

Πολυμεσική εφαρμογή για τη διδασκαλία της ενότητας «Διαχωρισμός μιγμάτων» της Β΄ τάξης Γυμνασίου.

**Γεώργιος Κορακάκης¹, Ευαγγελία Παυλάτου¹,
Ιωάννης Παλυβός², Νικόλαος Σπυρέλλης¹**

¹ Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εργαστήριο Γενικής Χημείας,
Σχολή Χημικών Μηχανικών gkor@chemeng.ntua.gr, pavlatou@chemeng.ntua.gr,
nspyr@chemeng.ntua.gr

¹ Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Υπολογιστικό Κέντρο,
Σχολή Χημικών Μηχανικών, jpalynos@chemeng.ntua.gr

Περίληψη. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην παρουσίαση μιας πολυμεσικής εφαρμογής, που αναφέρεται στο μάθημα της Χημείας και ειδικότερα στη θεματική ενότητα «Διαχωρισμός μιγμάτων», η οποία απευθύνεται σε μαθητές Β΄ Γυμνασίου. Το εκπαιδευτικό λογισμικό έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί λαμβάνοντας υπόψη τους μηχανισμούς μάθησης, τα υπάρχοντα επιτυχή παιδαγωγικά μοντέλα και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην κατανόηση των αντίστοιχων διδασκόμενων εννοιών. Επιδιώκει τη δραστηριοποίηση του μαθητή και τη διαρκή ενεργοποίηση του ενδιαφέροντός του. Περιλαμβάνει τις επιμέρους ενότητες: απόσταξη, κλασματική απόσταξη, απόχυση, φυγοκέντριση, διήθηση, εξάτμιση, χρωματογραφία χάρτου, κοσκίνισμα και μαγνητικός διαχωρισμός. Έχουν χρησιμοποιηθεί προγράμματα για τη δημιουργία γραφικών, την επεξεργασία των κειμένων, την καταγραφή ήχων, την κατασκευή και τη δημιουργία 3d animation και διαδραστικών 3d animation. Στο τέλος του λογισμικού υπάρχουν ερωτήσεις, βάσει των οποίων μπορεί να γίνει ο έλεγχος του μαθησιακού αποτελέσματος. Τέλος έγινε εφαρμογή του πολυμεσικού υλικού στη διδακτική πράξη και προσδιορίστηκε ο βαθμός του ενδιαφέροντος που έδειξαν οι μαθητές σε σχέση με τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν.

Εισαγωγή

Η χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού κινητοποιεί τους μαθητές, αυξάνει το ενδιαφέρον τους καθώς και το χρόνο που αφιερώνουν σε μία δραστηριότητα (Cox 1999). Κι αυτό γιατί δίνει έμφαση στην εμπλοκή του μαθητή σε αυθεντικές δραστηριότητες, που αντικατοπτρίζουν αυτά που συμβαίνουν στον πραγματικό κόσμο (Brown et al 1989). Υποστηρίζει τη δημιουργική δραστηριότητα του μαθητή, επιτρέποντάς του σε συγκεκριμένο πλαίσιο, να έχει τον έλεγχο της διαδικασίας της μάθησης και παράλληλα του παρέχει βοήθεια και καθοδήγηση όπου χρειάζεται (Driver 1983). Λαμβάνει υπόψη τις βασισμένες στην εμπειρία αναπαραστάσεις του μαθητή για τον πραγματικό κόσμο και του επιτρέπει να τις εκφράζει και να τις εξωτερικεύει, έτσι ώστε να ελέγχει την ορθότητά τους και να αντιμετωπίζει τις παρανοήσεις του (Duit 1991, Vosniadou 1994).

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η πρόσφατη ανάπτυξη της τεχνολογίας των «πολυμέσων», η οποία επέτρεψε το συνδυασμό ήχου, εικόνας, φωτογραφίας, animation και βίντεο, κάνοντας το εκπαιδευτικό λογισμικό ιδιαίτερα ελκυστικό στους μαθητές. Οι εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας και τα τρισδιάστατα γραφικά έδωσαν νέες δυνατότητες στην αλληλεπίδραση και στην αμεσότητα της δράσης και αναμένεται να παίξουν ένα ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο (Μικρόπουλος 1998).

Ο ρόλος της γνωστικής θεωρίας κατά το σχεδιασμό εκπαιδευτικού λογισμικού.

Οι σχεδιαστές λογισμικών έχουν ήδη επισημάνει την ανάγκη καθορισμού του γνωστικού φορτίου κατά την δημιουργία των πολυμεσικών εφαρμογών (Van Merriënboer 1997, Clark 1999, Sweller 1999). Η θεωρία του γνωστικού φορτίου (CLT) συχνά καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο μπορούν και πρέπει να σχεδιάζονται εκπαιδευτικά εργαλεία, προκειμένου οι εκπαιδευόμενοι να αποκτήσουν σύνθετες γνωστικές δεξιότητες και ικανότητες (Paul A. Kirschner, 2002).

