

# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2005)

3ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ



Αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού για τη διδασκαλία της χημείας στο γυμνάσιο: Μια μελέτη περίπτωσης

Ευγενία Πιερρή, Χρήστος Παναγιωτακόπουλος

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Πιερρή Ε., & Παναγιωτακόπουλος Χ. (2024). Αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού για τη διδασκαλία της χημείας στο γυμνάσιο: Μια μελέτη περίπτωσης. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 269–279. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/6241>

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ: ΜΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

**Πιερρή Ευγενία**  
Ph.D., Σχολική Σύμβουλος ΠΕ4  
epierri@upatras.gr

**Παναγιωτακόπουλος Χρήστος**  
Επίκουρος Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε.  
Πανεπιστημίου Πατρών  
cranag@upatras.gr

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη μελέτη αυτή με τη βοήθεια ενός δείγματος 79 εκπαιδευτικών κλάδου ΠΕ4 επιχειρήθηκε αξιολόγηση – εξακρίβωση της εκπαιδευτικής αξίας του λογισμικού “Ο Θωμαστός κόσμος της Χημείας για το Γυμνάσιο”, στην ενότητα “οξέα, βάσεις, εξουδετέρωση και άλατα”. Ως μέσο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε κατάλληλα δομημένο ερωτηματολόγιο. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης έδειξαν πως το δείγμα αξιολόγησε το λογισμικό πολύ θετικά σε όλους τους τομείς (χρήση, περιεχόμενο, αισθητική, διδακτική κλπ.). Φάνηκε επίσης, ότι όσοι από το δείγμα δήλωσαν πως έχουν μεγαλύτερες γνώσεις χειρισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών αξιολόγησαν θετικότερα την ευχρηστία, την αισθητική και την παρουσίαση του περιβάλλοντος διεπαφής. Ο πιο σημαντικός παράγοντας του λογισμικού αναδείχτηκε η ευκολία χρήσης και ακολούθως η επίτευξη των στόχων για τους οποίους κατασκευάστηκε. Τέλος, το δείγμα θεώρησε πως οι προσομοιώσεις του εικονικού εργαστηρίου συνεισφέρουν περισσότερο από όλα τα άλλα στοιχεία του λογισμικού, στη μάθηση. Οι προηγούμενες απόψεις δεν διαφοροποιήθηκαν μεταξύ φύλου.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Εκπαιδευτικό λογισμικό, αξιολόγηση εκπαιδευτικού λογισμικού, διδασκαλία Χημείας, ΤΠΕ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια η εκπαιδευτική διαδικασία προσεγγίζεται διεθνώς μέσω νέων θεωριών μάθησης, αναθεωρώντας ουσιαστικά τα παραδοσιακά εκπαιδευτικά πρότυπα. Οι θεωρίες μάθησης, όπως αυτές που είναι γνωστές ως Θεωρίες Οικοδόμησης της Γνώσης, υιοθετούν εκπαιδευτικές διαδικασίες που ενισχύουν τη δημιουργία κινήτρων, την προσέγγιση των αφηρημένων εννοιών με τρόπο πολυαισθητηριακό, και τη μάθηση μέσα από την πράξη, την εμπειρία και την ενεργό συμμετοχή. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του εικονικού περιβάλλοντος μπορούν να συσχετιστούν με τις Θεωρίες Οικοδόμησης της Γνώσης αλλά και με τις θεωρίες που απορρέουν από τις γνωστικές επιστήμες για την εκπαιδευτική διαδικασία και μάθηση. Οι περισσότερες σύγχρονες εκπαιδευτικές εφαρμογές εικονικού περιβάλλοντος βασίζονται σε στοιχεία των Θεωριών Οικοδόμησης της Γνώσης. Όμως, δεν είναι σαφές κατά πόσο τα θετικά αποτελέσματα των εφαρμογών τους απορρέουν από την εφαρμογή της θεωρίας ή από τη χρήση του εικονικού περιβάλλοντος (Youngblut, 1998).

Πολλοί ερευνητές τονίζουν τη σημασία που παρέχει η χρήση ενός συστήματος διεπαφής όπως αυτό του εικονικού περιβάλλοντος στην εκπαιδευτική πράξη (Winn, 1993; Bricken & Byrne, 1993; Durlach & Mavor, 1995; Bowman et al., 1999). Το τρισδιάστατο πολυαισθητηριακό περιβάλλον και η αντιστοιχία ενεργειών και συμπεριφοράς του χρήστη με το απεικονιζόμενο αποτέλεσμα δημιουργούν την *αίσθηση παρουσίας* (“sense of presence”) μέσα στο περιβάλλον αυτό, η οποία συμβάλλει στη επικοινωνία της μαθησιακής εμπειρίας. (Zelter, 1992). Η αίσθηση της παρουσίας και γενικά οι δραστηριότητες σε εικονικά περιβάλλοντα ενισχύουν σημαντικά το

ενδιαφέρον του διδασκόμενου και εκπαιδευτικές διαδικασίες που αφορούν τον μικρόκοσμο ή τον μακρόκοσμο πραγματοποιούνται κάτω από ρεαλιστικές συνθήκες. Γενικά ενισχύεται η δημιουργία κινήτρων στο διδασκόμενο όταν η αλληλεπίδραση με ένα μοντέλο προκαλεί μεγαλύτερο ενδιαφέρον από αυτό που προκαλεί η αλληλεπίδραση με το πραγματικό αντικείμενο (Pantelidis, 1996).

