

Σχεδιασμός, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του υβριδικού μοντέλου διδασκαλίας της μοριακής συμμετρίας

Λεμονιά Αντώνογλου, Νικόλαος Χαριστός, Μιχάλης Σιγάλας
lantonog@chem.auth.gr, nicharis@chem.auth.gr, sigalas@chem.auth.gr
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται στοιχεία για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την αξιολόγηση ενός υβριδικού μαθήματος για τη Μοριακή Συμμετρία που αναπτύξαμε και εφαρμόσαμε στο τμήμα Χημείας του Α.Π.Θ. Υλικό του μαθήματος καθώς και μέρος των μαθησιακών δραστηριοτήτων, όπου γίνεται εκτεταμένη χρήση διαδραστικών εφαρμογών τρισδιάστατης μοριακής οπτικοποίησης, διατίθενται μέσα από το Moodle. Συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα του υβριδικού μαθήματος προέκυψαν από τις επιδόσεις των φοιτητών, από τα δεδομένα καταγραφής του Moodle καθώς και από τις απαντήσεις των φοιτητών σε ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του υβριδικού μαθήματος. Οι επιδόσεις των φοιτητών μετά την εφαρμογή του υβριδικού μοντέλου σε σχέση με προηγούμενες χρονιές ήταν βελτιωμένες, ο βαθμός ενασχόλησης με το εκπαιδευτικό υλικό και η αλληλεπίδραση με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες και το διδάσκοντα ήταν σημαντικά αυξημένες. Από τις απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι οι φοιτητές κρίνουν θετικά το υβριδικό μάθημα της Μοριακής Συμμετρίας και την εμπειρία τους στο υβριδικό περιβάλλον μάθησης.

Λέξεις κλειδιά: υβριδικό μάθημα, μοριακές οπτικοποιήσεις, μοριακή συμμετρία, μάθηση βασισμένη στις ΤΠΕ

Εισαγωγή

Υβριδικά περιβάλλοντα μάθησης

Τα «υβριδικά περιβάλλοντα μάθησης» συνδυάζουν δραστηριότητες και πρακτικές της συμβατικής διδασκαλίας και της εξ' αποστάσεως ηλεκτρονικής μάθησης, μέσα σε ένα πλαίσιο επαναπροσδιορισμού της σχέσης διδασκαλίας και μάθησης. Ο σχεδιασμός ενός υβριδικού μαθήματος γίνεται με στόχο την βελτίωση της μαθησιακής και παιδαγωγικής αποτελεσματικότητας τους (Garisson & Kanuka, 2004; Graham & Dziuban, 2008). Η τελική διάρθρωση ενός υβριδικού μαθήματος καθορίζεται από την επιλογή των δραστηριοτήτων και των τεχνολογιών που θα ενσωματωθούν σ' αυτό, από τις εκπαιδευτικές στρατηγικές του διδάσκοντα, από την κατάρτιση του στις νέες τεχνολογίες, τις ιδιαιτερότητες και το περιεχόμενο του μαθήματος. Σημαντικός παράγοντας είναι επίσης τα χαρακτηριστικά των διδασκόμενων στους οποίους απευθύνεται το μάθημα, όπως είναι ο βαθμός εξοικείωσης τους με τις τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ), οι προτιμήσεις τους κατά τη μαθησιακή διαδικασία και οι προηγούμενες γνώσεις τους (Delialioglu & Yildirim, 2008).

Η αποτελεσματικότητα των υβριδικών περιβαλλόντων μάθησης έχει αξιολογηθεί με βάση συγκριτικές μελέτες σε σχέση με την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση (online) και τη συμβατική διδασκαλία στην τάξη. Σύμφωνα με τις μελέτες αυτές, τα εν δυνάμει οφέλη από την εφαρμογή ενός υβριδικού περιβάλλοντος είναι: α) οι βελτιωμένες επιδόσεις των διδασκόμενων β) η κάλυψη των προτιμήσεων μάθησης (learning style) και διδασκαλίας (teaching style) περισσότερων ατόμων γ) η εύνοια της μαθητοκεντρικής μάθησης δ) η

καλλιέργεια της αίσθησης της συμμετοχής σε κοινότητες μάθησης ε) η αύξηση του βαθμού ικανοποίησης των διδασκόμενων στ) η αύξηση της ενασχόλησης των διδασκόμενων με το εκπαιδευτικό υλικό ζ) η εξασφάλιση μεγαλύτερης ευελιξίας και η) ο περιορισμός των δαπανών και του κόστους εκπαίδευσης (Olapiriyakul & Scher, 2006; Ernst, 2008; EL-Deghaidy & Nouby, 2007; Garnham & Kaleta, 2002; McCray, 2000).