Ο Mayer στήριξε το μεγαλύτερο μέρος των εργασιών του για τη δημιουργία εκπαιδευτικού λογισμικού στο συνδυασμό της θεωρίας του Sweller για το γνωστικό φορτίο (Chandler & Sweller 1991, Sweller 1999), της θεωρίας διπλής κωδικοποίησης του Paivio (Paivio 1986, Clark & Paivio 1991), και του προτύπου λειτουργικής μνήμης του Baddeley (Baddeley 1986, 1992, 1999).

Ο Mayer προτείνει τις παρακάτω αρχές, οι οποίες πρέπει να τηρούνται κατά τη δημιουργία των πολυμεσικών εφαρμογών προκειμένου να επιτυγχάνεται το καλύτερο δυνατό μαθησιακό αποτέλεσμα (Mayer & Moreno, 2003):

- Αρχή των πολυμέσων (Multimedia Principle): Η πολυμεσική εφαρμογή πρέπει να περιλαμβάνει συνδυασμό λέξεων και εικόνων.
- Αρχή της συνάφειας (Contiguity Principle): Είναι προτιμότερη η ταυτόχρονη παρά η διαδοχική παρουσίαση λέξεων και εικόνων.
- Αρχή της συνοχής (Coherence Principle): Οι περιττές λέξεις, ήχοι και εικόνες πρέπει να αποφεύγονται.
- Αρχή της μορφοποίησης (Modality Principle): Οι λέξεις πρέπει να δομούν αφήγηση και όχι να παρατίθενται ως απλό κείμενο στην οθόνη.
- Αρχή του πλεονασμού (Redundancy Principle): Τα κείμενα δεν πρέπει να παρατίθενται ταυτόχρονα με την εικόνα και την αφήγηση.
- Αρχή της πλοήγησης (Interactivity Principle): Οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να έχουν την δυνατότητα ελεύθερης πλοήγησης χωρίς χρονικούς περιορισμούς.
- Αρχή της σήμανσης (Signaling Principle): Η αφήγηση πρέπει να είναι οργανωμένη σε ενότητες.
- Αρχή της προσωποποίησης (Personalization Principle): Οι λέξεις πρέπει να χρησιμοποιούνται στην απλή μορφή τους και όχι σε εξεζητημένο ύφος.

Στο παρόν λογισμικό έγινε ιδιαίτερη προσπάθεια ώστε να ληφθούν κατά το δυνατόν υπόψη οι παραπάνω αρχές. Για παράδειγμα, τα κείμενα εμφανίζονται σύμφωνα με την αρχή της μορφοποίησης, σε ξεχωριστό και ανεξάρτητο παράθυρο, ώστε ο χρήστης να μπορεί να το διαβάσει ανεξάρτητα από την εικόνα.

Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού

Πέραν όμως των αρχών αυτών, κατά τη δημιουργία του εκπαιδευτικού λογισμικού πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και μια σειρά άλλων παραγόντων όπως:

A) Η προγενέστερη γνώση των μαθητών

Οι μαθητές με περιορισμένη προγενέστερη γνώση εμφανίζουν δυσκολίες στο να αντιληφθούν αφηρημένα διανοητικά μοντέλα. Συχνά η εσωτερική αναπαράσταση που οικοδομείται από αυτούς παραμένει μόνο σε συγκεκριμένες έννοιες. Οι εκπαιδευόμενοι παραμένουν στα επιφανειακά γνωρίσματα των απεικονίσεων και δεν κατανοούν τις βασικές έννοιες που περιγράφονται στο λογισμικό (Seufert, 2003).

Σε πολλές περιπτώσεις, τα εμφανή χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενός γραφικού (όπως το χρώμα, η μορφή, οι ετικέτες, κ.λπ.) δεν αποτελούν το ουσιαστικότερο και σημαντικότερο στοιχείο κατανόησης μιας αναπαράστασης. Οι μαθητές, και κυρίως αυτοί με μικρή

προγενέστερη γνώση, δεν μπορούν εύκολα να ξεχωρίσουν τη σημαντική με το θέμα πληροφορία και οι απεικονίσεις εύκολα τους προκαλούν σύγχυση (Hegarty, M., Carpenter, P. A., & Just, M. A. 1991, Linn, 2003).

Στον παρόν λογισμικό κατεβλήθη ιδιαίτερη προσπάθεια ώστε οι απεικονίσεις να είναι απλές και κατανοητές από τους μαθητές.