Εκπαιδευτικές διαδικασίες με εργαστηριακό προσανατολισμό, όπως αυτές που απαιτούνται στο μάθημα της Χημείας ενδείκνυται ιδιαίτερα να πραγματοποιούνται σε εικονικό περιβάλλον (Pantelidis, 1996) είτε γιατί είναι αδύνατο να πραγματοποιηθούν είτε γιατί πραγματοποιούνται δύσκολα λόγω επικινδυνότητας, κόστους, ρύπανσης του περιβάλλοντος, ζημίας, βλάβης ή φθοράς των χρησιμοποιούμενων αντικειμένων.

Αρκετές διαφορετικές τεχνικές απεικόνισης (κίνηση μορίων, επίδειξη βίντεο) έχουν χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία των εννοιών της Χημείας (Velazquez et al., 2004). Πρόσφατες αλλά και παλαιότερες μελέτες έχουν δείξει ότι όταν χρησιμοποιούνται οπτικές τεχνικές, όπως γραφικά, κίνηση μορίων και επίδειξη βίντεο, οι διδασκόμενοι φαίνονται να συσχετίζουν καλύτερα και τα τρία επίπεδα αντιπροσώπευσης: μακροσκοπικός, υπομικροσκοπικός, και συμβολικός. Αυτή η διαδικασία σκέψης επιτρέπει τους σπουδαστές τη βελτίωση της κατανόησης των εννοιών και τους δίνει τη δυνατότητα να δημιουργήσουν δυναμικά νοητικά πρότυπα.

Αρκετές φορές οι διδασκόμενοι έχουν δυσκολία στο να μάθουν τις συμβολικές και μοριακές απεικονίσεις της Χημείας. Τα αποτελέσματα της έρευνας στο πεδίο αυτό, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι μοντελοποιήσεις μπορούν να χρησιμεύσουν ως ένα όχημα για τους σπουδαστές να παραγάγουν τις νοητικές εικόνες (Wu et al., 2001).

Είναι ενδιαφέρον να επισημάνουμε ότι η αποτελεσματικότητα του μαθήματος της Χημείας η οποία βασίζεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή είναι πιο αποτελεσματική όταν η διαδικασία αυτή υποστηρίζεται από την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, ιδιαίτερα μάλιστα όταν το επίπεδο γνώσεων που έχουν οι σπουδαστές στη Χημεία είναι χαμηλό (Ardac et al., 2002).

Στη χώρα μας η έλλειψη καλά σχεδιασμένου λογισμικού, είναι εμφανής σχεδόν σε όλα τα γνωστικά πεδία. Παρά το προηγούμενο, πριν λίγο καιρό έχει ξεκινήσει η προσπάθεια παραγωγής λογισμικού για όλα τα μαθήματα των δύο πρώτων βαθμίδων της εκπαίδευσης από το ΥΠ.Ε.Π.Θ και το Π.Ι., σύμφωνα με το νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) στο πλαίσιο του Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ).

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση, δηλαδή η εξακρίβωση της εκπαιδευτικής αξίας του εκπαιδευτικού λογισμικού “*Ο Θανμαστός κόσμος της Χημείας για το Γυμνάσιο*”, στην ενότητα “οξέα, βάσεις, εξουδετέρωση και άλατα”. Στην αξιολόγηση του λογισμικού συμμετείχαν οικειοθελώς 79 καθηγητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης των νομών Αχαΐας και Κεφαλληνίας του κλάδου ΠΕ4. Οι καθηγητές συμπλήρωσαν κατάλληλο ερωτηματολόγιο αφού πρώτα εξέτασαν διεξοδικά και διερεύνησαν το νέο αυτό υλικό για πρώτη φορά. Ουσιαστικά μέσα από την ερευνητική αυτή διαδικασία αποτιμήθηκαν οι απόψεις των εκπαιδευτικών έναντι του νέου αυτού προϊόντος πριν από την χρήση του στην εκπαιδευτική πράξη και αμέσως μετά την ολοκλήρωσή του, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο γίνονται πράξη οι στόχοι κατασκευής του (βλέπε αμέσως πιο κάτω).

Το λογισμικό “*Ο Θανμαστός κόσμος της Χημείας για το Γυμνάσιο*” αποτελεί εκπαιδευτικό εργαλείο για την υποστήριξη του μαθήματος της Χημείας στο Γυμνάσιο σύμφωνα με το νέο ΑΠΣ στο πλαίσιο του ΔΕΠΠΣ. Υλοποιήθηκε ύστερα από πρόσκληση εκδήλωσης ενδιαφέροντος

από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο στο πλαίσιο του Μέτρου 2.2. Τα πνευματικά δικαιώματα του έργου τα κατέχει το ΥΠ.Ε.Π.Θ. – Π.Ι. Οι ανάδοχοι του συγκεκριμένου έργου είναι οι: Μ. Σιγάλας, Α. Γιαννακουδάκης, Χ. Τζουγκράκη, Β. Αγγελόπουλος, Α. Τζαμτζής και Ν.Δ. Χαριστός. Η επιτροπή αξιολόγησης αποτελείται από τους: Κ. Ξένος, Ε. Πιερρή και Κ. Ναλμπάντης. Η επιλογή του ανάδοχου του έργου έγινε με βάση την εισήγηση της επιτροπής κρίσης – αξιολόγησης ύστερα από την κατάθεση δείγματος γραφής στην επιτροπή από τους υποψήφιους ανάδοχους του έργου.

