

# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2004)

4ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



Μελέτη της αλληλεπίδρασης σε περιβάλλον μάθησης με χρήση λογισμικού μοντελοποίησης

Κωνσταντίνος Λαβίδας, Βασίλης Κόμης, Νικόλαος Αβούρης

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Λαβίδας Κ., Κόμης Β., & Αβούρης Ν. (2026). Μελέτη της αλληλεπίδρασης σε περιβάλλον μάθησης με χρήση λογισμικού μοντελοποίησης. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 637–646. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/9028>

# Μελέτη της αλληλεπίδρασης σε περιβάλλον μάθησης με χρήση λογισμικού μοντελοποίησης

Λαβίδας Κωνσταντίνος

Υποψήφιος Διδάκτορας, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Πατρών  
Πάτρα, Ελλάδα, [lavidas@upatras.gr](mailto:lavidas@upatras.gr)

Κόμης Βασίλης

Επίκουρος Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Πατρών  
Πάτρα, Ελλάδα, [komis@upatras.gr](mailto:komis@upatras.gr)

Αβούρης Νικόλαος,

Καθηγητής, Τμήμα Ηλ. Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Πατρών  
Πάτρα, Ελλάδα, [N.Avouris@ee.upatras.gr](mailto:N.Avouris@ee.upatras.gr)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην έρευνα αυτή μελετούνται τα είδη αλληλεπίδρασης που λαβαίνουν χώρα στο πλαίσιο συνεργατικής επίλυσης προβλήματος αναλογιών με τη χρήση υπολογιστικού περιβάλλοντος μοντελοποίησης. Μονάδα ανάλυσης θεωρείται η δραστηριότητα μοντελοποίησης, δομικά στοιχεία τα άτομα που παίρνουν μέρος (διευκολυντής- μαθητές), τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία (υπολογιστής, εκπαιδευτικό λογισμικό - εργαλεία εκτέλεσης και αναπαράστασης) και οι κανόνες που διέπουν τη δραστηριότητα (διδακτικό συμβόλαιο, κανόνες χρήσης των εργαλείων του συστήματος κλπ.). Κυρίως μελετάται η διαμεσολάβηση είτε μεταξύ των δρώντων είτε μεταξύ δρώντων και υπολογιστή και πώς αυτή λειτουργεί στην ενεργοποίηση των μαθητών κατά την διαδικασία επίλυσης.

**ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ:** Αλληλεπίδραση, διαμεσολάβηση, διάλογος, μοντελοποίηση, αναλογίες

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε διδακτική παρέμβαση, καθοδηγείται και κατευθύνεται, με ρητό ή με άρρητο τρόπο, από συγκεκριμένους διδακτικούς στόχους, βραχυπρόθεσμους ή μακροπρόθεσμους. Για την επίτευξη των στόχων αυτών σημαντικό ρόλο παίζει η κοινωνική αλληλεπίδραση, το σύνολο δηλαδή των λεκτικών ή μη επικοινωνιακών πρακτικών που λαβαίνουν χώρα κατά τη διδακτική παρέμβαση. Αυτές μπορεί να είναι ερωτήσεις - απαντήσεις - δράσεις: εξήγησης, αιτιολόγησης, διευκρίνισης, αποδοχής, περιγραφής, γνώσης και αξιολόγησης (Fontana, 1996). Οι σύγχρονες ψυχοπαιδαγωγικές προσεγγίσεις θεωρούν ότι το κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον μέσα στο οποίο αναπτύσσεται το υποκείμενο, λειτουργεί καθοριστικά στη γνωστική του ανάπτυξη. Το υποκείμενο μέσα από ένα συνεχή “διάλογο” με το κοινωνικό περιβάλλον, μέσα δηλαδή από τη κοινωνική διαμεσολάβηση εξελίσσεται γνωστικά. Ο ενήλικας λειτουργεί ως ενδιάμεσος, μεταξύ του υποκειμένου και του αντικειμένου και μέσω αυτού μεταφέρονται στο παιδί οι διάφοροι “πολιτισμικοί ενισχυτές”, δηλαδή τεχνικές και πρακτικές που αποτελούν ιστορική και πολιτισμική κληρονομιά της κοινωνίας μέσα στην οποία αναπτύσσεται το παιδί (Ραβάνης, 1999).

Τόσο οι απόψεις του Piaget όσο και οι κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις των Bruner και Vygotsky άσκησαν σημαντική επίδραση στα ζητήματα που σχετίζονται με τη σχολική γνώση και τη διδασκαλία της. Ο μαθητής, μέσα από την ίδια του τη δράση, την αλληλεπίδραση με τους άλλους, από καταστάσεις προβληματισμού και από τις πρότερες γνώσεις που διαθέτει, μπορεί να οδηγηθεί σε αντικατάσταση ή επέκταση του νοήματος (Mercer, 2000).

Στο πλαίσιο αυτό, οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) μπορούν να λειτουργήσουν ως «ενδιάμεσο εργαλείο» στο πλαίσιο διδακτικών και μαθησιακών καταστάσεων. Αυτό οφείλεται αφενός στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, όπως η αλληλεπίδραση με τον χρήστη, η δυνατότητα προσομοίωσης πραγματικών ή φανταστικών καταστάσεων και η χρήση πολυμέσων που απευθύνονται σε περισσότερες αισθήσεις και αφετέρου στους τρόπους με τους οποίους εντάσσονται στη μαθησιακή διαδικασία όπου κύριο ρόλο παίζει η διδακτική διαμεσολάβηση και αλληλεπίδραση. Η εργασία αυτή προσπαθεί να συνεισφέρει στη μελέτη αυτής της διαδικασίας.

## ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η συμβολή στη μελέτη της κοινωνικής αλληλεπίδρασης που λαβαίνει χώρα στο περιβάλλον μάθησης με τη βοήθεια ανοικτού εκπαιδευτικού λογισμικού. Στο πλαίσιο αυτό θα διερευνηθούν α) η αλληλεπίδραση ανάμεσα στους δρώντες κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος με τη χρήση λογισμικού μοντελοποίησης (μαθητές, διευκολυντής, υπολογιστής) β) η εξέλιξη των διαδικασιών μοντελοποίησης (με έμφαση στις οντότητες, στις ιδιότητες, στις σχέσεις και στον έλεγχο μοντέλου όπως ορίζεται από το πλαίσιο OCAF (Object-oriented Collaboration Analysis Framework), (Avouris, Dimitracopoulou, Komis, 2003) γ) ο ρόλος της ομιλίας σε μια διδακτική παρέμβαση (σύμφωνα με το πλαίσιο του Mercer (Mercer, 2000)).

Η ερευνητική διαδικασία περιλαμβάνει παρατηρήσεις διδακτικής παρέμβασης που έγινε σε τρεις δυάδες μαθητών δευτέρας τάξης Γυμνασίου με τη βοήθεια ενός ανοικτού υπολογιστικού περιβάλλοντος μάθησης (Δημιουργός Μοντέλων).

Ο ΔΜ είναι ένα περιβάλλον μοντελοποίησης που δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να ερμηνεύουν μια πραγματική κατάσταση<sup>i</sup> χρησιμοποιώντας την κατασκευή και ερμηνεία μοντέλων, έμφαση δίνεται στον ποιοτικό και στον ημιποσοτικό<sup>ii</sup> συλλογισμό (Mellar *et al.*, 1994) καθώς και στους εναλλακτικούς τρόπους έκφρασης, χειρισμού και οπτικοποίησης μοντέλων μέσω πολλαπλών αναπαραστάσεων (Κόμης *et al.*, 2001, Komis *et al.*, 2001, Dimitrakopoulou & Komis, 2004). Η όλη διαδικασία βιντεοσκοπήθηκε και στη συνέχεια έγινε απομαγνητοφώνηση των συζητήσεων αλλά συγχρόνως και των δράσεων με το λογισμικό (Πίνακες 2-3-4).

Κατά την ανάλυση των δεδομένων της έρευνας, καταγράψαμε ως αλληλεπίδραση, τις συνομιλίες μεταξύ μαθητών-διευκολυντή (ΔΜ), μαθητών μεταξύ τους (ΜΜ), τη δράση των μαθητών με τον υπολογιστή (ΜΥ) καθώς και τη δράση του διευκολυντή με τον υπολογιστή (ΔΥ). Οι αλληλεπιδράσεις των δρώντων με τον υπολογιστή -περιβάλλον του λογισμικού αφορούσαν απευθείας χειρισμούς των αντικειμένων που λάβαιναν χώρα με άμεσο χειρισμό. Πριν ξεκινήσει η διδακτική παρέμβαση έγινε μια σύντομη παρουσίαση του λογισμικού (περίπου 20 λεπτά) και έτσι οι μαθητές εξοικειώθηκαν με την χρήση των εργαλείων αναπαράστασης (ραβδογράμματα, γραφικές παραστάσεις και πίνακας τιμών) που παρέχει καθώς και με εργαλεία δοκιμής του μοντέλου (αυτόματη εκτέλεση, εκτέλεση βήμα-βήμα και κίνηση του μεταβολέα).

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σύμφωνα με το πλαίσιο έρευνας θα διερευνηθούν τα διάφορα είδη αλληλεπίδρασης που λαβαίνουν χώρα στη διδακτική παρέμβαση με τη βοήθεια λογισμικού μοντελοποίησης και πως αυτά λειτουργούν για την ενεργοποίηση των μαθητών στη διαδικασία επίλυσης προβλήματος.

Η ανάλυση των διαλόγων και των δράσεων των υποκειμένων τις έρευνας μας ανέδειξε κάποια ποσοτικά στοιχεία, τα οποία και στις τρεις δυάδες είναι παρεμφερή.

