

Συνδυάζοντας Πειράματα Χημείας και Τεχνολογικά Γνωστικά Εργαλεία Μοντελοποίησης για Μαθητές Δημοτικού

Μαρία Φραγκάκη*, Νίκος Κομματάς*, Τζούλια Φορτούνη*,
Νίκος Πασσάλης & Αγγελική Δημητρακοπούλου**

*Εκπαιδευτικοί, μεταπτυχιακοί φοιτητές, ΠΤΔΕ, Ε.Κ. Πανεπιστήμιο Αθηνών

**Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

{mfragaki.nkomatas.gfort;@primedu.uoa.gr; {adimitr; passalis}@rhodes.aegean.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι κοινή διαπίστωση, ότι σήμερα διατίθεται ένας μικρός αριθμός εκπαιδευτικών λογισμικών που υποστηρίζουν τη μάθηση για μαθητές Δημοτικού σχολείου, σύμφωνα με τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης. Πέρα όμως από την έλλειψη αυτή ή μη, είναι σημαντικό να διερευνήσουμε τη δημιουργία πλούσιων μαθησιακών περιβαλλόντων που αξιοποιούν κατάλληλα τα εκπαιδευτικά μέσα, και δεν εστιάζουν αποκλειστικά στο τεχνολογικό περιβάλλον. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να παρουσιάσει τα ερευνητικά δεδομένα μιας διδακτικής προσέγγισης της ενότητας «Διαλύματα» στη Χημεία, όπου το μαθησιακό περιβάλλον καθορίζεται από την παράλληλη αξιοποίηση δύο βασικών συμπληρωματικών μέσων: εργαστηριακά πειράματα και λογισμικό μοντελοποίησης. Από μεθοδολογική άποψη η έρευνα αποτελεί μια μελέτη περίπτωσης στην οποία διερευνάται γενικότερα η αλληλεπίδραση των μαθητών, με διαφορετικά γνωστικά εργαλεία και εκφραστικά μέσα μοντέλων (ποιοτικά μοντέλα χαρτών εννοιών και ημιποσοτικά μοντέλα), του τεχνολογικού περιβάλλοντος του ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ ΜΟΝΤΕΛΩΝ παράλληλα με πειραματικές δραστηριότητες με πραγματικά αντικείμενα, μέσα από μια κατάλληλη ενότητα μαθησιακών δραστηριοτήτων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *πείραμα, μοντελοποίηση, Διαλύματα, Χημεία, Δημιουργός Μοντέλων, εννοιολογικοί χάρτες, ημιποσοτικά μοντέλα, εναλλακτικές ιδέες, επιστημονικές έννοιες*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι αλήθεια ότι στην Ελλάδα, δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί, ένας ικανοποιητικός αριθμός εκπαιδευτικών λογισμικών, που πραγματικά να υποστηρίζουν μαθησιακά τους μαθητές του Δημοτικού Σχολείου, στην οικοδόμηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών (Σταυρίδου και άλλοι, 2000, Σολομωνίδου 2002,). Σε επίπεδο σχολικής πρακτικής έχουν επικρατήσει κυρίως τα λογισμικά πρακτικής και εξάσκησης, ή ακόμα τα λεγόμενα εκπαιδευτικά παιχνίδια. Τα περιβάλλοντα αυτά μπορεί να είναι ελκυστικά στους μαθητές, ή ίσως χρήσιμα για μια πρώτη εξοικείωση των παιδιών με τη χρήση της τεχνολογίας, δε δίνουν όμως τη δυνατότητα για (α) υποστήριξη υψηλότερων μαθησιακών στόχων, (β) εργασία σε συνθήκες τάξης όπου τουλάχιστον δύο παιδιά εργάζονται μπροστά στον υπολογιστή, με σκοπό την αξιοποίηση των δυνατοτήτων της ομάδας στη λεκτική έκφραση και κυρίως στη διαπραγμάτευση των νοημάτων.

