

ΕΙΚΩΝ: ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ - ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Τάσος Α. Μικρόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, amikrop@cc.uoi.gr/
Απόστολος Κατσίκης, Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, akatsiki@cc.uoi.gr
Αναστάσιος Εμβαλωτής, Λέκτορας ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, aemvalot@cc.uoi.gr
Ευγενία Νικολού, Υπ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, me00010@cc.uoi.gr
Ανθιμος Χαλκίδης, Υπ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, achalkid@ath.forthnet.gr
Παναγιώτης Πιντέλας, Καθηγητής, Τμήμα Μαθηματικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, pintelas@math.upatras.gr
Αχιλλέας Καμέας, Δρ. Επ. Συνεργάτης, Τμήμα Μαθηματικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Kameas@math.upatras.gr

Λέξεις Κλειδιά: εικονική πραγματικότητα, υπερμέσα, Ανοικτά Εκπαιδευτικά Περιβάλλοντα

Θέμα Συνεδρίου: Εκπαιδευτικές εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας

Επίπεδο εκπαίδευσης: Γυμνάσιο για ηλικίες 12-15, Δημοτικό για ηλικίες 6-12

Κατηγορία εργασίας: Εμπειρική – Πειραματική

Περίληψη

Η εργασία παρουσιάζει το ΕΙΚΩΝ, ένα πιλοτικό εκπαιδευτικό λογισμικό για την υποστήριξη της διδασκαλίας του μαθήματος της Τεχνολογίας. Το πακέτο βασίζεται στην τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας και περιλαμβάνει πολυμεσικά/υπερμεσικά στοιχεία, καθώς και επικοινωνίες. Το πακέτο αφορά στη γεωργική τεχνολογία που προσεγγίζεται διαθεματικά και διαχρονικά. Υπάρχουν τέσσερις εικονικοί κόσμοι που αναπαριστούν γεωργικές διεργασίες σε προϊστορικούς, αρχαίους χρόνους, στο μεσαίωνα και στη σύγχρονη εποχή. Οι κόσμοι συνδέονται με πολυμεσική βάση δεδομένων από την οποία ο μαθητής αντλεί πληροφορίες σχετικές με γεωργικές διεργασίες, εργαλεία και μηχανές. Ο μαθητής συγκεντρώνει τις πληροφορίες της επιλογής του σε ένα ηλεκτρονικό τετράδιο εργασιών, από το οποίο μεταφέρονται άμεσα σε πακέτα λογισμικού γενικής χρήσης για την ολοκλήρωση εργασιών.

Το ΕΙΚΩΝ αποτελεί ένα διερευνητικό και αλληλεπιδραστικό περιβάλλον στο οποίο ο εκπαιδευτικός διαχειρίζεται το πλαίσιο αλλά και το περιεχόμενο των πληροφοριών τις οποίες πραγματεύεται κάθε φορά ο μαθητής. Ο εκπαιδευτικός διαχειρίζεται την τάξη και επιτρέπει την πρόσβαση στο μαθητή σε συγκεκριμένους κόσμους, ανάλογα με τους εκπαιδευτικούς του στόχους.

Ο μαθητής εξερευνά το εικονικό περιβάλλον, αναγνωρίζει γεωργικές εκτάσεις, εργαλεία και μηχανές, συναρμολογεί γεωργικά μηχανήματα, ολοκληρώνει διεργασίες. Έχει επίσης τη δυνατότητα της συνεργασίας με άλλους μαθητές μέσα από το δίκτυο, ώστε να ολοκληρώσουν συγκεκριμένες ομαδικές εργασίες.

Το πακέτο αξιοποιεί παιδαγωγικές αρχές όπως την άμεση διδακτική παρέμβαση, άμεση και έμμεση εμπειρία, εξατομικευμένη μάθηση και συνεργατικότητα.

Αν και το ΕΙΚΩΝ αφορά κυρίως στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η θεματική και ο τρόπος προσέγγισής του άπτονται και της πρωτοβάθμιας. Μια πρώτη πιλοτική μελέτη έγινε με δείγμα 94 εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι άξονες της έρευνας ήταν η μελέτη της στάσης των εκπαιδευτικών ως προς τα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα, καθώς και ως προς τη συγκεκριμένη εφαρμογή και την αξιοποίησή της στην τάξη. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι 98% του δείγματος έχει θετική στάση ως προς την εικονική πραγματικότητα, ενώ το 87% επιθυμεί να χρησιμοποιήσει τη συγκεκριμένη εφαρμογή στην τάξη.

Abstract

This article presents 'EIKON', a pilot educational application. It is based on virtual reality technology, incorporating multimedia/hypermedia elements, as well as network applications. EIKON's discipline is technology with a multidisciplinary approach. Its main topic is agricultural technology, which is studied diachronically. There are four different virtual environments representing agricultural procedures in prehistoric, ancient times, Middle Ages, and nowadays. These environments are connected with a multimedia database giving information for agricultural procedures, tools, and machines. There is also a library with more general information. The student collects the information he/she wishes in the student's portfolio with the option of immediate transfer to a general-purpose software for the development of a project.

EIKON is an exploratory and interactive environment where the educator controls both the context and the content of the information the students explore each time. The educator manages the classroom and the course, permitting access to the students according to his/her teaching plans.

The student explores the virtual environment, recognises the landscape, as well as agricultural procedures and tools. He/she may interact with them, assemble agricultural tools, simulate certain procedures, and get information about them. He/she may collaborate with other students through the network, to integrate a simulation or a group project.

¹ Διεύθυνση επικοινωνίας.

The application exploits pedagogic principles such as student interaction and immediate feedback, experience enhancement, individual learning and collaboration.

Although EIKON is mainly for secondary level education, it approaches primary education too.

A first pilot study has been conducted with 94 primary level in-service teachers. The research axes were the study of teachers' attitude towards educational virtual environments, as well as towards this specific application and its use in the classroom.

The results show that 98% of the sample has a positive attitude towards virtual reality technology and the application, with 87% wishing to use it in the classroom.

Εισαγωγή

Στα πλαίσια του προγράμματος ΣΕΙΡΗΝΕΣ (μελέτες και ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού πολυμέσων για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση) αναπτύχθηκε η πιλοτική εφαρμογή ΕΙΚΩΝ (εικονική πραγματικότητα στη διαθεματική προσέγγιση μαθημάτων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης). Το παράδειγμα εφαρμογής προέρχεται από το αντικείμενο της τεχνολογίας, με θέμα εργαλεία και μηχανές της γεωργικής τεχνολογίας, με έμφαση στη διεργασία της άρσης. Η προσέγγιση είναι διαχρονική και διαθεματική. Προσομοιώνονται τέσσερις διαφορετικές χρονικές περιόδους (προϊστορία, αρχαίοι χρόνοι, μεσαιώνας και αναγέννηση, σύγχρονη εποχή), σταθμοί στην εξέλιξη της γεωργίας.