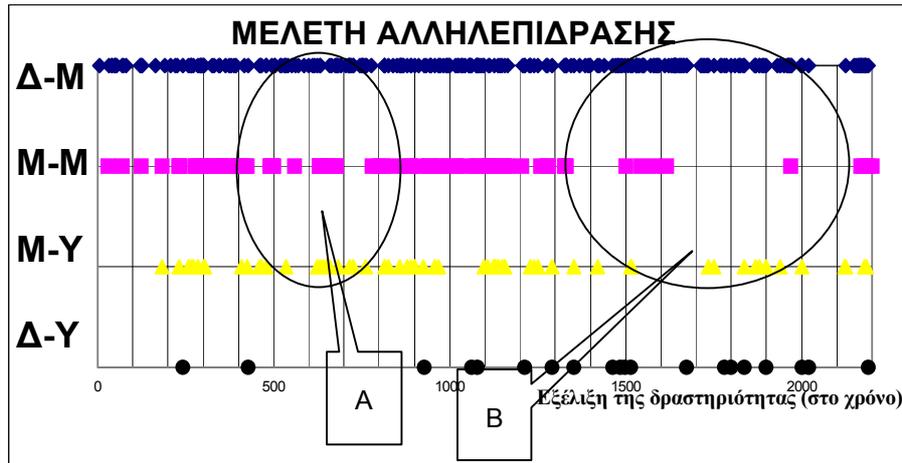
		ΠΗΡΑΝ ΤΟ ΛΟΓΟ			Χρησιμοποιεί το Λογισμικό		ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ		
		Συχνότητα	Σχ. Συχνότη.	Μ.Ο. (")	Συχνότητα	Σχ. Συχνότη.			
Α ΔΥΛΑΔΑ	A	149	32,32%	6	60	72,29%	ΔΜ	330	62,98%
	B	96	20,82%	5	8	9,64%	ΜΜ	93	17,75%
	Δ	197	42,73%	7	15	18,07%	ΜΥ	77	14,69%
	A,B	9	1,95%				ΔΥ	24	4,58%
	B,A	10	2,17%						
	A,Δ	0	0,00%						
	Δ,A	0	0,00%						
	Δ,A,B	0	0,00%						
Β ΔΥΛΑΔΑ	A	113	33,14%	8	34	68,00%	ΔΜ	199	63,99%
	B	52	15,25%	6	2	4,00%	ΜΜ	57	18,33%
	Δ	154	45,16%	9	14	28,00%	ΜΥ	39	12,54%
	A,B	13	3,81%				ΔΥ	16	5,14%
	B,A	5	1,47%						
	A,Δ	1	0,29%						
	Δ,A	2	0,59%						
	Δ,A,B	1	0,29%						
Γ ΔΥΛΑΔΑ	A	55	19,78%	10	19	45,24%	ΔΜ	189	63,42%
	B	79	28,42%	6	14	33,33%	ΜΜ	63	21,14%
	Δ	123	44,24%	12	9	21,43%	ΜΥ	31	10,40%
	A,B	14	5,04%				ΔΥ	15	5,03%
	B,A	4	1,44%						
	Δ,A	1	0,36%						
	Δ,B	1	0,36%						
	B,Δ	1	0,36%						
A,B,Δ	0	0,00%							

**Πίνακας 1:** Στατιστικά στοιχεία αλληλεπίδρασης και χρήσης λογισμικού

Από τη μελέτη των ποσοτικών στοιχείων της πρώτης (Α') δυάδας φαίνεται ότι μίλησε περισσότερο ο Διευκολυντής (42,73%), παίρνοντας το λόγο συνολικά 197 φορές, σε σχέση με τους μαθητές που μίλησαν ο Α 149 φορές (32,3%) και ο Β 96 φορές (20,82%). Το 51,5% της διδακτικής ώρας μιλούσε ο διευκολυντής και κατά μέσο όρο ο λόγος του κρατούσε 7 δευτερόλεπτα, ενώ αντίστοιχα οι μαθητές, ο Α 29,8% της ώρας με μέσο όρο ομιλίας 6 δευτερόλεπτα και ο Β 18,7% της ώρας με μέσο όρο ομιλίας 5 δευτερόλεπτα.

Σε αυτή τη διδακτική παρέμβαση ο διευκολυντής αλληλεπίδρασε με τους μαθητές περισσότερο και σε ποσοστό (62,98%) ενώ οι μαθητές μεταξύ τους σε ποσοστό (17,75%). Οι μαθητές και ο διευκολυντής αλληλεπίδρασαν με το λογισμικό (14,69%)<sup>iii</sup> και (4,58%) αντίστοιχα, συνολικά 19,27% της διδακτικής παρέμβασης. Αυτό σημαίνει ότι το λογισμικό - Η/Υ λειτούργησε ως μέσο (εργαλείο) και όχι πρωταγωνιστής της διδακτικής παρέμβασης. Στις περιπτώσεις (4,58%) που χρησιμοποίησε το λογισμικό ο διευκολυντής αφορούσαν βασικές χρήσεις του, που έπρεπε να υπενθυμίσει στους μαθητές. Σε όλες τις περιπτώσεις οι μαθητές χρησιμοποιούν το λογισμικό είτε για να φτιάξουν το μοντέλο είτε για να το δοκιμάσουν.

Το χρονοδιάγραμμα που ακολουθεί (γράφημα 1) δείχνει το σύνολο των αλληλεπιδράσεων κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, από όλους τους δρώντες της Α' δυάδας.



Γράφημα 1: Χρονοδιάγραμμα αλληλεπίδρασης των δρώντων της Α' Διάδας

Ο διευκολυντής αλληλεπιδρά με τους μαθητές συνεχώς. Προσπαθεί με ερωταποκρίσεις και νύξεις να τους εντάξει όσο το δυνατόν περισσότερο στη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος. Τα πρώτα λεπτά της ώρας οι μαθητές περνώντας από το στάδιο της προσαρμογής δείχνουν να αλληλεπιδρούν λιγότερο και με το διευκολυντή και μεταξύ τους. Ειδικά προς το τέλος, η αλληλεπίδραση μεταξύ τους μειώνεται αισθητά. Η αλληλεπίδραση του διευκολυντή με τους μαθητές φαίνεται να λαβαίνει χώρα περισσότερο στις περιπτώσεις μη αλληλεπίδρασης των μαθητών (περιοχές Α και Β). Λειτουργεί δηλαδή ως υποστηρικτής (“scaffolding”) της προβληματικής κατάστασης με στόχο την απεμπλοκή των μαθητών από αυτή. Και στις δύο εμφανείς περιπτώσεις, (περιοχές Α και Β) ο διευκολυντής παρέχει με τη μορφή ερωταποκρίσεων (όπου κυριαρχεί το μοντέλο ερέθισμα- απόκριση-επανατροφοδότηση) (Mercer, 2000) ουσιαστική υποστήριξη στους μαθητές. Οι προτροπές, επιβεβαιώσεις και ερωτήσεις παρέχουν στήριξη του μαθητή σε αυτή τη διαδικασία, ενώ σταδιακά αποσύρει αυτή την υποστήριξη στα σημεία που δεν είναι πια απαραίτητη. Επιπλέον, φαίνεται και στις δύο αυτές περιπτώσεις έντονη αλληλεπίδραση με τον υπολογιστή, αναδεικνύεται έτσι ότι οι δρώντες αντιμετωπίζουν τον υπολογιστή σε παρόμοιο επικοινωνιακό επίπεδο. Ειδικά προς το τέλος φαίνεται ότι οι μαθητές αλληλεπιδρούν περισσότερο με τον υπολογιστή σε σχέση με την αρχή της διδακτικής παρέμβασης.