B) Η χρήση των χρωμάτων

Η επιλογή των χρωμάτων και της μορφής των σχημάτων είναι σημαντικός παράγοντας επιτυχίας του εκπαιδευτικού λογισμικού. Καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε η επιλογή των χρωμάτων, και ιδιαίτερα του φόντου, να μεγιστοποιεί την αντίθεση μεταξύ των κειμένων και των σχημάτων ώστε να αυξάνεται η αναγνωσιμότητα της εφαρμογής. Επίσης η επιλογή των χρωμάτων έγινε κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αντιμετωπίζονται ενδεχόμενα προβλήματα αχρωματοψίας. (E. Αλατσίδου et al. 1999).

Γ) Ικανότητα αντίληψης του τρισδιάστατου χώρου (spatial ability)

Σύμφωνα με τον Barnea (2000) η ικανότητα αντίληψης του τρισδιάστατου χώρου συνδέεται με τη δυνατότητα αντίληψης τρισδιάστατων αντικειμένων τα οποία αναπαριστούνται με δυδιάστατα σχήματα. Η ικανότητα αυτή εμφανίζει τρία επίπεδα δυσκολίας: την τρισδιάστατη απεικόνιση, δηλαδή τη δυνατότητα της ακριβούς κατανόησης τρισδιάστατων αντικειμένων (3d) από τη δυδιάστατη απεικόνισή τους (2d), το χωρικό προσανατολισμό, δηλαδή τη δυνατότητα αντίληψης ενός τρισδιάστατου αντικειμένου όταν αυτό παρατηρείται από διάφορες οπτικές γωνίες και τέλος τις χωρικές σχέσεις, δηλαδή τη δυνατότητα του παρατηρητή να αντιλαμβάνεται τη μεταβολή της εικόνας όταν τρισδιάστατα αντικείμενα υφίστανται περιστροφή ή αντιστροφή.

Η δυνατότητα αντίληψης του τρισδιάστατου χώρου επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλλο, η εμπειρία, η εκπαίδευση κ.α.. Μπορεί να θεωρηθεί ότι οι μαθητές ηλικίας 14 έως 15 ετών έχουν πλέον ολοκληρώσει την ανάπτυξη της ικανότητας αντίληψης του τρισδιάστατου χώρου, γεγονός το οποίο όχι μόνον επιτρέπει τη χρήση τρισδιάστατων απεικονίσεων στο παρόν λογισμικό, αλλά καλλιεργεί στους μαθητές και την αντίληψη του τρισδιάστατου χώρου.

Αρχές και οδηγίες σχεδίασης κινούμενων γραφικών

Για τη δημιουργία των κινούμενων γραφικών στην παρούσα πολυμεσική εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν οι βασικές οδηγίες του Milheim (1993).

Σύμφωνα με αυτές:

1. Τα κινούμενα γραφικά μπορούν να είναι αρκετά σύνθετα προκειμένου να αποδώσουν σημαντικές πληροφορίες, αλλά και αρκετά απλά ώστε να γίνονται εύκολα κατανοητά.
2. Τα κινούμενα γραφικά μπορούν να περιγράψουν στοιχεία καταστάσεων που μεταβάλλονται χρονικά, όπως για παράδειγμα την τροχιά ενός σώματος που κινείται.
3. Πρέπει να αποφεύγεται η κατάχρηση των κινούμενων γραφικών διότι είναι δυνατόν να αποσπάσουν την προσοχή των μαθητών από τους μαθησιακούς στόχους.

Σκοπός και στόχοι του εκπαιδευτικού λογισμικού

Ο κύριος σκοπός της δημιουργίας του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού είναι η ανάπτυξη διαδραστικής πολυμεσικής εφαρμογής, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διδακτικό εργαλείο στη διδασκαλία της ενότητας «Διαχωρισμός μιγμάτων» της Χημείας Β' τάξης Γυμνασίου. Η συγγραφή των κειμένων του λογισμικού στηρίχτηκε στο βιβλίο Χημείας της Β' τάξης Γυμνασίου (Γεωργιάδου, Καφετζόπουλος, Προβής, Σπυρέλλης, Χηνιάδης,

2000), και περιλαμβάνει τις ενότητες: Απόσταξη, Κλασματική απόσταξη, Απόχυση, Φυγοκέντριση, Διήθηση, Εξάτμιση, Χρωματογραφία χάρτου, Κοσκίνισμα και Μαγνητικός διαχωρισμός. Τα κείμενα εμπλουτίστηκαν με στοιχεία από την ελληνική και ξένη βιβλιογραφία (Βασιλειάδης 1991, Kotz and Purcel 1991, Hill and Holman 1995, Hill and Kolb 1998).

