ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2006)

5ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Ενα Ανοικτό Μαθησιακό Περιβάλλον (ΑΜΑΠ) στην περιοχή της Οπτικής

Γκαρώ Μπισδικιάν, Δημήτρης Ψύλλος, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης, Αλέκος Μπάρμπας

Βιβλιογραφική αναφορά:

Μπισδικιάν Γ., Ψύλλος Δημήτρης, Χατζηκρανιώτης Ε., & Μπάρμπας Α. (2026). Ενα Ανοικτό Μαθησιακό Περιβάλλον (ΑΜΑΠ) στην περιοχή της Οπτικής. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 188–195. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/9100

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 21/01/2026 02:07:42

■ ΕΝΑ ΑΝΟΙΚΤΟ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (ΑΜΑΠ) ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ

Γκαρώ Μπισδικιάν

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Δημήτρης Ψύλλος

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης

Τμήμα Φυσικής
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Αλέκος Μπάρμπας

Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Περίληψη

Στην εργασία αυτή περιγράφεται η δομή και οι σχεδιαστικές αρχές ενός εικονικού εργαστηρίου κατάλληλου για τη σύνθεση διατάξεων Γεωμετρικής και Κυματικής Οπτικής και τη μελέτη οπτικών φαινομένων. Περιγράφονται ταυτόχρονα η σκοπιμότητα συμπληρωματικών χώρων που προσαρμόζονται λειτουργικά και παιδαγωγικά στο περιβάλλον.

Λέξεις Κλειδιά

Εικονικό εργαστήριο Φυσικής, Οπτική, Αναπαραστάσει.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κλασσικό εργαστήριο, το βάρος των δραστηριοτήτων των μαθητών συνήθως επικεντρώνεται στο χειρισμό των αντικειμένων και των οργάνων, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται στη σύνδεση και ερμηνεία των φαινομένων με τη αντίστοιχη επιστημονική θεωρία. Ένας ενδογενές χαρακτηριστικό του εργαστηρίου είναι η περιορισμένη δυνατότητα δημιουργίας δυναμικών καταστάσεων, μέσω των οποίων να καθίσταται δυνατός ο ευέλικτος συνδυασμός πολλών ή όλων των παραμέτρων έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να διερευνήσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τα φαινόμενα

Η διεθνής εμπειρία και έρευνα έχει αποδείξει ότι η προσέγγιση της μελέτης ενός θέματος με τη βοήθεια υπολογιστή και εφαρμογών πολυμέσων, μπορεί να ξεπεράσει, ως ένα βαθμό, τεχνικούς και διδακτικούς περιορισμούς, του κλασικού εργαστηρίου κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Sassi, 2001; Petridou, 2005) Τα "εικονικά εργαστήρια", (virtual laboratories) τα οποία προ-

σομοιώνουν, με εικονικό και λειτουργικό τρόπο, εργαστήρια Φυσικών Επιστημών, φαινόμενα ή πειράματα, στην οθόνη του υπολογιστή Αξιοποιούν τη δυναμική που παρέχει η σύγχρονη τεχνολογία πολυμέσων με βασικό χαρακτηριστικό την τεχνική αλληλεπίδρασης και τον άμεσο χειρισμό των αντικειμένων και παραμέτρων και τη δυνατότητα εμφάνισης διασυνδεδεμένων πολλαπλών αναπαραστάσεων της εξέλιξης ενός φαινομένου. Ως αποτέλεσμα πέρα από την υποστήριξη των κλασικών εργαστηριακών προσεγγίσεων εισάγονται νέες δυνατότητες και προοπτικές, οι οποίες επεκτείνουν τα όρια των μεθόδων του κλασικού εργαστηρίου και δημιουργούν ένα τεχνολογικά εμπλουτισμένο περιβάλλον στο οποίο διευκολύνεται η ενεργητική και διερευνητική μάθηση (Hake 1998, Windschitl, 1998). Στο πλαίσιο αυτό αναπτύχθηκε και εφαρμόζεται στα σχολεία το λογισμικό «ΣΕΠ» για την υποστήριξη της εργαστηριακής διδασκαλίας σε σχέση με τα θερμικά φαινόμενα, όπως έχουμε περιγράψει σε προηγούμενες εργασίες (Ψύλλος κ.α 2000)

