ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2011)

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο: «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

Μελέτη της διαδικασίας μοντελοποίησης προβλήματος σε συνεργατικό υπολογιστικό περιβάλλον

Φ. Σιάμπου, Β. Κόμης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Σιάμπου Φ., & Κόμης Β. (2023). Μελέτη της διαδικασίας μοντελοποίησης προβλήματος σε συνεργατικό υπολογιστικό περιβάλλον . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 0763–0772. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4829

Μελέτη της διαδικασίας μοντελοποίησης προβλήματος σε συνεργατικό υπολογιστικό περιβάλλον

Φ. Σιάμπου[1] , Β. Κόμης[2]

[1] Τμήμα Μαθηματικών Πανεπιστημίου Πατρών, fsiabou@upatras.gr
[2] Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, komis@upatras.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η διαδικασία μοντελοποίησης μαθηματικού προβλήματος στο συνεργατικό υπολογιστικό περιβάλλον ModellingSpace. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε εργαστήριο με 16 μαθητές Γ' Γυμνασίου, οι οποίοι δούλεψαν σε δυάδες, οι μισές δια ζώσης και οι μισές εξ αποστάσεως. Πρόκειται για μελέτη περίπτωσης και η ανάλυση των δεδομένων στηρίζεται στην ανάλυση περιεχομένου και συγκεκριμένα στο πλαίσιο που αφορά τις γνωστικές στρατηγικές μοντελοποίησης. Διαφαίνεται ότι οι δυάδες εξ αποστάσεως έδωσαν έμφαση στην ανάλυση και στη σύνθεση, ενώ οι δυάδες δια ζώσης ζήτησαν περισσότερη υποστήριξη από τον δάσκαλο και αλληλεπίδρασαν σε μεγαλύτερο βαθμό. Όσον αφορά την αλληλουχία των σταδίων επίλυσης και στις δύο ομάδες παρουσιάζεται ως μίας κατεύθυνσης από την ανάλυση στη σύνθεση.

Λέξεις κλειδιά: *δια ζώσης και εξ αποστάσεως συνεργασία, μοντελοποίηση, πρόβλημα*

1. Εισαγωγή

Η παρούσα έρευνα εντάσσεται στο ευρύτερο πεδίο της συνεργατικής μάθησης. Σύμφωνα με τον Dillenbourg (1999), στη *συνεργατική μάθηση* δύο ή περισσότεροι άνθρωποι μαθαίνουν ή προσπαθούν να μάθουν μαζί. Το μέγεθος της ομάδας κυμαίνεται και η διαδικασία της μάθησης μπορεί να πάρει όλες τις μορφές από την παρακολούθηση ενός μαθήματος μέχρι τη μάθηση μέσα από την πρακτική. Στην περιοχή της συνεργατικής μάθησης οι ακολουθούμενες στρατηγικές ποικίλουν και αφορούν την παραγωγή μιας ιστορίας, την επιχειρηματολογία σε ένα θέμα, την *επίλυση προβλήματος* κ.α. Επιλέχθηκε η τελευταία στρατηγική, αφού αποτελεί μια δραστηριότητα υψηλής νοητικής διεργασίας, καθώς οι μαθητές κρίνεται απαραίτητο να ανακαλύψουν τη γνώση μέσα από την αντιμετώπιση προβληματικών καταστάσεων. Επιπλέον, λαμβάνεται υπόψη ο σημαντικός ρόλος της αυθεντικότητας των προβλημάτων μέσα από ρεαλιστικά σενάρια, που κινητοποιούν τους μαθητές.

Στη συγκεκριμένη μελέτη δίνεται έμφαση στις αλληλεπιδράσεις των μαθητών, γι' αυτό και ακολουθήθηκε η θεωρία μάθησης του *κοινωνικού εποικοδομισμού,* η βασική ιδέα της οποίας είναι ότι η κοινωνική αλληλεπίδραση δημιουργεί τη γνωστική ανάπτυξη του παιδιού και δεν τη διευκολύνει απλώς, όπως υποστηρίζουν άλλες θεωρίες μάθησης (Vygotsky, 1978). Στο πλαίσιο αυτό, στηριζόμενοι στα ευρήματα

των παιδαγωγών, οι τεχνολόγοι καλούνται να σχεδιάσουν γνωστικά εργαλεία σε αυτή την κατεύθυνση. Συγκεκριμένα η ενσωμάτωση χαρακτηριστικών κοινωνικής αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας του μαθητή με το δάσκαλο, με το συμμαθητή και με τον έμπειρο ενήλικα στην κατασκευή εκπαιδευτικών λογισμικών έχει ιδιαίτερο νόημα. Έτσι προκύπτει ο ευρύς όρος της *Συνεργατικής Μάθησης Υποστηριζόμενης από Υπολογιστή* (CSCL – Computer Supported Collaborative Learning) και αφορά στην ηλεκτρονική συνεργασία από απόσταση σε μεμονωμένους χρήστες και οργανισμούς (Δημητριάδης κ.α., 2008).

