναπαραστάσεις που παρέχει.

Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό (Ε.Λ.) θεωρείται μέρος του πλαισίου συμφραζομένων (context) της μάθησης. Αυτό το πλαίσιο επίσης συμπεριλαμβάνει το μαθητή, το δάσκαλο, την αλληλεπίδραση τους και τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα. Σημαντική είναι η διερεύνηση της επίδρασης του ΕΛ στη διαδικασία αλλά και της αλληλεπίδρασής του με το μαθητή, δηλαδή αν και πόσο δίνει στο μαθητή τη δυνατότητα να εκφράσει και να δομήσει τις ιδέες του. Φαίνεται ότι το ΕΛ επηρεάζει τις προσεγγίσεις των μαθητών στο αντικείμενο της μάθησης, αφού αυτές είναι διαφορετικές από τις αντίστοιχες που αναπτύσσονται στο πλαίσιο χαρτί-μολύβι. Το κέρδος είναι συγκέντρωση στα βασικά σημεία των εννοιών, ξεκαθάρισμα των αναλογικών σχέσεων που εμπεριέχονται στο περιβάλλον και η δυνατότητα γενίκευσης μέσα από ειδικές περιπτώσεις.

Το Ε.Λ. δίνει την δυνατότητα διεπιστημονικής προσέγγισης στη μάθηση μέσα από προσομειώσεις πραγματικών καταστάσεων (φυσικά φαινόμενα, μηχανές κτλ), που αλλιώς θα ήταν αδύνατη η παρουσίαση τους στους μαθητές. Αφενός συνδυάζεται η γνώση με την πραγματικότητα ή την επιστήμη, αφετέρου δίνεται η δυνατότητα προσομείωσης καταστάσεων με σύνθεση γνωστικών αντικειμένων, π.χ. φυσικής, χημείας, γεωγραφίας κτλ. Το πλεονέκτημα είναι η προσέγγιση της γνώσης ως ανθρώπινης δραστηριότητας με ενεργητικό ρόλο για τους μαθητές.

Το Ε.Λ. δίνει, μέσω των αλληλεπιδραστικών μέσων που διαθέτει, την ευκολία του πειραματισμού. Μέσα από προσεγγίσεις διερευνητικές, ο μαθητής εμπλέκεται με πιο πραγματικά προβλήματα που υλοποιούνται στην οθόνη του Η/Υ. Παρέχεται έτσι η δυνατότητα γενίκευσης μέσα από ειδικές περιπτώσεις (π.χ. με τη Logo έχουν διερευνηθεί γενικεύσεις με πειραματισμό για την έννοια του παραλληλογράμμου) και σύνδεσης επαγωγικής σκέψης με παραγωγική σκέψη. Επίσης έχουν παρατηρηθεί η διευκόλυνση της ποσοτικής συσχέτισης, της επίλυσης προβλημάτων, της έμφασης εννοιών και γενικά των διερευνητικών δραστηριοτήτων πειραματισμού. Επιπλέον παρατηρήθηκε η ομοιότητα των στρατηγικών που ανέπτυξαν οι

μαθητές με τη βοήθεια ΕΛ με τις μεθόδους παραγωγής νέας γνώσης που χρησιμοποιούν οι μαθηματικοί.

Οι ερευνητές χρησιμοποιώντας ποιοτικές μεθοδολογίες (με στόχο τη δημιουργία αναλυτικών κατασκευών) αναζητούν το τι και πως μαθαίνει κάποιος με την βοήθεια του υπολογιστή. Οι αναπαραστάσεις που υλοποιούνται στις επικοινωνιακές μηχανές, όπως είναι οι Η/Υ, αποτελούν νευραλγικούς παράγοντες μάθησης. Ένας λόγος δυσκολίας στην επικοινωνία και μάθηση των μαθητών αποτελεί και η σπάνια ευκαιρία που τους δίνεται να εκφραστούν με τη φυσική γλώσσα και τα σχέδια. Αντίθετα, με τους Η/Υ φαίνεται πως οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να εκφραστούν περισσότερο από ότι στα στατικά μέσα. Για παράδειγμα, σε έρευνες με το Cabri φάνηκε ότι οι μαθητές εργάστηκαν με δυναμικό και αναλυτικό τρόπο αλλά και ολικά διασθητικά ενώ παράλληλα ανέπτυξαν την νοητική τους φαντασία στηριγμένοι στην εμπειρία τους με τα εργαλεία που τους παρείχε το περιβάλλον. Από άλλες έρευνες για την μάθηση με αναπαραστάσεις με υπερμέσα φάνηκε ότι διεγείρονταν οι αναπαραστατικές ικανότητες των μαθητών, αντιμετωπίζονταν προβλήματα δυσκολιών δίνοντας την δυνατότητα διαφορετικών αφετηριών για κάθε μαθητή ανάλογα με τη διαφορετικότητά του και, τέλος, προωθήθηκε ο αναστοχασμός.