Για την υποστήριξη της εργαστηριακής διδασκαλίας στην περιοχή της Οπτικής αναπτύσσεται το έργο «ΑΜΑΠ» και στο πλαίσιο του Προγράμματος «ΧΡΥΣΑΛΛΙΔΕΣ» του ΕΑΙΤΥ/ΥΠΕΠΘ. Το «ΑΜΑΠ» γενικότερα διαπραγματεύεται θέματα σχετικά με το φως, ενώ ειδικότερα περιλαμβάνει εικονικά εργαστήρια Γεωμετρικής και Κυματικής Οπτικής. Το έργο αποτελεί επέκταση του «ΣΕΠ», στηρίζεται σε παιδαγωγικές θέσεις και προσεγγίσεις, σε επίπεδο δομής και λειτουργιών αυτού του λογισμικού, ενσωματώνει όμως επιπλέον σύγχρονες δομικές και τεχνικές τάσεις, παιδαγωγικές και επιστημολογικές προσεγγίσεις .

Η εργασία αποτυπώνει, σε πρώτη προσέγγιση, τη δομή και τις σχεδιαστικές αρχές που διέπουν το εικονικό εργαστήριο και άλλους συμπληρωματικούς χώρους που προσαρτώνται λειτουργικά και παιδαγωγικά στο περιβάλλον «ΑΜΑΠ». Το έργο είναι σε εξέλιξη και για το λόγο αυτό οι διάφορες εικόνες του παρόντος κειμένου που αναφέρονται στο εικονικό εργαστήριο είναι απλοποιημένες αναπαραστάσεις.

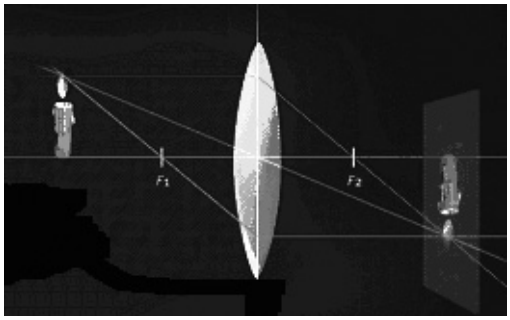
ΟΠΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ: ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ

Οι έννοιες και τα φαινόμενα στην περιοχή της Οπτικής χαρακτηρίζονται από ιδιότητες που συνεπάγονται ειδικές απαιτήσεις στα σχετικά λογισμικά, διαφορετικές από τις απαιτήσεις στα λογισμικά άλλων περιοχών της Φυσικής:

- Στις αναπαραστάσεις των οντοτήτων που λαμβάνουν μέρος στις εικονικές διατάξεις και τα φαινόμενα (συσκευές, όργανα, αντικείμενα και μεταβολές καταστάσεων) των διαφόρων περιοχών Φυσικών φαινομένων, χρησιμοποιούνται οπτικοποιήσεις και οπτικά τεχνάσματα που συχνά αποκλίνουν από την πραγματική εικόνα. Ως εκ τούτου, οι διάφορες παραδοχές στους συμβολισμούς θα πρέπει να εξηγούνται ρητά στο χρήστη ως αναγκαστική επιλογή μοντέλου, έτσι ώστε αυτός να μπορέσει να κατανοήσει τις αναπαραστάσεις και να τις συνδέσει με τις έννοιες. Η περιοχή όμως της Οπτικής διαπραγματεύεται εκ φύσης με το φως και τις εικονοποιήσεις. Το μέσο παρουσίασης και το αντικείμενο που μελετάται ταυτίζονται. Συνεπώς δεν είναι επιτρεπτή ευρεία παραδοχή και απόκλιση ανάμεσα στο φαινόμενο που θα εικονοποιηθεί και στη συμβολική του αναπαράσταση. Απαιτούνται προσεκτικές αναπαραστήσεις των φαινομένων, εννοιών και μοντέλων Οπτικής.