Για να αντιμετωπιστούν οι δυσκολίες των μαθητών στην οικοδόμηση εννοιών έχουν γίνει σημαντικές προτάσεις που αφορούν, σε ένα μεγάλο βαθμό, στη χρήση διερευνητικών εκπαιδευτικών λογισμικών. Έρευνες που έχουν γίνει στην κατεύθυνση της μελέτης των μηχανισμών μάθησης, αλλά και το σχεδιασμό νέων διδακτικών πρακτικών, εμπλέκουν την αξιοποίηση των ΤΠΕ στη διδασκαλία (Σολομωνίδου, 2002) και την καθιστούν συχνά αδήριτη Κομματάς, Ν., Φορτούνη, Τ., Φραγκάκη Μ., Πασάλης, Ν. Δημητρακοπούλου Α. (2004). Συνδυάζοντας πραγματικά πειράματα στη Χημεία με τεχνολογικά γνωστικά εργαλεία για μαθητές Δημοτικού. Στο (Επιμ). Μ. Γρηγοριάδου, Σ. Βοσνιάδου, Α. Ράπτης, Χ. Κυνηγός. *Πρακτικά 4ου Ελληνικού Συνεδρίου με Διεθνή συμμετοχή για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*, Αθήνα, 29/1-1/10 2004, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Τόμος Β'. σελ. 25-34

αναγκαιότητα για λόγους επιστημολογικούς, αλλά και μαθησιακούς (Δημητρακοπούλου, 2004). Παρόλα αυτά, συχνά οι προσπάθειες αυτές εστιάζουν στην αποκλειστική χρήση των τεχνολογικών αυτών περιβαλλόντων, δίχως να αξιοποιούν παράλληλα άλλα υπάρχοντα εκπαιδευτικά μέσα.

Η πειραματική διαδικασία, πέρα από τη σημασία της ως πρωταρχική μέθοδος της επιστήμης, φαίνεται να έχει σημαίνοντα ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία, για δύο επιπρόσθετους λόγους: (α) για να αποφευχθεί η σύγχυση που μπορεί να δημιουργηθεί στους μικρούς μαθητές ανάμεσα στον ψηφιακό και στον πραγματικό κόσμο, -ανάμεσα στις προσομοιώσεις και το φαινόμενο, το μοντέλο και την πραγματικότητα- (Δημητρακοπούλου, 2004), (β) για την καλύτερη υποστήριξη της διαδικασίας της μάθησης (Smyrniotou & Barais, 2003).

Το πείραμα δημιουργεί το πραγματικό ρεαλιστικό πλαίσιο μελέτης. Για να εξελιχθεί όμως μια νοητή διαδικασία όπως η συγκρότηση των επιστημονικών εννοιών, είναι στη συνέχεια συχνά απαραίτητη η χρήση διερευνητικών λογισμικών, όπως τα συστήματα μοντελοποίησης, που προσφέρουν κατάλληλα γνωστικά εργαλεία, για την υποστήριξη του συλλογισμού.

Στη παρούσα εισήγηση, παρουσιάζεται μια διερευνητική μελέτη, η οποία προτείνει μαθησιακές δραστηριότητες για παιδιά της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού σχολείου, στο αντικείμενο των Διαλυμάτων της Χημείας, και συνδυάζει (α) την αξιοποίηση πειράματος, παράλληλα με τεχνολογικό περιβάλλον, και (β) δύο διαφορετικές εκφραστικές και διερευνητικές συλλογιστικές προσεγγίσεις μέσω ποιοτικών μοντέλων και ημιποσοτικών μοντέλων. Το ενδιαφέρον μας έγκειται στο να μελετήσουμε κατά πόσο ο συνδυασμός αυτός, επιτρέπει στα παιδιά, να εκφράσουν τις νοητικές τους αναπαραστάσεις, ώστε στη συνέχεια να τις εξελίσουν προς την πορεία της οικοδόμησης των επιστημονικών εννοιών.