Παιδαγωγική υποδομή

Η εφαρμογή ΕΙΚΩΝ παρέχει ένα ανοικτό περιβάλλον δράσης και διερεύνησης για το μαθητή γύρω από το γνωστικό αντικείμενο της τεχνολογίας με προεκτάσεις και σε άλλα μαθήματα. Η εφαρμογή βασίζεται στην εποικοδομητική διδασκαλία μέσα από την ενίσχυση των ήδη υπαρχόντων εμπειριών, αλλά και της παροχής νέων στους μαθητές.

Ο βασικός θεωρητικός ισχυρισμός των κονστрукτιβιστών ως προς τη διαδικασία μάθησης μας κατευθύνει σε εκτιμήσεις οι οποίες ελέγχουν ως αναποτελεσματικές τις προκαθορισμένες διδακτικές τεχνικές. Ο ασφυκτικός προγραμματισμός του περιεχομένου, η προσχεδιασμένη επιλογή του μέσου ενός μηνύματος, ο τύπος αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα μετέχοντα μέρη του επικοινωνιακού περιγύρου, όπως αυτός συγκροτείται σε καθημερινές διδακτικές περιστάσεις, δεν είναι ικανές συνθήκες για την αποτελεσματική ενεργοποίηση τυπικών μηχανισμών μάθησης. Είναι απαραίτητο να παρέχονται στους μαθητές περιβάλλοντα (πραγματικά ή/και τεχνητά) μέσα στα οποία θα είναι ελεύθεροι να οικοδομούν τη γνώση. Τα φυσικά περιβάλλοντα δεν είναι πάντοτε διαθέσιμα, με αποτέλεσμα ορισμένες φορές να είναι απαραίτητη η εμπειρία συμμετοχής τους σε τεχνητά, τα οποία προσομοιώνουν ή όχι τα φυσικά. Τα εικονικά περιβάλλοντα ενδείκνυται σε καταστάσεις όπου έτσι κι αλλιώς οι μαθητές δεν μπορούν να έχουν άμεση εμπειρία και περιγράφονται ως "άδειες τεχνολογίες" (empty technologies), ανοικτά περιβάλλοντα όπου μαθητές και εκπαιδευτικοί μπορούν να κατασκευάσουν ότι επιθυμούν. Τα ανοικτά περιβάλλοντα έρχονται σε αντίθεση με τις "κλειστές τεχνολογίες" (full technologies) που έχουν συγκεκριμένο περιεχόμενο, όπως τα μαθήματα βασισμένα σε υπολογιστή (computer based training), τα πακέτα εξάσκησης (drill and practice) και οι εφαρμογές υπερμέσων και πολυμέσων. Η εστίαση σχετικά με τα ανοικτά περιβάλλοντα μετατοπίζεται από τη σχεδίαση προδιαγεγραμμένων αλληλεπιδράσεων των μαθητών, σε περιβάλλοντα όπου έχουν τη δυνατότητα για οποιουδήποτε είδους περιήγηση και αλληλεπίδραση επιθυμούν και τους επιτρέπει το σύστημα. Οι μαθητές είναι ελεύθεροι να ανακαλύψουν πληροφορίες και στοιχεία μέσα από εμπειρίες που θα τους οδηγήσουν στη γνώση. Η μέχρι πρότινος δυνατότητα συμμετοχής σε πολυμεσικά περιβάλλοντα, με χαρακτηριστικά μερικής αλληλεπίδρασης δεν είναι πλέον η μοναδική εκδοχή.

Η νέα τεχνολογική πρόταση για την εκπαίδευση με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών βασίζεται στις εποικοδομητικές θεωρίες μάθησης, αναζητώντας "άδειες τεχνολογίες", και προτείνοντας την εικονική πραγματικότητα (virtual reality) ως χρηστικό εργαλείο [1]. Αν θεωρήσουμε ότι η μάθηση είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη δράση και την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, η γνώση μπορεί να οικοδομηθεί μέσα από την αλληλεπίδραση με εικονικούς κόσμους [2].

Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό λογισμικό, προσαρμοσμένο στο μάθημα της τεχνολογίας, οργανώνει ανοικτά περιβάλλοντα, συνδυάζοντας εικονική πραγματικότητα με πολυμέσα, υπερμέσα και εφαρμογές δικτύου. Με αυτόν τον τρόπο εκμεταλλεύεται τα χαρακτηριστικά των παραπάνω τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εξατομικευμένη διδασκαλία όπως προτείνεται για το μάθημα της τεχνολογίας στην Α' γυμνασίου, αλλά και ομαδική όπως προβλέπει το αναλυτικό πρόγραμμα της Β' τάξης.

Η αλληλεπίδραση του μαθητή-χρήστη με το περιβάλλον πραγματοποιείται με ένα "interface" που αποτελεί συνδυασμό εικονικών κόσμων, πολυμέσων /υπερμέσων, βάσεων δεδομένων που παρέχουν πολλαπλές αναπαραστάσεις και υλοποιούν δυναμική διασύνδεση των πληροφοριών με υπερμεσικούς κόμβους.

Παιδαγωγικές αναφορές, διδακτικοί στόχοι

Η εναλλαγή από το περιβάλλον πολυμέσων στο εικονικό γίνεται άμεσα με επακόλουθο την εκμετάλλευση των χαρακτηριστικών και των δύο τεχνολογιών. Τα πολυμέσα παρέχουν πολλαπλές αναπαραστάσεις σε μορφή κειμένου, ήχου, εικόνων και βίντεο και διασυνδέσεις για αναζήτηση πληροφοριών από μια τράπεζα πληροφοριών σχετική με το αντικείμενο. Τα εικονικά περιβάλλοντα παρέχουν τη δυνατότητα για ελεύθερες πλοηγήσεις και διερεύνηση θεμάτων από τον ίδιο το μαθητή.