Πολλοί ερευνητές αναζητούν το αν η εννοιολογική κατανόηση απορρέει από τη δημιουργία πολλαπλών αναπαραστάσεων και τη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ αυτών. Σε αυτό, η χρήση του των δυνατοτήτων του Η/Υ και των Ε.Λ. που επιτρέπουν ποικιλότητα αναπαραστάσεων είναι σημαντική. Φαίνεται ότι μέσω ποικιλίας αναπαραστάσεων επιτυγχάνεται πολλαπλότητα τρόπων επίλυσης προβλημάτων από τους μαθητές οι οποίοι βρίσκουν νέους τρόπους έκφρασης. Πάντως η επιλογή των αναπαραστάσεων που θα χρησιμοποιούνται παίζει ρόλο και κακή επιλογή μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές σε στατικές προσεγγίσεις (όπως και στα στατικά συστήματα).

Δεδομένου ότι υπάρχει συνάφεια εικόνας-έννοιας είναι λογική η υπόθεση ότι οι εξωτερικές εικόνες επιδρούν στις εσωτερικές διεργασίες. Οι εξωτερικές εικόνες παρέχουν αισθητική παρότρυνση για τις εικονικές έννοιες και το ερώτημα που τίθεται είναι ο βαθμός επίδρασης των εξωτερικών εικόνων στην αλληλεπίδραση του εικονικού με το εννοιολογικό μέρος της διεργασίας. Ειδικά στην γεωμετρία εικόνες και έννοιες πρέπει να αλληλεπιδρούν για την ανάπτυξη της λογικής, αφού έχουν σύνθετο ρόλο στην παρουσίαση της γνώσης. Τα σχήματα αποτελούν ένα είδος «εικονικής έννοιας». Ιδιαίτερη μνεία έχει γίνει για την διαφορά σχεδίου (ως αντικείμενο-εικόνας) και σχήματος που αποτελεί εκπρόσωπο κλάσης άπειρων αντικειμένων με κάποιες κοινές ιδιότητες. Οι υπολογιστές με διάφορους αλγόριθμους υπολογιστικής Γεωμετρίας δίνουν την δυνατότητα υλοποίησης ενός μοντέλου που να ανταποκρίνεται στην έννοια-σχήμα καθώς και την αλληλεπίδραση εικόνας-έννοιας. Το ΕΛ, πχ το Cabri, δίνει την δυνατότητα αυτής της συσχέτισης εικονικού-εννοιολογικού αφού ο μαθητής πρέπει πρώτα να καταλάβει τη εσωτερική λογική που εξαρτάται από την διαδικασία με την οποία παράγει το λογισμικό τις αναπαραστάσεις και γίνεται εμφανής όταν ένα στοιχείο της εικόνας μετακινείται.

Η αισθητηριακή αντίληψη τώρα θεωρείται σημαντική στη γεωμετρία αλλά δεν φτάνει από μόνη της. Η εικονική ανατροφοδότηση που παρέχει το ΕΛ σε συνδυασμό με την δυναμικότητα των σχημάτων που κρατούν αναλλοίωτες ιδιότητες οδηγεί σε ένα νέο είδος αντίληψης που δεν είναι μόνο αισθητηριακή αφού παρέχει πληροφορία που μπορεί να βοηθήσει το μαθητή να ανακαλύψει τα λάθη που έκανε στις αρχικές υποθέσεις του για τις ιδιότητες των σχημάτων. Επιπλέον η ανατροφοδότηση βοηθά το μαθητή να ελέγχει ποιοτικά ή ποσοτικά τις στρατηγικές που αναπτύσσει.