Στη βιβλιογραφία μια συνεργατική δραστηριότητα διακρίνεται ανάλογα με το χώρο (δια ζώσης και εξ αποστάσεως) και το χρόνο (σύγχρονη και ασύγχρονη) στον οποίο πραγματοποιείται (Δημητριάδης κα, 2008; Κόμης, 2004; Αβούρης κ.α., 2008). Με βάση τις παραπάνω κατηγοριοποιήσεις σε υπάρχουσες έρευνες μελετάται η σύγχρονη συνεργατική διαδικασία δια ζώσης και εξ αποστάσεως. Για παράδειγμα, σε έρευνα των Jonassen et al. (2001) μελετάται η φύση των σχολίων των μαθητών και τα πρωτόκολλα της επικοινωνίας σε δια ζώσης και δια μέσω του υπολογιστή επικοινωνία για την επίλυση προβλήματος. Τα σχόλια των μαθητών στην επικοινωνία μέσω του υπολογιστή ήταν λιγότερα σε αριθμό και προσανατολίστηκαν στη δραστηριότητα, επιπλέον η διαδικασία επίλυσης προκάλεσε περισσότερες αλληλεπιδράσεις, σε αντίθεση με τη γραμμική αντιμετώπιση εκ μέρους των μαθητών της δια ζώσης επικοινωνίας. Έρευνα των Tutty et al. (2007) μελέτησε τις συνέπειες του τρόπου συνεργασίας (εικονική και δια ζώσης επικοινωνία) και της σύνθεσης της ομάδας στην επίδοση σε μετά-τεστ και στη συνολική εργασία, καθώς και στις αλληλεπιδράσεις των μαθητών. Οι ομάδες που συνεργάστηκαν εικονικά είχαν καλύτερη επίδοση στην εργασία και περισσότερες διερευνητικές αλληλεπιδράσεις, σε αντίθεση με τη δια ζώσης, που είχαν καλύτερη επίδοση στο μετά-τεστ.

Στην παρούσα έρευνα μελετάται η διαδικασία μοντελοποίησης, λόγω της ιδιαίτερης σημασίας που έχει η διαδικασία αυτή κατά την επίλυση προβλημάτων (Jonassen, 2006). Χρησιμοποιείται το λογισμικό μοντελοποίησης ModellingSpace. Το λογισμικό αυτό χαρακτηρίζεται από δυναμικές σχεδιαστικές αρχές, όπως η οπτικοποίηση των οντοτήτων, η υποστήριξη πολλαπλών σχέσεων μεταξύ των ιδιοτήτων των οντοτήτων και κυρίως δυνατότητα εξ αποστάσεως συνεργασίας (Dimitracopoulou, Komis, 2005). Σε πρόσφατη μελέτη γίνεται σύγκριση δύο περιβαλλόντων συνεργατικής εννοιολογικής χαρτογράφησης (υπολογιστικό περιβάλλον ModellingSpace και χαρτί - μολύβι) για την ανάπτυξη του φυτού από δυάδες μαθητών (Komis et al., 2007). Η μελέτη αυτή αφορά συνεργατικά περιβάλλοντα μοντελοποίησης εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία επηρεάζουν τη γνωστική διαδικασία σύγχρονα και δια ζώσης. Σε πρόσφατη έρευνα (Patrick et al., 2011) μελετάται η επίδραση της επικοινωνίας μέσω γραπτού λόγου chat στην επιχειρηματολογία των μαθητών, όταν εργάζονται σε υπολογιστικά περιβάλλοντα μοντελοποίησης. Ουσιαστικά έγινε σύγκριση δια ζώσης και εξ αποστάσεως συνεργασίας σχετικά με την ποιότητα των μοντέλων και με τη διαδικασία διαπραγμάτευσης των μαθητών. Η ποιότητα των

μοντέλων δε διέφερε, ωστόσο χρειάστηκε λιγότερος χρόνος για την εξ αποστάσεως, αφού οι μαθητές συμπίεσαν τις σκέψεις τους στο γραπτό λόγο.

Στην ίδια κατεύθυνση, η παρούσα έρευνα θέτει μια σειρά από ερωτήματα, μέρος των οποίων θα συζητηθούν στη συνέχεια. Καταρχήν, θα περιγραφεί η μεθοδολογία της έρευνας, στη συνέχεια θα αναλυθούν τα δεδομένα και, τέλος θα παρουσιαστούν τα πρώτα συμπεράσματα.