- Τα οπτικά φαινόμενα εστιάζονται στη διάδοση του φωτός. Το φως είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην ορατή περιοχή και για να υποπέσει στην αντίληψη ενός παρατηρητή θα πρέπει να διεγείρει τον οφθαλμό ή έναν κατάλληλο αισθητήρα. Για την μελέτη της πορείας και των αποκλίσεων στη διεύθυνση ή μεταβολών στις ιδιότητες που υφίσταται μια φωτεινή δέσμη, σημαντική είναι η διευκρίνηση της θέσης του παρατηρητή των οπτικών φαινομένων. Θεωρούμε ότι **ένας** εξωτερικός παρατηρητής μιας οπτικής διάταξης, όπως είναι ο χρήστης - θεατής μιας εικονικής διάταξης στην οθόνη του υπολογιστή, δεν μπορεί να «δει» τις φωτεινές δέσμες και τα φανταστικά είδωλα καθώς αυτός δεν βρίσκεται στην πορεία των φωτεινών δεσμών. Στα οπτικά φαινόμενα του πραγματικού κόσμου, οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο περιλαμβάνουν τη μελέτη του ίχνους σε πέτασμα ή τη συσκότιση του χώρου, χρήση καπνού ή αιωρούμενης σκόνης για τη θέαση της φωτεινής δέσμης. Για την ανίχνευση της διεύθυνσης μια φωτεινής δέσμης και για την παρατήρηση φανταστικών ειδώλων απαιτείται εσωτερικός παρατηρητής που περιηγείται στη διάταξη. Το ρόλο αυτό μπορεί να έχει μια κάμερα με εικόνα που εμφανίζεται σε εσωτερική οθόνη, τμήμα της πειραματικής διάταξης.

Οι υπάρχουσες αναπαραστάσεις οπτικών φαινομένων στα σχολικά βιβλία χρησιμοποιούν υβριδικό χώρο όπου συνυπάρχουν τα πραγματικά αντικείμενα του κόσμου μαζί με τα μοντέλα των ακτίνων και των ειδώλων, με εξωτερικό παρατηρητή ο οποίος μπορεί να δει τις ακτίνες ακόμη και τα φανταστικά είδωλα. Ακόμα και τα υπάρχοντα λογισμικά Οπτικής χρησιμοποιούν υβριδικούς εικονικούς χώρους όπου συνυπάρχουν τα εικονικά αντικείμενα με τη συμβολική αναπαράσταση της επίδρασης των φωτεινών δεσμών σε αυτά, όπως φαίνεται στο τυπικό παράδειγμα της Εικόνας 1. Στο παράδειγμα φαίνεται επιπλέον ότι εισάγεται η έννοια της ακτίνας και η ύπαρξη των οριακών μόνον ακτίνων. Θεωρούμε ότι οι επιλογές αυτές έχουν συμβάλλει στη δημιουργία ισχυρών παρανοήσεων από τους μαθητές σχετικά με τη φύση του φωτός και τα φαινόμενα οπτικής (McDermott et.al 2001, Buty et al, 2004. Μιχας Παύλος, 2005)



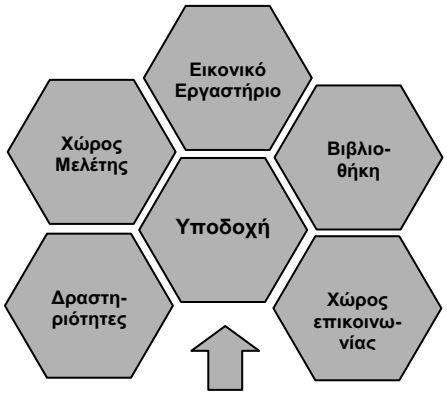
Εικόνα 1. Τυπική οθόνη λογισμικού με σύνθετη αναπαράσταση κόσμου και μοντέλων.

