

Θετικές Εμπειρίες Διδασκαλίας Της Χημείας Στην Ελλάδα



ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΚΟΥΛΟΥΓΛΙΩΤΗΣ, ΚΑΤΕΡΙΝΑ ΣΑΛΤΑ, ΕΥΦΗΜΙΑ ΗΡΕΙΩΤΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ) ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ

ΖΑΚΥΝΘΟΣ, ΕΛΛΑΔΑ

DKOUL@TEIION.GR, KSALTA@CHEM.UOA.GR, EERIOTOU@TEIION.GR

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή την έκθεση γίνεται προσπάθεια να παρουσιαστεί μία σύνοψη θετικών εμπειριών διδασκαλίας της Χημείας στην Ελλάδα χρησιμοποιώντας βιβλιογραφική έρευνα καθώς και μαρτυρίες εκπαιδευτικών και ειδικών επιστημόνων. Δίνεται μία σύντομη περιγραφή των εθνικών πηγών που είναι διαθέσιμες στους Έλληνες εκπαιδευτικούς και αφορούν σε προτάσεις θετικών διδακτικών πρακτικών Χημείας. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στις βασικές ικανότητες τις οποίες πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές προκειμένου να αντιμετωπίσουν με επιτυχία τη μελέτη της Χημείας. Οι ικανότητες αυτές εξετάζονται στο γενικότερο πλαίσιο των μαθησιακών δεξιοτήτων που χρειάζεται να διαθέτει ο μαθητής (και πολίτης) του 21^{ου} αιώνα. Παρουσιάζονται πέντε επιλεγμένα παραδείγματα θετικών εμπειριών διδασκαλίας της Χημείας στο Ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο. Τα παραδείγματα αυτά καλύπτουν όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες (πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση) και τα επιτυχημένα μαθησιακά αποτελέσματα τους έχουν πιστοποιηθεί μέσω της διενέργειας εκπαιδευτικής έρευνας. Η λεπτομερής ανάλυση περιεχομένου του υλικού του εθνικού εργαστηρίου με αντικείμενο τις θετικές διδακτικές εμπειρίες παρείχε τεκμηρίωση σχετικά με τις απόψεις των Ελλήνων εκπαιδευτικών και ειδικών επιστημόνων σχετικά με το «τι συνιστά μία θετική εμπειρία διδασκαλίας της Χημείας» καθώς και σχετικά με τις προϋποθέσεις που απαιτούνται για την επιτυχή εφαρμογή στην τάξη μίας καινοτόμου διδακτικής προσέγγισης. Επιπλέον, γίνεται παρουσίαση μίας σειράς προτάσεων καλών διδακτικών πρακτικών Χημείας από τους Έλληνες εκπαιδευτικούς. Τέλος, γίνεται μία κριτική παρουσίαση και συζήτηση των αποτελεσμάτων των δοκιμαστικών εφαρμογών στην τάξη 11 διαφορετικών εκπαιδευτικών πηγών διαθέσιμων στην ψηφιακή πύλη (portal) του προγράμματος Chemistry is All Around Network (CIAAN) από τους εμπλεκόμενους Έλληνες εκπαιδευτικούς. Η ανατροφοδότηση που παρείχαν τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές παρέχει ενδείξεις για τις θετικές επιπτώσεις του προγράμματος CIAAN στη χημική εκπαίδευση στην Ελλάδα.

1. Εισαγωγή

Τι συνιστά μια θετική διδακτική εμπειρία στη Χημεία; Πως μπορεί ο εκπαιδευτικός να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα μιας διδακτικής προσέγγισης; Ποιές είναι οι βασικές ικανότητες που η χημική εκπαίδευση θα πρέπει να στοχεύει; Αυτά είναι κάποια από τα ερωτήματα που προσπαθεί να απαντήσει αυτή η έκθεση μέσα από επιλεγμένες βιβλιογραφικές αναφορές και μέσα από την ανάλυση των εμπειριών εκπαιδευτικών που διδάσκουν Χημεία, επικεντρώνοντας στο Ελληνικό Εκπαιδευτικό Σύστημα. Στο πρώτο μέρος της έκθεσης θα δώσουμε μια σύντομη περιγραφή των διαφορετικών εθνικών πηγών που είναι διαθέσιμες στους Έλληνες εκπαιδευτικούς για να βρουν προτάσεις για θετικές εμπειρίες στη διδασκαλία της Χημείας.

Η πρώτη πηγή είναι το Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Είναι ένα συνέδριο που διοργανώνεται κάθε δύο χρόνια και συμμετέχουν εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών από όλες τις βαθμίδες (πρωτοβάθμια-δευτεροβάθμια-τριτοβάθμια) από όλη την χώρα. Σε αυτό το συνέδριο, ερευνητές της Διδακτικής Φυσικών Επιστημών οι οποίοι μπορεί να είναι είτε ακαδημαϊκό προσωπικό (καθηγητές Πανεπιστημίων) ή ενεργοί εκπαιδευτικοί (οι περισσότεροι στη δευτεροβάθμια, αλλά ορισμένοι και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση), οι οποίοι έχουν ή εκπονούν Μεταπτυχιακές Σπουδές ή Διδακτορικό, παρουσιάζουν την εργασία τους προφορικά. Όλες οι εργασίες που παρουσιάζονται έχουν περάσει από τη διαδικασία αξιολόγησης από κριτές (επιστημονική επιτροπή) πριν επιλεγούν για παρουσίαση και για να συμπεριληφθούν στα επίσημα πρακτικά του συνεδρίου. Μέχρι στιγμής έχουν διεξαχθεί οκτώ (8) συνολικά συνέδρια σε μια περίοδο 15 χρόνων και τα πρακτικά αυτής της σειράς των συνεδρίων είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα της νεοϊδρυθείσας (2011) «Ένωσης για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία» (ΕΝΕΦΕΤ – ΕΝΕΡΗΕΤ) [1]. Ο αριθμός των άρθρων που

παρουσιάζεται σε καθένα από αυτά τα συνέδρια είναι μεγαλύτερος από 100 και τουλάχιστον το 30% αυτών σχετίζονται με τη χημική εκπαίδευση. Η πλειονότητα των άρθρων αυτών είναι σχετικά με τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και την αξιολόγηση νέων προσεγγίσεων της διδασκαλίας της Χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (καθώς και θέματα Χημείας που αφορούν το Δημοτικό).

Μια δεύτερη χρήσιμη πηγή με προτάσεις θετικών εμπειριών για τη διδασκαλία της Χημείας στην Ελλάδα είναι τα πρακτικά σειράς συνεδρίων που οργανώνονται από την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ – ΕΤΡΕ) [2]. Την περίοδο από το 1999 έως το 2012, η ΕΤΡΕ έχει οργανώσει 8 Πανελλήνια Συνέδρια με θέμα “ΤΠΕ στην Εκπαίδευση” και με διεθνή συμμετοχή. Τουλάχιστον 100 εργασίες επιλέγονται μετά από κρίση για παρουσίαση σε καθένα από τα συνέδρια αυτά. Από τις εργασίες αυτές καλύπτεται ένα ευρύ φάσμα θεμάτων διαφόρων γνωστικών αντικειμένων με τις Φυσικές Επιστήμες (και τη Χημεία) ανάμεσα σε αυτά. Όπως προκύπτει από τον τίτλο του συνεδρίου, οι διδακτικές προσεγγίσεις που παρουσιάζονται στο συνέδριο στηρίζονται σε κάποια από τις εφαρμογές των ΤΠΕ (Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας). Παράλληλα με τα συνέδρια «ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», μια άλλη σειρά συνεδρίων ονομαζόμενη Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» οργανώνεται από την ΕΤΠΕ κάθε 2 χρόνια αρχής γενομένης από το 2009. Αυτά τα συνέδρια απευθύνονται αυστηρά σε Έλληνες εκπαιδευτικούς και έτσι όλες οι εργασίες (οι οποίες διατίθενται ελεύθερα από την επίσημη ιστοσελίδα της ΕΤΠΕ) είναι αποκλειστικά στην Ελληνική Γλώσσα.

Μια τρίτη πιθανή πηγή παραδειγμάτων θετικών εμπειριών για τη διδασκαλία της Χημείας είναι το υλικό που είναι διαθέσιμο από τις ιστοσελίδες των Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (Ε.Κ.Φ.Ε.) Τα Ε.Κ.Φ.Ε. είναι ένας εκπαιδευτικός θεσμός που έχει ως σκοπό την ενεργή στήριξη της εργαστηριακής διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών σε όλα τα σχολεία (πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Το κάθε Ε.Κ.Φ.Ε. δρα ως κέντρο πληροφόρησης των εκπαιδευτικών για νέα εκπαιδευτικά υλικά και πηγές (συμπεριλαμβανομένων των εργαστηριακών εφαρμογών που βασίζονται στις ΤΠΕ) Υπάρχουν 58 Ε.Κ.Φ.Ε. σε όλη τη χώρα και δύο από αυτά (Ε.Κ.Φ.Ε. Λακωνίας και Ε.Κ.Φ.Ε. Αμπελοκήπων) έχουν ήδη συνδεθεί με το Δίκτυο «Chemistry is All Around Network» ως Συνεργαζόμενοι Φορείς (Associated Partners). Ως παράδειγμα θετικών εμπειριών για τη διδασκαλία της Χημείας, μπορούμε να αναφέρουμε κάποιες που παρουσιάζονται στην ιστοσελίδα του Ε.Κ.Φ.Ε. Αμπελοκήπων [3]. Οι παρουσιαζόμενες εμπειρίες είναι αποτέλεσμα του ελέγχου στην τάξη διαφόρων διδακτικών προσεγγίσεων, τεχνικών η/και εργαλείων από εκπαιδευτικούς που υπηρετούν σε δημόσια σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στη συγκεκριμένη περιοχή της Αθήνας.

Μια τέταρτη πιθανή πηγή παραδειγμάτων θετικών εμπειριών για τη διδασκαλία της Χημείας είναι το υλικό που είναι διαθέσιμο από τις ιστοσελίδες σχολείων ή από σχετικούς εκπαιδευτικούς ιστότοπους. Σε αυτούς τους ιστότοπους, χημικοί εκπαιδευτικοί (ιδιαίτερα σχολείων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) συχνά αναρτούν διδακτικό υλικό που έχουν ελέγξει στις τάξεις τους. Αυτό το υλικό (σχέδια μαθήματος, φύλλα εργασίας, προτάσεις, βίντεο, και βιντεοσκοπημένα μαθήματα) μπορούν να βοηθήσουν αποτελεσματικά στην εφαρμογή των προσεγγίσεων. Δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων ιστοσελίδων είναι: i) το διδακτικό υλικό που έχει αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του 5ου Γενικού Λυκείου Πετρούπολης, το οποίο είναι ένα από τα κύρια σχολεία που συμμετέχουν στο Chemistry is All Around Network Project [4] και, ii) οι δειγματικές διδασκαλίες (συνοδευόμενες από βίντεο) που πραγματοποιήθηκαν από εκπαιδευτικούς Χημείας που υπηρετούσαν σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του Νομού Κυκλάδων τα έτη 2013 και 2014 [5].

Μια πέμπτη πιθανή πηγή παραδειγμάτων θετικών εμπειριών για τη διδασκαλία της Χημείας είναι το υλικό που είναι διαθέσιμο σε εκπαιδευτικές ιστοσελίδες ιδιωτών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας τέτοιας ιστοσελίδας είναι η chemview.gr [6].

Μια συλλογή παραδειγμάτων θετικών εμπειριών για τη διδασκαλία θεμάτων Χημείας μπορεί να βρει κανείς στην ιστοσελίδα του επιμορφωτικού προγράμματος των εν-ενεργεία εκπαιδευτικών “Μείζονα Επιμόρφωση” [7]. Αυτές οι θετικές πρακτικές έχουν παραχθεί από εκπαιδευόμενους (ενεργοί εκπαιδευτικοί Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση) για το προαιρετικό πρόγραμμα επιμόρφωσης που πραγματοποιήθηκε το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιουνίου – Δεκεμβρίου 2011.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι έναν σημαντικό αριθμό θετικών εμπειριών για τη διδασκαλία της Χημείας στην Ελλάδα μπορεί περιοδικά να βρει κανείς στη διεθνή βιβλιογραφία. Διάφορες ερευνητικές εργασίες οι οποίες διερευνούν την εφαρμογή νέων προσεγγίσεων στη διδασκαλία της Χημείας στα ελληνικά σχολεία εμφανίζονται περιοδικά σε διεθνή περιοδικά. Σε αυτές τις δημοσιεύσεις ο ενδιαφερόμενος χημικός

εκπαιδευτικός (ο οποίος χρειάζεται επίσης να γνωρίζει καλά την Αγγλική γλώσσα) μπορεί να βρει αξιόπιστες πληροφορίες για διδακτικές προσεγγίσεις των οποίων η «επιτυχής εφαρμογή» έχει αιτιολογηθεί με διεξαγωγή εκπαιδευτικής έρευνας. Μια επιλογή τέτοιων δημοσιεύσεων παρουσιάζεται αναλυτικά στο τρίτο μέρος ("Παραδείγματα Θετικών Εμπειριών") αυτής της έκθεσης.

2. Βασικές ικανότητες και η ανάπτυξή τους στη Διδακτική της Χημείας

Καθώς το ενδιαφέρον των μαθητών να ακολουθήσουν σπουδές Χημείας συνεχώς μειώνεται, έχουν διεξαχθεί μελέτες για να διερευνηθούν τις αιτίες αυτού του φαινομένου [8, 9]. Σε μια έρευνα που αφορούσε την Ελλάδα, έγινε προσπάθεια για να προσδιοριστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τους μαθητές ώστε να επιλέξουν μια καριέρα σχετική με τη Χημεία [9]. Βρέθηκε ότι οι παράγοντες αυτοί μπορούν να ενταχθούν σε τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες οι οποίες σχετίζονται με τα ακόλουθα θέματα: τη φύση της Χημείας, το περιεχόμενο και το πλαίσιο της διδασκαλίας, τα χαρακτηριστικά των μαθητών και τη θέση της Χημείας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και στην ελληνική κοινωνία. Πιο συγκεκριμένα οι παράγοντες αναλύονται ως ακολούθως: Ο παράγοντας "Η φύση της Χημείας" περιλαμβάνει οτιδήποτε σχετίζεται με τις δυσκολίες των μαθητών με δομικά συστατικά της επιστήμης της Χημείας, όπως οι αφηρημένες έννοιες ή η συμβολική γλώσσα της Χημείας. Ο παράγοντας "Το περιεχόμενο και το πλαίσιο της διδασκαλίας" περιλαμβάνει εμπόδια σχετικά με το περιεχόμενο και τις διδακτικές προσεγγίσεις (π.χ. έμφαση στη διδασκαλία θεωρίας χωρίς πρακτικές εφαρμογές ή χωρίς συνδέσεις της Χημείας με την καθημερινή ζωή), Ο παράγοντας "Τα χαρακτηριστικά των μαθητών" περιλαμβάνει εμπόδια όπως η έλλειψη αυτό-αποτελεσματικότητας ή ενδιαφέροντος και τελικά ο παράγοντας "Η θέση της Χημείας" σχετίζεται με θέματα που έχουν ως αποτέλεσμα την υποτίμηση της Χημείας στο κοινωνικό-οικονομικό πλαίσιο (π.χ. λίγες δυνατότητες απασχόλησης).