Στην συνέχεια θα παραθέσουμε κάποια χρονοδιαγράμματα και αντίστοιχες στιχομυθίες επίτευξης στόχων (προσδιορισμός σχέσεων, μεταξύ των ιδιοτήτων των αντικειμένων του προς κατασκευή μοντέλου), όπου παρουσιάζονται κάποιες από τις παραπάνω περιπτώσεις αλληλεπίδρασης. Η ανάλυση γίνεται με βάση το πλαίσιο OCAF (Avouris, Dimitracopoulou, Komis, 2003), το οποίο στηρίζεται σε μια ακολουθία ενεργειών που προσδιορίζονται από:

1. Ποιος βάζει (αντικείμενο, σχέση, ιδιότητα)
2. Ποιος προτείνει (αντικείμενο, σχέση, ιδιότητα)
3. Ποιος αμφισβητεί (αντικείμενο, σχέση, ιδιότητα)
4. Ποιος αποδέχεται (αντικείμενο, σχέση, ιδιότητα)
5. Ποιος τροποποιεί (αντικείμενο, σχέση, ιδιότητα)
6. Ποιος αιτιολογεί (για αντικείμενο, σχέση, ιδιότητα)
7. Ποιος αιτιολογεί (για αντικείμενο, σχέση, ιδιότητα)

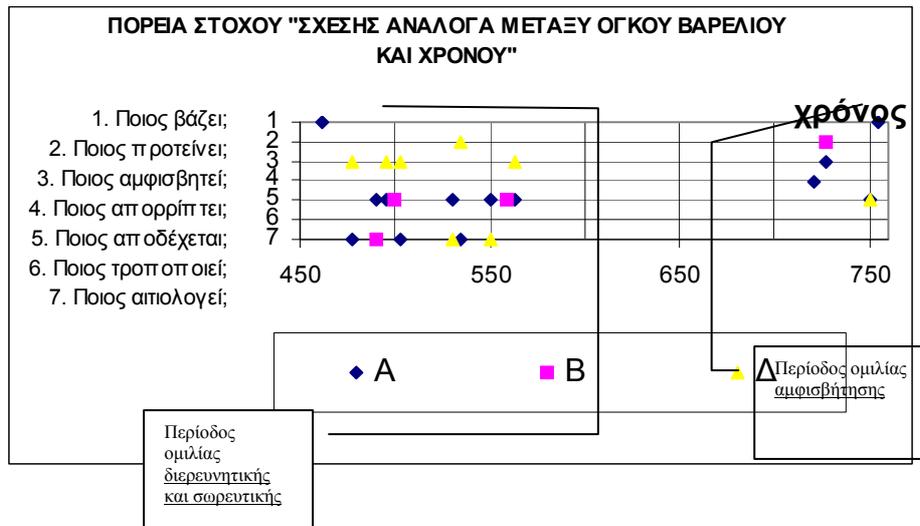
## 4. Ποιος απορρίπτει (αντικείμενο, σχέση, ιδιότητα)

Επιπρόσθετα, η αλληλεπίδραση μεταξύ των δρώντων της όλης διαδικασίας μοντελοποίησης φαίνεται να βασίζεται κατά κύριο λόγο στην ομιλία (όπως φαίνεται και από το προηγούμενο σχήμα) και όχι στη δράση με το λογισμικό. Σύμφωνα με τον Mercer σε μια τέτοια διαδικασία μπορούμε να δούμε τρεις διαφορετικούς τρόπους ομιλίας: την διερευνητική (*exploratory talk*), την σωρευτική (*cumulative talk*) ομιλία και την ομιλία αμφισβήτησης (*disputation talk*) (Mercer, 2000). Στη διερευνητική ομιλία οι δρώντες συμμετέχουν συζητώντας ο ένας τις ιδέες του άλλου κριτικά και εποικοδομητικά. Οι προτάσεις που μπαίνουν κατά τη διαδικασία τίθενται στην κρίση όλων. Είναι δυνατόν να αμφισβητηθούν και να αντικρουστεί η αμφισβήτηση αλλά οι προκλήσεις δικαιολογούνται και διατυπώνονται εναλλακτικές υποθέσεις. Στα πλαίσια μιας γόνιμης αντιπαράθεσης, μπορούν να σταθμιστούν τα πλεονεκτήματα ή τα μειονεκτήματα μιας μεθόδου, να εκφράσουν άποψη σχετικά με επιχειρήματα άλλων συμμαθητών τους και να επωφεληθούν γενικά από την αλληλεπίδραση έτσι που θα συντομεύσουν το πέρασμα από το ένα επίπεδο στο άλλο. Στην σωρευτική ομιλία η δρώντες δομούν θετικά την ομιλία τους χωρίς να ασκούν κριτική πάνω σε ότι έχει πει ο άλλος. Χαρακτηρίζεται από επαναλήψεις, επιβεβαιώσεις και επεξεργασμένες αναδιατυπώσεις. Στην ομιλία αμφισβήτησης φαίνεται μια εξατομικευμένη λήψη αποφάσεων αλλά διακρίνονται και χαρακτηριστικά όπως, ερωταποκρίσεις που συνίστανται σε αποφάνσεις και αμφισβητήσεις ή σε αποφάνσεις που αντικρούουν τις πρώτες. Η σχέση μεταξύ των δρώντων μαθητών είναι ανταγωνιστική, οι πληροφορίες γίνονται αντικείμενο επίδειξης αντί να μοιράζονται και οι διάφορες απόψεις τονίζονται αντί να επιλύονται.