Η εκπαιδευτική εφαρμογή βασίζεται και εκμεταλλεύεται τις παρακάτω παιδαγωγικές και γνωστικές θέσεις [3]:

α. Την πρωτογενή διαδικασία για την ανάπτυξη της βασικής γνώσης

Ο μαθητής αναζητά και λαμβάνει πληροφορίες για θέματα στα οποία δεν έχει εξίσου αποτελεσματική πρόσβαση με άλλα μέσα. Στη διαχρονική προσέγγιση της γεωργικής τεχνολογίας για παράδειγμα, ο μαθητής έχει πρόσβαση σε πληροφορίες και κυρίως εικονικά περιβάλλοντα που αναπαριστούν τέσσερις διαφορετικές χρονικές περιόδους. Η δυνατότητα ελεύθερης πλοήγησης ή κατασκευής είναι για αυτόν μια νέα εμπειρία.

β. Τη δευτερογενή διαδικασία μάθησης

Η εφαρμογή παρέχει επιπρόσθετες πληροφορίες για την εμπέδωση βασικών εννοιών και την πρακτική εξάσκηση που εμπεριέχεται στα περιβάλλοντα και προωθεί τη μεταφορά γνώσης.

γ. Την ενσωμάτωση προαπαιτούμενων γνώσεων

Η παραδοχή για την ιεραρχική δομή της γνώσης συγκροτεί τον πυρήνα κατανόησης των εννοιών. Το προτεινόμενο λογισμικό αξιολογεί τη βασική γνώση, οργανώνει τη νέα σε σπειροειδή μορφή, αξιοποιεί τις δεξιότητες του μαθητή και ενισχύει ή εμπλουτίζει τις προηγούμενες αναφορές συμπληρώνοντας τα κενά. Στο εικονικό περιβάλλον οι διαδικασίες άρσης, τα γεωργικά εργαλεία και οι μηχανές αναγνωρίζονται από το μαθητή, συναρμολογούνται και χρησιμοποιούνται για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων.

δ. Την άμεση διδακτική παρέμβαση

Ο μαθητής αναπτύσσει δεξιότητες ακολουθώντας τα στάδια που καθορίζονται από τον εκπαιδευτικό ή σε συνεργασία μαζί του κατά τη διάρκεια περιγραφής του τελικού στόχου του μαθήματος. Ο μαθητής έχει τη δυνατότητα ελεύθερης διερεύνησης ή διερεύνησης με βάση κάποιο προκαθορισμένο σενάριο (project) σε συγκεκριμένα εικονικά περιβάλλοντα. Η ενεργητική του συμμετοχή σε ολοκληρωμένα σενάρια με συγκεκριμένους στόχους αναπτύσσουν την κριτική του σκέψη εισάγοντας το νεαρό χρήστη στη διαδικασία επιστημονικής διερεύνησης.

ε. Την αρχή της άμεσης εμπειρίας

Η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών σε “πραγματικές” δραστηριότητες τους παρέχει τη δυνατότητα άμεσης εμπειρίας σε εικονικά περιβάλλοντα. Κατασκευάζοντας, με βάση την τεχνολογία των πολυμέσων και της εικονικής πραγματικότητας ένα αντικείμενο, παρακολουθώντας την εξέλιξη ενός φαινομένου, λαμβάνοντας μέρος σε κάποια εικονική παραγωγική διαδικασία, οι μαθητές έχουν την εμπειρία της άμεσης συμμετοχής και των αποτελεσμάτων αυτής.

στ. Την αρχή της έμμεσης εμπειρίας

Η έμμεση εμπειρία αποκτάται με τη διαμεσολάβηση τρίτων. Η αδυναμία άμεσης εποπτείας καταστάσεων, μας υποχρεώνει να εφαρμόσουμε συνθήκες τεχνητής - εικονικής πραγματικότητας για την πρόσληψή τους. Η εικονική αναπαράσταση κάποιας διαδικασίας, στοχεύει στην ενεργοποίηση των μηχανισμών έμμεσης εμπειρίας.

ζ. Την αρχή της εξατομικευμένης μάθησης

Κάθε μαθητής έχει έναν προσωπικό ρυθμό πρόσληψης των πληροφοριών. Το προτεινόμενο λογισμικό έχει την ιδιότητα να “προσαρμόζεται” στις απαιτήσεις και δυνατότητες του κάθε μαθητή, παρέχοντάς του τη δυνατότητα διερεύνησης εναλλακτικών μοντέλων “επικοινωνίας”.

η. Την αρχή της συνεργατικότητας

Εκτός από τη δυνατότητα εξατομικευμένης “συνεργασίας” με την εφαρμογή, το προτεινόμενο λογισμικό ενδείκνυται για συνεργατική μάθηση. Το περιβάλλον αλλά και το γνωστικό αντικείμενο, προσφέρονται για ομαδική εργασία. Μικρές ομάδες μαθητών είναι δυνατό να συνεργάζονται για την αντιμετώπιση προσομοιούμενων καταστάσεων, συμβάλλοντας ο καθένας με τις ιδέες του. Οι νέες ιδέες που προκύπτουν είναι δυνατό να εφαρμόζονται μετά από συζητήσεις και μεταφορά εμπειριών και γνώσεων. Επιπλέον, η δικτυακή λειτουργία του λογισμικού επιτρέπει τη “συνεύρεση” πολλών μαθητών σε ένα κοινό εικονικό χώρο. Οι μαθητές που εργάζονται στον ατομικό τους υπολογιστή έχουν τη δυνατότητα να βρίσκονται σε διαφορετικές φυσικές θέσεις, να συνεργάζονται μοιραζόμενοι τις εμπειρίες τους, ο καθένας από την εξερεύνηση του “προσωπικού” εικονικού του κόσμου. Το παράδειγμα της πρόληψης και επίλυσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τη βοήθεια της σύγχρονης γεωργικής τεχνολογίας, προσφέρεται για την προώθηση και ανάδειξη της συνεργατικότητας των μαθητών.

θ. Τον διερευνητικό χαρακτήρα της εφαρμογής και τη διαθεματική προσέγγιση της γνώσης

Η εφαρμογή προσφέρει ένα ανοικτό περιβάλλον για τη διερεύνησή του από το μαθητή. Ο μόνος περιορισμός του είναι τα προϋπάρχοντα εικονικά αντικείμενα, τα οποία όμως μπορεί να διαχειρισθεί ο εκπαιδευτικός σύμφωνα με τους στόχους του. Επίσης, ο εξειδικευμένος εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα πλήρους διαμόρφωσης των εικονικών κόσμων.