Είναι επομένως επιλογή, κατά το σχεδιασμό λογισμικού για την διδασκαλία οπτικών φαινομένων, ο διαχωρισμός του εικονικού εργαστηρίου που αποδίδει με αληθοφάνεια τα φαινόμενα και η χρήση ενός συζευγμένου μεν αλλά διακριτού συμβολικού χώρου όπου θα αναπαρίστανται, σύμφωνα με τα ισχύοντα μοντέλα, οι ακτίνες φωτός και η διάδοσή τους σε οπτικά μέσα, η εστίασή τους και ο σχηματισμός των ειδώλων.

Με βασικό άξονα τις παραπάνω σχεδιαστικές αρχές, περιγράφεται στη συνέχεια η δομή και τα τμήματα του περιβάλλοντος «ΑΜΑΠ».

ΤΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ «ΑΜΑΠ»

ΤΟ ΑΜΑΠ αποτελείται από έξι συνεργαζόμενα τμήματα τα οποία είναι υλοποιημένα ως εικονικοί χώροι και διασυνδέονται μέσω ενός κοινού κελύφους που επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων. Η βασική λειτουργική διάταξη των εικονικών χώρων παρουσιάζεται στην Εικόνα 2. Λειτουργικά οι χώροι έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν δεδομένα και πληροφορίες.



Εικόνα 2. Σχηματική αναπαράσταση των εικονικών χώρων στο ΑΜΑΠ.

Κάθε ένας από τους εικονικούς χώρους αποτελεί την εικονική αναπαράσταση ενός αντίστοιχου (πραγματικού) χώρου, όπως για παράδειγμα το εργαστήριο, η βιβλιοθήκη ο χώρος μελέτης των εργαστηριακών δεδομένων. Ο χρήστης της εφαρμογής ΑΜΑΠ αρχικά εισέρχεται στο *χώρο υποδοχής* (reception). Στο χώρο αυτό γίνεται η ταυτοποίησή του (login). Υπάρχουν πολλαπλά επίπεδα πρόσβασης για το χρήστη, ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης και την ιδιότητά του (Καθηγητής – Μαθητής) και αφορούν τη δυνατότητά του να περιηγηθεί στο λογισμικό και το υλικό, να συνθέσει νέες εκπαιδευτικές δραστηριότητες και σενάρια αξιοποιώντας τους πόρους και το διαθέσιμο υλικό ή να προσθέσει νέο υλικό στο σύστημα. Οι διαθέσιμοι χώροι είναι:

- Ο χώρος «**Εικονικό εργαστήριο**», με κύριο χαρακτηριστικό την απόκριση του συστήματος σε πραγματικό χρόνο (real-time) και την αληθοφάνεια των χειρισμών (direct manipulation) σε δύο διακριτούς χώρους, τον «πραγματικό» κόσμο και τον κόσμο των μοντέλων.
- Ο χώρος «**Βιβλιοθήκης**». Ομοιάζει οπτικά με τυπική βιβλιοθήκη και αποτελείται από αναδιατάξιμο δομημένο υλικό (html) το οποίο οργανώνεται σε κεφάλαια -ενότητες – βιβλία – ντοσιέ, εμπλουτισμένο με πολυμεσικό υλικό σχετικό
- Ο χώρος «**Μελέτης**» αποτελεί εικονικό χώρο, που οπτικά προσομοιώνει ένα σύγχρονο χώρο μελέτης με διαθέσιμα εργαλεία εργασίας, όπου ο χρήστης επεξεργάζεται το υλικό (εικόνες, παραστάσεις) ή τις μετρήσεις που πήρε από τα εικονικά πειράματα.
- Ο χώρος «**Επικοινωνίας**» αποτελεί εικονικό χώρο, όπου ο μαθητής μπορεί να συνθέσει την εργασία του (report), να την αποθηκεύσει προσωρινά, ή να την κοινοποιήσει στον εκπαιδευτικό του ή στην ομάδα με την οποία συνεργάζεται.