Η επιλογή του αντικειμένου των Διαλυμάτων, έγινε καταρχάς λόγω των δυσκολιών που έχουν οι μαθητές στη συγκρότηση των εμπλεκόμενων εννοιών. Οι απλές σχετικά έννοιες (π.χ. μίγματα, διαλύματα, ομοιογένεια) παρουσιάζουν δυσκολίες στους μαθητές (Longden, & Ken, 1991; Ebenezer, et al 1995). Όμως ακόμα και δάσκαλοι δεν έχουν επαρκή εννοιολογική συγκρότηση των εννοιών αυτών (Papageorgiou & Sakka, 2000). Σε πολλές περιπτώσεις, φαίνεται να υπεισέρχονται οι δυσκολίες των σωματιδιακών μοντέλων της ύλης, στην κατανόηση ορισμένων εννοιών (π.χ. ομοιογένεια, διάλυση αλλά μη εξαφάνιση ουσιών) (Stavridou et al, 1993) Xatzinikita & Koulaidis 1997, Σταυρίδου & αλ. 2000)

Η επιλογή του τεχνολογικού περιβάλλοντος, έγινε με κριτήριο το κατά πόσο φαίνεται να παρέχει γνωστικά εργαλεία, εν δυνάμει ικανά να υποστηρίξουν ουσιαστικά τους μαθητές, παρέχοντας σημασιολογικά συστήματα και φορμαλισμούς μοντέλων, συμβατούς με τις δυνατότητες των μικρών παιδιών. Για το λόγο αυτό, αξιοποιήθηκε ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ (ΔΜ), ένα ανοικτό υπολογιστικό περιβάλλον μάθησης, για την επινόηση και το σχεδιασμό μοντέλων, τη διερεύνηση της συμπεριφοράς τους, τη βελτίωση καθώς και τον έλεγχο των ορίων της εγκυρότητάς τους (Dimitracopoulou et al. 1999, Komis et al. 2000). Πέρα από την υποστήριξη έκφρασης αφηρημένων επιστημονικών μοντέλων, επιτρέπει τη

δημιουργία ποιοτικών, και ημιποσοτικών μοντέλων και παρέχει εναλλακτικούς τρόπους έκφρασης και αναπαράστασης.

Η εισήγηση παρουσιάζει το μεθοδολογικό πλαίσιο της διερευνητικής διδακτικής παρέμβασης (ερευνητικά ερωτήματα, συνθήκες και δομή δραστηριοτήτων), ενώ στη συνέχεια παρουσιάζει και αναλύει τα αποτελέσματα, εστιάζοντας τόσο στον εκφραστικό λόγο των παιδιών (κατά τη διάρκεια πειραμάτων και μοντελοποίησης), όσο και στην ποιότητα των μοντέλων που κατασκευάζουν.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Ερευνητικά ερωτήματα

Η μελέτη αυτή επιχειρεί να διερευνήσει αν το προτεινόμενο μαθησιακό περιβάλλον (δραστηριότητες- φύλλα εργασίας, πειράματα, ποιοτικά και ημιποσοτικά μοντέλα) επιτρέπει (α) στις αρχικές διαισθητικές αντιλήψεις των παιδιών, να αναδυθούν, και (β) πώς αυτές Κομματάς, Ν., Φορτούνη, Τ., Φραγκάκη Μ., Πασάλης, Ν. Δημητρακοπούλου Α. (2004). Συνδυάζοντας πραγματικά πειράματα στη Χημεία με τεχνολογικά γνωστικά εργαλεία για μαθητές Δημοτικού. Στο (Επιμ). Μ. Γρηγοριάδου, Σ. Βοσνιάδου, Α. Ράπτης, Χ. Κυνηγός. *Πρακτικά 4ου Ελληνικού Συνεδρίου με Διεθνή συμμετοχή για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*, Αθήνα, 29/1-1/10 2004, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Τόμος Β'. σελ. 25-34

διαμορφώνονται και τροποποιούνται κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης, αναδεικνύοντας παράλληλα τις εναλλακτικές ιδέες, τις παρερμηνείες, καθώς επίσης και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στην κατανόηση νέων επιστημονικών εννοιών.

Μας ενδιαφέρει δηλαδή να μελετήσουμε αν το περιβάλλον αυτό επιτρέπει στα παιδιά να εκφράζουν τις ιδέες τους, και τις νοητικές τους αναπαραστάσεις ώστε στη συνέχεια, να τις εξελίσσουν σε μια πορεία οικοδόμησης των επιστημονικών εννοιών.