2. Μεθοδολογία

2.1 Στόχοι και ερωτήματα της έρευνας

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η μελέτη της διαδικασίας συνεργασίας μαθητών σε δύο υπολογιστικά περιβάλλοντα συνεργατικής μάθησης (στον ίδιο χρόνο, δια ζώσης και εξ αποστάσεως). Το ερώτημα προς διερεύνηση είναι η επίδραση των δύο διαφορετικών περιβαλλόντων στη διαδικασία επίλυσης μαθηματικού προβλήματος. Εντάσσεται στο πλαίσιο ευρύτερης μελέτης, που αφορά στη διερεύνηση της επίδρασης του περιβάλλοντος στις αλληλεπιδράσεις των μαθητών και στην ενδεχόμενη βελτίωση της μαθησιακής επίδοσης. Στη συγκεκριμένη εργασία επιδιώκεται η διεξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν στη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος ενώ δεν μελετάται η επίδραση των δύο περιβαλλόντων στην επίδοση των μαθητών.

2.2 Μέθοδος

Η ερευνητική μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι μεικτή, χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο την ποιοτική έρευνα με στοιχεία όμως και από το ποσοτικό παράδειγμα. Στη διαδικασία της ανάλυσης κωδικοποιούνται οι δράσεις των συμμετεχόντων και γίνεται προσπάθεια να ανιχνευθούν πρότυπα στα δεδομένα ώστε να στοιχειοθετηθεί μία συνολική και σε βάθος εικόνα του υπό μελέτη φαινομένου. Στις κατηγορίες της ποιοτικής έρευνας επιλέχθηκε η μελέτη περίπτωσης, στην οποία ο ερευνητής επιχειρεί να οικοδομήσει μία λεπτομερή εικόνα για μια περίπτωση, σφαιρικά και σε βάθος (Cohen et al., 2008). Η μελέτη περίπτωσης κρίνεται εύλογη ως μέθοδος έρευνας στο πλαίσιο της συνεργατικής μάθησης υποστηριζόμενης από υπολογιστή, γιατί δίνει έμφαση στο εκάστοτε περιβάλλον που εξελίσσεται (Αβούρης κ.α., 2008).

2.3 Τεχνικές και εργαλεία συλλογής δεδομένων

Βασική τεχνική συλλογής δεδομένων της έρευνας είναι η παρατήρηση και η συλλογή δεδομένων γίνεται με αξιόπιστα εργαλεία που έχουν τη μορφή βίντεο. Χρησιμοποιήθηκε επίσης το *προ-τεστ και το μετά-τεστ*, όπου μέσα από τη σύγκριση των δύο, μπορούν να διεξαχθούν συμπεράσματα για την επίδραση της δραστηριότητας στις δύο ομάδες μελέτης. Η *παρατήρηση* είναι από τις πιο καθιερωμένες τεχνικές συλλογής δεδομένων. Ο ερευνητής έχει τη δυνατότητα να δει επί τόπου αυτά που συμβαίνουν και όχι ως δευτερογενή δεδομένα (Cohen et al., 2008). Ο ερευνητής μπορεί να συμμετέχει στη δραστηριότητα ή όχι κι έτσι διακρίνονται η πρωτογενής και η δευτερογενής παρατήρηση. Η παρούσα μελέτη

ανήκει στην πρωτογενή παρατήρηση. Τα μειονεκτήματα της συμμετοχής του έγκειται στην περίπτωση αλλοίωσης της δραστηριότητας, λόγω της παρουσίας του ερευνητή, αλλά και στο φιλτράρισμα των δράσεων των συμμετεχόντων. Δόθηκε έμφαση στην ελαχιστοποίηση όσο το δυνατόν περισσότερων από αυτούς τους παράγοντες (Αβούρης κ.α., 2008).

Ειδικότερα, στην έρευνα πραγματοποιήθηκε η τεχνική της παρατήρησης των μαθητών κατά τη διάρκεια της συνεργατικής δραστηριότητας, κρατώντας σημειώσεις, αλλά και με τη βοήθεια του λογισμικού Camtasia studio, το οποίο επιτρέπει την καταγραφή της οθόνης του υπολογιστή και την ταυτόχρονη σύλληψη εικόνας βίντεο και ήχου. Στην ομάδα «δια ζώσης» με το λογισμικό Camtasia καταγράφηκαν η οθόνη, οι κινήσεις και η συνομιλία των δύο μαθητών, οι οποίοι εργάστηκαν στον ίδιο υπολογιστή. Αντίθετα στην εξ αποστάσεως συνεργασία των μαθητών με το Camtasia καταγράφηκε ο χώρος και οι ομιλίες που έλαβαν χώρα. Και στις δύο περιπτώσεις το ModellingSpace παρέχει τις ενέργειες των μαθητών για την κατασκευή των μοντέλων. Στα δεδομένα που συλλέχθηκαν συγκαταλέγονται επίσης τα φύλλα εργασίας και τα πρόχειρα που δόθηκαν στους μαθητές και οι σημειώσεις του ερευνητή (πίνακας 1).