Ωστόσο φαίνεται σε ορισμένες περιπτώσεις οι συμμετέχοντες σε υβριδικά περιβάλλοντα μάθησης να εμφανίζουν κάποια προβλήματα που οφείλονταν για παράδειγμα στην έλλειψη δεξιοτήτων διαχείρισης χρόνου ή τη χρήση προχωρημένων τεχνολογιών, τα οποία ο Graham (2005) θεωρεί ότι αντιμετωπίζονται από τη μελέτη επιτυχημένων περιπτώσεων εφαρμογής υβριδικών προγραμμάτων σε άλλα πανεπιστήμια (Graham, 2005).

Το αντικείμενο της Μοριακής Συμμετρίας και η μοριακή οπτικοποίηση

Το γνωστικό αντικείμενο της Μοριακής Συμμετρίας αναφέρεται σε ιδιότητες της μοριακής δομής και είναι άμεσα συνυφασμένο με την οπτικοχωρική σκέψη των διδασκόμενων. Η αντίληψη και η κατανόηση των ιδιοτήτων της συμμετρίας των μορίων συνίσταται στην δημιουργία και τον χειρισμό τρισδιάστατων νοητικών μοντέλων της μοριακής δομής μέσα από την παρατήρηση των δισδιάστατων συμβολικών αναπαραστάσεων (Tuckey & Selvaratnam, 1993; Antonoglou et al., 2008).

Έρευνες σχετικές με την ενσωμάτωση εργαλείων οπτικοποίησης στη διδακτική πρακτική έδειξαν ότι οι μοριακές οπτικοποιήσεις βοηθούν στην κατανόηση χημικών εννοιών (Tunvi-Arad & Gorsky, 2007; Dori & Barak, 2001; Ealy, 2004). Για την διδασκαλία και τη μάθηση της Μοριακής Συμμετρίας έχουν σχεδιαστεί λογισμικά και διαδικτυακές εφαρμογές τόσο από την ομάδα μας (Charistos et al., 2005) όσο και από άλλους ερευνητές (Tunvi-Arad & Gorsky 2007; Johnston, 2009; Korkmaz & Harwood, 2004; Cass & Rzepa, 2005; Meyer & Sargent, 2007).

Στόχος της εργασίας

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η εφαρμογή του υβριδικού μαθήματος της Μοριακής Συμμετρίας σε προπτυχιακούς φοιτητές Χημείας. Στόχος μας ήταν μέσα στο υβριδικό περιβάλλον μάθησης οι φοιτητές να αναπτύξουν δεξιότητες, να κατανοήσουν χημικές έννοιες, να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους και το βαθμό ικανοποίησης τους. Για να επιτύχουμε τους στόχους μας σχεδιάσαμε, αναπτύξαμε και ενσωματώσαμε στο υβριδικό μάθημα:

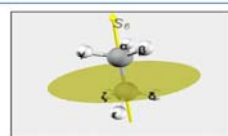
- Εκπαιδευτικό υλικό χωρισμένο σε ενότητες μελέτης (study packs) διαθέσιμο μέσα από την ηλεκτρονική πλατφόρμα του Moodle προκειμένου να ενθαρρύνουμε την ενεργή συμμετοχή των διδασκόμενων με τους δικούς τους ρυθμούς μάθησης.
- Λογισμικά μοριακής οπτικοποίησης με στόχο: α) την ενίσχυση της μετάδοσης πληροφοριών με συνδυασμό οπτικών και λεκτικών ερεθισμάτων, β) την εξοικείωση των διδασκόμενων με την τρισδιάστατη μοριακή δομή γ) την ανάπτυξη δεξιοτήτων νοητικής μεταφοράς από τις δισδιάστατες στις τρισδιάστατες μοριακές αναπαραστάσεις και δ) την εξάσκηση με τις αναπαρασιζόμενες χημικές έννοιες, χωρίς χρονικούς και χωρικούς περιορισμούς (σχήμα 1).
- Εκπαιδευτικό υλικό για κάθε ενότητα το οποίο παρουσιάζει πολυμορφία τόσο ως προς τον τρόπο που διατίθεται, σε σχέση με το χώρο (εξ'αποστάσεως ή στην τάξη) και τον χρόνο (σύγχρονα - ασύγχρονα), όσο και ως προς τη μορφή που διατίθεται (διαδραστικές σημειώσεις του μαθήματος ή σημειώσεις σε εκτυπώσιμη μορφή). Στόχος είναι να καλύψουμε τις προτιμήσεις και τις ιδιαιτερότητες μάθησης και μελέτης όσο το δυνατό περισσότερων διδασκόμενων.