Με το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό λογισμικό επιδιώκεται:

- Η δημιουργία ενός επιπλέον μέσου (συμπληρωματικού διδακτικού υλικού) για την επίτευξη των στόχων που θέτουν τα Α.Π.Σ στο μάθημα της Χημείας.
- Η ποιοτική βελτίωση της διαδικασίας της διδασκαλίας και μάθησης του μαθήματος της Χημείας.

Για να είναι εφικτοί οι προηγούμενοι στόχοι, το εκπαιδευτικό λογισμικό θα πρέπει:

- Να αποτελεί συμπληρωματικό εκπαιδευτικό υλικό στη μαθησιακή διαδικασία.
- Να εμπλουτίζει, να επικαιροποιεί, να διευκολύνει και να καθιστά περισσότερο ενδιαφέρον το έντυπο εκπαιδευτικό υλικό που θα παραχθεί για την επίτευξη των στόχων των νέων ΔΕΠΠΣ και ΑΠΣ του Γυμνασίου.
- Να είναι διερευνητικό, διαθεματικό, διαδραστικό και να συνοδεύεται από τον οδηγό χρήσης.
- Να διασφαλίζει την οριζόντια και κατακόρυφη διασύνδεση της γνώσης μέσω βασικών εννοιών.

Έτσι αναμένεται να συμβάλλει:

- Στη φιλικότερη, ελκυστικότερη, πλουσιότερη και πολύπλευρη παρουσίαση της ύλης.
- Στη βιωματική προσέγγιση της γνώσης και την ενεργοποίηση του μαθητή μέσα από δημιουργικές δραστηριότητες, πειραματισμό και διερεύνηση.
- Στη συμπύκνωση πολλών μακροσκελών κειμένων σε οπτικοακουστικά μηνύματα με μεγάλη περιεκτικότητα πληροφορίας.
- Στη μείωση του χρόνου που αφιερώνει ο μαθητής και του κόπου που καταβάλλει για την αφομοίωση της ύλης- περιεχομένου.
- Στην προώθηση της συνεργατικής αλλά και της εξατομικευμένης μάθησης.

Η έρευνα διεξήχθη τον Δεκέμβριο του 2004 στους Νομούς Αχαΐας και Κεφαλληνίας. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι αίθουσες πληροφορικής των 1<sup>ου</sup>, 6<sup>ου</sup>, 13<sup>ου</sup> Γυμνασίων, του 3<sup>ου</sup> Ενιαίου Λυκείου και 3<sup>ου</sup> ΤΕΕ του Νομού Αχαΐας και η αίθουσα πληροφορικής του ΤΕΕ Αργοστολίου. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 79 καθηγητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης κλάδου ΠΕ4, που υπηρετούν σε Γυμνάσια Λύκεια και ΤΕΕ. Εξ αυτών οι 23 ανήκουν στον Νομό Κεφαλληνίας και οι 56 στο Νομό Αχαΐας. Ο πληθυσμός των καθηγητών του κλάδου ΠΕ4 που υπηρετούν στον Νομό Αχαΐας είναι 330 εκ των οποίων οι 57 είναι Χημικοί. Αντίστοιχα στον Νομό Κεφαλληνίας έχουμε 37 καθηγητές ΠΕ4 εκ των οποίων οι 5 είναι Χημικοί. Για το σκοπό της έρευνας εκλήθησαν όλοι οι καθηγητές ΠΕ4 των Γυμνασίων. Από τους καθηγητές ΠΕ4 των Λυκείων, εκλήθησαν όλοι όσοι διδάσκουν το μάθημα της Χημείας.



*Εικόνα 1. Ο βασικός εικονοχάρτης της εφαρμογής*

Ας σημειωθεί ότι το κάθε σχολείο που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό, διαθέτει περίπου 12 προσωπικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές με λειτουργικό σύστημα Windows. Στους υπολογιστές που χρησιμοποιήθηκαν για το σκοπό της έρευνας είχαν ήδη εγκατασταθεί όλα τα απαραίτητα βοηθητικά προγράμματα. Σε κάθε υπολογιστή απασχολήθηκαν δύο καθηγητές, στους οποίους δόθηκε το λογισμικό σε CD-ROM. Οι καθηγητές ασχολήθηκαν μόνοι τους με το λογισμικό κατά μέσο όρο 1,53 ώρες (τυπική απόκλιση 0,45) με την παρουσία του ερευνητή. Ο ερευνητής ενημέρωσε τους καθηγητές για το σκοπό της δημιουργίας του λογισμικού και για τη σχέση του με αυτό (αξιολογητής). Στη συνέχεια τους ζήτησε να εξερευνήσουν επισταμένως την ενότητα “Οξέα, βάσεις, εξουδετέρωση και άλατα”.

Σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής ο ερευνητής παρίστατο διακριτικά, αποφεύγοντας να εκφράσει την οποιαδήποτε κρίση για το Λογισμικό. Στο τέλος δόθηκε στους καθηγητές το ερωτηματολόγιο και τους ζητήθηκε να το συμπληρώσουν μόνοι τους με προσοχή, εκφράζοντας αμερόληπτα την άποψη τους. Μετά την συμπλήρωση του το επέδωσαν αμέσως στον ερευνητή.

