

Η επιτυχής εμπειρία στη Διδακτική της Χημείας: Έχει Χημεία Εκπαίδευση Έρευνα Common Ground με το Ελληνικό Σχολείο πρακτική;

Κατερίνα Σάλτα και Διονύσιος Κουλουγλιώτης*

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (ΤΕΙ) Ιονίων Νήσων

Ζάκυνθος, Ελλάδα

ksalta@chem.uoa.gr, dkoul@teiion.gr

Περίληψη

Στο πρώτο μέρος αυτής της εργασίας, παρουσιάζουμε μια σύντομη περίληψη για την εκπαιδευτική έρευνα που σχετίζονται με τις επιπτώσεις των διαφορετικών στρατηγικών διδασκαλίας για την εκμάθηση της χημείας με επίκεντρο τις δύο πιο κοινές ρυθμίσεις σχολικής διδασκαλίας: από την τάξη και το εργαστήριο. Στη συνέχεια, γίνεται προσπάθεια να διερευνήσει το βαθμό υιοθέτησης των στρατηγικών αυτών από τους Έλληνες εκπαιδευτικούς, μέσω ανάλυσης του περιεχομένου ενός workshop πραγματοποιείται με τη συμμετοχή 15 ατόμων. Σημαντικές γνώσεις δόθηκαν σε σχέση με το "τι αποτελεί μια επιτυχή εμπειρία στη διδασκαλία της χημείας" και τις προτάσεις των καλών διδακτικών πρακτικών, καθώς και για τις προϋποθέσεις που απαιτούνται για την επιτυχή εφαρμογή ενός νέου διδακτική προσέγγιση έγιναν. Πρακτική εργαστηριακή εργασία, η συνεργατική προσέγγιση της διδασκαλίας (παρά τις δυσκολίες στην εφαρμογή), η αξιοποίηση της διεπιστημονικότητας και η στοχευμένη χρήση των ΤΠΕ υπήρξαν ορισμένες από τις προτεινόμενες καλές πρακτικές. Το κύριο συμπέρασμα είναι ότι αν και Έλληνες καθηγητές χημείας γνωρίζουν την ύπαρξη και τη σημασία των μαθητοκεντρική εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που προτείνονται από την έρευνα της εκπαίδευσης χημείας, που φαίνεται να αντιμετωπίζουν πολλά εμπόδια κατά την πρακτική εφαρμογή και συχνά αγνοούν τις συνθήκες υπό τις οποίες αυτές οι προσεγγίσεις είναι αποτελεσματικές για ουσιαστική μάθηση των μαθητών.

1. Χημεία εκπαίδευση έρευνα

Η σημασία της χημείας για την προετοιμασία της επιστήμης-εγγράμματοι πολίτες επέστησε την αυξημένη προσοχή στην ποιότητα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης χημικών και πώς μπορεί να βελτιωθεί. Υπάρχουν έντονες ανησυχίες ότι τα μαθήματα χημείας σχολείο δεν παρέχει στους φοιτητές με μαθησιακές εμπειρίες υψηλής ποιότητας, ούτε είναι η προσέλκυση και διατήρηση φοιτητές στην επιστήμη και η χημεία τους τομείς [1]. Ένα σημαντικό τμήμα της εκπαίδευσης χημείας επικεντρώνεται στη μέτρηση των επιπτώσεων των στρατηγικών διδασκαλίας για την εκμάθηση των φοιτητών και την κατανόηση [1]. Σε αυτό το έργο, μπορούμε αρχικά να συνοψίσει την έρευνα που σχετίζονται με τις επιπτώσεις των διαφορετικών στρατηγικών διδασκαλίας για την εκμάθηση των φοιτητών με επίκεντρο τη συζήτηση για τις δύο πιο κοινές ρυθμίσεις για τη σχολική εκπαίδευση, την τάξη και το εργαστήριο. Οι περισσότερες μελέτες εκπαίδευση χημείας σε διδακτικές στρατηγικές υποθέτουν ότι οι σπουδαστές να χτίσουν τη δική τους κατανόηση της χημείας με την εφαρμογή των μεθόδων και των αρχών του, είτε ατομικά είτε σε ομάδες [2, 3]. Ως εκ τούτου, οι μελέτες αυτές συνήθως εξετάζουν το βαθμό στον οποίο μαθητοκεντρική τάξεις είναι πιο αποτελεσματικές από τις παραδοσιακές διαλέξεις στην προώθηση της κατανόησης των μαθητών του περιεχομένου των μαθημάτων.