## Μελέτη αλληλεπίδρασης κατά την εισαγωγή σχέσεων

**Επεισόδιο 1:** Πορεία στόχου προσδιορισμός της σχέσης ανάλογα μεταξύ όγκου νερού στο βαρέλι και χρόνου.

Οι μαθητές προσπαθούν να συνδέσουν τον όγκο του νερού στο βαρέλι με τον χρόνο, με μια σχέση. Το χρονοδιάγραμμα που ακολουθεί αντιστοιχεί στο επεισόδιο 1.



**Γράφημα 2:** Εξέλιξη της δραστηριότητας, εισαγωγής σχέσης ανάλογα μεταξύ όγκου και χρόνου.

Η στιχομυθία 1 (πίνακας 2) που ορίζεται από το παραπάνω διάγραμμα.

a/a	Δρων	Χρόνος σε sec	Διάρκεια σε sec	Διάλογος	Δράση
75	A	465	13	ναι, και αυτά εδώ τα έχουμε ανοιχτά, και ε εγώ πιστεύω ότι είναι αυτό, γιατί.	δείχνει τα αντικείμενα και συγχρόνως συνδέει τον χρόνο με τον όγκο με σχέση αναλογίας.
76	Δ	478	2	πέσαμες με Α γιατί, εγώ δεν καταλαβαίνω και πολλά πράγματα.	
77	A	480	10	<u>χα, χα, γιατί όσο κυλάει ο χρόνος τόσο γεμίζει</u>	δίνει εκτέλεση όσο μιλάει
78	B	490	2	μεγαλώνει ο όγκος	
79	A	492	4	ναι	
80	Δ	496	2	σας φαίνεται φυσιολογικό	
81	A	498	2	ναι,	
82	B	500	3	ναι, πολύ φυσιολογικό	
83	Δ	503	1	δεν είναι κάτι περίεργο, έτσι; όχι, να σου πω κάτι, όταν λέμε όγκο εννοούμε πόσο χωράει μέσα όχι πόσο άδειο θα είναι	
84	A	504	16		
85	Δ	520	2	ναι μάλιστα λει,	
86	A	522	8	ποια σχέση συνδέει τον χρόνο με τον όγκο.....	διαβάζει το πρώτο ερώτημα
87	Δ	530	2	άρα τι μετράμε εδώ πέρα τον όγκο του νερού που μπαίνει στο,	
88	A	532	3	Βαρέλι,	
89	Δ	535	5	για ξαναδοκίμασε το μοντέλο σου να δούμε τι σου δείχνει εδώ	εκτελεί ο Α στην αρχή μετακινώντας τον μεταβολέα του όγκου και μετά πατά εκτέλεση
90	A	540	11	<u>ότι όσο μεγαλώνει ο χρόνος μεγαλώνει και ο όγκος του βαρελιού, όχι, ο όγκος του βαρελιού παραμένει στάσιμος.</u>	
91	Δ	551	8	ο όγκος του βαρελιού παραμένει στάσιμος αλλά τι αλλάζει στο βαρέλι μέσα;	
92	B,A	559	4	ο όγκος του νερού	
93	Δ	563	7	έχουμε πρόβλημα εδώ το έχουμε φτιάξει καλά το μοντέλο μας;	
94	A	570	1	ναι καλά το έχουμε φτιάξει	

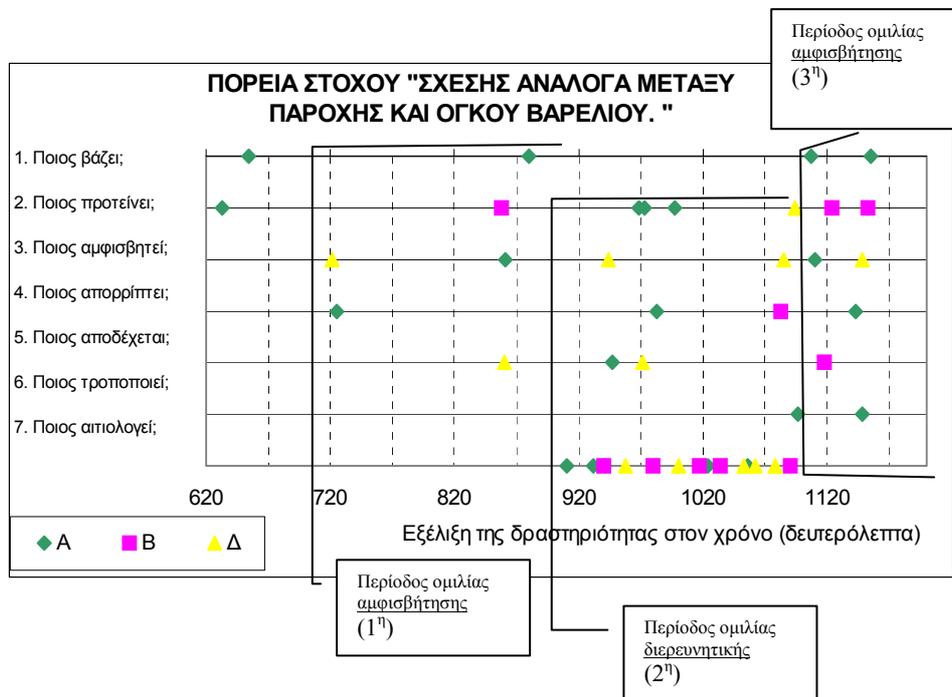
Πίνακας 2: Διάλογος και δράση για την εισαγωγή της σχέσης ανάλογα μεταξύ όγκου και χρόνου.