#### **ΒΑΣΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Το λογισμικό έχει αναπτυχθεί για να εργάζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Π.Ι. σε πλατφόρμα WEB, δηλαδή να εκτελείται μέσα από Internet browser και να λειτουργεί μέσω εξυπηρετητή/server, είτε είναι αυτός εγκατεστημένος σε κεντρικό σημείο (π.χ. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο), είτε τοπικά (π.χ. ο εξυπηρετητής του σχολικού δικτύου).

Κατά την ανάπτυξη του έχει δοθεί έμφαση στη χρήση τεχνολογιών open source. Το λογισμικό αναπτύχθηκε σε HTML και επικουρικά όπου το καλούσαν οι ανάγκες χρησιμοποιήθηκε DHTML, Javascript, CSS, JAVA και VRML. Στο σκέλος των on line ασκήσεων η κατασκευή στηρίχτηκε σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων Access και στη συνέχεια επιλέχτηκε η γλώσσα ASP και επικουρικά η VB script και η JavaScript. Χρησιμοποιεί τα παρακάτω plugins για την άρτια λειτουργία του: (α) Windows Media Player για την αναπαραγωγή βίντεο, (β) Macromedia Flash, (γ) Macromedia Director Shockwave και (δ) MDLChime (για την απεικόνιση μορίων σε www περιβάλλον).

#### **ΤΟ ΜΕΣΟ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Για την αξιολόγηση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε κατάλληλα δομημένο ερωτηματολόγιο με κλειστές και ανοικτές ερωτήσεις. Συνίστατο από τρία μέρη:

(α) Το πρώτο μέρος περιείχε ερωτήσεις σε γενικά και δημογραφικά στοιχεία.

(β) Το δεύτερο μέρος περιείχε 36 μεταβλητές (κλειστές ερωτήσεις) με αναμενόμενες απαντήσεις στην πεντάβαθμη κλίμακα Likert (δύσκολα = 1, 2, 3, 4, 5 = εύκολα ή καθόλου = 1, 2, 3, 4, 5 = απολύτως).

(γ) Το τρίτο μέρος περιείχε ερωτήσεις ιεράρχησης συγκεκριμένων παραγόντων του λογισμικού, ανοικτές ερωτήσεις, αναφορικά με τις εντυπώσεις που αποκόμισαν οι συμμετέχοντες στην αξιολόγηση και τέλος ζητήθηκε από το δείγμα η κατάθεση μιας συνολικής, ποσοτικής άποψης για την εφαρμογή με ένα βαθμό από 1 έως 10.

Οι 36 μεταβλητές της κλίμακας που χρησιμοποιήθηκε (βλέπε παρακάτω) αποσκοπούσαν στη συλλογή πληροφοριών αναφορικά με την ευκολία χρήσης, τη χρησιμότητα, το περιεχόμενο, την από διδακτικής άποψης καταλληλότητα και αποτελεσματικότητα, την αισθητική και την ποιότητα των μέσων μεταφοράς της πληροφορίας (Παναγιωτακόπουλος, Πιερρακέας & Πιντέλας, 2003, Παναγιωτακόπουλος, Πιερρακέας & Πιντέλας, 2004).

Ο συντελεστής αξιοπιστίας  $\alpha$  (Cronbach's alpha) της προηγούμενης κλίμακας με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS v.10, βρέθηκε σε πολύ υψηλά επίπεδα ( $\alpha = 0,8851$ ). Η τιμή αυτή του συντελεστή αξιοπιστίας υποδεικνύει πως η προσαρμογή της κλίμακας είναι πολύ καλή (Παναγιωτακόπουλος, Πιερρακέας & Πιντέλας, 2003).

#### ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε, για την αξιολόγηση ελήφθη δείγμα 79 καθηγητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, ειδικότητας ΠΕ4. Για όλους τους στατιστικούς ελέγχους χρησιμοποιήθηκε το επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$  (Παρασκευόπουλος, 1984; Παντελής, 1989) με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS v.10. Τα γενικά χαρακτηριστικά του δείγματος έχουν ως ακολούθως:

1. Στον πίνακα 1 φαίνονται οι ειδικότητες που αξιολόγησαν την εκπαιδευτική εφαρμογή σε σχέση και με το φύλλο.

**Πίνακας 1. Η σύνθεση του δείγματος ανά ειδικότητα και φύλο**

Ειδικότητα	Φύλο		
	Άνδρες	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ
Φυσικός	21	11	32 (40,5%)
Χημικός	16	6	22 (27,8%)
Βιολόγος	3	10	13 (16,5%)
Γεωλόγος	4	3	7 (8,9%)
Φυσιολόγος	2	3	5 (6,3%)

2. Η ηλικιακή σύνθεση του δείγματος ανά φύλο και συνολικά φαίνεται στον πίνακα 2:

**Πίνακας 2. Η ηλικιακή σύνθεση του δείγματος ανά ειδικότητα και φύλο**

Ηλικία	Φύλο		
	Άνδρες	Γυναίκες	Σύνολο
< 30	-	2	2 (2,5%)
31-35	1	3	4 (5,1%)
36-40	4	3	7 (8,9%)
41-45	7	5	12 (15,2%)
46-50	15	15	30 (38,0%)
51-55	16	4	20 (25,3%)
56-60	3	1	4 (5,1%)