Τα υποκείμενα

Στην πειραματική διαδικασία συμμετείχαν εθελοντικά 6 παιδιά (4 κορίτσια, 2 αγόρια), της ΣΤ΄ τάξης του 7^{ου} Δημοτικού Σχολείου Χαϊδαρίου. Όλοι οι μαθητές ήταν λίγο ή πολύ εξοικειωμένοι με τη χρήση Η/Υ, τέσσερις από αυτούς, είχαν υπολογιστή στο σπίτι. Για τις ανάγκες της μελέτης μας, χωρίστηκαν σε τρεις διμελείς ομάδες, λαμβάνοντας υπόψη και τις προτιμήσεις των παιδιών (κοινωνιόγραμμα της τάξης). Οι ομάδες παρέμειναν σταθερές από την αρχή ως το τέλος της διαδικασίας. Για λόγους διακριτικότητας χρησιμοποιήθηκαν ψευδώνυμα αντί για τα πραγματικά ονόματα των μαθητών, όπου αυτοί αναφέρονται στην παρούσα εργασία.

Οι σχολικές επιδόσεις των παιδιών κυμαίνονταν από άριστες μέχρι αρκετά καλές. Οι μαθητές κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς (πριν από τέσσερις περίπου μήνες), είχαν ήδη διδαχθεί τη σχετική ενότητα «Μίγματα-Διαλύματα» από το σχολικό εγχειρίδιο «Ερευνώ και ανακαλύπτω» της ΣΤ΄ Δημοτικού. Οι έννοιες που είχαν επεξεργαστεί ήταν: μίγμα, διάλυμα, ετερογενές- ομογενές μίγμα, κορεσμένο διάλυμα.

Σχεδιασμός δραστηριοτήτων & Συνθήκες υλοποίησης ερευνητικής διαδικασίας

Η θεματική ενότητα που επιλέχθηκε είναι τα «Διαλύματα» στο μάθημα «Ερευνώ και ανακαλύπτω» της ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού και βασίζεται σε έξι επιμέρους μελέτες θεμάτων, που έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- (a) οι μαθητές εμπλέκονται αρχικά με πειραματικές διαδικασίες στο σχολικό εργαστήριο (χρηστικό επίπεδο).
- (b) εκφράζουν τις πειραματικές αυτές διαδικασίες με έννοιες μέσα από εννοιολογικούς χάρτες στο περιβάλλον του ΔΜ (συμβολικό επίπεδο).
- (c) μέσω δραστηριοτήτων μοντελοποίησης (εικονικό επίπεδο), στο ΔΜ, οι μαθητές σταδιακά:
 - α) εστιάζουν σε μια βασική ιδιότητα των διαλυμάτων, αυτή της ομοιογένειας, β) μελετούν τις βασικές διεργασίες των διαλυμάτων: αραίωση, συμπύκνωση, γ) αναπαριστούν τις βασικές έννοιες, ιδιότητες και διεργασίες των διαλυμάτων με την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών.

Τα φύλλα εργασίας που συνοδεύουν την κάθε επιμέρους θεματική ενότητα [ο αναγνώστης μπορεί να τις αναζητήσει στην ιστοσελίδα του ΔΜ], δημιουργήθηκαν αρχικά από τον Νίκο

Πασάλη (καθηγητή Χημείας) για τη διδασκαλία της αντίστοιχης θεματικής ενότητας στη Β΄ Γυμνασίου, και στη συνέχεια έγινε η προσαρμογή τους για μαθητές Δημοτικού (απλοποιήθηκε η γλώσσα, αφαιρέθηκαν γνωστικά δύσκολες δραστηριότητες, προστέθηκαν άλλες υποστηρικτικές).

Η πλήρης ενότητα των διδασκαλιών και δραστηριοτήτων παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

Χρειάζεται να διευκρινιστεί ο ρόλος του δασκάλου-ερευνητή, κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης: οι ερωτήσεις του είχαν κυρίως ως στόχο να προκαλέσουν την ενεργοποίηση και τη συνεργασία των μαθητών, την ανάκληση προηγούμενων γνώσεων ή ιδεών, την έκφραση προβληματισμών αλλά και συναισθημάτων, την περιγραφή πειραματικών δεδομένων, κλπ.