Σημαντική είναι επίσης και η δυνατότητα που δίνει ο υπολογιστής για την άμεση διαχείριση των σχημάτων, με αποτέλεσμα η σχεδίαση να γίνεται πιο συνειδητή (είτε με εντολές προγραμματισμού είτε με εντολές από το περιβάλλον διεπαφής) και να ακολουθεί τα βασικά σημεία της γεωμετρικής κατασκευής. Επιπλέον η διαφοροποίηση του σχήματος όπως π.χ. με το σύρσιμο οδηγεί στην κατασκευή μιας απειρίας σχημάτων της ίδιας κλάσης των οποίων διατηρούνται οι ιδιότητες και έτσι ο μαθητής μπορεί να δει πολλαπλές όψεις του ίδιου σχήματος δυναμικά.

Οι Harel&Dubinsky μιλάνε για «αντίληψη ενέργειας» και «αντίληψη διαδικασίας» σε μαθησιακές έρευνες με υπολογιστή. Με τον πρώτο όρο εννοούν την κατανόηση μιας ενέργειας διανοητικής ή φυσικής διαχείρισης αντικειμένων (πχ συνάρτηση θεωρείται γενικά και αντικείμενο στον H/Y) με στατικό τρόπο ενώ με τον δεύτερο όρο περιγράφουν την δυναμική διαχείριση αντικειμένων, δηλαδή τον μετασχηματισμό μιας οντότητας ενώ διατηρούνται κάποια ποσοτικά της χαρακτηριστικά και μεταβάλλονται κάποια άλλα. Οι ίδιοι ερευνητές τόνισαν την δυνατότητα αντίληψης διαδικασίας που δίνουν οι πολλαπλές αναπαραστάσεις στον H/Y και την βοήθεια που αποκτούν οι μαθητές για την δημιουργία πιο δυναμικών εννοιών που ονομάζουν έννοιες διεργασίας.

Σχεδιασμός Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Ο σχεδιασμός του ΕΛ αναφέρεται σε 3 στάδια: τον εννοιολογικό σχεδιασμό, δηλαδή την γνώση σε δομημένη μορφή και τις μορφές αλληλεπίδρασης με το μαθητή, τον σχεδιασμό παρουσίασης, δηλαδή το περιβάλλον διεπαφής (χρώματα,εικόνες κτλ) και, τέλος την ανάπτυξη, την αξιολόγηση και την διάθεση.

Τα πρώτα ΕΛ σχεδιάζόντουσαν με βάση τη συμπεριφοριστική γνωστική προσέγγιση. Σε αυτήν, η γνώση είναι απόλυτη, ανεξάρτητη του μαθητή, που θεωρείται ως *tabula rasa*, και η έμφαση δίνεται στην μετάδοση της γνώσης με διδασκαλία και στον έλεγχο των αποτελεσμάτων της και όχι στη μαθησιακή διαδικασία. Η μάθηση θεωρείται διαδικασία παρατηρήσιμη και καθοριζόμενη από τα αποτελέσματα και η ανθρώπινη συμπεριφορά εν γένει τροποποιούμενη μέσω της επιβράβευσης. Έτσι, τα προϊόντα της μάθησης γίνονται μετρήσιμοι στόχοι επιθυμητής συμπεριφοράς και θεωρείται πως οι επι μέρους στόχοι σταδιακά οδηγούν τον μαθητή στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Σε αυτήν την προσέγγιση είναι αναγκαία η διατύπωση των εκπαιδευτικών στόχων και ο έλεγχος της πραγματοποίησής τους. Επομένως ο δάσκαλος (αυθεντία και ειδικός) οφείλει να βρει την κατάλληλη δίοδο μετάγγισης της γνώσης και ο μαθητής να επαναλάβει ότι ακούει και βλέπει από εκείνον. Κατ' επέκταση, ο σχεδιασμός του ΕΛ με βάση αυτήν την προσέγγιση έδινε βάση στην παρουσίαση της γνώσης με μια καθορισμένη σειρά και όχι στο πως μαθαίνει κάποιος. Βελτίωση της παρουσίασης θα οδηγούσε σε βελτίωση του αποτελέσματος. Αργότερα, τα αρχικά σειραϊκά μονοπάτια παρουσίασης της γνώσης αντικαταστάθηκαν από διαφορετικές διαδρομές ανάλογα με τις απαντήσεις του μαθητή. Έμφαση δινόταν στην παρουσίαση των εννοιών, στην επιβράβευση του μαθητή όταν συμπεριφερόταν όπως αναμενόταν και την παρότρυνση του να συνεχίσει όταν παρέκκλιε της προκαθορισμένης γνωστικής κατανόησης. Επιπλέον, δεν τίθονταν ανοικτά ερωτήματα προς το μαθητή, γιατί θεωρούνταν ανίκανος να τα αντιμετωπίσει με το δικό του ορθό τρόπο ούτε του δίνονταν εργαλεία κατασκευής της δικής του γνώσης.