3. Οι γνώσεις του δείγματος στο χειρισμό ηλεκτρονικών υπολογιστών ανά φύλο και συνολικά φαίνονται στον πίνακα 3:

**Πίνακας 3. Οι γνώσεις του δείγματος ανά και φύλο**

Γνώσεις Η/Υ	Φύλο		
	Άνδρες	Γυναίκες	ΣΥΝΟΛΟ
Ανύπαρκτες = 1	4	5	9 (11,4%)
2	7	11	18 (22,8%)
3	12	12	24 (30,4%)
4	19	2	21 (26,6%)
Άριστες = 5	4	3	7 (8,9%)

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ φύλου και αυτών που δήλωσαν πως έχουν γνώσεις χειρισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών. Πιο συγκεκριμένα φάνηκε ότι υπερέρχει το ανδρικό φύλο στις γνώσεις χειρισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών ( $\chi^2=13,12$ ;  $df=4$ ;  $p=0,011$ ;  $\phi=0,408$ ;  $p=0,011$ ; Cramer's  $V=0,408$ ;  $p=0,011$ )

4. Στον πίνακα 4 φαίνεται το ποσοστό του δείγματος ανά φύλο και συνολικά που χρησιμοποιούν τον υπολογιστή στο σχολείο για το μάθημά τους

**Πίνακας 4. Χρήση του Η/Υ στο σχολείο για την υποστήριξη των μαθημάτων**

Χρήση Η/Υ στο σχολείο	Φύλο		
	ΑΝΔΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ
Ναι	14	6	20 (25,3%)
Όχι	32	27	59 (74,7%)

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ αυτών που δήλωσαν πως έχουν γνώσεις χειρισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών και εκείνων που κάνουν χρήση του υπολογιστή στο σχολείο. Πιο συγκεκριμένα φάνηκε ότι αυτοί που δήλωσαν πως έχουν αρκετές γνώσεις χειρισμού, δήλωσαν σε μεγάλο βαθμό πως τον χρησιμοποιούν και στο σχολείο ( $\chi^2=16,29$ ;  $df=4$ ;  $p=0,003$ ;  $\phi=0,454$ ;  $p=0,003$ ; Cramer's  $V=0,454$ ;  $p=0,003$ ).

Η στατιστική ανάλυση έδωσε περαιτέρω τα ακόλουθα:

Οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν το λογισμικό ως ιδιαίτερα εύχρηστο (μεταβλητές 1 έως 4). Όμως και στις υπόλοιπες μεταβλητές, όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα με τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία, οι επικρατούσες τιμές στην κλίμακα Likert από 1 μέχρι 5 είναι παντού οι 4 και 5. Αυτό δείχνει πως το λογισμικό έτυχε σε όλες τις μεταβλητές θετικής ανταπόκρισης από τους συμμετέχοντες στην αξιολόγησή του.

Στον πίνακα 5 φαίνονται οι επικρατούσες τιμές 1 (Ε.Τ. 1) και 2 (Ε.Τ. 2), δηλαδή οι δύο υψηλότερες τιμές συχνότητας για κάθε μεταβλητή της κλίμακας που χρησιμοποιήθηκε, όπως επίσης και τα ποσοστά τους.

**Πίνακας 5. Η κλίμακα αξιολόγησης της εφαρμογής με τις επικρατούσες τιμές 1 και 2 σε κάθε μεταβλητή και τα ποσοστά τους**