Πίνακας 1: *Εργαλεία συλλογής δεδομένων*

Δια ζώσης	**Εξ αποστάσεως**
Καταγραφή κινήσεων και οθόνης	Καταγραφή του χώρου
Log files του ModellingSpace	Log files του ModellingSpace
2 φύλλα εργασίας και 2 πρόχειρα	2 φύλλα εργασίας και 2 πρόχειρα
Σημειώσεις του ερευνητή	Σημειώσεις του ερευνητή

2.4 Υποκείμενα έρευνας και γνωστικό αντικείμενο

Η ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε την άνοιξη του 2010 στο πειραματικό γυμνάσιο Καστριτσίου (νομός Αχαΐας). Συγκεκριμένα έλαβε χώρο στο εργαστήριο της Πληροφορικής και στην αίθουσα της τεχνολογίας. Το δείγμα αποτελείται από 16 μαθητές της Γ' Γυμνασίου, εκ των οποίων 5 ήταν κορίτσια και 11 αγόρια. Το προφίλ των μαθητών κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα, αφού προέρχονται από την ίδια σχολική τάξη.

Επιλέχθηκε δραστηριότητα μοντελοποίησης μαθηματικού προβλήματος, η οποία εντάσσεται στα μαθηματικά της Γ' Γυμνασίου και εισάγει την κατανόηση της έννοιας της γραμμικής συνάρτησης της ευθείας. Συγκεκριμένα οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με ένα πρόβλημα, στο οποίο καλούνται να βρουν τις μεταβλητές και τις σταθερές, τους γνωστούς και τους αγνώστους και να τα συσχετίσουν με τη χρήση εξισώσεων.

2.5 Διαδικασία της έρευνας

Την πρώτη μέρα της έρευνας έλαβε μέρος η διδασκαλία της έννοιας του μοντέλου (οντότητες, χαρακτηριστικά, σχέσεις) θεωρητικά και έπειτα μέσα από δύο

παραδείγματα, εκ των οποίων το ένα επιλύεται από τον δάσκαλο-ερευνητή και το δεύτερο από τους μαθητές που εργάζονται σε δυάδες. Έπειτα δόθηκε στους μαθητές παρόμοιο πρόβλημα, ώστε να εντοπίσουν τις οντότητες του προβλήματος και τα χαρακτηριστικά τους σε γνωστούς και αγνώστους και να τους διαχωρίσουν σε εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές, να καταγράψουν τις σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών των οντοτήτων και να εφαρμόσουν ένα παράδειγμα. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται στο χαρτί. Με βάση το προ-τεστ οι μαθητές διαχωρίστηκαν σε οκτώ δυάδες των μαθητών, που καταχωρήθηκαν σε δύο ισότιμες ομάδες. Οι τρεις πρώτες και η τελευταία δυάδα συνεργάστηκαν τις επόμενες μέρες στον ίδιο υπολογιστή και οι υπόλοιπες ομάδες συνεργάστηκαν εξ αποστάσεως. Στο πέρας της διαδικασίας ακολούθησε το μετά-τεστ, στην ίδια ακριβώς μορφή με το προ-τεστ.

3. Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ActivityLens, το οποίο υποστηρίζει την ανάλυση δεδομένων από βίντεο (Fiotakis et al., 2007). Οι συμμετέχοντες στη δια ζώσης συνεργασία είναι οι δύο μαθητές και ο εκπαιδευτικός, σε αντίθεση με την εξ αποστάσεως συνεργασία όπου συμμετέχουν μόνο οι δύο μαθητές, αφού ο εκπαιδευτικός δεν είχε ουσιαστικό ρόλο στη διαδικασία επίλυσης, παρά μόνο κατά τη διάρκεια της κατανόησης του προβλήματος από τους μαθητές. Επιπλέον τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για να επικοινωνήσουν, διαφέρουν στις δύο περιπτώσεις. Έτσι στη δια ζώσης συνεργασία οι μαθητές έκαναν χρήση του προφορικού λόγου, του υπολογιστή, των χειρονομιών και του γραπτού λόγου, σε αντίθεση με την εξ αποστάσεως κατά την οποία τα κανάλια επικοινωνίας των μαθητών αποτέλεσαν τα παράθυρα συνομιλίας και του μοντέλου.