Τα εμπόδια που έχουν εντοπισθεί στη μάθηση της Χημείας και με την επιλογή σταδιοδρομίας σχετικής με τη Χημεία, δείχνουν πόσο σημαντικό είναι να έχουμε κατά νου τις βασικές ικανότητες που οι μαθητές πρέπει να αναπτύξουν, προκειμένου να ανταποκριθούν με επιτυχία στη μελέτη της Χημείας. Οι ικανότητες αυτές θα πρέπει να είναι τα σημεία αναφοράς για το σχεδιασμό νέων προγραμμάτων σπουδών, νέων πιο αποτελεσματικών στρατηγικών διδασκαλίας, καθώς και νέων αναδομημένων προγραμμάτων επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών. Στο παρακάτω μέρος αυτής της ενότητας, προσπαθούμε να παρουσιάσουμε μια συνοπτική περιγραφή των βασικών ικανοτήτων που σχετίζονται με τη μελέτη της Χημείας με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία.

Κατ' αρχάς, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ικανότητες θα πρέπει να εξεταστούν στο πλαίσιο των απαιτούμενων δεξιοτήτων μάθησης για τους μαθητές (και τους εκπαιδευτικούς) στον 21^ο αιώνα. Σύμφωνα με μια πρόσφατη ανασκόπηση [10], "νέα πρότυπα για το τι οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να κάνουν αντικαθιστούν τις προσδοκίες για βασικές δεξιότητες, ικανότητες και γνώση του παρελθόντος». Στον 21^ο αιώνα, η γνώση αυξάνεται με γεωμετρική πρόοδο και γίνεται όλο και πιο εξειδικευμένη και ταυτόχρονα οι ΤΠΕ μετασχηματίζουν τον τρόπο που μαθαίνουμε, εργαζόμαστε και αλληλεπιδρούμε κοινωνικά. Η επιτυχία σε μεγάλο βαθμό "έγκειται οι μαθητές να είναι σε θέση να επικοινωνούν, να μοιράζονται και να χρησιμοποιούν πληροφορίες για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων» και «να είσαι σε θέση να προσαρμόζονται και να καινοτομούν ως απάντηση στις νέες απαιτήσεις και στις διαρκώς μεταβαλλόμενες συνθήκες». Ενώ τα παραδοσιακά μοντέλα εκπαίδευσης συνήθως επικεντρώνονται στην εκμάθηση "συγκεκριμένου περιεχόμενου" για συγκεκριμένες θεματικές περιοχές, τα πλαίσια μάθησης του 21ου αιώνα περιλαμβάνουν εκμάθηση των παραδοσιακών βασικών μαθημάτων, σε συνδυασμό με διεπιστημονικά θέματα προκειμένου να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν τις ακόλουθες μορφές γραμματισμού: πολιτικό γραμματισμό, παγκόσμια συναίσθηση, οικονομικό γραμματισμό, γνώσεις για την υγεία, περιβαλλοντικό και οπτικό γραμματισμό.

Επικεντρώνοντας στον περιβαλλοντικό γραμματισμό, σημειώνεται ότι «κατά τις επόμενες δεκαετίες, το κοινό θα καλείται όλο και πιο συχνά να κατανοήσει πολύπλοκα περιβαλλοντικά θέματα, να εκτιμά τον κίνδυνο, να αξιολογεί προτεινόμενα περιβαλλοντικά σχέδια και να κατανοήσει πώς οι ατομικές αποφάσεις επηρεάζουν το περιβάλλον σε τοπικό και σε παγκόσμιο επίπεδο». Η ανάπτυξη του περιβαλλοντικού γραμματισμού περιλαμβάνει, μεταξύ των άλλων, τη κατανόηση των υποκείμενων επιστημονικών αρχών που σχετίζονται με περιβαλλοντικά θέματα και ως εκ τούτου συνδέεται στενά με τον επιστημονικό γραμματισμό. Ο χημικός γραμματισμός αποτελεί ένα μεγάλο μέρος του επιστημονικού γραμματισμού ο οποίος περιλαμβάνει, μεταξύ

των άλλων, τις δεξιότητες και ικανότητες που πρέπει να αποκτήσουν οι μαθητές στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (και κατά συνέπεια και στη Χημεία). Οι δεξιότητες κριτικής σκέψης και αναλυτικής επιχειρηματολογίας, προκειμένου οι μαθητές να είναι σε θέση να εξάγουν τεκμηριωμένα συμπεράσματα και να λαμβάνουν αποφάσεις, θεωρούνται ότι αποτελούν ένα σημαντικό μέρος του επιστημονικού (και χημικού) γραμματισμού.

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω απαιτήσεις όσον αφορά στα προσόντα των μαθητών του 21^{ου} αιώνα, τα Γερμανικά εθνικά εκπαιδευτικά πρότυπα (NES) για τη χημεία προσδιορίζουν τέσσερις ισοδύναμους τομείς ικανοτήτων: α) την γνώση του περιεχομένου, β) την απόκτηση της γνώσης (επιστημονική έρευνα), γ) την αξιολόγηση και κρίση και δ) την επικοινωνία [11-13]. Οι δύο τομείς ικανοτήτων που παίζουν τον πιο σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων συλλογισμού και λήψης αποφάσεων είναι αυτός της αξιολόγησης και κρίσης και εκείνος της επικοινωνίας. Η ικανότητα αξιολόγησης και κρίσης στη Χημεία ορίζεται ως η ικανότητα ενός ατόμου να εντοπίζει και να αξιολογεί χημικά θέματα σε διαφορετικά πλαίσια. Η έρευνα έχει ωστόσο δείξει, ότι η ικανότητα αξιολόγησης και κρίσης επηρεάζεται από διάφορους εξωγενείς παράγοντες/θέματα με την ικανότητα γνωστικού περιεχομένου να είναι ένας από αυτούς. Στην πραγματικότητα, έχει αποδειχθεί ότι υψηλή γνώση περιεχομένου επηρεάζει θετικά την ποιότητα της επιχειρηματολογίας και της διαπραγμάτευσης των κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων (SSI). Εν ολίγοις, οι ικανότητες αξιολόγησης και κρίσης στη Χημεία επηρεάζονται από τα ακόλουθα: i) θέματα σχετικά με το αντικείμενο, στα οποία περιλαμβάνονται η γνώση του περιεχομένου καθώς και η εφαρμογή της γνώσης περιεχομένου στη Χημεία, ii) διεπιστημονικά θέματα που περιλαμβάνουν την ποιότητα των δεδομένων, τη γνώση της αξιολόγησης στρατηγικών καθώς και την εφαρμογή των στρατηγικών αξιολόγησης και iii) προσωπικά θέματα, τα οποία περιλαμβάνουν ατομικές στάσεις, κοινωνική σκοπιμότητα και γνωστικές ικανότητες. Οι ικανότητες επικοινωνίας περιλαμβάνουν τις ακόλουθες υποπεριοχές: την πρόσβαση σε πληροφορίες, την κυκλοφορία της πληροφορίας και την επιχειρηματολογία. Οι ικανότητες που σχετίζονται με την απόκτηση της γνώσης (επιστημονική έρευνα) μέσα από πειράματα έχει προταθεί ότι αποτελούνται από τα ακόλουθα δομικά στοιχεία [14]: α) τη διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων για πειράματα, β) τον προγραμματισμό, σχεδιασμό και την εκτέλεση των πειραμάτων και γ) την ανάλυση των πειραματικών δεδομένων και τον αναστοχασμό των πειραμάτων.

Επικεντρώνοντας στις γνωστικές δεξιότητες και στρατηγικές, σημειώνουμε ότι ικανότητες σε αυτές είναι απαραίτητες για την αποτελεσματική μάθηση και την αποθήκευση των πληροφοριών στη μνήμη, καθώς και για την αποτελεσματική ανάκτηση και χρήση γνώσεων κατά την επίλυση προβλημάτων. Σε σχέση με την επίλυση των προβλημάτων χημείας, έχει αποδειχθεί ότι απαιτούνται οι ακόλουθες πέντε γνωστικές στρατηγικές σε συνδυασμό με τη διδασκαλία γνώσεων περιεχομένου, προκειμένου να επιτευχθεί πιο αποτελεσματική μάθηση και ικανότητα επίλυσης προβλημάτων [15]: α) η αποσαφήνιση και σαφής αναπαράσταση των προβλημάτων, β) η αυστηρή εστίαση στο στόχο, γ) ο προσδιορισμός και η χρήση των σχετικών αρχών, δ) η χρήση των εξισώσεων για τους υπολογισμούς και την εξαγωγή συμπερασμάτων και ε) η χρήση μιας βήμα προς βήμα διαδικασίας για τη λύση.

Τέλος, κάνουμε μια ξεχωριστή μνεία στο ρόλο που παίζουν οι αναπαραστάσεις και η οπτικοποίηση στη χημική εκπαίδευση για την επίτευξη των στόχων που σχετίζονται με την κατάκτηση/κατανόηση σημαντικών εννοιών καθώς και των στόχων που σχετίζονται με την επιστημονική έρευνα [16]. Ο ρόλος αυτός έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη της έννοιας της «αναπαραστατικής ικανότητας» ως ένα σημαντικό σύνολο δεξιοτήτων και πρακτικών που πρέπει να περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα σπουδών της χημείας. Ο όρος «αναπαραστατική ικανότητα» περιγράφει «μια σειρά από δεξιότητες που οι μαθητές πρέπει να αναπτύξουν για την κατασκευή, την ερμηνεία, τη μετατροπή, και το συντονισμό εξωτερικών αναπαραστάσεων συγκεκριμένων γνωστικών τομέων για τη μάθηση και την επίλυση προβλημάτων στη χημεία» [17]. Στο έργο των Kozma και Russell [16] γίνεται αναφορά στα ακόλουθα πέντε επίπεδα των αναπαραστατικών ικανοτήτων: αναπαράσταση ως απεικόνιση (επίπεδο 1), αρχικές συμβολικές δεξιότητες (επίπεδο 2), συντακτική χρήση επίσημων αναπαραστάσεων (επίπεδο 3), σημασιολογική χρήση επίσημων αναπαραστάσεων (επίπεδο 4) και στοχαστική, ρητορική χρήση των αναπαραστάσεων (επίπεδο 5). Στο ίδιο έργο, ένα σύνολο δεξιοτήτων που αποτελούν τον πυρήνα της αναπαραστατικής ικανότητας στη Χημεία παρουσιάζονται ως εξής:

α) Ικανότητα να χρησιμοποιούν αναπαραστάσεις για να περιγράψουν παρατηρήσιμα χημικά φαινόμενα χρησιμοποιώντας τις υποκείμενες μοριακές οντότητες και διαδικασίες.

β) Ικανότητα να δημιουργούν ή να επιλέγουν μια αναπαράσταση και να εξηγούν γιατί είναι κατάλληλη για ένα συγκεκριμένο σκοπό.

γ) Ικανότητα να χρησιμοποιούν λέξεις για να εντοπίζουν και να αναλύουν τα χαρακτηριστικά μιας συγκεκριμένης αναπαράστασης (όπως μια κορυφή σε ένα γράφημα) ή/ και τη δομή χαρακτηριστικών (για παράδειγμα, τη συμπεριφορά των μορίων σε μία προσομοίωση κίνησης)

δ) Ικανότητα να περιγράφουν πώς οι διάφορες αναπαραστάσεις μπορούν να εκφράζουν το ίδιο πράγμα με διαφορετικούς τρόπους και να εξηγούν πώς μια συγκεκριμένη αναπαράσταση μπορεί να δείξει κάτι με μοναδικό τρόπο που δεν μπορεί να ειπωθεί από κάποια άλλη.

ε) Ικανότητα να συνδέουν διαφορετικές αναπαραστάσεις και να εξηγούν τη μεταξύ τους σχέση.

στ) Ικανότητα να παίρνουν την επιστημολογική θέση ότι οι αναπαραστάσεις αντιστοιχούν σε παρατηρήσιμα φαινόμενα, αλλά είναι διαφορετικές από αυτά τα φαινόμενα.

ζ) Ικανότητα να χρησιμοποιούν αναπαραστάσεις και τα συνοδευτικά χαρακτηριστικά τους σε κοινωνικές καταστάσεις ως αποδεικτικά στοιχεία για να υποστηρίξουν ισχυρισμούς, να εξαγάγουν συμπεράσματα και να κάνουν προβλέψεις για τα παρατηρήσιμα χημικά φαινόμενα.

3. Παραδείγματα θετικών διδακτικών εμπειριών

Σε αυτό το τμήμα της έκθεσης, θα αναφερθούμε σε επιλεγμένα παραδείγματα επιτυχημένων εμπειριών διδασκαλίας της χημείας εφαρμοσμένα στο Ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο. Τα συγκεκριμένα παραδείγματα επιλέχθηκαν με βάση τα ακόλουθα κριτήρια: α) άμεση σχέση με ένα θέμα χημείας το οποίο διδάσκεται σε μία Ελληνική τάξη, β) κάλυψη όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων (πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, τριτοβάθμια εκπαίδευση), γ) πειραματικός έλεγχος του βαθμού επιτυχίας της διδακτικής προσέγγισης μέσω διενέργειας εκπαιδευτικής έρευνας και δ) πιστοποίηση της εγκυρότητας των ερευνητικών αποτελεσμάτων μέσω δημοσίευσής τους σε διεθνές περιοδικό ύστερα από κρίση.