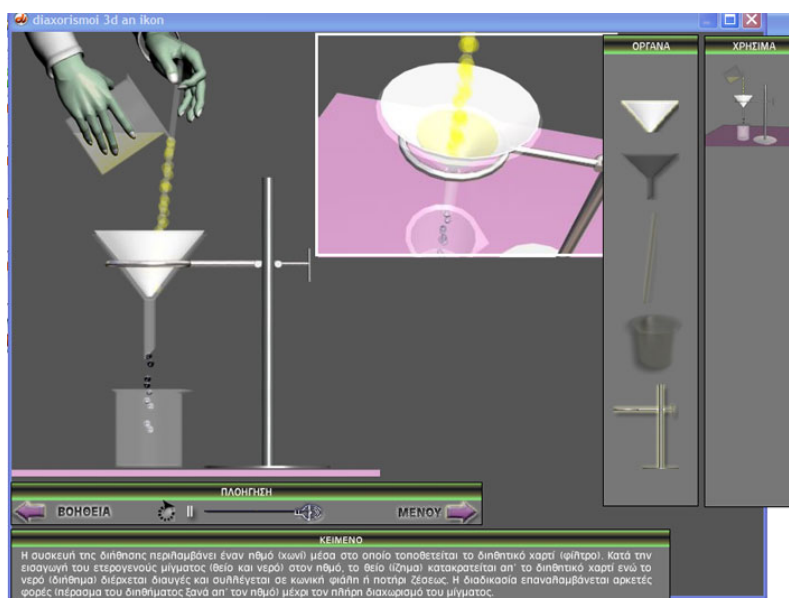
Βασικός στόχος του εκπαιδευτικού λογισμικού είναι ο μαθητής να γνωρίσει τις τεχνικές διαχωρισμού μέσα από απλές προσομοιώσεις πειραματικών διατάξεων. Ειδικότερα οι επιμέρους στόχοι είναι:

- να μπορεί ο μαθητής να διατυπώνει τον ορισμό της έννοιας του μίγματος
- να μπορεί ο μαθητής να διακρίνει τα μίγματα σε ομογενή και ετερογενή
- να μπορεί ο μαθητής να διαπιστώνει την αναγκαιότητα της χρήσης των διαφόρων μεθόδων διαχωρισμού, με δεδομένο ότι ένας από τους κύριους σκοπούς της Χημείας είναι η παρασκευή καθαρών ουσιών.
- να μπορεί το μαθησιακό αποτέλεσμα να ελεγχθεί με τις αντίστοιχες ερωτήσεις που περιλαμβάνονται στο τέλος του λογισμικού.

Περιγραφή του εκπαιδευτικού λογισμικού

Κάθε σκηνή του λογισμικού αποτελείται από το κύριο παράθυρο, στο οποίο παρουσιάζεται μια συγκεκριμένη θεματική ενότητα με τη βοήθεια ενός 3d animation. Επίσης, αποτελείται από τέσσερα βοηθητικά παράθυρα: τη μπάρα πλοήγησης, το παράθυρο κειμένου, το παράθυρο «όργανα» και το παράθυρο «χρήσιμα».

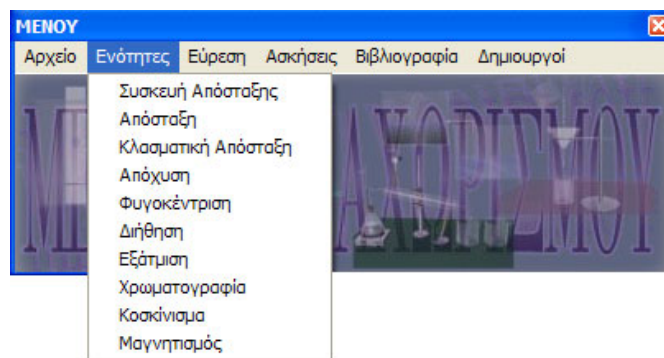
Τα παράθυρα αυτά είναι ελεύθερα (floating), δηλαδή μπορούν να μετακινηθούν σε οποιοδήποτε μέρος της οθόνης (Σχήμα 1).



Σχήμα 1: Βοηθητικά παράθυρα σε μια από τις κύριες σκηνές.