Μεταβλητή	Ε.Τ. 1	Ε.Τ. 2
1. Πόσο εύκολα ξεκινήσατε για πρώτη φορά με το λογισμικό της Χημείας;	5: 41 (51,9%)	4: 18 (22,8%)
2. Πόσο εύκολος ήταν γενικά ο χειρισμός του λογισμικού;	5: 47 (59,5%)	4: 18 (22,8%)
3. Ήταν εύκολο να καταλάβετε πως λειτουργεί το λογισμικό;	5: 53 (67,1%)	4: 14 (17,7%)
4. Νομίζετε πως οι μαθητές θα μπορέσουν να το χειριστούν εύκολα;	5: 33 (41,8%)	4: 14 (30,4%)
5. Υπήρξαν σημεία δυσλειτουργίας κατά το χειρισμό του λογισμικού;	OXI: 68 (86,1)	NAI: 9 (11,4%)
6. Το λογισμικό είναι εναρμονισμένο με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών της Χημείας του Γυμνασίου;	5: 36 (45,6%)	4: 23 (29,1%)
7. Το περιεχόμενο του λογισμικού παρουσιάζει πληρότητα στη διδασκαλία των εννοιών;	4: 36 (45,6%)	5: 31 (39,2%)
8. Δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή για διαθεματική προσέγγιση της γνώσης;	4: 41 (51,9%)	5: 26 (32,9%)
9. Η πληροφορία παρέχεται στο χρήστη με τρόπο επιστημονικό και αντικειμενικό;	5: 39 (49,4%)	4: 33 (41,8%)
10. Το περιεχόμενο ανταποκρίνεται στους μαθησιακούς στόχους του προγράμματος σπουδών;	5: 33 (41,8%)	4: 29 (36,7%)
11. Υπάρχει ισορροπία μεταξύ των διαφόρων «μέσων» παρουσίασης της πληροφορίας;	4: 38 (48,1%)	5: 26 (32,9%)
12. Ο τρόπος δόμησης και οργάνωσης της πληροφορίας είναι εμφανής;	5: 31 (39,2%)	4: 31 (39,2%)
13. Υπάρχει συνέπεια στους όρους και τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στο λογισμικό;	5: 58 (73,4%)	4: 17 (21,5%)
14. Το περιεχόμενο είναι απαλλαγμένο από γλωσσικούς υπαινιγμούς ή λεκτικά προβλήματα;	5: 46 (58,2%)	4: 26 (32,9%)
15. Το περιεχόμενο είναι συνδεδεμένο με γεγονότα της καθημερινής ζωής των μαθητών;	5: 39 (49,4%)	4: 35 (44,3%)
16. Οι ασκήσεις που περιέχει ανταποκρίνονται στους μαθησιακούς στόχους;	5: 33 (41,8%)	4: 23 (29,1%)
17. Δημιουργούνται κίνητρα στο μαθητή για να ασχοληθεί με το λογισμικό;	5: 43 (54,4%)	4: 23 (29,1%)
18. Το περιεχόμενο προκαλεί και ενθαρρύνει την ενεργητική προσέγγιση της γνώσης;	4: 38 (48,1%)	5: 29 (36,7%)
19. Ο μαθητής μπορεί να ελέγξει τη ροή παρουσίασης της πληροφορίας;	4: 29 (36,7%)	5: 24 (30,4%)
20. Παρέχονται εναλλακτικές διαδρομές πλοήγησης στο περιεχόμενο του λογισμικού;	4: 28 (35,4%)	5: 23 (29,1%)
21. Τα μέσα παρουσίασης της πληροφορίας ενισχύουν το μαθητή ώστε να κατακτήσει τη γνώση;	4: 41 (51,9%)	5: 32 (40,5%)
22. Το γλωσσάρι συνεισφέρει στην κατανόηση της ύλης;	5: 34 (43,0%)	4: 31 (39,2%)
23. Οι βιογραφίες δίνουν στοιχεία για την εξέλιξη της επιστήμης αλλά και την κατανόηση της ύλης;	4: 32 (40,5%)	5: 30 (38,0%)
24. Οι προτάσεις εργασιών βοηθούν το διδάσκοντα στην εκπαιδευτική διαδικασία;	4: 36 (45,6%)	5: 26 (32,9%)
25. Τα βίντεο των πειραμάτων είναι κατάλληλα ώστε να βοηθούν στην εμπέδωση της ύλης;	5: 39 (49,4%)	4: 33 (41,8%)
26. Οι προσομοιώσεις των πειραμάτων αποτελούν ακριβή αναπαράσταση των διεργασιών του εργαστηρίου;	5: 40 (50,6%)	4: 25 (31,6%)
27. Οι προσομοιώσεις των πειραμάτων συμβάλλουν στην εποικοδομητική	5: 42	4: 30

προσέγγιση της γνώσης;	(53,2%)	(38,0%)
28. Οι προσομοιώσεις των πειραμάτων βοηθούν το μαθητή ώστε να εκτελέσει την πειραμ. διαδικασία στο εργαστήριο;	5: 40 (50,6%)	4: 30 (38,0%)
29. Η ενότητα με τις δομές των μορίων μπορεί να βοηθήσει την κατανόηση του μικρόκοσμου;	5: 42 (53,2%)	4: 24 (30,4%)
30. Πώς βρίσκετε την ποιότητα της εικόνας του βίντεο;	4: 41 (51,9%)	5: 22 (27,8%)
31. Η ποιότητα των γραφημάτων είναι καλή;	4: 46 (58,2%)	5: 25 (31,6%)
32. Η ποιότητα των εικόνων είναι καλή;	4: 38 (48,1%)	5: 32 (40,5%)
33. Η χρωματική εμφάνιση της οθόνης είναι καλή;	4: 36 (45,6%)	5: 35 (44,3%)
34. Το κείμενο είναι ευδιάκριτο;	5: 36 (45,6%)	4: 32 (40,5%)
35. Ο σχεδιασμός και η παρουσίαση γενικά της οθόνης είναι καλή αισθητικά;	4: 38 (48,1%)	5: 30 (38,0%)
36. Υπάρχει συνοχή στην παρουσίαση της οθόνης σε κάθε ενότητα;	4: 42 (53,2%)	5: 30 (38,0%)

Αναζητώντας στατιστικά χαρακτηριστικούς συσχετισμούς μεταξύ των δεδομένων που καταγράφηκαν στο μέσο συλλογής, προέκυψαν τα ακόλουθα:

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ εκείνων που έχουν γνώσεις χειρισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών και της αξιολόγησης που έκαναν στις μεταβλητές που αφορούν την ευχρηστία του λογισμικού (μεταβλητές 1 έως 4). Ενδεικτικά αναφέρεται πως για τη μεταβλητή 1 προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:  $\chi^2=39,31$ ;  $df=16$ ;  $p=0,001$ ;  $\phi=0,719$ ;  $p=0,001$ ; Cramer's  $V=0,360$ ;  $p=0,001$ , που δείχνουν πως οι καλύτεροι γνώστες χειρισμού ηλεκτρονικού υπολογιστή αξιολόγησαν το πρόγραμμα με υψηλότερο βαθμό σχετικά με την ευκολία χρήσης.