Η πλειοψηφία των μελετών υποστηρίζουν σταθερά την άποψη ότι η υιοθέτηση διάφορων μαθητοκεντρική προσεγγίσεις για την διδασκαλία στην τάξη μπορεί να βελτιώσει φοιτητών μάθησης σε σχέση με διαλέξεις που δεν περιλαμβάνουν τη συμμετοχή των φοιτητών [1]. Οι εκπαιδευτές έχουν μια ποικιλία από επιλογές στη διάθεσή τους για να κάνουν διαλέξεις πιο διαδραστικό και την ενίσχυση της αποτελεσματικότητάς τους. Διαδραστικές επιδείξεις διάλεξη είναι μια στρατηγική για την ενθάρρυνση της συμμετοχής των φοιτητών. Ερευνητική εργασία στη χημεία της εκπαίδευσης δείχνει ότι οι σπουδαστές που είχαν τη δυνατότητα να εργαστούν σε μικρές ομάδες για να γίνουν προβλέψεις σχετικά με τις διαδηλώσεις διάλεξη παρουσίασε σημαντικές βελτιώσεις σε δοκιμές πάνω από φοιτητές που παρατήρησε απλώς διαδηλώσεις [4]. Πολλοί μετατραπεί μαθήματα ενσωματώνουν δραστηριότητες στην τάξη, όπου οι μαθητές συνεργάζονται μεταξύ

τους. Η έρευνα έχει δείξει ότι οι δραστηριότητες αυτές ενισχύουν την αποτελεσματικότητα των μαθητοκεντρική μάθηση πέρα από την παραδοσιακή διδασκαλία [5]. Επιπλέον, η συνεργατική μάθηση έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την παραμονή των φοιτητών της γνώσης περιεχομένου [6].

Τα στοιχεία σχετικά με την αποτελεσματικότητα του διαδοσμένες τεχνολογίες όπως animations είναι μικτή. Η χρήση των animations έχει μελετηθεί και αποδειχθεί ότι ενισχύει την μάθηση σε ορισμένες περιπτώσεις, αλλά για να είναι αναποτελεσματική ή ακόμα και επιζήμια για την μάθηση των μαθητών σε άλλες καταστάσεις. Στο σύνολό τους, η έρευνα καταδεικνύει ότι το πώς η τεχνολογία χρησιμοποιείται θέματα περισσότερο από απλά χρησιμοποιώντας την τεχνολογία. Για την τεχνολογία για να είναι αποτελεσματικές, οι εκπαιδευτές πρέπει να γνωρίζουν τις συνθήκες που υποστηρίζουν την αποτελεσματική χρήση της τεχνολογίας και να την εντάξουν στα μαθήματά τους, με σαφείς στόχους μάθησης στο μυαλό [7].

Μαθαίνοντας χημεία λαμβάνει χώρα όχι μόνο σε αίθουσες διδασκαλίας, αλλά και σε εργαστήρια. Καλά σχεδιασμένα εργαστήρια μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν την ικανότητά τους με τις επιστημονικές πρακτικές, όπως πειραματικό σχεδιασμό? επιχειρηματολογία? διατύπωση επιστημονικών ερωτήσεων? και τη χρήση των χημικών εξοπλισμού, όπως σιφώνια, και ογκομετρικά γυάλινα είδη. Ωστόσο, τα εργαστήρια που έχουν σχεδιαστεί κυρίως για να ενισχύσει το υλικό διάλεξη δεν εμβαθύνει απαραίτητα την κατανόηση των μαθητών για τις έννοιες που καλύπτονται σε διάλεξη [8-10]. Πράγματι, η επανεξέταση των πάνω από 20 χρόνια έρευνας για εργαστηριακή διδασκαλία βρέθηκε "ελάχιστα στοιχεία από προσεκτικά σχεδιασμένα και διεξάγονται μελέτες» για να στηρίξει την ευρέως διαδοσμένη πεποίθηση ότι η εργαστηριακή εκπαίδευση είναι απαραίτητη για την κατανόηση της επιστήμης [11].