Οι κατηγορίες ανάλυσης προέκυψαν από τη μελέτη των δράσεων των μαθητών στο βίντεο και στα logfiles. Οι περισσότερες από τις κατηγορίες ανάλυσης προέκυψαν από τη μελέτη μίας ομάδας, ενώ οι υπόλοιπες συμπληρώθηκαν από την ανάλυση δράσεων των υπόλοιπων ομάδων. Σε πρώτο επίπεδο ανάλυσης, οι κατηγορίες ομαδοποιήθηκαν ανάλογα με το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε και τους δρώντες. Με αυτόν τον τρόπο αν το εργαλείο είναι ο προφορικός λόγος για τη δια ζώσης ομάδα ή ο γραπτός λόγος μέσω chat για την εξ αποστάσεως αναφερόμαστε στις ομάδες κατηγοριών Α, Β και Γ. Αν το εργαλείο είναι ο υπολογιστής τότε οι κατηγορίες ανήκουν στην ομάδα Δ. Εν συνεχεία με βάση τους δρώντες στη διαδικασία, οι δράσεις του δασκάλου περιορίζονται στην ομάδα κατηγοριών Α και στις απαντήσεις της ομάδας κατηγοριών Β, ενώ οι δράσεις των μαθητών ανήκουν στις Β, Γ και Δ. αυτό συμβαίνει γιατί άλλοτε οι απαντήσεις δίνονται από το δάσκαλο και άλλοτε από τον συνεργάτη. Οι κατηγορίες ανάλυσης των δράσεων των μαθητών και η ομαδοποίηση πρώτου επιπέδου παρατίθενται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: *Κατηγορίες ανάλυσης*

Α) Δάσκαλος		24	Ερώτηση κατανόησης
1	Ανάγνωση υποδείξεων	25	Απάντηση μαθητή
2	Παρότρυνση συνεργασίας	26	Εκφώνηση πράξεων

3	Οδηγίες συνεργασίας	27	Γνωστική υπόδειξη
4	Οργανωτικές οδηγίες	28	Τεχνική υπόδειξη
5	Ενθάρρυνση	**Δ) ModellingSpace**	
6	Τεχνική καθοδήγηση	29	Εισαγωγή οντότητας
7	Γνωστική καθοδήγηση	30	Διαγραφή οντότητας
8	Επιβράβευση	31	Επιλογή ιδιοτήτων
Β) Ερωτήσεις μαθητών		32	Ένδειξη τιμών ιδιοτήτων
9	Διαδικαστική ερώτηση	33	Απόκρυψη τιμών ιδιοτήτων
10	Διαδικαστική απάντηση	34	Αλλαγή τιμής της ιδιότητας
11	Ερώτηση κατανόησης προβλήματος	35	Αλλαγή μεγέθους της οντότητας
12	Απάντηση κατανόησης προβλήματος	36	Αλλαγή θέσης οντότητας
13	Τεχνική ερώτηση	37	Λεπτομέρειες ιδιοτήτων
14	Τεχνική απάντηση	38	Κλείδωμα τιμής της οντότητας
Γ) Μαθητής		39	Εισαγωγή σχέσης
15	Συμφωνία	40	Προσθήκη σταθεράς
16	Επιβεβαίωση	41	Αλλαγή της σχέσης
17	Αμφισβήτηση	42	Αποθήκευση μοντέλου
18	Διαφωνία	43	Εκτέλεση μοντέλου
19	Αμφιβολία	44	Λήξη μοντέλου
20	Διερώτηση	45	Αλλαγή κλειδιού
21	Διαπίστωση	46	Αίτηση κλειδιού
22	Προτροπή προς συνεργάτη	47	Παράδοση κλειδιού
23	Αριθμητική ερώτηση προβλήματος		

Προχωρώντας την ανάλυση στο δεύτερο επίπεδο οι κατηγορίες ομαδοποιήθηκαν έτσι ώστε να εξυπηρετούν τους στόχους της έρευνας. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη μελέτη των Komis et al. (2007), η οποία στηρίζεται στη θεωρία της δραστηριότητας, στο μοντέλο ανάλυσης OCAF (Avouris et al., 2003) και στην προσέγγιση των Stratford et al. (1998) για τις γνωστικές στρατηγικές μοντελοποίησης, οι κατηγορίες χαμηλού επιπέδου ανάλυσης προβλημάτων μοντελοποίησης ανάγονται στις ακόλουθες ομάδες: *ανάλυση* (αντικειμένων και ιδιοτήτων), *σύνθεση* (εύρεση συνδέσεων και εισαγωγή σχέσεων), *έλεγχος* και *εκτέλεση*, *τεχνική και γνωστική υποστήριξη*. Στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε ότι οι κατηγορίες χαμηλότερου επιπέδου μπορούν να ομαδοποιηθούν με βάση τις παραπάνω ομάδες. Επιπλέον, προέκυψαν κατηγορίες που συνάδουν με τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, οπότε προστέθηκε μία επιπλέον ομάδα κοινωνικών αλληλεπιδράσεων.