Συγκεκριμένα, η μπάρα πλοήγησης περιλαμβάνει βέλη για μετάβαση στην προηγούμενη ή την επόμενη σκηνή, ροοστάτη έντασης φωνής, πλήκτρα για πάγωμα ή επανάληψη του 3d animation, καθώς και πλήκτρα για εμφάνιση του παραθύρου «βοήθεια» και του παραθύρου «μενού». Το παράθυρο κειμένου περιέχει το κείμενο που σχετίζεται με το θέμα, εμφανίζεται σε κάθε σκηνή, ενώ ταυτόχρονα ακούγεται ηχογραφημένο το κείμενο από τον αφηγητή. Το παράθυρο «όργανα» εμφανίζει όλες τις συσκευές που χρησιμοποιούνται στη σκηνή. Με το πάτημα του ποντικιού πάνω σε αυτό, κάθε όργανο εμφανίζεται σε ξεχωριστό παράθυρο, σε

τριδιάστατη μορφή και με δυνατότητα ελεύθερης περιστροφής. Τέλος, το παράθυρο «χρήσιμα» περιλαμβάνει παραδείγματα, ασκήσεις ή βοηθητικές γνώσεις, για την καλύτερη κατανόηση της θεματικής ενότητας που εξετάζεται στη βασική σκηνή. Τα αντικείμενα που βρίσκονται σε αυτή τη στήλη έχουν τη δυνατότητα τρισδιάστατης εμφάνισης και ελεύθερης περιστροφής πιέζοντας με το ποντίκι πάνω σε αυτά. Το παράθυρο «μενού», το οποίο εμφανίζεται πατώντας το πλήκτρο «μενού» από τη μπάρα πλοήγησης αποτελείται από τα πτυσσόμενα: «αρχείο», «ενότητες», «εύρεση», «ασκήσεις», «βιβλιογραφία», «δημιουργοί». Στο πτυσσόμενο μενού «ενότητες», ο χρήστης μπορεί να μεταβεί σε οποιαδήποτε επιμέρους ενότητα του λογισμικού (Σχήμα 2). Επίσης, στο πτυσσόμενο μενού «εύρεση» ο χρήστης μπορεί να βρει οποιαδήποτε πειραματική συσκευή υπάρχει στο λογισμικό.



Σχήμα 2: Πτυσσόμενα μενού.

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Για την υλοποίηση του λογισμικού χρησιμοποιήθηκαν:

- α) συγγραφικό εργαλείο για τη δημιουργία της πολυμεσικής εφαρμογής, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα της απαραίτητης διαδραστικότητας,
- β) πρόγραμμα 3d animation στο οποίο δημιουργήθηκαν εξαρχής όλα τα 3d animations καθώς και τα γραφικά που περιέχονται στο λογισμικό, τα οποία έχουν τη δυνατότητα ελεύθερης περιστροφής, κίνησης γραφικών και εμφάνισης των εφαρμοζόμενων δυνάμεων, εξασφαλίζοντας μια ιδιαίτερα ρεαλιστική προσέγγιση της πραγματικότητας,
- γ) πρόγραμμα δημιουργίας και επεξεργασίας γραφικών που περιλαμβάνονται στο λογισμικό, όπως διάφορα στατικά πλήκτρα κ.λπ.,
- δ) πρόγραμμα επεξεργασίας ήχου,
- ε) πρόγραμμα εγκατάστασης για εύκολη εγκατάσταση του λογισμικού στον υπολογιστή του χρήστη,
- στ) διάφοροι μεταγλωττιστές για τη μετατροπή ορισμένων αρχείων σε μορφή που είναι ευκολότερα επεξεργάσιμη από το συγγραφικό εργαλείο.

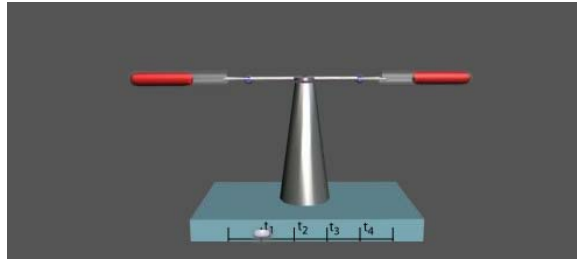
Χρήση τρισδιάστατων μοντέλων: Τα περισσότερα τρισδιάστατα σχήματα έχουν τη δυνατότητα ελεύθερης περιστροφής, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να τα παρατηρεί από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Κατά τη διάρκεια όλων αυτών των παρεμβάσεων τα σχήματα δεν υφίστανται αλλοίωση.

Χρήση τρισδιάστατων κινούμενων γραφικών: Τα τρισδιάστατα κινούμενα γραφικά με χειρισμό "play/pause" διευκολύνουν την κατανόηση των φαινομένων που περιγράφουν.

Προσομοιώσεις

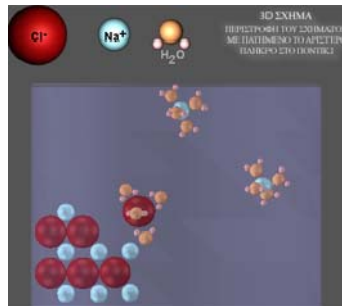
Έχουν δημιουργηθεί προσομοιώσεις λειτουργίας διαφόρων συσκευών, οι οποίες χρησιμοποιούνται στους διαχωρισμούς μιγμάτων. Ενδεικτικά παρουσιάζεται η συσκευή της

φυγοκέντρισης (Σχήμα 3), στην οποία ο μαθητής μπορεί να καθορίσει το χρόνο φυγοκέντρισης και να παρατηρεί τη συσχέτιση του χρόνου με το ποσοστό διαχωρισμού που πραγματοποιείται .