Ο διευκολυντής στην αρχή (76 Δ) παίζει το ρόλο του μη ειδικού προσπαθώντας να πείσει τους μαθητές να ασχοληθούν με το θέμα που προέκυψε χωρίς το άγχος της εξέτασης, έτσι η συνεργασία γίνεται περισσότερο συλλογική αφού και οι μαθητές προσφέρουν βοήθεια στο διευκολυντή. Στόχος του Δ είναι να συγκρίνουν τη σκέψη τους με την πραγματική κατάσταση (80 Δ). Η συζήτηση συνεχίζεται, ο Δ θυμίζει στους μαθητές τη διαδικασία της προσομοίωσης (89 Δ).

Ο Α τοποθετεί τη σχέση ανάλογα, ο διευκολυντής αμφισβητώντας την πρόταση των μαθητών τους παροτρύνει να την αιτιολογήσουν. Η απόρριψη του διευκολυντή οδηγεί του μαθητές στην επιβεβαίωση, της πρότερης σκέψης τους. Συνεχίζεται ο διάλογος των αντιπαραθέσεων όπου ο Α αιτιολογεί την σκέψη του χρησιμοποιώντας παραδείγματα από την πραγματική κατάσταση τα οποία προσπαθεί να τεκμηριώσει και με την χρήση της προσομοίωσης. Στην επόμενη περιοχή που φαίνεται στο διάγραμμα, η συζήτηση συνεχίζεται και κάποια στιγμή αυθάρτητα ο Α διαγράφει τις σχέσεις που είχε μέχρι εκείνη τη στιγμή, η συνεχής αμφισβήτηση του Δ οδηγεί τελικά στην αρχική τοποθέτηση χωρίς όμως να γίνει αυτό μέσα από επικοινωνιακό διάλογο αιτιολόγησης και απόρριψης (Περίοδος ομιλίας Αμφισβήτησης, χρόνος 725-760).

**Επεισόδιο 2:** Πορεία στόχου προσδιορισμού της σχέσης ανάλογα μεταξύ της παροχής και του όγκου του νερού του βαρελιού.

Οι μαθητές συνδέουν την παροχή νερού της βρύσης με τον όγκο του νερού στο βαρέλι.



**Γράφημα 3:** Εξέλιξη της δραστηριότητας, εισαγωγής σχέσης ανάλογα μεταξύ όγκου και παροχής.

Στην (1<sup>η</sup>) περίπτωση ο Α προτείνει την σχέση αντίστροφων αναλόγων ποσών μεταξύ παροχής και όγκου, ο Δ την αμφισβητεί και ο Α την απορρίπτει χωρίς να δικαιολογήσει την ενέργειά του, συνεχίζεται ο διάλογος και ο Β προτείνει την σχέση ανάλογα δείχνοντας την με το ποντίκι, ο Α την αμφισβητεί και θεωρώντας ότι ήταν σωστή η προηγούμενη την τοποθετεί πάλι, εκτελεί

προσομοίωση του μοντέλου και απευθυνόμενος στον Β λέει, “αδειάζει μεγαλώνει, κατάλαβες Β”, έτσι αρχίζει μια αντιπαράθεση μεταξύ των μαθητών χωρίς αιτιολόγηση.

Στη (2<sup>η</sup> περίπτωση – στιχομυθία πίνακας 3) παρόλο που γίνεται αιτιολόγηση και γόνιμη συζήτηση μεταξύ των δρώντων δεν καταλήγουν στην σωστή σχέση.

a/a	Δρων	Χρόνος σε sec	Διάρκεια σε sec	Διάλογος	Δράση
164	A	932	8	ότι είναι ταυτόχρονα ρε παιδί μου τι να σου πω όταν ανεβαίνει το ένα, είναι αυτή η σχέση	
165	B	940	1	χαμηλώνει το ένα ανεβαίνει το άλλο	
166	A	941	3	αδειάζει το ένα γεμίζει το άλλο	
167	Δ	944	3	σας φαίνεται λογικό αυτό	

**Πίνακας 3:** : Διάλογος και δράση για την εισαγωγή της σχέσης *ανάλογα* μεταξύ της *παροχής* και του *όγκου του νερού του βαρελιού*.