Συγκεκριμένα, μελετώντας τις κατηγορίες ανάλυσης παρατηρήθηκε ότι οι κατηγορίες Δ29-Δ38 αντιστοιχούν στην ομάδα της ανάλυσης των οντοτήτων ενώ οι κατηγορίες Δ39-Δ41 αντιστοιχούν στη σύνθεση. Στην ομάδα έλεγχου - εκτέλεσης ανήκουν οι κατηγορίες Δ43 «εκτέλεση μοντέλου» και Δ44 «λήξη μοντέλου», καθώς και η κατηγορία Δ34 «αλλαγή τιμής της ιδιότητας», για τις περιπτώσεις που εξυπηρετεί τον έλεγχο του μοντέλου και όχι την εισαγωγή της οντότητας στο μοντέλο. Οι ερωτήσεις των μαθητών προς το δάσκαλο (Β) αντιστοιχούν στην ομάδα της υποστήριξης. Συγκεκριμένα, η Β11 «ερώτηση κατανόησης προβλήματος» αντιστοιχεί στη

γνωστική υποστήριξη, ενώ η Β9 «διαδικαστική ερώτηση» και η Β13 «τεχνική ερώτηση» αντιστοιχούν στην τεχνική υποστήριξη. Η κατηγορία των δράσεων των μαθητών (Γ) συνδυάζεται με τις αλληλεπιδράσεις των μαθητών. Όσον αφορά την κατηγορία που αφορά στο δάσκαλο (Α), στη γνωστική υποστήριξη αντιστοιχούν οι δράσεις Α5 «ενθάρρυνση των μαθητών», Α7 «γνωστική καθοδήγηση», καθώς και η Α8 «επιβράβευση», στην τεχνική υποστήριξη αντιστοιχούν η Α1 «ανάγνωση υποδείξεων», οι Α4 «οργανωτικές οδηγίες» και η Α6 «τεχνική καθοδήγηση», τέλος στην αλληλεπίδραση αντιστοιχούν η Α2 «παρότρυνση συνεργασίας» και οι Α3 «οδηγίες συνεργασίας». Τέλος στις αλληλεπιδράσεις θεωρούνται και οι ανταλλαγές του κλειδιού που πραγματοποιούνται στην εξ αποστάσεως συνεργασία. Όλα τα παραπάνω συνοψίζονται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3: *Ομαδοποίηση κατηγοριών*

Κατηγορίες	**Ομάδες κατηγοριών**
Δ29 έως Δ38	Ι. Ανάλυση
Δ39, Δ40, Δ41	ΙΙ. Σύνθεση
Δ34, Δ43, Δ44	ΙΙΙ. Έλεγχος – εκτέλεση
Α5, Α7, Α8, Β11, Β12, Γ27	IV.a Γνωστική υποστήριξη
Α1, Α4, Α6, Β9, Β10, Β12, Β13, Γ28	IV.b Τεχνική υποστήριξη
Α2, Α3, Γ, Δ45, Δ46, Δ47	V. Κοινωνικές Αλληλεπιδράσεις

Στη συνέχεια μελετήθηκε η ένταση κάθε ομάδας κατηγοριών, μετρώντας τον αριθμό των κατηγοριών που εμφανίστηκαν σε κάθε ομάδα. Υπολογίσθηκαν οι συχνότητες αυτών των μεγεθών, ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση τους μεταξύ των ομάδων. Τα αποτελέσματα προκύπτουν στον πίνακα 4. Οι τέσσερις πρώτες ομάδες συνεργάστηκαν δια ζώσης και οι υπόλοιπες εξ αποστάσεως.

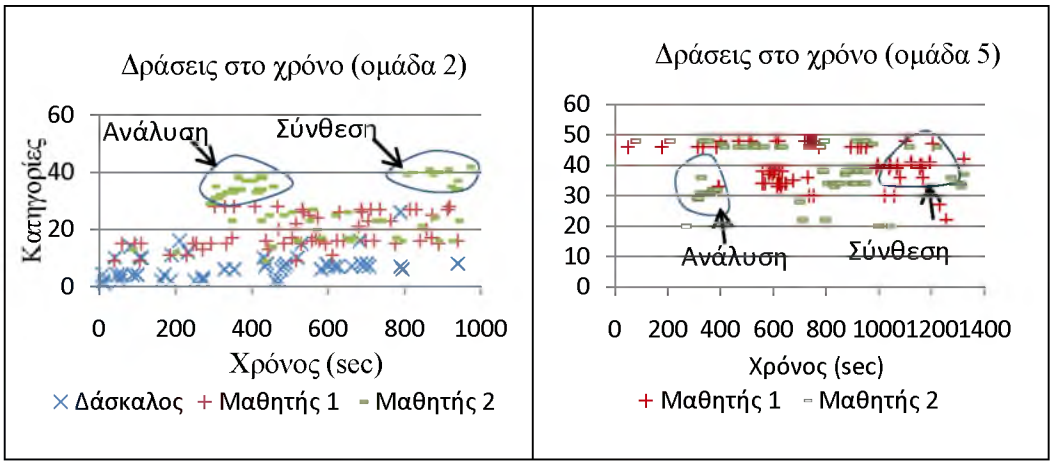
Πίνακας 4: *Συχνότητες κατηγοριών ανά ομάδα ανάλυσης*