Domini έχει χαρακτηρίσει την έρευνα στα εργαστήρια χημείας που εκτείνονται από την επαγωγική εμπειρία ("εξηγεί, στη συνέχεια, πειραματιστείτε") με επαγωγικό πειράματα ("πείραμα, στη συνέχεια να εξηγήσει") [12]. Αν και η επικέτα "έρευνα" είναι συχνά συνώνυμη με την επαγωγική πειράματα, μία ανάλυση έδειξε ότι ούτε εμπορικά δημοσιεύονται εργαστηριακά εγχειρίδια, ούτε κριτές χειρόγραφα που αυτοπροσδιορίζονται ως "έρευνα" σκοράρει πολύ ψηλά στην επικεφαλίδα Lederman της επιστημονικής έρευνας, η οποία σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει το επίπεδο της επιστημονικής έρευνας που συμβαίνουν στην επιστήμη τάξεις του γυμνασίου [13]. Όσον αφορά την επίδραση των εργαστηρίων για τη μάθηση, τις αναδυόμενες στοιχεία δείχνουν ότι οι μαθητές σε ένα ανοικτού πρόβλημα με εργαστηριακή μορφή βελτίωση δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων τους [14].

2. Σχολή πρακτική στα ελληνικά τάξεις χημεία

Έχουν χημεία ευρήματα της έρευνας της εκπαίδευσης έχουν μεταφραστεί σε διδακτική πρακτική στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα; Οι συζητήσεις μεταξύ των συμμετεχόντων στο Ελληνική Εθνικό Εργαστήριο για την επιτυχή Εμπειρίες και Καλές Πρακτικές στην Διδακτική της Χημείας παρείχαν σημαντικές ιδέες για αυτό το θέμα. Η Ημερίδα πραγματοποιήθηκε τον Μάρτιο του 2014, με τη συμμετοχή συνολικά 15 άτομα (9 καθηγητές και 6 επιστημονικούς εμπειρογνώμονες). Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε μικρές ομάδες των 3-4 ατόμων και κλήθηκαν να συζητήσουν ένα συγκεκριμένο θέμα μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (περίπου 20 λεπτά). Στη συνέχεια, κάθε ομάδα κλήθηκε να παρουσιάσει μια περίληψη της συζήτησης που έλαβε χώρα μεταξύ των μελών της, μέσω ενός εκπροσώπου για μέγιστο χρονικό διάστημα 10 λεπτών. Αυτές οι παρουσιάσεις ήταν μαγνητοσκοπημένο, μεταγραφή και ανάλυση περιεχομένου έγινε. Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Στο πρώτο μέρος των συμμετεχόντων εργαστήριο κλήθηκαν να συζητήσουν το θέμα «Ποια είναι τα χαρακτηριστικά ενός επιτυχημένου εμπειρία στη διδασκαλία της χημείας;» Με βάση τις προσωπικές εμπειρίες και απόψεις από τους συμμετέχοντες μια επιτυχημένη διδακτική προσέγγιση είναι αυτή που είναι καλά οργανωμένη, εξάπτει την περιέργεια των μαθητών "και κρατά τους ενδιαφέρει, αλλά ταυτόχρονα επιτυγχάνει σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα. Το γεγονός ότι οι μαθητές δείχνουν αυξημένη ενδιαφέρον δεν εγγυάται ότι έχουν επίσης κατανοήσει τη διδασκόμενη ύλη. Η διδακτική πράξη πρέπει πάντα να αξιολογούνται τόσο από το δάσκαλο ο οποίος θα πρέπει να παρακολουθεί στενά τη συμπεριφορά των μαθητών και να δοκιμάσουν τις επιδόσεις τους και να πάρει feedback από τους ίδιους τους μαθητές. Μια καλή πρακτική δίνει έμφαση στο πώς η επιστημονική γνώση μπορεί να συνδεθεί με την καθημερινή εμπειρία ζωής και εκμεταλλεύεται όσο δυνατόν διεπιστημονικότητα μεταξύ των πεδίων της επιστήμης που σχετίζονται όπως η

φυσική, η χημεία και η βιολογία. Επιπλέον, σε μια επιτυχημένη διδακτική εμπειρία, υπάρχει ισχυρή αλληλεπίδραση-μεταξύ φοιτητών και μεταξύ των σπουδαστών και των δασκάλων. Ο φοιτητής πρέπει να έχουν αποκτήσει αρμοδιότητες σε θέματα ερωτήσεις, καθώς και στην αναζήτηση τρόπων για να πάρει απαντήσεις.