- Μαθησιακές δραστηριότητες και ερωτηματολόγια αξιολόγησης των γνώσεων και των δεξιοτήτων τους ανά ενότητα, με δυνατότητα πολλαπλών προσπαθειών πριν την καταχώρηση των τελικών απαντήσεων τους. Έτσι δημιουργούνται κίνητρα για διερεύνηση, ανάδραση και συνεχή ενασχόληση των διδασκόμενων με το περιεχόμενο του μαθήματος.
- Ανατροφοδότηση (feedback) των απαντήσεων στα ερωτηματολόγια αξιολόγησης μετά την ολοκλήρωση της υποβολής τους και πριν από την προγραμματισμένη συνάντηση στην τάξη. Η ανατροφοδότηση αναδεικνύει τις αδυναμίες και παρανοήσεις των μαθητευόμενων και επιτρέπει τον έλεγχο της πρόοδου τους από τους ίδιους και το διδάσκοντα.
- Σύγχρονα και ασύγχρονα εργαλεία επικοινωνίας τα οποία επιτρέπουν την συνέχιση εκτός τάξης, ουσιαστικών συζητήσεων μεταξύ των διδασκόμενων αλλά και με το διδάσκοντα, διατηρώντας την αίσθηση της συμμετοχής σε μια κοινότητα μάθησης με κοινούς μαθησιακούς στόχους.

Αντιθέτως, στο μόριο του αιθανίου με διαβαθμισμένη διαμόρφωση ενώ δεν υπάρχει άξονας περιστροφής C_2 ούτε και επίπεδο σ_h , υπάρχει άξονας στροφοκατοπτρισμού S_6 που διέρχεται από το δισακό C-C και ταίριζεται γεωμετρικά με τον άξονα C_2 . Το αποτέλεσμα της αντίστοιχης διεργασίας, S_6 , δίνεται σχήμα 1.7γ.

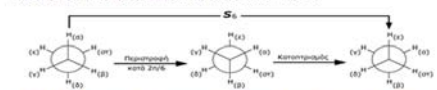
Εφαρμογή 1.7γ: Διεργασία S_6

Στην Εφαρμογή 1.7γ μπορείτε να μελετήσετε την διεργασία στροφοκατοπτρισμού S_6 στη διαβαθμισμένη διαμόρφωση του αιθανίου.



Εφαρμογή 1.7γ: Διεργασία S_6

Για να αποδοθούν καλύτερα οι συνέπειες της διεργασίας στροφοκατοπτρισμού S_6 στο παραπάνω μόριο του αιθανίου, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθούν οι τύποι προβολής Newman. Στο Σχήμα 1.7δ παρουσιάζεται η διεργασία S_6 σε δύο βήματα: πρώτα εκτελείται περιστροφή κατά 30°/60° περί τον άξονα και στη συνέχεια εκτελείται κατοπτρισμός ως προς επίπεδο σ_h κάθετο στον άξονα.



Σχήμα 1. Χαρακτηριστικό απόσπασμα των διαδραστικών σημειώσεων

Σχεδιασμός και εφαρμογή του υβριδικού μοντέλου

Το μάθημα της Μοριακής Συμμετρίας αποτελεί υποχρεωτικό μάθημα του 7ου εξαμήνου του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Τμήματος Χημείας Α.Π.Θ. Συνεπώς η επιλογή των συμμετεχόντων φοιτητών δεν μπορούσε να γίνει με τυχαία δειγματοληψία. Ωστόσο οι φοιτητές είχαν την δυνατότητα να μην παρακολουθήσουν το μάθημα και να συμμετέχουν απευθείας στις τελικές εξετάσεις χωρίς καμία κώρωση. Στο υβριδικό μάθημα της Μοριακής Συμμετρίας κατά το χειμερινό εξάμηνο 2009/10 συμμετείχαν τελικά 29 φοιτητές από τους 32 που είχαν αρχικά εγγραφεί στην ηλεκτρονική πλατφόρμα του Moodle.