	Ανάλυση	Σύνθεση	Έλεγχος	Γνωστική Υποστήριξη	Τεχνική Υποστήριξη	Κοινωνικές αλλη/δράσεις
1	23 (15,75%)	6 (4,11%)	1 (0,68%)	35 (23,97%)	28 (19,18%)	53 (36,3%)
2	39 (20,97 %)	10 (5,38%)	2 (1,08%)	29 (15,59%)	32 (17,2%)	74 (39,78%)
3	77 (18,42 %)	12 (2,87%)	6 (1,44%)	82 (19,62%)	50 (11,96%)	191 (45,69%)
8	18 (7,69%)	6 (2,56%)	1 (0,43%)	52 (22,22%)	41 (17,52%)	116 (49,57%)
4	68 (35,42%)	11 (5,73%)	11 (5,73%)	23 (11,98%)	10 (5,21%)	69 (35,94%)
5	70 (51,47%)	18 (13,24%)	7 (5,15%)	1 (0,74%)	1 (0,74%)	39 (28,68%)
6	68 (44,74%)	13 (8,55%)	13 (8,55%)	12 (7,89%)	1 (0,66%)	45 (29,61%)

7	105 (49,53%)	12 (5,66%)	16 (7,55%)	7 (3,3%)	18 (8,49%)	54 (25,47%)

Συγκεκριμένα, σχετικά με τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος μελετήθηκε η έμφαση που έδωσαν οι μαθητές στα διάφορα στάδια. Διαπιστώθηκε ότι στο σύνολο των δράσεών τους, οι μαθητές που δούλεψαν εξ αποστάσεως χρησιμοποίησαν λιγότερο την υποστήριξη. Ο δάσκαλος έλυσε μόνο πρωταρχικές ερωτήσεις και έπειτα οι μαθητές υποστήριζαν ο ένας τον άλλον στη διαδικασία. Οι μαθητές φαίνεται να εστιάζουν στη διαδικασία της ανάλυσης, κατά τη διάρκεια της οποίας αλληλεπίδρασαν σε μεγάλο βαθμό με τις οντότητες, τις ιδιότητές τους, τη θέση τους, το μέγεθός τους. Έπειτα, σε μικρότερο βαθμό αλλά σχετικά μεγαλύτερο από τις δυάδες της ομάδας δια ζώσης ασχολήθηκαν με τη σύνθεση και τον έλεγχο. Αντίθετα οι δυάδες που συνεργάστηκαν δια ζώσης φαίνεται ότι αναζητούν την υποστήριξη όχι μόνο του συνεργάτη, αλλά και του εκπαιδευτικού, δίνουν λιγότερη έμφαση στη διαδικασία ανάλυσης στο λογισμικό, γιατί έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν στο χαρτί τους από κοινού. Όσον αφορά τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις φαίνεται να είναι εντονότερες στη δια ζώσης συνεργασία.

Όσον αφορά την αλληλουχία των σταδίων ανάλυσης μελετήθηκαν τα διαγράμματα δράσεων δύο χαρακτηριστικών δυάδων από τις δύο ομάδες (σχήμα 1). Παρατηρήθηκε ότι ακολούθησαν τη φυσική ροή της επίλυσης προβλήματος και οι δύο ομάδες, χωρίς να επιστρέφουν από τη σύνθεση στην ανάλυση και αντίστροφα.



Σχήμα 1: *Δράσεις των μαθητών στο χρόνο*

4. Συμπεράσματα

Όσον αφορά την έμφαση που δόθηκε σε κάθε στάδιο της επίλυσης του προβλήματος από τις ομάδες, οι εξ αποστάσεως δυάδες, λόγω της δυνατότητας διαμοίρασης της επιφάνειας εργασίας, επικοινώνησαν μέσω των οντοτήτων και της διαδικασίας ανάλυσης, ενώ οι δια ζώσης δυάδες επικοινώνησαν ζητώντας την υποστήριξη του εκπαιδευτικού και λεκτικά μεταξύ τους.

Γενικά, οι δυάδες δια ζώσης μπορούν να εναλλάσσουν τους ρόλους τους γρήγορα. Οι δραστηριότητές τους διήρκησαν κατά μέσον όρο λιγότερο από τις δυάδες εξ αποστάσεως. Υποστηρίζεται αμεσότερα η διαδικασία από τον εκπαιδευτικό. Τα διαθέσιμα κανάλια επικοινωνίας είναι περισσότερα και οι μαθητές διευκολύνονται στην κατανόηση. Από την άλλη πλευρά οι δυάδες μαθητών που συνεργάζονται εξ αποστάσεως χρησιμοποιούν σε μεγαλύτερο βαθμό το ίδιο το λογισμικό και μέσω του παραθύρου των άμεσων μηνυμάτων επικοινωνούν προσπαθώντας να βρουν τη λύση του προβλήματος συνεργατικά και με λιγότερη υποστήριξη από τον εκπαιδευτικό, αλληλεπιδρώντας δια μέσω συνομιλίας, αλλά και των οντοτήτων.