Σχήμα 3: Συσκευή φυγοκέντρισης.

Επίσης υπάρχουν προσομοιώσεις που εξηγούν φαινόμενα τα οποία συμβαίνουν στο μικρόκοσμο, όπως η διάλυση του στερεού NaCl από μόρια νερού (Σχήμα 4).

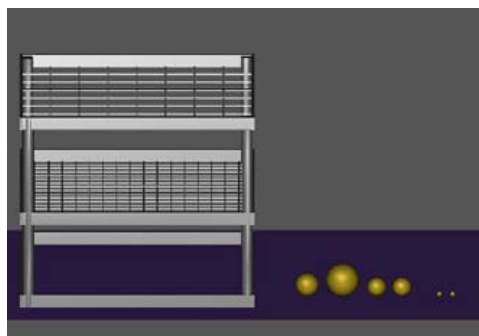


Σχήμα 4: Διάλυση NaCl από τα μόρια του νερού.

Σε ορισμένες σκηνές έχει χρησιμοποιηθεί μηχανή προσομοίωσης (www.havok.com), η οποία επιτρέπει την εφαρμογή δυνάμεων φυσικής όπως της βαρύτητας, της ελαστικότητας, των ελκτικών δυνάμεων, της ώθησης, κ.ά. πάνω σε τρισδιάστατα αντικείμενα που εμφανίζονται στην εκάστοτε σκηνή. Με κατάλληλες διαδικασίες, οι δυνάμεις αυτές μπορούν να επιλεγούν από το συγγραφικό εργαλείο και να εφαρμοστούν στις σκηνές, έτσι ώστε οι τελευταίες να προσεγγίζουν καλύτερα την πραγματικότητα.

Η μηχανή προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκε στις παρακάτω σκηνές:

- Σκηνή κοσκίνισματος: Έχουν κατασκευαστεί σφαιρίδια διαφόρων μεγεθών, τα οποία ο χρήστης μπορεί να ρίχνει μέσα σε μία διάταξη αποτελούμενη από τρία κόσκινα διαφορετικής κοκκομετρίας. Ανάλογα με το μέγεθός του, κάθε σφαιρίδιο παραμένει στο αντίστοιχο πλέγμα (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Συσκευή κοσκίνισματος, με την οποία ο μαθητής μπορεί να κάνει μόνος του το διαχωρισμό σφαιρών διαφορετικού μεγέθους.

- Σκηνή μαγνητικού διαχωρισμού: Ο χρήστης παρατηρεί την ελκτική δύναμη που ασκεί ο μαγνήτης στη μεταλλική σφαίρα (Σχήμα 6).



Σχήμα 6: Σκηνή μαγνητικού διαχωρισμού, στην οποία ο μαθητής μπορεί να κινεί το μαγνήτη και παράλληλα να παρατηρεί την έλξη που υφίσταται η σφαίρα.

Ερωτήσεις με δυνατότητα ελέγχου της σωστής απάντησης

Στο τελευταίο μέρος του λογισμικού οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις διαφόρων τύπων: πολλαπλής επιλογής κειμένου, πολλαπλής επιλογής σχήματος, αντιστοιχίσεων λέξεων με τις κατάλληλες απεικονίσεις. Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων καταγράφεται και εμφανίζεται στην τελευταία σκηνή του λογισμικού. Ενδεικτικά στο Σχήμα 7 παρατίθεται μια ερώτηση αντιστοιχίσης λέξεων με κατάλληλες απεικονίσεις.



Σχήμα 7: Ερώτηση για την αξιολόγηση των μαθητών.

Εφαρμογή και έλεγχος του λογισμικού – Συμπεράσματα

Το λογισμικό δημιουργήθηκε σε τρεις διαφορετικές μορφές όπου η κάθε μορφή διαφέρει από τις άλλες κατά έναν παράγοντα. Συγκεκριμένα, η πρώτη περιλαμβάνει κείμενο, στατική εικόνα και αφήγηση, στη δεύτερη μορφή οι εικόνες έχουν αντικατασταθεί με animation και στην τρίτη οι εικόνες έχουν αντικατασταθεί με interactive 3d. Σε όλες τις μορφές του λογισμικού καταγράφονται αυτόματα σε ένα αρχείο οι εξής πληροφορίες:

1. Ποσοστό σωστών απαντήσεων συνολικά για κάθε μαθητή.
2. Τι απάντησε ο μαθητής σε κάθε μία ερώτηση ξεχωριστά.
3. Συνολικός χρόνος που απαιτήθηκε για την απάντηση των ερωτήσεων.
4. Χρόνος που απαιτήθηκε για κάθε απάντηση ξεχωριστά.
5. Αριθμός επισκέψεων σε κάθε ερώτηση.
6. Αριθμός ερωτήσεων που έλεγξε ο μαθητής.
7. Συνολικός χρόνος παρακολούθησης του λογισμικού εκτός των ερωτήσεων.
8. Χρόνος παρακολούθησης κάθε σκηνής του λογισμικού εκτός των ερωτήσεων.
9. Πόσες φορές επισκέφτηκε ο μαθητής την κάθε σκηνή του λογισμικού εκτός των ερωτήσεων.

10. Αριθμός διαφορετικών σκηνών που παρακολούθησε ο κάθε μαθητής εκτός των ερωτήσεων.

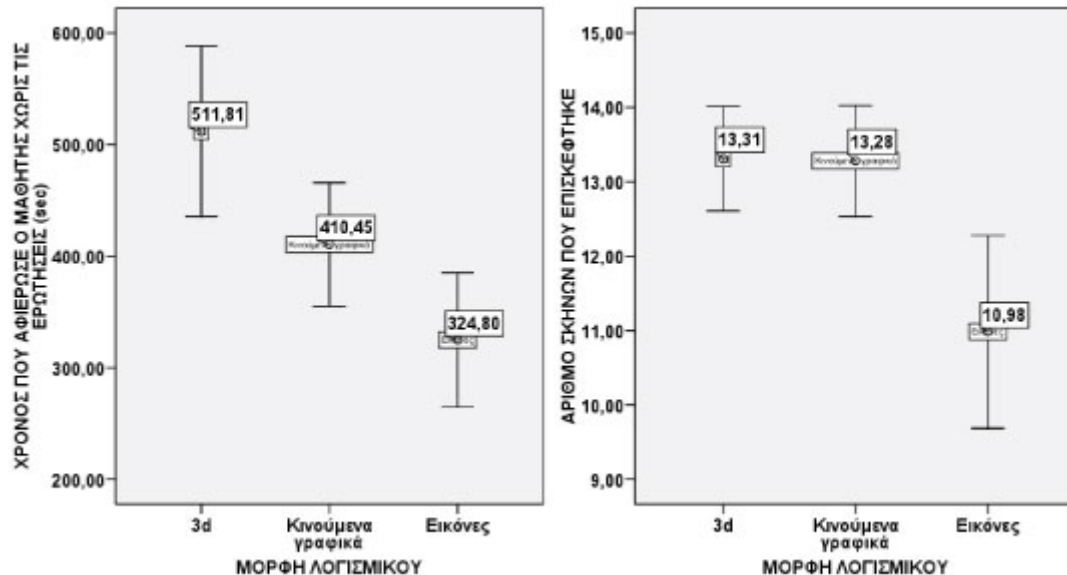
Το λογισμικό εφαρμόστηκε σε 212 μαθητές Β' Γυμνασίου (63 για την πρώτη μορφή, 71 για τη δεύτερη και 78 για την τρίτη μορφή). Προηγήθηκε προέλεγχος σε 90 συνολικά μαθητές για τον έλεγχο της εγκυρότητας των ερωτήσεων και της σωστής λειτουργίας του λογισμικού).

Σκοπός ήταν να διαπιστωθεί κατά πόσο ο κάθε παράγοντας (στατική εικόνα, ήχος, animation, interactive 3d) ελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών και κατά συνέπεια επηρεάζει το μαθησιακό αποτέλεσμα. Τα στατιστικά δεδομένα προέρχονται από τις πληροφορίες που καταγράφονται και αναφέρθηκαν παραπάνω.

Μετά την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων με το μη παραμετρικό τεστ των Kruskal-Wallis, το οποίο εκρίθη καταλληλότερο για την προκειμένη περίπτωση, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Υπάρχει στατιστικά σημαντική υπεροχή της μορφής του λογισμικού με τα 3d έναντι των άλλων δύο μορφών ως προς τον αριθμό των σκηνών που παρακολούθησαν οι μαθητές (Διάγραμμα α).
2. Ο χρόνος παρακολούθησης των σκηνών ήταν σημαντικά μεγαλύτερος στη μορφή του λογισμικού με τα 3d, μικρότερος στη μορφή λογισμικού με τα κινούμενα γραφικά και ακόμη πιο μικρός στη μορφή του λογισμικού με τις εικόνες (Διάγραμμα β).