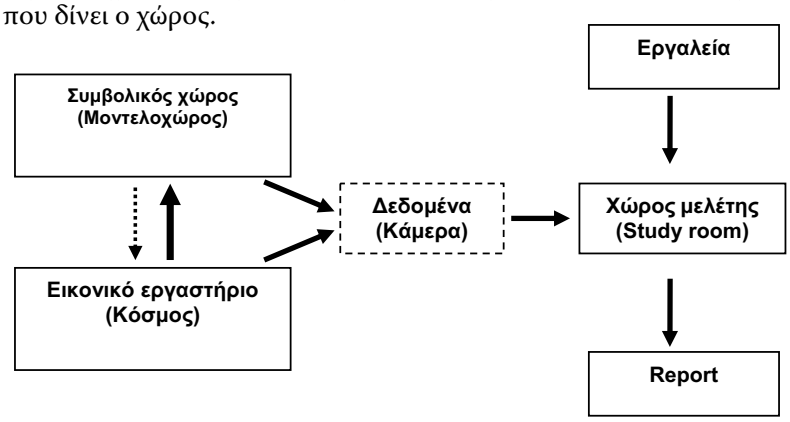
- Ο χώρος «**Δραστηριοτήτων**» αποτελεί εικονικό χώρο, απ' όπου ο μαθητής καθοδηγείται σε επιμέρους βήματα για την πραγματοποίηση εκπαιδευτικών σεναρίων.

ΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΠΤΙΚΗΣ – ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Το εικονικό εργαστήριο Οπτικής, τμήμα του «ΑΜΑΠ», αποτελεί ένα μικρόκοσμο Φυσικής στον οποίο ο χρήστης, σε άμεση αλληλεπίδραση με το περιβάλλον μπορεί να συνθέτει, να παρακολουθεί και να κατευθύνει την εκτέλεση ενός εικονικού πειράματος, να πραγματοποιεί μετρήσεις με εικονικά όργανα κλπ. Το "Εικονικό Εργαστήριο" του έργου «ΑΜΑΠ» - όπως είχαν αναπτυχθεί και τα εργαστήρια στο «Σ.Ε.Π.» αποτελεί ένα μικρόκοσμο με:

- αντικείμενα που μπορούν να αλληλεπιδρούν οπτικά: Φωτεινές Πηγές – Μέσα διάδοσης, ενεργά στοιχεία (Φακοί - Κάτοπτρα - Φίλτρα)
- και εικονικά όργανα - συσκευές για την μέτρηση και καταγραφή των εικονικών πειραμάτων.

Ως επέκταση του έργου Σ.Ε.Π. στο έργο Α.Μ.Α.Π. εισάγουμε ενισχυμένη την οπτική απεικόνιση του κάθε εργαστηρίου. Υιοθετώντας τη γλώσσα java3D, τα εργαστήρια ομοιάζουν οπτικά με πραγματικά: τόσο το εργαστήριο ως σύνολο όσο και τα αντικείμενα στο κάθε εργαστήριο έχουν περισσότερο έντονη την τρισδιάστατη υφή. Ο χρήστης αναγνωρίζει εύκολα τα αντικείμενα φακός, πηγή, κάτοπτρο, κλπ. Αξιοποιώντας τις εγγενείς δυνατότητες της γλώσσας java3D και την αυξημένη ισχύ που παρέχουν οι σύγχρονοι υπολογιστές ο χρήστης έχει δυνατότητα «περιήγησης», περιστροφής και επικέντρωσης (zoom) στον εργαστηριακό «χώρο» σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας την «αίσθηση» που δίνει ο χώρος.