Από την πρώτη συνάντηση οι φοιτητές ήταν ενήμεροι για τη φύση του υβριδικού μοντέλου διδασκαλίας, τις έντεκα προγραμματισμένες συναντήσεις στην αίθουσα υπολογιστών του τμήματος και τα δέκα διαθέσιμα μαθησιακά πακέτα (study packs) στο Moodle (Amrein-Beardsley et al., 2007; Garnham & Kaleta, 2002). Οι φοιτητές ενημερώθηκαν επίσης για την ύπαρξη συστήματος καταγραφής των ενεργειών και των επιδόσεων τους στο Moodle.

Σε κάθε προγραμματισμένη συνάντηση γινόταν μια σύντομη διάλεξη σχετική με το περιεχόμενο της επερχόμενης ενότητας. Κατόπιν γινόταν παρουσίαση και δίνονταν οδηγίες για το διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό και τις δραστηριότητες του αντίστοιχου σε αυτή την ενότητα μαθησιακού πακέτου στο Moodle.

Στην εβδομάδα που ακλουθούσε και μέχρι την επόμενη συνάντηση οι φοιτητές μπορούσαν να μελετήσουν τις διαδραστικές σημειώσεις ή να τις εκτυπώσουν και να τις μελετήσουν (.pdf), να ασχοληθούν και να εξασκηθούν στις διαθέσιμες μαθησιακές δραστηριότητες. Επίσης μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν όλα τα διαθέσιμα εργαλεία του μαθήματος στο Moodle.

Στο τέλος κάθε ενότητας οι μαθητευόμενοι έπρεπε να συμπληρώσουν μέσα σε διάστημα τριών ημερών ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης των αποκτηθέντων γνώσεων και των δεξιοτήτων τους (κουίζ) στην ενότητα αυτή. Μετά το κλείσιμο των ερωτηματολογίων οι φοιτητές και ο διδάσκων είχαν πρόσβαση στο ηλεκτρονικό βαθμολόγιο του Moodle. Με την υπηρεσία αυτή, οι φοιτητές μπορούσαν να ελέγξουν τις απαντήσεις τους (feedback) ενώ ο διδάσκων μέσα από τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία, μπορούσε να διαγνώσει δυσκολίες και παρανοήσεις των φοιτητών (εξατομικευμένα για κάθε φοιτητή ή για το σύνολο της τάξης).

Στην επόμενη συνάντηση οι φοιτητές ανέφεραν τυχόν τεχνικά προβλήματα, εξέφραζαν τις απορίες τους και συμμετείχαν σε συζητήσεις προκειμένου να διασαφηνιστούν έννοιες σχετικές με το γνωστικό αντικείμενο.

Οι ίδιες διαδικασίες ακολουθήθηκαν σε όλη τη διάρκεια του εξαμήνου μέχρι την τελευταία προγραμματισμένη συνάντηση κατά την οποία πραγματοποιήθηκε η τελική αξιολόγηση των δεξιοτήτων και των γνώσεων των διδασκόμενων στο σύνολο της ύλης του μαθήματος. Επιπλέον, τους ζητήθηκε να αξιολογήσουν το υβριδικό μοντέλο διδασκαλίας, το υλικό και το περιεχόμενο του μαθήματος και την εμπειρία τους στο υβριδικό περιβάλλον εκπαίδευσης.

Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του υβριδικού μαθήματος της μοριακής συμμετρίας

Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του υβριδικού μοντέλου εκπαίδευσης στις επιδόσεις των προπτυχιακών φοιτητών χημείας προχωρήσαμε στη σύγκριση του ποσοστού επιτυχίας και των βαθμολογιών στις τελικές εξετάσεις των 29 φοιτητών που παρακολούθησαν το υβριδικό μάθημα της μοριακής συμμετρίας το 2009/10 με εκείνες των 41 φοιτητών που παρακολούθησαν το μάθημα με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας μέσα στην τάξη κατά το χειμερινό εξάμηνο 2007/08. Το μάθημα παραδοσιακά γινόταν από τον ίδιο διδάσκοντα με τη μορφή τριών εβδομαδιαίων διαλέξεων. Στο τέλος του εξαμήνου αξιολογούνταν οι επιδόσεις των φοιτητών στο σύνολο της διδαχθείσας ύλης. Οι ερωτήσεις ήταν παρόμοιες λογικής και δυσκολίας με αυτές που τέθηκαν στην τελική αξιολόγηση το 2009/10. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η σύγκριση αυτή παρόλο που δεν μπορεί να περιγραφεί από κάποιο στατιστικό μέτρο καθώς οι συγκρινόμενες ομάδες προέρχονται από δύο διαφορετικές χρονιές (cohorts) δίνει σημαντικές πληροφορίες για την επίδραση του υβριδικού σχεδιασμού στη διδασκαλία και τη μάθηση της Μοριακής Συμμετρίας.

Για το βαθμό ενασχόλησης και τις επιδόσεις των φοιτητών στο online μέρος του υβριδικού μαθήματος συλλέχθηκαν δεδομένα από το σύστημα καταγραφής του Moodle.

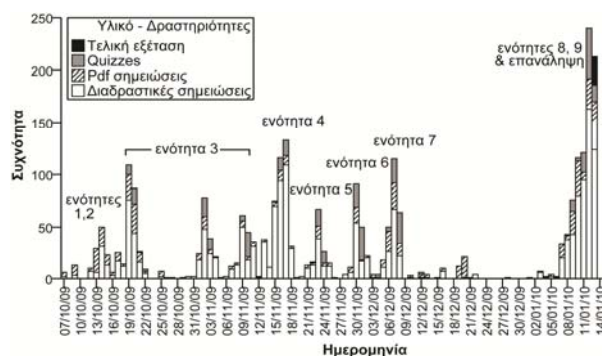
Οι απόψεις και ο βαθμός ικανοποίησης των φοιτητών προέκυψαν μέσα από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε στο τέλος του εξαμήνου. Στο πρώτο

μέρος του ερωτηματολογίου οι ερωτήσεις αφορούσαν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των φοιτητών, την εξοικείωση τους και τους λόγους ενασχόλησης με τις νέες τεχνολογίες. Στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου υπήρχαν ερωτήσεις της πεντάβαθμης κλίμακας Likert που οι φοιτητές καλούνταν να δηλώσουν το βαθμό συμφωνίας τους με δηλώσεις που αφορούσαν την ποιότητα και την ευχρηστία του online μέρους του μαθήματος. Στο τρίτο μέρος της έρευνας ζητήθηκε από τους φοιτητές να εκφράσουν το βαθμό συμφωνίας τους με καταφατικές ή αρνητικές δηλώσεις για το υβριδικό μοντέλο εκπαίδευσης και την εμπειρία τους στο υβριδικό περιβάλλον μάθησης. Τα στοιχεία του ερωτηματολογίου προέκυψαν μετά από αναζήτηση έγκυρων και αξιόπιστων ερωτηματολογίων στη βιβλιογραφία (Amrein-Beardsley et al., 2007; Ernst, 2008; Hong Lin, 2008).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Οι φοιτητές που παρακολούθησαν το υβριδικό μάθημα (2009/10) είχαν καλύτερες επιδόσεις από τους φοιτητές που παρακολούθησαν την παραδοσιακή διδασκαλία της Μοριακής Συμμετρίας (2007/8). Συγκεκριμένα η μέση βαθμολογία στις τελικές εξετάσεις ήταν 8.3 (N=29, SD=0.22) για τους πρώτους και 5.5 (N=35, SD=0.21) για τους δεύτερους. Το ποσοστό επιτυχίας των φοιτητών στο μάθημα της Μοριακής Συμμετρίας ήταν 93.1 % το 2009/10 και 73.2% % το 2007/08.

Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται η συχνότητα ενασχόλησης των φοιτητών με το εκπαιδευτικό υλικό και τις δραστηριότητες του υβριδικού μαθήματος στο Moodle. Στις ημερομηνίες κατά τις οποίες τα ερωτηματολόγια είναι ανοιχτά προς συμπλήρωση παρατηρείται μια αυξημένη συχνότητα πρόσβασης. Επίσης οι φοιτητές φαίνεται να συμπληρώνουν συστηματικά τα ερωτηματολόγια αξιολόγησης στο τέλος κάθε ενότητας και μελετούν τις σημειώσεις και στις δύο εκδοχές τους (διαδραστική και εκτυπώσιμη μορφή). Από το ίδιο σχήμα φαίνεται ότι οι διαδραστικές σημειώσεις που εμπεριέχουν τις περισσότερες μικροεφαρμογές μοριακής οπτικοποίησης, όπως στις ενότητες 3 και 4 είναι οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες. Τα προφανή κενά στο διάγραμμα αντιστοιχούν σε εβδομάδες χωρίς προγραμματισμένες συναντήσεις μέσα στην τάξη. Στο τέλος του εξαμήνου η αυξημένη συχνότητα πρόσβασης των φοιτητών κυρίως στις διαδραστικές σημειώσεις αποδίδεται στην προετοιμασία των φοιτητών για την επικείμενη τελική εξέταση.



Σχήμα 2. Συχνότητα πρόσβασης στο online υλικό και τις δραστηριότητες του υβριδικού μαθήματος κατά τη διάρκεια του χειμερινού εξαμήνου 2009-10

Το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης συμπληρώθηκε ανώνυμα από 26 φοιτητές που παρακολούθησαν το υβριδικό μάθημα της μοριακής συμμετρίας. Ένα σημαντικό ποσοστό από αυτούς δήλωσε ότι δεν είχε πρόσβαση στο διαδίκτυο από το σπίτι, ωστόσο αυτό δεν φαίνεται να αποτέλεσε πρόβλημα αφού χρησιμοποιούσαν την αίθουσα υπολογιστών του Τμήματος. Όλοι δήλωσαν ότι συμμετείχαν σε υβριδικό μάθημα για πρώτη φορά, παρά το γεγονός ότι είχαν προηγούμενη εμπειρία μαθημάτων όπου χρησιμοποιούσαν πηγές του διαδικτύου. Οι πλειοψηφία των φοιτητών δήλωσε ότι έχουν αυξημένη αυτοπεποίθηση σε σχέση με τις ικανότητες τους με τις νέες τεχνολογίες και τις χρησιμοποιούν συστηματικά για επικοινωνία και ψυχαγωγία, ενώ σπάνια χρησιμοποιήσουν λογισμικά Χημείας π.χ. για το σχεδιασμό μοριακών δομών.

Από τις απαντήσεις στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου προκύπτει ότι δεν υπήρχαν ιδιαίτερα τεχνικά προβλήματα στο online μέρος του υβριδικού μαθήματος, με εξαίρεση κάποιους εκτεταμένους χρόνους φόρτωσης ιστοσελίδων που περιείχαν ενσωματωμένα περισσότερες από δύο μικροεφαρμογές μοριακής οπτικοποίησης. Ένα μικρό ποσοστό φοιτητών αντιμετώπισαν δυσκολίες κατά την εγγραφή τους στο μάθημα, την έκδοση κωδικού πρόσβασης στο Moodle. Οι φοιτητές στην πλειοψηφία τους συμφωνήσαν με τη δήλωση ότι το Moodle αποτελεί ένα φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον, καθώς μπορούσαν εύκολα να πλοηγηθούν και να χρησιμοποιήσουν τα διαθέσιμα εργαλεία.

Το περιεχόμενο των διαδραστικών σημειώσεων κρίθηκε θετικά, καθώς οι περισσότεροι συμφώνησαν ότι η ορολογία, τα σύμβολα και οι μοριακές αναπαραστάσεις χρησιμοποιήθηκαν με σύνεση και συνέπεια. Όλοι οι φοιτητές δήλωσαν ότι μπορούσαν εύκολα να χειριστούν τις διαδραστικές εφαρμογές τρισδιάστατης μοριακής οπτικοποίησης και να εκτελέσουν τις διεργασίες συμμετρίας. Για τις ερωτήσεις των κουίζ, η πλειοψηφία συμφώνησε ότι ήταν σαφείς και δήλωσαν ότι δεν δυσκολεύτηκαν να βρουν το πως να καταχωρήσουν τις απαντήσεις τους στους διάφορους τύπους ερωτήσεων.