Ποιες μετατροπές που απαιτούνται στην παραδοσιακή διδασκαλία, έτσι ώστε μια επιτυχημένη διδασκαλία της χημείας εμπειρία παράγεται; Οι απόψεις των συμμετεχόντων σε αυτό το θέμα συζήτησης μπορεί να συνοψιστεί ως εξής: Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων συμφώνησε ότι η συμμετοχή φοιτητών σε εργαστηριακές δραστηριότητες και εργάζονται σε μικρές ομάδες (2-3 ατόμων) με προ-ανατεθεί συγκεκριμένοι ρόλοι του δασκάλου είναι καλές διδακτικές πρακτικές. Επιπλέον, η εισαγωγή του μαθήματος σαν μια σύντομη δραστηριότητα που θα προσελκύσει την προσοχή των μαθητών και να προκαλέσει το κίνητρο για να μάθουν αποτελεί μια καλή πρακτική, καθώς και. Από την άλλη πλευρά, οι συνθήκες υπό τις οποίες ο συνεταιρισμός διδακτική προσέγγιση μπορεί να είναι επιτυχής είναι αμφισβητήσιμη. Μια κουλτούρα που εργάζονται ως μέλος της ομάδας πρέπει να διδάσκονται από νωρίς εκπαίδευση και περισσότερος χρόνος πρέπει να περάσει στην εμπλοκή μαθητών σε συνεργατικές δραστηριότητες κατά τη διάρκεια της κατηγορίας.

Προτάσεις των συμμετεχόντων καλών διδακτικών πρακτικών περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

(Α) η ενσωμάτωση των δραστηριοτήτων που αποσκοπούν στην εκλαΐκευση της έρευνας της χημείας και την επίτευξη πιο ουσιαστική μάθηση?

(Β) η έγκριση του συνεταιρισμού διδακτική προσέγγιση, παρά τις δυσκολίες της στην εφαρμογή?

(Γ) η στοχευμένη χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για τη διδασκαλία των βασικών θεμάτων χημείας, όπως η στερεοχημική?

(Δ) να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην εργαστηριακή εργασία, παρά τις υπάρχουσες δυσκολίες όπως ο περιορισμένος χρόνος διδασκαλίας και την υποδομή, την πίεση στο δάσκαλο για "καλύπτει την ύλη", η αντίληψη των μαθητών για την εργασία εργαστήριο ως ένα απλό παιχνίδι η οποία δεν απαιτεί καμία σοβαρή προσπάθεια για μάθηση και το ενδιαφέρον των μαθητών αποκλειστικά σε καλές επιδόσεις στις πανελλαδικές εξετάσεις για την εισαγωγή στην τριτοβάθμια εκπαιδευτικά ιδρύματα (λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι αυτές οι εξετάσεις δεν περιλαμβάνουν εργαστήριο που σχετίζονται με θέματα εξετάσεων μέχρι την ημερομηνία αυτή)?

(Ε) η κατάλληλη ενσωμάτωση της χημείας της έρευνας (π.χ. σύγχρονες επιστημονικές τεχνικές ανάλυσης) στη χημεία του σχολείου μέσω της αλληλεπίδρασης με ακαδημαϊκά ιδρύματα ή / και χημικές βιομηχανίες.