Οι διδακτικοί στόχοι του ΕΙΚΩΝ επικεντρώνονται στα παρακάτω σημεία:

- Την ανάπτυξη της αντίληψης σχετικά με τη φύση της τεχνολογίας, τα πρώτα στάδια ανάπτυξής της και την προσφορά της τεχνολογίας στον πολιτισμό. Εξειδίκευση στην περίπτωση των μηχανών και των εργαλείων.
- Την ανάπτυξη της αντίληψης σχετικά με τα διάφορα επαγγέλματα στο χώρο της τεχνολογίας και της γεωργικής τεχνολογίας ειδικότερα.
- Τη γνώση του βασικού χαρακτηριστικού της τεχνολογίας που μεταβάλλεται στο χρόνο.
- Την ανάπτυξη του ενδιαφέροντος για την τεχνολογία, τις μηχανές και τα εργαλεία.
- Την ανάπτυξη της αντίληψης για την κατάλληλη και ορθολογική χρήση των εργαλείων και των μηχανών.

- Την ανάπτυξη της ικανότητας για ταξινόμηση και χρήση πληροφοριακών δεδομένων από το χώρο της τεχνολογίας γενικά και της γεωργικής τεχνολογίας ειδικότερα.
- Τη συσχέτιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας με το τεχνολογικό περιβάλλον, τις παραστάσεις και τα ενδιαφέροντα των μαθητών.
- Την εξοικείωση των μαθητών με ορθολογικές διαδικασίες εξέτασης εναλλακτικών λύσεων και τη λήψη αποφάσεων.
- Την ανάπτυξη της δημιουργικότητας.
- Την ανάπτυξη της ικανότητας για επικοινωνία και συνεργασία.
- Την πληροφόρηση για θέματα άμεσα συνδεδεμένα με την οικονομία της χώρας.

Έτσι, η συγκεκριμένη εφαρμογή παρέχει στο μαθητή τη δυνατότητα ελεύθερης περιήγησης στους τρισδιάστατους μικρόκοσμους όπου μπορεί να:

- παρατηρήσει τη συμπεριφορά ή τις ιδιότητες αντικειμένων
- παρατηρήσει την εξέλιξη διεργασιών ή φαινομένων, τα οποία του παρουσιάζονται αυτόματα όπως να μελετήσει τη διαδικασία της άρσης
 - να αλλάξει τον τρόπο οικοδόμησης της γνώσης
 - να αναζητήσει περισσότερη πληροφορία για τα αντικείμενα ή τις διεργασίες,
 - να ελέγξει την ισχύ ή την εφαρμογή νόμων
 - να φέρει σε πέρας σενάρια (projects)
 - να επιλύσει προβλήματα εφαρμόζοντας τη γνώση που απέκτησε (να συλλέξει συγκεκριμένα είδη φυτών, να χαράξει μια φιλική προς το περιβάλλον οδική αρτηρία, να αυξήσει την απόδοση ενός νερόμυλου).

Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ρυθμίζει την αισθητική του μικρόκοσμου και των αντικειμένων, το είδος των πληροφοριών που θα παρέχονται -ρυθμίζοντας τις ιδιότητες των αντικειμένων και των αλληλεπιδράσεων τους- καθοδηγεί τους μαθητές στη λύση των προβλημάτων και αξιολογεί τις επιδόσεις τους με βάση τις δικές του παρατηρήσεις, αλλά και στοιχεία που συλλέγει το ίδιο το λογισμικό. Επίσης επιλέγει τη θεματική κατηγορία, το γνωστικό αντικείμενο και τη σύνδεση με το πρόγραμμα σπουδών.

Η επιλογή του μαθήματος της τεχνολογίας έγινε για τους λόγους που συμβαδίζουν με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης [4].

Είναι ένα νέο σχετικά γνωστικό αντικείμενο με κύριο στόχο τη σύνδεση του σχολείου και ιδιαίτερα των μαθητών με τη συνεχώς μεταβαλλόμενη τεχνολογικά κοινωνία, τα επιτεύγματα και τις επιδράσεις της, που είναι πλέον θέματα καθημερινής συζήτησης και βιωμάτων.

Το πρόγραμμα του μαθήματος εφαρμόζεται σε εργαστήριο ξεχωριστό από το αντίστοιχο της πληροφορικής με εξοπλισμό που θα περιλαμβάνει και υπολογιστές, καθώς και μελέτες πεδίου. Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό λογισμικό εκμεταλλεύεται το υπάρχον σχολικό εργαστήριο πληροφορικής και παρέχει εικονικά περιβάλλοντα στα οποία ο μαθητής μπορεί να πλοηγηθεί, να χειρίζεται εικονικά αντικείμενα και να "υλοποιεί" εικονικές κατασκευές, τεχνολογικά επιτεύγματα, ακόμη και εγκαταστάσεις με βάση ολοκληρωμένα σενάρια. Ο συνδυασμός των τεχνολογιών του προτεινόμενου εκπαιδευτικού λογισμικού επιτρέπει και ενθαρρύνει τη μέθοδο "project" με βάση την οποία υλοποιείται το μάθημα της τεχνολογίας.

Ο μαθητής δημιουργεί και αξιοποιεί τις νοητικές του ικανότητες και εξερευνά τις δυνατότητές του με "ρεαλιστικές" εμπειρίες μέσα στα εικονικά περιβάλλοντα που αναπαριστούν τεχνολογίες με αδύνατη πρόσβαση στο μαθητή, ιδιαίτερα όσον αφορά στο διαχρονικό χαρακτήρα τους που του επιτρέπουν να κατανοήσει τις αλλαγές στο βιομηχανικό και τεχνολογικό περιβάλλον.

Η επιλογή της τεχνολογικής ενότητας εργαλεία και μηχανές με έμφαση στη γεωργική τεχνολογία έγινε για τους παρακάτω λόγους που συμβαδίζουν με τους στόχους του μαθήματος της τεχνολογίας.

Η ενότητα προσφέρεται για την ανάπτυξη αντίληψης σχετικά με τη φύση της τεχνολογίας, τα στάδια ανάπτυξης και την προσφορά της στον πολιτισμό. Εκτός από την πολυμεσική πληροφορία, το νέο στοιχείο της εικονικής πραγματικότητας δίνει το κίνητρο στο μαθητή για ελεύθερη εξερεύνηση σε ιστορικές περιόδους, την αναγνώριση εργαλείων και μηχανών, την απάντηση σε ερωτήσεις που προϋποθέτουν αναζήτηση πληροφοριών στο περιβάλλον, και την ολοκλήρωση σεναρίων όπως τη συναρμολόγηση μηχανών και τη μελέτη λειτουργίας τους.