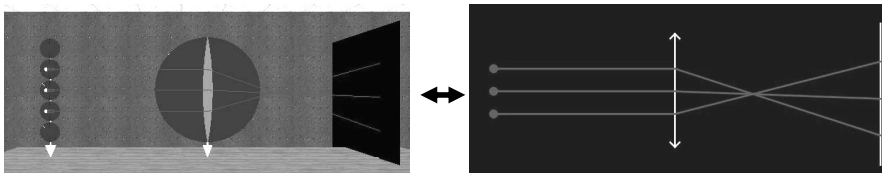
Σχήμα 1. Δομή Εικονικού Εργαστηρίου.

Το λογισμικό περιλαμβάνει **πολλαπλά παράθυρα εργασίας** για την πολύπλευρη προσέγγιση και μελέτη των οπτικών φαινομένων (Σχήμα 1)**. Το πρώτο βασικό** στοιχείο του λογισμικού είναι το **εικονικό εργαστήριο – Κόσμος**. Ο «Κόσμος» επικοινωνεί με άλλα παράλληλα περιβάλλοντα συμβολικής απεικόνισης και χώρου ανάλυσης και επεξεργασίας δεδομένων. Κάθε παράθυρο μπορεί να αποκρύπτεται ή να εμφανίζεται σε προκαθορισμένα μεγέθη.

Στο παράθυρο του «**Κόσμου**» πραγματοποιείται η σύνθεση και ρύθμιση των οπτικών διατάξεων. Το περιβάλλον είναι ανοικτό. Για το σκοπό αυτό διατίθεται αποθήκη εικονικών αντικειμένων, οργάνων και συσκευών που καλύ-

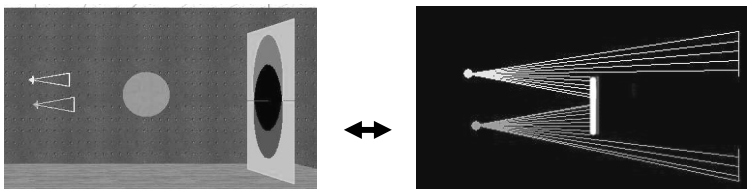
πτουν το σύνολο των φαινομένων Γεωμετρικής και Κυματικής Οπτικής που μελετώνται από τα σχολικά εγχειρίδια. Από τη στιγμή της επιλογής, της εισόδου και της μετακίνησής τους (drug) στον εργαστηριακό πάγκο και με την ενεργοποίηση μιας φωτεινής πηγής ή άλλου οργάνου, η φυσική συμπεριφορά (λειτουργία) των αντικειμένων θα είναι συνεχής. Η μορφή των αντικειμένων και η εμφάνιση των φαινομένων (π.χ. σκιές, είδωλα,..) είναι αληθοφανής και τρισδιάστατη. Στο παράδειγμα της Εικόνας 3 παρουσιάζεται διάταξη που συντίθεται στον εργαστηριακό πάγκο του εικονικού εργαστηρίου. Έχουν επιλεγεί 3 πηγές Laser που φωτίζουν παράλληλα έναν συγκεντρωτικό φακό και συγκεντρώνονται στην κυρία εστία. Στο ημίφως του εργαστηρίου και θεωρώντας ότι ο χώρος του εργαστηρίου έχει σωματίδια καπνού, οι δέσμες είναι ορατές.