Από τις απαντήσεις στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου προκύπτει ότι η πλειοψηφία των φοιτητών συμφωνεί ότι το υβριδικό περιβάλλον μάθησης είναι ωφέλιμο καθώς προωθεί την ενεργητική μάθηση και υποστηρίζει τους προσωπικούς ρυθμούς μάθησης, χωρίς χρονικούς και χωρικούς περιορισμούς. Η πλειοψηφία δήλωσε ότι η ύλη του μαθήματος ήταν κατανοητή και οι διοδιάστατες και οι τρισδιάστατες μοριακές αναπαραστάσεις τους βοήθησαν στην κατανόηση της μοριακής συμμετρίας. Οι φοιτητές θεωρούν ότι με την εξάσκηση στις διαδραστικές μοριακές οπτικοποιήσεις ανέπτυξαν τη δεξιότητα να χειρίζονται νοητικά τρισδιάστατες μοριακές αναπαραστάσεις από την παρατήρηση των διοδιάστατων απεικονίσεων τους. Οι παραπάνω δηλώσεις των φοιτητών επιβεβαιώθηκαν και από τις επιδόσεις τους στα ερωτηματολόγια αξιολόγησης των γνώσεων και των δεξιοτήτων τους στο τέλος κάθε ενότητας αλλά και στην τελική συνολική αξιολόγηση.

Από τις απαντήσεις των φοιτητών φάνηκε ότι μέσα στο υβριδικό περιβάλλον, δημιουργήθηκε η αίσθηση της συμμετοχής τους σε μια κοινότητα μάθησης στην οποία τα μέλη της επικοινωνούν και συνεργάζονται για να επιτύχουν κοινούς μαθησιακούς στόχους. Αυτό επιβεβαιώθηκε και από παρατηρήσεις του διδάσκοντα και των συνεργατών του κατά την διάρκεια των προγραμματισμένων συναντήσεων, όπου οι φοιτητές παρουσιάζονταν καλά προετοιμασμένοι και πρόθυμοι να συμμετέχουν σε ουσιαστικές συζητήσεις. Επίσης κατά τη διάρκεια της εβδομάδας μεταξύ δύο προγραμματισμένων συναντήσεων, παρατηρήθηκε ότι η αίθουσα υπολογιστών του τμήματος αποτέλεσε σημείο συνάντησης και συνεργασίας των φοιτητών που συμμετείχαν στο μάθημα.

Συμπεράσματα

Από την αποτίμηση των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι επιτευχθήκαν οι αρχικοί μαθησιακοί στόχοι και επιβεβαιώθηκαν τα οφέλη από την υιοθέτηση του υβριδικού μοντέλου εκπαίδευσης που αναφέρονται και από άλλους ερευνητές στη βιβλιογραφία. Οι επιδόσεις των φοιτητών στο υβριδικό περιβάλλον μάθησης ήταν βελτιωμένες σε σχέση με τους φοιτητές που παρακολούθησαν την συμβατική διδασκαλία της Μοριακής Συμμετρίας. Οι φοιτητές κρίνουν θετικά το υβριδικό μάθημα και την εμπειρία τους στο υβριδικό περιβάλλον μάθησης. Η μεταφορά μέρους των δραστηριοτήτων και του εκπαιδευτικού υλικού με εκτεταμένη χρήση διαδραστικών μοριακών οπτικοποιήσεων στο διαδίκτυο, η οργάνωση του σε ενότητες και η εισαγωγή σε εβδομαδιαία βάση κοιζ προκάλεσε αύξηση του βαθμού ενασχόλησης με το περιεχόμενο του μαθήματος, προώθηση της διερευνητικής μάθησης, ενθάρρυνε τη συνεργασία ανάμεσα στους φοιτητές και υποστήριξε την ουσιαστική ενεργή συμμετοχή τους στην τάξη.