3.1 Περιγραφή των εμπειριών

Το πρώτο παράδειγμα στο οποίο θα αναφερθούμε αναφέρεται σε μία θετική διδακτική εμπειρία χημείας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και στηρίζεται στην ερευνητική δουλειά των Parageorgiou et al. [18]. Η διδακτική παρέμβαση συμπεριελάμβανε έξι μαθήματα μίας διδακτικής ώρας σε δύο ισοδύναμες τάξεις ενός τυπικού Ελληνικού Δημοτικού Σχολείου. Οι δύο τάξεις αποτελούνταν από 16 και 19 μαθητές ηλικίας 11-12 ετών και η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε από τον ίδιο εκπαιδευτικό. Το αντικείμενο της διδασκαλίας αναφερόταν στις αλλαγές φάσης της ύλης και συγκεκριμένα στα φαινόμενα της τήξης και της εξάτμισης κάτω από το σημείο βρασμού. Η καινοτομία της διδακτικής προσέγγισης έγκειται στο γεγονός ότι έγινε χρήση της έννοιας της σωματιδιακής φύσης της ύλης για την εξήγηση των φαινομένων αλλαγής φάσης. Επιπλέον, οι δύο μαθητικές τάξεις εισήχθησαν στην έννοια της σωματιδιακής φύσης της ύλης με χρήση δύο διαφορετικών τεχνικών διδασκαλίας: η μία περιελάμβανε τη χρήση λογισμικού προσομοίωσης ενώ η δεύτερη στηρίχθηκε στη χρήση «παραδοσιακών» στατικών αναπαραστάσεων. Οι προσομοιώσεις σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν από τα μέλη της ερευνητικής ομάδας. Και στις δύο τάξεις χρησιμοποιήθηκε το ίδιο σχέδιο διδασκαλίας το οποίο αναπτύχθηκε ειδικά από τους ερευνητές προκειμένου να εισάγει τους νεαρούς μαθητές του Δημοτικού σχολείου στην ιδέα της σωματιδιακής φύσης της ύλης. Περιληπτικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι το σχέδιο διδασκαλίας χρησιμοποίησε μία σταδιακή προσέγγιση (βήμα-βήμα) η οποία στηρίζεται στην υπαγωγή δηλαδή τη συσχέτιση των νέων εννοιών με εκείνες που ήδη έχουν αφομοιωθεί στη «νοηματική δομή» του μαθητή (subsumptive learning). Αυτή η μαθησιακή προσέγγιση χαρακτηρίζεται από χαμηλότερο ενδογενές γνωστικό φορτίο. Το σχέδιο διδασκαλίας χρησιμοποίησε την έννοια της «ουσίας» με την χαρακτηριστική «ικανότητα να συγκρατεί» ως την βασική ιδέα για το «στήσιμο» της σωματιδιακής θεωρίας (αντί για τις κλασικές έννοιες του «στερεό», «υγρό», «αέριο» και των ενδομοριακών δυνάμεων που τις χαρακτηρίζουν). Οι προσομοιώσεις αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας το ίδιο παιδαγωγικό πλαίσιο.

Το δεύτερο παράδειγμα θετικής εμπειρίας διδασκαλίας της χημείας αναφέρεται στην κατώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Γυμνάσιο) και στηρίζεται στην ερευνητική δουλειά των Korakakis et al [19]. Αυτή η διδακτική παρέμβαση περιελάμβανε τη χρήση τριών διαφορετικών τύπων 3D οπτικοποιήσεων (συγκεκριμένα διαδραστική 3D προσομοίωση κίνησης, 3D προσομοίωση κίνησης και στατική 3D εικονογράφηση) συνοδευόμενων από διήγηση και κείμενο για τη διδασκαλία του θέματος «διαχωρισμός μιγμάτων» σε 212 Έλληνες μαθητές της Β' Γυμνασίου (13 – 14 ετών). Οι ερευνητές ενδιαφέρονταν να

διερευνήσουν τις πιθανόν διαφορετικές συνεισφορές των τριών διαφορετικών πολυμεσικών εφαρμογών στη μαθησιακή διεργασία, λαμβάνοντας υπόψη ότι «το θεμελιώδες ερώτημα δεν είναι αν τα πολυμέσα επιδρούν στη μάθηση αλλά με ποιο τρόπο αυτά πρέπει να αξιοποιηθούν έτσι ώστε η διδασκαλία και η μάθηση να γίνουν πιο αποτελεσματικές». Η εκπαιδευτική πηγή σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και δοκιμάστηκε διδακτικά από τους ίδιους τους ερευνητές. Η πολυμεσική εφαρμογή συμπεριελάμβανε τις παρακάτω ειδικές θεματικές ενότητες του γενικού θέματος «διαχωρισμός μιγμάτων»: απόσταξη, κλασματική απόσταξη, διάχυση, φυγοκέντριση, διήθηση, εξάτμιση, χρωματογραφία χάρτου, κοσκίνισμα και μαγνητικός διαχωρισμός. Το περιεχόμενο του κειμένου στηρίχθηκε στις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες στο σχολικό βιβλίο εμπλουτισμένο με στοιχεία από την Ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε δύο παραδείγματα θετικών εμπειριών διδασκαλίας Χημείας στο Λύκειο, όπως αυτά έχουν περιγραφεί σε πρόσφατες δημοσιεύσεις ([20-21]. Έτσι, στο τρίτο παράδειγμα θα αναφερθούμε στη δουλειά των Pierrì et al. [20]. Ο στόχος αυτής της διδακτικής παρέμβασης ήταν οι μαθητές της Α' τάξης Γενικού Λυκείου (15-16 ετών) να κατανοήσουν εννοιολογικά τη σχέση μεταξύ του μοριακού βάρους μίας καθαρής ουσίας (συγκεκριμένα των κορεσμένων λιπαρών οξέων) και του σημείου τήξεως-πήξεως κατά τη διάρκεια του φαινομένου της αλλαγής φάσης, με τη βοήθεια πειραματικού εργαστηρίου υποστηριζόμενου από μικροϋπολογιστή (γνωστό ως σύστημα MBL: Microcomputer-Based Laboratory). Το σύστημα MBL είναι μία εργαστηριακή διδακτική προσέγγιση η οποία κάνει παράλληλη χρήση της τεχνολογίας υπολογιστών και για την οποία η εκπαιδευτική έρευνα (βλ. σχετικές αναφορές στην [3]) έχει δώσει ενδείξεις ότι μπορεί να αυξήσει την κινητοποίηση των μαθητών και να βελτιώσει «τις αντιλήψεις τους για τις επιστημονικές έννοιες καθώς και γνωστικές δεξιότητες όπως η παρατήρηση και η πρόβλεψη». Επιλέχθηκε ένα τυχαίο δείγμα 79 μαθητών οι οποίοι ήταν σχεδόν εξίσου μοιρασμένοι μεταξύ των δύο φύλων. Οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν να εργαστούν σε ομάδες χρησιμοποιώντας ένα φύλλο εργασίας προκειμένου να ανταλλάξουν ιδέες και να εξάγουν συμπεράσματα. Οι μαθητές πραγματοποίησαν την πειραματική εργαστηριακή άσκηση ενώ ταυτόχρονα παρατηρούσαν σε πραγματικό χρόνο την γραφική παράσταση της μεταβολής της θερμοκρασίας στην οθόνη του υπολογιστή. Είχαν ήδη διδαχθεί θεωρητικά μέσα στην τάξη το φαινόμενο της «αλλαγής φάσης» και τη σύνδεση μεταξύ μοριακού βάρους καθαρής ουσίας και σημείου τήξης/πήξης την οποία μελέτησαν και πειραματικά μέσω του συστήματος MBL.

Ως τέταρτο παράδειγμα θετικής διδακτικής εμπειρίας χημείας θα αναφέρουμε τη δημοσίευση των Danili και Reid [21]. Πρόκειται για μία διδακτική παρέμβαση η οποία εφαρμόστηκε σε μαθητές Α' τάξης Γενικού Λυκείου (15-16 ετών). Κατά τον σχεδιασμό αυτής της διδακτικής προσέγγισης ελήφθη υπόψη ο σημαντικός ρόλος που διάφοροι ψυχολογικοί παράγοντες καθώς και γνωστικά γνωρίσματα των μαθητών μπορούν να διαδραματίσουν στην μαθησιακή διαδικασία των φυσικών επιστημών και της χημείας ειδικότερα. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε σε δύο συγκεκριμένα χαρακτηριστικά: χωρητικότητα μνήμης εργασίας και εξάρτηση από το πεδίο. Η χωρητικότητα μνήμης εργασίας αναφέρεται σε εκείνο το τμήμα του εγκεφάλου όπου «κρατάμε την πληροφορία, την επεξεργαζόμαστε, την οργανώνουμε και την μορφοποιούμε, πριν την αποθήκευσή της στη μακροχρόνια μνήμη για μελλοντική χρήση». Η εξάρτηση από το πεδίο είναι η ικανότητα ενός ατόμου να αποδομεί ένα «γνωστικό» αντικείμενο (για παράδειγμα ένα μεγάλο κείμενο) και να είναι σε θέση «να ξεχωρίζει ένα στοιχείο (item) από το πλαίσιο του», ή διαφορετικά η ικανότητα ανίχνευσης της πιο σημαντικής πληροφορίας (το «μήνυμα») και του διαχωρισμού της από το «θόρυβο». Πράγματι, και τα δύο γνωστικά χαρακτηριστικά επιδεικνύουν στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τις επιδόσεις των μαθητών στα τεστ χημείας. Συγκεκριμένα έχει διαπιστωθεί ότι όσο πιο μεγάλη είναι η χωρητικότητα μνήμης εργασίας και όσο πιο μεγάλη ανεξαρτησία από το πεδίο διαθέτει ένας μαθητής, τόσο καλύτερες οι επιδόσεις του σε ένα διαγώνισμα χημείας.

Οι συγγραφείς αυτής της εργασίας [21], επέλεξαν το θέμα «ατομική θεωρία και θεωρία δεσμών» και σχεδίασαν μία νέα διδακτική προσέγγιση η οποία στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της απαιτούμενης χωρητικότητας μνήμης εργασίας, κάνοντας έτσι τη χημεία πιο προσιτή σε όλους τους μαθητές ανεξάρτητα από την χωρητικότητα μνήμης εργασίας που διαθέτουν. Μερικά από τα χαρακτηριστικά αυτής της εναλλακτικής προσέγγισης διδασκαλίας είναι τα παρακάτω: α) βαθμιαία παρουσίαση του υλικού (βήμα – βήμα), β) χρήση διαλογικών εικόνων, γ) προσεκτική εισαγωγή εικόνων, αναλογιών και διαγραμμάτων πάντα επιλέγοντας την ανάδειξη του κύριου «μηνύματος» και τη μείωση της περιττής πληροφορίας («θόρυβος»), δ) χρήση μοντέλων, ε) περιστασιακή αλλαγή της σειράς παρουσίασης της ύλης, στ) μείωση της ανάγκης για κράτηση σημειώσεων μέσω καλά οργανωμένου εκπαιδευτικού υλικού, ζ) προσπάθεια αξιοποίησης των

προηγούμενων γνώσεων. Ο στόχος ήταν η ενθάρρυνση μίας ενεργούς διαδικασίας μάθησης κατά την οποία οι μαθητές θα αλληλεπιδρούν με το υλικό, θα εξαγάγουν συμπεράσματα, θα απαντούν ερωτήματα και θα πραγματοποιούν απλούς υπολογισμούς. Επιπλέον, επιλέχθηκε σκόπιμα η εργασία σε ομάδες καθώς μπορεί να μειώσει τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν από μνήμη εργασίας μικρής δυναμικότητας. Ο πειραματικός σχεδιασμός περιελάμβανε την συμμετοχή 211 μαθητών οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: ελέγχου και πειραματική. Η διδασκαλία και των δύο ομάδων πραγματοποιήθηκε από τον ίδιο εκπαιδευτικό. Στην ομάδα ελέγχου ακολουθήθηκε η παραδοσιακή μέθοδος διδασκαλίας. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στη χρήση του σχολικού εγχειριδίου και του πίνακα. Είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι η εναλλακτική μέθοδος διδασκαλίας που εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα δεν εμπειρεύει μείωση της διδασκόμενης ύλης. Όπως σημειώνεται στη αντίστοιχη δημοσίευση [21], «Η χημεία που πρέπει να διδαχθεί δεν άλλαξε, εκείνο που άλλαξε είναι ο τρόπος με τον οποίο διδάχθηκε».

Θα αναφερθούμε τέλος σε μία θετική διδακτική εμπειρία χημείας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η παρουσίασή μας στηρίζεται στην ερευνητική εργασία των Antonoglou et al. [17]. Αυτή η διδακτική παρέμβαση στηρίζεται σε ένα υβριδικό (μεικτό) μοντέλο διδασκαλίας που συνδυάζει την παραδοσιακή διδασκαλία με φυσική παρουσία και ένα διαδικτυακό μαθησιακό περιβάλλον (εξ' αποστάσεως εκπαίδευση), για τη διδασκαλία ενός πανεπιστημιακού προπτυχιακού μαθήματος σχετικού με την μοριακή συμμετρία. Η έμπνευση για αυτή τη διδακτική παρέμβαση προέρχεται από την αναγκαιότητα ανάπτυξης της αναπαραστατικής ικανότητας μέσω της υποστήριξης της οπτικής και χωρικής διάστασης της σκέψης προκειμένου να γίνουν πλήρως κατανοητά διάφορα βασικά αντικείμενα χημείας όπως για παράδειγμα αυτό της μοριακής συμμετρίας. Το ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό υλικό σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε από τους συγγραφείς της δημοσίευσης. Για το σκοπό αυτό, οι συγγραφείς έλαβαν υπόψη τους τις κατευθυντήριες γραμμές που παρέχονται από δύο ψυχολογικές θεωρίες (συγκεκριμένα τη θεωρία του Γνωστικού Φορτίου (Cognitive Load Theory) και τη Γνωστική Θεωρία Μάθησης μέσω Πολυμέσων (Cognitive Theory of Multimedia Learning)) και σχετίζονται με τη δημιουργία ορθά σχεδιασμένου περιβάλλοντος μάθησης με χρήση πολυμέσων. Το υβριδικό μοντέλο διδασκαλίας όντας ένα μεικτό σύστημα μάθησης, εξυπηρετεί τρεις λειτουργίες: «ενεργοποίηση (πρόσβαση και ευκολία), ενίσχυση (χρήση τεχνολογίας για δημιουργία προστιθέμενης αξίας) και μετασχηματισμός (μεταβολή στο σχεδιασμό του μαθήματος, μάθηση με αλληλεπίδραση και δραστηριότητες)».

Τα κύρια χαρακτηριστικά του υβριδικού μαθήματος είναι τα παρακάτω:

- Ενσωμάτωση καινοτόμου λογισμικού οπτικοποίησης μορίων για την υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης των εννοιών της μοριακής συμμετρίας.
- Διάθεση του ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού υλικού σε πακέτα προς μελέτη (study blocks) μέσω χρήσης του δωρεάν Συστήματος Διαχείρισης Δεδομένων (CMS) Moodle.
- Υλοποίηση μαθησιακών δραστηριοτήτων καθώς και τεστ αξιολόγησης από απόσταση (online).
- Παροχή εκπαιδευτικού υλικού πολλαπλής μορφής επιτρέποντας τους φοιτητές να επιλέξουν και να χρησιμοποιήσουν εκείνο το υλικό που τους ταιριάζει περισσότερο.
- Παροχή ανατροφοδότησης σε προηγούμενα πακέτα μελέτης και καθοδήγησης για τη μελέτη διδακτικών πακέτων που έπονται.
- Παροχή σύγχρονων και ασύγχρονων εργαλείων επικοινωνίας σε συνδυασμό με φυσική παρουσία θέτοντας κοινούς μαθησιακούς στόχους και πρακτικές για όλους τους φοιτητές στο πλαίσιο μίας οργανωμένης κοινότητας μάθησης.

Το μάθημα σε αυτή τη μορφή πραγματοποιήθηκε επί τρία συνεχή ακαδημαϊκά έτη με τη συμμετοχή συνολικά 105 φοιτητών (συγκεκριμένα 36, 30, 39 φοιτητές ανά έτος αντίστοιχα).