Το δεύτερο βασικό στοιχείο του λογισμικού είναι ο **Μοντελοχώρος** όπου εμφανίζεται η σχηματική αναπαράσταση της πειραματικής διάταξης (μοντέλο του πειράματος). Το μοντέλο του πειράματος δεν αποτελεί στατική εικόνα, αλλά είναι δυναμικά συνδεδεμένο με το πείραμα (κοινή μαθηματική μηχανή). Έτσι, η απεικόνιση μεταβάλλεται δυναμικά, καθώς ο χρήστης συνθέτει, τροποποιεί ή αναπροσαρμόζει την πειραματική διάταξη. Η απεικόνιση του εργαστηριακού πειράματος ως μοντέλο βοηθά τους μαθητές να συνδέσουν την εικόνα ενός «ρεαλιστικού κόσμου» (εργαστήριο) με τα νοητικά μοντέλα και τις σχηματικές αναπαραστάσεις τους . Στην Εικόνα 3 παρουσιάζονται οι δύο συζευγμένοι χώροι, του Εικονικού Κόσμου και του αντίστοιχου Μοντελοχώρου για την ίδια πειραματική διάταξη.



Εικόνα 3. Συζευγμένοι χώροι Εικονικού Κόσμου και Μοντελοχώρου (Παράδειγμα Ι).

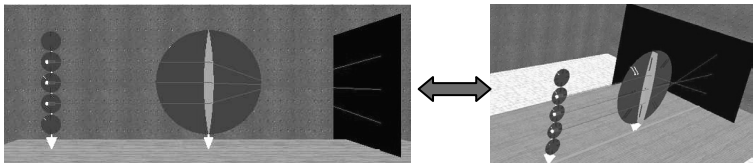
Σε ένα δεύτερο παράδειγμα στην Εικόνα 4, παρουσιάζεται η περίπτωση της σύνθεσης φωτός από δύο πηγές που εκπέμπουν προς το πέτασμα, κίτρινο και πράσινο φως, ενώ παρεμβάλλεται αδιαφανές αντικείμενο – μια σφαίρα. Μετακινώντας ο χρήστης τις πηγές ή το αδιαφανές αντικείμενο, παρακολουθεί το σχηματισμό της σκιάς και παρασκιάς καθώς και τις περιοχές του πετάσματος όπου συντίθεται το χρώμα από το συνδυασμό του χρώματος των πηγών. Ταυτόχρονα, στο παράθυρο του Μοντελοχώρου παρατηρεί και μπορεί να διερευνήσει τη συμβολική αναπαράσταση της διάταξης και του φαινομένου.



Εικόνα 4. Συζευγμένοι χώροι Εικονικού Κόσμου και Μοντελοχώρου. (Παράδειγμα ΙΙ).

Λειτουργική είναι επίσης και η δυνατότητα τρισδιάστατης περιστροφής του χώρου. Στα παρακάτω παραδείγματα της Εικόνας 5, ίδιες διατάξεις παρουσιάζονται από διαφορετική γωνία παρατήρησης στραμμένη κατά το οριζόντιο ή άλλο επίπεδο, ώστε να γίνει αντιληπτή η προοπτική της πορείας των ακτίνων από τις πηγές. Ο παρατηρητής μπορεί να στραφεί έτσι ώστε η οπτική του γωνία να συμπέσει με μια φωτεινή πηγή, να συμμετάσχει ιδεατά στην πορεία της δέσμης και να κατανοήσει την επίδρασή της.

Η μαθηματική μηχανή του εργαστηρίου, μπορεί να «εξάγεται» ως applet, με απλούστερα 2D γραφικά. Τα applet μπορούν να λειτουργούν αυτοτελώς, ως mini-διερευνήσεις σε προκαθορισμένη εργαστηριακή διάταξη, απλοποιημένη ως προς τα γραφικά του εργαστηρίου. Μπορεί όμως, να αποτελεί τη βάση ώστε ο μαθητής να επεκτείνει τη μελέτη του σε καταστάσεις που δεν θα ήταν ρεαλιστικές ως χειρισμοί σ' ένα πραγματικό εργαστηριακό «χώρο» (πχ. τι θα γίνει αν αλλάξω το πάχος του φακού).