3 Συμπεράσματα

Παρά το γεγονός ότι η ελληνική δευτεροβάθμια καθηγητές χημείας είναι ενήμεροι για τις διδακτικές προσεγγίσεις μαθητοκεντρική προτείνει η ερευνητική εκπαίδευση χημεία, που φαίνεται να αντιμετωπίζουν πολλά εμπόδια στην πρακτική εφαρμογή τους, και μερικές φορές ακόμη και να αγνοήσει τις συνθήκες υπό τις οποίες αυτές οι προσεγγίσεις είναι αποτελεσματικές ως επιτυχημένες εμπειρίες για τους μαθητές » ουσιαστική μάθηση. Τα αποτελέσματα ενός προηγούμενου εργαστηρίου που σχετίζονται με την επαγγελματική εξέλιξη των Ελλήνων εκπαιδευτικών της χημείας αποκάλυψε «τα εμπόδια για την εφαρμογή νέων διδακτικών προσεγγίσεων (π.χ. το κλειστό πρόγραμμα σπουδών και των μαθητών οι εκπαιδευτικοί μέθοδοι αξιολόγησης) [15]. Επιπλέον, η συζήτηση που πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της τρέχουσας εργαστήριο σχετικά με συνεταιρισμό της διδασκαλίας και της έρευνας εργαστηριακές δραστηριότητες ρίξει φως στις δυσκολίες που ανέκυψαν κατά την εφαρμογή του μαθητοκεντρική διδασκαλία προσεγγίσεις.

Μια μαθητοκεντρική διδακτική προσέγγιση δίνει λιγότερη έμφαση στη μετάδοση πραγματικών πληροφοριών από τον εκπαιδευτή, και είναι συνεπής με τη στροφή σε μοντέλα της μάθησης από την απόκτηση πληροφοριών (μέσα του 1900) για την κατασκευή της γνώσης (τέλη του 1900) [16]. Μέχρι σήμερα, η πιο κοινή στρατηγική για τη μεταφορά της εκπαίδευσης έρευνα χημεία σε πρακτική ήταν να αναπτύξουν νέες προσεγγίσεις και υλικά διδασκαλίας, η δοκιμή τους μέσω της εκπαιδευτικής έρευνας, και στη συνέχεια να κάνουν τα πιο ελπιδοφόρα αυτά είναι διαθέσιμα σε εκπαιδευτικούς χημείας, κυρίως μέσα από συνέδρια και ημερίδες. Στηριζόμενη σε μεγάλο βαθμό από τους καθηγητές χημείας αυτο-έκθεση των δεδομένων, η αξιολόγηση της διαδικασίας αυτής για τη μεταφορά των νέων προσεγγίσεων για τη διδασκαλία πρακτική δείχνει ότι έχει γενικά πιο επιτυχημένη σε απλά κάνοντας συμμετέχοντες επίγνωση της υπάρχουσας έρευνας

σε σχέση με πειστικό συμμετέχοντες να υιοθετήσουν νέες, διδασκαλία που βασίζεται στην έρευνα πρακτικών [1].

Επιπλέον, η έρευνα δείχνει ότι οι καθηγητές χημείας είναι απίθανο να αλλάξουν τη διδακτική πρακτική τους, χωρίς ευκαιρίες για να προβληματιστούν σχετικά με τη δική τους διδακτική πρακτική, να συγκρίνουν την πρακτική τους στην έρευνα που βασίζεται, πιο αποτελεσματικές προσεγγίσεις, και να γίνει δυσαρεστημένοι με τις δικές τους πρακτικές. Αυτή η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής για ένα δάσκαλο χημείας είναι παράλληλη με την διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής για να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν επιστημονικά ορθή κατανόηση των φυσικών φαινομένων [1]. Οι προσπάθειες να μεταφράσουν την εκπαίδευση της έρευνας της χημείας στην πράξη είναι πιο πιθανό να πετύχει, εφόσον πληρούνται οι ακόλουθες προϋποθέσεις: 1) οι προσπάθειες είναι σύμφωνες με την έρευνα για να κινητοποιήσουμε τους ενήλικες εκπαιδευόμενους, 2) οι προσπάθειες περιλαμβάνουν μια σκόπιμη εστίαση στην αλλαγή αντιλήψεων των εκπαιδευτικών χημεία »για τη διδασκαλία και τη μάθηση, 3) προσπάθειες αναγνωρίζουν τα πολιτιστικά και οργανωτικά πρότυπα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, και 4) τις προσπάθειες εργάζονται για την αντιμετώπιση αυτών των κανόνων που θέτουν εμπόδια στην αλλαγή διδακτικής πρακτικής.