Στην (3<sup>η</sup> περίπτωση - στιχομυθία πίνακας 4), η αμφισβήτηση του Δ κάνοντας χρήση κατάλληλης επιχειρηματολογίας οδηγεί τον Α αγνοώντας τις προσπάθειες του Β, αφού αποδέχεται το λάθος για την προηγούμενη σχέση, σε ανάλογα τετράγωνο. Ο διευκολυντής ρωτά με την σειρά τους μαθητές και δεν παίρνει ικανοποιητική απάντηση τότε προσπαθεί με την *εκμαιέωση με χρήση νύξεων* των σωστών απαντήσεων στις ερωτήσεις του, παρέχοντας οπτικά βοηθήματα και λεκτικούς υπαινιγμούς για το ποια είναι η απάντηση που ζητείται.

a/a	Δρων	Χρόνος σε sec	Διάρκεια σε sec	Διάλογος	Δράση
200	Δ	1078	1	αν ελαττώσω το νερό που τρέχει από την βρύση, τι γίνεται με το νερό που μπαίνει στο βαρέλι;	μετακινεί ο Δ το μεταβολέα της παροχής
201	A	1079	1	Μεγαλώνει	
202	Δ	1080	3	Μεγαλώνει;	
203	B	1083	2	τότε δεν είναι σωστή η σχέση!	
204	Δ	1085	5	γιατί ρε Β για πες μου;	
205	B	1090	4	αφού, αφού ρίχνουμε πιο πολύ νερό πρέπει να μεγαλώνει όχι να μικραίνει!	
206	Δ	1094	2	για αλλάζτε σχέση να δούμε τι γίνεται;	
207	A	1096	11	λοιπόν θα βάλουμε κοίτα να δεις τώρα, αυτή	διαγράφει ο Α την σχέση αντιστρόφως ανάλογα και βάζει την σχέση ανάλογα τετράγωνο
208	B	1107	3	για βάλε τα,	πατά ο Α εκτέλεση
209	A	1110	3	δεν είναι αυτό αλλά λέμε,	
210	Δ	1113	5	γιατί δεν είναι αυτό;	
211	B	1118	2	αυτό είναι ρε,	
212	A	1120	4	μπορεί να είναι και αυτό, χα	

213	B	1124	2	για βάλε και αυτό να δούμε	δείχνει ο Β την Τρίτη σχέση με το χέρι του
214	A	1126	1	όχι, ας χρησιμοποιήσουμε και αυτά ρε	δείχνει ο Α με το ποντίκι τις διαφορετικές μορφές αναπαράστασης
215	Δ	1127	3	για να χρησιμοποιήσουμε αυτά, για διάλεξε	πατάει ο Α το κουμπί ραβδόγραμμα, και μετά στο παράθυρο πατάει οκ
216	A	1130	7	Άπ	βγαίνει μήνυμα λάθους, ξανακάνει αυτή την φορά σωστά
217	Δ	1137	6	για πήγαινε πιο κάτω να βλέπουμε, εκεί, πάτο το play	μετακινεί ο Α το παράθυρο του ραβδογράμματος κάτω και δεξιά και πατά εκτέλεση
218	A	1143	5	δεν είναι αυτό με καμία	
219	Δ	1148	5	γιατί δεν είναι αυτό;	διαγράφει ο Α την σχέση ανάλογα τετράγωνο
220	B	1153	2	το άλλο είναι	
221	A	1155	1	η σκέψη μου είναι αυτό	βάζει ο Α την σχέση ανάλογα και δίνει εκτέλεση

**Πίνακας 4:** Διάλογος και δράση για την εισαγωγή της σχέσης *ανάλογα μεταξό της παροχής και του όγκου του νερού του βαρελιού.*

Ο διευκολυντής επαναδιατυπώνει την παρατήρηση του μαθητή (202 Δ), έτσι ώστε να δώσει στην ομάδα τη λάθος εκδοχή αυτού που λέχθηκε, η οποία ίσως να επηρεάσει την σκέψη των μαθητών και να τους αφυπνίσει. Έτσι ο Β διαπιστώνει αμέσως (203 Β) το λάθος στη σχέση δίνοντας μάλιστα με το παράδειγμά του και τη σχετική αντίθεση με την πρότερη σκέψη του Α. Ο Β το αμφισβητεί προτείνοντας στον Α τη σχέση ανάλογα, παρόλα αυτά ο Α εμμένει στη θέση του και συνεχίζει (208 Β). Ο Β αισθάνεται ότι αγνοείται και υψώνει τον τόνο της φωνής του (211 Β). Οι μαθητές χρησιμοποιούν (221 Α) τις διάφορες μορφές αναπαράστασης και την προσομοίωση για να ελέγξουν την σκέψη τους καταλήγοντας στην ορθή σχέση. Στο σύνολό της, τα δύο τελευταία μέρη της ομιλίας (περίπτωση 3<sup>η</sup>) συνιστώνται από αποφάνσεις, αρνήσεις ή σχόλια που δεν είναι επικοινωνιακά. Ο βαθμός πραγματικής συνεργασίας, δηλαδή η ανταλλαγή ιδεών, η διατύπωση υποθέσεων και η λήψη αποφάσεων ή ακόμα και η αποδοχής συμβουλών που δίνονται είναι ελάχιστος. Η υποτιθέμενη συλλογική αυτή δραστηριότητα μετατράπηκε από τα παιδιά σε ανταγωνιστική. Στη φάση αυτή δεν νοιώθουν την ανάγκη να αιτιολογήσουν την σκέψη τους.

#### ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αδιαμφισβήτητα, η ποικιλία των αλληλεπιδράσεων που έλαβαν χώρα στη διδακτική παρέμβαση τουλάχιστον ενεργοποίησαν τους μαθητές στη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος. Σημαντικό ρόλο στην όλη διαδικασία παίζει και η αλληλεπίδραση με τον υπολογιστή, όπου ο μαθητής τον αντιλαμβάνεται ως συνεργάτη στη διδασκαλία και σπεύδει αρκετές φορές και ειδικά όταν χρειάζεται εργαλεία επαλήθευσης της σκέψης του, να τον «ρωτήσει» αλληλεπιδρώντας μαζί του.