Η γεωργική τεχνολογία προσφέρεται για διαχρονική μελέτη με βάση τις ιστορικές επαναστάσεις στον τομέα. Προσφέρεται επίσης για διαθεματική μελέτη αφού το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα αναζήτησης πληροφοριών για θέματα παρεμφερή με το αντικείμενο. Τέτοια είναι φυσικά φαινόμενα, χημικές και βιολογικές διεργασίες, οικονομικά στοιχεία, πολιτιστικές και πολιτισμικές επιδράσεις, οικολογικές επιπτώσεις από τη χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Αυτά μπορούν να αποτελέσουν έναυσμα για μελέτη αντίστοιχων θεμάτων σε άλλα γνωστικά αντικείμενα.

Η χώρα μας είναι κυρίως γεωργική και το λογισμικό φέρνει σε επαφή το μαθητή με τη γεωργική τεχνολογία και τη χρήση γης. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στους μαθητές αστικών περιοχών και τους δίνει την ευκαιρία της γνωριμίας με την κύρια πλουτοπαραγωγική διαδικασία της χώρας.

Η βασική επιδίωξη συνίσταται στη δραστηριοποίηση των χρηστών-μαθητών έτσι ώστε να διασφαλισθεί:

- ο συνεχής προβληματισμός στα πλαίσια οργανωμένων ατομικών, ομαδικών ή συλλογικών μορφών εργασίας και δράσης ώστε οι μαθητές να μετέχουν σε όλα τα στάδια της διαδικασίας μάθησης,

- η διαδικασία για την ανάπτυξη των απαραίτητων μηχανισμών που θα βοηθήσουν τους μαθητές να έλθουν σε επαφή, να αποσαφηνίσουν, να εμπεδώσουν γνώσεις, έννοιες και περιεχόμενα από το προτεινόμενο αντικείμενο ώστε να είναι σε θέση να εκτιμήσουν τη συμμετοχή και το ρόλο τους στην εξέλιξη της ανθρώπινης κοινωνίας στις βασικότερες εκφάνσεις της,

- η εξοικείωση με αντίστοιχους και κατάλληλους τρόπους εργασίας που να είναι συναφείς με τη φύση του αντικειμένου και η άσκηση των αντίστοιχων δεξιοτήτων, απαραίτητων για τη σωστή και δημιουργική προσέγγιση φαινομένων, καταστάσεων και αλληλεπιδράσεων φυσικών και ανθρωπογενών στοιχείων.

Οι διδακτικοί στόχοι αποτελούν τα κεντρικά σημεία προσανατολισμού της διδακτικής πράξης και επισημαίνουν τα πλέον ουσιώδη μορφωτικά-μαθησιακά στοιχεία. Οι στόχοι, που επιδιώκεται η υλοποίησή τους από το ΕΙΚΩΝ, κατηγοριοποιούνται με βάση τα τελικά αποτελέσματα σε δύο ομάδες.

Στην πρώτη ομάδα, που έχει υπερκείμενο χαρακτήρα όσον αφορά στο κριτήριο της γενικότητας, τοποθετούνται οι στόχοι που έχουν ευρύτερο ενδιαφέρον και οι οποίοι αφορούν στη θεματική ενότητα γεωργία και στη δεύτερη, υποκείμενη ομάδα στόχων, που ανήκουν εκείνοι που αφορούν στη γεωργική τεχνολογία.

Συνισταμένη των στόχων της πρώτης ομάδας αποτελεί η πλήρης και σφαιρική αντίληψη του ρόλου και της σημασίας της γεωργίας ως ενός από τους κυρίαρχους χώρους του πρωτογενούς τομέα παραγωγής. Γνώση δηλαδή του συνόλου των δραστηριοτήτων που συνέβαλαν-συμβάλλουν στην ανάπτυξη και ουσιαστικά επιβίωση του ανθρώπινου είδους και της κοινωνίας ως θεσμού γενικότερα.

Στους βασικούς στόχους ανήκουν επίσης οι διασυνδέσεις-αλληλεπιδράσεις του τομέα γεωργία με εκφράσεις τόσο του φυσικού όσο και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, σε συνδυασμό με τις ανάγκες και επιδιώξεις του ανθρώπου.

Επισημαίνεται η υφιστάμενη σαφής, άμεση ή έμμεση σχέση του γεωργικού τομέα με τη γεωμορφολογία, το κλίμα, την υδρογραφία και τη βιογεωγραφία μιας περιοχής, όσον αφορά στο φυσικό περιβάλλον. Αντίστοιχες διασυνδέσεις υφίστανται μεταξύ γεωργίας και εκφράσεων του ανθρωποπολιτισμικού περιβάλλοντος όπως της κοινωνικής οργάνωσης, της οικιστικής, της οικονομίας, του δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα, την εφαρμογή επιστημονικών και τεχνολογικών επιτευγμάτων. Τονίζεται επίσης ο θεμελιώδης ρόλος του γεωργικού τομέα σε εθνικό επίπεδο (ισόρροπη - αυτοδύναμη ανάπτυξη μιας χώρας).

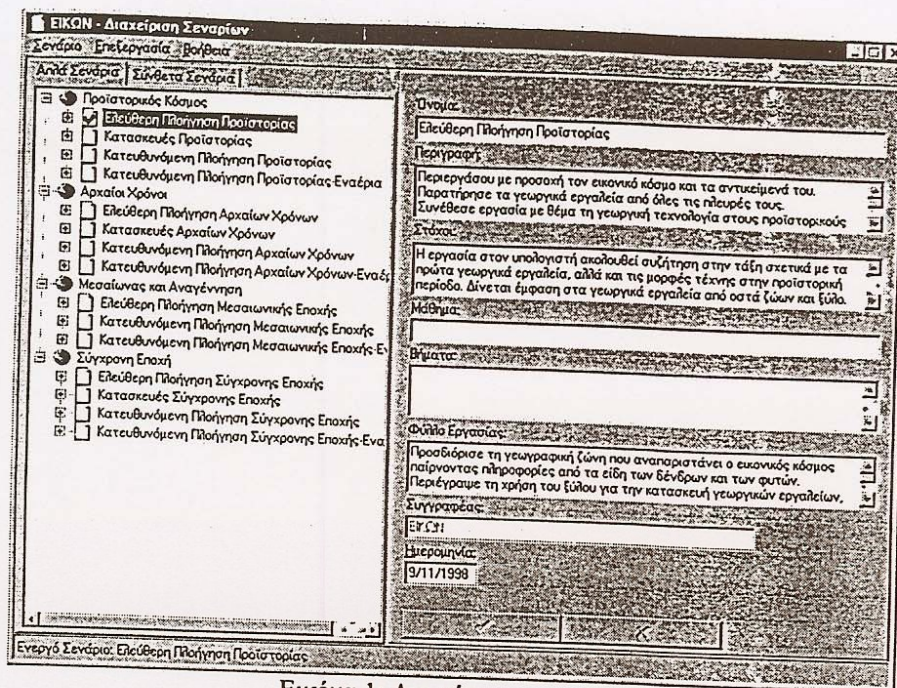
Η δεύτερη κατηγορία στόχων συνδέεται με τη γεωργική τεχνολογία. Αποτελεί ένα σύνολο διδακτικών-μαθησιακών επιδιώξεων συνδεδεμένων με οργανωμένες διδακτικές ενότητες και ενέργειες που αποσκοπούν:

- στη γνώση αυτής καθεαυτής της γεωργικής τεχνολογίας και των αντίστοιχων συναφών εννοιών,
- στην κατανόηση του ρόλου της τεχνολογίας στην εξέλιξη της γεωργίας,
- στη γνώση της διαχρονικής εξέλιξης της γεωργικής τεχνολογίας,
- στη διασύνδεση της γεωργικής τεχνολογίας με τους τομείς φύση και άνθρωπος και την επίδρασή της στην διαμόρφωση του φυσικού και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος,
- στη σχέση και επίδραση της γεωργικής τεχνολογίας με συγκεκριμένους επιστημονικούς κλάδους, με την οικονομία και το είδος της, και τη στάθμη του βιοτικού επιπέδου,
- στην ανάπτυξη και καλλιέργεια δεξιοτήτων και ικανοτήτων σε σχεδιαστικό-κατασκευαστικό επίπεδο.

Σχεδίαση του ΕΙΚΩΝ

Η αρχιτεκτονική του ΕΙΚΩΝ, καθώς και οι προδιαγραφές και ιδιότητές του αποτελούν αντικείμενο άλλης εργασίας που παρουσιάζεται στο παρόν συνέδριο. Συνοπτικά αποτελείται από τους εικονικούς κόσμους στους οποίους πλοηγείται ελεύθερα και αλληλεπιδρά ο μαθητής, από μια πολυμεσική βάση δεδομένων με πληροφορίες που μπορεί να αντλεί ο μαθητής για τα αντικείμενα που περιέχουν οι κόσμοι και περιλαμβάνει εργαλεία για άμεση μεταφορά τους σε πακέτα γενικής χρήσης, δυνατότητες δικτυακής λειτουργίας της εφαρμογής και μια βάση δεδομένων για τη διαχείριση της τάξης και των μαθητών από τον εκπαιδευτικό, καθώς και την προετοιμασία του κάθε μαθήματος.

Ο εκπαιδευτικός, στην καθημερινή διδακτική πρακτική, καθορίζει το επιθυμητό εκπαιδευτικό σενάριο από τα υπάρχοντα ή δημιουργεί ένα νέο. Αυτό υλοποιείται από τη διαχείριση σεναρίων, με απλές επιλογές (εικόνα 1).



Εικόνα 1: Διαχείριση σεναρίων

Αριστερά επιλέγεται το επιθυμητό σενάριο. Δεξιά αναγράφονται στοιχεία σχετικά με αυτό, όπως εκπαιδευτικοί στόχοι, προτεινόμενες εργασίες, ιδιότητες των εικονικών αντικειμένων. Ο μαθητής κατά κανόνα δεν έχει πρόσβαση σ' αυτό το τμήμα του ΕΙΚΩΝ, αλλά αφού δηλώσει τον κωδικό του, βρίσκεται στο εικονικό και πολυμεσικό περιβάλλον της εφαρμογής, σύμφωνα με το σενάριο που έχει επιλέξει ο εκπαιδευτικός (εικόνα 2).

Στην Εικόνα 2 (βλ. δεξιά) παρουσιάζεται το περιβάλλον εργασίας του μαθητή.

Η οθόνη αναφέρεται στο Μεσαίωνα. Αριστερά είναι το εικονικό περιβάλλον και δεξιά η πολυμεσική πληροφορία. Η μπάρα περιέχει πλήκτρα για ενεργοποίηση του μικρόκοσμου, πρόσβαση στη βιβλιοθήκη, οδηγίες, τετράδιο μαθητή, στα οποία έχει πρόσβαση ο μαθητής.

Γενικές ιδιότητες των εικονικών κόσμων

Οι εικονικοί κόσμοι ως αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου διατηρούν τις φυσικές ιδιότητες του, στο βαθμό βέβαια που το επιτρέπει το υλικό και το λογισμικό.

Έτσι, ο μαθητής περιηγείται και αλληλεπιδρά στους μικρόκοσμούς όπως και στο φυσικό του περιβάλλον. Για παράδειγμα, οι μικρόκοσμοι έχουν βαρύτητα και τα εικονικά τρισδιάστατα αντικείμενα είναι αδιαπέραστα.

Περιγραφή σεναρίων

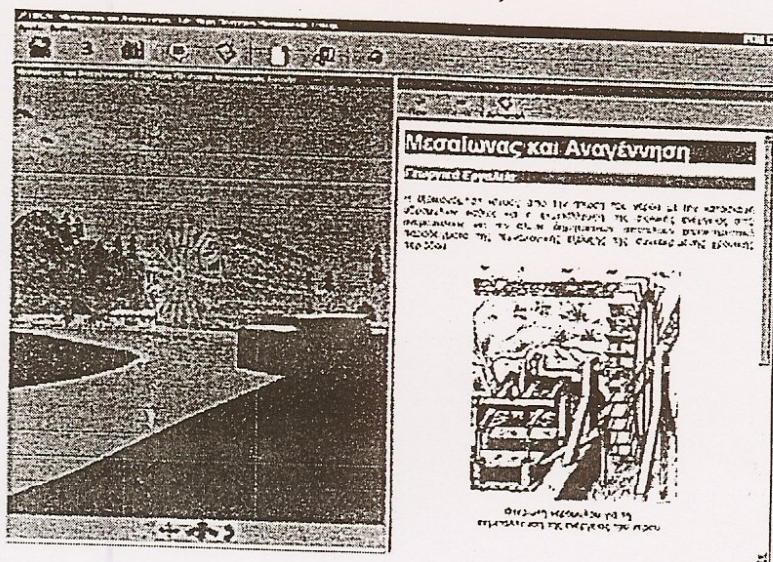
Τα έτοιμα σενάρια που είναι ενσωματωμένα στο ΕΙΚΩΝ περιγράφονται ανά μικρόκοσμο. Μόνο τα 2 σενάρια των προκαθορισμένων πλοηγήσεων περιγράφονται γενικά αφού η λειτουργία τους είναι κοινή για όλους τους μικρόκοσμους.