4 Αναφορές

- [1] Traugott, SR, Nielsen, NR, και Schweingruber, HA (2012). Πειθαρχία-με βάση την έρευνα της εκπαίδευσης. Washington, DC: National Academies Press.
- [2] Piaget, J. (1978). *Η επιτυχία και η κατανόηση*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [3] Vygotsky, L. S. (1978). *Το μυαλό στην κοινωνία: Η ανάπτυξη της τριτοβάθμιας ψυχολογικές διεργασίες*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [4] Bowen, C.W. και Phelps, A.I. (1997). Επίδειξη-με βάση τις δοκιμές συνεταιρισμός γενικά χημεία: Μια ευρύτερη τεχνική αξιολόγηση-of-learning. *Journal of Chemical Education*, 74(6), 715-719.
- [5] Smith, MK, ξύλο, WB, Adams, WK, Wieman, C., ιππότης, JK, Guild, N, και Su, TT (2009). Γιατί ομοτίμους συζήτηση βελτιώνει τις επιδόσεις των μαθητών στις in-class ιδέα ερωτήσεις. *Επιστήμη*, 323(5910), 122-124.
- [6] Cortright, RN, Collins, HL, Rodenbaugh, DW, ΝτιΚάρλο, SE (2003). Κατακράτηση Φοιτητής του περιεχομένου των μαθημάτων έχει βελτιωθεί από τον έλεγχο συνεργατική ομάδα. *Προκαταβολές σε Φυσιολογίας Εκπαίδευση*, 27, 102-108.
- [7] Kelly, K.M., και Jones, L.L. (2008). Διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να μεταφέρει τις ιδέες που αντλήθηκαν από τη μοριακή κινήσεις της διαδικασίας διάλυσης. *Journal of Chemical Education*, 85 (2), 303-309.
- [8] Ηοϊδίβη, Α, και Lunetta, v.N. (1982). Ο ρόλος του εργαστηρίου στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: Ξεχασμένες πτυχές της έρευνας. *Αξιολόγηση της Εκπαιδευτικής Έρευνας*, 52 (2), 201-217.
- [9] Herrington, D., και Nakhleh, M.B. (2003). Τι καθορίζει την αποτελεσματική εργαστήριο χημείας διδασκαλίας; Διδασκαλία βοηθός και μαθητής προοπτικές. *Journal of Chemical Education*, 80(10), 1197-1205.
- [10] Elliott, M.J., Stewart, K.K., και Lagowski, J.J. (2008). Ο ρόλος του εργαστηρίου στη διδασκαλία της χημείας. *Journal of Chemical Education*, 85(1), 145-149.
- [11] Ηοϊδίβη, Α, και Lunetta, v.N. (2004). Το εργαστήριο στην επιστήμη της εκπαίδευσης: Θεμέλια για τον εικοστό πρώτο αιώνα. *Επιστήμη Εκπαίδευση*, 88 (1), 28-54.
- [12] Domin, D.S. (1999). Μια ανασκόπηση των στυλ εργαστηρίου διδασκαλίας. *Journal of Chemical Education*, 76 (4), 543-547.
- [13] Fay, ME, Grove, NP, Πόλεις, ΜΗ, και Bretz, SL (2007). Μια ρουμπρίκα να χαρακτηρίζουν έρευνα σε προπτυχιακό εργαστήριο χημείας. *Χημεία Εκπαίδευση Έρευνα και Πρακτική*, 8(2), 212-219.
- [14] Sandi-Urena, S., Cooper, M, Gatlin, T και Bhattacharyya, G. (2011). Εμπειρία των μαθητών σε ένα εργαστήριο γενικής χημείας προβλήματος σε πνεύμα συνεργασίας που βασίζεται. *Χημεία Εκπαίδευση Έρευνα και Πρακτική*, 12, 434-442.
- [15] Σάλτα, Κ & Κουλουγλιώτης, D. (2013) Η προετοιμασία και τη διατήρηση υψηλής ποιότητας Καθηγητών Χημείας στην Ελλάδα. Πρακτικά Συνεδρίου του Διεθνούς Συνεδρίου "Πρωτοβουλίες Χημείας Teacher Training", 29 Νοεμβρίου 2013, Λίμπερικ, Ιρλανδία, σ. 8 - 11.
- [16] Mayer, K.E. (2010). *Εφαρμόζοντας την επιστήμη της μάθησης*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.