Από την άλλη υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την σχεδίαση ΕΛ που να στηρίζεται στις αρχές του εποικοδομισμού. Αν και η εποικοδομιστική προσέγγιση είναι πλέον αποδεκτή θεωρία μάθησης, ο τρόπος υλοποίησης των βασικών της αρχών σε ΕΛ είναι ανοικτό ζήτημα. Ερευνητές τονίζουν την ανάγκη ο σχεδιασμός να μην στοχεύει μόνο στην αναμετάδοση γνώσης αλλά να

είναι αρωγός των μαθητών για να κάνουν εννοιολογικές αλλαγές όπως επίσης να λαμβάνει υπόψη τις δυσκολίες των μαθητών με το περιεχόμενο των εννοιών. Γενικά, το ΕΛ θα πρέπει να διδάσκει πως μαθαίνει κανείς και να εμπλέκει ενεργητικά και όχι παθητικά τον μαθητή στην διαδικασία της μάθησης. Δίνεται έτσι έμφαση όχι στην στεία απομίμηση του δασκάλου από το μαθητή αλλά στον πειραματισμό και στην οργάνωση της μαθησιακής εμπειρίας από τον ίδιο.

Η γλώσσα LOGO, που ανέπτυξε ο Papert στηριζόμενος σε ιδέες του Piaget αποτελεί παράδειγμα περιβάλλοντος μάθησης που ακολουθεί την εποικοδομιστική προσέγγιση. Με την LOGO οι μαθητές έχουν κυρίως την ευκαιρία να κατασκευάσουν γνώση για μαθηματικές έννοιες και, λιγότερο, να μάθουν μια γλώσσα προγραμματισμού. Η LOGO λειτουργεί ως μεταβατικό πλαίσιο συμφραζομένων ανάμεσα στον συγκεκριμένο κόσμο και τις αφηρημένες μαθηματικές έννοιες. Στο πλαίσιο της LOGO οι μαθητές μπορούν να εκφράσουν την διαισθητική τους γνώση και αναστοχαζόμενοι και αλληλεπιδρώντας με τους συμμαθητές τους να οδηγηθούν στην κατασκευή αφηρημένων μαθηματικών εννοιών. Τέλος τα λάθη του μαθητή αντιμετωπίζονται ως διαφορετικές αντιλήψεις και οι οποίες αποτελούν ευκαιρία για μάθηση με την τροποποίησή τους.