Προκαθορισμένες πλογήσεις

Οι προκαθορισμένες ή καθοδηγούμενες πλογήσεις είναι 2 ανά μικρόκοσμο (από το έδαφος και τον αέρα). Κατά τις καθοδηγούμενες πλογήσεις, ο μαθητής δεν αλληλεπιδρά με τα εικονικά περιβάλλοντα.

Οι στόχοι των προκαθορισμένων πλοηγήσεων είναι οι παρακάτω:

1. Εξοικείωση του μαθητή με το εικονικό περιβάλλον εργασίας.
2. Εξοικείωση του μαθητή με τον τρόπο αναπαράστασης του φυσικού κόσμου και των αντικειμένων του στους εικονικούς μικρόκοσμους.



3. Αναγνώριση της κάθε εποχής και των μορφολογικών χαρακτηριστικών της.

4. Αναγνώριση της ανθρωπογενούς παρέμβασης.

Ελεύθερες πλοηγήσεις

Αφού ο εκπαιδευτικός είναι αυτός που καθορίζει το σενάριο της ελεύθερης πλοήγησης σε συγκεκριμένο μικρόκοσμο, παρέχει ουσιαστικά άπειρες δυνατότητες ελεύθερης κίνησης του μαθητή στους μικρόκοσμους. Ο μαθητής μπορεί να περιηγηθεί βήμα προς βήμα στο εικονικό περιβάλλον, να επισκεφθεί όποια περιοχή και σημείο του επιθυμεί, να περιεργασθεί αντικείμενα, να πάρει πολυμεσική πληροφορία.

Οι στόχοι των ελεύθερων πλοηγήσεων είναι:

1. Εξοικείωση του μαθητή με το συγκεκριμένο μικρόκοσμο και χρονική περίοδο.
2. Μελέτη της κάθε εποχής και των μορφολογικών χαρακτηριστικών της.
3. Μελέτη της ανθρωπογενούς παρέμβασης.
4. Αναγνώριση και μελέτη των γεωργικών εργαλείων και μηχανών.
5. Παροχή πολυμεσικής πληροφορίας για την εποχή.
6. Παροχή πολυμεσικής πληροφορίας για την κυρίαρχη γεωργική τεχνολογία της εποχής.

Οποιοδήποτε τμήμα της πληροφορίας σε οποιοδήποτε σύστημα συμβόλων μπορεί να επιλεγεί από το μαθητή και να αποθηκευθεί στο σημειωματάριό του με την ενεργοποίηση του κατάλληλου πλήκτρου "σημειωματάριο". Αυτή μπορεί να μεταφερθεί σε οποιαδήποτε εφαρμογή των windows για μετέπειτα επεξεργασία και χρήση, όπως η συγγραφή σχετικής εργασίας.

Διεργασίες

Οι διεργασίες αποσκοπούν στην εκμετάλλευση της αποκτηθείσας πληροφορίας για τη διεκπεραίωση εργασιών στα εικονικά περιβάλλοντα των μικρόκοσμων. Αποτελούν ένα από τα πλέον ισχυρά σημεία του λογισμικού, αφού είναι πλήρως αλληλεπιδραστικές λειτουργίες. Μέσω των διεργασιών ο μαθητής οικοδομεί τη γνώση φέροντας σε πέρας συγκεκριμένες εργασίες πλοηγούμενος ελεύθερα και αλληλεπιδρώντας με τα εικονικά αντικείμενα των μικρόκοσμων.

Οι διεργασίες αφορούν ουσιαστικά στην κατασκευή, συναρμολόγηση, σύνδεση και μελέτη της λειτουργίας γεωργικών εργαλείων και μηχανών.

Γενικά, η σειρά εκτέλεσης λειτουργιών κάθε διεργασίας περιγράφεται ως εξής:

- Πλοήγηση και τοποθέτηση στο τμήμα του τοπίου που λαμβάνει χώρα η διεργασία.
- Αναγνώριση αντικειμένων του εικονικού κόσμου για την ολοκλήρωση της εργασίας.
- Συγκέντρωση αντικειμένων. Μπορεί να απαιτείται η μεταφορά ορισμένων από διάφορα σημεία του εικονικού

χώρου.

- Κατασκευή, συναρμολόγηση γεωργικών εργαλείων. Απαιτείται γνώση του συγκεκριμένου εργαλείου για σωστή ολοκλήρωσή του με την τοποθέτηση του κάθε τμήματός στη σωστή θέση, με το σωστό προσανατολισμό και σειρά.

- Λειτουργία και χρήση του μηχανήματος (όπου απαιτείται).
- Σύνδεση γεωργικών εξαρτημάτων.

Οι χειρισμοί τόσο της πλοήγησης όσο και των εικονικών αντικειμένων γίνονται με το ποντίκι. Βέβαια υπάρχει και η δυνατότητα σύνδεσης ειδικών χειριστηρίων (joystick, spacemouse, spaceball), καθώς και η χρήση στερεοσκοπικών γυαλιών και κράνους για εμβύθιση.

Το ΕΙΚΩΝ προσεγγίζει τα ανοικτά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα ως προς τα παρακάτω στοιχεία.

Σχετικά με την παρέμβαση του εκπαιδευτικού στην εφαρμογή, υπάρχει η δυνατότητα μεταβολής του πλαισίου αλλά και του περιεχομένου της ανάλογα με τους εκάστοτε στόχους του, μέσα από το τμήμα της διαχείρισης σεναρίων. Με αυτόν τον τρόπο ο εκπαιδευτικός μπορεί να προσαρμόσει το εκπαιδευτικό υλικό σύμφωνα με τις επιθυμίες του και τις ανάγκες και απαιτήσεις της τάξης.