3.2 Αξιολόγηση των εμπειριών

Όσον αφορά στην πρώτη από τις προαναφερθείσες θετικές διδακτικές εμπειρίες χημείας [18], η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε μέσω ατομικών συνεντεύξεων 12 μαθητών από κάθε τάξη (6 αγόρια και 6 κορίτσια) τόσο πριν όσο και μετά από τη διδακτική παρέμβαση. Οι απαντήσεις των μαθητών του Δημοτικού σχολείου οργανώθηκαν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το επίπεδο κατανόησης της σωματιδιακής φύσης της ύλης και επίσης λαμβάνοντας υπόψη και τις εξηγήσεις τους για τα φαινόμενα της τήξης και της εξάτμισης. Διαπιστώθηκε ότι γενικά οι μαθητές πραγματοποίησαν «θετικές» μετακινήσεις μεταξύ κατηγοριών και πολλοί «σημείωσαν μεγάλα άλματα», ύστερα από την εφαρμογή και των δύο διδακτικών παρεμβάσεων (με χρήση

ΤΠΕ ή με παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας). Εντούτοις, τα αποτελέσματα ανέδειξαν και τις δυσκολίες που είναι συνυφασμένες με την εννοιολογική αλλαγή, καθώς υπήρχαν περιπτώσεις μαθητών που δεν μπορούσαν να αποδεσμευτούν από τις αρχικές τους ιδέες και οδηγήθηκαν σε συνθετικές εξηγήσεις των υπό εξέταση φαινομένων ενσωματώνοντας τόσο μακροσκοπικά όσο και μικροσκοπικά χαρακτηριστικά. Στο ερώτημα σχετικά με το «αν το λογισμικό βοήθησε», η ανάλυση των δεδομένων υποδεικνύει ότι παρείχε περισσότερη βοήθεια στην περίπτωση της εξάτμισης, που είναι και το φαινόμενο το οποίο δυσκολεύονται περισσότερο να συλλάβουν οι μαθητές. Σημειώνεται εντούτοις ότι αυτού του είδους τα λογισμικά προσομοίωσης πρέπει να διαδραματίζουν υποστηρικτικό ρόλο στη διδασκαλία και αποτελούν «μία πηγή η οποία πρέπει να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα και με άλλες διδακτικές δραστηριότητες».

Όσον αφορά στη δεύτερη από τις προαναφερθείσες θετικές διδακτικές εμπειρίες χημείας [19], η αξιολόγησή της πραγματοποιήθηκε αναλύοντας τα αποτελέσματα των απαντήσεων των μαθητών σε ένα σύνολο εννέα ερωτήσεων διαφορετικών τύπων (συγκεκριμένα πολλαπλής επιλογής, συμπλήρωσης κενών και οπτικές ερωτήσεις) στο τελευταίο τμήμα κάθε πολυμεσικής εφαρμογής. Η εγκυρότητα και αξιοπιστία αυτών των εννέα ερωτήσεων ελέγχθηκε με μία πιλοτική μελέτη σε ένα μικρό δείγμα μαθητών (90 άτομα). Στη συνέχεια, μικρές απαραίτητες διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να παραχθούν οι ερωτήσεις αξιολόγησης στην τελική τους μορφή. Τα δεδομένα που προήλθαν από τις απαντήσεις 212 μαθητών της κύριας μελέτης αναλύθηκαν στατιστικά με μη-παραμετρικές μεθόδους καθώς δεν τηρούνταν αυστηρά όλες οι προϋποθέσεις για την πιο συνήθη ανάλυση με χρήση ANOVA. Η προσεκτική στατιστική ανάλυση ενισχύει την αξιοπιστία και εγκυρότητα των συμπερασμάτων που προκύπτουν σχετικά με τα κριτήρια που πρέπει να ικανοποιούνται για την επιτυχή εφαρμογή των διάφορων τύπων πολυμεσικών εφαρμογών στη διδασκαλία της χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Τα κυριότερα σημεία που προκύπτουν από την αξιολόγηση είναι τα παρακάτω [19]:

α) Η πρώτη κύρια «σκηνή» μίας διαδραστικής πολυμεσικής εφαρμογής δεν πρέπει να περιέχει σημαντική γνώση καθώς η μαθησιακή διαδικασία είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο.

β) Και οι δύο τύποι 3D προσομοίωσης κίνησης (διαδραστικής ή όχι) είναι πιο αποτελεσματικοί στην πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών σε σχέση με τη στατική 3D εικονογράφηση, αλλά φαίνεται ότι προσθέτουν στους μαθητές ένα μεγαλύτερο γνωστικό φορτίο και απαιτούν από αυτούς κατάλληλη μεταγνωστική ικανότητα.

γ) Οι στατικές 3D εικονογραφήσεις παρουσιάζουν ένα πλεονέκτημα σε σχέση και με τους δύο τύπους 3D προσομοίωσης κίνησης όσον αφορά στο μειωμένο γνωστικό φορτίο, πράγμα που δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να ελέγξουν πιο αυτόνομα τη διαδικασία της μάθησης.

Προκύπτει έτσι το συμπέρασμα ότι «η μονοσήμαντη χρήση ενός από τους τρεις τύπους οπτικοποίησης δεν βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας» και στην πραγματικότητα «προτείνεται η χρήση ενός συνδυασμού και των τριών τύπων οπτικοποίησης σε μία πολυμεσική εκπαιδευτική πηγή» προκειμένου να εξασφαλιστεί επιτυχής εφαρμογή της στην τάξη.

Όσον αφορά στην τρίτη από τις προαναφερθείσες θετικές διδακτικές εμπειρίες χημείας [20], πραγματοποιήθηκε συλλογή δεδομένων σχετικών με τις αντιλήψεις των μαθητών και για την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας με τρεις διαφορετικές μεθόδους: βιντεοσκόπηση, χειρόγραφες σημειώσεις και ημιδομημένες συνεντεύξεις πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση. Ύστερα από την ανάλυση των δεδομένων, οι ερευνητές οργάνωσαν τις εξαγόμενες αντιλήψεις των μαθητών αναφορικά με την υπό εξέταση έννοια σε τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες. Η αποτελεσματικότητα της διδακτικής προσέγγισης εκτιμάται μέσω των απαντήσεων των μαθητών σε επτά διαφορετικές ερωτήσεις πριν και μετά την ενασχόλησή τους με τη συγκεκριμένη πειραματική προσέγγιση (MBL). Παρατηρήθηκε μία στατιστικά σημαντική αύξηση στο ποσοστό των σωστών απαντήσεων και στις επτά ερωτήσεις. Πιο συγκεκριμένα, «ύστερα από την εκτέλεση του πειράματος περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά σε όλες τις ερωτήσεις που αφορούσαν στο σημείο πήξης των κορεσμένων λιπαρών οξέων, τη σχέση του σημείου πήξης με το μοριακό βάρος καθώς και την περιγραφή αυτής της συσχέτισης». Επιπλέον δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα. Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στις συνεντεύξεις έδειξε ξεκάθαρα την προτίμησή τους για «πειράματα με χρήση αισθητήρων και υποβοηθούμενα από τον υπολογιστή σε σύγκριση με τα παραδοσιακά εργαστηριακά πειράματα». Φαίνεται ότι η δυνατότητα για ευκολότερη και γρηγορότερη λήψη πειραματικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, δίνει στους μαθητές περισσότερο χρόνο να ασχοληθούν με

την ουσία του πειράματος και κατά συνέπεια τους βοηθά να «κατανοούν πιο αποτελεσματικά τις εξεταζόμενες έννοιες». Τα κίνητρα των μαθητών για περαιτέρω μάθηση φαίνεται να ενισχύονται.

Όσον αφορά στο τέταρτο από τα προαναφερόμενα παραδείγματα θετικής εμπειρίας διδασκαλίας της χημείας [21], η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε ως εξής: Όλοι οι μαθητές (ομάδα ελέγχου και πειραματική) εξετάστηκαν πριν τη διδακτική παρέμβαση προκειμένου να καθοριστεί το αρχικό τους επίπεδο γνώσεων. Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση προκειμένου να ελεγχθεί αν υπήρξε κάποια σημαντική διαφορά στην βελτίωση μεταξύ των δύο ομάδων και επίσης να ελεγχθεί αν η (πιθανή) διαφοροποίηση στη βελτίωση οφειλόταν στην επίδραση του εκπαιδευτικού. Η ανάλυση έδειξε ότι η μέση βελτίωση στη μάθηση της πειραματικής ομάδας ήταν μεγαλύτερη από εκείνη της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον αυτή η στατιστικά σημαντική διαφορά δεν οφειλόταν στην αλληλεπίδραση μεταξύ του εκπαιδευτικού υλικού και του εμπλεκόμενου εκπαιδευτικού. Κατά συνέπεια, προτείνεται ότι η βελτίωση στη μάθηση οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα στις αλλαγές που έγιναν στο εκπαιδευτικό υλικό. Συμπερασματικά, τα πειραματικά δεδομένα στηρίζουν την άποψη ότι οι επιδόσεις των μαθητών στη χημεία μπορούν να βελτιωθούν μέσω δράσεων ανασχεδιασμού του αναλυτικού προγράμματος και αλλαγής της διδακτικής προσέγγισης έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη τα επιστημονικά ψυχολογικά δεδομένα για την επεξεργασία της πληροφορίας από τον ανθρώπινο εγκέφαλο.

Όσον αφορά στην πέμπτη από τις προαναφερθείσες θετικές διδακτικές εμπειρίες χημείας [17], η αξιολόγησή της πραγματοποιήθηκε με συλλογή και ανάλυση ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων από όλους τους φοιτητές κατά τη διάρκεια και των τριών ετών της διδακτικής παρέμβασης. Ο στόχος ήταν να αξιολογηθεί τόσο η αποτελεσματικότητα της διδακτικής μεθόδου όσο και οι στάσεις των φοιτητών. Όσον αφορά στις στάσεις των φοιτητών, εξάχθηκαν τα παρακάτω συμπεράσματα: α) Οι φοιτητές εξέφρασαν συνολικά μία θετική άποψη ως προς τη χρησιμότητα της πλατφόρμας Moodle και θεωρούν ότι είναι ένα ευέλικτο μαθησιακό εργαλείο, β) Η μεγάλη πλειοψηφία των φοιτητών εξέφρασε θετική γνώμη σχετικά με το περιεχόμενο των διαδραστικών διαλέξεων και συμφώνησαν ότι η ταυτόχρονη χρησιμοποίηση 2D και 3D μοριακών οπτικοποιήσεων είχε θετική επίδραση στην εννοιολογική σύλληψη της μοριακής συμμετρίας, γ) Οι φοιτητές επέδειξαν θετική στάση απέναντι στο υβριδικό μοντέλο διδασκαλίας το οποίο θεωρούν ότι παρέχει ένα μαθησιακό περιβάλλον που ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις προσδοκίες τους, δ) Οι φοιτητές θεωρούν τα κουίζ ένα χρήσιμο εργαλείο αυτοαξιολόγησης και ε) Το υβριδικό μοντέλο διδασκαλίας ενίσχυσε την επικοινωνία τόσο μεταξύ φοιτητών και διδασκόντων όσο και των φοιτητών μεταξύ τους.

Όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα της διδακτικής παρέμβασης, τα δεδομένα υποδεικνύουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα μέσω της χρήσης του υβριδικού διδακτικού μοντέλου σε σύγκριση με το παραδοσιακό μοντέλο. Εντούτοις, δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί λεπτομερής στατιστική ανάλυση λόγω του ότι οι ομάδες φοιτητών ανήκαν σε διαφορετικά έτη εισαγωγής. Τέλος, ένα επιπλέον θετικό αποτέλεσμα είναι το υψηλό ποσοστό παραμονής στην παρακολούθηση του «υβριδικού» μαθήματος σε όλη τη διάρκεια του ακαδημαϊκού εξαμήνου.

Συνοψίζοντας, τα παρακάτω συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν όσον αφορά στη τελευταία αυτή διδακτική παρέμβαση: α) Η υιοθέτηση ενός υβριδικού μοντέλου διδασκαλίας για απαιτητικά προπτυχιακά μαθήματα χημείας (όπως είναι η Μοριακή Συμμετρία) μπορεί να βελτιώσει τόσο το μέγεθος όσο και την ποιότητα της εμπλοκής των φοιτητών με το αντικείμενο καθ' όλη τη διάρκεια του εξαμήνου, β) Μέσω του υβριδικού μοντέλου οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα αυτο-ρύθμισης, δηλ. αναλαμβάνουν οι ίδιοι την ευθύνη για τη δική τους μάθηση. Η αυτο-ρύθμιση (self-regulation) έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί μία από τις θεμελιώδεις δομές κινήτρων. Επιπλέον, οι μαθητές αποκτούν ευελιξία για δράση και συλλογισμό προκειμένου να αυξήσουν την επίδοσή τους στα τεστ αξιολόγησης καθώς και το ποσοστό συμμετοχής τους μέσα στο μάθημα, γ) Η ύλη του μαθήματος σχεδιάστηκε (και πρέπει γενικά να σχεδιάζεται) λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές της γνωστικής ψυχολογίας για τη μάθηση, στοχεύοντας στη μείωση του γνωστικού φορτίου και υποστηρίζοντας την οπτική-χωρική διάσταση της σκέψης, δ) Παρ' όλο που η δεδομένη επιτυχής διδακτική προσέγγιση έχει εφαρμοστεί σε επίπεδο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, θα μπορούσε να βρει εφαρμογή και σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης προκειμένου να βοηθηθούν στην κατανόηση αφηρημένων ή/και δύσκολων χημικών εννοιών.

4. Οι επιπτώσεις του προγράμματος στις Θετικές Διδακτικές Εμπειρίες

Σε αυτό το τμήμα της έκθεσης, θα επιχειρηθεί μία περιγραφή των επιπτώσεων του προγράμματος όσον αφορά στις θετικές εμπειρίες διδασκαλίας της χημείας μεταξύ των Ελλήνων εκπαιδευτικών, χρησιμοποιώντας τις εξής δύο πηγές πληροφόρησης: α) τα αποτελέσματα του εθνικού εργαστηρίου (workshop) με θέμα «Θετικές εμπειρίες και καλές πρακτικές στη διδασκαλία της χημείας» και β) τα αποτελέσματα από τη δοκιμαστική εφαρμογή στη σχολική τάξη από τους εμπλεκόμενους Έλληνες εκπαιδευτικούς, εκπαιδευτικών πηγών που στηρίζονται στη χρήση ΤΠΕ και είναι διαθέσιμες στην ψηφιακή πύλη (portal) του προγράμματος.