Εικόνα 5. Παρατήρηση διάταξης από διαφορετική γωνία θέασης

Για την αποτύπωση των εικόνων υπάρχει μια εικονική κάμερα που μπορεί να λαμβάνει από συγκεκριμένες οπτικές γωνίες την πειραματική διάταξη ή τα αποτελέσματα της πορείας του φωτός μέσα από τα οπτικά στοιχεία (είδωλα, κροσσοί, προβολές). Η επεξεργασία των δεδομένων από τα φαινόμενα, οι αριθμητικές μετρήσεις από τα όργανα, φωτογραφίες ή αποτυπώσεις ειδώλων από το χώρο του εικονικού εργαστηρίου ή του Μοντελοχώρου μπορούν, μεταφερόμενα στο «Χώρο Μελέτης», να συνθέσουν τις αναφορές – report του χρήστη.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Το έργο βρίσκεται σε φάση ανάπτυξης ως επέκταση του έργου ΣΕΠ. Με το έργο ΑΜΑΠ επιδιώκεται η δημιουργία ενός περιβάλλοντος στο οποίο θα διευκολύνεται οι μαθητές στη διασύνδεση των εργαστηριακών φαινομένων με τα αντίστοιχα μοντέλα ώστε να ξεπερασθούν οι περιορισμοί του κλασσικού εργαστηρίου. Θεωρούμε ότι τα αποτελέσματα των εφαρμογών του ΣΕΠ και οι βελτιώσεις που αναλύθηκαν δημιουργούν θετικές προοπτικές Το έργο αποτελεί προϊόν συνεργασίας ομάδων από το Παιδαγωγικό Τμήμα ΔΕ, Φυσικής και Πληροφορικής του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και της εταιρίας Πληροφορικής MLS.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφείς εκφράζουν τις ευχαριστίες και τονίζουν συμβολή των συνεργατών του ΙΤΥ που παρακολουθούν την εξέλιξη του έργου με τις ουσιαστικές απόψεις και παρατηρήσεις, όπως πολύ παραγωγικά είχαν στηρίξει και κατά το παρελθόν κατά τη διαδικασία ανάπτυξης του έργου ΣΕΠ.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Buty, Christian et al, (2004). Learning Hypotheses to Analyze Teaching-Learning Sequences. *International Journal of Science Education*, V26, 5, p587-603

Hake R, "Interactive-engagement vs. Traditional Methods: A Six-thousand-student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics," *American Journal of Physics*, 66, 64 (Jan. 1998).

Petridou, E., Psillos, D., Lefkos, I., Fourlari, S., Hatzikraniotis, E., (2005). Investigating the use of simulated laboratory for teaching aspects of calorimetry to secondary education students, CBLIS 2005, Slovakia .

McDermott L. and P. Schaffer and the Physics Education Group, *Tutorials in Introductory Physics* (Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2001).

Μίχας Παύλος, (2005). Η διδακτική της Οπτικής μέσα από μια Διαχρονική Ματιά. Εκδόσεις «τυπωθήτω», Γ. Δαρδάνος. ΑΘΗΝΑ 2005.

Sassi E, (2001). Computer supported lab-work in physics education:advantages and problems, in R. Pinto & S. Surinach (eds): Proceedings of the International Conference Physics Teacher Education Beyond 2000, CD Production Calidos, Barcelona.

Ψύλλος Δ, Αργυράκης Π, Βλαχάβας Ι, Χατζηκρανιώτης Ε, Μπισδικιάν Γκ, Ρεφανίδης Ι, Λεύκος Ι, Κορομπίλης Κ, Βράκας Δ, Γάλλος Λ, Πετρίδου Ε, Νικολαΐδης Ι, (2000) *Σύνθετο Εικονικό Περιβάλλον για τη διδασκαλία Θερμότητας – Θερμοδυναμικής*, 2ο Πανελληνίου Συνεδρίου ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Πάτρα.

Windschitl, M., Andre, T., (1998). Using computer simulations to enhance conceptual change: The roles of constructivist instruction and student epistemological beliefs, Journal of research in science teaching, 35(2)