Στη συζήτηση, παρατηρούμε τους μαθητές να επεξεργάζονται τις γνώσεις τους, να πετυχαίνουν ότι μπορεί να επιτευχθεί και να ανακοινώνουν πράγματα που νομίζουν ότι είναι σχετικά και κατάλληλα στη συγκεκριμένη περίπτωση. Η μαθησιακή διαδικασία εξελίσσεται στα πλαίσια μιας αλληλεπιδραστικής διαδικασίας, όπου η ατομική εργασία συνδυάζεται με συζήτηση, συλλογική προσπάθεια, παρουσίαση και κρίση των θέσεων, επιχειρηματολογία κλπ. Μπορούμε να πούμε ότι ο Διευκολυντής προσπαθεί, αμφισβητώντας τους συλλογισμούς των μαθητών, να τους οδηγήσει στην ορθή σχέση, κάτι που φαίνεται να πετυχαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις. Οι μαθητές περνούν στο επίπεδο της κατανόησης μέσα από συνεχείς αμφισβητήσεις και αιτιολογήσεις. Στις περιπτώσεις που δεν συμβαίνει αυτό, συνήθως εγκαταλείπουν την προσπάθεια, με απόρριψη του συλλογισμού τους. Γενικά παρατηρούμε ότι οι δρώντες χρησιμοποιούν την ομιλία καθώς και την αλληλεπίδραση με τον υπολογιστή για να ξεπεράσουν τα εμπόδια που προκύπτουν κατά την διάρκεια επίλυσης του προβλήματος. Στις περιπτώσεις που η ομιλία έχει τον χαρακτήρα της διερευνητικής (Mercer, 2000) φαίνεται ότι πετυχαίνονται οι προσδοκώμενοι στόχοι. Σημαντικό ρόλο στη συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση φαίνεται να έχει και ο υπολογιστής όπου χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο ως εργαλείο επαλήθευσης των συλλογισμών (Κόμης et al., 2001). Θα μπορούσαμε να πούμε, ότι η κατανόηση δεν κερδίζεται παθητικά με τη βοήθεια των παραβρισκόμενων ή μέσα από εξατομικευμένη μάθηση μέσω ανακάλυψης, αλλά μέσα από συνομιλία με επιχειρήματα τα οποία αιτιολογούν και αντικρούουν.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Dimitracopoulou A. & Komis V. (in press 2004). Design Principles for a modeling environment for learning, modelling & collaboration in sciences, In C. Constantinou, Z. Zacharia, P. Commers, (Guest Editors), *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning (IJCEELL)*, Special issue on The Role of Information and Communication Technology in Science Teaching and Learning.
- Fontana, D. (1996). Ο εκπαιδευτικός στην τάξη. Εκδ. Σαββάλα. Αθήνα.
- Komis, V., Dimitracopoulou, A., Politis, P. & Avouris, N. (2001). Expérimentations sur l'utilisation d'un logiciel de modélisation par petits groupes d'élèves. *Sciences et techniques éducatives*, Hermes, Avril, vol. 8, n° 1-2, pp. 75-86.
- Mellar H., Bliss J., Boohan R., Ogborn J. (Eds), (1994). Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum, The Falmer Press, London.
- Mercer, N. (2000). Η συγκρότηση της γνώσης. Εκδ. Μεταίχμιο. Αθήνα.
- Κόμης, Β., Κότσαρη, Μ., Λαβίδα, Κ., Φείδας, Χ., Αβούρης, Ν., Δημητρακοπούλου, Α., Πολίτης, Π., "Εργαλεία αναπαράστασης και διαμεσολάβηση κατά τη συνεργατική επίλυση προβλήματος σε υπολογιστικό περιβάλλον", Τζεκάκη Μ. (επιμέλεια), 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Διδακτική των Μαθηματικών και Πληροφορική στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2001, σελ. 500-507
- Ραβάνης, Κ. (1999). Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση. Διδακτική και γνωστική προσέγγιση. Αθήνα, ΤΥΠΩΤΩ.

<sup>i</sup> Η διατύπωση του προβλήματος: «Μια βρύση τροφοδοτεί με νερό ένα βαρέλι με τη βοήθεια μιας στέρνας. Α. Ποια σχέση συνδέει το χρόνο με τον όγκο του νερού που μπαίνει στο βαρέλι όταν η παροχή της βρύσης παραμένει σταθερή; Β. Σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ποια σχέση πιστεύεις ότι συνδέει την παροχή νερού της βρύσης με τον όγκο του νερού που μπαίνει στο βαρέλι; Δημιούργησε το κατάλληλο μοντέλο στο χώρο δημιουργίας μοντέλων».

<sup>ii</sup> Με τον όρο «ημιποσοτικός» συλλογισμός εννοείται η ποιοτική προσέγγιση μαθηματικών σχέσεων που εστιάζει στον τρόπο επιρροής μιας μεταβλητής σε μία άλλη (π.χ. αυξάνει – αυξάνει, αυξάνει – ελαττώνεται, κλπ.) και όχι στον πλήρη αναλυτικό τύπο της συσχέτισής τους.

<sup>iii</sup> Στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης συμφωνήθηκε από τους μαθητές η χρήση του ποντικιού από τον Α.