4.1 Εργαστήριο (Workshop)

Το εργαστήριο με θέμα «Θετικές εμπειρίες και καλές πρακτικές στη διδασκαλία της χημείας» πραγματοποιήθηκε το Μάρτιο 2014 και σχεδιάστηκε έτσι ώστε να ενθαρρύνει την αλληλεπίδραση μεταξύ εκπαιδευτικών που διδάσκουν χημεία και ειδικών επιστημόνων. Υπήρχαν συνολικά 15 συμμετέχοντες εκ των οποίων οι 9 ήταν εκπαιδευτικοί και οι 6 ειδικοί επιστήμονες. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε 4 μικρές ομάδες των 3-4 ατόμων. Σε κάθε ομάδα συμμετείχε ένας τουλάχιστον ειδικός επιστήμονας. Ζητήθηκε από τα μέλη της ομάδας να σκεφθούν και να ανταλλάξουν απόψεις σχετικά με ένα συγκεκριμένο κάθε φορά αντικείμενο σχετικό με το γενικό θέμα του Εργαστηρίου. Αρχικά, δόθηκε χρόνος για ελεύθερη αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών της ομάδας για ένα δεδομένο χρονικό διάστημα (γύρω στα 20 λεπτά). Στη συνέχεια, ένας εκπρόσωπος από κάθε ομάδα έδωσε μία σύντομη παρουσίαση (διάρκειας 5-8 λεπτών) των βασικών συμπερασμάτων στα οποία κατέληξαν από κοινού τα μέλη της ομάδας σε σχέση με το συγκεκριμένο αντικείμενο. Δύο ήταν τα κύρια αντικείμενα τα οποία συζητήθηκαν στις εργασίες των ομάδων: α) «Τι συνιστά μία θετική διδακτική εμπειρία χημείας;» με βάση τις προσωπικές τους απόψεις/εμπειρίες καθώς και τις πληροφορίες στις Εργασίες (Papers) και Δημοσιεύσεις (Publications) της αντίστοιχης βάσης δεδομένων της ψηφιακής πύλης του προγράμματος CIAAN και β) Προτάσεις καλών διδακτικών πρακτικών και απαραίτητες προϋποθέσεις/συνθήκες για την επιτυχή πρακτική εφαρμογή μίας καινοτόμου διδακτικής προσέγγισης.

Εκτός από την εργασία σε ομάδες, ένα σημαντικό μέρος του εργαστηρίου ήταν αφιερωμένο στην παρουσίαση και συζήτηση της πρακτικής δοκιμαστικής εφαρμογής στη σχολική τάξη των εκπαιδευτικών πηγών. Αυτό το τμήμα του εργαστηρίου πραγματοποιήθηκε με την ταυτόχρονη συμμετοχή όλων των συμμετεχόντων ως μία ενιαία ομάδα. Σε αυτό το μέρος του εργαστηρίου, τα θέματα συζήτησης ήταν τα παρακάτω: Κριτήρια επιλογής της εκπαιδευτικής πηγής προς δοκιμή, εμπόδια/δυσκολίες στην εφαρμογή, αξιολόγηση της εμπειρίας από τους εκπαιδευτικούς και από τους μαθητές.

Όσον αφορά στο ερώτημα «Τι συνιστά μία θετική εμπειρία διδασκαλίας της χημείας;» οι κύριες προτάσεις που προέκυψαν από την ανάλυση του υλικού του εργαστηρίου είναι οι παρακάτω:

i) Είναι αναγκαίο οι μαθητές να είναι πεπεισμένοι ότι η ενασχόληση με τη μάθηση της χημείας μπορεί να είναι μία εποικοδομητική εμπειρία και για το σκοπό αυτό ο εκπαιδευτικός πρέπει να τονίζει και να υπενθυμίζει διαρκώς τους λόγους για τους οποίους είναι σημαντικό κάποιος να μαθαίνει και να γνωρίζει χημεία. Σε αυτό το πλαίσιο, μία προτεινόμενη καλή διδακτική πρακτική είναι το να δίνεται έμφαση στη σύνδεση της επιστημονικής γνώσης με εμπειρίες της καθημερινής ζωής καθώς και να γίνεται αξιοποίηση της διαθεματικότητας μεταξύ των φυσικών επιστημών (πχ μεταξύ φυσικής, χημείας και βιολογίας).

ii) Με βάση τις εμπειρίες των συμμετεχόντων, μία κατάλληλη εισαγωγή στο μάθημα όπως για παράδειγμα μία σύντομη δραστηριότητα η οποία θα προσελκύσει την προσοχή των μαθητών και θα κινητοποιήσει το ενδιαφέρον τους για μάθηση, παίζει σημαντικό ρόλο για την επιτυχή έκβαση της διδασκαλίας.

iii) Μια επιτυχημένη διδακτική προσέγγιση είναι καλά οργανωμένη, εξάπτει την περιέργεια των μαθητών και συντηρεί το ενδιαφέρον τους ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνει σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα. Σημειώθηκε ιδιαίτερα πως το γεγονός ότι οι μαθητές επιδεικνύουν ισχυρό ενδιαφέρον στην τάξη δεν οδηγεί απαραίτητα σε κατανόηση της διδασκόμενης ύλης σε μεγάλο βαθμό. Για το λόγο αυτό δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην αναγκαιότητα συνεχούς αξιολόγησης της διδακτικής πράξης. Σύμφωνα με τους συμμετέχοντες, ο εκπαιδευτικός πρέπει να λαμβάνει διαρκή ανατροφοδότηση από τους μαθητές είτε άμεσα (μέσω τεστ – σύντομων διαγωνισμάτων ή ζητώντας τη γνώμη των μαθητών) είτε έμμεσα (παρατηρώντας την συμπεριφορά και τις αντιδράσεις των μαθητών μέσα στην τάξη).

iv) Ένα άλλο χαρακτηριστικό μίας επιτυχημένης διδακτικής προσέγγισης είναι η ισχυρή αλληλεπίδραση μεταξύ όλων των παικτών (τόσο των μαθητών μεταξύ τους όσο και μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών). Ο

μαθητής πρέπει να έχει καταφέρει να αποκτήσει την ικανότητα να διατυπώνει ερωτήματα και να ερευνά τρόπους για την εξεύρεση λύσεων σε αυτά. Δύο διδακτικές προσεγγίσεις που μπορούν να βοηθήσουν στην επίτευξη αυτού του στόχου είναι η ενασχόληση με πρακτικές δραστηριότητες (εργαστήριο) και η εργασία σε μικρές ομάδες (2-3 ατόμων) με ανάθεση ξεχωριστού ρόλου σε κάθε μέλος από τον εκπαιδευτικό.

v) Η ομαδοσυνεργατική διδακτική προσέγγιση μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Η έλλειψη διαδεδομένης κουλτούρας συνεργασίας στην Ελληνική κοινωνία φαίνεται να αποτελεί ένα σύνθημα εμπόδιο (τόσο για τον εκπαιδευτικό όσο και για τους μαθητές) στην επιτυχή εφαρμογή αυτής της διδακτικής προσέγγισης.

Όσον αφορά στο αντικείμενο σχετικά με τις προτάσεις καλών διδακτικών πρακτικών και τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την επιτυχή εφαρμογή μίας καινοτόμου διδακτικής προσέγγισης, τα κυριότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση του υλικού του εργαστηρίου είναι τα παρακάτω:

i) Η διενέργεια πειραμάτων στο εργαστήριο θεωρείται γενικά μια καλή διδακτική πρακτική, αν και προκύπτουν συχνά διάφορα εμπόδια στην επιτυχή υλοποίηση. Αυτά τα εμπόδια σχετίζονται με τα παρακάτω ζητήματα: περιορισμένος διαθέσιμος χρόνος διδασκαλίας και ελλιπείς υποδομές, πίεση στους εκπαιδευτικούς από το επίσημο εκπαιδευτικό σύστημα για να «βγάλουν την ύλη», η συχνή αντίληψη των μαθητών ότι η δουλειά στο εργαστήριο είναι ένα απλό παιχνίδι που δεν απαιτεί από την πλευρά τους κάποια σοβαρή προσπάθεια για να μάθουν κάτι, η διαρκής επικέντρωση του ενδιαφέροντος των μαθητών στο να επιτύχουν καλή επίδοση στις εξετάσεις εισαγωγής στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (λαμβάνοντας υπόψη ότι, τουλάχιστον μέχρι σήμερα (Ιούλιος 2014), σε αυτά τα διαγωνίσματα δεν εμπεριέχονται θέματα σχετικά με εργαστηριακές ασκήσεις και πρακτικές).

ii) Η κατάλληλη ενσωμάτωση σύγχρονων αναλυτικών τεχνικών (πχ αέρια χρωματογραφία, φασματοσκοπία μάζας, κ.α.) στη σχολική χημεία προτείνεται επίσης ως μία καλή διδακτική πρακτική. Μια τέτοια πρακτική μπορεί να οδηγήσει σε συνεργασία και αλληλεπίδραση μεταξύ του χώρου της ακαδημαϊκής έρευνας (ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και ερευνητικά κέντρα) και του σχολικού συστήματος. Επιπλέον, είναι δυνατό να οργανωθούν επισκέψεις ή να εγκαθιδρυθούν πιο στενές συνεργασίες με συγκεκριμένες χημικές βιομηχανίες (πχ με τις βιομηχανίες τροφίμων να αποτελούν μια εφαρμόσιμη επιλογή για την ελληνική πραγματικότητα).

iii) Η ομαδοσυνεργατική διδακτική προσέγγιση, παρά τις δυσκολίες στην υλοποίησή της, θεωρείται επίσης μια καλή διδακτική πρακτική, τονίζοντας ιδιαίτερα το γεγονός ότι μπορεί να αποφέρει σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα ταυτόχρονα στους δυνατούς και στους λιγότερο δυνατούς μαθητές. Οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες ανέφεραν ότι η υλοποίηση αυτής της μεθόδου έχει μεγαλύτερες πιθανότητες επιτυχίας αν οι μαθητικές ομάδες εργασίας συγκροτούνται με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού.

iv) Δύο επιπλέον προτάσεις καλών διδακτικών πρακτικών είναι η διαθεματική/διεπιστημονική διδακτική προσέγγιση και η στοχευμένη χρήση ΤΠΕ για τη διδασκαλία βασικών χημικών εννοιών. Όσον αφορά στη δεύτερη από τις παραπάνω προσεγγίσεις, οι συμμετέχοντες ανέφεραν θεματικές ενότητες όπως η στερεοχημεία οι οποίες ενώ είναι θεμελιώδους σημασίας για την κατανόηση των χημικών φαινομένων (πχ αντιδράσεων οργανικής χημείας), συνήθως διδάσκονται ελλιπώς και με μη-ελκυστικές μεθόδους.

v) Η χρήση μεθόδων εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης (εκπαιδευτικές πλατφόρμες e-learning) και τα πιθανά πλεονεκτήματά τους για την προώθηση της μάθησης και της διδασκαλίας της χημείας, συζητήθηκαν επίσης εκτενώς μεταξύ των συμμετεχόντων. Η εμπειρία υποδεικνύει ότι το πιο άμεσο θετικό αποτέλεσμα που προκύπτει από τη χρήση αυτής της τεχνικής είναι η βοήθεια που παρέχεται στον εκπαιδευτικό για γρήγορη ανατροφοδότηση σχετικά με την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας μέσα στην τάξη.

vi) Οι συμμετέχοντες συμφώνησαν ότι για την επιτυχή υλοποίηση μίας εναλλακτικής/καινοτόμου διδακτικής προσέγγισης είναι σημαντικό οι μαθητές να εκπαιδεύονται σταδιακά στον τρόπο εργασίας που απαιτείται από την συγκεκριμένη μέθοδο. Κατά συνέπεια, είναι απαραίτητο οι μαθητές να εμπλέκονται σταδιακά στη μάθηση μέσω μη-παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας (όπως πχ. η ομαδοσυνεργατική μέθοδος) από πολύ νεαρή ηλικία ξεκινώντας από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

vii) Τέλος, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην ανάγκη να βοηθηθούν οι μαθητές να επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους και τις προσπάθειές τους στην κατανόηση του εκάστοτε χημικού φαινομένου (ή έννοιας) το οποίο εξετάζεται στο μάθημα προκειμένου να αποφύγουν τη σύγχυση και το (πιθανό) χάος στη σκέψη τους. Χωρίς αμφιβολία, η προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών και η καλλιέργεια ενθουσιώδους ατμόσφαιρας είναι επιθυμητά χαρακτηριστικά μίας επιτυχημένης διδακτικής προσέγγισης. Παρ' όλα αυτά, αρκετά συχνά οι

μαθητές τείνουν να υπερ-ενθουσιάζονται και να έχουν την (λανθασμένη) εντύπωση ότι μπορούν με ευκολία να κατανοήσουν οτιδήποτε παρατηρούν στη φύση. Κάτι τέτοιο όμως μπορεί τελικά να οδηγήσει σε αντίθετο αποτέλεσμα, δηλ. αποστροφή προς τις φυσικές επιστήμες. Έτσι, ο εκπαιδευτικός, ως κεντρικός παίκτης στην επίσημη εκπαιδευτική διαδικασία, οφείλει να υπενθυμίζει διαρκώς στους μαθητές ότι η επιστημονική γνώση οικοδομείται σταδιακά και συστηματικά.

Τέλος, αναφορικά με την δοκιμαστική εφαρμογή στην τάξη εκπαιδευτικών πηγών διαθέσιμων στη βάση δεδομένων της ψηφιακής πύλης του προγράμματος CIAAN, τα κύρια σημεία που προήλθαν από την ανάλυση του υλικού του εργαστηρίου είναι τα παρακάτω:

i) Οι παρακάτω εκπαιδευτικές πηγές παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν από τους συμμετέχοντες: ChemsSketch 12 Software, BBC School Science (GCSE level – Ενότητες σχετικές με καύσιμα και πολυμερή υλικά), Phet (εφαρμογές σχετικές με στοιχειομετρία, ατομική δομή, χημική κινητική), Virtual Chemistry Experiments, The Periodic Table of Videos και η Χημική Ένωση του Μήνα (Chemical Compound of the Month). Οι παρουσιάσεις έγιναν από τους εκπαιδευτικούς οι οποίες προέβλεψαν σε δοκιμαστική εφαρμογή των αντίστοιχων πηγών κατά τη διάρκεια του τρέχοντος σχολικού έτους (201-14). Υπήρξε εκτενής συζήτηση σχετικά με την προσαρμογή των εκπαιδευτικών πηγών για χρήση στη σχολική τάξη, τις δυσκολίες κατά την εφαρμογή καθώς και τις απόψεις των μαθητών για τις συγκεκριμένες εκπαιδευτικές πηγές.

ii) Όσον αφορά στην προσαρμογή των εκπαιδευτικών πηγών οι εμπλεκόμενοι εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν στη χρήση/δημιουργία φύλλων εργασίας, στη συζήτηση με τους μαθητές της Αγγλικής ορολογίας (που στις περισσότερες περιπτώσεις δημιούργησε επιπλέον κίνητρο μάθησης στους μαθητές) και μερικές δυσκολίες που συνάντησαν στην προσπάθειά τους να διδάξουν θέματα χημικής κινητικής με τη βοήθεια προσομοιώσεων.

iii) Σχετικά με τις δυσκολίες κατά την εφαρμογή/υλοποίηση, όλοι οι εκπαιδευτικοί συμφώνησαν ότι στις μεγάλες τάξεις του Λυκείου όπου ο βαθμός στη χημεία παίζει σημαντικό ρόλο για τη μετέπειτα επαγγελματική τους σταδιοδρομία, οι μαθητές είναι διστακτικοί στην εμπλοκή τους σε εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις καθώς θεωρούν ότι με τον τρόπο αυτό δεν θα μάθουν ότι είναι απαραίτητο να γνωρίζουν έτσι ώστε να έχουν καλή επίδοση στην τελική γραπτή εξέταση.

iv) Τέλος, όσον αφορά στις απόψεις των μαθητών και στα μαθησιακά αποτελέσματα, το γενικό συμπέρασμα είναι ότι κατά κανόνα υπήρξαν θετικά σχόλια από την πλευρά των μαθητών και επίσης ότι η προσεκτική οργάνωση του διαθέσιμου εκπαιδευτικού υλικού που στηρίζεται στη χρήση ΤΠΕ μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποτελεσματική μάθηση σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας.