Συλλογή δεδομένων

Η ερευνητική αυτή μελέτη είχε συνολική διάρκεια επτά διδακτικών ωρών (Σχήμα 1). Η διαδικασία βιντεοσκοπήθηκε με εστίαση του βίντεο σε όλη την τάξη και το διδάσκοντα, ώστε να καταγραφούν οι διομαδικές παρουσιάσεις και επικοινωνίες. Χρησιμοποιήθηκαν συμπληρωματικά δημοσιογραφικά κασετόφωνα για την ηχογράφηση των συνομιλιών της κάθε ομάδας ξεχωριστά. Κομματάς, Ν., Φορτούνη, Τ., Φραγκάκη Μ., Πασάλης, Ν. Δημητρακοπούλου Α. (2004). Συνδυάζοντας πραγματικά πειράματα στη Χημεία με τεχνολογικά γνωστικά εργαλεία για μαθητές Δημοτικού. Στο (Επιμ). Μ. Γρηγοριάδου, Σ. Βοσνιάδου, Α. Ράπτης, Χ. Κυνηγός. *Πρακτικά 4ου Ελληνικού Συνεδρίου με Διεθνή συμμετοχή για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*, Αθήνα, 29/1-1/10 2004, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Τόμος Β΄. σελ. 25-34

Μετά τη λήξη των διδασκαλιών ζητήθηκαν και ηχογραφήθηκαν οι γνώμες των παιδιών για τη διαδικασία (συνεντεύξεις). Πηγές δεδομένων της έρευνας αποτέλεσαν (α) οι σημειώσεις του ερευνητή, (β) η βιντεοσκοπημένη καταγραφή των διαλόγων στη τάξη, (γ) τα ηχητικά δεδομένα της κάθε ομάδας, (δ) οι συνεντεύξεις των μαθητών, (ε) τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας, (ζ) τα αποθηκευμένα μοντέλα των παιδιών.

Πίνακας 1: Πίνακας διδασκαλιών, μέσων & διδακτικών στόχων

Δ/λίες	Ενότητες	Διδακτικοί στόχοι	Διάρκεια
Αρχική δ/λία	Επίδειξη του προγράμματος «Δημιουργός Μοντέλων»	*Εξοικείωση με το περιβάλλον του λογισμικού. *Κατανόηση των βασικών εργαλείων και λειτουργιών.	45 λεπτά
1 ^η δ/λία	«Παρασκευάζω ζαχαρόνερο» (πείραμα και χάρτες εννοιών)	*Διάκριση των βασικών εννοιών των διαλυμάτων. *Η ποιοτική ανάλυση κι έκφραση με χάρτη εννοιών	45 λεπτά
2 ^η δ/λία	«Μια βασική ιδιότητα των διαλυμάτων» (πείραμα και ημιποσοτικά μοντέλα)	*Να κατανοήσουν την «ομοιογένεια» σαν μια βασική ιδιότητα των διαλυμάτων. *Η διαδικασία μοντελοποίησης της ομοιογένειας	45 λεπτά
3 ^η δ/λία	«Η έννοια της περιεκτικότητας» (πείραμα και ημιποσοτικά μοντέλα)	*Κατανόηση της έννοιας της περιεκτικότητας. *Η διαδικασία μοντελοποίησης της περιεκτικότητας.	45 λεπτά
4 ^η δ/λία	«Αραίωση ζαχαρόνερου» (πείραμα και ημιποσοτικά μοντέλα)	*Κατανόηση της διεργασίας της αραίωσης των διαλυμάτων	45 λεπτά

	μοντέλα)	*Η διαδικασία μοντελοποίησης της διεργασίας της αραίωσης.	
5 ^η δ/λία	«Συμπύκνωση ζαχαρόνερου» (πείραμα και ημιποσοτικά μοντέλα)	*Κατανόηση της διεργασίας της συμπύκνωσης των διαλυμάτων. *Η διαδικασία μοντελοποίησης της διεργασίας της συμπύκνωσης.	45 λεπτά
6 ^η δ/λία	«Στοχασμός στις βασικές έννοιες, ιδιότητες και διεργασίες των διαλυμάτων» (χάρτες εννοιών)	*Κατανόηση των βασικών εννοιών, των ιδιοτήτων και διεργασιών των διαλυμάτων. *Η ποιοτική ανάλυση κι έκφραση με χάρτη εννοιών.	45 λεπτά