Τα βασικά σημεία κατά το σχεδιασμό ΕΛ για μαθηματικά είναι το μέρος των μαθηματικών που θα υλοποιηθεί και η δόμηση του, ο ρόλος και το είδος των αναπαραστάσεων που σχετίζονται με το θέμα, ο τύπος της δραστηριότητας που θα δίνει μαθησιακές ευκαιρίες, το σύνολο των επιτρεπόμενων δραστηριοτήτων, τα εργαλεία που θα συμβάλλουν στην κατανόηση, η συνεισφορά του περιβάλλοντος στην αφαιρετική διεργασία από το μαθητή, το είδος της αλληλεπίδρασης που να επιτρέπει την εξερεύνηση, το είδος της ανατροφοδότησης και η ικανοποίηση των αναγκών του μαθητή. Άλλα θέματα που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι οι πιθανές ενέργειες του μαθητή, η ανατροφοδότηση που πρέπει να βοηθά στην αυτοδιόρθωση και η ύπαρξη διαφορετικών προβλημάτων ώστε να εξερευνώνται από μαθητές διαφορετικών ικανοτήτων. Τέλος, έμφαση δίνεται στην γραφική εισαγωγή δεδομένων, την δυνατότητα απλής μετακίνησης αντικειμένων ή σημείων, τη διαχείριση γραμμών και σχημάτων και στην χρήση γραφικών στατιστικών διαγραμμάτων.

Ο σχεδιασμός ΕΛ πρέπει να γίνεται με βάση προδιαγραφές ποιότητας έτσι ώστε να είναι:

- *Κατάλληλο*, δηλαδή να ανταποκρίνεται στο επίπεδο των μαθητών και να αντανακλά κάποια θεωρία μάθησης
- *Φιλικό* στην αλληλεπίδραση με το χρήστη,
- *Απλό* ως προς την ροή και τη χρήση,
- *Ευέλικτο* για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια ποικιλία μαθησιακών καταστάσεων,
- *Δυναμικό* ως προς την αλληλεπίδραση με το χρήστη,
- *Δομημένο*, δηλαδή το εκπαιδευτικό θέμα που έχει επιλεγεί για ανάπτυξη να ταιριάζει με τις δυνατότητες των διατιθέμενων εργαλείων
- *Επαληθεύσιμο*, δηλαδή να ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές του σχεδιασμού και τέλος
- *Λιτό* ως προς τις τεχνικές απαιτήσεις του.

Η μοντελοποίηση είναι βασική στον σχεδιασμό Ε.Λ. που πρέπει να παρέχει τα υπολογιστικά εργαλεία στους μαθητές έτσι ώστε να δημιουργούν τους προσωπικούς τους γνωστικούς κόσμους. Από τις απαντήσεις στα βασικά ερωτήματα του ποιός μαθαίνει, τι μαθαίνει και πως το μαθαίνει οδηγούμαστε στην δημιουργία 3 μοντέλων: ένα για το μαθητή και τις ανάγκες του, ένα για το γνωστικό αντικείμενο και ένα μοντέλο για την μαθησιακή προσέγγιση. Αυτά τα μοντέλα πρέπει να εκμεταλλεύονται την τεχνολογία και να ικανοποιούν τις ποιοτικές προδιαγραφές. Τέλος, κατά την κατασκευή αυτών των μοντέλων και τη σύνθεση τους στο τελικό αποτέλεσμα, πραγματοποιούνται δυο μεταφορές: μια *υπολογιστική μεταφορά* που μετατρέπει τις γνωστικές

προδιαγραφές σε λειτουργικές βάση των περιορισμών του υλικού και του λογισμικού και μια *διδασκτική μεταφορά* όσον αφορά τους διδασκτικούς περιορισμούς.

Οι εκπαιδευτικές προδιαγραφές στο σχεδιασμό του ΕΛ είναι οι απαιτήσεις να δίνεται στο μαθητή η δυνατότητα: ενεργητικής κατασκευής της γνώσης του, ανάπτυξης προσωπικών στρατηγικών επίλυσης, χρήσης εργαλείων που να ανταποκρίνονται στον τρόπο που μαθαίνει, αλληλεπίδρασης με εμπειρική γνώση για τις έννοιες που καλείται να μάθει, πειραματισμού με αυτές τις έννοιες, αντιμετώπισης και επίλυσης προβλημάτων, εικονικής ανατροφοδότησης των ενεργειών του, πολλαπλότητας αναπαραστάσεων κ.α.

Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Η αξιολόγηση του ΕΛ έχει ως βάση τους στόχους που έχουν τεθεί κατά της διάρκεια του σχεδιασμού και της ανάπτυξής του και επικεντρώνεται στα εξής:

- Εάν η υλοποίηση ικανοποιεί τις εκπαιδευτικές προδιαγραφές του σχεδιασμού και
- Στην αξιοπιστία των στόχων σε σχέση με τα πραγματικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Δύο είναι οι κατηγορίες των μελετών αξιολόγησης ΕΛ. Η πρώτη κατηγορία, της *διαμορφωτικής αξιολόγησης*, περιλαμβάνει όλες τις μελέτες που στοχεύουν στην βελτίωση του ΕΛ ως προς τους στόχους και την λειτουργία του, ενώ η δεύτερη, της *συνολικής αξιολόγησης*, περιλαμβάνει εκείνες τις μελέτες που έχουν ως στόχο την εκπαιδευτική αποτελεσματικότητα του ΕΛ, τον έλεγχο συμβατότητας του με τις ανάγκες των μαθητών, τις δραστηριότητες και άλλα μέσα.

Οι συνολικές μελέτες είναι απαραίτητες για την λήψη αποφάσεων σχετικά με τη χρήση ή όχι του ΕΛ. Οι μέθοδοι που προτείνονται για την αξιολόγηση είναι η κλασική πειραματική μέθοδος, η quasi-εμπειρική μέθοδος σύγκρισης με τη χρήση ομάδας ελέγχου, η διαφωτιστική μεθοδολογία (:), οι μελέτες περίπτωσης, η αξιολόγηση από τον καθηγητή καθώς και η αξιολόγηση από εξωτερικούς κριτές. Τέλος, μία ακόμη μέθοδος είναι η ένταξη του σε πραγματικές συνθήκες διδασκαλίας.

Η αξιολόγηση πρέπει να θεωρείται διαδικασία που δρα υποβοηθητικά στις αποφάσεις επιλογής ΕΛ. Συνήθως όμως σημαντικότατο ρόλο στην λήψη αποφάσεων παίζει το κόστος του ΕΛ. Σε μια έρευνα που έγινε πάνω στα αποτελέσματα 59 ανεξάρτητων ερευνών αξιολόγησης ΕΛ για κολλέγια διαπιστώθηκε ότι όλες σχεδόν οι έρευνες έβρισκαν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα και μείωση του χρόνου διδασκαλίας. Παράλληλα, όμως, διαπιστώθηκε μικρή συνάφεια δυνατοτήτων/στόχων του ΕΛ και των πραγματικών αποτελεσμάτων που προέκυπταν από τη χρήση του. Επιπλέον δεν ήταν δυνατός ο καθορισμός των θετικών ή αρνητικών παραγόντων στα μαθησιακά αποτελέσματα. Η αδυναμία αυτή αποδόθηκε στην κλασική πειραματική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στις έρευνες. Τα αρνητικά αυτής της μεθοδολογίας είναι το τεχνητό και επομένως όχι τόσο αξιόπιστο πειραματικό περιβάλλον και η έμφαση στις ποσοτικές μετρήσεις και στους στατιστικούς ελέγχους που παραμερίζουν ατομικές μαθησιακές διαφορές. Είναι αναγκαία η διατύπωση θεωρητικού πλαισίου και έγκυρων κριτηρίων για την αξιολόγηση του ΕΛ που να αφορούν αρχές διδασκαλίας και μάθησης, όπως επίσης η αξιολόγηση να γίνεται μέσα από τη χρήση του. Έχει τονιστεί, επίσης, η ανάγκη παρατήρησης της διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης αλλά και των μαθητών κατά την αλληλεπίδραση τους με το ΕΛ ώστε να διερευνάται κατά πόσον οι δυνατότητες του ΕΛ τους διευκολύνουν να κατασκευάσουν τη μάθησή τους. Η έρευνα θεωρείται η σημαντικότερη μέθοδος αξιολόγησης και οι ερευνητές εστιάζουν όλο και περισσότερο στο τι μαθαίνουν οι μαθητές με το ΕΛ και στο γιατί.