4.2 Δοκιμαστική εφαρμογή εκπαιδευτικών πηγών που στηρίζονται σε ΤΠΕ

Πραγματοποιήθηκε δοκιμαστική εφαρμογή 11 συνολικά εκπαιδευτικών πηγών διαθέσιμων στη βάση δεδομένων του προγράμματος CIAAN με τη συμμετοχή 12 εκπαιδευτικών από 10 διαφορετικά σχολεία (7 Λύκεια και 3 Γυμνάσια). Στις επόμενες παραγράφους, θα αναφερθούμε ξεχωριστά στα αποτελέσματα από τη δοκιμαστική εφαρμογή κάθε εκπαιδευτικής πηγής παρέχοντας τα παρακάτω στοιχεία: σύντομη περιγραφή της πορείας της διδασκαλίας, αναφορά των απόψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρησιμότητα της υπό-δοκιμή εκπαιδευτικής πηγής καθώς και αναφορά στις απόψεις των μαθητών. Οι παρεχόμενες πληροφορίες στηρίζονται είτε στις γραπτές εκθέσεις των εκπαιδευτικών (αναρτημένες ήδη στη σχετική ενότητα στην ψηφιακή πύλη του προγράμματος) ή σε προσωπικές προφορικές συνεντεύξεις που δόθηκαν από τους εκπαιδευτικούς.

Η δοκιμαστική εφαρμογή της εκπαιδευτικής πηγής διαθέσιμης στην ψηφιακή πύλη με το όνομα “BBC School Science” πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Β’ τάξης Γενικού Λυκείου (16 – 17 ετών). Δοκιμάστηκαν δύο διδακτικές ενότητες και συγκεκριμένα οι εξής: “Fuels from crude oil” («Καύσιμα από αργό πετρέλαιο») και “Polymers from oil” («Πολυμερή παραγόμενα από το πετρέλαιο»). Οι μαθησιακοί στόχοι αυτών των δύο διδακτικών ενότητων ήταν περιληπτικά οι εξής: χρήση του γενικού χημικού τύπου των αλκανίων και των αλκενίων και καταγραφή των αντίστοιχων συντακτικών τύπων, συσχέτιση του αριθμού των ατόμων άνθρακα ενός αλκανίου με την κατάσταση της ύλης στην οποία βρίσκεται, επεξήγηση των διεργασιών της απόσταξης και του πολυμερισμού και συσχέτιση των ιδιοτήτων ενός πολυμερούς με τη μοριακή του δομή. Καθώς η εκπαιδευτική πηγή είναι διαθέσιμη μόνο στην Αγγλική γλώσσα, κρίθηκε αναγκαίο να προηγηθεί μία σύντομη εξήγηση των ξενόγλωσσων όρων χημείας στους μαθητές καθώς και ένα μικρό χρονικό διάστημα (5-10 λεπτά) εξοκείωσης των μαθητών με την ξένη γλώσσα. Κάθε δραστηριότητα εκτελέστηκε δύο φορές από

τους μαθητές και μεταξύ των δύο εφαρμογών έλαβε χώρα συζήτηση μεταξύ των μαθητών και του εκπαιδευτικού. Οι μαθητές απόλαυσαν σε μεγάλο βαθμό τη συμμετοχή τους στις δραστηριότητες, ακόμα και κατά τη διάρκεια της πρώτης εκτέλεσης, παρ' όλο που δεν ήταν διαθέσιμες στην Ελληνική γλώσσα. Πράγματι, λαμβάνοντας υπόψη την έκθεση των εμπειριών των μαθητών και της εκπαιδευτικού, η χρήση της Αγγλικής δεν φάνηκε να δημιουργεί κανένα εμπόδιο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αντίθετα, οι συγκεκριμένες ομάδες μαθητών (δύο τάξεις αποτελούμενες από 25 μαθητές η καθεμία) γενικά φάνηκαν να αποδέχονται θετικά τη δυνατότητα βελτίωσης του επιπέδου κατανόησης της Αγγλικής μέσω αυτών των δραστηριοτήτων.

Ο προσεκτικός σχεδιασμός του δωρεάν διαθέσιμου υλικού κάθε δραστηριότητας (σύντομα βίντεο με παράλληλη χρήση εικόνας και ήχου) αποδείχθηκε πολύ χρήσιμος για την προσέλκυση του ενδιαφέροντος ακόμα και των λιγότερο κινητοποιημένων μαθητών. Οι μαθητές μίλησαν για μία ευχάριστη και ενδιαφέρουσα μαθησιακή εμπειρία. Με βάση τα αποτελέσματα ενός τεστ το οποίο προετοιμάστηκε ανεξάρτητα από την εκπαιδευτικό και δόθηκε στους μαθητές αμέσως μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης προκειμένου να εκτιμηθεί ο βαθμός εκπλήρωσης των μαθησιακών στόχων, η συγκεκριμένη διδακτική πρακτική μπορεί να χαρακτηριστεί επιτυχής.

Η δοκιμαστική εφαρμογή της εκπαιδευτικής πηγής διαθέσιμη στην ψηφιακή πύλη με το όνομα "Chemsketch 12 Software" πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Α' τάξης Γενικού Λυκείου (15 – 16 ετών). Αυτή η εκπαιδευτική πηγή σχετίζεται με βασικά θέματα οργανικής χημείας όπως δομή των οργανικών ενώσεων, οργανική ονοματολογία, στερεοχημεία και χαρακτηριστικές ομάδες. Οι μαθησιακοί στόχοι περιλαμβάνουν τα παρακάτω: σχεδιασμός διαφόρων χημικών τύπων οργανικών ενώσεων, ονοματολογία αλκανίων, μελέτη/αναγνώριση του τετραεδρικού ατόμου άνθρακα στα αλκάνια και της δομής δακτυλίου σε κυκλοαλκάνια μονού δακτυλίου. Προκειμένου να γίνει αντιληπτή από τους μαθητές η χρησιμότητα του συγκεκριμένου λογισμικού για την κατανόηση θεμάτων της οργανικής χημείας, κάθε μαθητής (21 μαθητές στο σύνολο) εργάστηκε ατομικά με τον προσωπικό του υπολογιστή (περίπου το 30% των μαθητών χρησιμοποίησαν το δικό τους υπολογιστή λόγω του περιορισμένου αριθμού τερματικών στο σχολικό εργαστήριο υπολογιστών). Επιπλέον, η χρήση ενός φύλλου εργασίας – το οποίο προετοιμάστηκε ανεξάρτητα από τον εμπλεκόμενο εκπαιδευτικό – κρίθηκε απαραίτητη για την επιτυχή εφαρμογή της εκπαιδευτικής πηγής (δηλ. εκπλήρωση των μαθησιακών στόχων) και την κάλυψη της ανάγκης ύπαρξης ενός οδηγού στην Ελληνική γλώσσα.

Το επίπεδο των γνώσεων των μαθητών καθώς και των στάσεων τους σχετικά με τη χρήση προσομοιώσεων και γενικά εφαρμογών ΤΠΕ σε μαθήματα φυσικών επιστημών, εκτιμήθηκε πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, μέσω ενός ερωτηματολογίου το οποίο σχεδιάστηκε από τον εκπαιδευτικό. Τα κυριότερα ευρήματα όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής πηγής είναι τα παρακάτω: i) ο σχεδιασμός τριδιάστατων χημικών δομών θεωρήθηκε ταυτόχρονα ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική δραστηριότητα από τους μαθητές, ii) οι μαθητές είναι σε θέση να κάνουν λογικές υποθέσεις συσχετίζοντας τη χημική δομή (μικροσκοπικό επίπεδο) με τη χημική δραστηριότητα (μακροσκοπική συμπεριφορά) [συγκεκριμένα συσχέτιση της τάσης δακτυλίου ενός κυκλοαλκανίου με την τιμή της θερμότητας καύσης], iii) οι μαθητές είναι σε θέση να χρησιμοποιούν με επιτυχία το λογισμικό για να παράγουν τα ονόματα των εξεταζόμενων οργανικών μορίων και ταυτόχρονα να αξιολογούν τις γνώσεις τους στην οργανική ονοματολογία.

Τα κύρια αποτελέσματα όσον αφορά στις απόψεις των μαθητών για την εκπαιδευτική πηγή είναι τα παρακάτω: i) η μεγάλη πλειοψηφία (περίπου 80%) θεωρεί την πηγή «ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα» ενώ το υπόλοιπο 20% την χαρακτηρίζει «ενδιαφέρουσα», ii) όλοι οι μαθητές θεωρούν ότι το λογισμικό είναι φιλικό προς το χρήστη, iii) όλοι οι μαθητές (αλλά όχι στον ίδιο βαθμό) σκοπεύουν να χρησιμοποιήσουν το "ChemSketch" στο μέλλον για να μελετήσουν τη στερεοχημεία χημικών/βιοχημικών ενώσεων, iv) ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών (περίπου 50%) θα προτιμούσε να εκτεθεί απλά στη χρήση της εκπαιδευτικής πηγής αλλά όχι να χρησιμοποιεί τέτοιου είδους «εναλλακτικές» διδακτικές προσεγγίσεις συστηματικά στην τάξη. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι οι μαθητές φοβούνται ότι δεν θα έχουν αρκετό διαθέσιμο χρόνο για να εντρυφήσουν και να μάθουν τη μεγάλη ύλη στην οποία θα εξεταστούν στο τελικό διαγώνισμα για την εισαγωγή τους στα ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος, η συγκεκριμένη εκπαιδευτική πηγή αξιολογείται θετικά.

Η εκπαιδευτική πηγή “Phet” (και συγκεκριμένα οι ενότητες “Reactions & rates” και “Reactants, products and leftovers”) δοκιμάστηκε από δύο εκπαιδευτικούς (ανεξάρτητα) σε μαθητές Λυκείου.

Όσον αφορά στην προσομοίωση “Reactions & Rates” (η οποία δοκιμάστηκε σε μαθητές 15-16 ετών που φοιτούν στην Α' τάξη Γενικού Λυκείου) οι μαθησιακοί στόχοι συμπεριελάμβαναν τα παρακάτω: διερεύνηση της χημικής δραστηριότητας σε μικροσκοπικό επίπεδο (σωματιδιακές συγκρούσεις), διερεύνηση της έννοιας των αντιστρεπτών αντιδράσεων, διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα μίας αντίδρασης. Οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν να εργαστούν σε μικρές ομάδες των 2-3 ατόμων χρησιμοποιώντας έναν υπολογιστή ανά ομάδα. Οι μαθητές δεν αντιμετώπισαν δυσκολίες στην εκτέλεση των προσομοιώσεων καθώς είναι γενικά εξοικειωμένοι με τη χρήση των υπολογιστών και επειδή οι προσομοιώσεις είναι διαθέσιμες στην Ελληνική γλώσσα. Εξέφρασαν θετικές απόψεις όσον αφορά στη δυνατότητα αλληλεπίδρασης που παρέχει η συγκεκριμένη εκπαιδευτική πηγή και φάνηκαν να ευχαριστιούνται να εργάζονται ομαδικά. Όπως επισημαίνεται από την εμπλεκόμενη εκπαιδευτικό, «όταν οι μαθητές συνηθίσουν αυτού του είδους τη διδακτική προσέγγιση είναι δυνατό να ενισχυθούν σημαντικά τόσο τα κίνητρά τους για μάθηση όσο και τα μαθησιακά αποτελέσματα». Κατά συνέπεια μπορεί κάποιος να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η μάθηση της χημείας μέσω ΤΠΕ μπορεί να αποτελέσει ένα πιο «μόνιμο» και συνήθη τρόπο διδασκαλίας ο οποίος μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα, αρκεί να επενδυθεί αρκετός χρόνος και προσπάθεια ενθαρρύνοντας τους μαθητές να εμπλακούν σε αυτή τη διαδικασία.

Η προσομοίωση “Phet” που σχετίζεται με την ενότητα “Reactants, products and leftovers” (η οποία εφαρμόστηκε διδακτικά σε μαθητές 16-17 ετών της Β' τάξης Γενικού Λυκείου) έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να βοηθήσει κυρίως τους μαθητές να κατανοήσουν την έννοια του οριακού αντιδραστήριου σε μία χημική αντίδραση παρά να εξασκηθούν στη λύση αλγοριθμικών προβλημάτων που απαιτούν μετασχηματισμούς (πχ μεταξύ μάζας και mole). Πιο συγκεκριμένα, η προσομοίωση συσχετίζει το πραγματικό παράδειγμα της προετοιμασίας σάντουιτς με την πραγματοποίηση μίας χημικής αντίδρασης χρησιμοποιώντας χωροπληρωτικά (space-filling) μοντέλα για την αναπαράσταση των αντιδρώντων σωμάτων. Τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα συμπεριλαμβάνουν τα εξής: περιγραφή της έννοιας του οριακού αντιδρώντος, ταυτοποίηση του οριακού αντιδρώντος σε μία χημική αντίδραση με δεδομένη χημική εξίσωση καθώς και των αρχικών ποσών των δύο αντιδρώντων, εφαρμογή της αρχής διατήρησης της μάζας σε μία χημική αντίδραση, χρήση της έννοιας του οριακού αντιδρώντος για την πρόβλεψη είτε των αρχικών ποσών των αντιδρώντων είτε των ποσών των προϊόντων και των υπολειμματικών αντιδρώντων ύστερα από την ολοκλήρωση μίας χημικής αντίδρασης.

Όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα της προσομοίωσης και τις απόψεις των μαθητών έγιναν οι παρακάτω επισημάνσεις από την εμπλεκόμενη εκπαιδευτικό:

- Οι μαθητές απολαμβάνουν την προσομοίωση ως παιχνίδι και ταυτόχρονα βοηθούνται σημαντικά στην κατανόηση και εφαρμογή της αρχής διατήρησης των ατόμων και της παραγωγής διαφορετικών μορίων σύμφωνα με την αναλογία των mole που αναγράφεται στην αντίστοιχη χημική εξίσωση. Τα μοριακά μοντέλα βοηθούν σημαντικά στην κατανόηση των χημικών εξισώσεων (όπου γίνεται χρήση χημικών συμβόλων).
- Επιτυγχάνεται πολύ ικανοποιητική κατανόηση της έννοιας του οριακού αντιδρώντος από τους μαθητές, μέσω επιτυχούς χρήσης μίας αναλογίας (προετοιμασία σάντουιτς).
- Η προσομοίωση βοηθά στην μείωση συγκεκριμένων (λανθασμένων) αντιλήψεων των μαθητών (πχ «οριακό αντιδρών είναι εκείνο που έχει την λιγότερη μάζα σε σχέση με τα υπόλοιπα») και στην αντιμετώπιση δυσκολιών (όπως η σύγχυση των συντελεστών μίας χημικής εξίσωσης με τους δείκτες στα άτομα του μοριακού τύπου μίας χημικής ένωσης).