Ειδικά στην περίπτωση της μεταβλητής 28, από τη στατιστική ανάλυση φάνηκε ότι τόσο εκείνοι που γνωρίζουν να χειρίζονται καλά τον ηλεκτρονικό υπολογιστή όσο και εκείνοι που γνωρίζουν ελάχιστα να τον χειρίζονται, θεωρούν πως οι προσομοιώσεις των πειραμάτων βοηθούν το μαθητή να εκτελέσει την πειραματική διαδικασία στο εργαστήριο ( $\chi^2=19,52$ ;  $df=8$ ;  $p=0,012$ ;  $\phi=0,50$ ;  $p=0,012$ ; Cramer's  $V=0,354$ ;  $p=0,012$ ).

Επίσης, στην περίπτωση της μεταβλητής 35, από τη στατιστική ανάλυση φάνηκε ότι εκείνοι που γνωρίζουν να χειρίζονται καλά τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, θεωρούν πως η αισθητική και η παρουσίαση γενικά στην οθόνη είναι άρτια σε μεγαλύτερο βαθμό από εκείνους που έχουν μικρότερες γνώσεις χειρισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών ( $\chi^2=23,76$ ;  $df=12$ ;  $p=0,022$ ;  $\phi=0,55$ ;  $p=0,022$ ; Cramer's  $V=0,317$ ;  $p=0,022$ ).

Τέλος, οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν το πρόγραμμα με ιδιαίτερα υψηλό βαθμό. Ο μέσος όρος της βαθμολογίας τους ήταν 8,79 (στην κλίμακα από 1 μέχρι 10) με τυπική απόκλιση 0,72. Σημειώνεται πως η βαθμολογία αυτή, στατιστικά, σχετίζεται κυρίως με το περιεχόμενο και τη διδακτική (μεταβλητές 6, 7, 8, 9, 11) αλλά και την αισθητική του λογισμικού (μεταβλητές 33, 36).



Εικόνα 2. Στιγμιότυπο της οθόνης με το τμήμα της εφαρμογής του εικονικού εργαστηρίου.

### ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΓΕΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Τα αποτελέσματα του μη παραμετρικού τεστ Friedman στην ιεράρχηση γενικών παραγόντων του προγράμματος όπως: ευκολία στη χρήση, επίτευξη στόχων, κατανόηση λειτουργίας, αλληλεπίδραση χρήστη – εφαρμογής και χρωματική αισθητική, ήσαν τα εξής ( $\chi^2=62,89$ ;  $df=4$ ;  $p<0,001$ ):

Πίνακας 6. Αποτελέσματα του μη παραμετρικού τεστ στην ιεράρχηση βασικών παραγόντων της εφαρμογής

Παράγων	Mean Rank
Ευκολία στη χρήση του προγράμματος	1,88
Επίτευξη στόχων	2,97
Κατανόηση λειτουργίας του προγράμματος	3,08
Αλληλεπίδραση χρήστη – εφαρμογής	3,20
Χρωματική αισθητική του προγράμματος	3,86

Από τον προηγούμενο πίνακα 6, φαίνεται πως το δείγμα θεώρησε ως τον πιο σημαντικό παράγοντα του προγράμματος την ευκολία χρήσης και ακολούθως την επίτευξη των στόχων για τους οποίους κατασκευάστηκε. Οι απόψεις του δείγματος για το θέμα αυτό δεν διαφοροποιούνται μεταξύ φύλου.

Τα αποτελέσματα του μη παραμετρικού τεστ Friedman στην ιεράρχηση των μέσων αναφορικά με τη βοήθεια που θεωρούν πως προσφέρουν στη μάθηση (βίντεο, εικόνα και γραφικά, κείμενο, προσομοιώσεις εικονικού εργαστηρίου), ήσαν τα εξής ( $\chi^2=115,63$ ;  $df=3$ ;  $p<0,001$ ):

Πίνακας 7: Αποτελέσματα του μη παραμετρικού τεστ στην ιεράρχηση βασικών παραγόντων της εφαρμογής

Παράγων	Mean Rank
Προσομοιώσεις εικονικού εργαστηρίου	1,47
Εικόνα βίντεο	2,12
Εικόνα και γραφικά	2,83
Κείμενο	3,58

Από τον προηγούμενο πίνακα 7, φαίνεται πως το δείγμα θεώρησε ότι οι *προσομοιώσεις του εικονικού εργαστηρίου* συνεισφέρουν περισσότερο στη μάθηση από όλα τα υπόλοιπα μέσα της εφαρμογής. Η άποψη αυτή δεν διαφοροποιείται μεταξύ φύλου.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, για την ενότητα “οξέα, βάσεις, εξουδετέρωση και άλατα” του λογισμικού “Ο Θαυμαστός κόσμος της Χημείας για το Γυμνάσιο”, το δείγμα των 79 εκπαιδευτικών κλάδου ΠΕ4 αξιολόγησε την εφαρμογή πολύ θετικά.