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται αφενός ο μέσος όρος των σκηνών που παρακολούθησε ο κάθε μαθητής, από το σύνολο των δεκαπέντε σκηνών που περιλαμβάνει η πολυμεσική εφαρμογή, και αφετέρου ο μέσος χρόνος κατά τον οποίο ο κάθε μαθητής παρακολούθησε την εφαρμογή.



Διάγραμμα: α) Αριθμός διαφορετικών σκηνών που παρακολούθησε ο κάθε μαθητής εκτός των ερωτήσεων. β) Συνολικός χρόνος παρακολούθησης του λογισμικού εκτός των ερωτήσεων.

Διαπιστώνεται επομένως ότι η χρήση προχωρημένης και σύγχρονης υπολογιστικής τεχνολογίας και ο παράλληλος σεβασμός προς τις βασικές αρχές της παιδαγωγικής επιστήμης, καθώς και η εφαρμογή των συμπερασμάτων της επιστημονικής έρευνας, μπορεί να ενισχύσει σημαντικά το ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα της Χημείας

διευκολύνοντας την κατανόηση των φαινομένων και των διαδικασιών με στόχο τη βελτίωση του μαθησιακού αποτελέσματος.

Παραπομπές

- Αλατσίδου Ε., Γεωργιάδου Ε., Μάτζαρη Μ., (1999), Γραμμογραφία, Τομέας εφαρμοσμένων Τεχνών, ΤΕΕ, ΥΠΕΠΘ.
- Βασιλειάδης Α. (1991), Στοιχεία βιομηχανικής τεχνικής, Αθήνα, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Γεωργιάδου Τ., Καφετζόπουλος Κ., Προβής Ν., Σπυρέλλης Ν., Χηνιάδης Δ. (2000), Χημεία Β' Γυμνασίου, Αθήνα, ΟΕΔΒ.
- Μικρόπουλος Α. (1998), Η εικονική πραγματικότητα στην υποστήριξη της διδασκαλίας της φυσικής. Επιθεώρηση Φυσικής, Αφιέρωμα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Περίοδος Γ', Τόμος Η', Τεύχος 26.
- Baddeley, A.D., (1986), Working memory, Oxford, England: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D., (1992), Working memory, Science, 255, 556-559.
- Baddeley, A.D., (1999), Human memory, Boston: Allyn and Bacon.
- Barnea, N., (2000), Teaching and learning about chemistry and modeling with a computer managed modeling system, In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (eds.), Developing Models in Science Education (Dordrecht: Kluwer Academic).
- Brown J. S., Collins A. & Duguid P. (1989), Situated cognition and the culture of learning, Educational Researcher, 18, 32-34.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991), Cognitive load theory and the format of instruction, Cognition and Instruction, 8, 293-332.
- Clark, J.M., & Paivio, A., (1991), Dual coding theory and education, Educational Psychology Review, 53(2), 445- 459.
- Clark, R. C., (1999), Developing technical training (2nd ed.). Washington, DC: International Society for Performance Improvement.
- Cox M. J. (1999), Motivating pupils through the use of ICT, London, Routledge.
- Driver R. (1983), The pupil as a scientist? Milton Keynes, Open University Press.
- Duit R. (1991), Students conceptual frameworks: Consequences for learning science, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hegarty, M., Carpenter, P. A., & Just, M. A., (1991), Diagrams in the comprehension of scientific text, In R. Barr, M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), Handbook of reading research (Vol. 2, pp. 641– 668), New York: Longman.
- Hill G. and Holman J., (1995), Chemistry in context, China, Thomas Nelson and Sons Ltd.
- Hill J. and Kolb D. (1998), Chemistry for Changing Times, USA, Prentice Hall Inc.
- Kirschner A. P., (2002), Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design of learning Learning and Instruction 12, 1–10.
- Kotz J. and Purcel K., (1991), Chemistry and Chemical Reactivity, USA, Saunders College Publishing.
- Linn, M., (2003), Technology and science education: Starting points, research programs, and trends. International Journal of Science Education, 25(6), 727–758.
- Mayer, R. E., & Moreno, R., (2003), Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning, Educational Psychologist, 38(1), 43 – 52.
- Milheim, W. D., (1993), How to use animation in computer assisted learning, British Journal of Educational Technology, 24(3), 171-178.
- Pavio, A., (1986), Mental representations: A dual coding approach, Oxford, England: Oxford University Press.
- Seufert, T., (2003), Supporting coherence formation in learning from multiple representations, Learning and Instruction, 13, 227– 237.
- Sweller, J., (1999), Instructional design in technical areas. Camberwell, Australia: ACER Press.

- Van Merriënboer, J. J. G., (1997), Training complex cognitive skills, Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Press.
- Vosniadou S., (1994), Capturing and modeling the process of conceptual change, Learning and Instruction, 4, 45-69.