Δύο επιπλέον στοιχεία τα οποία αναπτύχθηκαν από την εμπλεκόμενη εκπαιδευτικό και που αποδείχθηκε ότι αυξάνουν περαιτέρω το βαθμό επιτυχίας της συγκεκριμένης προσομοίωσης είναι τα εξής: α) πρόκληση στους μαθητές να εμπλακούν σε ένα παιχνίδι (με χρήση της προσομοίωσης) με στόχο να επιτύχουν τη μεγαλύτερη δυνατή βαθμολογία και β) ανάθεση επιπλέον εργασίας για το σπίτι με χρήση της προσομοίωσης. Επιπλέον, συγκεκριμένα αδύναμα σημεία της προσομοίωσης τα οποία χρήζουν προσοχής προσδιορίστηκαν από την εμπλεκόμενη εκπαιδευτικό και έχουν αναφερθεί στην αντίστοιχη περιοχή της ψηφιακής πύλης του προγράμματος (Teaching Resources → Testing) προκειμένου να εξασφαλιστεί αυξημένη αποτελεσματικότητα κατά την εφαρμογή της προσομοίωσης στη σχολική τάξη.

Η δοκιμαστική εφαρμογή της εκπαιδευτικής πηγής διαθέσιμης με το όνομα “Materials for Special Uses” στην βάση δεδομένων της ψηφιακής πύλης του προγράμματος πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Β' τάξης

Γενικού Λυκείου (16–17 ετών). Πρόκειται για μια εκπαιδευτική πηγή σχετική με οργανική χημεία και πιο συγκεκριμένα πολυμερή υλικά. Μέσω της διδακτικής αξιοποίησης της, αναμένεται οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν πως τα αποτελέσματα της έρευνας στη χημεία μπορούν έχουν χρήσιμες εφαρμογές στην καθημερινή ζωή. Η εκπαιδευτική πηγή παρέχει τη δυνατότητα λεπτομερούς εξέτασης των ιδιοτήτων μερικών απορροφητικών πολυμερών υλικών όπως πχ προϊόντα τροφίμων και βρεφικές πάνες, με ασφαλή τρόπο και ταυτόχρονα επιτυγχάνοντας εντυπωσιακά εκπαιδευτικά αποτελέσματα. Παράλληλα με τις γνώσεις χημείας, οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να εξοικειωθούν περισσότερο με την Αγγλική ορολογία καθώς μερικά τμήματα της πηγής (πχ η Εισαγωγή) δεν μεταφράστηκαν στα Ελληνικά από την εκπαιδευτικό και παρουσιάστηκαν στην Αγγλική. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές εισάγονται στη συνήθεια να ψάχνουν για επιστημονική πληροφορία από μία πολύ μεγαλύτερη δεξαμενή πληροφοριών.

Οι μαθητές ωθήθηκαν να εργαστούν σε μικρές ομάδες των 3-4 ατόμων. Κάθε ομάδα ασχολήθηκε με ένα διαφορετικό υλικό. Ύστερα από την πραγματοποίηση των πειραμάτων, ακολούθησε συζήτηση υπό την καθοδήγηση της εκπαιδευτικού και κατόπιν όλες οι ομάδες εργασίας ετοίμασαν μία γραπτή αναφορά των πειραματικών αποτελεσμάτων καθώς και μία σύντομη προφορική παρουσίαση την οποία έδωσαν μπροστά σε όλους τους συμμαθητές τους. Όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα της διδακτικής προσέγγισης που προτείνεται από αυτή την εκπαιδευτική πηγή, τα εκπαιδευτικά αποτελέσματα ήταν πολύ θετικά. Όπως επισημαίνεται από την εμπλεκόμενη εκπαιδευτικό, η οργανική χημεία είναι ένα απαιτητικό γνωστικό αντικείμενο και συγκεκριμένες έννοιες (όπως για παράδειγμα η απορρόφηση, η δομή ενός πολυμερούς κ.α.) προσεγγίστηκαν πιο εύκολα από τους μαθητές μέσω μίας διασκεδαστικής δραστηριότητας. Το συνεργατικό στοιχείο κατά την διδακτική εφαρμογή της εκπαιδευτικής πηγής φάνηκε να ενισχύει το μαθησιακό αποτέλεσμα και έδωσε στους μαθητές την ευκαιρία να αλληλοσυμπληρώνονται. Σε αντίθεση με ότι αναφέρθηκε κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου (βλ. παραπάνω) η σύσταση των ομάδων έγινε με πρωτοβουλία των μαθητών και η μεταξύ τους συνεργασία λειτούργησε ομαλά. Δύο επιπλέον στοιχεία που ενισχύουν το συμπέρασμα της επιτυχούς εφαρμογής αυτής της εκπαιδευτικής πηγής είναι τα παρακάτω: α) οι μαθητές κατάλαβαν ότι μπορούν να έχουν εύκολη πρόσβαση σε νέες ενδιαφέρουσες πληροφορίες σχετικές με πρακτικές εφαρμογές της χημείας στην καθημερινή ζωή, οι οποίες δεν μπορούν να βρεθούν σε ένα τυπικό σχολικό εγχειρίδιο ανεξάρτητα από το πόσο καλά είναι γραμμένο και β) οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να εξασκηθούν ταυτόχρονα σε δύο αντικείμενα δηλ. χημεία και αγγλική ορολογία.

Όσον αφορά στις απόψεις των μαθητών για την εμπλοκή τους σε αυτού του είδους τη διδακτική προσέγγιση, πρέπει να σημειωθεί ότι ήταν γενικά πολύ θετικές και σε μερικές περιπτώσεις ενθουσιώδεις. Η ανάλυση των ερωτηματολογίων αξιολόγησης από τους μαθητές έδωσε περιληπτικά τα παρακάτω αποτελέσματα: α) η εκπαιδευτική πηγή προσέλκυσε το ενδιαφέρον των μαθητών σε μεγάλο ή πολύ μεγάλο βαθμό με ιδιαίτερη αναφορά να γίνεται στα βίντεο με τα ζωντανά πειράματα, τις εικόνες καθώς και στο επιπλέον υλικό το οποίο είναι διαθέσιμο μέσω των παρεχόμενων συνδέσμων (links), β) οι μαθητές θεωρούν ότι η εκπαιδευτική πηγή είναι δομημένη με τρόπο απλό και φιλικό προς το χρήστη και την βρίσκουν πιο ευχάριστη σε σχέση με ένα βιβλίο κυρίως λόγω της ζωντανίας της παρουσίασης. Επίσης οι μαθητές εκτίμησαν πολύ το γεγονός ότι τους δόθηκαν πολλές νέες πληροφορίες για υπαρκτές ή δυνητικές πρακτικές εφαρμογές οι οποίες δεν είναι δυνατόν να διατεθούν από ένα βιβλίο. Γενικά, οι μαθητές πιστεύουν ότι η χημεία γίνεται πιο προσίτη και εύκολη στην κατανόηση μέσω της χρήσης εκπαιδευτικών πηγών που στηρίζονται στις ΤΠΕ και είναι σχεδιασμένες με τρόπο που δεν είναι κουραστικός ή βαρετός. γ) Οι μαθητές κατά μέσο όρο βρήκαν χρήσιμη τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τους συμμαθητές τους στην προσπάθεια τους να καταλάβουν τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια ενός πειράματος.

Η εκπαιδευτική πηγή που εμφανίζεται με το όνομα “The Wonderful World of Chemistry” («Ο Θαυμαστός Κόσμος της Χημείας») στην βάση δεδομένων της ψηφιακής πύλης του προγράμματος, δοκιμάστηκε σε μαθητές της Β' και Γ' Γυμνασίου (13–15 ετών). Πρόκειται για μια εκπαιδευτική πηγή με θέματα σχετικά με εισαγωγική γενική χημεία, όπως άτομα και μόρια, διαλύματα, μίγματα, χημικές αντιδράσεις (στοιχειομετρία), οξέα και βάσεις, βασικές έννοιες της χημείας του άνθρακα και των κατηγοριών των οργανικών ενώσεων. Οι βασικοί μαθησιακοί στόχοι που σχετίζονται με τη χρήση αυτής της εκπαιδευτικής πηγής είναι οι παρακάτω: α) κατανόηση βασικών χημικών εννοιών μέσω εικόνων, βίντεο με πειράματα, σύντομα διαδραστικά τεστ και ασκήσεις που στηρίζονται σε ΤΠΕ, β) προώθηση της συνεργατικής μάθησης με την συμμετοχή μαθητών οργανωμένων σε μικρές ομάδες σε εικονικά εργαστηριακά πειράματα και γ) επέκταση των γνώσεων των μαθητών για εφαρμογές της χημείας σε διάφορα πεδία. Η εκπαιδευτική πηγή χρησιμοποιήθηκε ως

συμπληρωματικό διδακτικό εργαλείο παράλληλα με το καθορισμένο σχολικό εγχειρίδιο. Όσον αφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα, σημειώνεται ότι η χρήση της εκπαιδευτικής πηγής οδήγησε σε έναρξη συζήτησης και ανταλλαγής επιχειρημάτων μεταξύ των μαθητών καθώς και με τον διδάσκοντα. Η συγκεκριμένη πηγή παρέχει μια καλή ευκαιρία για έκθεση των μαθητών σε εργαστηριακές δραστηριότητες με έναν άμεσο και ελκυστικό τρόπο που είναι ιδιαίτερα κατάλληλος σε περίπτωση περιορισμένου χρόνου διδασκαλίας, ή/και έλλειψης υποδομών ή στην περίπτωση επικίνδυνων πειραμάτων. Εντούτοις, ένα από τα πιθανά μειονεκτήματα των εκπαιδευτικών πηγών αυτού του τύπου έγκειται στο γεγονός ότι οι μαθητές τείνουν να το αντιμετωπίζουν ως «κάτι περίεργο» ή ως «ένα απλό παιχνίδι» και όχι ως τμήμα ενός κανονικού μαθήματος όπου πρέπει να υπάρχει και κάποιο μαθησιακό αποτέλεσμα. Κατ' αυτό τον τρόπο, ένας άπειρος ή ανεπαρκώς εκπαιδευμένος εκπαιδευτικός μπορεί να «χάσει τον έλεγχο» της τάξης από ομάδα μαθητών οι οποίοι θα βρουν μία καλή δικαιολογία για να μην προσέχουν, να κάνουν θόρυβο και να αποσπάσουν την προσοχή των συμμαθητών τους. Προς αποφυγή τέτοιων καταστάσεων οι οποίες θέτουν εμπόδια στην επιτυχή υλοποίηση, προτείνεται η χρήση του λογισμικού να συνοδεύεται από ένα σχετικό φύλλο εργασίας, το οποίο πρέπει να ετοιμαστεί με πρωτοβουλία του εκπαιδευτικού. Επίσης, οι μαθητές πρέπει να εργάζονται σε πολύ μικρές ομάδες (σε ζευγάρια στην ιδανική περίπτωση) πράγμα που απαιτεί διαθεσιμότητα ικανού αριθμού τερματικών. Όσον αφορά στη γνώμη των μαθητών για την εκπαιδευτική πηγή, σημειώνεται ότι γενικά εμφανίστηκαν πολύ ικανοποιημένοι από την εμπλοκή τους με αυτήν και επέδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον ιδιαίτερα κατά την παρακολούθηση των βίντεο.

Η εκπαιδευτική πηγή που εμφανίζεται με το όνομα "Learn Chemistry" στη βάση δεδομένων της ψηφιακής πύλης του προγράμματος δοκιμάστηκε σε μαθητές της Β' Γυμνασίου (13–14 ετών). Πιο συγκεκριμένα, ο εμπλεκόμενος εκπαιδευτικός ενσωμάτωσε την ενότητα που αναφέρεται στα διαγράμματα Venn, και η οποία είναι διαθέσιμη στην εκπαιδευτική πηγή, κατά την διδασκαλία ενός πιο γενικού θέματος σχετιζόμενου με την ηλεκτρόλυση του νερού και τα κελιά καυσίμου ως πιθανές πηγές ενέργειας στο μέλλον. Κατά τη διάρκεια αυτού του μαθήματος, η εκπαιδευτική πηγή (διαγράμματα Venn) χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να αξιολογηθεί κατά πόσο οι μαθητές έχουν κατανοήσει τις διαφορές μεταξύ των εννοιών χημικό στοιχείο, χημική ένωση και χημικό μίγμα. Σύμφωνα με την εμπειρία του εκπαιδευτικού, μία σύντομη ανεξάρτητη εισαγωγή είναι απαραίτητη στην αρχή έτσι ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν την έννοια των διαγραμμάτων Venn. Όταν η έννοια γίνει κατανοητή, οι μαθητές βρίσκουν τη χρήση τους διασκεδαστική, καθώς είναι ένας πρακτικός νέος τρόπος για κατηγοριοποίηση δεδομένων χωρίς την ανάγκη χρήσης χαρτών ή πινάκων. Εκτός από τους μαθητές, αρκετοί συνάδελφοι εκπαιδευτικοί επίσης εξέφρασαν πολύ θετικά σχόλια για τη χρήση των διαγραμμάτων Venn, έχοντας παρακολουθήσει την δοκιμαστική εφαρμογή της εκπαιδευτικής πηγής μέσω τηλεδιάσκεψης.

Η εκπαιδευτική πηγή "Chemistry at Home" δοκιμάστηκε δύο φορές (ανεξάρτητες) από δύο εκπαιδευτικούς σε μαθητές της Γ' Γυμνασίου (14–15 ετών) και της Α' τάξης Επαγγελματικού Λυκείου (15–16 ετών). Και στις δύο περιπτώσεις, η δοκιμαστική εφαρμογή πραγματοποιήθηκε με τη μορφή ενός σχολικού πρότζεκτ κατά τη διάρκεια ενός σχολικού εξαμήνου. Οι δραστηριότητες αυτής της εκπαιδευτικής πηγής στοχεύουν στο να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν βασικές επιστημονικές αρετές όπως η λογική και αναλυτική σκέψη. Οι δραστηριότητες αναφέρονται σε πειραματικές διαδικασίες οι οποίες μπορούν εύκολα να αναπαραχθούν μέσα στην τάξη (όπως και έγινε), χρησιμοποιώντας αποκλειστικά υλικά τα οποία υπάρχουν σε ένα κοινό super market. Οι κυριότεροι μαθησιακοί στόχοι των δραστηριοτήτων είναι οι παρακάτω: α) οι μαθητές να κατανοήσουν πως παράγοντες όπως η καθαρότητα, η θερμοκρασία και οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων επηρεάζουν μία χημική αντίδραση, β) προσομοίωση της διαδικασίας της ανάλυσης ενός τροφίμου, σε αναλογία με τις τεχνικές της αναλυτικής χημείας, για να προσδιοριστεί η παρουσία ή όχι κάποιου συστατικού, χρησιμοποιώντας κοινά καθημερινά υλικά και όχι χημικά αντιδραστήρια, γ) οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι είναι εύκολο με υλικά που υπάρχουν στο σπίτι να παρασκευαστεί ένα προϊόν (οδοντόπαστα) παρόμοιο με ένα προϊόν του εμπορίου το οποίο παρασκευάζεται βιομηχανικά και δ) συσχέτιση της χρήσης της επιστήμης της χημείας σε καθημερινά αντικείμενα, προκειμένου οι μαθητές να αντιληφθούν τις χημικές αντιδράσεις που προκαλούν την οξείδωση («μαύρισμα») των αργυρών και επάργυρων αντικειμένων καθώς και την έννοια της αντιστρεπτότητας των χημικών αντιδράσεων.

Οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν να εργαστούν σε μικρές ομάδες οι οποίες είχαν συσταθεί σε συνεργασία με την εκπαιδευτικό. Στο τέλος του εξαμήνου, οι μαθητές εκτέλεσαν ζωντανά όλα τα πειράματα της εκπαιδευτικής πηγής μπροστά στους μαθητές όλου του σχολείου. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των πειραμάτων, οι

μαθητές παρουσίασαν τους σκοπούς και στόχους καθώς και σύντομο θεωρητικό υπόβαθρο κάθε πειράματος. Επιπλέον, οι μαθητές ωθήθηκαν να εξερευνήσουν τους συνδέσμους (links) που είναι διαθέσιμοι στην εκπαιδευτική πηγή για να λάβουν πιο εκτενή πληροφόρηση για τα θέματα των δραστηριοτήτων, κάτι που έκαναν με ευχαρίστηση. Γενικά, οι μαθητές εξέφρασαν πολύ θετικές γνώμες σχετικά με την εμπλοκή τους με την εκπαιδευτική πηγή. Όπως επισημαίνεται από τις εμπλεκόμενες εκπαιδευτικούς, η μεγαλύτερη επιτυχία της συγκεκριμένης διδακτικής δοκιμής ήταν η ενεργός συμμετοχή και των λιγότερο καλών μαθητών οι οποίοι στις περισσότερες περιπτώσεις ανέπτυξαν ισχυρά κίνητρα και αυτοπεποίθηση για να ασχοληθούν με ένα αντικείμενο όπως η χημεία που παραδοσιακά θεωρείται από τα πιο δύσκολα μεταξύ των μαθητών.

Τρεις επιπλέον εκπαιδευτικές πηγές διαθέσιμες στην ψηφιακή πύλη του προγράμματος CIAAN, ("The Chemistry of Things", "The Periodic Table of Videos" και "Chemical Compound of the Month"- «Χημική Ένωση του Μήνα») δοκιμάστηκαν επίσης διδακτικά με διαφορετικούς βαθμούς επιτυχίας σε μαθητές Λυκείου. Η εκπαιδευτική πηγή "The Chemistry of Things" αποδείχθηκε πολύ χρήσιμη στην προσέλκυση της περιέργειας και του ενδιαφέροντος των μαθητών στην αρχή του μαθήματος, καθώς περιέχει πολύ σύντομα βίντεο με επιλεγμένα υλικά και καταστάσεις της καθημερινότητας όπου η χημεία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο. Το εμπόδιο της ξένης γλώσσας (Πορτογαλικά) αντιμετωπίστηκε μέσω της δυνατότητας που παρέχεται από την πηγή για ενσωμάτωση και επεξεργασία (για συντακτικά λάθη) Ελληνικών υποτίτλων. Ο ίδιος στόχος (προσέλκυση ενδιαφέροντος στην αρχή του μαθήματος) εξυπηρετείται και μέσω της εκπαιδευτικής πηγής "The Periodic Table of Videos" η οποία εντούτοις δημιούργησε κάποιες δυσκολίες στους μαθητές σε σχέση με τη χρήση της Αγγλικής γλώσσας. Τέλος, η εκπαιδευτική πηγή "The Chemical Compound of the Month"- «Η Χημική Ένωση του Μήνα» επαινέθηκε ιδιαίτερα από την εκπαιδευτικό που ενεπλάκη στην εφαρμογή της στην τάξη κυρίως λόγω της διαθεσιμότητας μεγάλης ποσότητας και ποικιλίας αξιόπιστης χημικής πληροφορίας, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί για όλους τους τύπους μαθητών (πολύ δυνατών και λιγότερο δυνατών). Το γεγονός ότι είναι διαθέσιμη στα Ελληνικά και αναπτύσσεται από ακαδημαϊκό προσωπικό την ανάγει σε πολύ χρήσιμο εργαλείο για κάθε εκπαιδευτικό που ενδιαφέρεται να εμπλουτίσει την διδασκαλία του μέσω μιας αξιόπιστης πηγής.

5. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τις πληροφορίες που παρατέθηκαν στις παραπάνω ενότητες μπορούμε να καταλήξουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

α) Οι Έλληνες εκπαιδευτικοί που διδάσκουν χημεία μπορούν να έχουν πρόσβαση σε προτάσεις για επιτυχημένες διδακτικές πρακτικές μέσω ελεύθερα διαθέσιμων (μέσω διαδικτύου) άρθρων δημοσιευμένων στα πρακτικά εθνικών συνεδρίων αφιερωμένων στη διδακτική των φυσικών επιστημών και στη χρήση νέων τεχνολογιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση. Αυτά τα άρθρα σχετίζονται με εφαρμογή και αξιολόγηση καινοτόμων προσεγγίσεων για διδασκαλία θεμάτων χημείας (ή σχετικών με χημεία) σε Ελληνικά σχολεία δευτεροβάθμιας αλλά και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επιπλέον προτάσεις διδασκαλίας είναι διαθέσιμες στους επίσημους ιστότοπους αρκετών σχολικών μονάδων και Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (ΕΚΦΕ), σε ιστότοπους εκπαιδευτικού περιεχομένου οι οποίοι διαχειρίζονται από ιδιώτες καθώς και σε άρθρα τα οποία δημοσιεύονται σε διεθνή περιοδικά.

β) Οι βασικές ικανότητες που οι μαθητές πρέπει να αναπτύξουν προκειμένου να αντιμετωπίσουν με επιτυχία τη μελέτη της χημείας μπορούν να οργανωθούν σε τέσσερις βασικές περιοχές: γνώση περιεχομένου, απόκτηση της γνώσης, αξιολόγηση και κριτική, επικοινωνία. Επιπλέον απαιτείται η ανάπτυξη ορισμένων γνωστικών δεξιοτήτων. Ειδική αναφορά χρειάζεται να γίνει στην καλλιέργεια της αναπαραστατικής ικανότητας, που είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει «ένα σύνολο ικανοτήτων και πρακτικών που επιτρέπουν σε ένα πρόσωπο να χρησιμοποιεί κριτικά μια ποικιλία αναπαραστάσεων ή οπτικοποιήσεων, ως μονάδες ή πολλές μαζί, έτσι ώστε να συλλαμβάνει νοητικά χημικά φαινόμενα τα οποία δεν μορφοποιούνται σε άμεσα ορατές φυσικές ποσότητες ή διεργασίες». [16] Η ανάπτυξη όλων των απαραίτητων βασικών δεξιοτήτων απαιτεί συστηματική δουλειά που πρέπει να αρχίζει από νεαρή ηλικία (πρωτοβάθμια εκπαίδευση).

γ) Παραδείγματα θετικών εμπειριών διδασκαλίας της χημείας στην Ελλάδα μπορούν να βρεθούν σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες, δηλ. στην πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση. Οι δημοσιευμένες εμπειρίες συνήθως περιλαμβάνουν την συνδυαστική χρήση διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων, τεχνικών ή εργαλείων (πχ ΤΠΕ μαζί με πρακτική εργαστηριακή άσκηση, διάφορα είδη

πολυμεσικών εφαρμογών, ενίσχυση μάθησης μέσω του διαδικτύου μαζί με παραδοσιακή διδασκαλία με φυσική παρουσία). Προκύπτει κατά συνέπεια ότι μία επιτυχημένη διδακτική εμπειρία συχνά απαιτεί την παράλληλη χρήση πολλών διδακτικών προσεγγίσεων. Για όλες τις περιπτώσεις, είναι σημαντικό να ελέγχεται πειραματικά μέσω διενέργειας εκπαιδευτικής έρευνας ο βαθμός επιτυχίας της κάθε διδακτικής προσέγγισης όσον αφορά στην επίτευξη των μαθησιακών στόχων.

δ) Έλληνες εκπαιδευτικοί που διδάσκουν χημεία και ειδικοί επιστήμονες έχουν φωτίσει διάφορες πτυχές του ζητήματος «τι συνιστά μια θετική εμπειρία διδασκαλίας της χημείας» και έχουν καταθέσει προτάσεις για καλές διδακτικές πρακτικές καθώς και για τις προϋποθέσεις που είναι απαραίτητες για την επιτυχή πρακτική εφαρμογή μίας καινοτόμου διδακτικής προσέγγισης. Η πρακτική άσκηση στο εργαστήριο, η ομαδοσυνεργατική διδακτική προσέγγιση (παρά τις δυσκολίες κατά την υλοποίησή της), η αξιοποίηση της διαθεματικότητας/διεπιστημονικότητας και η στοχευμένη χρήση των ΤΠΕ είναι μερικές από τις προτεινόμενες καλές πρακτικές. Επισημάνθηκε ιδιαίτερα η ανάγκη για σταδιακή εισαγωγή και εκπαίδευση των μαθητών από πολύ μικρή ηλικία (ξεκινώντας από το Δημοτικό Σχολείο) στη χρήση μη-παραδοσιακών διδακτικών προσεγγίσεων (όπως πχ η ομαδοσυνεργατική προσέγγιση).

ε) Αρκετές εκπαιδευτικές πηγές (11 συνολικά) διαθέσιμες στη βάση δεδομένων της ψηφιακής πύλης του προγράμματος Chemistry is All Around Network δοκιμάστηκαν διδακτικά σε σχολεία της Ελλάδας από Έλληνες εκπαιδευτικούς. Η πλειονότητα των πηγών περιελάμβανε τη χρήση Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και οι δοκιμές αποτέλεσαν μία νέα διδακτική εμπειρία για τους εμπλεκόμενους εκπαιδευτικούς. Οι εκπαιδευτικοί παρέιχαν σημαντική ανατροφοδότηση σχετικά με τις προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες οι υπό-δοκιμή εκπαιδευτικές πηγές μπορούν να εφαρμοστούν με επιτυχία στις πραγματικές συνθήκες μίας σχολικής τάξης και έλαβαν ανατροφοδότηση και από τους μαθητές τους. Συνολικά, εκφράστηκαν θετικές γνώμες τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους μαθητές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] [HTTP://WWW.ENEPNET.GR/INDEX.PHP?PAGE=CONFERENCES](http://www.enepnet.gr/index.php?page=conferences)
- [2] [HTTP://WWW.ETPE.EU/NEW/](http://www.etpe.eu/new/)
- [3] [HTTP://EKFE-AMPEL.ATT.SCH.GR/?P=714](http://ekfe-ampel.att.sch.gr/?p=714)
- [4] [HTTP://5LYK-PETROUP.ATT.SCH.GR/INDEX.PHP/EN/2013-03-17-19-53-54/XIMEIA](http://5lyk-petroup.att.sch.gr/index.php/en/2013-03-17-19-53-54/ximeia)
- [5] <http://blogs.sch.gr/nroum/2014/02/09/%CE%B4%CE%B5%CE%B9%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%B4%CE%B9%CE%B4%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%AF%CE%B5%CF%82-2013-14-%CE%BC%CE%AD%CE%B8%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE%B9-%CE%B4%CE%B9/>
- [6] [HTTP://WWW.CHEMVIEW.GR/](http://www.chemview.gr/)
- [7] <http://zeus.pi-schools.gr/epimorfosi/library/kp/>
- [8] Broman, K., Ekborg, M. and Johnels, D. (2011) "Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools", *NorDiNa* 7 (1), 43-53.
- [9] Salta, K., Gekos, M., Petsimeri, I. and Koulougliotis, D. (2012) "Discovering factors that influence the decision to pursue a chemistry-related career: A comparative analysis of the experiences of non scientist adults and chemistry teachers in Greece", *Chemistry Education Research and Practice* 13, 437-446.
- [10] Pacific Policy Research Center (2010) "21st Century Skills for Students and Teachers" Honolulu: Kamehameha Schools, Research & Evaluation Division.
- [11] Hostenbach, J. and Walpuski, M. (2011) "Influence of external aspects on students' evaluation and judgement competence in chemistry", *Scientific literacy and socio-scientific issues* p. 50-56.
- [12] Walpuski, M., Tepner, O., Sumfleth, E., Dollny, S., Hostenbach, J. and Pollender, T. (2012) "Multiple perspectives on students' scientific communication & reasoning in chemistry education", *Acta Didactica Norge* 6 (1) – Art-11.
- [13] Kobow, I. and Walpuski, M. (2014) "Assessing communication competence in chemistry" *Strand 8 Scientific literacy and socio scientific issues*, 102.
- [14] Stiller, J., Nehring, A. and Tiemann, R. (2013) "Chemistry Student Teachers' Scientific Inquiry Competencies", *Science Education Review Letters*, Volume 2013, 15-20.

- [15] Selvaratnam, M. (2011) "Chemistry Students' Competence throughout their BSc Course in some Problem-Solving Strategies", S. Afr. J. Chem. 64, 44-48.
- [16] Kozma, R. and Russel, J. (2005) "Students becoming Chemists: Developing Representational Competence", Visualization in Science Education, John K. Gilbert (ed.) Springer, 121-146.
- [17] Antonoglou, L. D., Charistos, N. D. and Sigalas, M. P. (2011), "Design, development and implementation of a technology enhanced hybrid course on molecular symmetry: Students' outcomes and attitudes", Chemistry Education Research and Practice 12, 454-468.
- [18] Papageorgiou, G., Johnson, P. and Fotiades, F. (2008) "Explaining melting and evaporation below boiling point. Can software help with particle ideas", Research in Science & Technological Education 26, 165-183.
- [19] Korakakis, G., Pavlatou, E. A., Palyvos, J. A. and Spyrellis, N. (2009) "3D visualization types in multimedia applications for science learning: A case study for 8th grade students in Greece", Computers & Education 52, 390-401.
- [20] Pierri, E., Karatrantou, A. and Panagiotakopoulos, C. (2008) "Exploring the phenomenon of 'change of phase' of pure substances using the Microcomputer-Based-Laboratory (MBL) system", Chemistry Education Research and Practice 9, 234-239.
- [21] Danili, E. and Reid, N. (2004) "Some strategies to improve performance in school chemistry, based on two cognitive factors", Research in Science & Technological Education 22, 203-226.