Τα κυριότερα αποτελέσματα της αξιολόγησης έδειξαν ότι η εφαρμογή παρουσιάζει πληρότητα στο περιεχόμενο, διακρίνεται για την υψηλή αισθητική της, την ευκολία στη χρήση της και την άρτια εμφάνιση του περιβάλλοντος διεπαφής. Γενικά, όλα τα στοιχεία που καθιστούν μια εφαρμογή ισχυρή από εκπαιδευτικής άποψης αξιολογήθηκαν πολύ θετικά. Σημαντικό είναι το γεγονός πως μεγαλύτερα σκορ στην ευχρηστία, στην αισθητική και στην παρουσίαση του περιβάλλοντος διεπαφής έδωσαν οι εκπαιδευτικοί που δήλωσαν πως έχουν μεγαλύτερες γνώσεις χειρισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Επίσης, τόσο αυτοί που δήλωσαν πως έχουν καλές γνώσεις χειρισμού υπολογιστών όσο και αυτοί που δήλωσαν πως έχουν ελάχιστες, αξιολόγησαν τις προσομοιώσεις του εικονικού εργαστηρίου με πολύ υψηλή βαθμολογία, θεώρησαν πως το τμήμα αυτό έχει υψηλή ποιότητα στα μέσα παρουσίασης της πληροφορίας και συνεισφέρει περισσότερο από όλα τα άλλα στοιχεία του λογισμικού, στη μάθηση.

Ως ο πιο σημαντικός παράγων του λογισμικού αναδείχτηκε η ευκολία χρήσης και ακολούθως η επίτευξη των στόχων για τους οποίους κατασκευάστηκε. Οι προηγούμενες απόψεις δεν διαφοροποιήθηκαν μεταξύ φύλου.

Οι συμμετέχοντες, αξιολόγησαν το πρόγραμμα με ιδιαίτερα υψηλό βαθμό. Ο μέσος όρος της βαθμολογίας τους ήταν 8,79 στη δεκάβαθμη κλίμακα. Μάλιστα οι υψηλότερες βαθμολογίες συναρτώνται κυρίως με αυτούς που αξιολόγησαν πιο θετικά από τους υπόλοιπους το περιεχόμενο, τη διδακτική και την αισθητική του λογισμικού.

Τέλος, πρέπει να τονιστεί πως το λογισμικό δεν δημιούργησε προβλήματα φοβίας ή αρνητικές επιδράσεις σε όσους δήλωσαν πως δεν είχαν γνώσεις χειρισμού υπολογιστών (Panagiotakopoulos & Koustourakis, 2001). Αυτό συνδέεται με τη διαπιστωμένη ευκολία στη χρήση του και την άρτια εμφάνιση και τη φιλικότητα του περιβάλλοντος διεπαφής (Παναγιωτακόπουλος, Πιερρακέας & Πιντέλας, 2003).

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ardac, D. & Sazen, A.H. (2002), Effectiveness of Computer- Based Chemistry instruction in enhancing the learning of content and variable control under guided versus unguided conditions, *Journal of Science Education and Technology*, 11(1), 39-48.
2. Bowman, D., Hodges, L., Allison, D., Wineman, J. (1999), The Educational Value of an Information-Rich Virtual Environment, *Presence* 8, 3, 317-331.
3. Bricken, M. and Byrne, C. (1993), Summer Students in Virtual Reality: A Pilot Study on Educational Applications of Virtual Reality Technology, in Wexelblat, Alan (ed.) *Virtual Reality Applications and Explorations*, Academic Press Professional, New York.
4. N. Durlach and A. Mavor, (ed.'s) (1995), *Virtual Reality: Scientific and Technological Challenges*, National Academy Press, Washington, DC.
5. Panagiotakopoulos, C., Koustourakis, G. (2001), Dealing with 1<sup>st</sup> year University Students "Computer Anxiety", *Themes in Education*, 2, 1, 35-46.

6. Pantelidis, V.S. (1996), Suggestions on When to Use and When Not to Use Virtual Reality in Education, *VR in the Schools*, 2, 1, 18.
7. Velázquez-Marcano, A., Williamson, V., Ashkenazi, G., Tasker, R., Williamson, K. (2004), The Use of Video Demonstrations and Particulate Animation in General Chemistry, *Journal of Science Education and Technology*, 13, 3, 315–323.
8. Winn, W. (1993), *A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality*, HITL Technical Report No. R-93-9, Human Interface Technology Laboratory, Seattle, WA.
9. Wu, H.K., Krajcik, J., Soloway, E. (2001), Promoting understanding of chemistry representations: Students use of a visualization tool in the classroom, *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 7, 821-842
10. Youngblut, C. (1998), *Educational Uses of virtual reality Technology*, Washington, Institute for Defense Analysis (IDA), Document D-2128. Διαθέσιμο και Online στη δ/νση: <http://www.hitl.washington.edu/scivw/youngblut-edvr/D2128.pdf> [πρόσβαση 18/12/2004].
11. Zelter, D. (1992), Autonomy, interaction and presence, *Presence I*, 1, 127-132.
12. Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας, Π. (2003), *Το εκπαιδευτικό λογισμικό και η αξιολόγησή του*, Αθήνα, Εκδόσεις Μεταίχιμο.
13. Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας, Π. (2004), *Σχεδίαση εκπαιδευτικού λογισμικού*, Πάτρα, Εκδόσεις ΕΑΠ.
14. Παντελής, Σ. (1989), *Στατιστική II - Εφαρμοσμένη στις επιστήμες της αγωγής*, Πάτρα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.
15. Παρασκευόπουλος, Ι.Ν. (1984), *Στοιχεία περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής*, Αθήνα.