Σχετικά με το μαθητή, κυρίαρχο ρόλο παίζουν τα εικονικά περιβάλλοντα. Αυτά είναι ανοικτού τύπου με την έννοια ότι ο μαθητής κινείται ελεύθερα στα εικονικά τοπία, διερευνά τα τρισδιάστατα προσομοιούμενα περιβάλλοντα με τα αντικείμενα και τις διεργασίες που περιλαμβάνουν, αναζητά τις πληροφορίες που θεωρεί χρήσιμες. Αλληλεπιδρά με εικονικά αντικείμενα, τα χειρίζεται, συναρμολογεί μηχανές, ολοκληρώνει διαδικασίες. Όλα αυτά γίνονται με φυσιολογικό τρόπο, χωρίς τους περιορισμούς που μπαίνουν από τα συνηθισμένα υπερμεσικά συστήματα στα οποία οι διαδρομές και οι δυνατότητες πλοήγησης του χρήστη είναι ουσιαστικά δεδομένες. Επιπλέον με τη δυνατότητα επικοινωνίας μέσα από δίκτυο, μαθητές που βρίσκονται σε διαφορετικές φυσικές θέσεις 'συναντώνται' στο ίδιο εικονικό περιβάλλον και συνεργάζονται για τη μελέτη και ολοκλήρωση συγκεκριμένων εργασιών.

Πιλοτική εμπειρική έρευνα

Το ΕΙΚΩΝ αναφέρεται κυρίως στις δύο πρώτες τάξεις του γυμνασίου, αλλά η θεματική και ο τρόπος προσέγγισής του άπτονται και της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Μια πρώτη αξιολόγηση έγινε με τη διεξαγωγή πιλοτικής μελέτης σε 94 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η πρώτη αυτή αξιολόγηση έγινε σε τέτοιου είδους δείγμα για τον έλεγχο του λογισμικού πρώτα ως εργαλείου για τον εκπαιδευτικό.

Οι άξονες της έρευνας ήταν η μελέτη της στάσης των εκπαιδευτικών ως προς τα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα, καθώς και ως προς τη συγκεκριμένη εφαρμογή και την αξιοποίησή της στην τάξη.

Μετά από παρουσίαση της εφαρμογής από τους ερευνητές, κάθε εκπαιδευτικός εργάστηκε με το ΕΙΚΩΝ μια ώρα την ημέρα, επί τρεις ημέρες. Κατόπιν κάθε εκπαιδευτικός κλήθηκε να σχεδιάσει στο χαρτί ένα σχέδιο διδασκαλίας, να το υλοποιήσει με το ΕΙΚΩΝ ως διαχειριστής και να ελέγξει τις επιλογές του από την πλευρά του μαθητή. Οι εκπαιδευτικοί συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο το οποίο περιελάμβανε ερωτήσεις κλειστού τύπου σχετικές με την εφαρμογή, καθώς και τα σχέδια διδασκαλίας.

Από την πρώτη επεξεργασία των εμπειρικών δεδομένων προκύπτει ότι για τα ενενήντα τέσσερα άτομα που συγκροτούν το δείγμα, οι άνδρες και οι γυναίκες κατανέμονται σε ποσοστά 64% και 36% αντίστοιχα. Ο μέσος όρος ηλικίας των εκπαιδευτικών είναι 45 έτη και η μέση τιμή των ετών υπηρεσίας τους προσεγγίζει τα είκοσι δύο έτη. Σε ποσοστό 64% δεν έχουν παρακολουθήσει κάποια ειδική επιμόρφωση σε ζητήματα πληροφορικής και νέων τεχνολογιών, η γενική τους εντύπωση για την εφαρμογή είναι θετική σε ποσοστό 98%, ενώ οι εκτιμήσεις τους για την εφαρμογή παρουσιάζονται συνοπτικά στον συγκεντρωτικό πίνακα 1.

Διαχείριση Σεναρίου	Ποσοστιαίες Τιμές (%)			
	Πολύ εύκολη	Εύκολη	Δύσκολη	Πολύ Δύσκολη
Επιλογή	35	62	3	0
Ενεργοποίηση	36	62	2	0
Τροποποίηση	32	63	5	0

Πίνακας 1: Εκτιμήσεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για το ΕΙΚΩΝ

Η περιήγηση στους εικονικούς μικρόκοσμους ήταν εύκολη για το 47% των εκπαιδευτικών, ενώ μόλις το 5% δήλωσε ότι δυσκολεύτηκε να περιηγηθεί.

Η πολυμεσική πληροφορία της τράπεζας πληροφοριών της εφαρμογής εκτιμήθηκε ως “πολύ ενδιαφέρουσα” από τους εκπαιδευτικούς του δείγματος, ενώ μόνο το 1% δήλωσε ότι δε βρήκε παρά μικρό ενδιαφέρον σε αυτή.

Όλοι οι εκπαιδευτικοί του δείγματος δήλωσαν ότι η συγκεκριμένη εφαρμογή συμβάλλει καθοριστικά στην ανάπτυξη της δημιουργικής ικανότητας των μαθητών, ενώ σε ποσοστό 87% δήλωσαν ότι θα χρησιμοποιούσαν την εφαρμογή συμπληρωματικά στη διδακτική προσέγγιση που έχουν υιοθετήσει.

Συμπερασματικά, οι εκπαιδευτικοί εξοικειώθηκαν πολύ γρήγορα με το ΕΙΚΩΝ και θεωρούν ότι συμβάλλει ουσιαστικά στην υποστήριξη της διδακτικής πράξης. Αυτό φάνηκε κυρίως από την ελευθερία κινήσεων που τους παρείχαν οι εικονικοί μικρόκοσμοι και από τα σχέδια διδασκαλίας που τους ζητήθηκε να αναπτύξουν. Ως προς το τελευταίο, οι εκπαιδευτικοί επεσήμαναν το ενδιαφέρον που παρουσιάζει το παράδειγμα εφαρμογής «γεωργική τεχνολογία», το οποίο επεξεργάστηκαν διαχρονικά και διαθεματικά.

Η αξιολόγηση του ΕΙΚΩΝ συνεχίζεται στον καθεαυτό χώρο εφαρμογής της την δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τόσο από εκπαιδευτικούς, όσο και από μαθητές.

Αναφορές

1. W. Winn, “A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality”, available at <http://u.washington.edu/~public/VirtualReality/>.*
2. S. Papert, “Situating constructionism” in I. Harel & S. Papert Constructionism. Eds. Ablex Publishing Co., Norwood, NJ, (1991).
3. Τ. Α. Μικρόπουλος, Τ. Λαδιάς, «Η LOGO στην εκπαιδευτική διαδικασία», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, (1997).
4. ΥΠΕΠΘ, “Οδηγίες για το Αναλυτικό Πρόγραμμα για το μάθημα της Τεχνολογίας”, Προεδρικό Διάταγμα 12/12/1995.