Για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την αξιολόγηση ενός υβριδικού μαθήματος των θετικών επιστημών απαιτούνται πολλές ώρες προσωπικής δουλειάς και συνεργασίας από μόνον εξειδικευμένων σε πολλαπλά επιστημονικά πεδία, όπως: το γνωστικό αντικείμενο, τη διδακτική του γνωστικού αντικειμένου, τις νέες εκπαιδευτικές τεχνολογίες και τον διδακτικό σχεδιασμό. Ωστόσο ο αυξημένος όγκος δουλειάς φαίνεται να ανταμείβεται από τα μαθησιακά οφέλη, την ενεργή και συνεργατική συμμετοχή των φοιτητών. Το υβριδικό μοντέλο διδασκαλίας μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Αναφορές

- Amrein-Beardsley, A., Foulger, T.S., & Toth M. (2007). Examining the development of a hybrid degree program: using student and instructor data to inform decision-making. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(4), 331-357.
- Antonoglou, L.D., Charistos, N.D., & Sigalas, M.P. (2008). Design of molecular visualization educational software for chemistry learning. In T. B. Scott & J. I. Livingston (ed.), *Leading-edge educational technology* (pp. 105-131). New York: Nova Publishers.
- Cass, M.E., & Rzepa, H.S. (2005). An animated interactive overview of molecular symmetry. *Journal of Chemical Education*, 82, 1742-1743.
- Charistos, N. D., Tsipis, C.A., & Sigalas, M. P. (2005). 3D molecular symmetry shockwave: three-dimensional perception of molecular symmetry. *Journal of Chemical Education*, 82, 131-132.
- Delialioglu, O., & Yildirim, Z. (2008). Design and development of a technology enhanced hybrid instruction based on MOLTA model: its effectiveness in comparison to traditional instruction. *Computers & Education*, 51, 474-483.
- Dori, Y.J., & Barak, M. (2001). Virtual and physical molecular modelling: fostering model perception and spatial understanding. *Educational Technology & Society*, 4, 61-74.
- Ealy, J. B. (2004). Students' understanding is enhanced through molecular modeling. *Journal of Science Education and Technology*, 13, 461-471.
- El-Deghaidy H., & Nouby A. (2007). Effectiveness of a blended e-learning cooperative approach in an Egyptian teacher education programme. *Computers & Education*, 51, 988-1006.
- Ernst, J. V. (2008). A comparison of traditional and hybrid online instructional presentation in communication technology. *Journal of Technology Education*, 19(2), 40-49.
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). *Educational Research: An introduction*. New York: Longman Publishers.
- Garnham, C., & Kaleta, R. (2002). Introduction to hybrid courses. *Teaching with Technology Today*, 8(10).
- Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: uncovering its transformative potential in higher education. *Internet and Higher Education*, 7(2), 95-105.

- Graham, C.R., & Dziuban, C. (2008). Blended learning environments. In M. J. Spector, D. M. Merrill, J. Merriënboer & M. P. Driscoll (ed.) *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 269-276). New York, Taylor & Francis.
- Graham, C. R. (2005). Introduction to Blended Learning. In B. C. Bonk & C. R. Graham *The Handbook of blended Learning: Global Perspectives, Local Designs* (pp. 1 - 21). John Wiley & Sons Inc.
- Hong Lin, (2008). Blending online components into traditional instruction in pre-service teacher education: the good, the bad, and the ugly. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 2(1).
- Johnston, D. H. (2009). Visual-spatial learning: development of an interactive web-based symmetry tutorial. *CONFICHEM Conference: Excellence in Education with CCLI*. Retrieved on February 12, 2010 from <http://www.ched-ccce.org/confchem/2009/Fall2009/P4-Johnston.html>
- Korkmaz, A., & Harwood, W. S. (2004). Web-supported chemistry education: design of an online tutorial for learning molecular symmetry. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 243-253.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- McCray, G. E. (2000). The hybrid course: merging on-line instruction and the traditional classroom. *Information Technology and Management*, 1, 307-327.
- Meyer, D. E., & Sargent, A. L. (2007). An interactive computer program to help students learn molecular symmetry elements and operations. *Journal of Chemical Education*, 84, 1551-1552.
- Olapiriyakul, K., & Scher, J. M. (2006). A guide to establishing hybrid learning courses: employing information technology to create a new learning experience, and a case study. *Internet and Higher Education*, 9, 287-301.
- Tuckey, H., & Selvaratnam, M. (1993). Studies involving three-dimensional visualization skills in chemistry: a review. *Studies in Science Education*, 21, 99-121.
- Tuvi-Arad, I., & Gorsky, P. (2007). New visualization tools for learning molecular symmetry: a preliminary evaluation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 61-72.
- Williams, N.A., Bland, W., & Christie, G. (2008). Improving student achievement and satisfaction by adopting a blended learning approach to inorganic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 43-50.
- Wu, H-K., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88, 465-492.