Τα συμπεράσματα της έρευνας συμφωνούν με αυτά των Jonassen et al. (2001) όσον αφορά το μεγαλύτερο βαθμό εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος στις εξ αποστάσεως ομάδες, ωστόσο η διαδικασία επίλυσης στην παρούσα έρευνα ήταν γραμμική και από τις δύο ομάδες. Σε σύγκριση με τη μελέτη των Patrick et al. (2011) παρατηρείται ομοιότητα όσον αφορά την έμφαση των μαθητών στις οντότητες του προβλήματος στις εξ αποστάσεως ομάδες, εντούτοις η διάρκεια επίλυσης για τη δια ζώσης στην παρούσα μελέτη είναι μικρότερη και αυτό ίσως οφείλεται στο βαθμό εξοικείωσης των μαθητών με το εργαλείο chat.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μελέτη περίπτωσης, στην οποία δίνεται έμφαση στον καθορισμό των μεταβλητών, του πρωτοκόλλου κωδικοποίησης και της μονάδας ανάλυσης. Η διαδικασία της κωδικοποίησης των διαλόγων κρίνεται απαραίτητο να επαναληφθεί και από άλλους ερευνητές για μεγαλύτερη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, αλλά και να αξιολογηθεί με κατάλληλες πρακτικές. Επιπλέον θα ήταν ενδιαφέρον ο εκπαιδευτικός να συμμετέχει στη συνομιλία των μαθητών στην εξ αποστάσεως συνεργασία, ώστε ο ρόλος του ως υποστηρικτής να είναι περισσότερο αποτελεσματικός. Τέλος, η κατασκευή ενός πιο ανοιχτού προβλήματος θα έδινε την ευκαιρία πολλαπλών προσεγγίσεων και την πρόκληση περισσότερων αλληλεπιδράσεων.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τα παιδιά του σχολείου, καθώς και στον καθηγητή φυσικής κ. Γεώργιο Φύττα. Ακόμη τις υποψήφιες διδάκτορες του Τ.Ε.Ε.Α.Π.Η. Μαριολένη Παρίση, Ανδρομάχη Φιλιππίδη και Αγγελική Τζαβάρα για την πολύτιμη βοήθειά τους καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας αυτής.

Βιβλιογραφία

Αβούρης Ν., Καραγιαννίδης Χ., Κόμης Β. (2008). *Συνεργατική Μάθηση.* Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Avouris N., Dimitracopoulou A., Komis V. (2003). *On analysis of collaborative problem solving: an object-oriented approach.* Computers in Human Behavior 19 (2) 147-167.

Cohen L., Manion L., Morrison K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας.* Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο.

Δημητριάδης Στ., κ.α. (2008). *Ευέλικτη Μάθηση*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

Dillenbourg P. (1999). *Collaborative Learning.* Kidligton: Elsevier Science.

Dimitracopoulou A., Komis V. (2005). *Design principles for the support of modelling and collaboration in a technology-based learning environment*. International Journal of Continuing Engineering Education and lifelong Learning 15 (1/2), 30-55.

Fiotakis, G., Fidas, C. & Avouris, N (2007). *Comparative usability evaluation of web systems through ActivityLens.* Proc. PCI 2007. Patras. Greece

Jonassen D. (2006). *Modeling with Technology*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Jonassen D., Kwon H. (2001). *Communication patterns in computer mediated versus face-to-face group problem solving.* Educational Technology Research and Development 19 (1), 35-51.

Κόμης Β., (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών.* Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Komis V., Ergazaki M., Zogza V. (2007). *Comparing computer-supported dynamic modeling and 'paper & pencil' concept mapping technique in students' collaborative activity.* Computers & education 49, 991-1017.

Patrick S., Savelsbergh E., Joolingen W., Hout-Wolters B. (2011). *Effects of face-to-face versus chat communication on performance in a collaborative inquiry modeling task.* Computers & Education, 56 (2011), 379-387.

Stratford S., Krajcik L., Soloway E. (1998). *Secondary Students' Dynamic Modeling Processes: Analyzing, Reasoning About, Synthesizing, and Testing Models of Stream Ecosystems.* Journal of Science Education and Technology, 7(3), 215-234.

Tutty J., Klein J. (2008). *Computer-mediated instruction: a comparison of online and face-to-face collaboration.* Journal of Science Education and Technology, 56, 101-124.

Vygotsky L.S. (1978). *Mind in society. The development of higher Psycological Processes*. London: Cambridge, Massachusetts.